

경량항공기 조종사 표준교재

Standard LSA Pilot's Handbook



경량항공기 조종사 표준교재

Standard LSA Pilot's Handbook

경량항공기 조종사 표준교재
Standard LSA Pilot's Handbook



경량항공기 조종사 표준교재

Standard LSA Pilot's Handbook



발/간/사

경제성장과 함께 국민들의 생활수준 향상과 여가시간의 증가로 항공레저스포츠에 대한 일반인의 관심과 동호인이 늘어나면서 현재 항공레저스포츠 동호인은 약 30만명 정도로 추산되고 있으며 앞으로 점점 더 늘어날 것으로 예상하고 있습니다.

현재 우리나라의 항공레저스포츠 산업규모는 약 2,200억원 수준으로 예상되고 조종사 자격 보유자는 3만 1천여명 정도이며, 경량항공기 및 초경량비행장치 등 레저용으로 활용할 수 있는 항공기 등록대수는 800여대에 달하고 있습니다. 항공레저산업이 발달한 미국, 유럽 등에 비해 소형비행장, 주기장 및 비행구역 등 사회적 인프라와 제도적 기반은 아직 초기 단계이지만 이착륙장 시설 확충, 초경량비행장치 전용구역 확대 등 항공레저스포츠 산업 발전을 위한 노력은 지속적으로 추진하고 있습니다.

이에 국토교통부에서는 항공인의 역량강화와 실무능력 제고를 위하여 지난 2015년부터 4년에 걸쳐 조종사, 항공정비사 및 항공관제사용 표준교재를 발간한 바 있으며, 2019년도에는 항공레저스포츠 분야의 발전을 위하여 경량항공기 및 초경량비행장치 조종사 표준교재를 발간하게 되었습니다.

본 경량항공기 및 초경량비행장치 조종사 표준교재는 조종사가 알아야 할 기초 비행원리부터 비행실무까지 다양하고 내실있는 내용을 담기 위해 국제민간항공기구(ICAO)의 조종사 교육훈련 가이드라인과 전 세계 항공산업을 선도하고 있는 미연방항공청(FAA)의 조종사 교육훈련용 표준교재 내용을 참고하였습니다. 또한 항공레저스포츠계의 일반 조종사 비행안전을 위하여 국내 항공법규, 경량항공기 및 초경량비행장치 조종사의 준수사항 등도 쉽게 이해할 수 있도록 내용을 담았습니다.

바라건대, 경량항공기 및 초경량비행장치 조종사를 희망하는 학생뿐만 아니라 전문교육기관의 교관조종사에게도 이 표준교재가 교육훈련에 활용되고, 현업 항공레저스포츠 조종사들까지 안전비행을 위한 지침서가 되기를 바랍니다. 이를 통해 미래 고부가가치 산업인 항공레저스포츠 산업의 튼튼한 자양분이 되어 저변을 확대하는 데 많은 도움이 되었으면 합니다.

끝으로 이 책을 발간하는 데 아낌없는 노력과 수고를 하신 집필자, 연구자, 감수자 등 편찬진과 개발자에게 진심으로 감사드리며 내실 있고 좋은 책을 만들기 위해 노력하신 항공정책실 항공안전정책과장 이하 직원들의 노고에 감사를 표합니다.

항공정책실장 권용복

표준교재 이용 및 저작권 안내




표준교재의 목적

본 표준교재는 체계적인 글로벌 항공종사자 인력양성을 위해 개발되었으며 현장에서 항공안전 확보를 위해 노력하는 항공종사자가 알아야 할 기본적인 지식을 집대성하였습니다.

표준교재의 저작권

이 표준교재는 「저작권법」 제24조의2에 따른 국토교통부의 공공저작물로서 별도의 이용허락 없이 자유이용이 가능합니다.

다만, 이 표준교재는 “공공저작물 자유이용허락 표시 기준(공공누리, KOGL) 제3유형 ”에 따라 공개하고 있으므로 다음 사항을 준수하여야 합니다.

1. 공공누리 이용약관의 준수 : 본 저작물은 공공누리가 적용된 공공저작물에 해당하므로 공공누리 이용약관 (www.kogl.or.kr)을 준수하여야 합니다.
2. 출처의 명시 : 본 저작물을 이용하려는 사람은 「저작권법」 제37조 및 공공누리 이용조건에 따라 반드시 출처를 명시하여야 합니다.
3. 본질적 내용 등의 변경금지 : 본 저작물을 이용하려는 사람은 저작물을 변형하거나 2차적 저작물을 작성할 경우 저작인격권을 침해할 수 있는 본질적인 내용의 변경 또는 저작자의 명예를 훼손하여서는 아니 됩니다.
4. 제3자의 권리 침해 및 부정한 목적 사용금지 : 본 저작물을 이용하려는 사람은 본 저작물을 이용함에 있어 제3자의 권리를 침해하거나 불법행위 등 부정한 목적으로 사용해서는 아니 됩니다.

표준교재의 이용 및 주의사항

이 표준교재는 「항공안전법」 제9장 경량항공기에 따른 종사자에게 필요한 기본적인 지식을 모아 제시한 것이며, 항공종사자를 양성하는 전문교육기관 등에서는 이 표준교재에 포함된 내용 이상을 해당 교육과정에 반영하여 활용할 수 있습니다.

또한, 이 표준교재는 「저작권법」 및 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」에 따른 공공저작물 또는 공공데이터에 해당하므로 관련 규정에서 정한 범위에서 누구나 자유롭게 이용이 가능합니다.

그리고 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」에 따라 이 표준교재를 발행한 국토교통부는 표준교재의 품질, 이용하는 사람 또는 제3자에게 발생한 손해에 대하여 민사상·형사상의 책임을 지지 아니합니다.

표준교재의 정정 신고

이 표준교재를 이용하면서 다음과 같은 수정이 필요한 사항이 발견된 경우에는 항공교육훈련포털(www.kaa.atims.kr)로 신고하여 주시기 바랍니다.

- 항공법 등 관련 규정의 개정으로 내용 수정이 필요한 경우
- 기술된 내용이 보편타당하지 않거나, 객관적인 사실과 다른 경우
- 오타자 및 앞뒤 문맥이 맞지 않아 내용과 의미 전달이 곤란한 경우
- 관련 삽화 등이 누락되거나 추가적인 설명이 필요한 경우

※ 주의 : 표준교재 내용에는 오류, 누락 및 관련 규정 미반영 사항 등이 있을 수 있으므로 의심이가는 부분은 반드시 정확성 여부를 확인하시기 바랍니다.

목 차

제1부 항공법규 (Air Law for ultra-light-vehicle Pilot)

- 제1장 항공법규 일반
- 제2장 경량항공기 등록
- 제3장 경량항공기 안전성인증
- 제4장 경량항공기 자격증명
- 제5장 경량항공기 운항
- 제6장 경량항공기 사업
- 제7장 이착륙장
- 제8장 경량항공기 사고 및 보고
- 제9장 행정처분 등

제2부 비행이론 (Flight Theory)

- 제1장 기초 비행 원리
- 제2장 경량항공기 구조 및 특징
- 제3장 동력장치 및 계기장치
- 제4장 항공기 무게중심과 균형

CONTENTS

제3부 항공기상 (Aviation Weather)

- 제1장 대기권의 구조
- 제2장 대류권의 기상현상
- 제3장 비행안전에 관련된 기상현상
- 제4장 일기도와 비행계획
- 제5장 항공기상업무
- 제6장 항공기상 예보
- 제7장 비행 중 기상조언 및 정보

제4부 항공교통 및 항법 (Air Traffic & Navigation)

- 제1장 항공의학적 요소
- 제2장 인적요소
- 제3장 공중항법
- 제4장 동정압계기
- 제5장 항행안전시설
- 제6장 항공교통관제
- 제7장 비상절차
- 제8장 항공정보

제1부

항공법규 (Air Law for LSA Pilot)

- 제1장 항공법규 일반
- 제2장 경량항공기 등록
- 제3장 경량항공기 안전성인증
- 제4장 경량항공기 자격증명
- 제5장 경량항공기 운항
- 제6장 경량항공기 사업
- 제7장 이착륙장
- 제8장 경량항공기 사고 및 보고
- 제9장 행정처분 등

(*) 본 교재에서 다루는 항공법규들은 시행일자 2019년 2월 1일을 기준으로 최신 자료들을 검토하여 집필하였다.

(*) 본 교재에서 @은 해당 법규의 출처, ☺은 준용된 법규의 출처를 의미한다.

참고자료

- 항공안전법, 법률 제15326호, 2017.12.26.
- 항공안전법 시행령, 대통령령 제29489호, 2019. 1. 15,
- 항공안전법 시행규칙, 국토교통부령 제559호, 2018. 11. 22,
- 항공사업법, 법률 제15325호, 2017.12.26.,
- 항공사업법 시행령, 대통령령 제29462호, 2018. 12. 31,
- 항공사업법 시행규칙, 국토교통부령 제578호, 2019. 1. 3,
- 공항시설법, 법률 제15995호, 2018. 12. 18,
- 공항시설법 시행령, 대통령령 제29109호, 2018. 8. 21,
- 공항시설법 시행규칙, 국토교통부령 제545호, 2018. 9. 21,
- 항공법규, 조종사표준교재, 국토교통부, 2018.
- 비행안전 참고 매뉴얼, 서울지방항공청, 2014.1.
- 항공정보간행물(AIP : Aeronautical Information Publication), 2018. 9. 27.
- AIM(항공정보매뉴얼), 한국교통안전공단, 2017.
- 경량항공정보매뉴얼, 한국교통안전공단, 2016.
- 경량항공기 비행경로, 한국교통안전공단, 2015.
- 경량항공기 비행안전가이드, 한국교통안전공단, 2016.
- 경량항공기론 II, 한서대학교 항공레저산업학과, 2018.
- 경량항공기 비행안전을 확보하기 위한 기술상의 기준, 국토교통부 고시 제2017-802호, 2017.
- 경량항공기 안전성인증 검사업무 운영세칙, 항공안전기술원, 2017.10.30.
- 항공기 및 경량항공기 등록기호 구성 및 지정요령, 국토교통부고시 제2018-315호
- 항공종사자 자격증명 실기시험표준서, 국토교통부 예규 제223호
- 항공종사자 자격증명 시험요령, 국토교통부 고시 제2017-408호
- 이착륙장 설치 및 관리기준, 국토교통부고시 제2017-754호

목 차

제1장 항공법규 일반

- 1.1 항공법 개요
- 1.2 경량항공기 개요

제2장 경량항공기 등록

- 2.1 경량항공기 등록 관련 법규
- 2.2. 경량항공기 등록
- 2.3 경량항공기 등록 제외 및 제한
- 2.4 경량항공기 소유권
- 2.5 등록부호

제3장 경량항공기 안전성인증

- 3.1 안전성인증
- 3.2 안전성인증 등급 및 운용범위
- 3.3 안전성인증 제외 해당 시험비행
- 3.4 항공정비사 확인
- 3.5 경미한 정비
- 3.6 경량항공기의 의무무선설비
(안전성인증 등급 제1-3종)
- 3.7 경량항공기 기술기준

제4장 경량항공기 자격증명

- 4.1 경량항공기 조종사 자격증명
관련 법규
- 4.2 경량항공기 조종사 자격증명
응시 대상 및 조종연습
- 4.3 경량항공기 조종사 업무범위 및
종류 한정
- 4.4 자격증명 시험
- 4.5 신체검사증명
- 4.6 경량항공기 조종사 자격증명등 ·
항공신체검사증명의 취소
- 4.7 전문교육기관

제5장 경량항공기 운항

- 5.1 비행계획
- 5.2 조종사 준수사항
- 5.3 경량항공기의 비행제한
- 5.4 주류등 제한
- 5.5 항공교통관제 업무
- 5.6 비행규칙
- 5.7 공항시설
- 5.8 항공장애 표시등 및 주간표지
- 5.9 항공기의 등불
- 5.10 항공계기 등의 설치 · 탑재 및 운용 등

제6장 경량항공기 사업

- 6.1 정의
- 6.2 항공보험 등의 가입의무
- 6.3 경량항공기 등의 영리 목적 사용금지
- 6.4 경량항공기 사업

제7장 이착륙장

- 7.1 정의
- 7.2 이착륙장의 구분
- 7.3 경량항공기 이륙·착륙의 장소
- 7.4 이착륙장 설치

제8장 경량항공기 사고 및 보고

- 8.1 정의
- 8.2 사망·중상 등의 적용기준
- 8.3 사고발생 통보
- 8.4 항공안전 의무 및 자율보고

제9장 행정처분 등

- 9.1 자격취소
- 9.2 청문
- 9.3 벌칙
- 9.4 벌금
- 9.5 과태료

제1장

항공법규 일반

1.1 항공법 개요

1.1.1 항공법의 기원과 발전

하늘을 날고 싶어 하는 인류의 욕망은 동서고금을 막론하고 있었지만, 1783년 프랑스에서 몽골피에 형제가 만든 열기구(hot air balloon)를 타고 비행한 것이 그 꿈이 실현된 최초의 사례인 것으로 알려져 왔다. 19세기에는 비행선이나 활공기에 의한 인류의 비행활동이 있었으나 ‘공기보다 가벼운 항공기’로는 속도나 비행범위가 제한을 받을 수밖에 없었다.

그 후 1903년 라이트(Wright)형제가 발명한 동력추진항공기의 출현은 인류의 활동 무대가 본격적으로 하늘에까지 확대되고 육상이나 해상 운송수단과는 비교할 수 없는 이동속도로 인해 국제적인 규제의 필요성도 등장하게 되었다. 즉, 1907년에는 항공기에 의한 영불해협 횡단이 이루어졌는데, 그 횡단 비행자는 여권도 소지하지 않았고 입국허가도 받지 아니하는 등으로 인해 하늘의 법적 지위와 항공의 국제적 성격이 국제사회에서 커다란 관심사항이 되었다. 이러한 배경하에 1910년 파리에서 19개국 국가 대표들이 참석한 항공법회의가 개최되

었으며, 제1차 세계대전에서 항공기가 다방면에서 활용되었고 항공기 제작기술도 단기간 내에 급속하게 발전함에 따라 1919년 10월 항공질서의 다자간 기틀 형성을 위한 국제항공회의가 파리에서 개최되어 「항행의 규율에 관한 국제협약」(International Convention Relating to the Regulation of Aerial Navigation: 이하 「파리협약」이라 한다)이 채택되었다. 이 협약은 무엇보다도 제1조에서 자국 영공에 대한 완전하고 배타적인 주권을 인정함으로써 영공주권의 원칙을 정착시켰다는 점에서 가장 큰 의미를 찾을 수 있다.

1944년 시카고회의(Chicago Conference)에서 채택된 「국제민간항공협약」(Convention on International Civil Aviation: 이하 “국제민간항공협약”)이라 한다)에서도 파리협약 제1조의 규정을 그대로 답습하였다. 이러한 면에서 볼 때, 영공주권의 절대성은 당시에 이미 국제관습법으로 정착되어 있었음을 알 수 있다.

항공은 국제성을 띠 수밖에 없으며 이에 따라 국내항공법은 필수적으로 국제적인 성격을 탈피하기 어렵다. 물론, 국내항공법은 순수하게 국내 항공과 관련되어 있는 규정들도 적지 않지만 국제항공법의 내용을 국내적으로 시행하기 위한 규정들이 대단히 많다. 특히 오늘날

의 국제사회가 긴밀화됨에 따라 국내항공법의 상당한 부분이 내용상 유사성을 지니고 있다. 1944년 채택된 「국제민간항공협약」(Convention on International Civil Aviation: 시카고협약)에 191개국이 가입하고 있으며 국제민간항공기구(ICAO, International Civil Aviation Organization)가 여러 부속서(Annex)를 채택하고 많은 항공 관련 문서들을 작성하고 있는 바, 많은 국가들이 이를 국내 입법화하는 경향을 보이고 있다.

1.1.2 국제민간항공기구 및 협약

1.1.2.1 국제민간항공기구(ICAO)

국제민간항공기구는 시카고회의(1944년)의 결과로 「국제민간항공협약」(또는 “시카고협약”)이 채택되었으며, 이 협약에서 ICAO의 설립, 조직 및 임무에 관하여 규정하고 있다. 이에 따라 1947년 4월 4일 ICAO가 설립되었으며, ICAO는 주로 기술적인 표준(technical standards) 설정과 일반적인 감독(supervisory) 기능을 수행하며, 경제적 규정(Economic regulation)은 국가 간의 상호규정(bilateral regulation)에 의하도록 하였다.

1.1.2.2 국제민간항공협약의 구성

국제민간항공협약의 구성은 서문, 전문, 본문, 협약의 서명, 3개 언어(영어, 프랑스어, 스페인어)로 된 협약서문장에 관한 절차, 4개 언

어(영어, 프랑스어, 러시아, 스페인어)로 된 협약서문장에 관한 절차로 구성되어 있다.

1.1.2.3 국제민간항공협약 본문의 구성

- 제1부 항공(Air Navigation) : 체약국의 영공주권(제1장), 체약국 영공의 비행(제2장), 항공기국적(제3장), 항공을 용이하게 하기 위한 조치(제4장), 항공기가 구비하여야 할 요건(제5장), 국제표준 및 권고방식(제6장)
- 제2부 국제민간항공기구 : ICAO의 설립, 조직 및 임무
- 제3부 국제항공수송(International Air Transport) : 국제항공운송을 원활하게 하기 위하여 필요한 조치(정보 및 권고, 공항 기타 항행시설, 공동운영조직 및 공동계산업무)
- 제4부 최종규정(Final Provisions) : 비준, 가입, 개정 및 폐기 등

1.1.3 ICAO 부속서(Annex)

1.1.3.1 부속서의 법적 성격

부속서(Annex)는 주로 기술적인 사항에 관한 통일을 용이하게 하기 위한 것이며, 그 자체가 직접 법적 구속력이 있는 것은 아니다. 국제표준 및 권고되는 방식은 통일되는 것이 국제항공의 안전이나 정확성을 위하여 필요(국제표준)하거나 바람직한(권고되는 방식) 사항에 관

한 것이다.

- 국제표준 : 물질적 특성, 형상, 시설, 성능, 종사자, 절차 등을 규정하며, 계약국은 이를 준수하되, 준수할 수 없는 경우 이사회에 통보할 의무(제38조)가 있다. 통보된 경우 이사회는 이를 다른 모든 계약국에 통보하게 된다.
- 권고방식 : 국제표준과 달리 권고방식과 자국 방식의 차이를 ICAO에 통보할 의무가 없다. 다만, 중대한 차이에 대해서만 통보를 권장한다.

세계 각국정부도 ICAO의 권고나 미국 연방항공청(Federal Aviation Authority, FAA)이 설정한 기준을 받아들이고 있으며, 우리나라의 항공 관련법에 규정된 공항 및 항로, 항행시설, 안전에 관한 각종 규격, 규제, 제한이나 표지판, 장비에서 사용하는 용어에 이르기까지 모두 ICAO의 권고 및 FAA의 표준을 근간으로 하고 있다.

1.1.3.2 부속서(Annex)의 종류

- Annex 1 : Personnel Licensing(항공종사자의 자격증명)
- Annex 2 : Rule of the Air(항공규칙)
- Annex 3 : Meteorological Service for International Navigation(항공기상업무)
- Annex 4 : Aeronautical Charts(항공지도)
- Annex 5 : Units of Measurement to be

Used in Air and Ground Operations(항공사용 측정단위)

- Annex 6 : Operation of Aircraft(항공기 운항)
- Annex 7 : Aircraft Nationality and Registration Mark(항공기의 국적 및 등록기호)
- Annex 8 : Airworthiness of Aircraft(항공기의 감항성)
- Annex 9 : Facilitation(출입국간소화)
- Annex 10 : Aeronautical Telecommunication(항공통신)
- Annex 11 : 항공교통업무(Air Traffic Services)
- Annex 12 : Search and Risk(수색 및 구조)
- Annex 13 : Aircraft Accident Investigation(항공기사고조사)
- Annex 14 : Aerodromes(비행장)
- Annex 15 : Aeronautical Information Services(항공정보업무)
- Annex 16 : Environmental Protection(환경보호)
- Annex 17 : Security(보안)
- Annex 18 : Safe Transport of Dangerous Goods(위험물의 안전운송)
- Annex 19 : Safety Management(안전관리)

1.1.4 우리나라 항공법

항공이 어느 국가의 영역 내에서만 이루어지고 그 법률관계가 그 영역 내로 한정되는 경우(국내항공) 국내항공법이 적용되겠지만, 항공 그 자체가 본질적으로 국제성을 띠기 때문에 개별 국가들의 국내항공법의 국제화 추세가 진행되고 있다. 즉, 국제항공 관련 조약의 국내입법화 경향 및 「국제민간항공협약」부속서의 표준과 권고되는 방식(standards and recommended practices, SARPs) 등의 국내법 반영 등으로 인해 국가 간에 상당한 정도의 국내항공법 통일화 현상이 전개되고 있다. 다만, 국가별로 국제적인 항공규범이 국내법화되어 있는 형태나 내용면에서 차이가 일부 존재하고 있으며, 이러한 차이에 대하여 ICAO에 통보하고 있다.

형식적인 의미의 항공법은 「항공법」이라는 명칭이 붙은 법을 말하며 실질적인 의미의 항공법은 항공 관련 내용이 포함되어 있는 법령과 규정을 의미한다. 또한, 법령은 아니지만 항공 관련 법령을 이해하는 데는 그 밖에도 항공 관련 다양한 분야별 행정규칙에 대한 숙지가 필수적으로 요구된다.

실질적인 의미의 항공법은 대단히 많으며 「항공안전법」, 「공항시설법」, 「항공사업법」, 「항공보안법」, 「공항소음 방지 및 소음대책지역 지원에 관한 법률」, 「국제항공운수권 및 영공통과 이용권 배분 등에 관한 규칙」, 「항공기등록령」,

「항공기 등록규칙」을 비롯하여 항공 관련 사항만을 다룬 그 밖의 법령이 있으며, 항공 외의 다른 분야도 같이 포함하고 있는 「항공철도사고조사위원회법」, 「항공우주산업개발촉진법」을 비롯한 다른 법령의 항공 관련 규정은 모두 실질적 의미의 항공법이라고 할 수 있다.

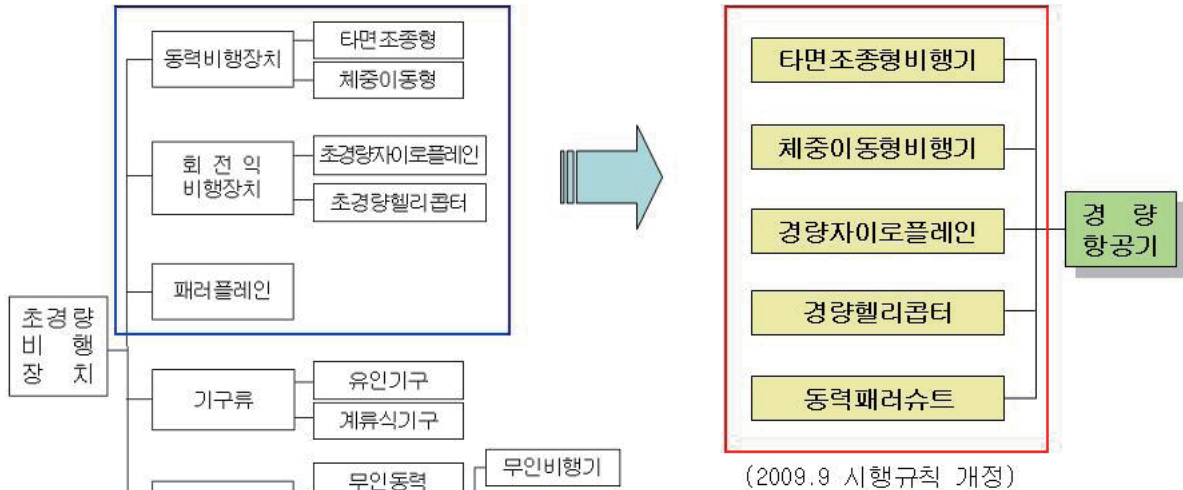
1.2 경량항공기 개요

1.2.1 경량항공기 관련 법률

우리나라 경량항공기는 2009년 6월 항공법에서 경량항공기 제도를 도입하기 전까지는 초경량비행장치라는 범주에 있었다. 2009년 9월 항공법 시행규칙에서 현재의 항공기 분류 시스템인 경량항공기의 종류 및 범위에 대하여 명시하였다. 또한, 항공법은 2017년 3월 30일부로 항공안전법, 공항시설법, 항공사업법으로 분리하여 경량항공기 관련 법규들을 명시하고 있다.

- 항공안전법은 “국제민간항공협약 및 같은 협약의 부속서에서 채택된 표준과 권고되는 방식에 따라 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치가 안전하게 항행하기 위한 방법을 정함으로써 생명과 재산을 보호하고, 항공기술 발전에 이바지함을 목적으로 한다.”라고 항공안전법 제1조(목적)에서 명시하고 있다.

Ⓜ 항공안전법 제1조(목적)



[그림 1-1] 2009년 경량항공기로 전환된 초경량비행장치 종류

○ 공항시설법은 “공항·비행장 및 항행안전 시설의 설치 및 운영 등에 관한 사항을 정 함으로써 항공산업의 발전과 공공복리의 증진에 이바지함을 목적으로 한다.”라고 공항시설법 제1조(목적)에서 명시하고 있 다.

④ 공항시설법 제1조(목적)

○ 항공사업법은 “항공정책의 수립 및 항공사 업에 관하여 필요한 사항을 정하여 대한민 국 항공사업의 체계적인 성장과 경쟁력 강 화 기반을 마련하는 한편, 항공사업의 질 서유지 및 건전한 발전을 도모하고 이용자 의 편의를 향상시켜 국민경제의 발전과 공 공복리의 증진에 이바지함을 목적으로 한

다.”라고 항공사업법 제1조(목적)에서 명 시하고 있다.

④ 항공사업법 제1조(목적)

○ 경량항공기의 사고와 관련되는 법률로 항 공·철도 사고조사에 관한 법률이 있으며, “이 법은 항공·철도사고조사위원회를 설 치하여 항공사고 및 철도사고 등에 대한 독립적이고 공정한 조사를 통하여 사고 원 인을 정확하게 규명함으로써 항공사고 및 철도사고 등의 예방과 안전 확보에 이바지 함을 목적으로 한다.”라고 제1조 (목적)에 서 명시하고 있다.

④ 항공·철도 사고조사에 관한 법률 제1조 (목적)

1.2.2 경량항공기 범위

우리나라 항공법규에서 정의하는 경량항공기란 “항공기 외에 공기의 반작용으로 뜰 수 있는 기기로서 최대이륙중량, 좌석 수 등 국토교통부령으로 정하는 기준에 해당하는 비행기, 헬리콥터, 자이로플레인(gyroplane) 및 동력패러슈트(powered parachute) 등을 말한다.”라고 항공안전법 제2조(정의)제2호에 명시하고 있으며, 국토교통부령으로 정하는 기준은 시행규칙 제4조(경량항공기의 기준)를 의미한다.

(※) 최대이륙중량(MTOW : Maximum Take-Off Weight) : 인가된 최대이륙중량(Maximum certificated take-off mass)으로 총중량(Maximum mass)을 의미한다.

④ ICAO Annex 6, 13, etc.

1.2.2.1 경량항공기의 기준

항공안전법 제2조제1호에 따른 항공기 및 제2조제3호에 따른 초경량비행장치에 해당하지 아니하는 것으로서 다음의 기준을 모두 충족하는 비행기, 헬리콥터, 자이로플레인 및 동력패러슈트를 말한다.

- 최대이륙중량이 600kg(수상비행에 사용하는 경우에는 650kg) 이하일 것
- 최대 실속속도 또는 최소 정상비행속도가 45노트 이하일 것
- 조종사 좌석을 포함한 탑승 좌석이 2개 이하일 것

- 단발(單發) 왕복발동기를 장착할 것
- 조종석은 여압(與壓)이 되지 아니할 것
- 비행 중에 프로펠러의 각도를 조정할 수 없을 것
- 고정된 착륙장치가 있을 것. 다만, 수상비행에 사용하는 경우에는 고정된 착륙장치 외에 접을 수 있는 착륙장치를 장착할 수 있다.

④ 항공안전법 시행규칙 제4조(경량항공기의 기준)

1.2.2.2 경량항공기 종류

경량항공기 조종사 자격증명의 한정에서 경량항공기는 타면조종형비행기, 체중이동형비행기, 경량헬리콥터, 자이로플레인, 동력패러슈트로 5종류이다. 즉 항공안전법 시행규칙 제4조(경량항공기의 기준)에서 비행기라고 하는 것은 타면조종형비행기와 체중이동형비행기를 의미한다.

④ 항공안전법 시행규칙 제290조(경량항공기 조종사 자격증명의 한정)

(※) 수상비행이 가능한 경량항공기 종류에는 타면조종형비행기, 체중이동형비행기, 자이로플레인이 있으며, 이들은 대부분 수륙양용으로 사용이 가능하도록 되어 있어 수상에서는 육상에서 사용하는 착륙장치를 접어서 사용할 수 있다.

1.2.2.3 경량항공기 종류의 정의 및 범주

경량항공기 비행안전을 위한 기술상의 기준에서 경량항공기 종류별 정의는 아래와 같다.

- 타면조종형비행기 : 엔진으로 구동되는 공기보다 무거운 고정익 경량항공기로서 날개에 대한 공기의 반작용에 의하여 비행 중 양력을 얻는 항공기로 크게 조종면, 동

체, 엔진, 착륙장치의 4가지로 구성된다.

- 체중이동형비행기 : 행글라이더에 엔진과 착륙장치를 부착한 항공기로 체중을 이동하여 항공기의 방향을 조종한다.
- 경량헬리콥터 : 일반 항공기의 헬리콥터와 구조적으로 같지만, 무게의 제한을 받는다. 엔진을 이용하여 동체위에 있는 주회

[표 1-1] 경량항공기 종류의 정의 및 범주

항공안전법 제2조제2호 경량항공기	항공안전법 시행규칙 제290조	경량항공기 비행안전을 위한 기술상의 기준 (TS-LSA) 1.5 용어의 정의	항공안전법 시행규칙 제4조(경량항공기의 기준)
비행기	타면조종형비행기	- 엔진으로 구동되는 공기보다 무거운 고정익 경량항공기로서 날개에 대한 공기의 반작용에 의하여 비행 중 양력을 얻는 항공기로 크게 조종면, 동체, 엔진, 착륙장치의 4가지로 구성된다.	- 최대이륙중량이 600kg (수상비행에 사용하는 경우에는 650kg) 이하일 것
	체중이동형비행기	- 행글라이더에 엔진과 착륙장치를 부착한 항공기로 체중을 이동하여 항공기의 방향을 조종한다.	- 최대 실속속도 또는 최소 정상비행속도가 45노트 이하일 것
헬리콥터	경량 헬리콥터	- 일반 항공기의 헬리콥터와 구조적으로 같지만 무게의 제한을 받는다. 엔진을 이용하여 동체위에 있는 주회전 날개를 회전시킴으로써 양력을 발생시키고, 주회전 날개의 회전면을 기울여 양력이 발생하는 방향을 변화시켜 앞으로 전진하는 회전익 경량항공기를 말한다.	- 조종사 좌석을 포함한 탑승 좌석이 2개 이하일 것 - 단발(單發) 왕복발동기를 장착할 것 - 조종석은 여압(與壓)이 되지 아니할 것 - 비행 중에 프로펠러의 각도를 조정할 수 없을 것 - 고정된 착륙장치가 있을 것. 다만, 수상비행에 사용하는 경우에는 고정된 착륙장치 외에 접을 수 있는 착륙장치를 장착할 수 있다.
자이로플레인 (gyroplane)	자이로플레인	- 시동 시는 엔진 구동으로, 비행 시에는 공기력의 작용으로 회전하는 회전익에서 양력을 얻고, 추진력은 프로펠러에서 얻는 회전익 경량항공기를 말한다.	
동력 패러슈트 (powered parachute)	동력 패러슈트	- 패러글라이더에 엔진과 조종석을 장착한 동체(Trike)를 연결하여 비행하는 항공기를 말한다.	

전 날개를 회전시킴으로써 양력을 발생시키고, 주회전날개의 회전면을 기울여 양력이 발생하는 방향을 변화시켜 앞으로 전진하는 회전의 경량항공기를 말한다.

- 자이로플레인 : 시동 시는 엔진 구동으로, 비행 시에는 공기력의 작용으로 회전하는 회전의익에서 양력을 얻고, 추진력은 프로펠러에서 얻는 회전의익 경량항공기를 말한다.
- 동력패러슈트 : 패러글라이더에 엔진과 조종석을 장착한 동체(Trike)를 연결하여 비행하는 항공기를 말한다.

⑱ *경량항공기 비행안전을 위한 기술상의 기준 1.5 용어의 정의*

제2장

경량항공기 등록

2.1 경량항공기 등록 관련 법규

- 경량항공기 등록과 관련하여, 항공안전법 제121조(경량항공기에 대한 준용규정)제1항에서 “경량항공기의 등록 등에 관하여는 제7조부터 제18조까지의 규정을 준용한다.” 라고 명시하고 있으며, 이에 따라 준용되는 항공안전법 제7조(항공기 등록), 제8조(항공기 국적의 취득), 제9조(항공기 소유권 등), 제10조(항공기 등록의 제한), 제11조(항공기 등록사항), 제12조(항공기 등록증명서의 발급), 제13조(항공기 변경 등록), 제14조(항공기 이전등록), 제15조(항공기 말소등록), 제16조(항공기 등록원부의 발급·열람), 제17조(항공기 등록기호표의 부착), 제18조(항공기 국적 등의 표시)를 따르게 되어 있다.
- 항공안전법 시행령 제4조(등록을 필요로 하지 아니하는 항공기의 범위)
- 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용)에서 경량항공기 등록과 관련하여서는 제12조(등록기호표의 부착), 제13조(국적 등의 표시), 제14조(등록부호의 표시위치 등), 제15조(등록부호의 높이), 제16조(등록부호의 폭·선 등), 제17조(등록부호 표시의 예외)를 준용하도록 하고 있다.
- 또한 국토교통부 고시인 항공기 및 경량항공기 등록기호 구성 및 지정요령(Standards for Designation of Aircraft Registration Mark)에서는 경량항공기 등록기호의 구성 및 지정에 필요한 세부사항을 규정하고 있다.

2.2 경량항공기 등록

경량항공기를 소유하거나 임차하여 경량항공기를 사용할 수 있는 권리가 있는 자(이하 "소유자등"이라 한다)는 경량항공기를 대통령령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관에게 등록을 하여야 한다.

⑩ **항공안전법 제7조(항공기(㉔)경량항공기 등록) 준용**

(주) 본 항공법규에서 “소유자등”이란 경량항공기를 소유하거나 임차하여 경량항공기를 사용할 수 있는 권리가 있는 자를 의미한다.

○ 경량항공기를 등록한 경우, 국토교통부장관은 경량항공기 등록원부(登錄原簿)에 다음의 사항을 기록하여야 한다.

- 경량항공기의 형식
- 경량항공기의 제작자
- 경량항공기의 제작번호
- 경량항공기의 정치장(定置場)
- 소유자 또는 임차인·임대인의 성명 또는 명칭과 주소 및 국적
- 등록 연월일
- 등록기호

④ **《항공안전법 제11조(항공기(ㄷ)경량항공기 등록사항) 준용**

○ 국토교통부장관은 경량항공기를 등록하였을 때에는 등록한 자에게 등록증명서를 발급하여야 한다.

④ **《항공안전법 제12조(항공기(ㄷ)경량항공기 등록증명서의 발급) 준용**

○ 누구든지 국토교통부장관에게 경량항공기 등록원부의 등본 또는 초본의 발급이나 열람을 청구할 수 있으며, 그에 따른 특별한 사유가 없으면 국토교통부장관은 해당 자료를 발급하거나 열람하도록 하여야 한다.

④ **《항공안전법 제16조(항공기(ㄷ)경량항공기 등록원부의 발급·열람) 준용**

2.3 경량항공기 등록 제외 및 제한

○ 경량항공기 등록 제외 대상 :

- 군 또는 세관에서 사용하거나 경찰업무에 사용하는 경량항공기
- 외국에 임대할 목적으로 도입한 경량항공기로서 외국 국적을 취득할 경량항공기
- 국내에서 제작한 경량항공기로서 제작자 외의 소유자가 결정되지 아니한 경량항공기

○ 경량항공기 등록 제한 대상 : 다음 어느 하나에 해당하는 자가 소유하거나 임차한 경량항공기는 등록할 수 없다.

- 대한민국 국민이 아닌 사람
- 외국정부 또는 외국의 공공단체
- 외국의 법인 또는 단체
- 상기의 어느 하나에 해당하는 자가 주식이나 지분의 2분의 1 이상을 소유하거나 그 사업을 사실상 지배하는 법인
- 외국인이 법인 등기사항증명서상의 대표자이거나 외국인이 법인 등기사항증명서상의 임원 수의 2분의 1 이상을 차지하는 법인
- 대한민국의 국민 또는 법인이 임차하여 사용할 수 있는 권리가 있는 경량항공기가 외국 국적을 가진 경우에는 등록할 수 없다.

⑩ **㉞**항공안전법 제4조(등록을 필요로 하지 아니하는 항공기(㉞)경량항공기의 범위), 제10조(항공기(㉞)경량항공기 등록의 제한) 준용

2.4 경량항공기 소유권

2.4.1 경량항공기 소유권 및 국적

- 경량항공기에 대한 소유권의 취득·상실·변경은 등록하여야 그 효력이 생긴다.
- 경량항공기에 대한 임차권(賃借權)은 등록하여야 제3자에 대하여 그 효력이 생긴다.
- 등록된 경량항공기는 대한민국의 국적을 취득하고, 이에 따른 권리와 의무를 갖는다.

⑩ **㉞**항공안전법 제8조(항공기(㉞)경량항공기 국적의 취득) 및 제9조(항공기(㉞)경량항공기 소유권 등) 준용

2.4.2 경량항공기의 소유권 취득·상실·변경 관련

- 변경등록 : 경량항공기의 정치장(定置場) 또는 소유자 또는 임차인·임대인의 성명 또는 명칭과 주소 및 국적이 변경되었을 때에는 그 변경된 날부터 15일 이내에 국토교통부장관에게 변경등록을 신청하여야 한다.
- 이전등록 : 경량항공기의 소유권 또는 임차권을 양도·양수하려는 자는 그 사유가

있는 날부터 15일 이내에 국토교통부장관에게 이전등록을 신청하여야 한다.

- 말소등록 : 경량항공기의 소유자등은 등록된 경량항공기가 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그 사유가 있는 날부터 15일 이내에 국토교통부장관에게 말소등록을 신청하여야 한다.

- 경량항공기가 멸실(滅失)되었거나 경량항공기를 해체(정비등, 수송 또는 보관하기 위한 해체는 제외한다)한 경우

- 경량항공기의 존재 여부를 1개월(경량항공기 사고인 경우에는 2개월) 이상 확인할 수 없는 경우

- 경량항공기 등록 제한에 해당하는 자에게 경량항공기를 양도하거나 임대(외국 국적을 취득하는 경우만 해당한다)한 경우

- 임차기간의 만료 등으로 경량항공기를 사용할 수 있는 권리가 상실된 경우

- 말소등록 최고 : 국토교통부장관의 말소등록 최고(催告)

- 경량항공기 소유자등이 말소등록을 하여야 하는 경우에 말소등록을 신청하지 아니하면 국토교통부장관은 7일 이상의 기간을 정하여 말소등록을 신청할 것을 최고(催告)하여야 한다.

- 국토교통부장관이 경량항공기 말소등록을 신청할 것을 최고(催告)한 후에도 소유자등이 말소등록을 신청하지 아니하면

국토교통부장관은 직권으로 등록을 말소하고, 그 사실을 소유자등 및 그 밖의 이해관계인에게 알려야 한다.

㉔ **《항공안전법 제13조(항공기(㉔)경량항공기 변경등록), 제14조(항공기(㉔)경량항공기 이전등록), 제15조(항공기(㉔)경량항공기 말소 등록) 준용**

2.5 등록부호

2.5.1 등록기호표

- 경량항공기 소유자등이 경량항공기를 국토교통부장관에게 등록한 경우에는 강철 등 내화금속(耐火金屬)으로 된 등록기호표(가로 7cm 세로 5cm의 직사각형)를 다음의 구분에 따라 보기 쉬운 곳에 붙여야 하며, 등록기호표에는 국적기호 및 등록기호(이하 "등록부호"라 한다)와 소유자등의 명칭을 적어야 한다.
 - 경량항공기에 출입구가 있는 경우 : 경량항공기 주(主)출입구 윗부분의 안쪽
 - 경량항공기에 출입구가 없는 경우 : 경량항공기 동체의 외부 표면
- 누구든지 경량항공기에 부착된 등록기호표를 훼손해서는 아니 된다.

㉔ **《항공안전법 제17조(항공기(㉔)경량항공기 등록기호표의 부착) 및 항공안전법 시행규**

칙 제12조(등록기호표의 부착) 준용

2.5.2 등록부호의 표시

- 누구든지 국적, 등록기호 및 소유자등의 성명 또는 명칭을 표시하지 아니한 경량항공기를 운항해서는 아니 된다.
- 등록부호의 표시는 국적기호, 등록기호 순으로 표시하고, 장식체를 사용해서는 아니 되며, 국적기호는 로마자의 대문자 "HL"로 표시하여야 한다.
- 등록기호의 첫 글자가 문자인 경우 국적기호와 등록기호 사이에 붙임표(-)를 삽입하여야 한다.
- 경량항공기에 표시하는 등록부호는 지워지지 아니하고 배경과 선명하게 대조되는 색으로 표시하여야 한다.
- 경량항공기 등록기호는 C001~C799를 사용한다.
- 경량항공기 등록부호 표시장소는 "항공기 및 경량항공기 등록기호 구성 및 지정요령"의 별표 2와 같다.

[표 2-1] 경량항공기 등록부호 표시장소

구분	표시장소
비행기 - 타면조종형 - 체중이동형	<ul style="list-style-type: none"> - 주 날개와 꼬리 날개 또는 주 날개와 동체에 다음 각 호의 구분에 따라 표시한다. 1. 주 날개에 표시하는 경우 : 오른쪽 날개 윗면과 왼쪽 날개 아랫면에 주 날개의 앞 끝과 뒤 끝에서 같은 거리에 위치하도록 하고, 등록부호의 윗부분이 주 날개의 앞 끝을 향하게 표시한다. 다만, 등록부호는 조종면에 걸쳐서는 아니된다. 2. 꼬리 날개에 표시하는 경우: 수직 꼬리 날개의 양쪽 면에, 꼬리 날개의 앞 끝과 뒤 끝에서 5cm 이상 떨어지도록 수평 또는 수직으로 표시한다. 다만, 꼬리날개가 없는 체중이동형 비행기의 경우는 제외한다. 3. 동체에 표시하는 경우 : 주 날개와 꼬리날개 사이에 있는 동체 양쪽 면의 수평안정판 바로 앞에 수평 또는 수직으로 표시한다. 다만, 꼬리날개가 없는 체중이동형 비행기의 경우 착륙장치 옆면에 표시한다.
회전익 - 경량헬리콥터 - 사이로플레인	<ul style="list-style-type: none"> - 동체 아랫면과 동체 옆면에 다음 각 호의 구분에 따라 표시한다. 1. 동체 아랫면에 표시하는 경우 : 동체의 최대횡단면 부근에 등록부호의 윗부분이 동체좌측을 향하게 표시한다. 2. 동체 옆면에 표시하는 경우 : 주 회전익 축과 보조 회전익 축 사이의 동체 또는 동력장치가 있는 부근의 양 측면에 수평 또는 수직으로 표시한다.
동력패러슈트	- 캐노피의 오른쪽과 왼쪽 끝의 중앙부

④ **㉞** 항공안전법 제18조(항공기(代)경량항공기 국적 등의 표시) 준용, 항공기 및 경량항공기 등록기호 구성 및 지정요령 별표 1, 별표 2

- 경량항공기 등록부호의 각 문자 및 숫자의 크기는 “항공기 및 경량항공기 등록기호 구성 및 지정요령”의 별표 3과 같다.

[표 2-2] 경량항공기 등록부호의 각 문자 및 숫자의 크기

구분	규격	비고
가로세로비	2 : 3의 비율	아라비아숫자 1은 제외
세로길이	주날개에 표시하는 경우	50cm 이상
	동체 또는 수직꼬리날개에 표시하는 경우	30cm 이상
선의 굵기	세로길이의 1/6	-
간격	가로길이의 1/4 이상 1/2 이하	-

④ **㉞** 항공안전법 제18조(항공기(代)경량항공기 국적 등의 표시) 준용, 항공기 및 경량항공기 등록기호 구성 및 지정요령 별표 3

제3장

경량항공기 안전성인증

3.1 안전성인증

경량항공기를 소유하거나 사용할 수 있는 권리가 있는 자(이하 "경량항공기소유자등"이라 한다)는 국토교통부령으로 정하는 기관 또는 단체의 장(항공안전기술원)으로부터 그가 정한 안전성인증의 유효기간 및 절차·방법 등에 따라 그 경량항공기가 국토교통부장관이 정하여 고시하는 비행안전을 위한 기술상의 기준(이하 "경량항공기 기술기준"이라 한다)에 적합하다는 안전성인증을 받고 비행하여야 한다.

④ 항공안전법 제108조(경량항공기 안전성인증 등), 시행규칙 제284조(경량항공기의 안전성인증 등)

3.2 안전성인증 등급 및 운용범위

○ 항공안전기술원장은 안전성인증을 할 때에 등급을 부여하고, 그 등급에 따른 운용범위를 지정하여야 하며, 경량항공기소유자등 또는 경량항공기를 사용하여 비행하려는 사람은 부여된 안전성인증 등급에 따른 운용범위를 준수하여 비행하여야 한다.

○ 안전성인증 등급은 다음과 같이 4종류로 구분한다.

- 제1종 : 경량항공기 기술기준에 적합하게 완제(完製)형태로 제작된 경량항공기
- 제2종 : 경량항공기 기술기준에 적합하게 조립(組立)형태로 제작된 경량항공기
- 제3종 : 경량항공기가 완제형태로 제작되었으나 경량항공기 제작자로부터 경량항공기 기술기준에 적합함을 입증하는 서류를 발급받지 못한 경량항공기
- 제4종 : 다음의 어느 하나에 해당하는 경량항공기

- 경량항공기 제작자가 제공한 수리·개조지침을 따르지 아니하고 수리 또는 개조하여 원형이 변경된 경량항공기로서 제한된 범위에서 비행이 가능한 경량항공기
- 상기 제1~3종에 해당하지 아니하는 경량항공기로서 제한된 범위에서 비행이 가능한 경량항공기

④ 항공안전법 제108조(경량항공기 안전성인증 등), 시행규칙 제284조(경량항공기의 안전성인증 등)

○ 경량항공기 안전성인증 등급에 따른 운용범위는 아래와 같다.

- 제1종 : 제한 없음
- 제2종 : 항공기대여업 또는 항공레저스포츠사업에의 사용 제한
- 제3종 : 다음에 대하여 사용 제한
 - 항공기대여업 또는 항공레저스포츠사업에의 사용
 - 조종사를 포함하여 2명이 탑승한 경우에는 이륙 장소의 중심으로부터 반경 10km 범위를 초과하는 비행에 사용
- 제4종 : 다음에 대하여 사용 제한
 - 항공기대여업 또는 항공레저스포츠사업에의 사용
 - 이륙 장소의 중심으로부터 반경 10km 범위를 초과하는 비행에 사용
 - 1명의 조종사 외의 사람이 탑승하는 비행에 사용
 - 인구 밀집지역 상공에서의 비행에 사용

Ⓜ 항공안전법 시행규칙 별표 40 (경량항공기 안전성인증 등급에 따른 운용범위)

3.3 안전성인증 제외 해당 시험비행

3.3.1 안전성인증 제외 시험비행

- 안전성인증을 받지 아니 하고 시험비행 등을 할 수 있는 국토교통부령으로 정하는 경우란 다음의 어느 하나에 해당하는 경우

를 말한다.

- 연구·개발 중에 있는 경량항공기의 안전성 여부를 평가하기 위하여 시험비행을 하는 경우
- 안전성인증을 받은 경량항공기의 성능향상을 위하여 운용한계를 초과하여 시험비행을 하는 경우
- 그 밖에 국토교통부장관이 필요하다고 인정하는 경우

Ⓜ 항공안전법 제108조(경량항공기 안전성인증 등), 시행규칙 제284조(경량항공기의 안전성인증 등)

3.3.2 시험비행허가 신청

- 시험비행 등을 위하여 국토교통부장관의 허가를 받으려는 자는 경량항공기 시험비행허가 신청서(시행규칙 별지 제110호서식)에 해당 경량항공기가 경량항공기 기술기준에 적합함을 입증할 수 있는 다음의 서류를 첨부하여 국토교통부장관에게 제출하여야 하며, 국토교통부장관은 접수된 서류의 적합성 여부를 확인한 후 신청인에게 시험비행을 허가 한다.

- 해당 경량항공기에 대한 소개서
- 경량항공기의 설계가 경량항공기 기술기준에 충족함을 입증하는 서류
- 설계도면과 일치되게 제작되었음을 입증하는 서류

- 완성 후 상태, 지상 기능점검 및 성능시험 결과를 확인할 수 있는 서류
 - 경량항공기 조종절차 및 안전성 유지를 위한 정비방법을 명시한 서류
 - 경량항공기 사진(전체 및 측면사진을 말하며, 전자파일로 된 것을 포함한다) 각 1매
 - 시험비행계획서
- ④ 항공안전법 제108조(경량항공기 안전성인증 등), 시행규칙 제284조(경량항공기의 안전성인증 등)

3.4 항공정비사 확인

- 국토교통부령으로 정하는 경미한 정비를 제외하고, 경량항공기 또는 그 장비품·부품을 정비한 경우에는 항공정비사 자격증명을 가진 사람으로부터 국토교통부령으로 정하는 방법에 따라 안전하게 운용할 수 있다는 확인을 받고 비행을 하여야 한다.
- 항공정비사 자격증명을 가진 사람으로부터 다음의 어느 하나에 충족되게 수행되었음을 확인받은 후 해당 정비 기록문서에 서명을 받아야 한다.
 - 해당 경량항공기 제작자가 제공하는 최신의 정비교범 및 기술문서
 - 해당 경량항공기 제작자가 정비교범 및

- 기술문서를 제공하지 아니하여 경량항공기 소유자등이 안전성인증 검사를 받을 때 제출한 검사프로그램
 - 그 밖에 국토교통부장관이 정하여 고시하는 기준에 부합하는 기술자료
- ④ 항공안전법 제108조(경량항공기 안전성인증 등), 시행규칙 제285조(경량항공기의 정비 확인)

3.5 조종사 수행 가능 경미한 정비

- 경량항공기 조종사가 수행할 수 있는 경미한 정비의 범위는 다음과 같으며, 복잡한 조립 조작이 포함되어 있지 않아야 한다.
 - 착륙장치(Landing Gear)의 타이어를 떼어내는 작업(이하 “장탈”이라 한다), 원래의 위치에 붙이는 작업(이하 “장착”이라 한다)
 - 착륙장치의 탄성충격흡수장치(Elastic Shock Absorber)의 고정용 코드(Cord)의 교환
 - 착륙장치의 유압완충지주(Shock Strut)에 윤활유 또는 공기의 보충
 - 착륙장치 바퀴(Wheel) 베어링에 대한 세척 및 윤활유 주입 등의 서비스
 - 손상된 폴림방지 안전선(Safety Wire) 또는 고정 핀(Cotter Key)의 교환
 - 덮개(Cover plates), 카울링(Cowling) 및

페어링(Fairing)과 같은 비구조부 품목의 장탈(분해하는 경우는 제외한다) 및 운할

- 리브 연결(Rib Stitching), 구조부 부품 또는 조종면의 장탈을 필요로 하지 않는 단순한 직물의 기움
- 유압유 저장탱크에 유압액을 보충하는 것
- 1차 구조부재 또는 작동 시스템의 장탈 또는 분해가 필요하지 않은 동체(Fuselage), 날개, 꼬리부분의 표면[균형 조종면(Balanced control surfaces)은 제외한다], 페어링, 카울링, 착륙장치, 조종실 내부의 장식에 위한 덧칠(Coating)
- 장비품(Components)의 보존 또는 보호를 위한 재료의 사용. 다만, 관련된 1차 구조부재 또는 작동 시스템의 분해가 요구되지 않아야 하고, 덧칠이 금지되거나 좋지 않은 영향이 없어야 한다.
- 객실 또는 조종실의 실내 장식품 또는 장식용 비품의 수리. 다만, 수리를 위해 1차 구조부재나 작동 시스템의 분해가 요구되지 않아야 하고, 작동 시스템에 간섭을 주거나 1차 구조부재에 영향을 주지 않아야 한다.
- 페어링, 구조물이 아닌 덮개, 카울링, 소형 패치에 대한 작고 간단한 수리작업 및 공기흐름에 영향을 줄 수 있는 외형상의

변화가 없는 보강작업

- 작업이 조종계통 또는 전기계통 장비품 등과 같은 작동 시스템의 구조에 간섭을 일으키지 않는 측면 창문(Side Windows)의 교환
- 안전벨트의 교환
- 1차 구조부와 작동 시스템의 분해가 필요하지 않는 좌석 또는 좌석부품의 교환
- 고장 난 착륙등(Landing Light)의 배선 회로에 대한 고장탐구 및 수리
- 위치등(Position Light)과 착륙등(Landing Light)의 전구, 반사면, 렌즈의 교환
- 중량과 평형(Weight and Balance) 계산이 필요 없는 바퀴와 스키의 교환
- 프로펠러나 비행조종계통의 장탈이 필요 없는 카울링의 교환
- 점화플러그의 교환, 세척 또는 간극(Gap)의 조정
- 호스 연결부위의 교환
- 미리 제작된 연료 배관의 교환
- 연료와 오일 여과기 세척
- 배터리의 교환 및 충전 서비스
- 작동에 부수적인 역할을 하며 구조부재가 아닌 패스너(Fastener)의 교환 및 조 절

® 항공안전법 시행규칙 제285조(경량항공기의 정비 확인), 별표 41 (경량항공기에 대한 경미한 정비의 범위)

3.6 경량항공기의 의무무선설비 (안전성인증 등급 제1~3종)

- 안전성인증 등급 제1~3종에 해당되는 경량항공기를 항공에 사용하려는 사람 또는 소유자들은 해당 경량항공기에 무선교신용 장비, 항공기 식별용 트랜스폰더 등 국토교통부령으로 정하는 무선설비를 설치·운용하여야 한다.
- 안전성인증 등급 제1~3종에 해당되는 경량항공기에 설치·운용하여야 하는 무선설비는 다음과 같다.
 - 비행 중 항공교통관제기관과 교신할 수 있는 초단파(VHF) 또는 극초단파(UHF) 무선전화 송수신기 1대
 - 기압고도에 관한 정보를 제공하는 2차 감시 항공교통관제 레이더용 트랜스폰더 (Mode 3/A 및 Mode C SSR transponder) 1대
- 안전성인증 등급 제1~3종에 해당되는 경량항공기에 설치하는 무선전화 송수신기는 아래와 같은 성능을 가져야 한다.
 - 운항 중 항공기국과 항공국 간 또는 항공국과 항공기국 간 양방향통신이 가능할 것
 - 항공비상주파수(121.5MHz 또는 243.0MHz)를 사용하여 항공교통관제기관과 통신이 가능할 것

④ 항공안전법 제119조(경량항공기 무선설비 등의 설치·운용 의무), 시행규칙 제297조(경량항공기의 의무무선설비), 제107조(무선설비)

3.7 경량항공기 기술기준

3.7.1 목적(Objectives)

경량항공기 비행안전을 위한 기술상의 기준은 「항공안전법」제108조(경량항공기 안전성인증 등)에 따라 경량항공기의 비행안전을 위한 기술상의 기준을 정하여 경량항공기의 안전한 운항을 확보함을 목적으로 한다.

3.7.2 범위 (Scope)

「경량항공기 비행안전을 위한 기술상의 기준」(이하 “기술기준”이라 한다)은 경량항공기를 사용하여 비행하고자 하는 사람이 안전성 인증을 받기 위해 충족시켜야 하는 해당 경량항공기의 설계 및 성능, 요구장비, 품질보증, 제품 수락시험, 조종사운용안내서(POH), 정비·정비매뉴얼 및 기록유지, 지속감항성, 키트조립 지침, 엔진, 프로펠러 등 경량항공기의 설계·제작 및 감항성 유지를 위한 기준과 안전성 인증에 관한 기준을 정한다.

3.7.3 적용(Applicability) :

- 이 기술기준은 경량항공기를 사용하여 비행하고자 하는 사람과 그 사람이 운용하는 경량항공기를 설계·제작·정비·수리 및 개조 등의 업무를 수행하는 사람에게 적용된다.
- 이 기술기준에서 정하지 않은 재료·부품 등의 기준은 한국산업규격(KS), 기타 각 국가에서 공인한 산업규격기준을 준용한다.
- 당해 경량항공기가 새로운 기술을 적용하거나 새로운 방법으로 설계하여 이 기술기준을 적용하기 어려운 경우, 항공안전기술원 원장은 이 기술기준에서 정한 안전성 등을 확보할 수 있는 범위 내에서 이 기술기준의 일부를 생략하거나 변경하여 적용할 수 있다. 이 경우에 항공안전기술원 원장은 사전에 국토교통부장관에게 그 내용을 통보하여야 하며, 새로이 적용되는 기준은 이 기술기준에서 정한 기준보다 안전성이 더 높일 수 있거나 동일하여야 한다.

후 최초로 안전성인증을 받기 위하여 행하는 검사(외국에서 도입 후 최초 검사 시에도 적용한다.)를 말한다.

- “정기검사”라 함은 초도검사 이후 안전성인증서의 유효기간이 도래되어 새로운 안전성인증서를 교부받기 위하여 실시하는 검사를 말한다.
- “수시검사”라 함은 경량항공기의 비행안전에 영향을 미치는 엔진·부품의 교체 또는 대수리·대개조 후 경량항공기 기술상의 기준에 적합한지를 확인하기 위하여 행하는 검사를 말한다.
- “재검사”라 함은 초도/정기검사 또는 수시 검사에서 불합격 처분된 항목에 대하여 보완 또는 수정 후 다시 검사하는 것을 말한다.

⑩ 경량항공기 비행안전을 위한 기술상의 기준(TS-LSA : *Technical Standards for Flight Safety of Light Sport Aircraft*) 국토교통부 고시

3.7.4 경량항공기 안전성인증검사의 종류

경량항공기 안전성인증검사의 종류는 초도검사, 정기검사, 수시검사, 재검사가 있으며 그에 따른 정의는 아래와 같다.

- “초도검사”라 함은 경량항공기 설계·제작

4.1 경량항공기 조종사 자격증명 관련 법규

- 경량항공기 조종사 자격증명 관련하여, 항공안전법 제109조(경량항공기 조종사 자격증명), 제110조(경량항공기 조종사 업무범위), 제111조(경량항공기 조종사 자격증명의 한정), 제112조(경량항공기 조종사 자격증명 시험의 실시 및 면제), 제113조(경량항공기 조종사의 항공신체검사증명), 제112조(경량항공기 조종사 자격증명 시험의 실시 및 면제), 제113조(경량항공기 조종사의 항공신체검사증명), 제114조(경량항공기 조종사 자격증명등·항공신체검사증명의 취소 등), 제115조(경량항공기 조종교육증명), 제116조(경량항공기 조종연습)에서 명시하고 있으며, 준용 항공안전법으로는 제40조(항공신체검사증명)가 있고,
- 항공안전법 시행규칙 제286조(경량항공기 조종사 응시자격), 제288조(경량항공기의 조종사의 자격증명 업무범위 외의 비행 시 허가대상), 제289조(경량항공기 시험비행 등의 허가), 제290조(경량항공기 조종사 자격증명의 한정), 제287조(경량항공기 조종사 자격증명 응시원서의 제출 등), 제291조(경량항공기 조종사의 항공신체검사증명의 기준 등), 제292조(경량항공기 조종사 자격증명·항공신체검사증명의 취소 등), 제293조(경량항공기 조종교육증명 절차 등), 제294조(경량항공기 조종연습의 허가 신청)에 명시하고 있으며,
- 준용 시행규칙으로는 제75조(응시자격), 제76조(응시원서의 제출), 제77조(비행경력 증명), 제81조(자격증명의 한정), 제82조(시험과목 및 시험방법), 제83조(시험 및 심사 결과의 통보 등), 제84조(시험 및 심사의 실시에 관한 세부 사항), 제85조(과목합격의 유효), 제86조(자격증명을 받은 사람의 학과시험 면제), 제87조(항공종사자 자격증명서의 발급 및 재발급 등), 제88조(자격증명시험의 면제), 제89조(한정심사의 면제), 제92조(항공신체검사증명의 기준 및 유효기간 등), 제93조(항공신체검사증명 신청 등), 제94조(항공신체검사증명의 유효기간 연장), 제95조(항공신체검사증명에 대한 재심사), 제96조(이의신청 등)가 있다.

4.2 자격증명 응시 대상 및 조종연습

4.2.1 경량항공기 조종사 자격 응시

- 항공안전법 제109조(경량항공기 조종사 자격증명)에서 “경량항공기를 사용하여 비행하려는 사람은 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관의 자격증명(이하 “경량항공기 조종사 자격증명”이라 한다)을 받아야 한다.”라고 명시하고 있으며, 경량항공기 조종사 자격증명을 받을 수 없는 사람은
 - 17세 미만인 사람, 또는
 - 경량항공기 조종사 자격증명 취소처분을 받고 그 취소일부터 2년이 지나지 아니한 사람
 - 경량항공기 조종사 항공신체검사 기준을 충족하지 못한 사람으로 한정하고 있다.
 - ① 항공안전법 제109조(경량항공기 조종사 자격증명) 및 시행규칙 제291조(경량항공기 조종사의 항공신체검사증명의 기준 등)
- 경량항공기 조종사 자격증명에 응시할 수 있는 사람은 다음의 어느 하나에 해당되어야 한다.
 - 국토교통부장관이 지정한 전문교육기관의 교육과정을 이수한 사람
 - 경량항공기에 대하여 아래의 경력을 포함한 20시간 이상의 경량항공기 비행경

력이 있는 사람

- 5시간 이상의 단독 비행경력
- 타면조종형비행기, 경량헬리콥터 및 자이로플레인에 대해서는 5시간 이상의 야외비행경력. 이 경우 120km 이상의 구간에서 1개 이상의 다른 지점에 이륙·착륙한 비행경력이 있어야 한다.
- 자가용 조종사, 사업용 조종사, 운송용 조종사 또는 부조종사가 아래의 구분에 따른 경량항공기에 대하여 2시간 이상의 단독 비행경력을 포함한 5시간 이상의 비행경력이 있는 사람
 - 자가용 조종사, 사업용 조종사, 운송용 조종사 또는 부조종사가 비행기에 대하여 자격증명이 한정된 경우 : 경량항공기 타면조종형비행기
 - 자가용 조종사, 사업용 조종사, 운송용 조종사 또는 부조종사가 헬리콥터에 대하여 자격증명이 한정된 경우 : 경량항공기 경량헬리콥터 및 자이로플레인
- ① 항공안전법 시행규칙 제286조(경량항공기 조종사 응시자격) 및 별표4(항공종사자·경량항공기조종사 자격증명 응시경력), ②시행규칙 제75조(응시자격) 준용

4.2.2 경량항공기 조종교육증명(조종교관) 응시자격

- 항공기에 대한 조종교육증명을 받은 사람

으로서 아래의 구분에 따른 경량항공기의 비행경력이 5시간 이상인 사람

- 사업용 또는 운송용 조종사가 비행기에 대하여 자격증명이 한정된 경우 : 타면조종형비행기
- 사업용 또는 운송용 조종사가 헬리콥터에 대하여 자격증명이 한정된 경우 : 경량헬리콥터 및 자이로플레인
- 경량항공기 조종사 자격증명을 받은 사람으로서 아래의 어느 하나에 해당하는 사람
 - 항공안전법 시행규칙 제89조(한정심사의 면제)제1항에 따라 외국정부로부터 경량항공기 종류에 대한 조종교육증명을 받은 사람
 - 항공안전법 시행규칙 제89조(한정심사의 면제)제2항에 따른 전문교육기관 또는 외국정부가 인정한 교육기관(항공기제작사의 교육기관을 포함한다)에서 경량항공기 종류에 대한 조종교육과정의 전문교육훈련을 이수한 사람
 - 경량항공기의 종류별 비행경력이 200시간 이상이고 다음의 교육 및 훈련을 이수한 사람
 - 조종교육에 관하여 국토교통부장관이 인정하는 소정의 지상교육
 - 경량항공기 조종교육증명을 받은 사람으로부터 15시간 이상의 비행훈련

⑮ 항공안전법 시행규칙 제286조(경량항공기 조종사 응시자격) 및 별표4(항공

종사자·경량항공기조종사 자격증명 응시경력)

4.2.3 조종연습

- 경량항공기 조종사 자격증명을 받지 아니한 사람이 경량항공기에 탑승하여 조종연습을 하려면, 국토교통부장관의 허가(경량항공기 조종연습 허가신청서에 항공신체검사증명서 또는 자동차운전면허증 사본을 첨부하여 지방항공청장에게 신청하여 조종연습허가서를 발급 받음)를 받고 경량항공기 조종교육증명을 받은 사람의 감독 하에 조종연습을 하여야 한다.
- 경량항공기 조종사 자격증명을 받은 사람이 해당 종류 외의 경량항공기에 탑승하여 조종연습을 하려는 사람은 경량항공기 조종교육증명을 받은 사람의 감독 하에 조종연습을 하여야 한다.
- 경량항공기 조종연습을 할 때에는 경량항공기 조종연습허가서와 항공신체검사증명서를 지녀야 한다.

⑯ 항공안전법 제116조(경량항공기 조종연습), 시행규칙 제294조(경량항공기 조종연습의 허가 신청)

4.3 경량항공기 조종사 업무범위 및 종류 한정

- 경량항공기 조종사 자격증명을 받은 사람은 “해당 종류의 경량항공기”에 탑승하여 경량항공기를 조종하는 업무 외의 업무를 해서는 아니 된다. 해당 종류의 경량항공기란 아래의 5가지 종류를 말한다.
 - 타면조종형비행기
 - 체중이동형비행기
 - 경량헬리콥터
 - 자이로플레인
 - 동력패러슈트
- 새로운 종류의 경량항공기의 경우 : 새로운 종류의 경량항공기에 탑승하여 시험비행 등에 대하여 국토교통부장관의 허가를 받은 경우에는 경량항공기 종류 한정에 관계없이 경량항공기 조종업무를 수행할 수 있다. 시험비행 등에 대하여 국토교통부장관의 허가가 필요한 경우에는 아래와 같다.
 - 새로운 종류의 경량항공기에 탑승하여 시험비행을 하는 경우
 - 국내에 최초로 도입되는 경량항공기에서 교관으로서 훈련을 실시하는 경우
 - 그 밖에 국토교통부장관이 필요하다고 인정하는 경우
- 시험비행 등의 허가 : 경량항공기의 시험

비행 등을 하려는 사람은 “시험비행 등의 허가신청서”(항공안전법 시행규칙 별지 제 25호서식)을 작성하여 해당 지방항공청장에게 제출하여야 한다.

⑩ 항공안전법 제110조(경량항공기 조종사 업무범위), 제111조(경량항공기 조종사 자격증명의 한정), 시행규칙 제290조(경량항공기 조종사 자격증명의 한정), 제288조(경량항공기의 조종사의 자격증명 업무범위 외의 비행 시 허가대상), 제289조(경량항공기 시험비행 등의 허가)

4.4 자격증명 시험

4.4.1 자격증명 시험의 실시 및 면제

- 경량항공기 조종사 자격증명을 받으려는 사람은 경량항공기 조종업무에 필요한 지식 및 능력에 관하여 학과시험 및 실기시험에 합격하여야 한다.
- 경량항공기 조종사 자격증명 및 조종교육증명에 대하여 경량항공기의 종류별로 한정하는 경우에는 실기시험을 실시하여 심사할 수 있다.
- 시험면제 : 경량항공기 조종사 자격증명 및 조종교육증명에 대하여 아래에 해당하는 경우 시험 및 심사의 전부 또는 일부를 면제할 수 있다.

- 운송용 조종사, 사업용 조종사, 자가용 조종사, 부조종사 자격증명 또는 외국정부로부터 경량항공기 조종사 자격증명을 받은 사람
- 국토교통부장관으로부터 경량항공기 전문교육기관으로 지정된 자로부터 교육과정을 이수한 사람
- 해당 분야에 관한 실무경험이 있는 사람
- 자격증명서 발급 : 국토교통부장관(위탁 한국교통안전공단이사장)은 경량항공기 조종사 자격증명 학과시험 및 실기시험에 합격한 사람에 대해서는 경량항공기 조종사 자격증명서를 발급하여야 한다.

⑮ *항공안전법 제112조(경량항공기 조종사 자격증명 시험의 실시 및 면제)*

4.4.2 자격증명 응시원서의 제출 등

4.4.2.1 응시 첨부 서류

경량항공기 조종사 자격증명시험에 응시하려는 사람은 항공안전법 시행규칙 별지 제35호서식(항공종사자 자격증명시험 응시원서)에 다음의 서류를 첨부하여 한국교통안전공단에 제출하여야 한다.

- 자격증명시험 또는 한정심사에 응시할 수 있는 항공안전법 시행규칙 별표4(항공종사자·경량항공기조종사 자격증명 응시경력)에 따른 경력이 있음을 증명하는 서류 (실기시험 응시원서 접수 시까지 제출 가

능)

- 항공안전법 시행규칙 제88조(자격증명시험의 면제) 또는 제89조(한정심사의 면제)에 따라 자격증명시험 또는 한정심사의 일부 또는 전부를 면제받으려는 사람은 면제받을 수 있는 자격 또는 경력 등이 있음을 증명하는 서류

⑮ *항공안전법 시행규칙 제287조(경량항공기 조종사 자격증명 응시원서의 제출 등), ⑯ 제76조(응시원서의 제출)*

4.4.2.2 비행경력 증명 서류

비행경력은 다음의 구분에 따라 항공안전법 시행규칙 별지 제36호서식(비행경력증명서)으로 증명된 것이어야 한다.

- 자격증명을 받은 조종사의 비행경력 : 비행이 끝날 때마다 해당 기장이 증명한 것
- 조종교육증명을 받은 사람의 감독으로 이루어지는 조종연습 허가를 받은 사람의 비행경력 : 조종연습 비행이 끝날 때마다 그 조종교관이 증명한 것
- 기타 비행경력 : 비행이 끝날 때마다 그 사용자, 감독자 또는 그 밖에 이에 준하는 사람이 증명한 것

⑮ *항공안전법 시행규칙 제287조(경량항공기 조종사 자격증명 응시원서의 제출 등), ⑯ 제77조(비행경력의 증명)*

4.4.2.3 경량항공기의 등급

경량항공기의 등급은 육상경량항공기 및 수상경량항공기가 있다.

㉠ 항공안전법 시행규칙 제287조(경량항공기 조종사 자격증명 응시원서의 제출 등), ㉡ 제81조(자격증명의 한정)

4.4.2.4 학과시험 종류 및 범위

경량항공기 조종사 학과시험의 종류 및 범위는 다음과 같다.

- 항공법규 : 해당 업무에 필요한 항공법규
- 항공기상 : 항공기상의 기초지식 / 항공기상 통보와 기상도의 해독
- 비행이론 : 비행의 기초 원리 / 경량항공기 구조와 기능에 관한 기초지식
- 항공교통 및 항법 : 공지통신의 기초지식 / 조난·비상·긴급통신방법 및 절차 / 항공정보업무 / 지문항법·추측항법·무선항법

㉠ 항공안전법 시행규칙 제287조(경량항공기 조종사 자격증명 응시원서의 제출 등), ㉡ 제82조(시험과목 및 시험방법) 및 별표 5(자격증명시험 및 한정심사의 과목 및 범위)

4.4.2.5 조종교육증명 학과시험의 범위

경량항공기 조종교육증명(조종교관) 학과시험의 범위는 다음과 같다.

- 조종교육에 관한 항공법규

- 조종교육의 실시요령
- 위험·사과의 방지요령
- 구급법
- 조종교육에 관련된 인적요소에 관한 사항
- 비행에 관한 전문지식

㉠ 항공안전법 시행규칙 제287조(경량항공기 조종사 자격증명 응시원서의 제출 등), ㉡ 제82조(시험과목 및 시험방법) 및 별표 5(자격증명시험 및 한정심사의 과목 및 범위)

4.4.2.6 경량항공기 조종사 실기시험의 범위

경량항공기 조종사 실기시험의 범위는 다음과 같다.

- 조종기술
- 무선기기 취급법
- 공지통신 연락
- 항법기술
- 해당 자격의 수행에 필요한 기술

㉠ 항공안전법 시행규칙 제287조(경량항공기 조종사 자격증명 응시원서의 제출 등), ㉡ 제82조(시험과목 및 시험방법) 및 별표 5(자격증명시험 및 한정심사의 과목 및 범위)

4.4.2.7 조종교육증명 실기시험의 범위

경량항공기 조종교육증명(조종교관) 실기시험의 범위는 다음과 같다.

- 조종기술

- 비행 전·후 지상에서의 조종기술과 관련된 교육요령
- 경량항공기에 탑승한 조종연습생에 대한 지상에서의 조종감독요령
- 경량항공기 탑승 시의 조종교육요령
 - ㉠ 항공안전법 시행규칙 제287조(경량항공기 조종사 자격증명 응시원서의 제출 등), ㉡ 제82조(시험과목 및 시험방법) 및 별표 5(자격증명시험 및 한정심사의 과목 및 범위)

4.4.2.8 시험 및 심사 결과의 통보

- 한국교통안전공단 이사장은 자격증명시험 합격 여부 결과를 응시한 사람에게 통보.
- 한국교통안전공단 이사장은 자격증명시험 합격자 현황을 국토교통부장관에게 보고.
 - ㉠ 항공안전법 시행규칙 제287조(경량항공기 조종사 자격증명 응시원서의 제출 등), ㉡ 제83조(시험 및 심사 결과의 통보 등)

4.4.2.9 시험 및 심사의 실시에 관한 세부 사항

- 한국교통안전공단 이사장은 다음 연도 자격증명시험 및 한정심사의 학과시험 및 실기시험의 일정, 응시자격 및 응시과목 등을 포함한 계획을 매년 말까지 공고하여야 한다. 그러나 전용 전산망과 연결된 컴퓨터를 이용하여 수시로 시행하는 자격증명시험 및 한정심사의 학과시험의 일정은 제

외한다.

- 기타 시험 및 심사의 실시에 관한 세부 사항은 국토교통부장관이 정하여 고시하는 “항공종사자 자격증명 시험요령”을 말한다.
 - ㉠ 항공안전법 시행규칙 제287조(경량항공기 조종사 자격증명 응시원서의 제출 등), ㉡ 제84조(시험 및 심사의 실시에 관한 세부 사항)

4.4.2.10 시험과목의 합격 유효 기간

- 경량항공기 조종사 학과시험의 일부 과목 또는 전 과목에 합격한 사람의 유효기간은 2년으로 한정된다.
- 전 과목을 합격한 경우에는 최종 과목의 합격 통보가 있는 날부터 2년 이내에 실시(자격증명시험 또는 한정심사 접수 마감일을 기준으로 한다)하는 자격증명시험 또는 한정심사에서 그 합격을 유효한 것으로 한다.
 - ㉠ 항공안전법 시행규칙 제287조(경량항공기 조종사 자격증명 응시원서의 제출 등), ㉡ 제85조(과목합격의 유효)

4.4.2.11 항공종사자 일부 학과시험 면제

항공종사자 자격을 갖춘 사람이 경량항공기 조종사 자격증명시험에 응시할 경우 일부 학과 시험 면제

[표 4-1] 자격증명을 가진 사람의 학과시험 면제기준

소지하고 있는 자격증명	학과시험 면제과목
운송용 조종사	항공기상, 항공교통 및 항법, 항공법규, 비행이론
사업용 조종사	
자가용 조종사	
항공교통관제사	항공기상, 항공교통 및 항법
운항관리사	항공기상, 항공교통 및 항법

㉔ 항공안전법 시행규칙 제287조(경량항공기 조종사 자격증명 응시원서의 제출 등), ㉕ 제86조(자격증명을 받은 사람의 학과시험 면제), 별표 6

4.4.2.12 자격증명서의 발급 및 재발급

- 한국교통안전공단 이사장은 학과시험 및 실시시험의 전 과목을 합격한 사람에게 항공신체검사증명서를 확인한 후 자격증명서를 발급 한다.
- 경량항공기 조종사 자격증명서를 잃어버리거나 자격증명서가 헐어 못 쓰게 된 경우 또는 그 기재사항을 변경하려는 경우에는 한국교통안전공단 이사장에게 재발급 신청서를 제출하면, 신청 사유 적합여부를 검토하여 재발급 한다.
- 경량항공기 조종사 자격증명 보유자가 한국교통안전공단 이사장에게 자격증명서 유효성확인 신청서를 요청한 경우 자격증명서 유효성확인 증명서를 발급 한다.

㉔ 항공안전법 시행규칙 제287조(경량항공기 조종사 자격증명 응시원서의 제출 등), ㉕ 제87조(항공종사자 자격증명서의 발급 및 재발급 등)

4.4.2.13 자격증명시험의 면제(전문교육기관 이수 및 외국 자격증)

- 국토교통부장관이 지정한 전문교육기관에서 경량항공기 조종사에게 필요한 과정을 이수한 사람은 항공법규를 제외한 학과시험을 면제
- 새로운 형식의 경량항공기 또는 장비를 도입하여 시험비행 또는 훈련을 실시할 경우의 교관요원 또는 운용요원이 외국정부로부터 자격증명을 획득한 사람은 항공법규를 제외한 학과시험 및 실기시험을 면제
- 대한민국에 등록된 경량항공기 또는 장비를 이용하여 교육훈련을 받으려는 사람으로 외국정부로부터 자격증명을 획득한 사람은 항공법규를 제외한 학과시험 및 실기시험을 면제
- 대한민국에 등록된 경량항공기를 수출하거나 수입하는 경우 국외 또는 국내로 승객·화물을 싣지 아니하고 비행하려는 조종사가 외국정부로부터 자격증명을 획득

한 사람은 항공법규를 제외한 학과시험 및 실기시험을 면제

⑮ 항공안전법 시행규칙 제287조(경량항공기 조종사 자격증명 응시원서의 제출 등), ⑯ 제88조(자격증명시험의 면제), 제89조(한정심사의 면제), 별표 7

4.4.2.14 조종교육증명(조종교관 자격증) 권한

- 경량항공기 조종교육증명(조종교관 자격증)을 받은 사람은 경량항공기 조종사 자격증명을 받지 아니한 사람에게 조종연습을 시킬 수 있다.
- 경량항공기 조종교육증명(조종교관 자격증)을 받은 사람은 해당 경량항공기 종류에 대해서만 해당 경량항공기 조종사 자격증명을 받지 아니한 사람에게 조종연습을 시킬 수 있다.
- 경량항공기 조종교육증명(조종교관 자격증)을 받아야 하는 조종교육은 경량항공기에 대한 이륙조작·착륙조작 또는 공중조작의 실기교육(경량항공기 조종연습생 단독으로 비행하게 하는 경우를 포함한다)으로 한다.
- 경량항공기 조종교육증명(조종교관 자격증)을 받은 사람은 한국교통안전공단의 이사장이 실시하는 다음의 내용이 포함된 안전교육을 정기적(조종교육증명 또는 안전교육을 받은 해의 말일부터 2년 내)으로 받아야 한다.

- 항공법령의 개정사항
- 기상정보 획득 및 이해
- 경량항공기 사고사례
- 경량항공기 조종교육증명(조종교관 자격증)을 받은 사람은 항공레저스포츠사업의 조종사로 활동할 수 있다.

⑰ 항공안전법 제115조(경량항공기 조종교육증명), 시행규칙 제293조(경량항공기 조종교육증명 절차 등), 항공사업법 시행령 제24조(항공레저스포츠사업의 등록요건) 별표 10

4.4.3 경량항공기 종류별 실기시험 채점표

4.4.3.1 경량항공기(타면조종형비행기) 실기 시험 영역 및 항목 채점표(예시)

[표 4-4] 경량항공기(타면조종형비행기) 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
비행전 준비	1	자격증명 및 탑재서류	
	2	경량항공기의 비행계획의 승인	
	3	기상정보	
	4	아외비행계획	
	5	국내 공역체계	
	6	비행성능 및 제한사항	
	7	경량항공기 시스템 운용	
	8	항공 의학적 요소	
	9	비행 원리	
비행전 절차	10	비행 전 점검(PREFLIGHT INSPECTION)	
	11	조종실 관리(COCKPIT MANAGEMENT)	
	12	엔진 시동(ENGINE STARTING)	
	13	지상활주(TAXING)	
	14	이륙 전 점검(BEFORE TAKEOFF CHECK)	
비행장내 운영	15	무선통신(RADIO COMMUNICATIONS)	
	16	비행장주(TRAFFIC PATTERNS)	
	17	비행장과 활주로 표지 및 등화시설	
이착륙 및 복행	18	정품/촉풍 이륙과 상승	
	19	정품/촉풍 접근과 착륙	
	20	단거리 활주로 이륙과 상승	
	21	단거리 활주로 접근과 착륙	
	22	비포장 활주로 이륙과 상승	
	23	비포장 활주로 접근과 착륙	
	24	복행(GO-AROUND)	
	24	복행(GO-AROUND)	
성능기동	25	급 선회(STEEP TURNS)	
지형지물 참조 기동	26	사각형 비행(RECTANGULAR COURSE)	
	27	S-선회(S-TURNS)	
	28	기준점을 이용한 선회(TURNS AROUND A POINT)	
항법	29	지문항법 및 추측항법	
	30	회항(DIVERSION)	
	31	위치상실 시 절차	
저속비행과 실속	32	저속비행할 때 기동	
	33	무동력 실속(POWER OFF STALLS)	
	34	유동력 실속(POWER ON STALLS)	
	35	스핀의 인지(SPIN AWARENESS)	
공중조작	36	직진수평비행(STRAIGHT-AND-LEVEL FLIGHT)	
	37	선회비행(TURNS TO HEADINGS)	
	38	비정상자세로부터 회복	
비상절차	39	비상접근 및 강하	
	40	각 계통 및 장비 고장	
	41	비상장비 및 구조장비	
비행 후 절차	42	착륙 후 절차(AFTER LANDING PROCEDURES)	
	43	주기와 안전확보(PARKING AND SECURING)	
기타사항	44	경량항공기 조종사의 준수사항	
	45	판단력 및 비행적성	

실기시험위원 의견 :

④ 항공종사자 자격증명 시험요령 (국토교통부 고시) 별표 29

4.4.3.2 경량항공기(체중이동형비행기) 실기시험 영역 및 항목 채점표(예시)

[표 4-3] 경량항공기(체중이동형비행기) 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
비행전 준비	1	자격증명 및 탑재서류	
	2	경량항공기의 비행계획의 승인	
	3	기상정보	
	4	야외비행계획	
	5	국내 공역체계	
	6	비행성능 및 제한사항	
	7	경량항공기 시스템 운용	
	8	항공 의학적 요소	
	9	비행 원리	
비행전 절차	10	조립(ASSEMBLY)	
	11	날개 조율(WING TUNING)	
	12	비행 전 점검(PREFLIGHT INSPECTION)	
	13	조종실 관리(COCKPIT MANAGEMENT)	
	14	엔진 시동(ENGINE STARTING)	
	15	지상활주(TAXIING)	
	16	이륙 전 점검(BEFORE TAKEOFF CHECK)	
비행장내 운영	17	무선통신(RADIO COMMUNICATIONS)	
	18	비행장주(TRAFFIC PATTERNS)	
	19	비행장과 활주로 표지 및 등화시설	
이·착륙 및 복행	20	정풍/측풍 이륙과 상승	
	21	동력/측풍 접근과 착륙	
	22	깊은각 접근 및 착륙	
	23	복행(GO-AROUND)	
성능기동	24	급 선회(STEEP TURNS)	
지형지물 참조 기동	25	사각형 비행(RECTANGULAR COURSE)	
	26	S-선회(S-TURNS)	
	27	기준점을 이용한 선회(TURNS AROUND A POINT)	
항법	28	지문항법 및 추측항법	
	29	회항(DIVERSION)	
	30	위치상실 시 절차	
저속비행과 실속	31	저속비행할 때 기동	
	32	무동력 실속(POWER OFF STALLS)	
	33	급상승 실속 및 추락(전도) 인지	
공중조작	34	직진수평비행(STRAIGHT-AND-LEVEL FLIGHT)	
	35	선회비행(TURNS TO HEADINGS)	
비상절차	36	비상접근 및 강하	
	37	각 계통 및 장비 고장	
	38	비상장비 및 구조장비	
비행 후 절차	39	착륙 후 주기와 안전확보	
기타사항	40	경량항공기 조종사의 준수사항	
	41	판단력 및 비행적성	

실기시험위원 의견 :

® 항공종사자 자격증명 시험요령 (국토교통부 고시) 별표 30

4.4.3.3 경량항공기(경량헬리콥터) 실기시험 영역 및 항목 채점표(예시)

[표 4-4] 경량항공기(경량헬리콥터) 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
비행전 준비	1	자격증명 및 탑재서류	
	2	경량항공기의 비행계획의 승인	
	3	기상정보	
	4	야외비행계획	
	5	국내 공역체계	
	6	비행성능 및 제한사항	
	7	경량항공기 시스템 운용	
	8	항공 의학적 요소	
	9	비행 원리	
비행전 절차	10	비행 전 점검(PREFLIGHT INSPECTION)	
	11	조종실 관리(COCKPIT MANAGEMENT)	
	12	엔진 시동(ENGINE STARTING)	
	13	지상활주(TAXING)	
	14	이륙 전 점검(BEFORE TAKEOFF CHECK)	
비행장내 운영	15	무선통신(RADIO COMMUNICATIONS)	
	16	비행장주(TRAFFIC PATTERNS)	
	17	비행장과 활주로 표지 및 등화시설	
이착륙 및 복행	18	정품/촉풍 이륙과 상승	
	19	최대상능이륙(MAXIMUM PERFORMANCE TAKEOFF)	
	20	롤링 이륙(ROLLING TAKEOFF)	
	21	정품/촉풍 접근과 착륙	
	22	깊은 각 접근 및 착륙	
	23	낮은 각 접근과 Running/Roll-On 착륙	
	24	직진 오토로테이션 착륙	
	25	복행(GO-AROUND)	
항법	26	지문항법 및 추측항법	
	27	회항(DIVERSION)	
	28	위치상실 시 절차	
공중조작	29	표준 및 급선회(STANDARD AND STEEP TURNS)	
	30	산정 이착륙(PINNACLE/PLATFORM OPERATIONS)	
	31	제한지 이착륙(CONFINED AREA OPERATIONS)	
비상절차	32	전기계통고장(ELECTRICAL SYSTEM FAILURE)	
	33	유압계통고장(HYDRAULIC SYSTEM FAILURE)	
	34	비행조종계통고장(FLIGHT CONTROL SYSTEM FAILURE)	
	35	미익고장(TAIL ROTOR FAILURE)	
	36	동력고착(SETTLING WITH POWER)	
	37	LOW ROTOR RPM RECOVERY	
	38	DYNAMIC ROLLOVER	
	39	지상공진(GROUND RESONANCE)	
	40	LOW "G" CONDITIONS	
	41	비상착륙(FORCED LANDING-ON LAND/WATER)	
비행 후 절차	42	착륙 후 절차	
	43	주기와 안전확보	
기타사항	44	경량항공기 조종사의 준수사항	
	45	판단력 및 비행적성	

실기시험위원 의견 :

⑨ 항공종사자 자격증명 시험요령 (국토교통부 고시) 별표 31

4.4.3.4 경량항공기(자이로플레인) 실기시험 영역 및 항목 채점표(예시)

[표 4-5] 경량항공기(자이로플레인) 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
비행전 준비	1	자격증명 및 탑재서류	
	2	경량항공기의 비행계획의 승인	
	3	기상정보	
	4	야외비행계획	
	5	국내 공역체계	
	6	비행성능 및 제한사항	
	7	경량항공기 시스템 운용	
	8	항공 의학적 요소	
	9	비행 원리	
비행전 절차	10	비행 전 점검(PREFLIGHT INSPECTION)	
	11	조종실 관리(COCKPIT MANAGEMENT)	
	12	엔진 시동(ENGINE STARTING)	
	13	지상활주(TAXIING)	
	14	이륙 전 점검(BEFORE TAKEOFF CHECK)	
비행장내 운영	15	무선통신(RADIO COMMUNICATIONS)	
	16	비행장주(TRAFFIC PATTERNS)	
	17	비행장과 활주로 표지 및 등화시설	
이·착륙 및 복행	18	정풍/측풍 이륙과 상승	
	19	정풍/측풍 접근과 착륙	
	20	비포장 활주로 이륙과 상승	
	21	비포장 활주로 접근과 착륙	
성능기동	22	복행(GO-AROUND)	
	23	급 선회(STEEP TURNS)	
지형지물 참조 기동	24	사각형 비행(RECTANGULAR COURSE)	
	25	S-선회(S-TURNS)	
	26	기준점을 이용한 선회(TURNS AROUND A POINT)	
항법	27	지문항법 및 추측항법	
	28	회항(DIVERSION)	
	29	위치상실 시 절차	
저속비행시의 기동	30	저속 비행할 때 직진 수명, 선회, 상승 및 강하	
	31	급격한 강하율 및 회복	
비상절차	32	비상접근 및 착륙	
	33	무동력 접근 및 정밀 착륙	
	34	각 계통 및 장비 고장	
	35	비상장비 및 구조장비	
비행 후 절차	36	착륙 후 주기와 안전 확보	
기타사항	37	경량항공기 조종사의 준수사항	
	38	판단력 및 비행적성	

실기시험위원 의견 :

® 항공종사자 자격증명 시험요령 (국도교통부 고시) 별표 32

4.4.3.5 경량항공기(동력패러슈트) 실기시험 영역 및 항목 채점표(예시)

[표 4-6] 경량항공기(동력패러슈트) 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
비행전 준비	1	자격증명 및 탑재서류	
	2	경량항공기의 비행계획의 승인	
	3	기상정보	
	4	야외비행계획	
	5	국내 공역체계	
	6	비행성능 및 제한사항	
	7	경량항공기 시스템 운용	
	8	항공 의학적 요소	
	9	비행 원리	
비행전 절차	10	비행 전 점검(PREFLIGHT INSPECTION)	
	11	캐노피 배치(CANOPIE LAYOUT)	
	12	엔진 예열/시동(ENGINE WARM UP/STARTING)	
	13	조종실 관리(COCKPIT MANAGEMENT)	
	14	지상활주(TAXING)	
	15	이륙 전 점검(BEFORE TAKEOFF CHECK)	
비행장내 운영	16	무선통신(RADIO COMMUNICATIONS)	
	17	비행장주(TRAFFIC PATTERNS)	
	18	비행장과 활주로 표지 및 등화시설	
이착륙 및 복행	19	정품/촉품 이륙과 상승	
	20	정품/촉품 접근과 착륙	
	21	복행(GO-AROUND)	
성능기동	22	동일고도선회(CONSTANT ALTITUDE TURNS)	
지형지물 참조 기동	23	사각형 비행(RECTANGULAR COURSE)	
	24	S-선회(S-TURNS)	
	25	기준점을 이용한 선회(TURNS AROUND A POINT)	
항법	26	지문항법 및 추측항법	
	27	회항(DIVERSION)	
	28	위치상실 시 절차	
비상절차	29	비상접근 및 강하	
	30	각 계통 및 장비 고장	
	31	비상장비 및 구조장비	
비행 후 절차	32	착륙 후 주기와 안전확보	
기타사항	33	경량항공기 조종사의 준수사항	
	34	판단력 및 비행적성	

실기시험위원 의견 :

④ 항공종사자 자격증명 시험요령 (국토교통부 고시) 별표 33

[표 4-7] 항공신체검사증명의 기준 및 유효기간

자격증명의 종류	항공신체검사증명의 종류	유효기간		
		40세 미만	40세 이상 50세 미만	50세 이상
- 조종연습생 - 경량항공기 조종사	제2종(경량항공기조종사의 경우에는 제2종 또는 자동차운전면허증)	60개월	24개월	12개월

㉔ 항공안전법 제113조(경량항공기 조종사의 항공신체검사증명), ㉕ 제40조(항공신체검사증명), 시행규칙 제92조(항공신체검사증명의 기준 및 유효기간 등) 별표 8

4.5 신체검사증명

- 경량항공기 조종연습을 하는 사람과 경량항공기 조종사 자격증명을 받고 경량항공기 조종업무를 하려는 사람은 항공신체검사증명 제2종 또는 자동차운전면허증을 받아야 한다.
- 경량항공기 조종사의 항공신체검사 유효기간은 제2종 항공신체검사증명을 보유하고 있는 경우에는 그 증명의 연령대별 유효기간으로 하며, 자동차운전면허증을 적용할 경우에는 그 자동차운전면허증의 유효기간으로 한다.

이 아래에 해당하는 경우 국토교통부장관은 경량항공기 조종사 자격증명을 취소하여야 한다.

- 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 자격증명등을 받은 경우
- 자격증명등의 효력정지기간에 경량항공기 조종업무에 종사한 경우

㉔ 항공안전법 제114조(경량항공기 조종사 자격증명등·항공신체검사증명의 취소 등).

(주) 항공법규에서 “자격증명등”이라 함은 자격증명이나 자격증명의 한정을 의미한다. ㉔ 항공안전법제43조(자격증명·항공신체검사증명의 취소 등)

4.6 경량항공기 조종사 자격증명등·항공신체검사증명의 취소

4.6.1 경량항공기 조종사 자격증명의 취소 등

- 경량항공기 조종사 자격증명을 받은 사람

- 국토교통부장관은 경량항공기 조종사 자격증명을 받은 사람이 아래의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그 경량항공기 조종사 자격증명이나 자격증명의 한정을 취소하거나 1년 이내의 기간을 정하여 자격증명등의 효력정지를 명할 수 있다.

- 항공안전법을 위반하여 벌금 이상의 형을 선고받은 경우
 - 경량항공기 조종업무를 수행할 때 고의 또는 중대한 과실로 경량항공기사고를 일으켜 인명피해나 재산피해를 발생시킨 경우
 - 경량항공기 조종업무 범위 외의 업무에 종사한 경우
 - 경량항공기 조종사 자격증명의 한정을 받은 사람이 한정된 경량항공기 종류 외의 경량항공기를 조종한 경우
 - 항공신체검사증명 또는 자동차운전면허증을 받지 아니하고 경량항공기 조종업무를 하거나 경량항공기 조종연습을 한 경우
 - 경량항공기 조종교육증명을 받지 아니하고 조종교육을 한 경우
 - 한국교통안전공단 이사장이 실시하는 정기적(조종교육증명 또는 안전교육을 받은 해의 말일부터 2년 내) 안전교육을 받지 아니하고 조종교육을 한 경우
 - 경량항공기 이륙·착륙 장소(비행장 또는 이착륙장)가 아닌 곳 또는 「공항시설법」에 따라 사용이 중지된 이착륙장에서 경량항공기를 이륙하거나 착륙하게 한 경우
 - 주류등의 영향으로 경량항공기 조종연습을 포함하여, 경량항공기 조종업무를 정상적으로 수행할 수 없는 상태에서 경량항공기를 사용하여 비행한 경우
 - 경량항공기 조종연습을 포함하여, 경량항공기 조종업무에 종사하는 동안에 주류등을 섭취하거나 사용한 경우
 - 주류등의 섭취 및 사용 여부의 측정에 따르지 아니한 경우
 - 비행규칙을 따르지 아니하고 비행한 경우
 - 국토교통부장관이 정하여 공고하는 비행의 방식 및 절차에 따르지 아니하고 비관제구역 또는 주의구역에서 비행한 경우
 - 허가를 받지 아니하거나 국토교통부장관이 정하는 비행의 방식 및 절차에 따르지 아니하고 통제구역에서 비행한 경우
 - 국토교통부장관 또는 항공교통업무증명을 받은 자가 지시하는 이동·이륙·착륙의 순서 및 시기와 비행의 방법에 따르지 아니한 경우
- (※) “주류등”이라 함은 「주세법」 제3조제1호에 따른 주류, 「마약류 관리에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 마약류 또는 「화학물질관리법」 제22조제1항에 따른 환각물질 등(이하 “주류등”이라 한다)
- ⑧ 항공안전법 제114조(경량항공기 조종사 자격증명등·항공신체검사증명의 취소등),

4.6.2 항공신체검사증명의 취소 등

- 경량항공기 조종업무를 하는 사람이 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 항공신체검사증명을 받은 경우 국토교통부장관은 항공신체검사증명을 취소하여야 한다.
- 국토교통부장관은 경량항공기 조종업무를 하는 사람이 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그 항공신체검사증명을 취소하거나 1년 이내의 기간을 정하여 항공신체검사증명의 효력정지를 명할 수 있다.
 - 항공신체검사증명의 기준에 맞지 아니한 상태에서 경량항공기 조종업무를 수행하기에 부적합하다고 인정되는 경우
 - 주류등의 영향으로 경량항공기 조종연습을 포함하여, 경량항공기 조종업무를 정상적으로 수행할 수 없는 상태에서 경량항공기를 사용하여 비행한 경우
 - 경량항공기 조종연습을 포함하여, 경량항공기 조종업무에 종사하는 동안에 주류등을 섭취하거나 사용한 경우
 - 주류등의 섭취 및 사용 여부의 측정 요구에 따르지 아니한 경우

㉞ 항공안전법 제114조(경량항공기 조종사 자격증명등 · 항공신체검사증명의 취소 등).

4.6.3 부정행위에 대한 정지기간

자격증명등의 시험에 응시하거나 심사를 받

는 사람이 그 시험 또는 심사에서 부정행위를 하거나 항공신체검사를 받는 사람이 그 검사에서 부정한 행위를 한 경우에는 그 부정행위를 한 날부터 각각 2년 동안 항공안전법에 따른 자격증명등의 시험에 응시하거나 심사를 받을 수 없으며, 항공안전법에 따른 항공신체검사를 받을 수 없다.

㉞ 항공안전법 제114조(경량항공기 조종사 자격증명등 · 항공신체검사증명의 취소 등).

4.7 전문교육기관

4.7.1 전문교육기관 신청

경량항공기 조종사를 양성하기 위하여 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 “경량항공기 전문교육기관”으로 지정을 받으려는 자는 경량항공기 전문교육기관 지정신청서(항공안전법 시행규칙 별지 제114호서식)에 교육계획서를 첨부하여 국토교통부장관에게 제출하여 지정을 받을 수 있으며, 국토교통부장관으로부터 지정된 경량항공기 전문교육기관이 경량항공기 조종사를 양성하는 경우에는 예산의 범위에서 필요한 경비의 전부 또는 일부를 지원받을 수 있다.

○ 교육계획서에는 다음의 내용이 포함되어야 한다.

- 교육과목 및 교육방법

- 교관 현황(교관의 자격·경력 및 정원)
- 시설 및 장비의 개요
- 교육평가방법
- 연간 교육계획
- 교육규정

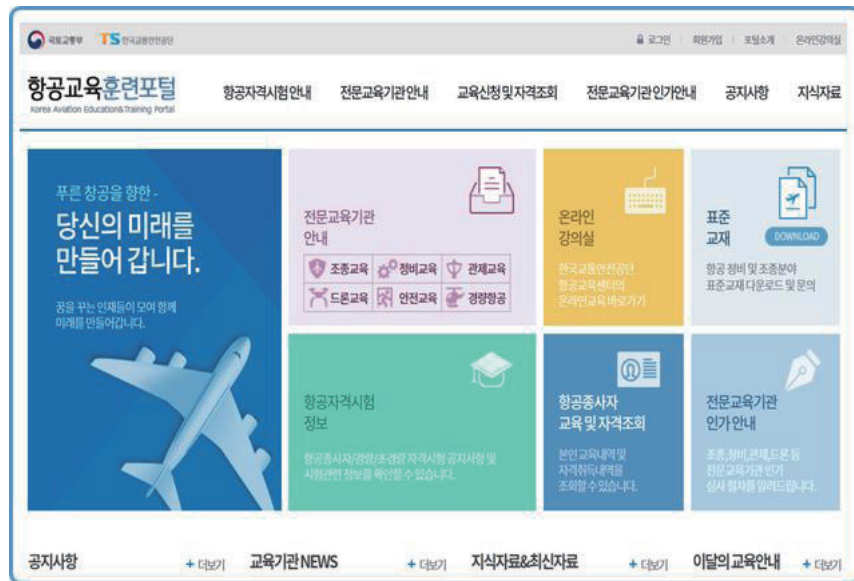
○ 경량항공기 지정전문교육기관은 교육계획서 사항에 변경이 있는 경우에는 그 변경 내용을 지체 없이 국토교통부장관에게 보고하여야 한다.

○ 국토교통부장관은 1년마다 경량항공기 지정전문교육기관이 지정기준(시행규칙 별표 12 전문교육기관 지정기준)에 적합한지 여부를 심사하여야 한다.

4.7.2 경량항공기 전문교육기관을 지정

- 국토교통부장관은 경량항공기 전문교육기관을 지정할 때에는 그 내용을 공고하여야 한다.
- 경량항공기 지정전문교육기관은 교육 종료 후 교육이수자의 명단 및 평가 결과를 지체 없이 국토교통부장관 및 한국교통안전공단 이사장에게 보고하여야 한다.

④ 항공안전법 제117조(경량항공기 전문교육기관의 지정 등), 시행규칙 제295조(경량항공기 전문교육기관의 지정 등), 별표 12 전문교육기관 지정기준, 국토교통부 고시(항공종사자 자격별 훈련기준·지침 및 전문교육기관 지정요령)



[그림 4-1] 전문교육기관 및 항공훈련기관 지정현황 홈페이지 (<http://www.kaa.atims.kr>)

5.1 비행계획

5.1.1 비행계획서

- 경량항공기로 우리나라 비행정보구역 안에서 비행을 하려는 자는 비행을 시작하기 전에 비행계획을 수립하여 관할 항공교통 업무기관에 제출하여야 한다.
 - (㉞) “비행정보구역”이란 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치의 안전하고 효율적인 비행과 수색 또는 구조에 필요한 정보를 제공하기 위한 공역(空域)으로서 「국제민간항공협약」 및 같은 협약 부속서에 따라 국토교통부장관이 그 명칭, 수직 및 수평 범위를 지정·공고한 공역을 말한다.
 - ⑳ 항공안전법 제2조(정의)제11호(비행정보구역)
- 비행계획은 구술·전화·서류·전문(電文)·팩스 또는 정보통신망을 이용하여 제출할 수 있다.
- 비행계획에는 다음의 사항이 포함되어야 한다. 다만, (아)~(가)의 사항은 지방항공청장 또는 항공교통본부장이 요청하거나 비행계획을 제출하는 자가 필요하다고 판단하는 경우에만 해당한다.
 - (가) 경량항공기의 식별부호
 - (나) 비행의 방식 및 종류
 - (다) 경량항공기의 대수
 - (라) 탑재장비
 - (마) 출발비행장(또는 이착륙장) 및 출발 예정시간
 - (바) 순항속도, 순항고도 및 예정항공로
 - (사) 최초 착륙예정 비행장(또는 이착륙장) 및 총 예상 소요 비행시간
 - (아) 시간으로 표시한 연료탑재량
 - (자) 출발 전에 연료탑재량으로 인하여 비행 중 비행계획의 변경이 예상되는 경우에는 변경될 목적비행장(또는 이착륙장) 및 비행경로에 관한 사항
 - (차) 탑승 총 인원
 - (카) 비상무선주파수 및 구조장비
 - (타) 기장의 성명(편대비행의 경우에는 편대 책임기장의 성명)
 - (파) 그 밖에 항공교통관제와 수색 및 구조에 참고가 될 수 있는 사항
- 서류·팩스 또는 정보통신망을 이용하여 비행계획을 제출할 때에는 항공안전법 시행규칙 별지 제71호서식의 비행계획서에 따른다.

■ 항공안전법 시행규칙 [별지 제7호서식]

FLIGHT PLAN 비행계획서			
PRIORITY 우선순위 <<≡ FF→	ADDRESSEE(S) 수신처		
FILING TIME 제출시간	ORIGINATOR 발신처		<<≡
SPECIFIC IDENTIFICATION OF ADDRESSEE(S) AND/OR ORIGINATOR 수신처 및 발신처의 특정 식별부호			
3 MESSAGE TYPE 전문종류 <<≡ (FPL	7 AIRCRAFT IDENTIFICATION 항공기 식별번호	8 FLIGHT RULES 비행규칙	TYPE OF FLIGHT 비행의 종류
9 NUMBER 몇수	TYPE OF AIR CRAFT 항공기 형식	WAKE TURBULENCE CAT. 등급	10 EQUIPMENT 탑재장비
13 DEPARTURE AERODROME 출발비행장	TIME 출발예정시간		<<≡
15 CRUISING SPEED 순항속도	LEVEL 고도	ROUTE 예정비행공로	
TOTAL EET <<≡			
16 DESTINATION AERODROME 목적비행장	HR MIN 시간 분	ALTN AERODROME 주 교체비행장	2ND. ALTN AERODROME 부 교체비행장
18 OTHER INFORMATION 기타정보	<<≡		
><<≡			
SUPPLEMENTARY INFORMATION (NOT TO BE TRANSMITTED IN FPL MESSAGE) 비행계획 전문에 포함되어 전송되지 않는 보충 정보			
19 ENDURANCE 연료탑재량	PERSON ON BOARD 탑승인원수	EMERGENCY RADIO 비상 무선통신장비	
HR MIN 시간 분	→ P /	→ R /	UHF VHF ELBA
SURVIVAL EQUIPMENT/구급용구 POLAR Polaire DESERT Desert MARITIME Maritime JUNGLE Jungle LIGHT 등화 FLUORES 형광 UHF VHF	→ S / P D M J → J / L	F U V	
DINGHIES/구명보트 NUMBER 수량 CAPACITY 수용인원 COVER 덮개 COLOUR 색상	→ D /		
AIRCRAFT COLOUR AND MARKINGS 항공기 색상 및 무늬			
REMARKS 기타	<<≡		
PILOT-IN-COMMAND 기장	<<≡		
C / FILED BY/제출자	><<≡		
명단(별도첨부 가능) :			

[그림 5-1] 비행계획서 서식

㉔ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), ㉕ 제182조(비행계획의 제출 등), 제183조(비행계획에 포함되어야 할 사항)

5.1.2 비행계획 준수

- 경량항공기는 비행 시 제출된 비행계획을 지켜야 한다. 다만, 비행계획의 변경에 대하여 항공교통관제기관의 허가를 받은 경우 또는 긴급한 조치가 필요한 비상상황이 발생한 경우에는 긴급 조치를 한 즉시 항공교통관제기관에 통보하여야 한다.
- 경량항공기는 항공로의 중심선을 따라 비행하여야 하며, 항공로가 설정되지 아니한 지역에서는 항행안전시설과 그 비행로의 정해진 지점 간을 직선으로 비행하여야 한다. 그러나 이를 지킬 수 없는 경우 관할 항공교통업무기관에 통보하여야 하며, 항공교통관제기관으로부터 달리 지시를 받은 경우에는 지시를 따른다.
- 관제비행을 하는 경량항공기가 부주의로 비행계획의 항공로를 이탈한 경우에는 경량항공기의 기수를 조정하여 즉시 비행계획의 항공로로 복귀할 것.
- 시계비행방식에 따른 관제비행을 하는 항공기는 시계비행기상상태 미만으로 기상이 악화되어 시계비행방식에 따른 운항을 할 수 없다고 판단되는 경우에는 다음의

조치를 하여야 한다.

- 목적비행장(또는 이착륙장) 또는 교체비행장(또는 이착륙장)으로 시계비행 기상상태를 유지하면서 비행할 수 있도록 관제허가의 변경을 요청하거나, 관제공역을 이탈하여 비행할 수 있도록 관제허가의 변경을 요청할 것
 - 상기에 따른 관제허가를 받지 못할 경우에는 시계비행 기상상태를 유지하여 운항하면서 관제공역을 이탈하거나 가까운 비행장(또는 이착륙장)에 착륙하기 위한 조치를 할 예정임을 관할 항공교통관제기관에 통보할 것
 - 관할 항공교통관제기관에 특별시계비행 방식에 따른 운항허가를 요구할 것(관제권 안에서 비행하고 있는 경우만 해당한다)
- ㉒ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), ㉖ 제184조(비행계획의 준수)

5.1.3 고도·항공로 등의 변경

- 비행계획에 포함된 순항고도, 순항속도 및 항공로에 관한 사항을 변경하려는 경량항공기는 다음의 구분에 따른 정보를 관할 항공교통관제기관에 통보하여야 한다.
- 순항고도의 변경 : 경량항공기의 식별부호, 변경하려는 순항고도 및 순항속도,

다음 보고지점 도착 예정시간

- 순항속도의 변경: 경량항공기의 식별부호, 변경하려는 속도
- 항공로의 변경
 - 목적비행장(또는 이착륙장) 변경이 없을 경우 : 경량항공기의 식별부호, 비행의 방식, 변경 항공로, 변경 예정시간, 그 밖에 항공로의 변경에 필요한 정보
 - 목적비행장(또는 이착륙장) 변경이 있을 경우 : 경량항공기의 식별부호, 비행의 방식, 목적비행장까지의 변경 항공로, 변경 예정시간, 교체비행장, 그 밖에 비행장(또는 이착륙장)·항공로의 변경에 필요한 정보

Ⓜ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), Ⓜ 제185조(고도·항공로 등의 변경)

5.1.4 비행계획의 종료

- 경량항공기는 도착비행장(또는 이착륙장)에 착륙하는 즉시 관할 항공교통업무기관(관할 항공교통업무기관이 없는 경우에는 가장 가까운 항공교통업무기관)에 다음의 사항을 포함하는 도착보고를 하여야 한다. 다만, 지방항공청장 또는 항공교통본부장이 달리 정한 경우에는 그러하지 아니하다.

- 경량항공기의 식별부호
- 출발비행장(또는 이착륙장)
- 도착비행장(또는 이착륙장)
- 목적비행장(목적비행장(또는 이착륙장)이 따로 있는 경우만 해당한다)
- 착륙시간

- 도착비행장(또는 이착륙장)에 착륙한 후 도착보고를 할 수 있는 적절한 통신시설 등이 제공되지 아니하는 경우에는 착륙 직전에 관할 항공교통업무기관에 도착보고를 하여야 한다.

Ⓜ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), Ⓜ 제188조(비행계획의 종료)

5.1.5 경보업무

5.1.5.1 수색·구조가 필요한 경보업무

수색·구조를 필요로 하는 경량항공기에 대한 경보업무는 다음의 경량항공기에 대하여 수행한다.

- 항공교통업무 대상이 되는 경량항공기
- 항공교통업무기관에 비행계획을 제출한 모든 경량항공기
- 테러 등 불법간섭을 받는 것으로 인지된 경량항공기

5.1.5.2 경보업무 구분

- 항공교통업무기관은 경량항공기가 다음의

구분에 따른 비상상황에 처한 사실을 알았을 때에는 지체 없이 수색·구조업무를 수행하는 기관에 통보하여야 한다.

- 불확실상황(Uncertainly phase)
 - 경량항공기로부터 연락이 있어야 할 시간 또는 그 경량항공기와의 첫 번째 교신 시도에 실패한 시간 중 더 이른 시간부터 30분 이내에 연락이 없을 경우
 - 경량항공기가 마지막으로 통보한 도착 예정시간 또는 항공교통업무기관이 예상한 도착 예정시간 중 더 늦은 시간부터 30분 이내에 도착하지 아니할 경우. 다만, 경량항공기 및 탑승객의 안전이 의심되지 아니하는 경우는 제외한다.
- 경보상황(Alert phase)
 - 불확실상황에서의 경량항공기와의 교신 시도 또는 관계 부서의 조회로도 해당 경량항공기의 위치를 확인하기 곤란한 경우
 - 경량항공기가 착륙허가를 받고도 착륙 예정시간부터 5분 이내에 착륙하지 아니한 상태에서 그 경량항공기와의 무선교신이 되지 아니할 경우
 - 경량항공기의 비행능력이 상실되었으나 불시착할 가능성이 없음을 나타내는 정보를 입수한 경우. 다만, 경량항공기 및 탑승자의 안전에 우려가 없다는 명백한 증거가 있는 경우는 제외한다.
 - 경량항공기가 테러 등 불법간섭을 받는

것으로 인지된 경우

- 조난상황(Distress phase)
 - 경보상황에서 경량항공기와의 교신시도를 실패하고, 여러 관계 부서와의 조회 결과 경량항공기가 조난당하였을 가능성이 있는 경우
 - 경량항공기 탑재연료가 고갈되어 경량항공기의 안전을 유지하기가 곤란한 경우
 - 경량항공기의 비행능력이 상실되어 불시착하였을 가능성이 있음을 나타내는 정보가 입수되는 경우
 - 경량항공기가 불시착 중이거나 불시착하였다는 정보사항이 정확한 정보로 판단되는 경우. 다만, 경량항공기 및 탑승자가 중대하고 긴박한 위험에 처하여 있지 아니하며, 긴급한 도움이 필요하지 아니하다는 명백한 증거가 있는 경우는 제외한다.

5.1.5.3 경보업무 통보

- 항공교통업무기관은 수색·구조를 필요로 하는 경량항공기에 대한 경보업무를 수행할 때에는 가능한 한 다음의 사항을 수색·구조업무를 수행하는 기관에 통보하여야 한다.
 - 불확실상황(INCERFA/Uncertainly phase), 경보상황(ALERFA/Alert phase) 또는 조난상황(DETRESFA / Distress phase)의 비상상황별 용어

- 통보하는 기관의 명칭 및 통보자의 성명
 - 비상상황의 내용
 - 비행계획의 중요 사항
 - 최종 교신 관제기관, 시간 및 사용주파수
 - 최종 위치보고 지점
 - 경량항공기의 색상 및 특징
 - 위험물의 탑재사항
 - 통보기관의 조치사항
 - 그 밖에 수색·구조 활동에 참고가 될 사항
- 항공교통업무기관은 수색·구조를 필요로 하는 경량항공기에 대한 비상상황을 통보한 후에도 비상상황과 관련된 조사를 계속하여야 하며, 비상상황이 악화되면 그에 관한 정보를, 비상상황이 종료되면 그 종료 사실을 수색 및 구조업무를 수행하는 기관에 지체 없이 통보하여야 한다.
- 항공교통업무기관은 필요한 경우 비상상황에 처한 경량항공기와 무선교신을 시도하는 등 이용할 수 있는 모든 통신시설을 이용하여 해당 경량항공기에 대한 정보를 획득하기 위하여 노력하여야 한다.
- 항공교통업무기관은 경량항공기가 불확실 상황 또는 경보상황에 처하였다고 판단되는 경우에는 해당 경량항공기의 소유자등에게 그 사실을 통보하여야 한다.
- ⑮ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), ⑯ 제243조(경보업무의 수행절차 등), 제244조(항공기의 소유

자등에 대한 통보)

5.1.6 공역

5.1.6.1 정의

- “비행정보구역”이란 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치의 안전하고 효율적인 비행과 수색 또는 구조에 필요한 정보를 제공하기 위한 공역(空域)으로서 「국제민간항공협약」 및 같은 협약 부속서에 따라 국토교통부장관이 그 명칭, 수직 및 수평 범위를 지정·공고한 공역을 말한다.
- “영공”(領空)이란 대한민국의 영토와 「영해 및 접속수역법」에 따른 내수 및 영해의 상공을 말한다.
- “항공로”(航空路)란 국토교통부장관이 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치의 항행에 적합하다고 지정한 지구의 표면에 표시한 공간의 길이를 말한다.
- “관제권”(管制圈)이란 비행장 또는 공항과 그 주변의 공역으로서 항공교통의 안전을 위하여 국토교통부장관이 지정·공고한 공역을 말한다.
- “관제구”(管制區)란 지표면 또는 수면으로부터 200미터 이상 높이의 공역으로서 항공교통의 안전을 위하여 국토교통부장관이 지정·공고한 공역을 말한다.
- “비행장”이란 항공기·경량항공기·초경량비행장치의 이륙[이수(離水)]를 포함한

다. 이하 같다]과 착륙[착수(着水)를 포함한다. 이하 같다]을 위하여 사용되는 육지 또는 수면(水面)의 일정한 구역으로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.

- “공항”이란 공항시설을 갖춘 공공용 비행장으로서 국토교통부장관이 그 명칭·위치 및 구역을 지정·고시한 것을 말한다.
- “이착륙장”이란 비행장 외에 경량항공기 또는 초경량비행장치의 이륙 또는 착륙을 위하여 사용되는 육지 또는 수면의 일정한 구역으로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.

Ⓜ 항공안전법 제2조(정의), 공항시설법 제2조(정의)

5.1.6.2 공역 등의 지정

국토교통부장관은 공역을 체계적이고 효율적으로 관리하기 위하여 비행정보구역을 다음의

공역으로 구분한다.

- 관제공역 : 항공교통의 안전을 위하여 항공기의 비행 순서·시기 및 방법 등에 관하여 국토교통부장관 또는 항공교통업무증명을 받은 자의 지시를 받아야 할 필요가 있는 공역으로서 관제권 및 관제구를 포함하는 공역
 - 비관제공역 : 관제공역 외의 공역으로서 항공기의 조종사에게 비행에 관한 조언·비행정보 등을 제공할 필요가 있는 공역
 - 통제공역 : 항공교통의 안전을 위하여 항공기의 비행을 금지하거나 제한할 필요가 있는 공역
 - 주의공역 : 항공기의 조종사가 비행 시 특별한 주의·경계·식별 등이 필요한 공역
- Ⓜ 항공안전법 제78조(공역 등의 지정)

[표 5-1] 제공하는 항공교통업무에 따른 공역 구분

구분		내용
관제공역	A등급 공역	모든 항공기가 계기비행을 해야 하는 공역
	B등급 공역	계기비행 및 시계비행을 하는 항공기가 비행 가능하고, 모든 항공기에 분리를 포함한 항공교통관제업무가 제공되는 공역
	C등급 공역	모든 항공기에 항공교통관제업무가 제공되나, 시계비행을 하는 항공기 간에는 교통정보만 제공되는 공역
	D등급 공역	모든 항공기에 항공교통관제업무가 제공되나, 계기비행을 하는 항공기와 시계비행을 하는 항공기 및 시계비행을 하는 항공기 간에는 교통정보만 제공되는 공역
	E등급 공역	계기비행을 하는 항공기에 항공교통관제업무가 제공되고, 시계비행을 하는 항공기에 교통정보가 제공되는 공역
비관제공역	F등급 공역	계기비행을 하는 항공기에 비행정보업무와 항공교통조언업무가 제공되고, 시계비행항공기에 비행정보업무가 제공되는 공역
	G등급 공역	모든 항공기에 비행정보업무만 제공되는 공역

[표 5-2] 공역의 사용목적에 따른 구분

구분	구분	내용
관제공역	관제권	「항공안전법」 제2조제25호에 따른 공역으로서 비행정보구역 내의 B, C 또는 D등급 공역 중에서 시계 및 계기비행을 하는 항공기에 대하여 항공교통관제 업무를 제공하는 공역
	관제구	「항공안전법」 제2조제26호에 따른 공역(항공로 및 접근관제구역을 포함한다)으로서 비행정보구역 내의 A, B, C, D 및 E등급 공역에서 시계 및 계기비행을 하는 항공기에 대하여 항공교통관제업무를 제공하는 공역
	비행장 교통구역	「항공안전법」 제2조제25호에 따른 공역 외의 공역으로서 비행정보구역 내의 D등급에서 시계비행을 하는 항공기 간에 교통정보를 제공하는 공역
비관제공역	조언구역	항공교통조언업무가 제공되도록 지정된 비관제공역
	정보구역	비행정보업무가 제공되도록 지정된 비관제공역
통제공역	비행금지구역	안전, 국방상, 그 밖의 이유로 항공기의 비행을 금지하는 공역
	비행제한구역	항공사격·대공사격 등으로 인한 위험으로부터 항공기의 안전을 보호하거나 그 밖의 이유로 비행허가를 받지 않은 항공기의 비행을 제한하는 공역
	초경량비행장치 비행제한구역	초경량비행장치의 비행안전을 확보하기 위하여 초경량비행장치의 비행활동에 대한 제한이 필요한 공역
주의공역	훈련구역	민간항공기의 훈련공역으로서 계기비행항공기로부터 분리를 유지할 필요가 있는 공역
	군작전구역	군사작전을 위하여 설정된 공역으로서 계기비행항공기로부터 분리를 유지할 필요가 있는 공역
	위험구역	항공기의 비행시 항공기 또는 지상시설물에 대한 위험이 예상되는 공역
	경계구역	대규모 조종사의 훈련이나 비정상 형태의 항공활동이 수행되는 공역

④ 항공안전법 제78조(공역 등의 지정), 시행규칙 제221조(공역의 구분·관리 등), 별표 23

5.1.6.3 제공하는 항공교통업무에 따른 공역

제공하는 항공교통업무에 따라 다음 표 5-1과 같이 구분한다.

5.1.6.4 사용목적에 따른 공역

공역의 사용목적에 따라 다음 표 5-2와 같이 구분한다.

5.2 조종사 준수사항

5.2.1 경량항공기 사고

- “경량항공기사고”란 비행을 목적으로 경량항공기의 발동기가 시동되는 순간부터 비행이 종료되어 발동기가 정지되는 순간까지 발생한 다음의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다.

- 경량항공기에 의한 사람의 사망, 중상 또는 행방불명

- 경량항공기의 추락, 충돌 또는 화재 발생
- 경량항공기의 위치를 확인할 수 없거나 경량항공기에 접근이 불가능한 경우
- 경량항공기 조종사는 경량항공기사고가 발생하였을 때에는 지체 없이 국토교통부장관에게 그 사실을 보고하여야 한다. 다만, 경량항공기 조종사가 보고할 수 없을 때에는 그 경량항공기소유자등이 경량항공기사고를 보고하여야 한다.
- 경량항공기사고를 일으킨 조종사 또는 그 경량항공기의 소유자등은 다음의 사항을 지방항공청장에게 보고하여야 한다.
 - 조종사 및 그 경량항공기의 소유자등의 성명 또는 명칭
 - 사고가 발생한 일시 및 장소
 - 경량항공기의 종류 및 등록부호
 - 사고의 경위
 - 사람의 사상 또는 물건의 파손 개요
 - 사상자의 성명 등 사상자의 인적사항 파악을 위하여 참고가 될 사항
- ④ 항공안전법 제2조(정의)제7호(경량항공기 사고), 제120조(경량항공기 조종사의 준수 사항), 시행규칙 제299조(경량항공기사고의 보고 등)

5.2.2 경량항공기 조종사의 준수사항

- 경량항공기 조종사는 경량항공기로 인하여 인명이나 재산에 피해가 발생하지 아니

하도록 다음의 어느 하나에 해당하는 행위를 하여서는 아니 된다.

- 인명이나 재산에 위험을 초래할 우려가 있는 낙하물을 투하하는 행위
- 인구가 밀집된 지역이나 그 밖에 사람이 많이 모인 장소의 상공에서 인명 또는 재산에 위험을 초래할 우려가 있는 방법으로 비행하는 행위
- 안개 등으로 지상목표물을 육안으로 식별할 수 없는 상태에서 비행하는 행위
- 일몰 후부터 일출 전까지의 야간에 비행하는 행위
- 평균해면으로부터 1,500m(5천피트) 이상으로 비행하는 행위. 다만, 항공교통업무기관으로부터 승인을 받은 경우는 제외한다.
- 동승한 사람의 낙하산 강하(降下)
- 그 밖에 곡예비행 등 비정상적인 방법으로 비행하는 행위
- 아래의 표(항공안전법 시행규칙 별표 24)에 따른 비행시정 및 구름으로부터의 거리 기준을 위반하여 비행하는 행위
- 경량항공기 조종사는 항공기를 육안으로 식별하여 미리 피할 수 있도록 주의하여 비행하여야 한다.
- 경량항공기 조종사는 동력을 이용하지 아니하는 초경량비행장치(행글라이더, 패러글라이더, 낙하산, 기구류)에 대하여 진로를 양보하여야 한다.

[표 5-3] 시계상의 양호한 기상상태(항공안전법 시행규칙 별표 24)

고도	구역	비행시정	구름으로부터의 거리
1. 해발 10,000피트 이상	B·C·D·E·F 및 G등급	8천m	수평으로 1,500m, 수직으로 1,000피트
2. 해발 10,000피트 미만에서 해발 3,000피트 또는 장애물 상공 1,000피트 중 높은 고도 초과	B·C·D·E·F 및 G등급	5천m	수평으로 1,500m, 수직으로 1,000피트
3. 해발 3,000피트 또는 장애물 상공 1,000피트 중 높은 고도 이하	B·C·D 및 E등급	5천m	수평으로 1,500m, 수직으로 1,000피트
	F 및 G등급	5천m	지표면 육안 식별 및 구름을 피할 수 있는 거리

비고 : 다음 각 호의 경우에는 제3호 F 및 G등급 구역의 비행시정을 1,500m까지 적용할 수 있다.

1. 우세시정(prevaling visibility) 하에서 다른 항공기나 장애물을 보고 피할 수 있을 정도의 속도로 움직이는 경우
2. 그 지역 내의 항공교통량이나 업무량이 적어 다른 항공기와 마주칠 확률이 낮은 경우

○ 경량항공기의 조종사는 탑재용 항공일지를 경량항공기 안에 갖춰 두어야 하며, 경량항공기를 항공에 사용하거나 개조 또는 정비한 경우에는 지체 없이 항공일지에 다음의 사항을 적어야 한다.

- 경량항공기의 등록부호 및 등록 연월일
- 경량항공기의 종류 및 형식
- 안전성인증서번호
- 경량항공기의 제작자·제작번호 및 제작 연월일
- 발동기 및 프로펠러의 형식
- 비행에 관한 다음의 기록
 - 비행 연월일
 - 승무원의 성명
 - 비행목적
 - 비행 구간 또는 장소
 - 비행시간
 - 경량항공기의 비행안전에 영향을 미치는 사항

는 사항

- 기장의 서명
- 제작 후의 총비행시간과 최근의 오버홀 후의 총 비행시간
- 정비등의 실시에 관한 다음의 사항
 - 실시 연월일 및 장소
 - 실시 이유, 정비등의 위치와 교환 부품명
 - 확인 연월일 및 확인자의 서명 또는 날인

○ 항공레저스포츠사업에 종사하는 경량항공기 조종사는 다음의 사항을 준수하여야 한다.

- 비행 전에 해당 경량항공기의 이상 유무를 점검하고, 항공기의 안전 운항에 지장을 주는 이상이 있을 경우에는 비행을 중단할 것
- 비행 전에 비행안전을 위한 주의사항에

- 대하여 동승자에게 충분히 설명할 것
 - 이륙 시 해당 경량항공기의 제작자가 정한 최대이륙중량을 초과하지 아니하게 할 것
 - 이륙 또는 착륙 시 해당 경량항공기의 제작자가 정한 거리 기준을 충족하는 활주로를 이용할 것
 - 동승자에 관한 인적사항(성명, 생년월일 및 주소)을 기록하고 유지할 것
- ㉔ 항공안전법 제120조(경량항공기 조종사의 준수사항), 시행규칙 제298조(경량항공기 조종사의 준수사항)

5.3 경량항공기의 비행제한

- 경량항공기의 비행제한에 대하여 항공안전법 제79조(항공기의 비행제한 등)를 준용하도록 항공안전법 제121조(경량항공기에 대한 준용규정)에서 명시하고 있으며, 경량항공기 운항과 관계되는 비행제한 부분들은 아래와 같다.
 - 비관제구역 또는 주의구역에서 경량항공기를 운항하려는 사람은 그 구역에 대하여 국토교통부장관이 정하여 공고하는 비행의 방식 및 절차에 따라야 한다.
- ㉕ 비관제구역 : 관제구역 외의 구역으로서 항공기의 조종사에게 비행에 관한 조언·비행정보 등을 제공할 필요가 있는

- 구역 ㉖ 항공안전법 제78조(구역 등의 지정)
- ㉗ 주의구역 : 항공기의 조종사가 비행 시 특별한 주의·경계·식별 등이 필요한 구역
- 경량항공기를 운항하려는 사람은 통제구역에서 비행해서는 아니 된다. 다만, 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관의 허가를 받아 그 구역에 대하여 국토교통부장관이 정하는 비행의 방식 및 절차에 따라 비행하는 경우에는 그러하지 아니하다.
- ㉘ 통제구역 : 항공교통의 안전을 위하여 항공기의 비행을 금지하거나 제한할 필요가 있는 구역
- 통제구역에서의 비행허가 : 통제구역에서 비행하려는 자는 통제구역 비행허가 신청서(항공안전법 시행규칙 별지 제84호 서식)를 지방항공청장에게 제출하여야 한다. 다만, 비행 중인 경우에는 무선통신 등의 방법을 사용하여 지방항공청장에게 제출할 수 있다.
- ㉙ 항공안전법 제121조(경량항공기에 대한 준용규정), 시행규칙 제222조(통제구역에서의 비행허가), ㉚ ㉔ 항공안전법 제78조(구역 등의 지정), 제79조(항공기의 비행제한 등)

5.4 주류등 제한

- 주류등의 섭취·사용 제한에 대하여 항공안전법 제57조(주류등의 섭취·사용 제한)를 준용하도록 항공안전법 제121조(경량항공기에 대한 준용규정)에서 명시하고 있으며, 경량항공기 운항과 관계되는 주류등의 섭취·사용 제한 부분들은 아래와 같다.
 - 경량항공기조종사(조종연습을 하는 사람을 포함)은 「주세법」 제3조제1호에 따른 주류, 「마약류 관리에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 마약류 또는 「화학물질관리법」 제22조제1항에 따른 환각물질 등(이하 “주류등”이라 한다)의 영향으로 정상적으로 업무를 수행할 수 없는 상태에서는 업무를 수행하여서는 아니 된다.
 - 경량항공기조종사(조종연습을 하는 사람을 포함)가 업무에 종사하는 동안에는 주류등을 섭취하거나 사용해서는 아니 된다.
 - 국토교통부장관(또는 소속 공무원)은 주류등의 섭취 및 사용 여부를 호흡측정기 검사 등의 방법으로 측정할 수 있으며, 경량항공기조종사(조종연습을 하는 사람을 포함)는 이러한 측정에 응하여야 한다.
 - 국토교통부장관(또는 소속 공무원)은 경량항공기조종사(조종연습을 하는 사람을

포함)가 주류등의 측정 결과에 불복하면 경량항공기조종사(조종연습을 하는 사람을 포함)의 동의를 받아 혈액 채취 또는 소변 검사 등의 방법으로 주류등의 섭취 및 사용 여부를 다시 측정할 수 있다.

- 주류등의 영향으로 경량항공기조종사의 업무를 정상적으로 수행할 수 없는 상태의 기준은 다음과 같다.
 - 주정성분이 있는 음료의 섭취로 혈중 알코올농도가 0.02퍼센트 이상인 경우
 - 「마약류 관리에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 마약류를 사용한 경우
 - 「화학물질관리법」 제22조제1항에 따른 환각물질을 사용한 경우
- ⑩ 항공안전법 제121조(경량항공기에 대한 준용규정), 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), ⑪ ⑫ ⑬ 항공안전법 제57조(주류등의 섭취·사용 제한), 항공안전법 시행규칙 제129조(주류등의 종류 및 측정 등)

5.5 항공교통관제 업무

5.5.1 항공교통업무의 제공 등

- 국토교통부장관 또는 항공교통업무증명을 받은 자는 비행장, 공항, 관제권 또는 관제구에서 항공기 또는 경량항공기 등에 항

공교통관제 업무를 제공할 수 있다.

- 국토교통부장관 또는 항공교통업무증명을 받은 자는 비행정보구역에서 항공기 또는 경량항공기의 안전하고 효율적인 운항을 위하여 비행장, 공항 및 항행안전시설의 운용 상태 등 항공기 또는 경량항공기의 운항과 관련된 조인 및 정보를 조종사 또는 관련 기관 등에 제공할 수 있다.
- 국토교통부장관 또는 항공교통업무증명을 받은 자는 비행정보구역에서 수색·구조를 필요로 하는 항공기 또는 경량항공기에 관한 정보를 조종사 또는 관련 기관 등에 제공할 수 있다.

⑱ 항공안전법 제83조(항공교통업무의 제공 등)

5.5.2 항공교통관제 업무 지시의 준수

- 경량항공기에 대한 항공교통관제 업무 지시의 준수에 대하여 항공안전법 제84조(항공교통관제 업무 지시의 준수)를 준용하도록 항공안전법 제121조(경량항공기에 대한 준용규정)에서 명시하고 있다.
- 비행장(또는 이착륙장), 공항, 관제권 또는 관제구에서 경량항공기를 이동·이륙·착륙시키거나 비행하려는 자는 국토교통부장관 또는 항공교통업무증명을 받은 자가 지시하는 이동·이륙·착륙의 순서 및 시기와 비행의 방법에 따라야 한다.

- 비행장 또는 공항의 이동지역에서 차량의 운행, 비행장 또는 공항의 유지·보수, 그 밖의 업무를 수행하는 자는 항공교통의 안전을 위하여 국토교통부장관 또는 항공교통업무증명을 받은 자의 지시에 따라야 한다.

⑲ 항공안전법 제121조(경량항공기에 대한 준용규정), ⑳ 제84조(항공교통관제 업무 지시의 준수)

5.5.3 항공안전 관련 정보의 복창

- 경량항공기 조종사는 항공교통업무증명을 받은 자가 지시하는 이동·이륙·착륙의 순서 및 시기와 비행의 방법에 따라 관할 항공교통관제기관에서 음성으로 전달된 항공안전 관련 항공교통관제의 허가 또는 지시사항을 복창하여야 한다. 이 경우 다음의 사항은 반드시 복창하여야 한다.

- 항공로의 허가사항
- 활주로의 진입, 착륙, 이륙, 대기, 횡단 및 역방향 주행에 대한 허가 또는 지시사항
- 사용 활주로, 고도계 수정치, 2차 감시 항공교통관제 레이더용 트랜스ponder (Mode 3/A 및 Mode C SSR transponder)의 배정부호, 고도지시, 기수지시, 속도지시 및 전이고도

- 경량항공기 조종사는 반드시 복창하여야

하는 사항에 대하여 해당 항공교통관제기관의 허가 또는 지시사항을 이해하고 있고 그에 따르겠다는 것을 명확한 방법으로 복창하거나 응답하여야 한다.

- 항공교통관제사는 경량항공기 조종사가 반드시 복창하여야 하는 사항에 따른 항공교통관제의 허가 또는 지시사항에 대하여 항공기의 조종사가 정확하게 인지하였는지 여부를 확인하기 위하여 복창을 경청하여야 하며, 그 복창에 틀린 사항이 있을 때에는 즉시 시정조치를 하여야 한다.
- 경량항공기 조종사가 반드시 복창하여야 하는 사항을 항공교통관제사와 조종사간 데이터통신(CPDLC)에 의하여 항공교통관제의 허가 또는 지시사항이 전달되는 경우에는 음성으로 복창을 하지 아니할 수 있다.

⑮ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), ⑯ 항공안전법 시행규칙 제247조(항공안전 관련 정보의 복창)

5.6 비행규칙

5.6.1 경량항공기 운항 관련 비행규칙

경량항공기의 비행규칙에 대하여 항공안전법 제67조(항공기의 비행규칙)를 준용하도록 항공안전법 제121조(경량항공기에 대한 준용규정)에서 명시하고 있으며, 경량항공기 운항과 관

계되는 비행규칙 부분들은 아래와 같다.

- 재산 및 인명을 보호하기 위한 비행절차 등 일반적인 사항에 관한 규칙
- 시계비행에 관한 규칙
- 비행계획의 작성·제출·접수 및 통보 등에 관한 규칙
- 그 밖에 비행안전을 위하여 필요한 사항에 관한 규칙

⑰ 항공안전법 제121조(경량항공기에 대한 준용규정), ⑱ 제67조(항공기의 비행규칙)

5.6.2 비행규칙의 준수 등

- 경량항공기 조종사는 비행규칙에 따라 비행하여야 한다. 다만, 안전을 위하여 불가피한 경우에는 그러하지 아니하다.
- 경량항공기 조종사는 비행을 하기 전에 현재의 기상관측보고, 기상예보, 소요 연료량, 대체 비행경로 및 그 밖에 비행에 필요한 정보를 숙지하여야 한다.
- 경량항공기 조종사는 인명이나 재산에 피해가 발생하지 아니하도록 주의하여 비행하여야 한다.
- 경량항공기 조종사는 다른 항공기 또는 그 밖의 물체와 충돌하지 아니하도록 비행하여야 하며, 충돌을 예방하기 위한 조치를 하여야 한다.

⑰ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), ⑲ 제161조(비행규칙의 준수 등)

5.6.3 경량항공기의 지상이동

경량항공기 조종사는 비행장(또는 이착륙장) 안의 이동지역에서 이동하는 항공기(또는 경량항공기)는 충돌예방을 위하여 다음의 기준에 따라야 한다.

- 정면 또는 이와 유사하게 접근하는 항공기(또는 경량항공기) 상호 간에는 모두 정지하거나 가능한 경우에는 충분한 간격이 유지되도록 각각 오른쪽으로 진로를 바꿀 것
- 교차하거나 이와 유사하게 접근하는 항공기(또는 경량항공기) 상호 간에는 다른 항공기(또는 경량항공기)를 우측으로 보는 항공기(또는 경량항공기)가 진로를 양보할 것
- 추월하는 항공기(또는 경량항공기)는 다른 항공기(또는 경량항공기)의 통행에 지장을 주지 아니하도록 충분한 분리 간격을 유지할 것
- 기동지역에서 지상이동 하는 항공기(또는 경량항공기)는 관제탑의 지시가 없는 경우에는 활주로진입전대기지점(Runway Holding Position)에서 정지·대기할 것
- 기동지역에서 지상이동하는 항공기(또는 경량항공기)는 정지선등(Stop Bar Lights)이 켜져 있는 경우에는 정지·대기하고, 정지선등이 꺼질 때에 이동할 것

Ⓜ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), Ⓜ 제162조(항공기의 지상이동)

5.6.4 비행장 또는 그 주변에서의 비행

○ 비행장 또는 그 주변을 비행하는 경량항공기 조종사는 다음의 기준에 따라야 한다.

- 이륙하려는 항공기(또는 경량항공기)는 안전고도 미만의 고도 또는 안전속도 미만의 속도에서 선회하지 말 것
- 해당 비행장(또는 이착륙장)의 이륙기상 최저치 미만의 기상상태에서는 이륙하지 말 것
- 해당 비행장(또는 이착륙장)의 시계비행 착륙기상최저치 미만의 기상상태에서는 시계비행방식으로 착륙을 시도하지 말 것
- 해당 비행장(또는 이착륙장)을 관할하는 항공교통관제기관과 무선통신을 유지할 것
- 다음의 경우, 비행장 또는 그 주변을 비행하는 경량항공기 조종사는 항공교통관제 기관으로부터 다른 지시를 받은 경우에는 그 지시에 따라야 한다.
 - 비행로, 교통장주, 그 밖에 해당 비행장(또는 이착륙장)에 대하여 정하여진 비행 방식 및 절차에 따를 것
 - 다른 항공기(또는 경량항공기) 다음에 이륙하려는 항공기(또는 경량항공기)는 그 다른 항공기(또는 경량항공기)가 이륙하여 활주로의 종단을 통과하기 전에는 이륙을 위한 활주를 시작하지 말 것

- 다른 항공기(또는 경량항공기) 다음에 착륙하려는 항공기(또는 경량항공기)는 그 다른 항공기(또는 경량항공기)가 착륙하여 활주로 밖으로 나가기 전에는 착륙하기 위하여 그 활주로 시단을 통과하지 말 것
- 이륙하는 다른 항공기(또는 경량항공기) 다음에 착륙하려는 항공기(또는 경량항공기)는 그 다른 항공기(또는 경량항공기)가 이륙하여 활주로의 종단을 통과하기 전에는 착륙하기 위하여 해당 활주로의 시단을 통과하지 말 것
- 착륙하는 다른 항공기(또는 경량항공기) 다음에 이륙하려는 항공기(또는 경량항공기)는 그 다른 항공기(또는 경량항공기)가 착륙하여 활주로 밖으로 나가기 전에 이륙하기 위한 활주를 시작하지 말 것
- 기동지역 및 비행장(또는 이착륙장) 주변에서 비행하는 항공기(또는 경량항공기)를 관찰할 것
- 다른 항공기(또는 경량항공기)가 사용하고 있는 교통장주를 회피하거나 지시에

따라 비행할 것

- 비행장(또는 이착륙장)에 착륙하기 위하여 접근하거나 이륙 중 선회가 필요할 경우에는 달리 지시를 받은 경우를 제외하고는 좌선회할 것
- 비행안전, 활주로의 배치 및 항공교통상황 등을 고려하여 필요한 경우를 제외하고는 바람이 불어오는 방향으로 이륙 및 착륙할 것

Ⓜ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), ㉠ 제163조(비행장 또는 그 주변에서의 비행)

5.6.5 순항고도

- 경량항공기가 관제구 또는 관제권을 비행하는 경우에는 항공교통관제기관이 지시하는 고도를 따라서 비행하여야 한다.
- 경량항공기에 해당하는 순항고도는 다음 표 5-4와 같다.

5.6.6 기압고도계의 수정

비행을 하는 경량항공기의 기압고도계는 다

[표 5-4] 비행방향별 경량항공기의 순항고도

000°에서 179°까지 시계비행		180°에서 359°까지 시계비행	
비행고도 (Flight Level)	고도(ft) (Altitude)	비행고도 (Flight Level)	고도(ft) (Altitude)
035	3500	045	4500
015	1500	025	2500

Ⓜ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), ㉠ 제164조(순항고도), 별표 21

음의 기준에 따라 수정하여야 한다.

- 항공교통관제기관이 비행로를 따라 185km (100해리) 이내에 있는 경우 항공교통관제 기관로 부터 통보받은 QNH로 수정할 것
(※) QNH는 전이고도 14,000ft 이하에서 사용되며, 평균해면으로부터 고도를 표시하도록 고도계를 출발비행장 활주로의 표고를 표시하도록 기압고도계를 맞추는 방식,
- 비행로를 따라 185km(100해리) 이내에 항공교통관제기관이 없는 경우에는 비행정보기관 등으로부터 받은 최신 QNH로 수정할 것
(※) 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), (준) 제165조(기압고도계의 수정)

5.6.7 통행의 우선순위

- 교차하거나 그와 유사하게 접근하는 고도의 항공기(또는 경량항공기) 상호간에는 다음에 따라 진로를 양보하여야 한다.
 - 비행기·헬리콥터는 비행선, 활공기 및 기구류에 진로를 양보할 것
 - 비행기·헬리콥터·비행선은 항공기 또는 그 밖의 물건을 예항(曳航)하는 다른 항공기에 진로를 양보할 것
 - 비행선은 활공기 및 기구류에 진로를 양보할 것
 - 활공기는 기구류에 진로를 양보할 것

- 항공기(또는 경량항공기)를 우측으로 보는 항공기(또는 경량항공기)가 진로를 양보할 것
- 비행 중이거나 지상 또는 수상에서 운항 중인 항공기(또는 경량항공기)는 착륙 중이거나 착륙하기 위하여 최종접근 중인 항공기(또는 경량항공기)에 진로를 양보하여야 한다.
- 착륙을 위하여 비행장(또는 이착륙장)에 접근하는 항공기(또는 경량항공기) 상호간에는 높은 고도에 있는 항공기(또는 경량항공기)가 낮은 고도에 있는 항공기(또는 경량항공기)에 진로를 양보하여야 한다. 이 경우 낮은 고도에 있는 항공기(또는 경량항공기)는 최종 접근단계에 있는 다른 항공기(또는 경량항공기)의 전방에 끼어들거나 그 항공기(또는 경량항공기)를 추월해서는 아니 된다.
- 비행기, 헬리콥터 또는 비행선은 착륙을 위하여 비행장(또는 이착륙장)에 접근하는 활공기에 진로를 양보하여야 한다.
- 비상착륙하는 항공기(또는 경량항공기)를 인지한 항공기(또는 경량항공기)는 그 항공기(또는 경량항공기)에 진로를 양보하여야 한다.
- 비행장(또는 이착륙장) 안의 기동지역에서 운항하는 항공기(또는 경량항공기)는 이륙 중이거나 이륙하려는 항공기(또는 경량항공기)에 진로를 양보하여야 한다.

㉔ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), ㉕ 제166조(통행의 우선순위)

5.6.8 진로와 속도 등

- 통행의 우선순위를 가진 항공기(또는 경량항공기)는 그 진로와 속도를 유지하여야 한다.
- 다른 항공기(또는 경량항공기)에 진로를 양보하는 항공기(또는 경량항공기)는 그 다른 항공기(또는 경량항공기)의 상하 또는 전방을 통과해서는 아니 된다. 다만, 충분한 거리 및 항적난기류의 영향을 고려하여 통과하는 경우에는 그러하지 아니하다.
- 두 항공기(또는 경량항공기)가 충돌할 위험이 있을 정도로 정면 또는 이와 유사하게 접근하는 경우에는 서로 기수(機首)를 오른쪽으로 돌려야 한다.
- 다른 항공기(또는 경량항공기)의 후방 좌·우 70도 미만의 각도에서 그 항공기(또는 경량항공기)를 추월(상승 또는 강하에 의한 추월을 포함한다)하려는 항공기(또는 경량항공기)는 추월당하는 항공기(또는 경량항공기)의 오른쪽을 통과하여야 한다. 이 경우 추월하는 항공기(또는 경량항공기)는 추월당하는 항공기(또는 경량항공기)와 간격을 유지하며, 추월당하는 항공

기(또는 경량항공기)의 진로를 방해해서는 아니 된다.

㉔ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), ㉕ 제167조(진로와 속도 등)

5.6.9 수상에서의 충돌예방

수상에서 항공기(또는 경량항공기)를 운항하려는 자는 「해사안전법」에서 달리 정한 것이 없으면 다음의 기준에 따라 운항하거나 이동하여야 한다.

- 항공기(또는 경량항공기)와 다른 항공기(또는 경량항공기) 또는 선박이 근접하는 경우에는 주변 상황과 그 다른 항공기(또는 경량항공기) 또는 선박의 이동상황을 고려하여 운항할 것
- 항공기(또는 경량항공기)와 다른 항공기(또는 경량항공기) 또는 선박이 교차하거나 이와 유사하게 접근하는 경우에는 그 다른 항공기(또는 경량항공기) 또는 선박을 오른쪽으로 보는 항공기(또는 경량항공기)가 진로를 양보하고 충분한 간격을 유지할 것
- 항공기(또는 경량항공기)와 다른 항공기(또는 경량항공기) 또는 선박이 정면 또는 이와 유사하게 접근하는 경우에는 서로 기수를 오른쪽으로 돌리고 충분한 간격을 유지할 것

- 추월하려는 항공기(또는 경량항공기)는 충돌을 피할 수 있도록 진로를 변경하여 추월할 것
- 수상에서 이륙하거나 착륙하는 항공기(또는 경량항공기)는 수상의 모든 항공기(또는 경량항공기) 또는 선박으로부터 충분한 간격을 유지하여 선박의 항해를 방해하지 말 것

㉠ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), ㉡ 제168조(수상에서의 충돌예방)

5.6.10 편대비행

- 2대 이상의 경량항공기로 편대비행(編隊飛行)을 하려는 기장은 미리 다음의 사항에 관하여 다른 기장과 협의하여야 한다.
 - 편대비행의 실시계획
 - 편대의 형(形)
 - 선회 및 그 밖의 행동 요령
 - 신호 및 그 의미
 - 그 밖에 필요한 사항
- 관제구역 내에서 편대비행을 하려는 경량항공기의 기장은 다음의 사항을 준수하여야 한다.
 - 편대 책임기장은 편대비행 경량항공기들을 단일 경량항공기로 취급하여 관할 항공교통관제기관에 비행 위치를 보고할 것
 - 편대 책임기장은 편대 내의 경량항공기

들을 집결 또는 분산 시 적절하게 분리할 것

- 편대를 책임지는 경량항공기로부터 편대 내의 경량항공기들을 종적 및 횡적으로는 1km, 수직으로는 30m 이내의 분리를 할 것

㉠ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), ㉡ 제170조(편대비행)

5.6.11 시계비행의 금지

- 경량항공기는 최저비행고도 미만의 고도로 비행하여서는 아니 된다. 다만, 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그러하지 아니하다.

- 이륙하거나 착륙하는 경우
- 항공교통업무기관의 허가를 받은 경우
- 비상상황의 경우로서 지상의 사람이나 재산에 위해를 주지 아니하고 착륙할 수 있는 고도인 경우

㉠ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), ㉡ 제172조(시계비행의 금지)

5.6.12 시계비행방식에 의한 비행

- 경량항공기는 지표면 또는 수면상공 900m(3천피트) 이상을 비행할 경우에는 순항고도에 따라 비행하여야 한다. 다만,

관할 항공교통업무기관의 허가를 받은 경우에는 항공교통업무기관의 허가에 따라야 한다.

○ 경량항공기는 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에는 항공교통관제기관의 지시에 따라 비행하여야 한다.

- B, C 또는 D등급의 공역 내에서 비행하는 경우
- 관제비행장의 부근 또는 기동지역에서 운항하는 경우
- 특별시계비행방식에 따라 비행하는 경우

○ 관제권 안에서 시계비행방식으로 비행하는 경량항공기는 비행정보를 제공하는 관할 항공교통업무기관과 공대지통신(空對地通信)을 유지·경청하고, 필요한 경우에는 위치보고를 하여야 한다.

④ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), ⑤ 제173조(시계비행방식에 의한 비행)

5.6.13 통신

○ 관제비행을 하는 경량항공기는 관할 항공교통관제기관과 공대지 양방향 무선통신을 유지하고 그 항공교통관제기관의 음성통신을 경청하여야 한다.

○ 무선통신을 유지할 수 없는 경량항공기(이하 “통신두절항공기”라 한다)는 국토교통부장관이 고시하는 교신절차에 따라야 하

며, 관제비행장의 기동지역 또는 주변을 운항하는 경량항공기는 관제탑의 시각 신호에 따른 지시를 계속 주시하여야 한다.

○ 통신두절항공기는 시계비행 기상상태인 경우에는 시계비행방식으로 비행을 계속하여 가장 가까운 착륙 가능한 비행장(또는 이착륙장)에 착륙한 후 도착 사실을 지체 없이 관할 항공교통관제기관에 통보하여야 한다.

④ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), ⑤ 제190조(통신)

5.6.14 위치보고

○ 관제비행을 하는 항공기는 국토교통부장관이 정하여 고시하는 위치통보지점에서 가능한 한 신속히 다음의 사항을 관할 항공교통업무기관에 보고(이하 “위치보고”라 한다)하여야 한다. 다만, 레이더에 의하여 관제를 받는 경우로서 관할 항공교통관제기관이 별도로 위치보고를 요구하지 아니하는 경우에는 그러하지 아니하다.

- 경량항공기의 식별부호
- 해당 위치통보지점의 통과시각과 고도
- 그 밖에 경량항공기의 안전항행에 영향을 미칠 수 있는 사항

○ 관제비행을 하는 경량항공기는 비행 중에 관할 항공교통업무기관으로부터 위치보고를 요청받은 경우에는 즉시 위치보고를 하

여야 한다.

- 위치통보지점이 설정되지 아니한 경우에는 관할 항공교통업무기관이 지정한 시간 또는 거리 간격으로 위치보고를 하여야 한다.
- 관제비행을 하는 경량항공기로서 데이터링크통신을 이용하여 위치보고를 하는 경량항공기는 관할 항공교통관제기관이 요구하는 경우에는 음성통신을 이용하여 위치보고를 하여야 한다.

⑩ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), ⑪ 제191조(위치보고)

5.6.15 시간

- 경량항공기의 운항과 관련된 시간을 전파하거나 보고하려는 자는 국제표준시(UTC, Coordinated Universal Time)를 사용하여야 하며, 시각은 자정을 기준으로 하루 24시간을 시·분으로 표시하되, 필요하면 초 단위까지 표시하여야 한다.
- 관제비행을 하려는 자는 관제비행의 시작 전과 비행 중에 필요하면 시간을 점검하여야 한다.
- 데이터링크통신에 따라 시간을 이용하려는 경우에는 국제표준시를 기준으로 1초 이내의 정확도를 유지·관리하여야 한다.

⑩ 항공안전법 시행규칙 제300조(항공기에 관한 규정의 준용), ⑪ 제195조(시간)

5.6.16 신호

항공법규의 비행규칙에 따라 비행하는 항공기는 다음에서 정하는 신호를 인지하거나 수신할 경우에는 그 신호에 따라 요구되는 조치를 하여야 한다.

5.6.16.1 조난신호

조난에 처한 항공기가 다음의 신호를 복합적 또는 각각 사용할 경우에는 중대하고 절박한 위험에 처해 있고 즉각적인 도움이 필요함을 나타낸다.

- 무선전신 또는 그 밖의 신호방법에 의한 “SOS” 신호(모스부호는 …— — — — —)
- 짧은 간격으로 한 번에 1발씩 발사되는 붉은색불빛을 내는 로켓 또는 대포
- 붉은색불빛을 내는 낙하산 부착 불빛
- 조난에 처한 항공기는 상기 (가)(나)(다)에도 불구하고 주의를 끌고, 자신의 위치를 알리며, 도움을 얻기 위한 어떠한 방법도 사용할 수 있다.

5.6.16.2 긴급신호

- 항공기 조종사가 착륙등 스위치의 개폐를 반복하거나 점멸항행등과는 구분되는 방법으로 항행등 스위치의 개폐를 반복하는 신호를 복합적으로 또는 각각 사용할 경우

에는 즉각적인 도움은 필요하지 않으나 불가피하게 착륙해야 할 어려움이 있음을 나타낸다.

- 아래의 신호가 복합적으로 또는 각각 따로 사용될 경우에는 이는 선박, 항공기 또는 다른 차량, 탑승자 또는 목격된 자의 안전에 관하여 매우 긴급한 통보 사항을 가지고 있음을 나타낸다.
 - 무선전신 또는 그 밖의 신호방법에 의한 “XXX” 신호
 - 무선전화로 송신되는 “PAN PAN”

5.6.16.3 비행제한구역, 비행금지구역 또는 위험구역 침범 경고신호

지상에서 10초 간격으로 발사되어 붉은색 및 녹색의 불빛이나 별모양으로 폭발하는 신호탄은 비인가 항공기가 비행제한구역, 비행금지구역 또는 위험구역을 침범하였거나 침범하려고 한 상태임을 나타내며, 해당 항공기는 이에 필요한 시정조치를 해야 함을 나타낸다.

5.6.16.4 무선통신 두절 시의 연락방법

- 빗총신호 : 표 5-5
- 항공기의 응신 : 비행 중인 경우
 - 주간: 날개를 흔든다. 다만, 최종 선회구간(base leg) 또는 최종 접근구간(final leg)에 있는 항공기의 경우에는 그러하지 아니하다.
 - 야간: 착륙등이 장착된 경우에는 착륙등을 2회 점멸하고, 착륙등이 장착되지 않은 경우에는 항행등을 2회 점멸한다.
- 항공기의 응신 : 지상에 있는 경우
 - 주간: 항공기의 보조익 또는 방향타를 움직인다.
 - 야간: 착륙등이 장착된 경우에는 착륙등을 2회 점멸하고, 착륙등이 장착되지 않은 경우에는 항행등을 2회 점멸한다.

⑩ 항공안전법 시행규칙 제194조(신호), 별표 26

[표 5-5] 빗총신호의 종류 및 의미

신호의 종류	의미		
	비행 중인 항공기	지상에 있는 항공기	차량·장비 및 사람
연속되는 녹색	착륙을 허가함	이륙을 허가함	통과하거나 진행할 것
연속되는 붉은색	다른 항공기에 진로를 양보하고 계속 선회할 것	정지할 것	정지할 것
깜박이는 녹색	착륙을 준비할 것	지상 이동을 허가함	
깜박이는 붉은색	비행장이 불안정하니 착륙하지 말 것	사용 중인 착륙지역으로부터 벗어날 것	활주로 또는 유도로에서 벗어날 것
깜박이는 흰색	착륙하여 계류장으로 갈 것	비행장 안의 출발지점으로 돌아 갈 것	비행장 안의 출발지점으로 돌아갈 것

5.7 공항시설

5.7.1 정의

- “공항시설”이란 공항구역에 있는 시설과 공항구역 밖에 있는 시설 중 대통령령으로 정하는 시설로서 국토교통부장관이 지정한 다음의 시설을 말한다.
 - (가) 항공기의 이륙·착륙 및 항행을 위한 시설과 그 부대시설 및 지원시설
 - (나) 항공 여객 및 화물의 운송을 위한 시설과 그 부대시설 및 지원시설
- “비행장시설”이란 비행장에 설치된 항공기의 이륙·착륙을 위한 시설과 그 부대시설로서 국토교통부장관이 지정한 시설을 말한다.
- “활주로”란 항공기 착륙과 이륙을 위하여 국토교통부령으로 정하는 크기로 이루어지는 공항 또는 비행장에 설정된 구역을 말한다.
- “착륙대”(着陸帶)란 활주로나 항공기가 활주로를 이탈하는 경우 항공기와 탑승자의 피해를 줄이기 위하여 활주로 주변에 설치하는 안전지대로서 국토교통부령으로 정하는 크기로 이루어지는 활주로 중심선에 중심을 두는 직사각형의 지표면 또는 수면을 말한다.
- “장애물 제한표면”이란 항공기의 안전운

항을 위하여 공항 또는 비행장 주변에 장애물(항공기의 안전운항을 방해하는 지형·지물 등을 말한다)의 설치 등이 제한되는 표면으로서 대통령령으로 정하는 구역을 말한다.

- “항행안전시설”이란 유선통신, 무선통신, 인공위성, 불빛, 색채 또는 전파(電波)를 이용하여 항공기의 항행을 돕기 위한 시설로서 국토교통부령으로 정하는 시설을 말한다.
- “항공등화”란 불빛, 색채 또는 형상(形象)을 이용하여 항공기의 항행을 돕기 위한 항행안전시설로서 국토교통부령으로 정하는 시설을 말한다.
- “항행안전무선시설”이란 전파를 이용하여 항공기의 항행을 돕기 위한 시설로서 국토교통부령으로 정하는 시설을 말한다.
- “항공정보통신시설”이란 전기통신을 이용하여 항공교통업무에 필요한 정보를 제공·교환하기 위한 시설로서 국토교통부령으로 정하는 시설을 말한다.

④ *공항시설법 제2조(정의)*

5.7.2 공항시설의 구분

- 기본시설 : 공항시설의 기본시설은 아래의 시설을 말한다.
 - 활주로, 유도로, 계류장, 착륙대 등 항공기의 이착륙시설

- 여객터미널, 화물터미널 등 여객시설 및 화물처리시설
 - 항행안전시설
 - 관제소, 송수신소, 통신소 등의 통신시설
 - 기상관측시설
 - 공항 이용객을 위한 주차시설 및 경비·보안시설
 - 공항 이용객에 대한 홍보시설 및 안내시설
 - 지원시설 : 공항시설의 지원시설은 아래의 시설을 말한다.
 - 항공기 및 지상조업장비의 점검·정비 등을 위한 시설
 - 운항관리시설, 의료시설, 교육훈련시설, 소방시설 및 기내식 제조·공급 등을 위한 시설
 - 공항의 운영 및 유지·보수를 위한 공항 운영·관리시설
 - 공항 이용객 편의시설 및 공항근무자 후생복지시설
 - 공항 이용객을 위한 업무·숙박·판매·위락·운동·전시 및 관람집회 시설
 - 공항교통시설 및 조정시설, 방음벽, 공해배출 방지시설 등 환경보호시설
 - 공항과 관련된 상하수도 시설 및 전력·통신·냉난방 시설
 - 항공기 급유시설 및 유류의 저장·관리 시설
 - 항공화물을 보관하기 위한 창고시설
 - 공항의 운영·관리와 항공운송사업 및 이와 관련된 사업에 필요한 건축물에 부속되는 시설
 - 공항과 관련된 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조제3호에 따른 신에너지 및 재생에너지 설비
 - 도심공항터미널
 - 헬기장에 있는 여객시설, 화물처리시설 및 운항지원시설
 - 공항구역 내에 있는 「자유무역지역의 지정 및 운영에 관한 법률」 제4조에 따라 지정된 자유무역지역에 설치하려는 시설로서 해당 공항의 원활한 운영을 위하여 필요하다고 인정하여 국토교통부장관이 지정·고시하는 시설
- ④ 공항시설법 시행령 제3조(공항시설의 구분)

5.7.3 장애물 제한표면

- 비계기접근 및 비정밀접근에 사용되는 활주로나 설치되는 비행장에 대한 장애물 제한표면의 종류는 아래와 같다. 다만, 항공기의 직진입(直進入) 이착륙 절차만 수립되어 있는 수상비행장의 경우에는 원추표면 및 수평표면에 대하여 적용하지 않는다.
 - 수평표면(비행장 및 그 주변의 상방(上方)에 수평한 평면을 말한다)
 - 원추표면(수평표면의 원주로부터 외측

- 상방으로 경사도를 갖는 표면을 말한다)
 - 진입표면(활주로 시단 또는 착륙대 끝의 앞에 있는 경사도를 갖는 표면을 말한다)
 - 전이표면(착륙대의 측면 및 진입표면 측면의 일부에서 수평표면에 연결되는 외측 상방으로 경사도를 갖는 복합된 표면을 말한다.)
- ⑩ 공항시설법 시행령 제5조(장애물 제한표면의 구분), 시행규칙 제4조(장애물 제한표면의 기준) 별표2

5.7.4 항행안전시설

국토교통부령으로 정하는 항행안전시설이란 다음 항공등화, 항행안전무선시설 및 항공정보통신시설을 말한다.

⑩ 공항시설법 시행규칙 제5조(항행안전시설)

5.7.4.1 항공등화

국토교통부령으로 정하는 항행안전시설의 항공등화시설은 아래의 시설을 말한다.

- 비행장등대(Aerodrome Beacon) : 항행 중인 항공기에 공항·비행장의 위치를 알려주기 위해 공항·비행장 또는 그 주변에 설치하는 등화
- 비행장 식별등대(Aerodrome Identification Beacon) : 항행 중인 항공기에 공항·비행장의 위치를 알려주기 위

- 해 모르스부호에 따라 명멸(明滅)하는 등화
- 진입등시스템(Approach Lighting Systems) : 착륙하려는 항공기에 진입로를 알려주기 위해 진입구역에 설치하는 등화
- 진입각지시등(Precision Approach Path Indicator) : 착륙하려는 항공기에 착륙시 진입각의 적정 여부를 알려주기 위해 활주로의 외측에 설치하는 등화
- 활주로등(Runway Edge Lights) : 이륙 또는 착륙하려는 항공기에 활주로를 알려주기 위해 그 활주로 양측에 설치하는 등화
- 활주로서단등(Runway Threshold Lights) : 이륙 또는 착륙하려는 항공기에 활주로의 시단을 알려주기 위해 활주로의 양 시단(始端)에 설치하는 등화
- 활주로서단연장등(Runway Threshold Wing Bar Lights) : 활주로서단등의 기능을 보조하기 위해 활주로 시단 부분에 설치하는 등화
- 활주로중심선등(Runway Center Line Lights) : 이륙 또는 착륙하려는 항공기에 활주로의 중심선을 알려주기 위해 그 중심선에 설치하는 등화
- 접지구역등(Touchdown Zone Lights) : 착륙하고자 하려는 항공기에 접지구역을 알려주기 위해 접지구역에 설치하는 등화
- 활주로거리등(Runway Distance Marker

- Sign) : 활주로를 주행 중인 항공기에 전방의 활주로 종단(終端)까지의 남은 거리를 알려주기 위해 설치하는 등화
- 활주로종단등(Runway End Lights) : 이륙 또는 착륙하려는 항공기에 활주로의 종단을 알려주기 위해 설치하는 등화
 - 활주로서단식별등 (Runway Threshold Identification Lights) : 착륙하려는 항공기에 활주로 시단의 위치를 알려주기 위해 활주로 시단의 양쪽에 설치하는 등화
 - 선회등(Circling Guidance Lights) : 체공 선회 중인 항공기가 기존의 진입등시스템과 활주로등만으로는 활주로 또는 진입지역을 충분히 식별하지 못하는 경우에 선회 비행을 안내하기 위해 활주로의 외측에 설치하는 등화
 - 유도로등(Taxiway Edge Lights) : 지상 주행 중인 항공기에 유도로 · 대기지역 또는 계류장 등의 가장자리를 알려주기 위해 설치하는 등화
 - 유도로중심선등(Taxiway Center Line Lights) : 지상주행 중인 항공기에 유도로의 중심 · 활주로 또는 계류장의 출입경로를 알려주기 위해 설치하는 등화
 - 활주로유도등(Runway Leading Lighting Systems) : 활주로의 진입경로를 알려주기 위해 진입로를 따라 집단으로 설치하는 등화
 - 일시정지위치등(Intermediate Holding Position Lights) : 지상 주행 중인 항공기에 일시 정지해야 하는 위치를 알려주기 위해 설치하는 등화
 - 정지선등(Stop Bar Lights) : 유도정지 위치를 표시하기 위해 유도로의 교차부분 또는 활주로 진입정지 위치에 설치하는 등화
 - 활주로경계등(Runway Guard Lights) : 활주로의 진입하기 전에 멈추어야 할 위치를 알려주기 위해 설치하는 등화
 - 풍향등(Illuminated Wind Direction Indicator) : 항공기에 풍향을 알려주기 위해 설치하는 등화
 - 지향신호등 (Signalling Lamp, Light Gun) : 항공교통의 안전을 위해 항공기 등에 필요한 신호를 보내기 위해 사용하는 등화
 - 착륙방향지시등(Landing Direction Indicator) : 착륙하려는 항공기에 착륙의 방향을 알려주기 위해 T자형 또는 4면체형의 물건에 설치하는 등화
 - 도로정지위치등(Road-holding Position Lights) : 활주로의 연결된 도로의 정지위치에 설치하는 등화
 - 정지로등(Stop Way Lights) : 항공기를 정지시킬 수 있는 지역의 정지로에 설치하는 등화
 - 금지구역등(Unserviceability Lights) : 항공기에 비행장 안의 사용금지 구역을 알려주기 위해 설치하는 등화

- 회전안내등(Turning Guidance Lights) : 회전구역에서의 회전경로를 보여주기 위해 회전구역 주변에 설치하는 등화
- 항공기주기장식별표지등(Aircraft Stand Identification Sign) : 주기장(駐機場)으로 진입하는 항공기에 주기장을 알려주기 위해 설치하는 등화
- 항공기주기장안내등(Aircraft Stand Maneuvering Guidance Lights) : 시정(視程)이 나쁠 경우 주기위치 또는 제빙(除氷)·방빙시설(防氷施設)을 알려주기 위해 설치하는 등화
- 계류장조명등(Apron Floodlighting) : 야간에 작업을 할 수 있도록 계류장에 설치하는 등화
- 시각주기유도시스템(Visual Docking Guidance System) : 항공기에 정확한 주기위치를 안내하기 위해 주기장에 설치하는 등화
- 유도로안내등(Taxiway Guidance Sign) : 지상 주행 중인 항공기에 목적지, 경로 및 분기점을 알려주기 위해 설치하는 등화
- 제빙·방빙시설출구등(De/Anti-Icing Facility Exit Lights) : 유도로에 인접해 있는 제빙·방빙시설을 알려주기 위해 출구에 설치하는 등화
- 비상용등화(Emergency Lighting) : 항공 등화의 고장 또는 정전에 대비하여 갖춰두는 이동형 비상등화
- 헬기장등대(Heliport Beacon) : 항행 중인 헬기에 헬기장의 위치를 알려주기 위해 헬기장 또는 그 주변에 설치하는 등화
- 헬기장진입등시스템(Heliport Approach Lighting System) : 착륙하려는 헬기에 그 진입로를 알려주기 위해 진입구역에 설치하는 등화
- 헬기장진입각지시등(Heliport Approach Path Indicator) : 착륙하려는 헬기에 착륙할 때의 진입각의 적정 여부를 알려주기 위해 설치하는 등화
- 시각정렬안내등(Visual Alignment Guidance System) : 헬기장으로 진입하는 헬기에 적절한 진입 방향을 알려주기 위해 설치하는 등화
- 진입구역등(Final Approach & Take-off Area Lights) : 헬기장의 진입구역 및 이륙구역의 경계 윤곽을 알려주기 위해 진입구역 및 이륙구역에 설치하는 등화
- 목표지점등(Aiming Point Lights) : 헬기장의 목표지점을 알려주기 위해 설치하는 등화
- 착륙구역등(Touchdown & Lift-off Area Lighting System) : 착륙구역을 조명하기 위해 설치하는 등화
- 견인지역조명등(Winching Area Floodlighting) : 야간에 사용하는 견인지역을 조명하기 위해 설치하는 등화
- 장애물조명등(Floodlighting of

- Obstacles) : 헬기장 지역의 장애물에 장애등을 설치하기가 곤란한 경우에 장애물을 표시하기 위해 설치하는 등화
- 간이접지구역등(Simple Touchdown Zone Lights) : 착륙하려는 항공기에 복행을 시작해도 되는지를 알려주기 위해 설치하는 등화
- 진입금지선등(No-entry Bar) : 교통수단이 부주의로 인하여 탈출전용 유도로용 유도도로에 진입하는 것을 예방하기 위해 하는 등화

⑩ 공항시설법 시행규칙 제6조(항공등화), 별 표 3 (항공등화의 종류)

5.7.4.2 항행안전무선시설

국토교통부령으로 정하는 항행안전시설의 항행안전무선시설은 아래의 시설을 말한다.

- 거리측정시설(DME)
- 계기착륙시설(ILS/MLS/TLS)
- 다변측정감시시설(MLAT)
- 레이더시설(ASR / ARSR / SSR / ARTS / ASDE / PAR)
- 무지향표지시설(NDB)
- 범용접속데이터통신시설(UAT)
- 위성항법감시시설(GNSS Monitoring System)
- 위성항법시설(GNSS / SBAS / GRAS / GBAS)
- 자동종속감시시설(ADS, ADS-B,

ADS-C)

- 전방향표지시설(VOR)
- 전술항행표지시설(TACAN)

⑪ 공항시설법 시행규칙 제7조(항행안전무선 시설)

5.7.4.3 항공정보통신시설

국토교통부령으로 정하는 항행안전시설의 항공정보통신시설은 아래의 시설을 말한다.

- 항공고정통신시설
 - 항공고정통신시스템(AFTN/MHS)
 - 항공관제정보교환시스템(AIDC)
 - 항공정보처리시스템(AMHS)
 - 항공종합통신시스템(ATN)
- 항공이동통신시설
 - 관제사·조종사간데이터링크 통신시설(CPDLC)
 - 단거리이동통신시설(VHF/UHF Radio)
 - 단파데이터이동통신시설(HFDL)
 - 단파이동통신시설(HF Radio)
 - 모드 S 데이터통신시설
 - 음성통신제어시설(VCCS, 항공직통전화 시설 및 녹음시설을 포함한다)
 - 초단파디지털이동통신시설(VDL, 항공기 출발허가시설 및 디지털공항정보방송시설을 포함한다)
 - 항공이동위성통신시설[AMS(R)S]
- 항공정보방송시설 : 공항정보방송시설(ATIS)

㉔ 공항시설법 시행규칙 제8조(항공정보통신 시설)

5.8 항공장애 표시등 및 주간표지

5.8.1 항공장애표시등의 설치 대상

5.8.1.1 장애물 제한구역 내부

장애물 제한구역(진입표면, 전이표면, 수평표면, 원추표면) 내부에 있는 물체로서 다음에 해당하는 경우에는 항공장애표시등을 설치하여야 한다.

- 비행장의 진입표면 또는 전이표면에 해당하는 장애물제한구역에 위치한 물체의 높이가 진입표면 또는 전이표면보다 높을 경우에는 표지를 설치하여야 하며, 비행장이 야간에 사용될 경우에는 표시등도 설치하여야 한다.
- 비행장의 수평표면 또는 원추표면에 해당하는 장애물 제한구역에 위치한 물체의 높이가 수평표면 또는 원추표면보다 높을 경우에는 표지를 설치하여야 하며, 비행장이 야간에 사용될 경우에는 표시등도 설치하여야 한다.
- 비행장 이동지역에서 이동하는 차량과 그 밖의 이동물체에는 표지를 설치하여야 하고, 차량과 비행장이 야간이나 저시정 조건에서 사용되는 경우에는 표시등도 설치

하여야 한다. 다만, 항공기, 계류장에서만 사용되는 항공기 조업장비와 차량은 제외한다.

- 비행장 이동지역 내의 지상으로 노출된 항공등화에는 표지를 설치하여야 한다. 다만, 지방항공청장이 항공기의 항행안전을 해칠 우려가 없다고 인정하는 경우에는 표지를 설치하지 아니할 수 있다.
- 지표 또는 수면으로부터 높이가 60m 이상인 물체에는 표시등과 표지를 설치하여야 한다.
- 그 밖의 물체들(수로나 고속도로와 같은 시계비행로에 인접한 물체를 포함한다) 중에서 지방항공청장의 항공학적 검토결과 항공기에 대한 위험요소라고 판단되는 물체에는 표시등이나 표지를 설치하여야 한다.

5.8.1.2 장애물 제한구역 밖

장애물 제한구역(진입표면, 전이표면, 수평표면, 원추표면) 밖에 있는 물체로서 다음에 해당하는 경우에는 항공장애표시등을 설치하여야 한다.

- 높이가 지표 또는 수면으로부터 150m 이상인 물체나 구조물에는 표시등과 표지를 설치하여야 한다.
- 높이가 지표 또는 수면으로부터 60m 이상인 다음의 물체나 구조물에는 표시등과 표지를 설치하여야 한다.

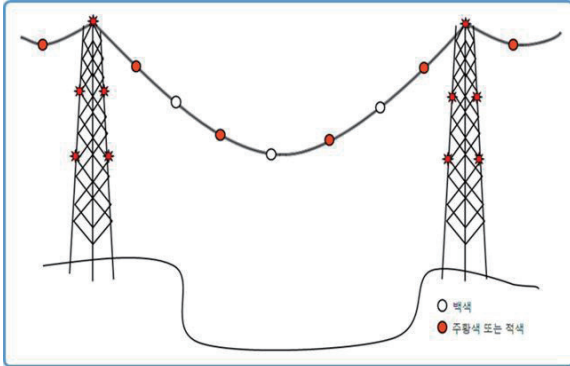
- 굴뚝, 철탑, 기둥, 그 밖에 높이에 비하여 그 폭이 좁은 물체 및 이들에 부착된 지선(支線)
- 철탑, 건설크레인 등 뼈대로 이루어진 구조물
- 건축물이나 구조물 위에 추가로 설치한 철탑, 송전탑 또는 공중선 등
- 가공선이나 케이블·현수선 및 이들을 지지하는 탑
- 계류기구와 계류용 선(주간에 시정이 5,000m 미만인 경우와 야간에 계류하는 것에 한한다)
- 풍력터빈
- 그 밖의 물체들(수로나 고속도로와 같은 시계비행로에 인접한 물체를 포함한다) 중에서 지방항공청장의 항공학적 검토결과 항공기에 대한 위험요소라고 판단되는 물체에는 표시등이나 표지 중 적어도 하나를 설치하여야 한다.

5.8.2 장애표지물의 설치

- 물체 위 또는 물체 주변에 표지하는 장애표지물은 그 물체의 위치를 식별하기 쉬운 위치에 다음의 조건을 충족하도록 설치하여야 한다.
 - 장애표지물의 색채는 흰색과 붉은색 또는 흰색과 주황색을 사용하여야 한다. 다만, 장애표지물의 색채가 주변과 대조하

여 눈에 잘 띄지 않는 경우는 다른 색을 사용할 수 있다.

- 장애표지물은 모든 방향에서 확인할 수 있어야 하며, 양호한 기상조건에서 항공기가 물체에 접근하여 공중에서 볼 경우에는 최소한 1,000m의 거리, 지상에서 볼 경우에는 최소한 300m의 거리에서 확인할 수 있어야 한다.
- 장애표지물의 형태는 다른 정보 전달용 표지물과 혼동되지 않도록 하여야 한다.
- 장애표지물의 설치로 인하여 해당 장애물의 위험성이 증가되지 않아야 한다.
- 공중선, 케이블 등에 설치하는 장애표지물은 다음의 기준을 충족하도록 설치하여야 한다.
 - 장애표지물은 직경이 60cm 이상인 구형(球形)이어야 한다.
 - 동일한 지지탑에 설치된 여러 개의 공중선 또는 케이블 등에 장애표지물을 설치하는 경우에는 해당 지점에서 가장 높은 위치에 있는 공중선 또는 케이블에 장애표지물을 설치하여야 한다.



[그림 5-2] 공중선, 케이블 장애표지물 설치

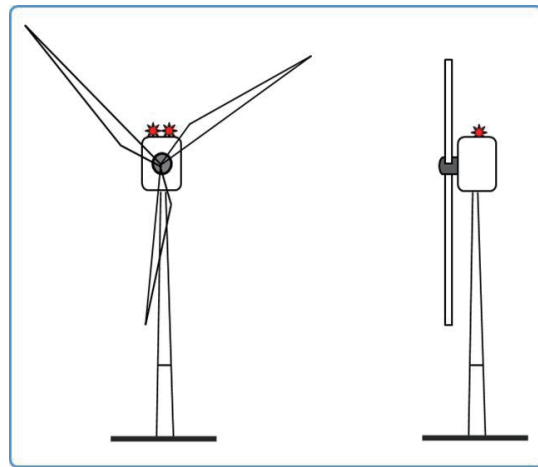
- 장애표지물의 설치 방법은 다음과 같다.
 - 둘 이상의 연속표지 또는 장애표지물과 지지탑 사이의 간격은 장애표지물의 직경에 따라 아래의 간격을 초과하여서는 아니 된다.
 - 장애표지물 직경이 60cm 이상 80cm 미만인 경우 30m
 - 장애표지물 직경이 80cm 이상 130cm 미만인 경우 35m
 - 장애표지물 직경이 130cm 이상인 경우 40m
 - 장애표지물은 흰색과 붉은색 또는 흰색과 주황색을 사용하여야 한다. 다만, 장애표지물의 색채가 주변과 대조하여 눈에 잘 띄지 아니할 경우에는 다른 색채를 사용할 수 있다.

5.8.3 풍력터빈의 표시등

5.8.3.1 1개 이하의 풍력터빈에는 다음과 같이

표시등을 설치할 것

- 전체 높이(날개가 모인 중심 부분 높이와 수직 날개 높이를 더한 높이를 말한다. 이하 이 조에서 같다.)가 150m 미만인 풍력터빈은 조종사가 어느 방향에서나 볼 수 있도록 터빈 상부에 중광도 A나 B 또는 C 형태 표시등을 설치할 것.



[그림 5-3] 풍력터빈에 표시등 설치

- 전체 높이가 150m에서 315m인 풍력터빈은 조종사가 어느 방향에서나 볼 수 있도록 터빈 상부에 2개의 중광도 A나 B 또는 C 형태 표시등을 설치하되, 2개의 등은 서로의 출력에 영향을 주지 않도록 설치하여야 하며, 지상과 엔진실의 중간 높이에 3개 이상의 저광도 E 형태 표시등도 추가로 설치하여야 한다. 다만, 항공학적 검토를 통해 저광도 E 형태 표시등 설치가 부적합하다고 판정을 받은 경우 저광도 A 형태 또는 B 형태 표시등을 사용할 수 있다.

5.8.3.2 2개 이상의 풍력터빈이 있는 풍력발전단지에는 다음과 같이 표시등을 설치할 것

- 상기 '5.8.3.1'에 따라 표시등을 설치할 것
- 풍력발전단지 내의 표시등의 설치간격은 900m 이내여야 하며 풍력발전단지의 전체적인 윤곽이 잘 나타나도록 설치할 것
 - 풍력터빈이 능선 등을 따라 선형으로 배열된 풍력발전단지에는 직선 각각의 끝단이나 직선을 구성하는 일부 구간의 각 끝단에 있는 풍력터빈에 표시등을 설치할 것
 - 풍력터빈이 일정한 공간 내에 집중적으로 집단을 형성하고 있는 클러스터형 풍력발전단지에는 가장 바깥쪽 경계에 있는 풍력터빈에 표시등을 설치할 것
 - 풍력터빈이 사각형 모양으로 일정 간격으로 떨어져 격자형으로 배열된 풍력발전단지에는 각각의 모서리에 표시등을 설치할 것
 - 풍력발전단지를 구성하고 있는 집단 인근에 소수의 풍력터빈이 존재하는 경우에는 소수의 풍력터빈도 하나의 집단으로 간주하여 표시등을 설치할 것
- 집단의 경계가 잘 나타나도록 설치하여야 하며, 섬광등이 설치되는 곳에서는 풍력발전단지 전체에 등이 동시에 섬광되도록 설치하여야 한다.
- 풍력발전단지 내에서 상당히 높은 고도에

위치한 모든 풍력터빈은 위치에 관계없이 식별이 가능하도록 하여야 한다.

5.8.4 표지의 설치

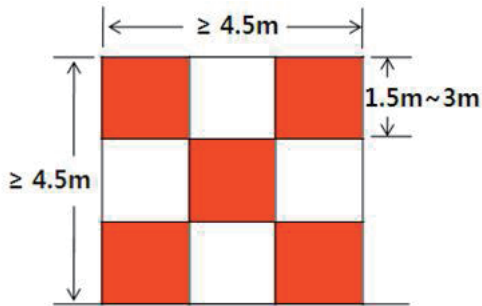
- 표지가 필요한 모든 고정 물체는 가능한 색채를 입혀야 하며, 색채를 입히는 것이 어려운 경우 장애표지물(Marker)(이하 “표지물”이라 한다) 또는 기(旗)를 해당 물체의 위(On)나 상부(Over)에 설치해야 한다. 단, 형태, 크기 또는 색채로 인해 눈에 잘 띄는 장애물로서 달리 표지 할 수 있는 경우에는 제외할 수 있다.
- 표지를 해야 하는 이동물체는 색채로 표지하거나 기로 표지하여야 한다.

5.8.5 색채의 표지

5.8.5.1 물체가 연속된 표면을 가지고 있고 임의의 수직면상에 수직으로 투영된 물체의 투영면의 가로와 세로의 길이 모두 4.5m 이상일 경우에는 다음에 따라 바둑판 모양으로 색채를 입혀야 한다.

- 바둑판 모양은 한 변이 1.5m 이상 3m 이하의 길이여야 하고 모퉁이는 좀 더 어두운 색채로 표지할 것
- 바둑판 모양의 색채는 서로 간에 대조를 이루어야 하고 주변의 배경과도 대조를 이

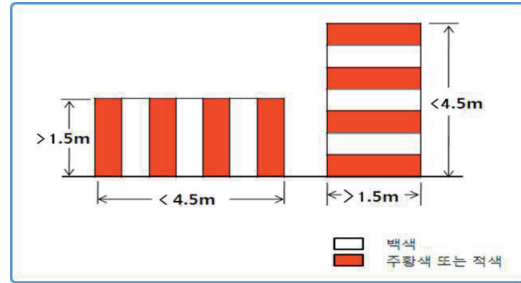
루어야 하며, 주황색과 흰색 또는 붉은색과 흰색을 사용할 것. 다만, 그러한 색채가 주변의 배경과 대조를 이루지 않는 경우에는 다른 색을 사용할 수 있다.



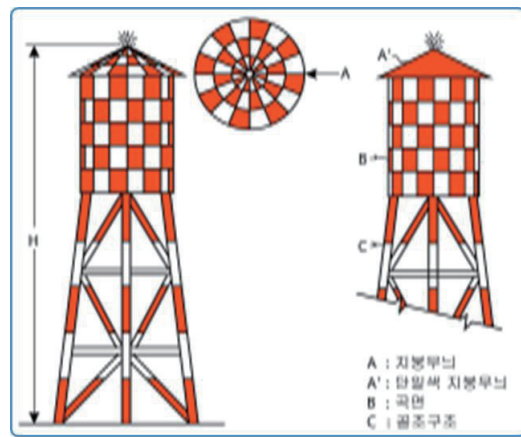
[그림 5-4] 바둑판 모양 무늬 형태의 색채 표시 방법

5.8.5.2 임의의 수직면 상에 수직으로 투영된 물체의 투영면의 한 변의 길이가 1.5m보다 크고 다른 한 변의 길이가 4.5m보다 작은 연속된 표면을 가지고 있는 물체 또는 두 변 중 한 변의 길이가 1.5m보다 큰 뼈대형 구조의 물체에는 다음에 따라 줄무늬 색채 표시를 하여야 한다.

- 줄무늬는 그 긴 쪽 변이 장애물의 긴 쪽 변과 직각이 되도록 하여야 하고 장애물 끝단의 줄무늬는 더 진한 색으로 채색할 것
- 줄무늬의 색은 그 배경과 대조를 이루도록 주황색과 흰색을 사용할 것. 다만, 그 색채가 주변과 대조하여 눈에 잘 띄지 않는 경우에는 다른 색채를 사용할 수 있다.



[그림 5-5] 줄무늬 색채 표시 방법



[그림 5-6] 복합 구조물의 색채 표시 방법

5.8.5.3 임의의 수직면 상에 수직으로 투영된 물체의 투영면의 두 변의 길이가 모두 1.5m 미만인 경우 주황색 또는 붉은색의 단일 색으로 표시하여야 한다. 다만, 그 색채가 주변과 대조하여 눈에 잘 띄지 않는 경우에는 다른 색을 사용할 수 있다.

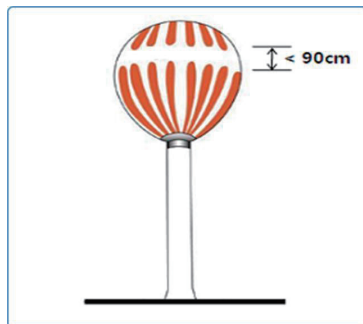
5.8.5.4 비행장 이동지역 내의 이동 물체는 다음과 같은 단일 색을 사용하여 표시하여야 한다. 다만, 주변과 대조하여 눈에 잘 띄는 색을 사용하는 경우에는

그러하지 아니하다.

- 응급차량의 경우 붉은색 또는 황록색
- 업무차량의 경우 노란색
- 그 밖의 이동물체의 경우 눈에 잘 띄는 단일색

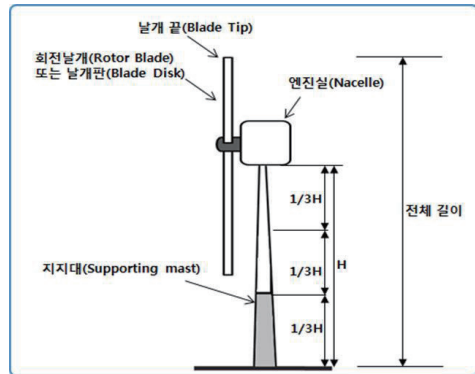
5.8.5.5 하나의 원통형 지지대(standpipe)로 지지되는 구(球) 모양의 저장탱크는 다음에 따라 물방울모양의 줄무늬로 표시하여야 한다.

- 저장탱크에는 주황색과 흰색을 번갈아 표시할 것
- 줄무늬는 저장탱크의 꼭대기 중앙에서부터 지지대 최상부까지 표시되도록 할 것
- 각 줄무늬의 폭은 동일하여야 하며 탱크의 가장 넓은 배 부분에서의 줄무늬 폭은 1.5m 이상, 4.5m 이하가 되도록 할 것
- 저장탱크에 문자 등을 표시하는 경우에는 줄무늬 모양이 끊어지도록 할 수 있으며 끊어지는 부분의 폭은 0.9m 이하가 되도록 할 것



[그림 5-7] 저장탱크의 색채 표시 방법

5.8.5.6 풍력 터빈의 경우에는 회전날개, 엔진실, 지지대의 상부 2/3는 흰색으로 채색해야 한다. 다만, 항공학적 검토결과 다른 방식으로 표시되어야 한다고 판단되는 경우는 제외한다.

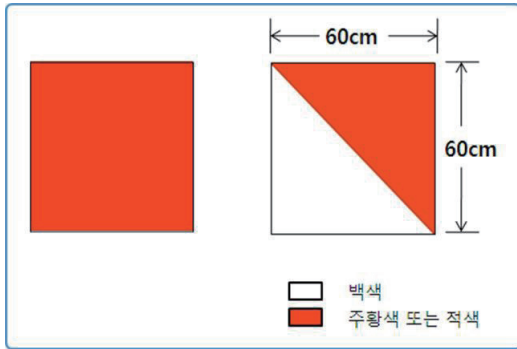


[그림 5-8] 풍력터빈의 색채 표시 방법

5.8.6 기의 설치

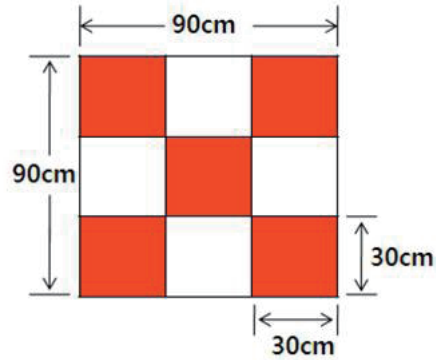
- 물체에 기를 설치할 경우에는 물체의 주위, 꼭대기 또는 가장 높은 가장자리 둘레에 설치하여야 한다.
- 기는 물체에 의한 위험도를 증가시키지 않아야 한다.
- 고정 물체에 설치하는 기의 크기와 형태는 다음에 따른다.
 - 기는 각 변의 길이가 0.6m 이상인 사각형일 것
 - 기는 주황색의 단일색이거나, 사각형을 대각선으로 분할하여 만들어진 삼각형들

중 한 부분은 주황색 또는 붉은색, 다른 부분은 흰색으로 구성할 것. 다만, 이 색상이 주변과 대조하여 눈에 잘 띄지 아니하는 경우에는 다른 색을 사용할 수 있다.



[그림 5-9] 대각선 분할 기 형태

- 넓은 범위에 걸친 고정된 단일 물체들이나 서로 떨어져 있는 여러 개의 고정 물체들이 밀접하게 모여서 하나의 집단을 형성하는 경우를 표시하기 위하여 기를 달 때에는 최소 15m 간격으로 달 것
- 이동 물체에 설치하는 기의 크기와 형태는 다음에 따른다.
 - 기는 각 변의 길이가 0.9m 이상인 사각형이어야 하고 각각의 변의 길이가 0.3m 이상인 눈을 가진 바둑판 모양으로 구성할 것



[그림 5-10] 바둑판모양 기 형태

- 상기에 따른 바둑판 모양에는 주황색과 흰색, 또는 붉은색과 흰색을 사용할 것. 다만, 이 색상이 주변과 대조하여 눈에 잘 띄지 아니하는 경우에는 다른 색을 사용할 수 있다.
- 계류기구에 부착된 계류용 선에 설치하는 기의 크기와 모양은 다음에 따른다.
 - 기는 주황색의 단일색이거나, 직사각형을 대각선으로 분할하여 만들어진 삼각형들 중 한 부분은 주황색, 다른 부분은 흰색으로 구성할 것
 - 기는 계류용 선(Mooring line)에 15m 이하의 간격으로 설치하고, 적어도 1.6km의 거리에서 식별할 수 있을 것
 - 기의 크기는 한 변의 길이가 60cm 이상인 정사각형이어야 하며, 가장자리에는 보강재를 넣어 많은 부분이 보이도록 하고, 바람이 없는 상태에서도 처지거나 케이블에 감기지 않도록 할 것

Ⓜ 공항시설법 제36조(항공장애 표시등의 설

치 등), 시행규칙 제28조(항공장애 표시등 및 항공장애 주간표지의 설치 등), 별표 9(표시등 및 표지 설치대상 구조물), 별표 10(표시등 및 표지의 설치기준), 국토교통부고시(항공장애 표시등과 항공장애 주간표지의 설치 및 관리기준)

5.9 항공기의 등불

- 항공기를 운항하거나 야간(해가 진 뒤부터 해가 뜨기 전까지를 말한다. 이하 같다)에 비행장에 주기(駐機) 또는 정박(碇泊)시키는 사람은 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 등불로 항공기의 위치를 나타내야 한다.
- (가) 항공기가 야간에 공중·지상 또는 수상을 항행하는 경우와 비행장의 이동지역 안에서 이동하거나 엔진이 작동 중인 경우에는 우현등, 좌현등 및 미등(이하 “항행등”이라 한다)과 충돌방지등에 의하여 그 항공기의 위치를 나타내야 한다.
- (나) 항공기를 야간에 사용되는 비행장에 주기(駐機) 또는 정박시키는 경우에는 해당 항공기의 항행등을 이용하여 항공기의 위치를 나타내야 한다. 다만, 비행장에 항공기를 조명하는 시설이 있는 경우에는 그러하지 아니하다.
- (다) 항공기는 상기 (가) 및 (나)에 따라 위치를 나타내는 항행등으로 잘못 인식될 수 있

는 다른 등불을 켜서는 아니 된다.

- (라) 조종사는 섬광등이 업무를 수행하는 데 장애를 주거나 외부에 있는 사람에게 눈부심을 주어 위험을 유발할 수 있는 경우에는 섬광등을 끄거나 빛의 강도를 줄여야 한다.

④ 항공안전법 시행규칙 제120조(항공기의 등불)

5.10 항공계기 등의 설치·탑재 및 운용 등

- 경량항공기의 비행방식과 운영범위에 따른 안전운항을 위하여 필요한 항공계기(航空計器), 장비, 구급용구 등을 설치하거나 탑재하여 운용하여야 한다.
- ④ 항공안전법 제52조(항공계기 등의 설치·탑재 및 운용 등), 시행규칙 제117조(항공계기장치 등)

5.10.1 시계비행방식 항공계기

- 시계비행방식에 의한 비행을 하는 항공기가 갖추어야 할 항공계기는 아래와 같다.
 - 나침반(Magnetic Compass)
 - 시계(시, 분, 초의 표시)
 - 속도계(Airspeed Indicator)
 - 기압고도계(Pressure Altimeter)

(주) 헬리콥터의 경우 정밀기압고도계
(Sensitive Pressure Altimeter)

㉔ 항공안전법, 시행규칙 별표 16 (항공계기
등의 기준)

5.10.2 수상비행기 구급용구

- 수상비행기(수륙 양용 비행기를 포함한다)
에 장비하여야할 구급용구는 아래와 같다.
 - 구명동의 또는 이에 상당하는 개인부양
장비(탑승자 한 명당 1개)
 - 음성신호발생기
 - 해상용 닻(해상이동에 필요한 경우만 해
당한다)
 - 일상용 닻

㉔ 항공안전법, 시행규칙 별표 15 (항공기에
장비하여야 할 구급용구 등)

5.10.3 육상단발비행기의 구명동의

- 육상단발비행기(수륙 양용 비행기를 포함
한다)가 해안으로부터 활공거리를 벗어난
해상을 비행하는 경우에는 탑승자 한 명당
1개의 구명동의 또는 이에 상당하는 개인
부양 장비를 갖추어야 한다.

㉔ 항공안전법, 시행규칙 별표 15 (항공기에
장비하여야 할 구급용구 등)

5.10.4 불꽃조난신호장비 등

- 수색구조가 특별히 어려운 산악지역, 외딴
지역 및 국토교통부장관이 정한 해상 등을
횡단 비행하는 비행기(헬리콥터를 포함한
다)에는 불꽃조난신호장비 및 구명장비를
갖추어야 한다.

㉔ 항공안전법, 시행규칙 별표 15 (항공기에
장비하여야 할 구급용구 등)

6.1 정의

- “항공기대여업”이란 타인의 수요에 맞추어 유상으로 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치를 대여(貸與)하는 사업(항공레저스포츠를 위하여 대여하는 사업은 제외한다)을 말한다.
- “항공레저스포츠”란 취미·오락·체험·교육·경기 등을 목적으로 하는 비행[공중에서 낙하하여 낙하산(落下傘)류를 이용하는 비행을 포함한다]활동을 말한다.
- “항공레저스포츠사업”이란 타인의 수요에 맞추어 유상으로 다음의 어느 하나에 해당하는 서비스를 제공하는 사업을 말한다.
 - 항공기(비행선과 활공기에 한정한다), 경량항공기 또는 국토교통부령으로 정하는 초경량비행장치를 사용하여 조종교육, 체험 및 경관조망을 목적으로 사람을 태워 비행하는 서비스
 - 다음 중 어느 하나를 항공레저스포츠를 위하여 대여하여 주는 서비스
 - 활공기 등 국토교통부령으로 정하는 항공기
 - 경량항공기
 - 초경량비행장치

- 경량항공기 또는 초경량비행장치에 대한 정비, 수리 또는 개조서비스

- “항공보험”이란 여객보험, 기체보험(機體保險), 화물보험, 전쟁보험, 제3자보험 및 승무원보험과 그 밖에 국토교통부령으로 정하는 보험을 말한다.

⑱ 항공사업법 제2조

6.2 항공보험 등의 가입의무

- 경량항공기소유자등은 그 경량항공기의 비행으로 다른 사람이 사망하거나 부상한 경우에 피해자(피해자가 사망한 경우에는 손해배상을 받을 권리를 가진 자를 말한다)에 대한 보상을 위하여 안전성인증을 받기 전까지 국토교통부령으로 정하는 보험이나 공제(자동차손해배상 보장법 시행령 제3조제1항 각 호에 따른 금액 이상을 보장하는 보험 또는 공제를 말하며, 동승한 사람에 대하여 보장하는 보험 또는 공제를 포함한다)에 가입하여야 한다.
- 항공보험 등에 가입한 자는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 보험가입신고서 등

보험가입 등을 확인할 수 있는 자료를, 항공보험 등에 가입한 날부터 7일 이내에 다음의 사항을 적은 보험가입신고서 또는 공제가입신고서에 보험증서 또는 공제증서 사본을 첨부하여, 국토교통부장관에게 제출하여야 한다. 이를 변경 또는 갱신한 때에도 또한 같다.

- 가입자의 주소, 성명(법인인 경우에는 그 명칭 및 대표자의 성명)
 - 가입된 보험 또는 공제의 종류, 보험료 또는 공제로 및 보험금액 또는 공제금액
 - 보험 또는 공제의 종류별 발효 및 만료일
 - 보험증서 또는 공제증서의 개요
- 항공기대여업자는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 항공보험에 가입하지 아니하고는 경량항공기를 운항할 수 없다.

Ⓜ 항공사업법 제70조(항공보험 등의 가입의 무)

6.3 영리 목적 사용금지

경량항공기를 사용하여 비행하려는 자는 항공기대여업에 사용하는 경우 또는 항공레저스포츠사업에 사용하는 경우를 제외하고는 경량항공기를 영리 목적으로 사용해서는 아니 된다.

Ⓜ 항공사업법 제81조(경량항공기 등의 영리 목적 사용금지)

6.4 경량항공기 사업

6.4.1 항공기대여업

- 경량항공기를 사용하여 항공기대여업을 경영하려는 자는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 신청서에 사업계획서와 그 밖에 국토교통부령으로 정하는 서류를 첨부하여 국토교통부장관에게 등록하여야 한다. 등록된 사항 중 국토교통부령으로 정하는 사항을 변경하려는 경우에는 국토교통부장관에게 신고하여야 한다.
- 경량항공기를 사용하여 항공기대여업을 등록하려는 자는 다음의 요건을 갖추어야 한다.
 - 자본금 또는 자산평가액이 3천만원 이상으로서 대통령령으로 정하는 금액 이상일 것
 - 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치 1대 이상 등 대통령령으로 정하는 기준에 적합할 것
 - 그 밖에 사업 수행에 필요한 요건으로서 국토교통부령으로 정하는 요건을 갖추는 것
- 항공기대여업의 등록을 할 수 없는 경우 : 다음의 어느 하나에 해당하는 자(해당 업체 임원 포함)
 - 경량항공기 소유자로 등록할 수 없는 자
 - 피성년후견인, 피한정후견인 또는 파산선고를 받고 복권되지 아니한 사람

- 「항공안전법」, 「공항시설법」, 「항공보안법」, 「항공·철도 사고조사에 관한 법률」을 위반하여 금고 이상의 실형을 선고받고 그 집행이 끝난 날 또는 집행을 받지 아니하기로 확정된 날부터 3년이 지나지 아니한 사람
- 「항공안전법」, 「공항시설법」, 「항공보안법」, 「항공·철도 사고조사에 관한 법률」을 위반하여 금고 이상의 형의 집행유예를 선고받고 그 유예기간 중에 있는 사람
- 국내항공운송사업, 국제항공운송사업, 소형항공운송사업 또는 항공기사용사업의 면허 또는 등록의 취소처분을 받은 후 2년이 지나지 아니한 자.
- 항공기대여업 등록의 취소처분을 받은 후 2년이 지나지 아니한 자

⑩ 항공사업법 제46조(항공기대여업의 등록)

- 항공기대여업의 등록요건 : 표 6-1

6.4.2 항공레저스포츠사업

- 경량항공기를 사용하여 항공레저스포츠사업을 경영하려는 자는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관에게 등록하여야 한다. 등록된 사항 중 국토교통부령으로 정하는 사항을 변경하려는 경우에는 국토교통부장관에게 신고하여야 한다.
- 경량항공기를 사용하여 항공레저스포츠사업을 등록하려는 자는 다음의 요건을 갖추어야 한다.
 - 자본금 또는 자산평가액이 3천만원 이상으로서 대통령령으로 정하는 금액 이상일 것
 - 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치 1대 이상 등 대통령령으로 정하는 기준에 적합할 것
 - 그 밖에 사업 수행에 필요한 요건으로서 국토교통부령으로 정하는 요건을 갖춘 것

[표 6-1] 항공기대여업의 등록요건(항공사업법 영 제22조 관련)

구분	기준
1. 자본금 또는 자산평가액	가. 법인: 납입자본금 2억5천만원 이상. 다만, 경량항공기 또는 초경량비행장치만을 대여하는 경우에는 3천만원 이상으로 한다. 나. 개인: 자산평가액 3억7,500만원 이상. 다만, 경량항공기 또는 초경량비행장치만을 대여하는 경우에는 3천만원 이상으로 한다.
2. 항공기	항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치 1대 이상
3. 보험가입	- 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치마다 여객보험(여객이 없는 초경량비행장치의 경우에는 제외한다), 기체보험(경량항공기 및 초경량비행장치의 경우에는 제외한다), 제3자보험, 승무원보험(승무원이 없는 초경량비행장치의 경우에는 제외한다)에 가입할 것

⑩ 항공사업법 제46조(항공기대여업의 등록), 시행령 제22조(항공기대여업의 등록요건), 시행령 별표 8

제1부 항공법규

[표 6-2] 조종교육, 체험 및 경관조망을 목적으로 사람을 태워 비행하는 서비스를 제공하는 사업의 경우

구분	기준
가. 자본금 또는 자산평가액	1) 법인: 납입자본금 3천만원 이상으로 한다 2) 개인: 자산평가액 3천만원 이상으로 한다.
나. 항공기 등	- 경량항공기: 「항공안전법」에 따라 국토교통부령으로 정하는 안전성인증 제1종 등급을 받은 경량항공기 (주) 제1종: 경량항공기 기술기준에 적합하게 완제(完製)형태로 제작된 경량항공기
다. 인력	1) 경량항공기: 「항공안전법」 제115조제1항에 따른 경량항공기 조종교육증명을 받은 사람 2) 정비인력: 「항공안전법」에 따른 항공정비사 자격증명을 받은 사람 1명 이상. 다만, 경량항공기를 사용하는 사업의 경우로서 해당 경량항공기의 정비업무 전체를 항공레저스포츠사업의 경량항공기 정비업체에게 위탁한 경우에는 정비인력을 갖추지 않을 수 있다. 3) 항공레저스포츠 이용자의 안전관리를 위한 비행 및 안전통제요원 1명 이상. 다만, 안전관리에 지장을 주지 않는 범위에서 정비인력으로 대체할 수 있다.
라. 시설 및 장비	- 항공레저스포츠 이용자와 사업장 주변 항공기(군 비행장에서 운용하는 항공기를 포함한다)의 안전을 위하여 인근에 있는 「항공안전법」에 따른 항공교통업무를 수행하는 기관(군 비행장을 포함한다)과 연락할 수 있는 유·무선 통신장비를 갖추는 것
마. 보험(해당 보험에 상응하는 공제를 포함한다)	- 경량항공기마다 제3자배상책임보험, 조종자 및 동승자 보험에 가입할 것. 이 경우 가입금액은 「자동차손해배상 보장법 시행령」 제3조제1항에 따른 금액 이상이어야 한다.

㉔ 항공사업법 제50조(항공레저스포츠사업의 등록), 시행령 제24조(항공레저스포츠사업의 등록요건), 시행령 별표 10

- 항공레저스포츠사업의 등록을 할 수 없는 경우 : 다음의 어느 하나에 해당하는 자 (해당 업체 임원 포함)
 - 경량항공기 소유자로 등록할 수 없는 자
 - 피성년후견인, 피한정후견인 또는 파산 선고를 받고 복권되지 아니한 사람
 - 「항공안전법」, 「공항시설법」, 「항공보안법」, 「항공·철도 사고조사에 관한 법률」을 위반하여 금고 이상의 실형을 선고받고 그 집행이 끝난 날 또는 집행을 받지 아니하기로 확정된 날부터 3년이 지나지 아니한 사람
 - 「항공안전법」, 「공항시설법」, 「항공보안

- 법」, 「항공·철도 사고조사에 관한 법률」을 위반하여 금고 이상의 형의 집행유예를 선고받고 그 유예기간 중에 있는 사람
- 국내항공운송사업, 국제항공운송사업, 소형항공운송사업 또는 항공기사용사업의 면허 또는 등록의 취소처분을 받은 후 2년이 지나지 아니한 자.
- 항공기취급업, 항공기정비업, 또는 항공레저스포츠사업 등록의 취소처분을 받은 후 2년이 지나지 아니한 자
- 항공레저스포츠사업 등록 제한 : 국토교통부장관은 항공레저스포츠사업이 다음의 어느 하나에 해당하는 경우 등록을 제한

[표 6-3] 경량항공기를 대여하여 주는 서비스를 제공하는 사업의 경우

구분	기준
가. 자본금 또는 자산평가액	1) 법인: 납입자본금 3천만원 이상으로 한다. 2) 개인: 자산평가액 3천만원 이상으로 한다.
나. 항공기 등	- 경량항공기: 「항공안전법」에 따라 국토교통부령으로 정하는 안전성인증 제1종 등급을 받은 경량항공기 (주) 제1종: 경량항공기 기술기준에 적합하게 완제(完製)형태로 제작된 경량항공기
다. 인력	- 정비인력: 「항공안전법」에 따른 항공정비사 자격증명을 받은 사람 1명 이상. 다만, 경량항공기를 사용하는 사업의 경우로서 해당 경량항공기의 정비업무 전체를 항공레저스포츠사업의 경량항공기 정비업체에게 위탁한 경우에는 정비인력을 갖추지 않을 수 있다.
라. 보험(해당 보험에 상응하는 공제를 포함한다)	- 경량항공기마다 제3자배상책임보험, 조종자 및 동승자 보험에 가입할 것. 이 경우 가입금액은 「자동차손해배상 보장법 시행령」 제3조제1항에 따른 금액 이상이어야 한다.

㉔ 항공사업법 제50조(항공레저스포츠사업의 등록), 시행령 제24조(항공레저스포츠사업의 등록요건), 시행령 별표 10

할 수 있다.

- 항공레저스포츠 활동의 안전사고 우려 및 이용자들에게 심한 불편을 주거나 공익을 해칠 우려가 있는 경우
- 인구밀집지역, 사생활 침해, 교통, 소음 및 주변환경 등을 고려할 때 영업행위가 부적합하다고 인정하는 경우
- 그 밖에 항공안전 및 사고예방 등을 위하여 국토교통부장관이 항공레저스포츠사업

의 등록제한이 필요하다고 인정하는 경우

- 조종교육, 체험 및 경관조망을 목적으로 사람을 태워 비행하는 서비스를 제공하는 사업의 경우 등록 요건 : 표 6-2
- 경량항공기를 대여하여 주는 서비스를 제공하는 사업의 경우 등록 요건 : 표 6-3
- 경량항공기에 대한 정비, 수리 또는 개조 서비스를 제공하는 사업의 경우 등록 요건 : 표 6-4

[표 6-4] 경량항공기에 대한 정비, 수리 또는 개조서비스를 제공하는 사업의 경우

구분	기준
가. 자본금 또는 자산평가액	1) 법인: 납입자본금 3천만원 이상 2) 개인: 자산평가액 3천만원 이상
나. 인력	1) 경량항공기를 정비, 수리 또는 개조하는 경우: 「항공안전법」에 따른 항공정비사 자격증명을 받은 사람 1명 이상
다. 시설 및 장비	1) 시설: 사무실 및 정비, 수리 또는 개조를 위한 작업장(정비자재 보관 장소 등을 포함한다) 2) 장비: 작업용 공구, 계측장비 등 정비, 수리 또는 개조 작업에 필요한 장비(수행하려는 업무에 해당하는 장비로 한정한다)

㉔ 항공사업법 제50조(항공레저스포츠사업의 등록), 시행령 제24조(항공레저스포츠사업의 등록요건), 시행령 별표 10

- 항공레저스포츠사업의 등록 신청 : 항공레저스포츠사업을 등록하려는 자는 별지 서식(항공사업법 시행규칙 별지 제26호서식)의 등록신청서(전자문서로 된 신청서를 포함한다)에 다음의 서류(전자문서를 포함한다)를 첨부하여 지방항공청장에게 제출하여야 한다.
 - 해당 신청이 항공레저스포츠사업에 따른 등록요건을 충족함을 증명하거나 설명하는 서류
 - 사업시설 부지 등 부동산을 사용할 수 있음을 증명하는 서류(타인의 부동산을 사용하는 경우만 해당한다)
 - 다음의 사항을 포함하는 사업계획서
 - 자본금
 - 상호·대표자의 성명과 사업소의 명칭 및 소재지
 - 해당 사업의 항공기 등 수량 및 그 산출근거와 예상 사업수지계산서
 - 재원 조달방법
 - 사용 시설·설비, 장비 및 이용자 편의 시설 개요
 - 종사자 인력의 개요
 - 사업 개시 예정일
 - 영업구역 범위 및 영업시간
 - 탑승료·대여료 등 이용요금
 - 항공레저 활동의 안전 및 이용자 편의를 위한 안전 관리대책(항공레저시설 관리 및 점검계획, 안전 수칙·교육·점

검계획, 사고발생 시 비상연락체계, 탑승자 기록관리, 기상상태 현황 등)

- 지방항공청장은 항공레저스포츠사업 등록 신청 내용을 심사할 때 항공레저스포츠사업의 등록 신청인과 계약한 공항, 비행장, 이착륙장 시설·설비의 소유자 등이 해당 계약을 이행할 수 있는지에 관하여 관계 행정기관 또는 단체의 의견을 들을 수 있다.

④ 항공사업법 시행규칙 제49조(항공레저스포츠사업의 등록)

- 항공레저스포츠사업의 등록기준상의 경량항공기 : 국토교통부령으로 정하는 안전성 인증 제1종 등급을 받은 경량항공기를 말한다.

④ 항공사업법 시행규칙 제50조(항공레저스포츠사업의 등록기준상의 경량항공기)

- 운송약관 등의 비치 : 항공레저스포츠사업자는 요금표 및 약관을 영업소나 그 밖의 사업소에서 항공교통이용자가 잘 볼 수 있는 곳에 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 갖추어 두고, 항공교통이용자가 열람할 수 있게 하여야 한다.

④ 항공사업법 제62조(운송약관 등의 비치 등)

7.1 정의

- “비행장”이란 항공기·경량항공기·초경량비행장치의 이륙[이수(離水)]를 포함한다. 이하 같다]과 착륙[착수(着水)]를 포함한다. 이하 같다]을 위하여 사용되는 육지 또는 수면(水面)의 일정한 구역으로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
- “활주로”란 항공기 착륙과 이륙을 위하여 국토교통부령으로 정하는 크기로 이루어지는 공항 또는 비행장에 설정된 구역을 말한다.
- “착륙대”(着陸帶)란 활주로나 항공기가 활주로를 이탈하는 경우 항공기와 탑승자의 피해를 줄이기 위하여 활주로 주변에 설치하는 안전지대로서 국토교통부령으로 정하는 크기로 이루어지는 활주로 중심선에 중심을 두는 직사각형의 지표면 또는 수면을 말한다.
- “이착륙장”이란 비행장 외에 경량항공기 또는 초경량비행장치의 이륙 또는 착륙을 위하여 사용되는 육지 또는 수면의 일정한 구역으로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
- “계류장(Apron)”이란 이착륙장 내에서 사람이 타고 내리거나, 화물의 적재·적하, 급유, 주기, 제·방빙 및 정비 등의 목적으로 경량항공기등이 이용할 수 있도록 설정된 구역을 말한다.
- “활주로 안전구역(RSA : Runway Safety Area)”이란 경량항공기등이 활주로 미착 또는 과주, 이탈 하는 경우에 경량항공기 등과 탑승자의 피해를 줄이기 위하여 활주로 주변에 설치하는 안전지대를 말한다.
- “활주로 보호구역(RPZ : Runway Protection Zone)”이란 지상의 인명과 재산을 보호하기 위해 활주로 시단·종단에 설치된 구역을 말한다.
- “이착륙장 표고(Airpark elevation)”란 경량항공기 이착륙장 가용 활주로의 가장 높은 지점의 해발 고도를 말한다.
- “활주로 시단(Threshold)”이란 착륙 가용 활주로 부분의 기점을 말한다.
- “동력패러장(Powered Parachute Landing Area)”이란 동력패러슈트(powered parachute)의 이·착륙을 위하여 사용되는 육상 이착륙장의 일부로서 설정된 구역을 말한다.
- “착수대(Sea Lane)”란 경량항공기 등의

이수 및 착수 목적으로 수면에 설정한 구역을 말한다.

- “착수대 보호구역(Sea Lane Protection Zone)”이란 수상 및 지상의 인명과 재산을 보호하기 위해 착수대 시단·종단에 설치된 구역을 말한다.
- “유도수로(Taxi Channel)”란 경량항공기 등이 착수대 또는 경사대로 이동할 수 있도록 설정된 구역을 말한다.
- “수상구역(Water areas)”이란 경량항공기 등의 이수, 착수, 이동 등을 위하여 수면

에 설정된 구역으로서 수상이착륙장 내의 착수대, 유도수로, 선회수역, 경사대 등을 포함한다.

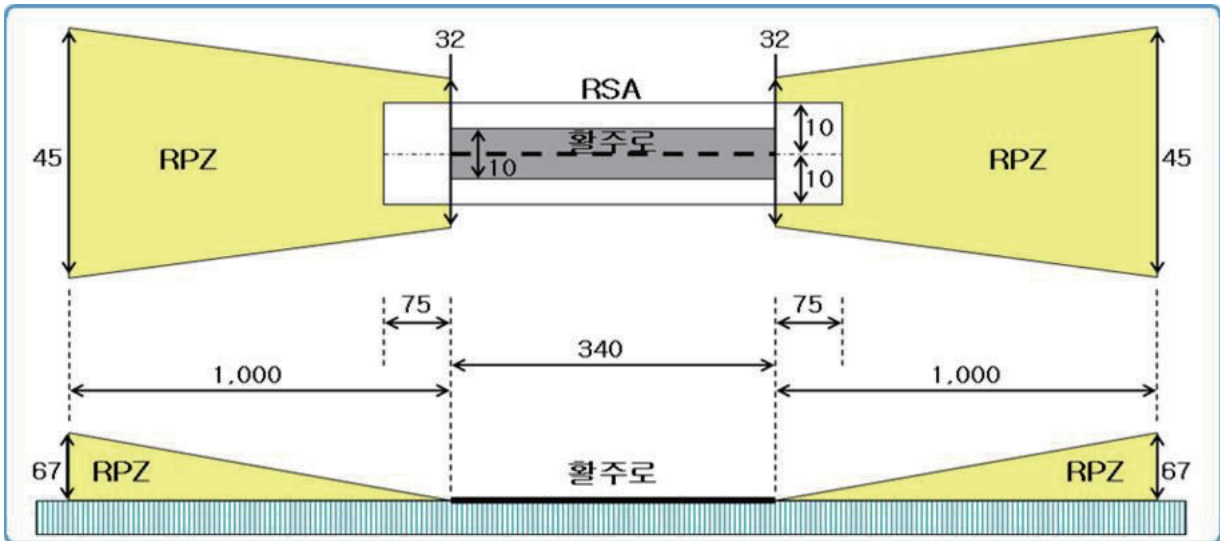
- “선회수역(Turning basin)”이란 수상구역 내에서 경량항공기 등이 이수 및 착수 등을 위해 안전하게 방향을 전환할 수 있도록 착수대의 끝 부분에 위치한 일정 수역을 말한다.
- “경사대(Slipways)”란 경량항공기를 수면에서 육지로 끌어 올리거나 육지에서 수면으로 내릴 수 있도록 하는 경사진 시설물

[표 7-1] 이착륙장 등급

이착륙장 등급		1등급	2등급	3등급	4등급	동력패러장	
						전(全)방향	양(兩)방향
활주로 길이	포장(아스팔트 또는 콘크리트)	288m 이상	230~287m	173~229m	60~172m	중심 반경 45m 이상 원형(圓形)	60도 호(弧) 양방향 반경 45m 이상
	잔디	340m 이상	275~339m	200~274m	70~199m		
	비포장	313m 이상	250~312m	188~249m	65~187m		
활주로폭	포장(아스팔트 또는 콘크리트)	6m 이상	6m 이상	6m 이상	6m 이상	중심 반경 45m 이상 원형(圓形)	중심 양쪽 22.5m 이상
	비포장	10m 이상	10m 이상	10m 이상	10m 이상		
활주로 안전구역	길이(종단부터)	75m 이상	75m 이상	75m 이상	75m 이상	중심 반경 76m 이상 원형(圓形)	60도 호(弧) 양방향 반경 76m 이상
	폭(활주로 중심선 좌우)	10m 이상	10m 이상	10m 이상	10m 이상		중심 양쪽 38m 이상
활주로 보호구역 길이 ^{a)}		1,000m	700m	300m	300m	해당없음	해당없음
활주로 보호구역 시점의 폭 ^{b)}		16m	16m	16m	16m	해당없음	해당없음
활주로 보호구역 종점의 폭 ^{c)}		45m	42m	36m	36m	해당없음	해당없음

- a) 활주로 보호구역 길이는 활주로 시·종단에서 시작하여 활주로 중심선의 연장선 따른 외곽까지의 거리
- b) 활주로 보호구역이 시작되는 지점의 폭은 활주로 끝단의 활주로 중심선에서 좌우 양측의 거리
- c) 활주로 보호구역이 끝나는 지점의 폭은 활주로 끝단으로부터 활주로 보호구역 끝나는 지점의 활주로 중심선에서 좌우 양측의 거리

Ⓜ 이착륙장 설치 및 관리기준 제4조(이착륙장 등급)



[그림 7-1] 1등급 이착륙장 설치도면

㉔ 이착륙장 설치 및 관리기준 별표 1

을 말한다.

륙장 등급은 아래 표 7-1과 같이 구분한다.

- “부표(Buoy)”란 착수대의 경계를 표시하기 위하여 수면 위에 띄우는 부력표지를 말한다.

7.2.3 이착륙장의 규모

㉔ 공항시설법 제2조, 국토교통부 고시 이착륙장 설치 및 관리기준 제2조(정의)

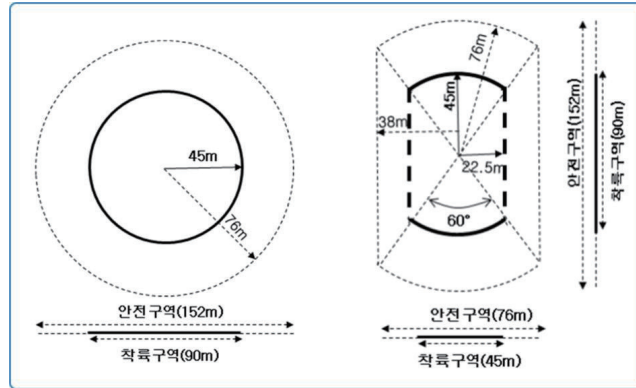
7.2.3.1 이착륙장 활주로 길이 및 폭은 [표 7-1]의 최소 기준에 따라 설치하여야 한다.

7.2 이착륙장의 구분

7.2.3.2 동력패러장은 전(全)방향 및 양(兩)방향으로 분류하며, 활주로 길이 및 폭은 [표 7-1]의 최소 기준에 따라 설치하여야 한다.

7.2.1 이착륙장은 육상이착륙장과 수상이착륙장으로 구분한다.

7.2.2 이착륙장 등급 : 활주로 길이, 활주로 안전구역 및 보호구역의 길이 등에 따라 이착



[그림 7-2] (좌)전방향 동력패러장 평면도, (우)양방향 동력패러장 평면도

㉔ 이착륙장 설치 및 관리기준 별표 5

7.2.3.3 양(兩)방향동력패러장은 주간(晝間)에 주바람 방향이 95% 이상인 경우에만 설치할 수 있다.

㉔ 이착륙장 설치 및 관리기준 제9조(이착륙장의 규모)

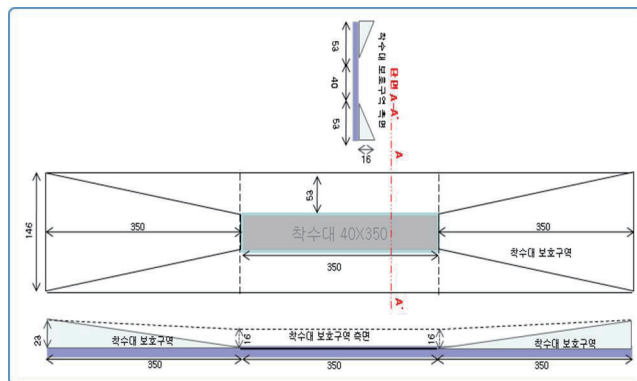
방향착수대로 구분하며, 양(兩)방향착수대는 주간(晝間)에 주바람 방향이 95% 이상인 경우에만 설치할 수 있다.

㉔ 이착륙장 설치 및 관리기준 제21조(착수대의 규모)

7.2.4 착수대의 규모

7.2.4.2 양(兩)방향착수대의 길이는 350m 이상 폭은 40m 이상

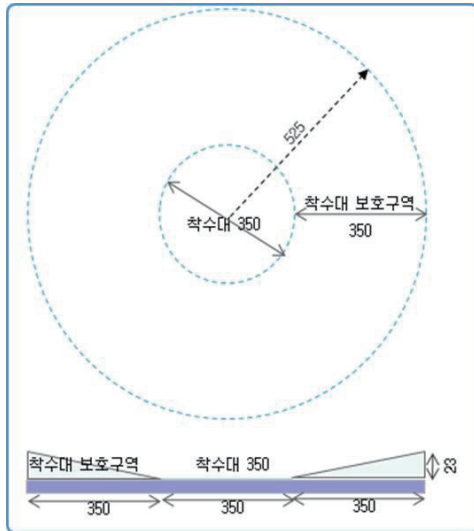
7.2.4.1 착수대는 양(兩)방향착수대 및 전(全)



[그림 7-3] 양방향 착수대 설치도면

㉔ 이착륙장 설치 및 관리기준 별표 7

7.2.4.3 전(全)방향착수대는 중심으로부터
반경 175m 이상



[그림 7-4] 전방향 착수대 설치도면

㉔ 이착륙장 설치 및 관리기준 별표 7

7.3 경량항공기 이륙·착륙의 장소

7.3.1 활주로 거리 기준 충족

항공레저스포츠사업에 종사하는 경량항공기 조종사는 이륙 또는 착륙 시 해당 경량항공기의 제작자가 정한 거리 기준을 충족하는 활주로를 이용할 것

㉔ 항공안전법 시행규칙 제298조(경량항공기 조종사의 준수사항)

7.3.2 이착륙 장소

○ 누구든지 경량항공기를 비행장(군 비행장은 제외한다) 또는 이착륙장이 아닌 곳에서 이륙하거나 착륙하여서는 아니 된다. 다만, 안전과 관련한 비상상황 등 불가피한 사유가 있는 경우로서 국토교통부 장관의 허가를 받은 경우에는 그러하지 아니하다.

㉔ 항공안전법 제118조(경량항공기 이륙·착륙의 장소)

○ 경량항공기 이착륙 장소 예외에 대한 국토교통부 장관의 허가를 받은 안전과 관련한 비상상황 등 불가피한 사유가 있는 경우는 다음의 어느 하나에 해당하는 경우로 한다.

- 경량항공기의 비행 중 계기 고장, 연료 부족 등의 비상상황이 발생하여 신속하게 착륙하여야 하는 경우
- 항공기의 운항 등으로 비행장을 사용할 수 없는 경우
- 경량항공기가 이륙·착륙하려는 장소 주변 30km 이내에 비행장 또는 이착륙장이 없는 경우

○ 경량항공기의 비행 중 계기 고장, 연료 부족 등의 비상상황이 발생하여 신속하게 착륙하여야 하는 경우에 따라 착륙의 허가를 받으려는 자는 무선통신 등을 사용하여 국토교통부 장관에게 착륙 허가를 신청하여

야 한다. 이 경우 국토교통부장관은 특별한 사유가 없으면 허가하여야 한다.

- 경량항공기 이착륙 장소 예외에 대한 이륙 또는 착륙의 허가를 받으려는 자는 국토교통부령으로 정하는 허가신청서를 국토교통부장관에게 제출하여야 한다. 이 경우 국토교통부장관은 그 내용을 검토하여 안전에 지장이 없다고 인정되는 경우에는 6개월 이내의 기간을 정하여 허가하여야 한다.

⑩ 항공안전법 시행령 제23조(경량항공기의 이륙·착륙 장소 외에서의 이륙·착륙 허가 등)

7.3.3 경량항공기의 이륙·착륙 장소 외에서의

이륙·착륙 허가 신청

- 경량항공기의 이륙·착륙 장소 외에서의 이륙·착륙 허가 신청에 대하여 국토교통부장관 또는 지방항공청장의 허가를 받으려는 자는 이륙·착륙 장소 외에서의 이륙·착륙 허가 신청서(항공안전법 시행규칙 별지 제70호서식)에 다음 각의 사항을 적은 서류를 첨부하여 국토교통부장관 또는 지방항공청장에게 제출하여야 한다.

- 이륙·착륙하려는 장소(해당 장소의 약도를 포함한다)
- 이륙·착륙의 절차 및 방향의 선정
- 이륙·착륙 장소의 지형 적합성 및 우

천·강설 등에 따른 지반 약화 가능성

- 이륙·착륙 장소에 적합한 용량의 소화기 비치계획 및 풍향을 지시할 수 있는 장치의 설치 여부
- 이륙·착륙 장소의 주변 장애물(급격한 경사, 전선 및 건물 등을 말한다)
- 이륙·착륙 장소에 사람의 접근통제 및 안전요원 배치 계획
- 경량항공기사고를 방지하기 위한 조치
- 경량항공기의 급유 시 안전대책
- 국유지 및 사유지에 이륙·착륙 시 관계기관 또는 관계인과의 토지사용에 대한 사전협의 사항
- 경량항공기의 소음 등으로 인한 민원발생 예방대책
- 그 밖에 경량항공기의 안전한 이륙·착륙을 위하여 국토교통부장관이 정하여 고시하는 사항

⑪ 항공안전법 시행규칙 제296조(경량항공기의 이륙·착륙 장소 외에서의 이륙·착륙 허가 신청) ⑫ 제160조(이륙·착륙 장소 외에서의 이륙·착륙 허가신청)

7.4 이착륙장 설치

7.4.1 이착륙장 설치 및 관리

- 국토교통부장관은 이착륙장을 설치할 수

있으며, 국토교통부장관 외의 자가 이착륙장을 설치하려는 경우에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관으로부터 허가를 받아야 한다. 국토교통부장관이 이착륙장의 설치를 허가하려는 경우에는 관계 중앙행정기관의 장 및 관할 시장·군수·구청장과 사전에 협의하여야 한다.

- 이착륙장을 설치한 자는 “이착륙장 설치 및 관리기준”(국토교통부 고시)에 따른 기준에 적합하도록 이착륙장을 설치하고 관리하여야 한다.

Ⓜ 공항시설법 제25조(이착륙장)

7.4.2 이착륙장 사용 중지 등

- 국토교통부장관은 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에는 이착륙장을 설치 또는 관리하는 자에게 적합한 조치를 하도록 명령할 수 있다. 이 경우 국토교통부장관은 명령을 받은 자가 국토교통부장관이 정하는 상당한 기간 내에 적합한 조치를 하지 아니하는 경우에는 해당 허가를 취소할 수 있다.

- 정당한 사유 없이 이착륙장 설치허가서에 적힌 공사 착수 예정일부터 1년 이내에 착공하지 아니하거나 정당한 사유 없이 공사 완료 예정일까지 공사를 끝내지 아니한 경우
- 허가에 붙인 조건을 위반한 경우

- 국토교통부장관은 이착륙장 설치자가 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그 사업의 시행 및 관리에 관한 허가 또는 승인을 취소하거나 그 효력의 정지, 공사의 중지 명령 등의 필요한 처분을 할 수 있다.

- 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 허가를 받은 경우
- 국토교통부장관 외의 자가 허가를 받지 아니하고 이착륙장을 설치하거나 허가 받은 사항을 위반한 경우
- 사정 변경으로 이착륙장 설치를 계속 시행하는 것이 불가능하다고 인정되는 경우

- 국토교통부장관은 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에는 이착륙장 사용의 중지를 명할 수 있다.

- 이착륙장의 위치·구조 등이 설치허가서에 적힌 사실과 다른 경우
- “이착륙장 설치 및 관리기준”(국토교통부 고시)에 따른 기준에 맞지 아니하게 된 경우

Ⓜ 공항시설법 제25조(이착륙장)

7.4.3 이착륙장의 설치 허가 신청

- 국토교통부장관 외의 자가 이착륙장을 설치하려는 경우에는 국토교통부령으로 정하는 이착륙장 설치허가 신청서(공항시설

법 시행규칙 별지 제12호서식)에 다음의 서류를 첨부하여 국토교통부장관에게 제출하여야 한다.

- 이착륙장 설치계획서
- 이착륙장 설치 예정 부지에 대한 소유권 또는 사용권이 있음을 증명하는 서류(소유권 또는 사용권이 없는 경우에는 이착륙장 설치공사 예정일까지 이를 취득하기 위한 계획서를 말한다)
- 소유자의 성명·주소가 기재된 토지조서 및 물건조서
- 공사의 내용을 확인할 수 있는 설계도서(설계도면, 설계설명서, 개략적인 공사비 및 수량산출서를 포함한다)
- 이착륙장 설치계획서에는 다음의 사항이 포함되어야 한다.
 - 이착륙장 시설의 개요 및 설치목적
 - 이착륙장 설치 기간 및 공사 방법
 - 이착륙장 설치에 사용되는 자금의 조달 계획
 - 이착륙장을 사용할 예정인 경량항공기 또는 초경량비행장치의 종류
 - 이착륙장 관리계획
 - 이착륙장의 시계비행 절차
 - 이착륙장에 필요한 공역도면 및 인접공역의 현황
 - 인접한 공항 또는 비행장(군 비행장을 포함한다)의 비행절차와의 상관관계를 설명하는 도면

- 경량항공기 또는 초경량비행장치에 제공되는 항공교통업무의 내용
- 풍향·풍속도(이착륙장 예정지·예정수면 또는 그 부근에서의 풍속은 최근 1년 이상의 자료에 의하여 작성된 것에 한정한다)

⑳ 공항시설법 시행령 제32조(이착륙장의 설치 허가 신청), 시행규칙 제17조(이착륙장의 설치허가신청서)

7.4.4 금지행위

- 누구든지 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치를 향하여 물건을 던지거나 그 밖에 항행에 위험을 일으킬 우려가 있는 행위를 해서는 아니 된다.
- 누구든지 국토교통부장관, 사업시행자등, 항행안전시설설치자등 또는 이착륙장을 설치·관리하는 자의 승인 없이 해당 시설에서 다음의 어느 하나에 해당하는 행위를 해서는 아니 된다.
 - 영업행위
 - 시설을 무단으로 점유하는 행위
 - 상품 및 서비스의 구매를 강요하거나 영업을 목적으로 손님을 부르는 행위
 - 그 밖에 해당 시설의 이용이나 운영에 현저하게 지장을 주는 아래의 금지행위
 - 노숙(露宿)하는 행위
 - 폭언 또는 고성방가 등 소란을 피우는

- 행위
- 광고물을 설치·부착하거나 배포하는 행위
 - 기부를 요청하거나 물품을 배부 또는 권유하는 행위
 - 공항의 시설이나 주차장의 차량을 훼손하거나 더럽히는 행위
 - 공항운영자가 지정한 장소 외의 장소에 쓰레기 등의 물건을 버리는 행위
 - 무기, 폭발물 또는 가연성 물질을 휴대하거나 운반하는 행위(공항 내의 사업자 또는 영업자 등이 그 업무 또는 영업을 위하여 하는 경우는 제외한다)
 - 불을 피우는 행위
 - 내화구조와 소화설비를 갖춘 장소 또는 야외 외의 장소에서 가연성 또는 휘발성 액체를 사용하여 항공기, 발동기, 프로펠러 등을 청소하는 행위
 - 공항운영자가 정한 구역 외의 장소에 가연성 액체가스 등을 보관하거나 저장하는 행위
 - 흡연구역 외의 장소에서 담배를 피우는 행위
 - 기름을 넣거나 배출하는 작업 중인 항공기로부터 30미터 이내의 장소에서 담배를 피우는 행위
 - 기름을 넣거나 배출하는 작업, 정비 또는 시운전 중인 항공기로부터 30미터 이내의 장소에 들어가는 행위(그 작업에 종사하는 사람은 제외한다)
 - 내화구조와 통풍설비를 갖춘 장소 외의 장소에서 기계질을 하는 행위
 - 휘발성·가연성 물질을 사용하여 격납고 또는 건물 바닥을 청소하는 행위
 - 기름이 묻은 걸레 등의 폐기물을 해당 폐기물에 의하여 부식되거나 훼손될 수 있는 보관용기에 담거나 버리는 행위
- 국토교통부장관, 사업시행자등, 항행안전시설설치자등 또는 이착륙장을 설치·관리하는 자는 금지행위를 위반하는 자의 행위를 제지(制止)하거나 퇴거(退去)를 명할 수 있다.
- ④ 공항시설법 제56조(금지행위), 시행령 제50조(금지행위)

제8장

경량항공기 사고 및 보고

8.1 정의

- “항공사고”란 「항공안전법」에 따른 항공기 사고, 경량항공기사고 및 초경량비행장치 사고를 말한다.
- “경량항공기사고”란 비행을 목적으로 경량항공기의 발동기가 시동되는 순간부터 비행이 종료되어 발동기가 정지되는 순간 까지 발생한 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것으로서 국토교통부령으로 정하는 것을 말한다.
 - 경량항공기에 의한 사람의 사망, 중상 또는 행방불명
 - 경량항공기의 추락, 충돌 또는 화재 발생
 - 경량항공기의 위치를 확인할 수 없거나 경량항공기에 접근이 불가능한 경우
- “항공기준사고”(航空機準事故)란 항공안전에 중대한 위해를 끼쳐 항공기사고로 이어질 수 있었던 것으로서 국토교통부령으로 정하는 것을 말한다.
- “항공안전장애”란 항공기사고 및 항공기준사고 외에 항공기의 운항 등과 관련하여 항공안전에 영향을 미치거나 미칠 우려가 있었던 것으로서 국토교통부령으로 정하

는 것을 말한다.

⑱ 항공안전법 제2조(정의), 항공·철도 사고 조사에 관한 법률 제2조(정의)

8.2 사망·중상 등의 적용기준

- 경량항공기사고에서 행방불명은 경량항공기 안에 있던 사람이 경량항공기사고로 1년간 생사가 분명하지 아니한 경우에 적용한다.
- 경량항공기사고에서 사망 또는 중상에 대한 적용기준은 다음과 같다.
 - 경량항공기에 탑승한 사람이 사망하거나 중상을 입은 경우. 다만, 자연적인 원인 또는 자기 자신이나 타인에 의하여 발생된 경우는 제외한다.
 - 비행 중이거나 비행을 준비 중인 경량항공기로부터 이탈된 부품이나 그 경량항공기와의 직접적인 접촉 등으로 인하여 사망하거나 중상을 입은 경우
- 경량항공기사고에서 사람의 사망은 경량항공기사고가 발생한 날부터 30일 이내에 그 사고로 사망한 경우를 포함한다.

- 경량항공기사고에서 중상의 범위는 다음과 같다.
 - 경량항공기사고로 부상을 입은 날부터 7일 이내에 48시간을 초과하는 입원치료가 필요한 부상
 - 골절(코뼈, 손가락, 발가락 등의 간단한 골절은 제외한다)
 - 열상(찢어진 상처)으로 인한 심한 출혈, 신경·근육 또는 힘줄의 손상
 - 2도나 3도의 화상 또는 신체표면의 5퍼센트를 초과하는 화상(화상을 입은 날부터 7일 이내에 48시간을 초과하는 입원치료가 필요한 경우만 해당한다)
 - 내장의 손상
 - 전염물질이나 유해방사선에 노출된 사실이 확인된 경우
- Ⓜ 항공안전법 시행규칙 제6조(사망·중상 등의 적용기준), 제7조(사망·중상의 범위)

8.3 사고발생 통보

- 경량항공기 사고가 발생한 것을 알게 된 경량항공기 조종사(조종사가 통보할 수 없는 경우에는 그 경량항공기의 소유자)는 발생사실을 항공·철도사고조사위원회에 통보하여야 한다.
 - Ⓜ 항공·철도 사고조사에 관한 법률 제17조 (항공·철도사고등의 발생 통보), 시행규칙

- 제2조(항공·철도종사자와 관계인의 범위)
- 경량항공기 사고 발생 통보 시 포함되어야 할 사항은 다음과 같다.
 - 경량항공기사고의 유형
 - 발생 일시 및 장소
 - 기종(통보자가 알고 있는 경우만 해당한다)
 - 발생 경위(통보자가 알고 있는 경우만 해당한다)
 - 사상자 등 피해상황(통보자가 알고 있는 경우만 해당한다)
 - 통보자의 성명 및 연락처
 - 기타 사고조사에 필요한 사항
- Ⓜ 항공·철도 사고조사에 관한 법률, 시행규칙 제3조(통보사항)
- 경량항공기 사고 발생 통보의무자는 경량항공기 사고가 발생한 사실을 알게 된 때에는 지체 없이 통보하여야 한다.
 - Ⓜ 항공·철도 사고조사에 관한 법률, 시행규칙 제4조(통보시기)
- 경량항공기 사고 발생통보는 구두, 전화, 모사전송(FAX), 인터넷 홈페이지 등의 방법 중 가장 신속한 방법을 이용하여야 한다.
 - 보고방법 : 전화, 팩스, 인터넷, 이메일, 구두 등 가용한 방법
 - 전화 : (항공사고등) 044-201-5447, 02-2665-9705
 - 팩스 : (항공사고등) 044-201-5698

- e-mail : (공통) araib@korea.kr
- 웹사이트 : (공통) www.araib.go.kr
- Ⓜ 항공·철도 사고조사에 관한 법률, 시행규칙 제5조(통보방법 및 절차), 운영규정 제22조(사고발생 접수절차)

8.4 항공안전 의무 및 자율보고

- 항공안전 의무보고 : 항공기사고, 항공기준사고 또는 항공안전장애를 발생시켰거나 항공기사고, 항공기준사고 또는 항공안전장애가 발생한 것을 알게 된 항공종사자 등 관계인은 국토교통부장관에게 그 사실을 보고하여야 한다.
Ⓜ 항공안전법 제59조(항공안전 의무보고)
- 항공안전 자율보고 : 항공안전을 해치거나 해칠 우려가 있는 사건·상황·상태 등(이하 “항공안전위해요인”이라 한다)을 발생시켰거나 항공안전위해요인이 발생한 것을 안 사람 또는 항공안전위해요인이 발생될 것이 예상된다고 판단하는 사람은 국토교통부장관에게 그 사실을 보고할 수 있다.
 - 국토교통부장관은 “항공안전 자율보고”를 한 사람의 의사에 반하여 보고자의 신분을 공개해서는 아니 되며, 항공안전 자율보고를 사고예방 및 항공안전 확보 목적 외의 다른 목적으로 사용해서는 아니

된다.

- 누구든지 항공안전 자율보고를 한 사람에게 대하여 이를 이유로 해고·전보·징계·부당한 대우 또는 그 밖에 신분이나 처우와 관련하여 불이익한 조치를 해서는 아니 된다.
- 국토교통부장관은 항공안전위해요인을 발생시킨 사람이 그 항공안전위해요인이 발생한 날부터 10일 이내에 항공안전 자율보고를 한 경우에는 항공법규에 따른 처분을 하지 아니할 수 있다. 다만, 고의 또는 중대한 과실로 항공안전위해요인을 발생시킨 경우와 항공기사고 및 항공기준사고에 해당하는 경우에는 그러하지 아니하다.
- 항공안전 자율보고를 하려는 사람은 항공안전 자율보고서(항공안전법 시행규칙 별지 제66호서식) 또는 국토교통부장관이 정하여 고시하는 전자적인 보고방법에 따라 한국교통안전공단의 이사장에게 보고할 수 있다.
Ⓜ 항공안전법 제61조(항공안전 자율보고), 시행규칙 제135조(항공안전 자율보고의 절차 등)

제9장

행정처분 등

9.1 자격취소 등 : 경량항공기 조종사 자격증명·항공신체검사증명의 취소 등에 대한 행정처분기준은 다음과 같다.

① 항공안전법 제114조(경량항공기 조종사 자격증명등·항공신체검사증명의 취소 등), 시행규칙 제292조(경량항공기 조종사 자격증명·항공신체검사증명의 취소 등), 별표 42

9.1.1 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 자격증명등을 받은 경우 : 자격증명 취소

9.1.2 자격증명등의 정지기간에 경량항공기 조종업무에 종사한 경우 : 자격증명 취소

9.1.3 항공안전법을 위반하여 벌금 이상의 형을 선고받은 경우 : 효력 정지 30일 이상 또는 자격증명 취소

9.1.4 경량항공기 조종업무를 수행할 때 고의 또는 중대한 과실로 경량항공기사고를 일으켜 다음의 인명피해를 발생시킨 경우
○ 사망자가 발생한 경우 : 효력 정지 180일 이상 또는 자격증명 취소

- 중상자가 발생한 경우 : 효력 정지 90일 이상 또는 자격증명 취소
- 중상자 외의 부상자가 발생한 경우 : 효력 정지 30일 이상 또는 자격증명 취소

9.1.5 경량항공기 조종업무를 수행할 때 고의 또는 중대한 과실로 경량항공기사고를 일으켜 다음의 재산피해를 발생시킨 경우

- 경량항공기 또는 제3자의 재산피해가 100억원 이상인 경우 : 효력 정지 180일 이상 또는 자격증명 취소
- 경량항공기 또는 제3자의 재산피해가 10억원 이상 100억원 미만인 경우 : 효력 정지 90일 이상 또는 자격증명 취소
- 경량항공기 또는 제3자의 재산피해가 10억원 미만인 경우 : 효력 정지 30일 이상 또는 자격증명 취소

9.1.6 경량항공기 조종업무 외의 업무에 종사한 경우

- 1차 위반: 효력 정지 150일
- 2차 위반: 효력 정지 1년 또는 자격증명 취소

9.1.7 경량항공기 조종사 자격증명의 한정을 받은 사람이 한정된 경량항공기 종류 외의 경량항공기를 조종한 경우

- 1차 위반: 효력 정지 30일
- 2차 위반: 효력 정지 60일
- 3차 위반: 효력 정지 180일

9.1.8 항공신체검사증명을 받지 아니하고 경량항공기 조종업무를 하거나 경량항공기 조종연습을 한 경우

- 1차 위반: 효력 정지 30일
- 2차 위반: 효력 정지 60일
- 3차 위반: 효력 정지 150일

9.1.9 경량항공기 조종사 자격증명을 받지 아니하고 조종교육을 한 경우

- 1차 위반: 효력 정지 30일
- 2차 위반: 효력 정지 60일
- 3차 위반: 효력 정지 180일

9.1.10 경량항공기 조종교육증명을 받은 자는 국토교통부장관이 정하는 바에 따라 교육을 받지 아니한 경우

- 1차 위반: 효력 정지 30일
- 2차 위반: 효력 정지 60일
- 3차 위반: 효력 정지 180일

9.1.11 이륙·착륙 장소가 아닌 곳 또는 사용이 중지된 장에서 경량항공기를 이륙하거나

착륙하게 한 경우

- 1차 위반: 효력 정지 30일
- 2차 위반: 효력 정지 150일
- 3차 위반: 효력 정지 1년 또는 자격증명 취소

9.1.12 주류등의 영향으로 경량항공기 조종업무(경량항공기 조종연습을 포함한다)를 정상적으로 수행할 수 없는 상태에서 경량항공기를 사용하여 비행한 경우

○ 주류의 경우

- 혈중알콜농도 0.02퍼센트 이상 0.06퍼센트 미만: 효력 정지 60일
- 혈중알콜농도 0.06퍼센트 이상 0.09퍼센트 미만: 효력 정지 120일
- 혈중알콜농도 0.09퍼센트 이상: 효력 정지 180일 또는 자격증명 취소

○ 마약류 또는 환각물질의 경우

- 1차 위반: 효력 정지 60일
- 2차 위반: 효력 정지 120일
- 3차 위반: 효력 정지 180일 또는 자격증명 취소

9.1.13 경량항공기 조종업무(경량항공기 조종연습을 포함한다)에 종사하는 동안에 주류등을 섭취하거나 사용한 경우

○ 주류의 경우

- 혈중알콜농도 0.02퍼센트 이상 0.06퍼센트 미만: 효력 정지 60일

- 혈중알콜농도 0.06퍼센트 이상 0.09퍼센트 미만: 효력 정지 120일
- 혈중알콜농도 0.09퍼센트 이상: 효력 정지 180일 또는 자격증명 취소
- 마약류 또는 환각물질의 경우
 - 1차 위반: 효력 정지 60일
 - 2차 위반: 효력 정지 120일
 - 3차 위반: 효력 정지 180일 또는 자격증명 취소

9.1.14 주류등의 섭취 및 사용 여부의 측정 요구에 따르지 아니한 경우

- 1차 위반: 효력 정지 60일
- 2차 위반: 효력 정지 120일
- 3차 위반: 효력 정지 180일 또는 자격증명 취소

9.1.15 비행규칙을 따르지 아니하고 비행한 경우

- 1차 위반: 효력 정지 30일
- 2차 위반: 효력 정지 60일
- 3차 위반: 효력 정지 180일

9.1.16 국토교통부장관이 정하여 공고하는 비행의 방식 및 절차에 따르지 아니하고 비관제구역 또는 주의구역에서 비행한 경우

- 1차 위반: 효력 정지 30일
- 2차 위반: 효력 정지 60일
- 3차 위반: 효력 정지 150일

9.1.17 허가를 받지 아니하거나 국토교통부장관이 정하는 비행의 방식 및 절차에 따르지 아니하고 통제구역에서 비행한 경우

- 1차 위반: 효력 정지 30일
- 2차 위반: 효력 정지 90일
- 3차 위반: 효력 정지 1년 또는 자격증명 취소

9.1.18 국토교통부장관 또는 항공교통업무증명을 받은 자가 지시하는 이동·이륙·착륙의 순서 및 시기와 비행의 방법에 따르지 아니한 경우

- 1차 위반: 효력 정지 30일
- 2차 위반: 효력 정지 90일
- 3차 위반: 효력 정지 1년 또는 자격증명 취소

9.2 청문 : 국토교통부장관은 다음의 어느 하나에 해당하는 처분을 하려면 청문을 하여야 한다.

- 자격증명등 또는 항공신체검사증명의 취소
- 조종교육증명의 취소
- 경량항공기 전문교육기관 지정의 취소
- 항공기대여업 등록의 취소
- 항공레저스포츠사업 등록의 취소
- 이착륙장 설치 및 관리에 관한 허가·승인의 취소

㉔ 항공안전법 제134조(청문), 항공사업법 제74조(청문), 공항시설법 제62조(청문)

9.3 벌칙

- 사람이 현존하는 경량항공기를 항행 중에 추락 또는 전복(顛覆)시키거나 파괴한 사람은 사형, 무기징역 또는 5년 이상의 징역에 처한다.

㉔ 항공안전법 제138조(항행 중 항공기 위험 발생의 죄)

- 비행장, 이착륙장, 공항시설 또는 항행안전시설을 파손하거나 그 밖의 방법으로 항공공상의 위험을 발생시킨 사람이 현존하는 경량항공기를 항행 중에 추락 또는 전복시키거나 파괴한 사람은 사형, 무기징역 또는 5년 이상의 징역에 처한다.

㉔ 항공안전법 제138조(항행 중 항공기 위험 발생의 죄)

- 비행장, 이착륙장, 공항시설 또는 항행안전시설을 파손하거나 그 밖의 방법으로 항공공상의 위험을 발생시킨 사람이 현존하는 경량항공기를 항행 중에 추락 또는 전복시키거나 파괴한 죄를 지어 사람을 사상(死傷)에 이르게 한 사람은 사형, 무기징역 또는 7년 이상의 징역에 처한다.

㉔ 항공안전법 제139조(항행 중 항공기 위험 발생으로 인한 치사·치상의 죄)

- 비행장, 이착륙장, 공항시설 또는 항행안전시설을 파손하거나 그 밖의 방법으로 항공공상의 위험을 발생시킨 사람은 10년 이하의 징역에 처한다.

㉔ 항공안전법 제140조(항공상 위험 발생 등의 죄)

- 경량항공기 불법 사용이 다음의 어느 하나에 해당하는 자는 3년 이하의 징역 또는 3천만원 이하의 벌금에 처한다.

- 주류등의 영향으로 경량항공기를 사용하여 비행을 정상적으로 수행할 수 없는 상태에서 경량항공기를 사용하여 비행을 한 사람
- 경량항공기를 사용하여 비행하는 동안에 주류등을 섭취하거나 사용한 사람
- 국토교통부장관의 주류등의 측정 요구에 따르지 아니한 사람

㉔ 항공안전법 제160조(경량항공기 불법 사용 등의 죄), 항공사업법 제78조(항공사업자의 업무 등에 관한 죄)

- 경량항공기 조종업무 외의 업무를 한 사람은 2년 이하의 징역 또는 2천만원 이하의 벌금에 처한다.

㉔ 항공안전법 제160조(경량항공기 불법 사용 등의 죄), 항공사업법 제78조(항공사업자의 업무 등에 관한 죄)

- 과실로 항공기·경량항공기·초경량비행장치·비행장·이착륙장·공항시설 또는 항행안전시설을 파손하거나, 그 밖의 방법

으로 항공상의 위험을 발생시키거나 항행 중인 항공기를 추락 또는 전복시키거나 파괴한 사람은 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금에 처한다.

㉔ 항공안전법 제149조(과실에 따른 항공상 위험 발생 등의 죄)

- 국토교통부장관의 이착륙장 사용의 중지 등에 따른 명령을 위반한 자는 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금에 처한다.

㉕ 공항시설법 제66조(명령 등의 위반 죄)

- 경량항공기 불법 사용이 다음의 어느 하나에 해당하는 자는 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금에 처한다.

- 안전성인증을 받지 아니한 경량항공기를 사용하여 비행을 한 자 또는 비행을 하게 한 자
- 등록을 하지 아니하고 항공기대여업을 경영한 자
- 명의대여 등의 금지를 위반한 항공기대여업자
- 등록을 하지 아니하고 항공레저스포츠사업을 경영한 자
- 명의대여 등의 금지를 위반한 항공레저스포츠사업자

㉖ 항공안전법 제160조(경량항공기 불법 사용 등의 죄), 항공사업법 제78조(항공사업자의 업무 등에 관한 죄)

- 사업용으로 등록하지 아니한 경량항공기를 영리 목적으로 사용한 자는 1년 이하의

징역 또는 1천만원 이하의 벌금에 처한다.

㉗ 항공사업법 제80조(경량항공기 등의 영리 목적 사용에 관한 죄)

- 경량항공기 불법 사용이 다음의 어느 하나에 해당하는 자는 6개월 이하의 징역 또는 500만원 이하의 벌금에 처한다.

- 경량항공기 조종사 자격증명을 받지 아니하고 경량항공기를 사용하여 비행을 한 사람
- 등록을 하지 아니한 경량항공기를 사용하여 비행을 한 자
- 국적 및 등록기호를 표시하지 아니하거나 거짓으로 표시한 경량항공기를 사용하여 비행을 한 사람

㉘ 항공안전법 제160조(경량항공기 불법 사용 등의 죄), 항공사업법 제78조(항공사업자의 업무 등에 관한 죄)

9.4 벌금

- 경량항공기 조종교육증명을 받지 아니하고 조종교육을 한 사람은 2천만원 이하의 벌금에 처한다.

- 다음의 어느 하나에 해당하는 자는 1천만원 이하의 벌금에 처한다.

- 국토교통부장관의 사업개선 명령을 위반한 항공기대여업자
- 국토교통부장관의 사업개선 명령을 위반

한 초경량비행장치사용사업자

- 국토교통부장관의 사업개선 명령을 위반한 항공레저스포츠사업자

㉠ 항공사업법 제78조(항공사업자의 업무 등에 관한 죄)

- 경량항공기 사고가 발생한 것을 알고도 정당한 사유 없이 통보를 하지 아니하거나 거짓으로 통보한 경우에는 500만원 이하의 벌금에 처한다.

㉡ 항공·철도 사고조사에 관한 법률 제36조의2(사고발생 통보 위반의 죄), 항공안전법 제158조(기장 등의 보고의무 등의 위반에 관한 죄)

- 경량항공기에 무선설비를 설치·운용하지 아니한 자는 500만원 이하의 벌금에 처한다.

- 경량항공기 불법 사용이 다음의 어느 하나에 해당하는 사람은 300만원 이하의 벌금에 처한다.

- 경량항공기를 사용하여 이륙·착륙 장소가 아닌 곳 또는 사용이 중지된 이착륙장에서 이륙하거나 착륙한 사람
- 통제구역에서 비행한 사람

㉢ 항공안전법 제160조(경량항공기 불법 사용 등의 죄)

9.5 과태료

- 다음의 어느 하나에 해당하는 자에게는 500만원 이하의 과태료를 부과한다.

- 국토교통부장관이 정하는 바에 따라 교육을 받지 아니하고 경량항공기 조종교육을 한 자

- 국토교통부장관의 항공안전 활동에 따른 보고 등을 하지 아니하거나 거짓 보고 등을 한 사람

- 국토교통부장관의 항공안전 활동에 따른 질문에 대하여 거짓 진술을 한 사람

- 국토교통부장관의 항공안전 활동에 따른 운항정지, 운용정지 또는 업무정지를 따르지 아니한 자

- 국토교통부장관의 항공안전 활동에 따른 시정조치 등의 명령에 따르지 아니한 자

- 보험 또는 공제 가입 대상인 경량항공기를 보험 또는 공제에 가입하지 아니하고 경량항공기를 사용하여 비행한 자

- 준공확인증명서를 받기 전에 이착륙장을 사용하거나 사용허가를 받지 아니하고 이착륙장을 사용한 자

㉣ 항공안전법 제166조(과태료), 항공사업법 제84조(과태료), 공항시설법 제69조(과태료)

- 다음의 어느 하나에 해당하는 자에게는 300만원 이하의 과태료를 부과한다.

- 국토교통부령으로 정하는 방법에 따라 안전하게 운용할 수 있다는 확인을 받지 아니하고 경량항공기를 사용하여 비행한 사람
 - 국토교통부령으로 정하는 준수사항을 따르지 아니하고 경량항공기를 사용하여 비행한 사람
- 다음의 어느 하나에 해당하는 자에게는 200만원 이하의 과태료를 부과한다.
- 항공교통의 안전을 위한 국토교통부장관 또는 항공교통업무증명을 받은 자의 지시에 따르지 아니한 자
 - 안전성인증 등급에 따른 운용범위를 준수하지 아니하고 경량항공기를 사용하여 비행한 사람
- 경량항공기 등록기호표를 부착하지 아니한 경량항공기소유자등에 해당하는 자에게는 100만원 이하의 과태료를 부과한다.
- 다음의 어느 하나에 해당하는 자에게는 50만원 이하의 과태료를 부과한다.
- 경량항공기사고에 관한 보고를 하지 아니하거나 거짓으로 보고한 경량항공기 조종사 또는 그 경량항공기소유자등
 - 경량항공기의 변경등록 또는 말소등록을 신청하지 아니한 경량항공기소유자등
- Ⓜ 항공안전법 제166조(과태료), 항공사업법 제84조(과태료)

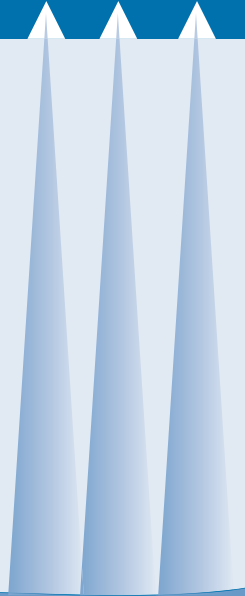
제2부 비행이론 (Flight Theory)

제1장 기초 비행 원리(Principles of Flight)

제2장 경량항공기 구조 및 특징

제3장 동력장치 및 계기장치

제4장 항공기 무게중심과 균형



참고자료

- H-8083-1B Weight and Balance Handbook, FAA, 2016.
- H-8083-3B Airplane Flying Handbook, FAA, 2016.
- H-8083-5 Weight Shift Control Flying Handbook, FAA, 2008.
- H-8083-15B Instrument Flying Handbook, FAA, 2012.
- H-8083-21 Rotorcraft Flying Handbook, FAA, 2000.
- H-8083-21A Helicopter Flying Handbook, FAA, 2012.
- H-8083-23. Seaplane, Skiplane, and Float/Ski, FAA, 2004.
- H-8083-25B Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge, FAA, 2016.
- H-8083-29 Powered Parachute Flying Handbook, FAA, 2007.
- H-8083-30 Aviation Maintenance Technician Handbook General, FAA, 2017
- H-8083-31 Aviation Maintenance Technician Handbook Powerplant, FAA, 2012.
- H-8083-32 Aviation Maintenance Technician Handbook Airframe, FAA, 2012.
- 비행안전 참고 매뉴얼, 서울지방항공청, 2014.1.
- 항공정보간행물(AIP : Aeronautical Information Publication), 2018. 9. 27.
- AIM(항공정보매뉴얼), 한국교통안전공단, 2017.
- 경량항공정보매뉴얼, 한국교통안전공단, 2016.
- 경량항공기 비행경로, 한국교통안전공단, 2015.
- 경량항공기 비행안전가이드, 한국교통안전공단, 2016.
- 경량항공개론 I, 한서대학교 항공레저산업학과, 2016.
- 경량항공개론 II, 한서대학교 항공레저산업학과, 2018.
- 경량항공기 비행안전을 확보하기 위한 기술상의 기준, 국토교통부 고시 제2017-802호, 2017
- 동력패러글라이더 운용기준 개발 연구, 한국교통안전공단, 2009.
- 체중이동형비행기 운용기준 개발 연구, 한국교통안전공단, 2009.
- 타면조종형비행기 운용기준 개발 연구, 한국교통안전공단, 2009.
- 경량자이로플레인-운용기준 개발 연구, 한국교통안전공단, 2010
- 비행이론, 조종사표준교재, 국토교통부, 2017.

목 차

제1장 기초 비행 원리

- 1.1 비행 이론 일반
- 1.2 양력 발생 원리
- 1.3 비행과 항공 역학
- 1.4 비행기동 중에 작용하는
 항공 역학적인 힘
- 1.5 프로펠러
- 1.6 추풍 시 활주
- 1.7 비행 전 점검

제2장 경량항공기 구조 및 특징

- 2.1 경량항공기의 종류
- 2.2 타면조종형비행기의 구조 및 특성
- 2.3 체중이동형비행기의 구조 및 특성
- 2.4 경량헬리콥터의 구조 및 특성
- 2.5 자이로플레인의 구조 및 특성
- 2.6 동력패러슈트의 구조 및 특성
- 2.7 수상항공기

제3장 동력장치 및 계기장치

- 3.1 경량항공기 엔진 분류
- 3.2 디젤엔진과 가솔린엔진의 차이점
- 3.3 엔진의 행정
- 3.4 점화플러그 & 예열플러그
- 3.5. 흡기계통

- 3.6 엔진 시동장치
- 3.7. 점화계통
- 3.8 연료시스템
- 3.9 오일시스템
- 3.10 경량항공기 계기

제4장 항공기 무게중심과 균형

- 4.1 비행성능에 영향을 미치는
 항공기의 무게
- 4.2 항공기 무게중심과 안정성
- 4.3 항공기 무게중심의 계산

제1장

기초 비행 원리

1.1 비행 이론 일반(Theory of flight)

1.1.1 대기(Atmosphere)

대기는 지구를 감싸고 있고 지표면 주위에 머물고 있는 공기이다. 대기는 지상과 수상에서 서로 다른 가스의 혼합으로 인해 그 구성성분이 다르며, 질량과 무게가 있고 모양이 정해져 있지 않다.

대기는 78%의 질소와 21%의 산소, 그리고 기타 1%의 가스로 구성되어 있다. 이러한 요소들 중 산소처럼 다른 기체들보다 상대적으로 더 무거운 기체는 낮은 고도의 표면에 분포하며 가벼운 기체들은 더 높은 고도에 위치하게 된다. 대기에 포함된 산소의 대부분은 지표면으로부터 35,000ft 정도까지 존재한다.

1.1.2 유체의 한 종류인 공기(Air is a Fluid)

흐르는 성질을 가진 물체를 유체(Fluid)라 한다. 대기를 구성하는 공기 또한 흐르는 성질이 있어 유체라 할 수 있다. 유체는 압력이 가해져더라도 쉽게 변형되지 않거나, 약간 변한다. 우리는 이것을 저항점성(Resistance Viscosity)

이라고 한다. 액체가 용기를 흐르고 채우는 것처럼, 공기는 이용 가능한 용기를 채우기 위해 팽창한다. 액체와 기체는 밀도 측면에서 상당히 다르지만, 유체로서의 특성을 보인다. 공기의 유체특성을 이해하는 것은 비행원리를 이해하는 데 필수적 요소이다.

1.1.3 유체의 특성(Characteristics of Fluid)

1.1.3.1 점성(Viscosity)

점성은 유체가 흐르지 않으려고 하는, 즉 이동하지 않으려는 성질이다. 모든 유체는 점성을 가지며 흐름에 대한 저항을 가진다. 공기의 점성을 쉽게 관찰할 수 없지만 공기는 유체이고 점성을 가지기 때문에, 물체 주위의 흐름에 대해 어느 정도 저항을 가진다.

1.1.3.2 마찰(Friction)

유체가 물체 위나 주변을 흐를 때 작용하는 또 다른 요인을 마찰이라 한다. 마찰은 표면 위로 물체가 움직일 때 겪게 되는 저항이다. 마찰은 두 물체 사이의 접촉된 부분에서 존재한다. 날개의 표면도 다른 물체의 표면처럼 어느 정도 거칠기 때문에 공기흐름에 대한 저항을 초

래하고 날개 위의 공기흐름 속도를 늦춘다.

1.1.3.3 항력(Drag)

날개표면 위를 지나가는 공기는 점성과 마찰로 인해 표면에 들러붙는다. 날개표면 근처의 공기분자는 마찰과 표면의 거칠음으로 인하여 흐름이 방해받는다. 날개 표면에 붙어 있는 분자들의 층을 경계층(Boundary Layer)이라 한다. 공기의 경계층이 마찰에 의해 들러붙으면, 추가적인 공기흐름은 공기 자체에 붙으려 하는 점성에 의해 저항이 유발된다. 이 두 종류의 힘(마찰과 점성)이 날개 위의 공기흐름을 방해하면서 항력(Drag)으로 작용된다.

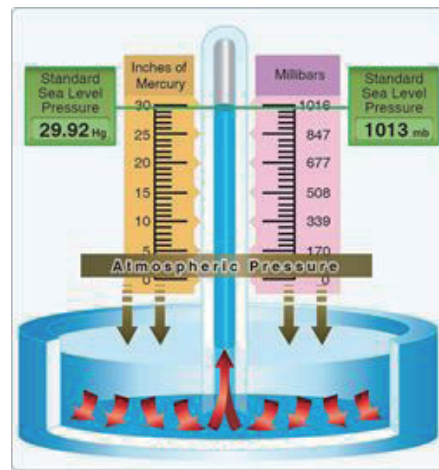
1.1.3.4 압력(Pressure)

압력은 물체의 표면에 수직 방향으로 작용하는 힘이다. 무게가 물체의 표면에 가해지는 것으로 압력의 크기가 측정된다. 물체 안에 완전하게 담겨진 유체는 물체의 전체 표면 주위로 일정하게 압력을 골고루 전달한다. 압력이 가해진 표면의 압력보다 다른 쪽 물체표면의 압력이 낮아지면, 물체는 압력이 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 움직인다.

1.1.3.5 대기압(Atmospheric Pressure)

공기는 질량을 가졌기 때문에 중력의 영향을 받아 무게를 가지며, 이로 인하여 공기는 물체에 압력을 끼치는데 이를 대기압이라 한다. 표준대기 조건에서 해수면의 평균대기압은 대략

14.70psi 또는 1,013.2mb가 되고 고도가 높을수록 중력의 영향이 적어지므로 단위 체적당 공기의 양은 적어진다. 이러한 이유 때문에, 18,000ft에서 대기의 무게는 해수면에서보다 $\frac{1}{2}$ 정도로 낮아진다. 대기압은 온도 및 위치에 따라 다르고 항상 변화하므로, 국제기구에서는 표준대기조건을 설정하였다. 해수면에서 표준 대기압은 1,013.2mb 또는 29.92inHg 온도는 15°C 또는 59°F가 된다.



[그림 1-1] 해수면 표준 대기압

1.1.4 공기 밀도(Air Density)

1.1.4.1 밀도고도(Density Altitude)

공기의 밀도는 항공기 성능에 상당한 영향을 미치므로 항공기 성능을 정확히 파악하고 운용하기 위해서는 밀도고도를 알아야 한다. 공기의 밀도가 적어짐에 따라서 항공기 성능 저하

로 엔진(Power) 출력 감소(엔진에 적은 량의 공기 공급), 항공기 추력(Thrust) 감소(밀도 적은 공기에서 프로펠러 효율 감소), 항공기 양력(Lift) 감소(밀도 적은 공기는 에어포일에 적은 힘으로 작용) 등이 있다.

1.1.4.2 밀도에 대한 압력의 영향(Effect of Pressure on Density)

공기는 기체이기 때문에 압축되거나 팽창될 수 있다. 온도가 일정하다고 가정했을 때 공기가 압축되면 일정한 공간에 포함되는 기체의 양은 많아지고, 압력이 감소하면 공기는 팽창하여 일정한 공간에 포함되는 기체의 양은 감소한다. 온도가 일정하다고 가정할 때 밀도는 압력에 비례한다.

1.1.4.3 밀도에 대한 온도의 영향(Effect of Temperature on Density)

압력이 일정하다고 가정했을 때 공기밀도는 기온에 반비례한다. 실제 대기상태는 고도가 증가함에 따라 기온과 기압은 같이 감소하여 밀도에 상반되는 영향을 미친다. 그러나 온도의 감소에 따른 공기밀도의 변화보다 압력이 감소됨에 따라 밀도가 변하는 증상이 더 현저하므로 고도가 증가하면 공기밀도가 감소됨을 예상하여야 한다.

1.1.4.4 밀도에 대한 습도/수분의 영향(Effect of Humidity/Moisture on

Density)

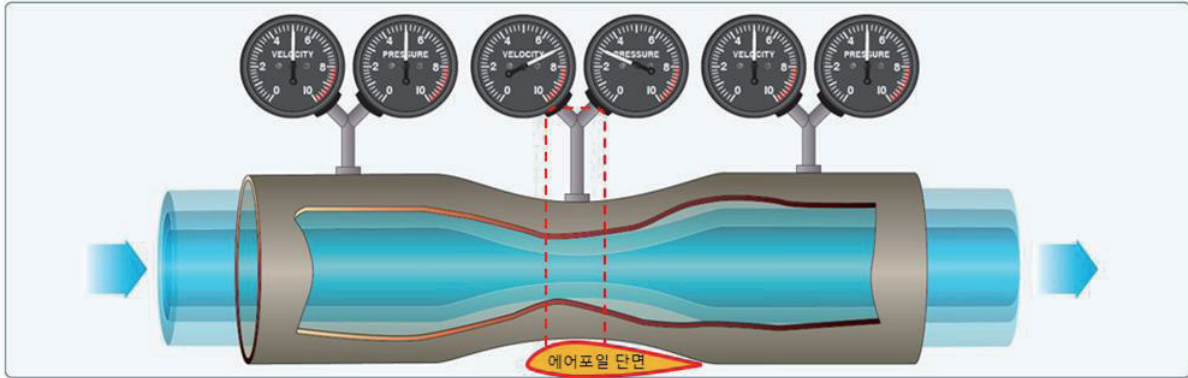
실제 대기상태는 공기보다 가벼운 수증기가 포함되어 있으며, 공기보다 가벼운 수증기는 공기분자를 대체하므로 습한 공기는 건조한 공기에 비하여 단위체적당 공기의 양이 적어서 밀도가 낮아진다. 그러므로 공기 중에 포함되는 수분이 증가할수록 밀도가 낮아지고, 밀도 고도는 증가하게 되므로, 이에 영향을 받는 항공기의 성능은 감소한다.

공기가 포함할 수 있는 최대 수증기량을 기준으로 측정하고자 하는 곳의 대기에 포함된 수증기의 양을 백분율(percentage)로 표시한 것을 상대습도(Relative Humidity)라 한다. 상대습도는 공기의 온도에 따라 달라지는데 따뜻한 공기일수록 상대습도가 높다. 따라서 상대습도가 높을수록 공기밀도는 희박해지므로 항공기의 성능은 저하된다.

1.2 양력 발생 원리(Theories in the Production of Lift)

양력은 항공기가 대기 중을 움직이면서 항공기의 날개에서 발생된다. 날개에서 발생하는 양력은 항공기 무게보다 같거나 크고, 중력의 방향과 반대로 작용하여 항공기를 부양시킨다.

1.2.1 베르누이의 원리(Bernoulli's Principle of Differential Pressure)



[그림 1-2] 벤투리관에서 공기의 흐름에 따른 속도와 압력의 변화

스위스 수학자인 다니엘 베르누이(Daniel Bernoulli)는 움직이는 유체(액체 또는 가스)의 압력이 운동속도에 따라 어떻게 변화하는지 설명하였다. 베르누이는 움직이는 유체의 속도가 증가하면, 유체의 압력은 감소한다는 것을 증명하였다. 이 원리는 항공기 유선형 날개의 윗부분을 지나가는 공기흐름의 결과가 어떻게 일어나는지 설명한다.

베르누이 정리는 벤투리관(venturi tube)을 이용하여 설명할 수 있다. 벤투리관은 입구를 지나 점점 통로가 좁아지고 좁은 통로를 지나면 다시 통로가 점점 넓어져 공기가 배출되는 관으로 되어 있다. 배출구의 지름은 유입구와 같다. 관으로 유입되는 공기의 질량은 관 밖으로 나가는 질량과 정확히 같아야 하므로(질량 보존의 법칙) 좁은 지점에서 같은 양의 공기가 통과하려면 속도가 증가하여야 한다. 공기 속도가 증가하면 압력은 감소하며, 좁은 지점을 지나면, 공기흐름은 다시 느려지고 압력은 증

가한다.

베르누이는 이상 유체(Ideal fluid)의 정상 흐름에서 유체의 에너지 총량은 항상 일정하다고 정의하였다. 즉, 이상 유체의 정상 흐름에서의 전압(Total pressure)은 정압(Static pressure)과 동압(Dynamic pressure)의 합으로 항상 일정하다고 정의하였다. 정압은 물체 표면에 수직으로 작용하는 단위 면적당 공기력을 말하고, 동압은 유체 속도의 제곱에 비례하는 단위 면적당 공기력을 말한다.

유체의 밀도를 ρ 라 하고 속도를 V 라고 하면 동압 q 는 $q = \frac{1}{2}\rho V^2$ 식으로 표현된다. 이상 유체의 정상 흐름에서 동일한 유선상의 정압과 동압 사이에는 “정압(P)+동압(q)=전압(P_t)=일정” 관계가 성립된다. 유체 흐름에서 정압과 동압의 합은 일정한데 이를 전압(Total pressure)이라 한다. 전압(Total pressure)을 식으로 표현하면 $P + \frac{1}{2}\rho V^2 = P_t$ 와 같다.

유체의 유선에서 동일 유선상에 있는 두 지점 1, 2 사이의 에너지 관계를 수식으로 나타내면 $P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 = P_t$ 이 되며, 이 관계를 베르누이의 정리(Bernoulli's Theory)라고 한다.

이 관계를 정리하면 동압이 작은 지점은 정압이 크고 동압이 큰 지점은 정압이 작다는 것을 의미한다. 즉, 단면적이 큰 지점은 유속이 작고 유속이 작으면 동압이 작으므로 정압이 크고, 단면적이 작은 지점은 유속이 크고 유속이 크면 동압이 크므로 정압이 작다. 결과적으로 단면적이 넓은 지점은 정압이 크고 면적이 좁은 지점은 정압이 작다.

날개 에어포일의 윗면을 지나가는 공기의 흐름은 속도를 증가시키고 저압 지역이 생성된다. 이를 응용하면 날개 아랫면의 압력이 윗면의 압력보다 높아지게 되므로 날개를 위로 들어 올리는 공기력인 양력(Lift)이 만들어진다. 양력계수(C_L), 날개면적(S), 속도(V), 공기밀도

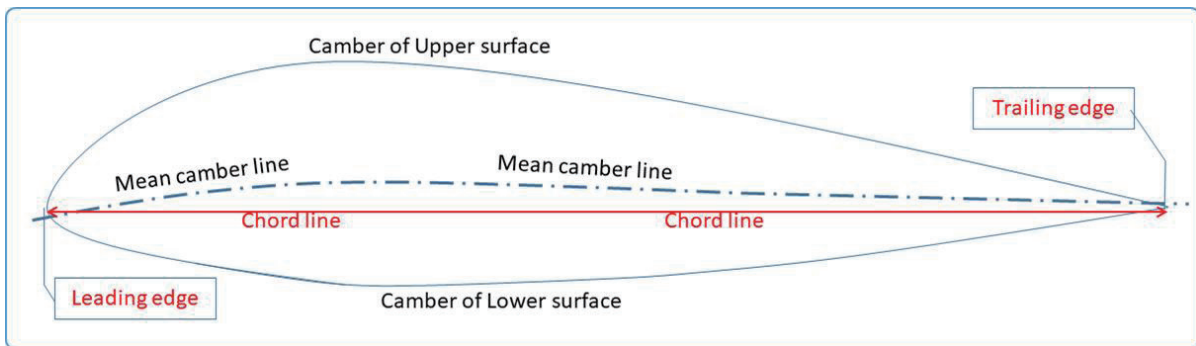
를 ρ 라 하고 하면 “양력(Lift) = $C_L \frac{1}{2}\rho V^2 S$ ” 수식으로 표현된다.

1.2.2 에어포일(Airfoil)

에어포일의 앞부분을 앞전(Leading Edge)이라 하고, 뒷부분을 뒷전(Trailing Edge)이라 하는데 앞부분은 뒷전에 비해 둥글고 뒷전으로 갈수록 좁고 가늘어진다. 에어포일의 앞전과 뒷전을 연결하는 직선을 시위선(Chord Line)이라 한다.

에어포일의 각 지점에서 시위선으로 부터 윗면과 아랫면까지의 길이는 위 캠버와 아래 캠버의 길이를 나타낸다. 평균 캠버선(mean camber line)은 윗면과 아랫면의 길이가 같은 지점을 연결한 선이다.

에어포일은 공기의 움직임으로부터 양력을 만들어 내는 방법으로 고안되었다. 이는 에어포일의 위/아래로 흐르는 공기의 흐름과 속도 차이로 발생하는 윗면과 아랫면의 압력차이로



[그림 1-3] 에어포일의 단면

인하여 날개를 위로 들어 올리려는 양력을 발생시킨다.

1.2.3 받음각에 따른 에어포일의 압력중심의 변화

에어포일의 위, 아래 캠버가 같은 대칭형 에어포일이라면 위와 아래를 흐르는 공기의 속도는 같으며, 그에 따라 압력변화 또한 같게 된다. 그러나 대칭모양의 에어포일을 아랫면이 직선형태가 되도록 반으로 나눈 형태에서 공기 흐름을 생각해보면 윗면을 흐르는 공기는 에어포일의 아랫면보다 더 빨리 움직일 것이다. 증가된 속도는 에어포일 윗면의 압력을 감소시킨다.

1.2.3.1 받음각(AOA, Angle Of Attack)

받음각(AOA, Angle of attack)은 항공기의 시위선(chord line)과 상대풍이 이루는 각도를 의미한다. 에어포일은 받음각(AOA)에 따라 공기역학적 특성이 달라지기 때문에 에어포일 주위의 흐름의 모양, 압력 분포가 받음각에 따라 변한다. 에어포일 주위에 작용하는 공기압력의

중심 즉, 공기력의 합력점을 압력 중심(CP, center of pressure)라 부른다.

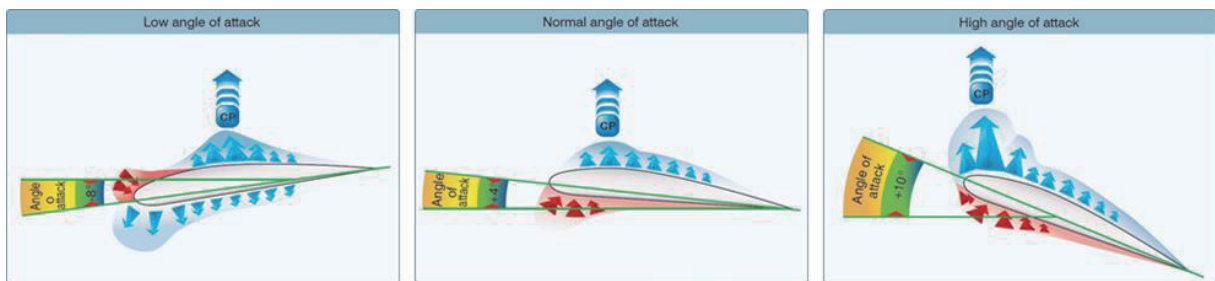
받음각(AOA)이 작을 때 에어포일 주위의 최대 부압 지점은 날개 시위 중앙 부근에 나타나며 따라서 압력중심(CP)도 날개 시위 중앙 부근에 위치한다.

받음각(AOA)이 정상(순항비행)일 때 에어포일 주위의 최대 부압 지점은 날개 시위 중간 앞(일반적으로 대략 25%) 부근에 나타나며 따라서 압력중심(CP)도 날개 시위 중간 앞 부근에 위치한다.

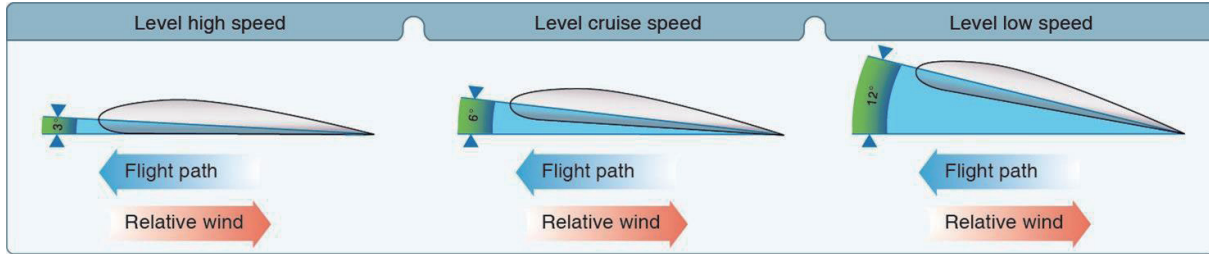
받음각(AOA)을 크게 하면 에어포일 주위의 최대 유속 발생 지점이 에어포일 전방으로 이동하기 때문에 최대 부압지점도 에어포일 앞전 쪽으로 이동하게 된다. 따라서 받음각이 증가하면 압력중심(CP)은 날개 앞전 쪽으로 이동한다.

1.2.3.2 등속직진수평비행 상태일 경우의 받음각(AOA)

항공기가 등속직진수평비행 상태일 경우 속도에 따라 날개의 받음각이 다르게 나타난다.



[그림 1-4] 에어포일의 압력 분포와 받음각(AOA)에 따른 압력중심(CP)의 변화



[그림 1-5] 등속직진수평비행 상태에서 속도 변화에 따른 받음각

직진 수평비행은 넓은 범위의 속도에서 이루어진다. 조종사는 받음각과 추력을 이용해 다른 속도에서도 수평비행 상태로 만들 수 있다. 양력은 받음각과 속도에 의해 매우 다양한 값이 나온다는 것이다. 저속에서의 높은 받음각이 만드는 양력과 고속에서의 낮은 받음각이 만드는 양력이 같을 수 있다.

만일 저속비행 상태라면 양력과 무게의 균형을 유지시키기 위해 받음각을 증가시켜야 한다. 반대로 고속일 경우 받음각을 감소시켜야 한다. 추력이 감소하면 항공기의 속도가 감소할 것이고, 이에 따라 양력이 감소하여 항공기는 하강할 것이다. 이에 고도를 유지하기 위해서는 양력과 중량이 다시 같아지도록 받음각을 증가시켜야 한다. 항공기가 더 느려진다면 더 많은 받음각이 필요하다.

속도가 변하여도 받음각의 조절로 양력과 무게를 같게 유지시켜 줄 수 있다. 항공기의 속도는 조종사가 의도적으로 특정한 속도에 맞추려고 하지 않는 한 추력과 항력이 같아지는 지점까지 가·감속된다.

1.3 비행과 항공 역학 (Aerodynamic of Flight)

1.3.1 비행 중 항공기에 작용하는 4가지 힘 (Forces Acting on the Aircraft)

비행 중인 항공기에는 추력과 항력, 양력과 무게(중력)의 힘이 작용한다.

1.3.1.1 추력(Thrust)

추력은 추진 장치인 엔진, 프로펠러, 또는 회전날개에서 발생하는 힘으로 항공기를 앞으로 전진시키는 힘이다. 이는 항력과 반대방향으로 작용하며 일반적으로 항공기의 세로축과 평행하게 작용한다.

1.3.1.2 항력(Drag)

항력은 날개와 회전날개, 그리고 동체나 다른 돌출된 부분은 공기흐름에 대한 저항을 발생시키고, 이는 뒤로 향하여 항공기의 전진을 방해하는 힘이 된다. 항력은 일반적으로 추력에 반대되고 상대풍(Relative Wind)과 평행하

게 작용한다. 항력에는 크게 유도항력(Induced drag)과 유해항력(Parasite drag)으로 구분한다.

- 유도항력(Induced drag) : 날개 에어포일에 흐르는 공기는 압력 차이에 의해 발생하는 공기흐름에 따라 양력성분이 날개 뒷부분으로 기울어지는데 이때 뒤로 기울어진 양력의 수평성분은 항력성분으로 이렇게 만들어진 항력을 유도항력이라 한다. 날개 끝 부근의 압력 차이로 공기의 흐름이 날개 밑면에서 윗면을 향하여 바깥쪽으로 흐른다. 이러한 측면 흐름은 날개 끝 공기에 회전속도를 주어 에어포일 뒤쪽에 와류(Vortex)를 형성하게 된다. 항공기를 뒤에서부터 보면 와류는 오른쪽 날개 끝에서 반시계방향으로 회전하고, 왼쪽 날개 끝에서는 시계방향으로 회전한다. 이 공기흐름이 날개 뒤쪽으로 돌아 나아가면서 아래로 향하게 되는데 이를 하향기류(Downwash)이라고 한다. 이러한 하향기류가 클수록 유도항력은 증가 된다.
- 유해항력(Parasite Drag) : 유해항력은 항공기 주변 공기의 흐름, 난기류, 또는 항공기 에어포일 등 항공기 형상으로 인해 공기의 흐름을 방해함으로써 발생하는 항력으로 형상항력(Form Drag), 간섭항력(Interference Drag)과 표면 마찰항력(Skin friction Drag) 3가지로 나뉜다.
 - 형상항력(Form Drag) : 형상항력은 항

공기 동체와 그 주위를 지나가는 공기의 흐름으로 인해 생겨나는 항력이다. 형상항력을 줄일 수 있는 방법은 가능한 많은 부분을 유선형(Streamline)으로 설계하는 것이다.

- 간섭항력(Interference Drag) : 간섭항력은 소용돌이, 난기류, 부드러운 공기흐름이 교차되면서 발생한다. 예를 들면, 날개와 동체가 만나는 날개 뿌리 부분에서 상당한 간섭항력이 발생하는데, 이유는 동체를 지나가는 공기흐름과 날개를 지나가는 공기흐름이 서로 충돌하여 이전의 두 공기흐름과는 다른 공기흐름으로 합쳐진다. 가장 간섭항력이 크게 작용하는 부분은 두 면이 수직으로 만나는 부분이다. 주로 이런 곳에서는 항력을 줄이기 위해 페어링(Fairing)을 장착한다.
- 표면 마찰항력(Skin friction Drag) : 표면 마찰항력은 공기가 항공기 표면을 지나갈 때 발생하는 공기역학적 저항이다. 항공기 표면 위로 지나가는 공기분자들은 항공기의 속도만큼 속력을 갖는다. 이를 자유기류속도(Free Stream Velocity)라고 한다. 이 자유기류속도 층과 항공기 표면 사이를 경계층(Boundary Layer)이라고 한다. 이 경계층의 바로 위쪽에서의 공기 분자들은 경계층 위에 흐르는 공기와 비슷한 속도(자유기류속도)로 움직인다. 이 공기분자들의 속도는 날개의 형태

나 공기의 점성, 압축정도에 따라 달라진다. 이 경계층이 날개 표면으로부터 분리될 때 양력의 감소와 항력의 증가를 가져오는데, 대표적인 현상이 실속이다.

과 항력은 서로 균형을 이룬다. 그러나 항공기가 활공할 때에는 무게의 벡터가 나뉘어 그중 하나는 비행경로의 앞에 위치하여 추력처럼 작용한다.

1.3.1.3 양력(Lift)

양력은 항공기의 날개(에어포일)가 공기 중을 통과하면서 발생하는 힘이다. 양력은 항공기 비행경로(상대풍)에 대해 수직으로 작용하고, 양력의 중심위치는 받음각(AOA)의 크기에 따라 변한다. 수평 비행에서 양력과 중력은 반대방향으로 작용한다.

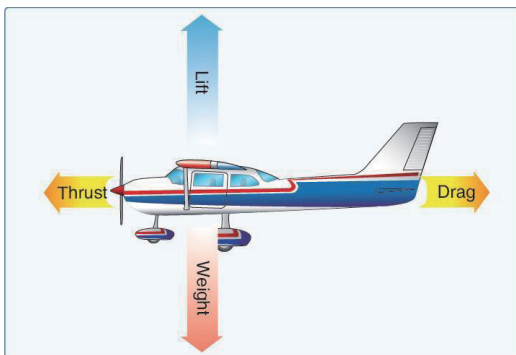
1.3.2 지면효과(Ground Effect)

조종사들은 착륙할 때 활주로에 접지 직전 항공기가 더 이상 강하하지 않으려는 느낌을 받는다. 이는 날개를 흐르는 공기흐름이 지면에 가까워짐에 따라 방해받아서 흐름의 형태가 바뀌어 마치 날개와 지면 사이에 공기가 갇혀 있어 에어쿠션과 같은 현상이 발생하는 것처럼 느끼게 되는데 이러한 현상을 지면효과라고 한다.

1.3.1.4 무게(Weight)

무게는 항공기 자체의 무게, 탑승자, 연료, 화물 등의 무게를 합한 것이다. 무게는 중력에 의해 항공기를 지면으로 끌어당기는 힘이다. 이는 양력과 반대로 작용하며, 항공기 무게중심(CG)을 통하여 지구중심을 향해 작용한다.

비행 중인 항공기가 땅이나 물과 같은 표면에 가까이 접근하면 날개에서 발생하는 와류(Vortex)는 지면에 의해 방해받아서 그 크기가 약해진다. 와류가 약해지면 유도항력이 감소되는 효과가 있으며, 유도항력이 감소되면 그만큼 추력이 증가되는 역할을 하고, 추력이 증가되면 속도가 증가되고 양력도 증가되어 항공기는 더 이상 강하하려 하지 않는다.

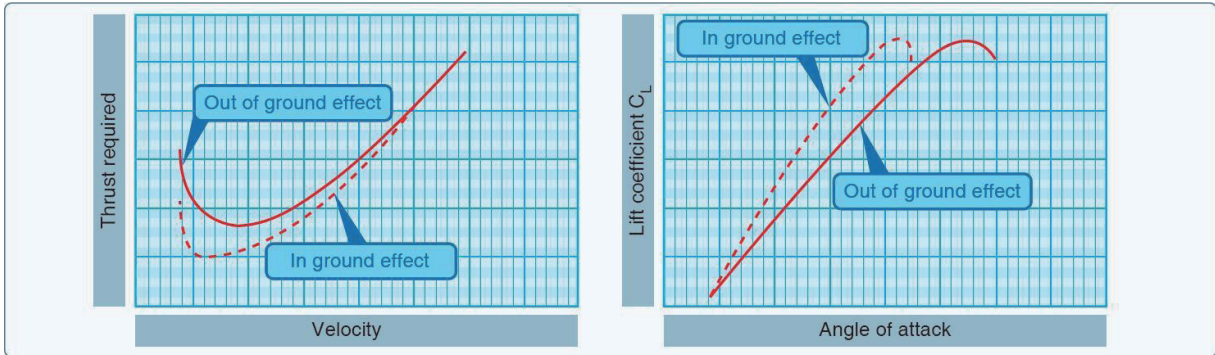


[그림 1-6] 항공기에 작용하는 힘

지면효과로 인해 날개 끝 와류(Vortex)의 감소는 넓은 형태의 양력 배분으로 변화되고 유도항력을 줄여준다. 그 결과 날개는 더 적은 받음각만을 필요로 한다. 일정한 받음각을 유지하면 양력계수(C_L)의 증가로 나타난다.

등속직진수평비행에서는 양력과 무게, 추력

지면효과가 발생하면 유도항력이 감소되어



[그림 1-7] 지면효과로 인한 항력과 양력의 변화

추력증가의 효과로 변환된다. 또한 날개에 흐르는 공기흐름의 형태가 바뀌므로 공기압력을 측정하여 지시하는 고도계, 속도계 등은 오차가 발생할 수 있다. 지면효과는 정압의 압력을 증대시키므로 속도는 정상보다 높게 지시하여 정상보다 더 느린 속도에서도 항공기를 부양(Airborne)시키려 한다.

지면효과는 날개와 지면 사이의 간격이 좁을수록 크게 나타난다. 날개가 지면으로부터 스패น(span) 길이만큼의 높이에 있을 때 유도항력은 1.4% 감소하고, 날개가 지면으로부터 스패น(span) 길이의 1/4 높이에 있을 때 유도항력은 23.5% 감소하며, 날개가 지면으로부터 스패น(span) 길이의 1/10 높이에 있을 때 유도항력은 47.6%가 감소된다. 따라서 날개가 지면에 매우 근접한 경우에만 유도항력이 크게 감소된다. 지면효과는 대부분 이륙과 착륙할 때에 발생한다.

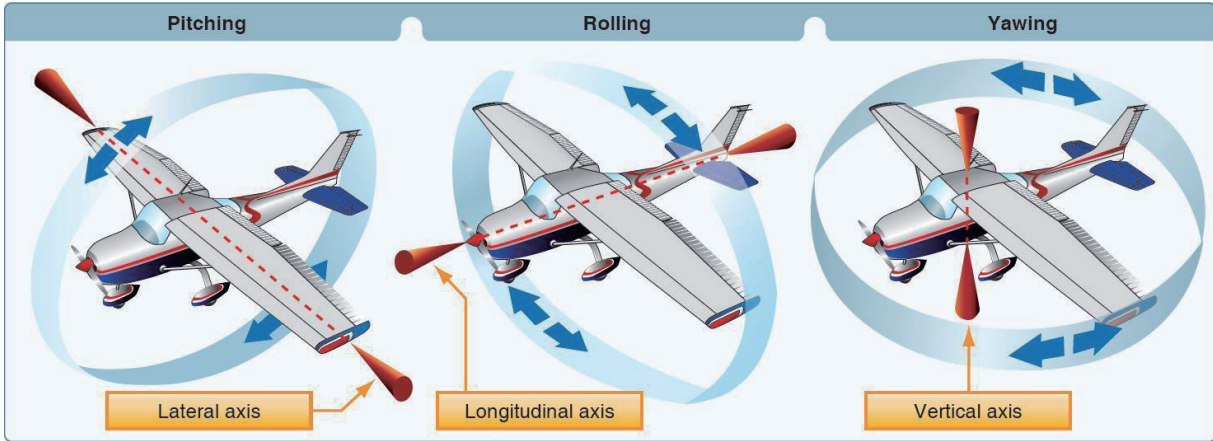
지면효과 때문에 이륙과 착륙하는 동안 항공기 비행특성이 변하기 때문에 항공기가 지면효

과를 벗어나게 될 경우에는 다음의 몇 가지 사항을 고려하여야 한다.

- 같은 양력계수를 유지하기 위해 더 큰 받음각이 요구된다.
- 유도항력이 감소되어 추력이 증가되는 효과가 발생한다.
- 안정성이 감소하고 항공기 기수가 갑자기 들린다.
- 정압(static source pressure)의 감소와 지시 속도가 증가된다.

지면효과는 이/착륙을 할 때 나타나므로 지면효과가 발생하는 높이 이내에서 이륙할 때 특성을 이해하지 못하고 항공기를 조작하면 위험한 상황이 발생할 가능성이 높다. 지면효과 상황에서는 유도항력이 감소되기 때문에 권고된 속도보다 더 적은 속도에서도 이륙이 가능한 것처럼 보인다. 부족한 속도에서 이륙을 시도하는 경우 항공기는 다시 활주로로 떨어지는 상황(settle back)이 벌어질 수 있다.

조종사는 속도가 부족한 상태에서 부양하려



[그림 1-8] 타면조종형비행기의 운동 3축

고 시도하면 안 된다. 정해진 상승성능을 이루기 위해서는 적절한 이륙속도를 지켜야 한다.

착륙하는 동안에도 지면효과가 발생하면 항공기는 유도항력이 증가되어 마치 양력이 증가하는 현상을 느낄 수 있으며 플로팅(floating) 현상이 발생한다. 지면효과가 있는 지역에서 엔진의 출력을 낮게 줄이면 유도항력의 감소로 인한 추력증가의 효과까지 더하여 플로팅 거리가 늘어나게 된다.

1.3.3 항공기의 운동과 축(Axes)

항공기 운동 축(Axis) : 항공기의 축은 3개의 선으로 무게중심을 기준으로 서로 교차되어 있으며 항공기가 운동을 하는 기준이 된다. 이들 3축은 서로 90도의 각으로 교차하며 무게중심을 통과하고 항공기 앞과 뒤를 연결하는 세로축, 날개 끝을 연결하는 가로축, 그리고 그 선

들과 수직으로 이루어진 수직축으로 되어 있다. 고도를 변경하고 방향을 변화시킬 때마다 한 개 또는 그 이상의 축들이 회전하게 된다.

○ 항공기의 움직임

- 세로축을 기준으로 하는 항공기의 움직임을 Rolling,
- 가로축을 기준으로 하는 운동은 Pitching,
- 수직축을 기준으로 하는 운동을 Yawing 이라 한다.

○ 타면조종형비행기의

- Rolling은 에일러론(ailerons)에 의해,
- Pitching은 엘리베이터(elevators)에 의해,
- Yawing은 러더(rudder)에 의해 조종된다.

다른 종류의 경량항공기에서는 3축을 기준으

로 운동하는 것과는 다른 방법들이 사용되기도 한다. 예를 들어 체중이동형(Weight shift control)비행기는 2개(Roll & Pitch)의 축을 사용하는데, 체중이동형비행기의 삼각형 조종간(Control bar)을 움직여서 조종사가 무게중심을 변화시켜 조종한다. 직접적으로 Yawing만을 조종하는 부분은 결여되어 있다. 또한 다른 종류로 동력패러슈트는 동력패러슈트의 캐노피 에어포일과 엔진출력을 변화함으로써 조종하게 되는데, 직접적으로 Yawing만을 조종하는 부분은 결여되어 있다.

1.3.4 항공기의 안정성(Aircraft Stability)

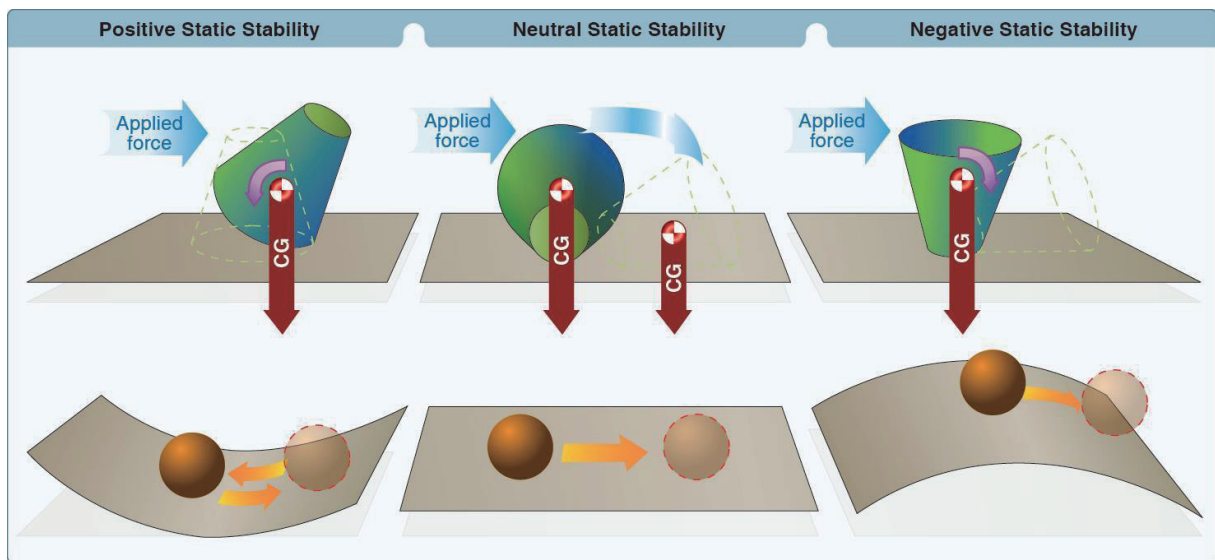
1.3.4.1 모멘트(Moment)

항공기의 운동은 무게중심을 기준으로 이루

어진다. 무게중심에 대하여 회전하려는 것을 모멘트라 하며, 모멘트는 힘과 그 힘이 작용하는 거리를 곱한 크기이다.

항공기의 평형을 맞추기 위하여 실제로 공기력이 발생하는 압력중심에 무게중심을 위치시키면 받음각에 따라 압력중심의 위치가 변하므로 항공기의 모멘트가 0인 상태의 평형을 유지하기가 어렵다. 따라서 항공기의 무게중심을 공기력중심에 위치시키고, 이 때 발생하는 모멘트는 수평꼬리날개에서 상쇄 모멘트를 발생시켜 항공기의 평형을 유지한다.

조종사들은 받음각의 변화로 압력중심의 위치를 변화시키는 것을 제외하고는 비행에서 항공기에 작용하는 힘의 위치를 직접 변경할 수는 없으나, 힘의 크기는 제어할 수 있다. 트림장치, 엘리베이터 트림 탭(elevator trim tab), 수평 안정판과 같은 것은 안정된 모멘트를 유



[그림 1-9] 정적 안정성의 종류

지하는데 이용된다.

1.3.4.2 안정성(stability)

항공기 안정성은 어떤 교란으로 인해 무게중심에 대한 힘과 모멘트가 0에서 벗어나 평형이 깨져 비행자세가 변경되었을 경우, 항공기가 스스로 다시 평형이 되는 방향으로 운동이 일어나는 경향성을 말한다. 그러나 원래의 평형 상태에서 더 벗어난 상태로 가면 불안정하다고 한다. 안정성은 정적 안정성과 동적 안정성으로 구분하며 안정성은 설계할 때 최우선적으로 고려된다.

1.3.4.2.1 정적 안정성(static stability)

정적 안정성은 자세가 변경되었을 때 처음의 평형상태로 되돌아가는 움직임의 방향을 말한다.

- 긍정적인 정적 안정성(Positive static

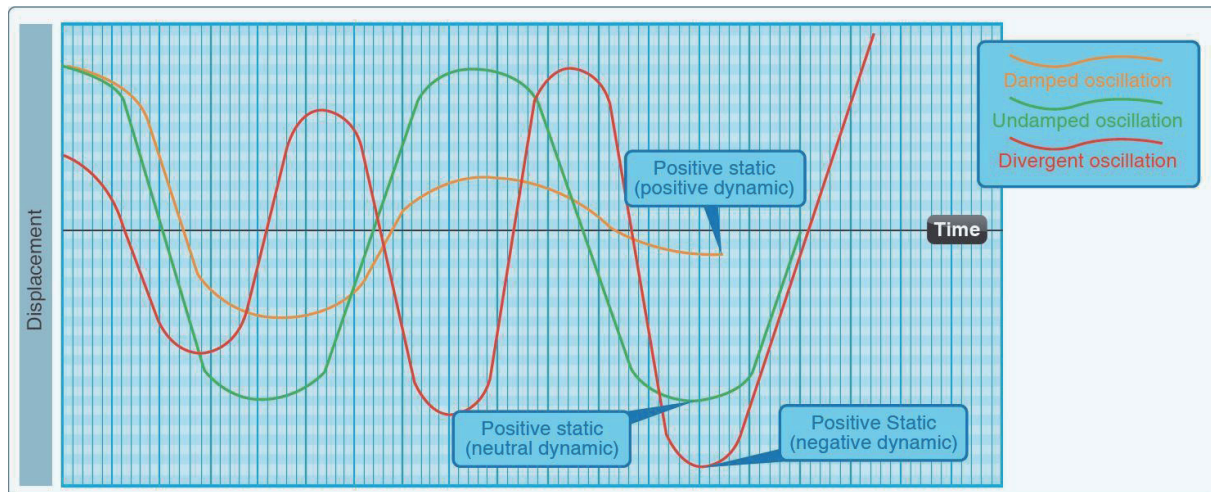
stability) : 교란 이후에 원래의 평형상태로 되돌아가려는 처음의 경향

- 중립적인 정적 안정성(Neutral static stability) : 평형상태에서 변형된 후에 새로운 상태를 계속 유지하며 남아 있으려는 경향
- 부정적인 정적 안정성(Negative static stability) : 교란된 이후 원래의 평형상태로부터 계속해서 벗어나려고 하는 경향

1.3.4.2.2 동적 안정성(dynamic stability)

정적 안정성은 평형상태에서 교란된 후에 다시 원래의 평형상태로 되돌아가려는 처음의 경향을 정의한 것이며, 동적 안정성은 교란된 상태에서 평형상태로 되돌아가려는 경향성(정적 안정성)이 시간에 따라 반응하는 정도를 말한다.

- 긍정적인 동적 안정성(Positive dynamic



[그림 1-10] 동적 안정성의 종류

stability) : 시간이 경과하면서 물체의 움직임이 원래의 평형상태로 돌아가려하기 때문에 점점 진폭이 줄어든다.

- 중립적인 동적 안정성(Neutral dynamic stability) : 원래의 평형상태로 돌아가려 하지만 진폭이 증감 없이 시간이 경과하여도 그대로 유지되려 한다.
- 부정적인 동적 안정성(Negative dynamic stability) : 원래의 평형상태로 돌아가려 하지만 시간이 경과되면서 진폭이 확산하는 경향을 보인다.

1.3.4.3 세로 안정성(longitudinal stability)

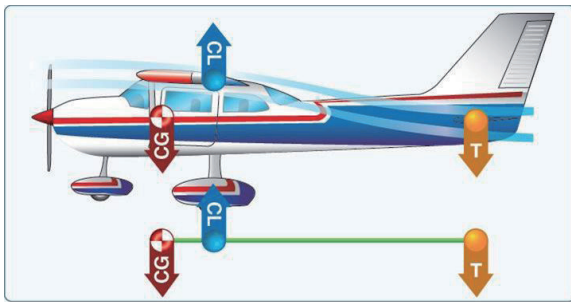
세로 안정성은 항공기를 가로축에 대하여 안정시키는 것으로 피치 안정성이라고도 한다. 세로 안정성은 항공기 무게중심에 대한 피칭모멘트에 의해서 결정되는데 세로 안정성이 불안정한 항공기는 예를 들어 돌풍을 만났을 때 의도하지 않는 받음각의 증가로 항공기가 원래의 평형상태로 돌아가지 못하고 강하하거나 상승하는 경향이 있다.

- 항공기의 정적 세로 안정성에 영향을 미치는 요소는 다음의 세 가지이다.
 - 날개의 공력중심(양력 중심: CL)과 무게중심과의 위치관계 : 에어포일에서 양력중심점(CL)은 받음각의 변화와 함께 앞 또는 뒤로 이동한다. 받음각이 증가되면 양력중심점(CL)은 앞으로 이동하고 받음각이 감소되면 뒤로 이동한다. 에어포일

의 받음각이 증가될 때 양력중심점(CL)이 앞으로 이동함으로써 날개의 앞전(leading edge)을 더 위로 들어 올리려는 경향이 있다. 날개의 안정성은 날개의 공력중심(양력 중심: CL)과 무게중심의 위치로 결정된다. 예를 들어 공력중심이 무게중심보다 앞에 있으면 항공기에 교란이 생겨 받음각이 커졌을 때 양력이 증가하고 받음각이 더 커지는 피칭모멘트가 발생하므로 불안정해진다. 그러므로 날개의 안정성을 확보하기 위해서는 공력중심이 무게중심 뒤에 있어야 한다.

- 수평꼬리날개의 위치와 면적 : 수평꼬리날개의 공력중심은 무게중심보다 훨씬 뒤에 있으므로 받음각이 증가하여도 기수를 내리는 피칭모멘트를 발생하여 언제나 안정된 역할을 한다. 꼬리날개의 면적이 넓을수록, 꼬리날개의 위치가 무게중심으로부터 멀리 떨어져 있을수록 안정성이 증대된다. 수평꼬리날개는 세로 안정성에서 가장 중요한 역할을 하므로 수평안정판(Horizontal Stabilizer)이라 불린다.
 - 동체와 낫셀 : 동체는 언제나 불안정한 요소로 작용되며 엔진 낫셀은 장착 위치에 따라 안정성이 달라진다. 동체와 낫셀은 전체 안정성에 미치는 영향은 적다.
- 역 캠버 수평안정판
 - 그림은 항공기가 직진 수평비행 상태에

서 균형(세로 안정)을 나타낸다. 양력중심(CL)을 기준으로 무게중심(CG)이 앞에 위치하여 피치 down 모멘트를 생성하고 수평안정판에서 발생하는 Tail down force는 피치 up 모멘트를 발생시킨다. 양력중심에 의한 피치 down 모멘트와 수평안정판에서 발생하는 피치 up 모멘트가 균형을 이루면 항공기는 평형상태를 이루게 된다.

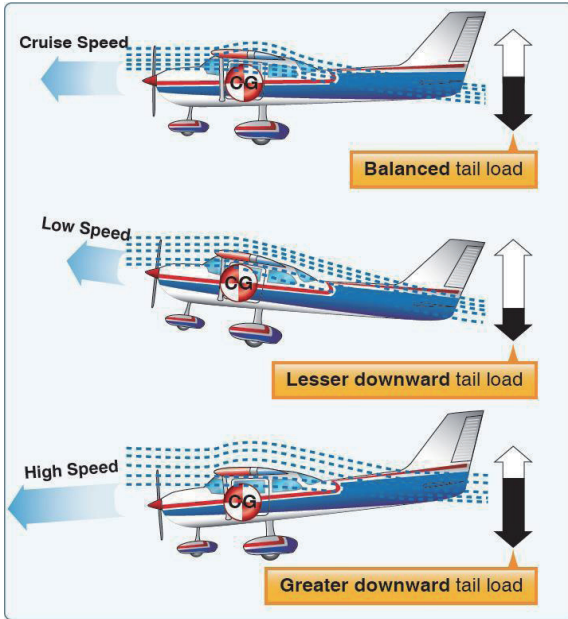


[그림 1-11] 세로 안정 Tail down force

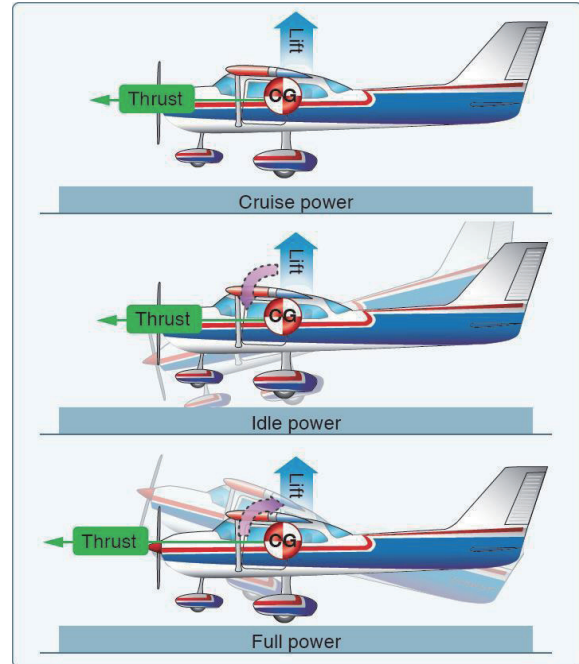
- 대부분의 항공기는 날개의 양력중심점(CL)이 무게중심(CG)의 뒤쪽에 위치하도록 한다. 이렇게 하여 항공기의 피치 down 모멘트와 수평안정판에서 발생하는 Tail down force로 인한 모멘트가 균형을 이루도록 한다. Tail down force는 수평안정판이 역 캠버(굴곡진 위 캠버가 수평안정판의 아래에 있음)로 되어 있어 음적 받음각으로 인하여 발생하며 주 날개에서 발생하는 내리흐름 또한 Tail down force를 증가시키는 역할을 한다.

○ 속도 변화와 세로 안정성

- 수평안정판은 항공기의 주 날개로부터 내리흐름의 영향을 받는다. 이 내리흐름은 수평안정판의 윗면을 치고 수평안정판은 역 캠버로 되어 있어 수평안정판에 흐르는 공기흐름은 아래 방향으로 양력과 같은 힘(Tail down force)을 발생시킨다. 항공기 속도가 빨라지면 주 날개에서의 내리흐름이 강해지고 수평안정판도 또한 아래로의 힘(Tail down force)이 증가된다.
- 만약 항공기 속도가 감소되면 날개 위의 공기흐름 속도 또한 감소되며 내리흐름은 감소된다. 수평안정판에 흐르는 공기 속도도 감소하므로 수평안정판에서 발생하는 아래로의 힘(Tail down force)도 작아진다. 아래로의 힘(Tail down force)이 작아지면 피치 up 모멘트가 감소하여 항공기 기수를 내려오게 한다.
- 항공기가 강하자세가 되면 날개의 받음각과 항력을 줄어들어 속도가 증가된다. 항공기속도가 증가되면서 수평안정판에서 발생하는 아래로 작용하는 Tail down force는 증대되어 꼬리날개 부분이 아래로 내려가고 기수는 올라가게 되어 다시 수평자세로 돌아가도록 한다.



[그림 1-12] 속도와 세로 안정성



[그림 1-13] 출력과 세로 안정성

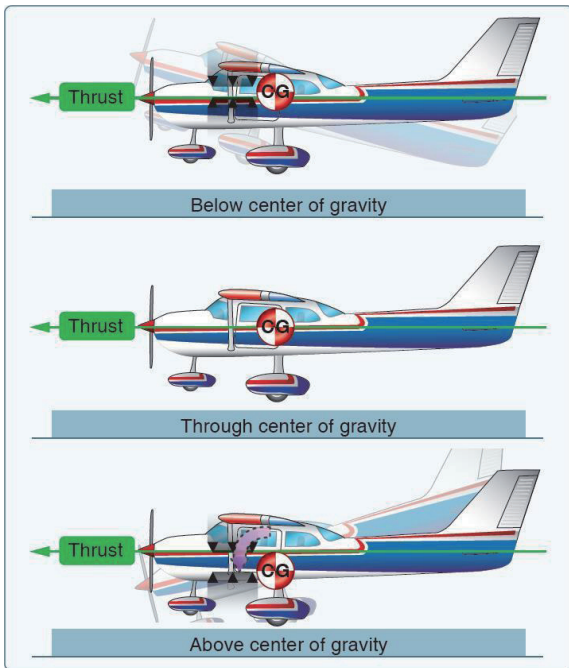
○ 엔진 출력 변화와 세로 안정성

- 엔진 출력의 변화도 항공기의 세로 안정성에 영향을 미친다. 엔진 출력을 줄이면 날개에서 내리흐름과 수평안정판에서 발생하는 Tail down force가 감소되어 항공기 기수는 아래로 내려가게 된다(피치 down 모멘트 발생).
- 엔진출력을 증가시키면 날개에서 내리흐름과 수평안정판에서 발생하는 Tail down force가 증가되어 항공기 기수를 위로 올라가게 한다(피치 up 모멘트 발생).

○ 항공기 추력선(Trust line)의 위치와 세로 안정성

- 항공기 추력선(Trust line)의 위치는 항공기 세로 안정성에 영향을 미친다. 추력선의 위치가 무게중심보다 아래에 있는 경우 엔진 출력을 증가시키면 피치 up 모멘트가 발생되어 기수가 들리고 엔진 출력을 줄이면 피치 up 모멘트가 감소되어 항공기 기수가 아래로 내려가게 된다.
- 추력선이 무게중심과 같은 위치에 있다면 엔진 출력이 변하여도 피치 up, down 모멘트는 발생하지 않는다.
- 추력선이 무게중심보다 위에 있을 경우에는 엔진 출력을 증가시키며 피치

down 모멘트가 발생하여 항공기 기수는 아래로 내려가며 반대로 엔진 출력을 감소시키면 피치 up 모멘트가 발생하여 기수가 올라간다.



[그림 1-14] 추력선과 세로 안정성

- 동적으로 안정된 항공기는 기수는 계속해서 더 높아지거나 낮아지지 않으며 기수가 들리고 낮아지는 현상을 반복하다가 균형을 이루는 속도에서 다시 안정을 찾게 된다.

1.3.4.4 가로 안정성(Lateral stability)

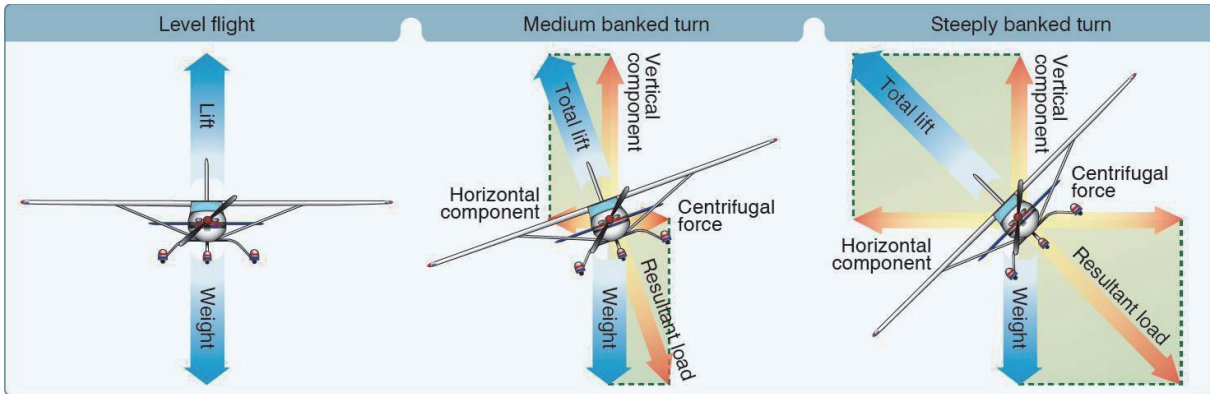
항공기 가로 안정성은 세로축(Longitudinal axis)을 중심으로 한 좌우 안정, 즉 롤(Roll) 안정성이라 한다. 항공기의 날개는 양력을 발생

할 뿐만 아니라 난류와 같은 외부 힘에 의해 야기된 불안정한 상태를 항공기 자체의 특성으로 스스로 안정된 상태로 회복할 수 있도록 설계되어 있다. 가로 안정성을 증대시키기 위한 방법으로 주익의 상반각(Dihedral) 등이 적용된다. 상반각은 항공기의 날개가 동체로부터(날개 뿌리로부터) 날개 끝으로 가면서 높게 만들어지며, 이러한 날개각도 차이에 의해 형성된 각도를 상반각이라고 한다.

수평비행 중 돌풍을 만났을 때 한쪽 날개가 기울어지면 옆 미끄럼(Slip)이 생기며 기울어진 날개 쪽의 받음각이 증가된다. 기울어진 날개 쪽의 받음각이 증가되면 양력이 증가하여 기울어진 날개를 다시 올라가게 하고, 반대쪽의 날개는 상대적으로 받음각이 감소되고 양력이 감소하여 아래로 내려오게 되어서 항공기 날개는 수평상태로 회복된다.

1.3.4.5 방향안정성(Directional Stability)

항공기의 수직축(Vertical axis)에 대한 안정성은 빗놀이 또는 방향안정성(Directional Stability)이라고 불린다. 수직안정판(Vertical stabilizer)은 항공기 방향안정성에 가장 큰 역할을 하며 CG후방에 있는 동체의 측면 또한 풍향계 또는 화살의 깃처럼 작동하여 상대풍 쪽으로 기수를 향하게 하여 방향 안정성에 기여한다.



[그림 1-15] 수평선회 시 작용하는 힘

1.4 비행기동 중에 작용하는 항공 역학적인 힘(Aerodynamic Forces)

1.4.1 선회 중에 작용하는 힘(Forces in Turns)

항공기가 등속직진수평비행 시 양력과 무게가 같고, 추력과 항력도 같다. 그러나 항공기가 경사를 주고 선회할 경우에는 양력이 수평과 수직분력으로 나누어지므로 날개에서 발생하는 총 양력과 무게의 힘은 완전 반대 방향이 아니게 된다.

뉴턴의 관성의 법칙에서 정지 또는 움직이는 물체는 다른 힘이 적용될 때까지 계속 정지하거나 계속 움직이려는 특성이 있다. 움직이는 물체와 같이 항공기는 선회 시 양력의 수평분력으로 인해서 움직임이 바뀐다. 선회 시 양력은 수직양력분력과 수평양력분력으로 나뉜다. 수평양력분력은 항공기를 선회하도록 하며 구심력은 항공기가 방향을 바꾸도록 한다.

항공기는 보트나 자동차처럼 조종되지 않는다. 항공기가 선회하기 위해서는 반드시 경사각이 필요하다. 만약 경사각이 없다면 직진비행에서 벗어날 수 있는 힘이 없다. 선회 중인 항공기에서 발생하는 총 양력의 크기는 변함이 없지만 양력이 수직 및 수평분력으로 나누어지며 무게에 대응하는 양력의 수직 성분을 줄어 들게 된다. 그렇기 때문에 조종사는 경사각이 증가함에 따라 양력의 수직성분도 비례하여 감소되기 때문에 적절한 받음각을 유지 혹은 증가시켜 총 양력을 크게 하여 양력의 수직성분과 무게를 같게 하여야 한다.

주어진 속도에서 항공기의 선회반경과 선회율은 양력의 수평성분의 크기에 따라 달라진다. 양력의 수평성분은 경사각에 비례하여 달라진다. 즉, 경사각이 증가하면 양력의 수평성분이 증가하여 선회율이 증가하고 선회반경은 감소한다. 결과적으로 주어진 속도에서 선회율과 선회반경은 경사각의 양을 조절해서 제어할

수 있다. 수평선회에서 고도를 유지하기 위한 수직양력성분을 만들기 위해선 받음각을 증가시키는데 양력은 받음각에 비례하기 때문에 양력이 증가함에 따라 유도양력도 증가하므로 조종사가 추가적인 조치(엔진출력의 증가)가 없으면 속도는 감소한다.

그러므로 선회 시 적절한 엔진출력의 조절이 필요하다. 일정한 고도를 유지하면서 선회할 때 속도가 증가되면 받음각을 줄여주거나 경사각 양의 변화를 주어야 한다. 경사각 양이 일정하게 유지되고 받음각이 줄어든다면 선회율이 감소되며 속도가 증가함에 따라 일정한 선회율을 유지하기 위해서는 받음각과 적절한 출력 조절이 필요하다. 속도가 증가하면 선회반경이 증가하고 원심력은 회전반경에 비례한다.

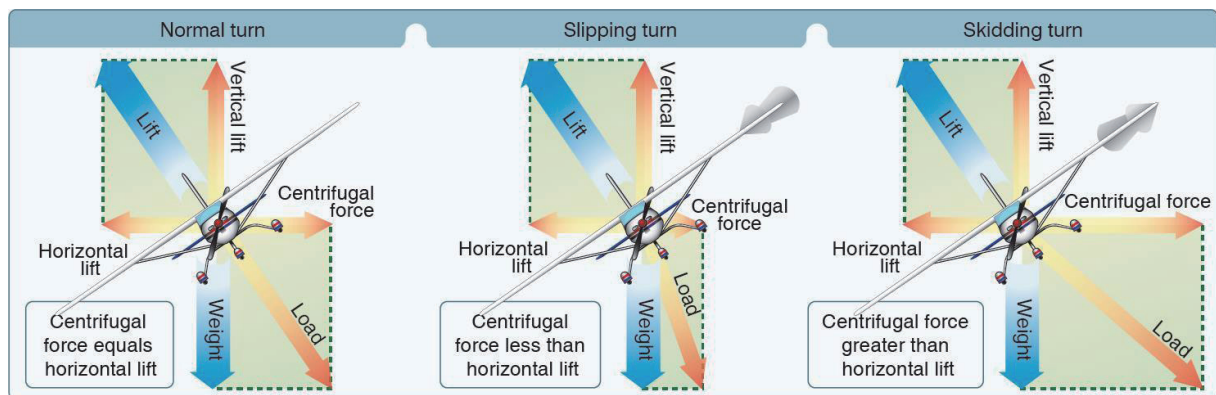
적절한 선회는 양력의 수평성분과 원심력이 같은 조건에서 이루어진다. 속도가 증가하면 선회반경은 증가하고 이것은 원심력의 증가를 의미한다. 왜냐하면 원심력이 양력의 수평성분 증가에 의해 균형을 이루어야하기 때문이며,

이것은 양력의 수평이동을 증가시킴으로써 균형을 맞출 수 있다. 내활(slip)선회 시 항공기는 선회 경로의 외측으로 향해 yaw되기 때문에 적절한 비율로 선회되지 않는다. 이유는 항공기의 경사각이 선회율보다 너무 크고, 양력의 수평성분이 원심력보다 크기 때문이다. 양력의 수평성분과 원심력의 균형은 경사각의 조정 혹은 선회율의 조정으로 조절할 수 있다. 일정한 선회율을 유지하기 위해서 경사각은 속도에 따라 달라져야 한다.

1.4.2 상승 중에 작용하는 힘(Forges in Climbs)

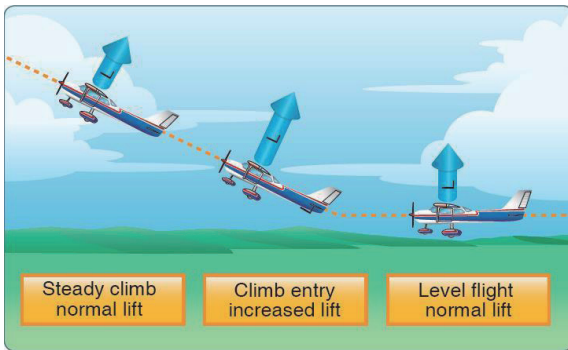
수평자세에서 상승자세가 이루어지는 초기에는 엘리베이터의 압력을 증가시켜 받음각이 증가되므로 양력이 무게보다 크게 순간적으로 증가한다. 비행경로가 상승자세에 안정이 되면 받음각과 양력의 크기가 수평비행 상태와 같게 된다.

만약 엔진 출력의 증가 없이 상승하면 속도



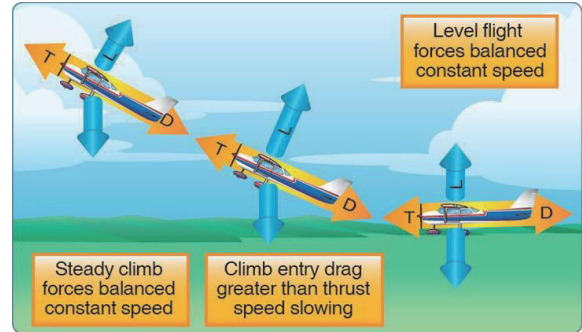
[그림 1-16] 정상 선회, 슬립 선회, 스키드 선회

는 점점 감소하게 되는데, 그 이유는 속도를 유지하기 위한 추력이 상승 자세에서도 같은 속도를 유지시키기엔 부족하기 때문이다. 비행경로가 위쪽 방향으로 기울어지면 무게의 수평분력이 항공기의 항력과 같은 방향으로 작용하게 되어 항력은 증가한다.



[그림 1-17] 상승시작 단계의 양력 변화

상승비행을 할 때에도 속도가 일정하게 안정되면 추력과 항력, 양력과 무게는 다시 균형을 이룬다. 상승 비행자세에서 항공기의 무게는 아래쪽뿐만 아니라 무게의 수평분력이 항력과 함께 뒤쪽으로도 작용되기 때문에 수평비행을 할 때와 같은 속도를 유지하기 위해서는 추가적인 동력이 필요하다. 동력의 양은 상승각에 따라 달라진다. 상승각이 큰데 이용할 수 있는 동력이 불충분하다면 속도의 감속이 나타나게 된다.



[그림 1-18] 상승시작 단계에서의 속도 변화

안정된 상승이 이루어지기 위한 필요한 추력은 상승각에 따른 무게의 수평분력에 항력을 더한 값과 동일해야 한다. 상승비행의 상승각은 여유추력의 양에 따라 다르다. 항공기가 상승을 유지하는 것은 여유추력 때문에 가능하다. 만일 여유추력이 없다면 항공기는 더 이상 상승할 수가 없으며, 이 고도를 항공기가 “절대 상승한계”(absolute ceiling)에 도달했다고 한다.

1.4.3 강하단계(Forces in Descents)

조종간을 앞쪽 방향으로 밀면 강하가 시작되면서 받음각이 순간적으로 감소된다. 강하초기에 항공기에 적용되는 이러한 힘은 항공기를 아주 짧은 시간 동안 기존의 비행경로를 유지할 수 있게 한다. 받음각이 감소하면 양력도 감소된다. 양력이 무게보다 작을 때에 항공기는 강하하기 시작한다. 동시에 항공기의 경로는 수평 경로에서 강하 경로로 변하게 된다.

등속수평비행 때와 같은 속도로 강하하기 위해서는, 강하를 시작하면서 엔진 출력을 줄여야 한다. 강하를 하면 비행경로가 앞으로 기울어지기 때문에 무게의 수평성분이 상승할 때와는 반대로 추력방향으로 작용한다. 무게의 수평성분이 추력에 더해지는 힘의 크기는 강하각이 클수록 증가하고는 강하각이 적을수록 감소한다.

1.4.4 실속(stalls)

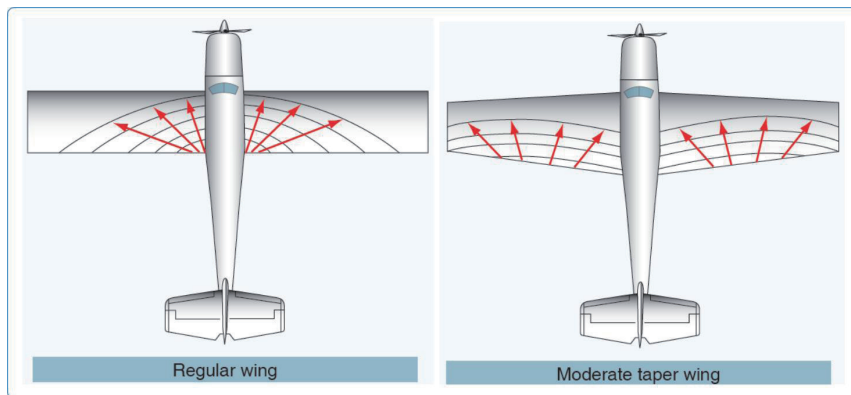
항공기의 상승자세가 임계받음각을 초과하면 날개 위를 흐르는 공기의 분리가 일어나고 양력을 급격히 감소시켜 실속이 발생한다. 실속은 어느 자세나 어느 속도에서도 발생할 수 있다. 실속은 역학적인 부분에서 가장 오해가 많이 일어나는 분야인데, 왜냐하면 조종사들은 종종 실속이 발생하게 되면 더 이상의 양력이 발생할 수 없다고 생각하기 때문이다. 실속 상황에서 항공기의 날개가 전체적으로 양력발생

이 중단되는 것이 아니다. 정확히 말하면 수평 비행을 유지할 수 있는 적절한 양력의 양이 발생하지 못할 뿐이다.

받음각의 증가에 따라 양력계수가 증가하여 최대가 된 다음 다시 떨어지기 시작 하는데 이 지점에서의 양력계수를 최대 양력계수라고 한다. 날개가 만들어 내는 양력의 양은 최대 양력계수 또는 임계받음각을 지나면서 급격히 떨어진다. 그러나 그 위치의 약간 위쪽이라면 완전히 양력 발생이 멈추어 지지 않을 것이다.

대부분의 곧게 뻗은 날개의 항공기에서는 날개 뿌리부터 실속이 발생하도록 설계가 되어 있다. 날개 뿌리에서 먼저 임계받음각에 도달하면 날개 끝 쪽으로 실속이 진행되도록 한다. 날개 뿌리에서 먼저 실속이 진행됨으로써, 날개 끝 쪽에 있는 에일러론은 여전히 작동할 수 있고, 항공기를 조종할 수 있다. 날개 뿌리에서 실속이 먼저 발생할 수 있도록 다양한 설계 방법이 적용된다.

날개는 실속에 진입된 경우 어떤 조건에서도



[그림 1-19] 날개형상과 실속 진행 방향

절대로 완전히 양력을 손실하는 경우는 없다. 만약에 그렇게 된다면 항공기는 지상으로 떨어지게 될 것이다. 대부분의 훈련용 항공기들은 실속상황에서 받음각이 감소하게 되고 항공기의 앞부분이 낮아지도록 설계가 되었다.

○ 실속회복과 무게중심 위치

- 실속상황에서 항공기의 기수 부분이 낮아지게 되는 이유는 무게중심 뒤쪽에 양력중심이 있기 때문이다. 무게중심 범위는 항공기의 실속회복 성능에서 아주 중요한 요소이다.
- 만약 항공기의 무게중심이 허용범위 뒤에 있다면 조종사는 실속상태에서 회복하기가 매우 어려울 것이다. 무게중심이 후방한계 범위를 초과한 상태에서의 항공기를 운용하는 것은 매우 위험한 상황을 초래할 수 있다. 운용범위 후방에 위치한 무게중심으로 인해 만들어진 추가적인 힘에 대항하는 힘을 만들어 내기가 불가능하다. 받음각을 감소시키지 않는다면 항공기는 지상에 닿을 때까지 실속상태가 지속될 것이다.

○ 실속과 받음각

- 특정 항공기의 실속 속도는 모든 항공기의 상황에 고정된 것이 아니라, 항공기는 속도, 무게, 하중 그리고 밀도고도에 관계없이 같은 받음각에서 항상 실속에 들어간다.
- 각각의 항공기에는 날개의 윗면에서 공

기흐름이 분리되고 실속이 발생하는 특정 받음각이 존재한다. 임계받음각은 대략 $16\sim 20^\circ$ 정도로 항공기의 설계에 따라 달라진다. 그러나 각각의 항공기는 실속에 들어가게 되는 일정 받음각을 가지고 있다.

- 자주 임계받음각을 초과하게 되는 경우는 낮은 속도, 높은 속도, 선회할 때 3가지 비행 상황이다.

○ 임계받음각을 초과하게 되는 경우

- 수평 직진 선회에서 항공기가 실속에 들어가게 되는 한 가지 방법은 매우 느린 속도로 비행하는 것이다. 항공기 속도가 감소되면서 고도를 유지하기 위하여 필요한 양력을 증가시키기 위해 받음각을 증가한다. 항공기 속도가 줄어들수록 항공기의 받음각은 더욱 커지게 된다. 결국 받음각은 비행할 수 있도록 도와줄 충분한 양력을 발생시키지 못하게 되는 지점까지 오게 되고 그 상태에 고정되기 시작한다. 만약 항공기 속도가 더 감소하면 받음각이 임계받음각을 초과하면서 날개의 공기흐름이 방해받으면서 항공기가 실속 상태에 들어가게 된다.
- 항공기의 실속 속도는 직진수평비행할 때보다 선회할 때 더 증가한다. 항공기가 선회를 위해 경사각을 증가시키면 양력은 수직성분과 수평성분으로 나뉜다. 이때 아무런 조치를 취하지 않으면

날개에서 발생하는 양력의 크기는 수평 비행상태와 동일하므로, 결과적으로 양력의 수직성분은 무게보다 작아지기 때문에 항공기는 강하하려 한다. 따라서 일정한 고도를 계속 유지하려면, 즉 양력의 수직성분이 무게와 같도록 유지하려면 날개에서 발생하는 총 양력을 증가시켜야 한다. 총 양력을 증가시키는 방법은 결국 받음각을 증가시켜야 한다. 선회경사각이 증가됨에 따라 받음각은 반드시 증가되어야 한다. 만약 선회 시 어느 때라도 받음각이 커진다면, 항공기는 실속에 들어가게 된다.

항공기를 공기역학적으로 균형을 이루기 위해서 양력의 중심점이 무게중심 뒤쪽에 위치한다. 양력중심이 무게중심 뒤쪽에 있어 항공기의 앞부분이 무거운 경향(피치 down 모멘트)을 만들어 내지만 수평안정판에서의 공기흐름(내리 흐름)이 이에 대응하는 힘(tail down force, 피치 up 모멘트)을 만들어 낸다. 실속 상황에서는 날개 위쪽으로 작용하는 힘인 양력이 감소하고 수평안정판에서 아래쪽으로 작용하는 힘의 효과가 감소하거나 발생하는 위쪽으로의 힘이 비균형적인 힘의 조건을 이끌어 낸다. 이것들은 항공기 앞부분을 급작스럽게 아래로 향하게 만들게 되고 그에 따라 받음각은 감소하고 속도는 다시 증가하게 된다. 그리하여 날개 위로 부드러운 공기흐름이 다시 시작되고 양력이 되돌아오며 항공기는 정상 비행상

태를 유지할 수 있게 된다. 이 과정이 완료되기 전에 상당한 고도가 감소한다.

에어포일의 모양과 모양의 변화는 실속에 큰 영향을 미친다. 예를 들면, 얼음이나, 눈, 서리가 항공기의 표면에 축적되었다면 날개 위의 공기흐름이 방해받게 되며 임계받음각보다 낮은 받음각에서 경계층의 분리를 일으키고 양력이 크게 감소되면서, 예상되는 항공기의 성능이 달라진다. 비행 중 얼음이 항공기에 축적된다면 양력을 증가시키는 능력이 감소하는 동시에 무게가 증가된다. 날개 표면에 대략 0.8mm 정도의 얼음이 생기면 양력을 증가시키고 양력을 대략 25% 정도 감소시킨다.

조종사는 계절에 관계없이 어느 고도에서도 착빙에 조우할 수 있다. 경량항공기들은 착빙 지역이 더 널리 퍼져있는 낮은 고도에서 비행하고 착빙을 예방하고 제거하는 장치가 없기 때문이다. 착빙은 결빙 온도 이하로 떨어져 있는 고도의 구름에서 발생할 수 있고, 과냉각수가 항공기에 닿으면 얼음으로 변한다(과냉각수는 0°C(32°F) 이하에서도 여전히 액체이다).

1.4.5 하중계수(Load Factors)

등속수평비행을 하고 있는 항공기는 양력과 중력, 추력과 항력이 각각 서로 평형상태로 관성력을 받지 않는다. 양력이 증가하여 상승비행을 하는 경우에는 항공기는 위쪽으로 가속이 되며 가속도의 크기는 양력에서 비행기 자체중

량을 제외한 여분의 양력 곧 잉여추력에 비례한다. 수평비행에 필요한 양력의 비율을 n 이라고 할 경우 수평 비행할 때 $n=1$ 이 된다. 양력의 비율이 n 배 증가하면 상승가속도는 ng 가 되며 이때 n 을 하중계수(Load Factors)라 한다. 하중계수 n 은 곧 양력과 무게의 비율로 표현할 수 있다.

$$\text{하중계수}(n) = \frac{\text{Lift(양력)}}{\text{Weight(무게)}}$$

조종사는 비행할 때 허용되는 하중계수(n) 범위 내에서 조작하여야 한다. 그 이유는 하중계수를 초과하여 비행하게 되면 항공기의 구조에 과부하가 걸릴 가능성이 있으며, 하중계수(Load Factor)가 증가하면 실속(Stall)에 진입되는 속도 역시 증가되기 때문이다.

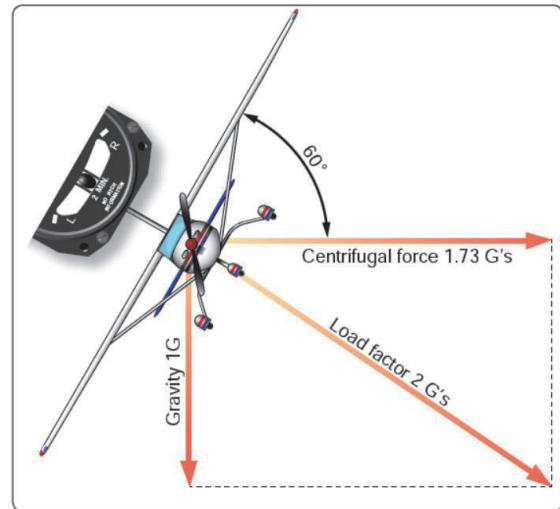
1.4.5.1 항공기 설계와 하중계수(Load Factor)

항공기는 다양한 비행 상황에서 비행할 경우 구조적인 손상이 없어야 한다. 항공기에 허용되는 하중계수(n)는 예상되는 최대 비행조작이 이루어지도록 정해져야 한다.

항공기는 설계 시 일반적으로 안전계수를 1.5로 적용한다. 따라서 항공기의 극한하중계수는 하중계수에 안전계수를 곱한 값이 된다. 이 안전계수는 조종사가 의도적으로 극한하중계수를 초과해도 된다는 것이 아니라 예상치 못한 상황들에 마주쳤을 때 한계하중을 초과해도 보호될 수 있다는 의미이다.

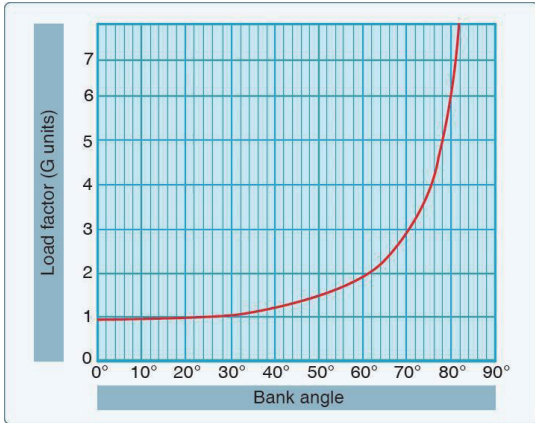
1.4.5.2 Steep Turn과 하중계수

고도(Altitude)를 일정하게 유지하면서 선회할 때 하중계수(n)는 원심력과 중력(Gravity)의 힘의 결과로 나타난다.



[그림 1-20] 60도 선회비행 시 하중계수

아래의 그래프는 선회할 때 경사각 증가에 따른 하중계수의 변화를 나타내고 있다. 하중계수는 선회경사각이 45도 또는 50도를 넘어서면서 급격하게 증가된다. 경사각(Bank)이 60도일 경우 하중계수는 2g가 되며, 80도일 경우 하중계수는 5.76g가 된다. 선회 중에 고도를 일정하게 유지하려면, 날개는 이러한 하중계수(Load Factor)와 동일한 힘의 양력(Lift)을 발생시켜야 한다. 예를 들어 60도 경사각으로 수평선회를 할 때 고도를 유지하기 위해 필요한 양은 수평비행을 할 때보다 2배의 양력이 필요하게 된다.



[그림 1-21] 경사각과 하중계수

1.4.5.3 하중계수와 실속 속도(Load Factors and Stalling Speeds)

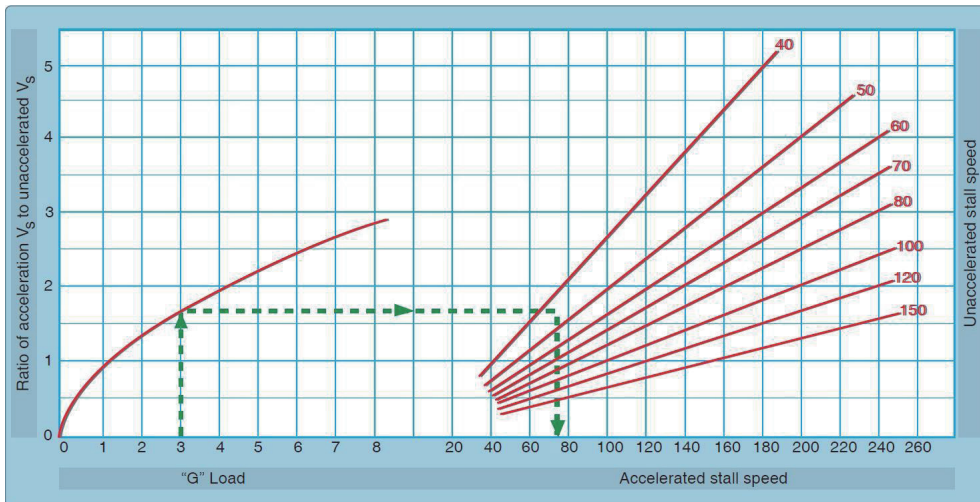
모든 항공기는 구조적 한계 내에서 비행할 경우 어떠한 속도에서도 실속(Stall)에 들어갈 수 있다. 항공기의 실속속도는 하중계수(n)의 제곱근에 비례해서 증가한다. 예를 들어 어느 항공기의 실속속도가 45노트라고 한다면 만일

3g의 하중계수가 적용되는 상태에서는 실속속도가 75노트로 증가된다.

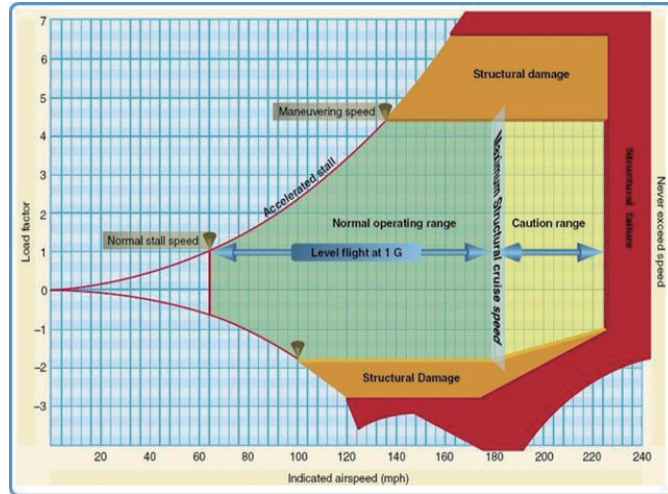
따라서 항공기가 높은 하중계수(n)에 노출되어도 구조적 손상을 받지 않고 안전하게 실속(Stall)에 들어갈 수 있는 최대 속도를 지정해 놓았는데, 이를 설계기동속도(Design Maneuvering Speed, V_A)라고 한다.

1.4.5.4 비행포위선도(Vg Diagram)

그림(비행포위선도, Vg Diagram)은 비행속도와 하중계수(Load Factor)의 관계에 따른 항공기의 비행운용 범위를 나타낸다. 그림에서 1g 이상의 하중계수(Load Factor)를 내려면 64mph 이상의 속도가 필요하며 이 속도는 수평비행상태에서의 실속(Stall) 속도를 의미한다. 이 항공기는 2g에서 92mph에서 실속(Stall)에 들어가고, 4.4g에서는 136mph에서 실속에 들어간다.



[그림 1-22] 하중계수와 실속 속도



[그림 1-23] 비행포위선도(Vg Diagram)

만일 4.4g보다 더 많은 하중계수에서 비행한다면 항공기는 구조적 손상을 입을 가능성이 생긴다. 그림의 오렌지색으로 표시된 영역(Caution range)은 항공기의 주요 구조물의 영구적인 변형이 발생하거나 구조적 손상이 진행될 수 있는 영역을 말한다. 따라서 일반적인 운영목적으로 비행할 때에는 하중계수(n)의 제한치 이상으로는 운용하지 말아야 한다.

그림에서 살펴볼 지점이 있는데 하중계수의 “+” 제한치와 최대 양력 발생 곡선의 교차점에서 형성되는 기동속도(Maneuvering Speed, V_A)이다. 이 기동속도는 조종사가 아무리 항공기에 최대의 하중을 주는 기동을 하여도 구조적 손상으로 이어지지 않고 안전하게 실속(Stall)으로 진입할 수 있는 최대 속도이다.

그림의 비행포위선도를 갖는 이 항공기의 속도계에 붉은색으로 표시된 영역(Structural

failure range)의 제한속도는 224mph가 된다. 만약 조종사가 이 속도 이상으로 비행하게 된다면, 항공기의 구조적 손상(Structural failure)을 유발하게 되는 것이다.

1.4.5.5 하중계수와 비행기동(Load Factors and Flight Maneuvers)

모든 비행기동은 정해진 허용하계 하중계수를 초과하지 않도록 하여야 한다. 1g의 하중계수가 부하되는 등속수평비행을 제외하고 모든 조작은 한계하중계수를 초과할 가능성이 있다. 항공기 조작을 최대(full)로 그리고 거칠게(abrupt) 할 경우에는 구조적 손상을 피하기 위해 기동속도(Maneuvering Speed, V_A) 이하에서 항공기를 조작하여야 한다.

○ 선회(Turns)

- 일정 고도를 유지하며 선회하는 경우 하

중계수는 증가된다. 경사각이 깊어질수록 하중계수는 증가하며 위에서 언급한 것처럼 45°이상의 경사각에서 하중계수는 급격히 증가한다. 일반적으로 소형 훈련용 항공기는 경사각 70~75° 사이에서 최대 허용한계 하중계수에 도달한다.

○ 실속(Stalls)

- 등속수평비행에서 비 가속 실속에 진입하는 경우 추가적인 하중계수의 증가 없이 실속 회복이 가능하다. 실속회복은 조종간을 앞으로 밀어서 이루어지기 때문에 (-) 하중계수를 부하하여 때로는 조종사들에게 무중력상태를 느끼게 해준다.
- 실속(stall)을 회복한 후 급격한 상승조작은 허용하중계수를 초과할 수 있다. 깊은 강하자세에서 조종간을 갑자기 당겨 올리면 항공기 구조물에 치명적인 하중을 가할 수 있으며 하중계수의 증가로 실속 속도로 증가시킴으로써 2차 실속을 일으킬 수 있다.
- 실속회복조작은 실속이 회복되어 항공기 속도가 실속속도 이상이 되면 항공기를 서서히 들어 올려 하중계수가 더 이상 증가하지 않도록 해야 한다. 일반적으로 깊은 강하각에서 기수를 들어 올릴 경우에도 2g~2.5g 의 하중계수를 초과하지 않도록 조작하여야 한다.

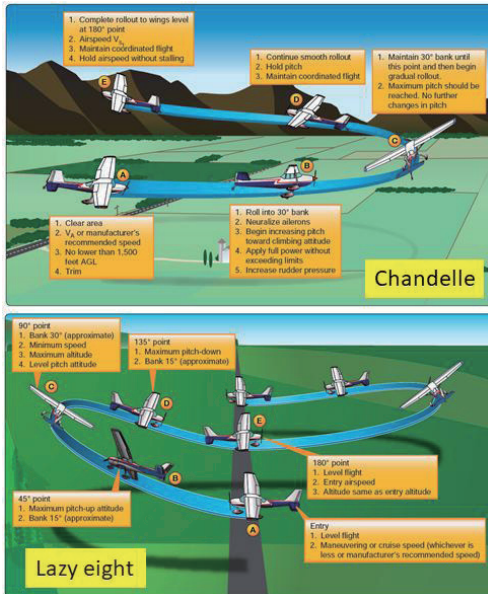
○ 스핀(Spins)

- 스핀은 회전하는 것을 제외하고 실속(stall)과 다르지 않으며, 실속(stall) 복구에 적용되는 방법이 동일하게 적용된다. 스핀은 실속(stall)보다 더 깊은 강하 자세로 진입하므로 스핀을 회복하고 항공기를 들어 올릴 경우 더 많은 하중계수에 노출될 수 있다. 스핀을 회복하고 항공기를 들어 올릴 경우 적절한 하중계수는 2.5g이다.

○ 샐델과 레이지에잇(Chandelles and Lazy Eights)

- 샐델은 직선 수평 비행에서 최대의 상승 자세로 180도 선회하여 최고의 고도를 취하는 기동이다. 선회가 완료되면 항공기의 속도는 실속속도보다 약간 많은 최소기동속도(minimum controllable speed)가 된다.
- 레이지에잇은 항공기 세로축의 측면에 “8”의 형태 패턴으로 비행하도록 하는 방식에서 이름을 따온 것이다. 이 조작은 부드럽고 얇은 강하각과 상승조작으로 이루어지기 때문에 이 조작의 결과로 발생하는 하중계수를 설명하는 것은 어렵다.
- 적당한 하중계수와 부드럽게 상승자세를 만드는 것은 샐델과 레이지에잇 모두에서 전반적으로 더 나은 성능으로 원하는 최대 고도를 취하는 데 도움이 된다. 이러한 기동에 진입할 때 설계자가 권장한

기동속도로 진입하면 하중계수의 초과 없이 기동할 수 있다.



[그림 1-24] 산델과 레이지에이트

○ 약기류(Rough Air)

- 모든 항공기는 상당한 강도의 돌풍에 의해 부과되는 하중을 견딜 수 있도록 설계되었다. 돌풍하중계수(gust load factor)는 일반적으로 높은 비행속도에 대응하도록 되어 있다. 그러나 돌풍하중계수가 높은 거친 기류에서는 항공기 속도를 줄이는 것이 현명하다. 왜냐하면 허용한계 하중계수를 초과하는 하중을 유발하는 풍속이 있을 수 있기 때문이다.

각 항공기는 구조적 손상을 초래하지 않고 항공기에 부과될 수 있는 특정 중력 가속도로 설계된다. 설계에 고려되는 하중은 한계하중

(limit load)과 극한하중(ultimate load) 두 종류가 있다. 한계하중은 원래의 형상으로 복구되지 않는 항공기 구조물의 휘어짐 발생까지 허용되어 인가되는 힘이다. 극한하중은 한계하중을 초과하는 항공기 및 항공기 재료는 구조적 결함(파괴)을 발생하는 점에 작용하는 하중 요소이다. 한계하중보다 낮은 하중계수에서는 항공기 구조가 손상되지 않는다.

조종사 운용 안내서(POH)에는 난기류지역을 통과하는 절차가 수록되어 있어 난기류 지역에서 안전하게 항공기를 운용할 수 있다. 조종사는 절대로 항공기 초과금지속도(never exceed speed, V_{NE})를 초과해서는 안 된다. 명시된 기동속도 이상의 속도로 고속 강하비행 또는 곡예비행을 특히 난기류 지역에서 훈련을 해서는 안 된다.

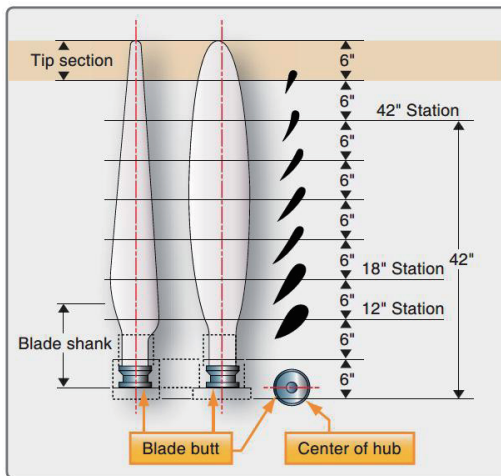
1.5 프로펠러(Propeller)

프로펠러는 엔진의 크랭크축(Crank shaft) 또는 변속기어의 축과 연결되어 전달되는 동력을 이용하여 회전시킴으로써 필요한 추력(Thrust)을 발생시키는 장치이다. 프로펠러는 회전하는 날개(airfoil)라 생각할 수 있다. 항공기 날개를 통과하는 공기흐름의 역학적 작용에 의하여 양력을 발생시키는 것처럼 프로펠러도 항공역학적인 힘(aerodynamic force)을 발생시켜 추진력을 얻게 된다. 프로펠러에서 발생

하는 항공역학적인 힘(추진력)은 프로펠러의 블레이드(blade)의 모양과, 프로펠러의 회전수(RPM), 블레이드 부분(blade section)에서의 받음각(angle of attack)에 따라 다르다.

1.5.1 프로펠러의 깃(Blade)

프로펠러는 회전운동을 하므로 프로펠러 중심인 Hub에서 바깥쪽(tip)으로 나갈수록 선속도가 커지게 된다. 프로펠러에서 얻어지는 추진력의 크기는 속도의 제곱에 비례하므로 프로펠러의 블레이드는 바깥쪽(tip)으로 갈수록 깃각(blade angle)은 작아지게 뒤틀려(twist)있다. 만일 블레이드가 뒤틀려있지 않다면 블레이드 끝(tip)쪽에서는 과도한 양력이 발생하고 큰 하중이 걸리게 되어 블레이드가 손상된다. 블레이드의 위치(station)는 프로펠러 중심(Hub)으로부터 길이(inch)로 표시한다.



[그림 1-25] 프로펠러의 깃

1.5.2 프로펠러의 과 회전(Over speed)

고정피치 프로펠러 경량항공기의 경우 엔진의 출력을 줄이지 않고(일정한 RPM을 유지한 상태) 강하게 되는 경우 항공기의 전진속도가 증가되고, 받음각(angle of attack)은 감소된다. 받음각이 감소되면 프로펠러의 부하(load)가 줄어들게 되고 그 결과 엔진에 잉여의 출력이 생기게 되며 잉여출력은 RPM을 증가시키게 된다. 따라서 엔진출력을 줄이지 않고 강하게 하는 경우 RPM은 계속 증가하여 제한치를 초과하게 되고 엔진 손상을 초래할 수 있다, 그러므로 강하게 하기 전에 반드시 엔진출력을 먼저 줄여야 한다.

1.5.3 Left Turning Tendency

조종석에서 바라보았을 때 시계방향으로 회전하는 프로펠러는 프로펠러 회전운동의 특성으로 인하여 항공기의 기수를 왼쪽으로 틀어지게 하는 경향성(Left Turning Tendency)이 있다. 기수를 왼쪽으로 틀어지게 만드는 원인은 다음의 4가지로 설명할 수 있다.

- 엔진과 프로펠러에 대한 토크 반작용
- 슬립스트림에 대한 나선형 움직임
- 프로펠러의 회전운동
- 프로펠러의 비대칭 하중(P factor)

프로펠러의 회전에 의해 발생하는 Left Turning Tendency를 일으키는 4가지 요소는

비행 조건의 변화에 따라 다르게 나타난다. 비행의 어느 단계에서는 4가지 요소 중의 하나가 다른 요소보다 더 두드러질 수 있다. 이 값들의 관계는 기체, 엔진, 프로펠러 조합 및 기타 설계특징에 따라 다르다. 모든 비행 조건에서 항공기의 긍정적인 제어를 유지하기 위해 조종사는 이러한 다양한 값을 보상하기 위해 필요한 비행 조종장치를 사용해야 한다.

1.5.4 토크에 대한 반작용(Torque Reaction)

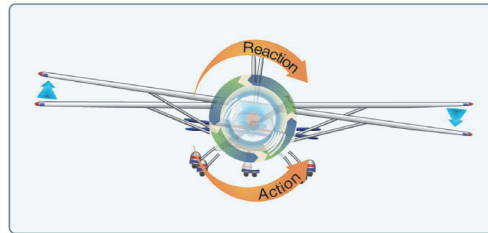
토크 반작용은 뉴턴의 제3법칙인 작용반작용 법칙으로 설명된다. 한쪽 방향으로 회전하면 동일한 힘이 회전하는 반대방향으로 작용한다. 오른쪽으로 회전하는 프로펠러는 회전의 결과 왼쪽으로 반작용 힘이 생겨 항공기 기수를 왼쪽으로 틀어지게 만든다. 항공기가 공중에 있을 때, 이 힘은 세로축을 기준으로 발생하고, 항공기를 왼쪽으로 틀어지게 하고 Roll에 들어가게 한다.

이륙 활주(take off roll) 동안에는 토크 반작용에 의한 힘의 무게가 왼쪽 바퀴에 더 실리게 된다. 그 결과 지상 마찰 또는 항력이 오른쪽 바퀴보다 왼쪽 바퀴에 더 작용하게 되어 왼쪽으로의 yawing 모멘트가 일어나게 된다. 이 모멘트의 크기는

- 엔진의 마력 크기
- 프로펠러 분당 회전수(RPM)
- 항공기의 크기

○ 활주로 표면의 상태 등 다양한 요소들에 의해 달라진다.

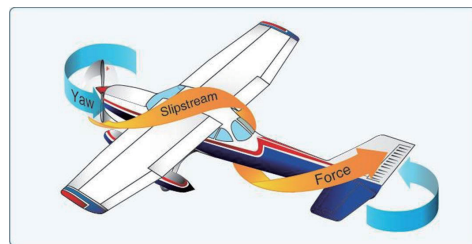
이륙 활주(take off roll) 중에 발생하는 yawing 모멘트는 조종사의 적절한 러더 사용과 러더 트림의 조절에 의해 수정될 수 있다.



[그림 1-26] 토크에 대한 반작용

1.5.5 코크스크류 효과(Corkscrew effect)

프로펠러의 고속 회전은 프로펠러를 통과하는 공기흐름을 슬립스트림(slipstream) 또는 코크스크류(Corkscrew)의 나선 형태의 회전흐름을 형성한다. 이러한 나선형 회전흐름은 프로펠러의 고속 회전(high RPM)과 낮은 비행 속도(이륙 또는 받음각이 큰 상태)에서, 크게 발생하고 이 흐름은 항공기의 수직꼬리 왼쪽 표면으로 부딪쳐 흐르게 된다.

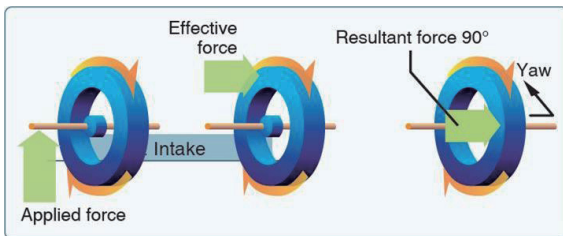


[그림 1-27] 나선형 회전기류

나선형 회전 기류가 수직 꼬리날개를 치게 되면, 이것은 항공기의 수직 축에 대하여 yawing 모멘트를 발생시키는데 나선형 흐름이 강할수록 yawing 모멘트는 더 두드러지게 나타난다. 그러나 항공기 전진속도가 증가될수록 나선은 더 길게 뻗어 지게 되어 yawing 모멘트 발생에 덜 영향을 미친다. 슬립스트림의 코크스크류 공기흐름은 또한 세로축 주변에서 롤링 모멘트를 발생시킨다.

1.5.6 자이로스코프 효과(Gyroscopic Action)

프로펠러의 자이로스코프 효과를 이해하기 전에, 자이로스코프의 가장 기본적인 원리를 이해하는 것이 필요하다. 자이로 운동은 기본적인 두 가지 성질인 강직성(rigidity)과 세차성(precession)에 기반을 두고 있다. 세차성은 자이로의 가장자리(rim) 부분에 힘이 작용되면, 그 힘의 결과는 회전 방향의 90° 부분에서 나타나게 되는 특성이다.

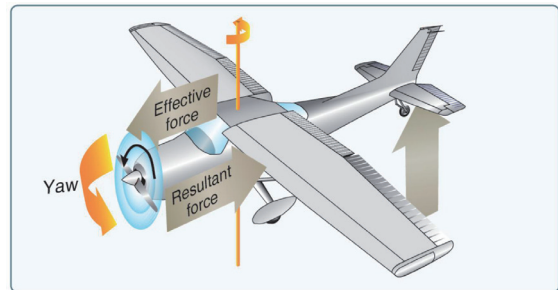


[그림 1-28] 자이로의 특성(세차성)

비행기 프로펠러로 자이로스코프처럼 매우 빠르게 회전하므로 자이로의 특성을 가진다.

프로펠러의 회전에 어느 힘을 주면 회전방향의 90° 이후 지점에서 힘의 결과가 생기며 생겨진 힘은 피칭 모멘트나 yawing 모멘트 혹은 어떤 지점에 힘이 가해지냐에 따라 두 개의 혼합된 모멘트가 발생한다.

이 자이로스코프 효과는 테일 휠(tail wheel) 항공기에서 이륙을 위해 항공기를 부양시킬 때 현저하게 발생한다. 이 항공기는 부양되기 전에 꼬리 부분이 먼저 들리게 되는데 이는 프로펠러의 윗부분에 힘을 가하는 것과 같은 현상이 된다. 프로펠러의 윗부분에 힘이 가해지면 그 힘의 결과는 90°를 지나 나타나므로 프로펠러의 오른쪽 3시 방향에서 프로펠러를 미는 힘으로 발생하며 이는 곧 항공기 기수를 왼쪽으로 틀어지게 만드는 yawing 모멘트를 발생시킨다.



[그림 1-29] 자이로스코프 효과

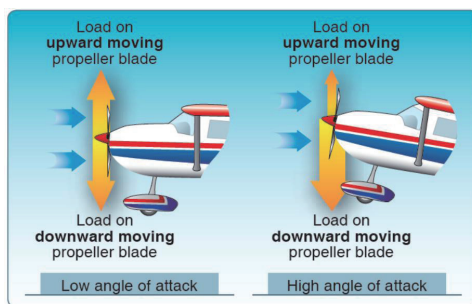
1.5.7 비대칭 하중(P-Factor)

항공기가 높은 받음각으로 날고 있을 때 아래쪽으로 움직이고 있는 블레이드가 공기와 접

축하는 양은 위쪽으로 움직이고 있는 블레이드의 양보다 더 크다. 그러므로 프로펠러 디스크의 오른쪽에서 발생하는 힘이 왼쪽보다 크게 되어 항공기 기수는 왼쪽으로 틀어지게 된다. 이러한 비대칭 하중이 생기는 것은 위로 향하는 프로펠러의 깃에 작용하는 받음각보다 아래로 향하는 프로펠러 깃의 받음각 크기가 크기 때문이다.

이 비대칭 하중은 회전 중인 프로펠러 깃에 작용하는 받음각의 크기가 달라져 발생된다. 프로펠러의 받음각은 프로펠러에 작용하는 상대풍과 프로펠러의 시위선이 이루는 각도이며 프로펠러에 작용하는 상대풍은 프로펠러의 회전속도와 항공기의 전진속도의 합력이 이루는 선이다. 따라서 프로펠러 회전수가 달라지거나 전진속도 또는 전진속도의 벡터가 달라지면 받음각이 변하게 되고 발생하는 추력도 변하게 된다.

항공기가 높은 받음각상태로 비행하고 있으면 아래로 움직이는 블레이드는 더 높은 받음각을 가지며, 위쪽으로 움직이는 블레이드보다 더 많은 추력을 생성한다.

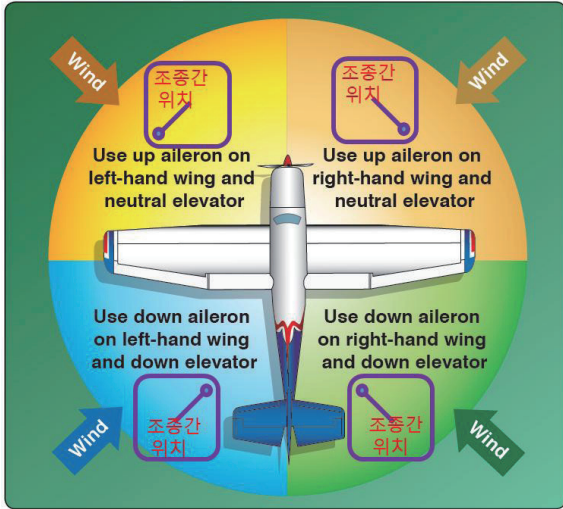


[그림 1-30] 프로펠러의 비대칭 부하

1.6 측풍 시 활주

지상에서 이동 시 바람이 강할 경우 조종간을 조절하여 날개 들림과 바퀴에 가해지는 하중에 대하여 조종사는 상황에 따라 조종간을 조종하여 적합한 조치를 취하여야 한다.

- 강한 정풍(headwind)의 경우 : 에일러론(Ailerons)은 중립 위치를 취하며, 꼬리날개 부분이 들리지 않게 승강타(Elevator)는 Up 위치로 한다.
- 강한 배풍(tailwind)의 경우 : 에일러론(Ailerons)은 중립 위치를 취하며, 꼬리날개 부분이 들리지 않게 승강타(Elevator)는 Down 위치로 한다.
- 측정풍(Quarering headwind)의 경우 : 승강타(Elevator)는 중립 또는 Up 위치를 취하며, 날개 들림을 방지하기 위해 바람 불어오는 쪽의 에일러론(Ailerons)을 Up 위치로 한다.
- 측배풍(Quarering tailwind)의 경우 : 승강타(Elevator)는 중립 또는 Down 위치를 취하며, 날개 들림을 방지하기 위해 바람 불어오는 쪽의 에일러론(Ailerons)을 Down 위치로 한다.



[그림 1-31] 바람 방향 및 전륜형 착륙 장치(Nose Gear Type)의 조종간 위치

1.7 비행 전 점검(preflight)

비행 전 지상에서 항공기를 점검하는 모든 행위는 비행 중 발생할 수 있는 위험요소를 찾아내는 최종적인 기회이다. 일반적인 중요 요소를 확인하는 것은 큰 차이가 없지만 가장 신뢰할 수 있는 것은 제작사가 제공하는 점검 절차에 따라 모든 항목을 점검하여야 한다.

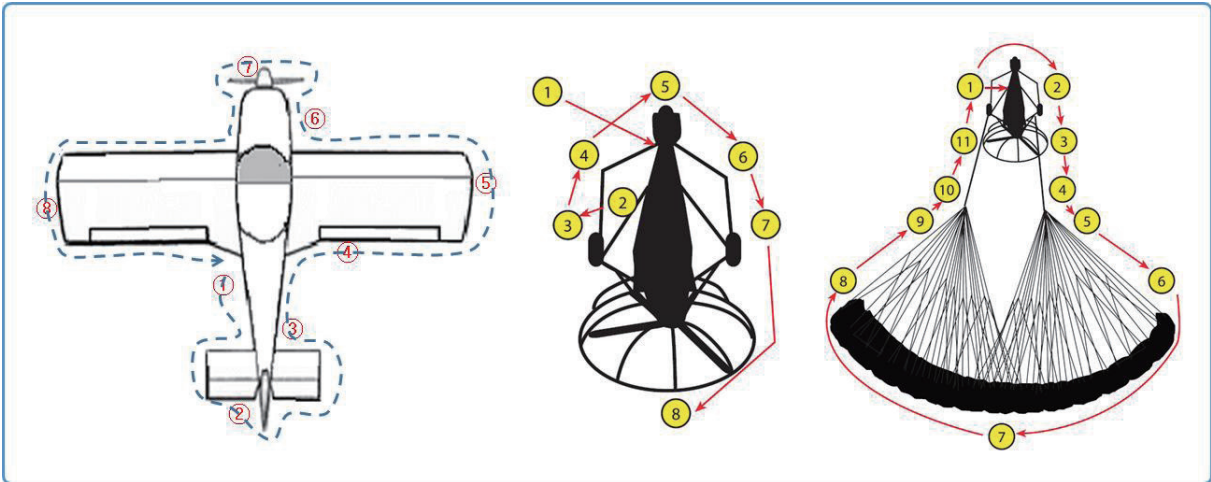
점검 항목과 방법 및 절차는 항공기 제작사가 제공한 것을 조종사 운용 안내서(POH) 또는 지침서에 따라 점검 리스트를 보면서 한 항목씩 수행하는 것이 가장 적절한 방법이다. 비행 전 항공기의 상태를 확인하는 책임은 조종사 자신이다. 이륙에 급급하여 점검을 생략하

는 경우가 있어서는 안 된다. 특히 동절기에 경량항공기에 눈이나 얼음이 있는 상태로의 비행은 항공기의 비행성능을 급격하게 감소시키므로 반드시 제거 후에 이륙하여야 한다.

1.7.1 비행 전 외부 점검

○ 비행 전 외부 점검은 일반적으로 육안점검(Visual Inspection)이며, 외부 점검을 수행하기 전에 우선적으로 조종실의 주 전원 마스터(Master)/이그니션(Ignition)스위치 꺼짐(OFF) 상태를 확인하여 프로펠러 점검 시에 시동이 걸리는 사고를 예방하여야 한다. 외부 점검 시의 주요 점검 대상 항목은 다음과 같다.

- 엔진과 동체에서의 누유나 누설 흔적
- 날개나 동체 위의 눈 또는 서리 존재유무
- 안전핀과 안전커버
- 연료에 물 또는 이물질 혼합여부
- 타이어 압력 및 파손 여부
- 연결 핀 및 안전고리
- 조종면 힌지 핀 장착상태
- 냉각수 및 오일량
- 외부로 드러난 조종 케이블 상태
- 조종 케이블에 연결된 조임 부품들의 조임 상태
- 기체 전체의 균형상태, 찌그러짐, 패임 등 외형상 변형 여부
- 외피가 복합재인 경우의 손상 여부 등



[그림 1-32] 비행 전 외부 점검, 타면조종형비행기, 트라이커, 동력패러슈트

- 프로펠러 상태 및 손상부위점검
- 경량항공기 주변을 한 바퀴 돌면서 해당 경량항공기에 설치된 각종 고정 장치 또는 덮개를 벗기면서 점검 한다. 트라이커 (trike 또는 cart)가 사용되는 체중이동형 비행기 또는 동력패러슈트의 경우 우선 동체부위를 점검하고, 날개부와 결합한 후에 전체적으로 점검이 이루어져야 한다.
- 조종간을 전후좌우로 움직여서 조종면이 걸리지 않고 원활하게 작동 하는지 여부
- 주 전원 스위치를 “ON”하고 전기로 작동 되는 부품들의 작동여부
- 연료량 확인
- 이러한 점검을 수행하는 동안에는 점화스위치는 반드시 “OFF”에 있어야 하며 전기로 작동되는 부품을 검사하고 주 전원스위치를 “OFF”하는 것으로 조종석 내 점검을 종료한다.

1.7.2 조종석 내 점검

- 경량항공기의 조종석은 조종실을 갖춘 동체내부 일수도 있지만, 외부에 노출된 것도 있다. 비행 전 점검에서와 같이 제작사가 제공한 조종사 운용 안내서(POH) 또는 지침서에 의해 수행하되 일반적으로 다음과 같은 절차를 수행한다.

제2장

경량항공기 구조 및 특징

2.1 경량항공기의 종류

경량항공기를 조종방식에 의해 분류하면, 날개와 안정판의 일부분인 조종면을 작동하여 조종하는 타면조종형비행기, 날개에 작용하는 무게 중심을 이동하여 조종하는 체중이동형비행기, 날개의 형식으로 뼈대가 없이 섬유로 제작되어 램 에어포일(Ram Airfoil)을 변형하여 조종하는 동력패러슈트, 날개를 회전시켜서 양력을 만드는 회전익으로 경량헬리콥터와 자이로플레인이 있다.

경량항공기의 자격증명에서 종류 한정은 “타면조종형비행기, 체중이동형비행기, 경량헬리콥터, 자이로플레인, 동력패러슈트”로 구분되며, 등급은 “육상 및 수상”으로 구분된다.

수상용 경량항공기는 이착륙 장소에 따라 수상에서만 사용되는 수상경량항공기와 육상 및 육상 모두 이착륙 및 이착수가 가능한 수륙양용 경량항공기가 있으며, 이착륙(수) 접지 부분의 형태에 따라 보트형 선체를 갖는 수상경량항공기(경량비행정 또는 선체형 경량비행정)와 경량항공기 착륙장치에 플로트를 장착한 플로트 수상경량항공기로 분류한다.

타면조종형수상비행기의 경우 보트형 선체를

갖는 것과 플로트를 장착한 것이 있으며, 자이로플레인의 경우 플로트를 장착하여 사용하고, 체중이동형비행기의 경우 보트 또는 플로트를 장착하여 사용할 수 있다.

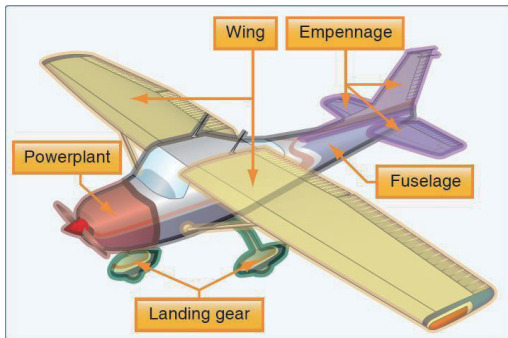
[표 2-1] 경량항공기 종류에 따른 수상 이착륙(수) 장치 형태 및 용도

경량항공기 종류	수상 이착륙(수) 장치 형태 및 용도
타면조종형비행기	보트형 선체 타면조종형비행기 (수상용 또는 수륙양용)
	플로트 장착형 타면조종형비행기 (수상용 또는 수륙양용)
체중이동형비행기	보트형 체중이동형비행기 (수상용 또는 수륙양용)
	플로트 장착 체중이동형비행기 (수상용 또는 수륙양용)
자이로플레인	플로트 장착 자이로플레인 (수상용 또는 수륙양용)
경량헬리콥터	수상용으로 사용된 사례 없음 (중량제한에 따른 엔진 출력 한계로 제한적임)
동력패러슈트	수상용으로 사용불가 (수상에서 캐노피 펼침이 불가능함)

2.2 타면조종형비행기의 구조 및 특성

2.2.1 타면조종형비행기의 구조

타면조종형비행기는 동체(Fuselage), 날개(Wing), 꼬리날개(Empennage), 그리고 착륙장치(Landing Gear)와 동력장치(Power Plant)로 구성된다.



[그림 2-1] 타면조종형비행기의 구성요소

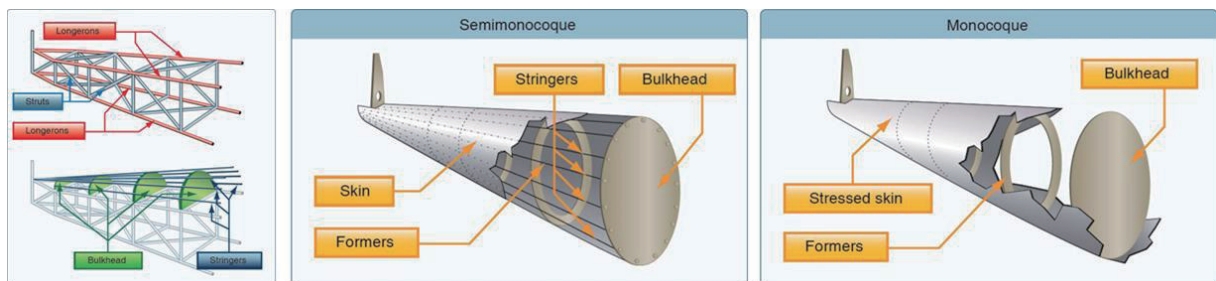
2.2.1.1 동체(Fuselage)

동체는 조종사가 조종할 수 있는 공간을 갖고 있는 경량항공기의 기본이 되는 중요한 구조물로 날개, 엔진, 착륙장치 등을 지지하고 있

다. 동체 내부는 조종석과 연료탱크 등을 포함하고, 동체를 뜨게 하는 양력을 발생하는 날개, 추력을 발생하는 엔진, 조종안전성을 유지하는 꼬리날개, 이착륙의 충격을 받고 완화시켜주는 착륙장치가 장착되므로 구조적으로 다방면의 힘에 충분히 견딜 수 있는 강도를 유지하여야 한다.

동체 구조 형식은 구조물의 가장 안정된 구조인 삼각형 구조물들로 연결된 뼈대가 모든 하중을 담당하고 외피는 형상 유지를 보조하는 트러스(Truss) 구조, 동체에 부분적으로 가해지는 집중하중을 프레임, 벌크헤드, 스트링거(Stringer) 등을 통해서 외피로 전달되는 응력 외피형 구조의 하나인 세미모노코크(Semi-monocoque) 구조, 최근 복합재의 개발로 계란 껍질처럼 하나의 외피구조물로 구성된 모노코크(Monocoque) 구조가 있다.

○ 트러스 구조(Truss Structure) : 트러스(Truss)구조는 설계와 제작이 용이하다는 장점이 있으나, 내부 공간과 외형을 유선형으로 제작하기 어려운 단점이 있다. 이



[그림 2-2] 트러스, 세미모노코크, 모노코크 구조

방식은 론저론(Longerons)이라 불리는 긴 배관이 뼈대의 버팀대가 위치한 곳에 연결되어 있으며, 수직/수평 스트럿(Struts)이 론저론에 각각 연결되어 있다. 트러스 구조는 끝에서 보면 정사각형 또는 직사각형 모양으로 보인다. 스트럿은 어느 방향에서든 압력에 견딜 수 있어야 하며 스트링거(Stringers)와 벌크헤드(Bulkhead)는 동체의 모양을 형성하는데 도움을 준다. 외피는 뼈대 구조물을 포장하는 역할만 할 뿐 응력이나 비틀림에 영향을 미치지 않는다.

- 세미모노코크(Semi monocoque) 구조 : 세미모노코크 구조는 하중을 받는 뼈대에 외피를 입히는 구조 방식으로 금속판이나 복합소재로 제작되어 내부 공간마련과 유선형 동체 제작이 용이한 장점이 있다. 이 구조는 벌크헤드(Bulkhead) 그리고/또는 다양한 크기로 이루어진 스트링거(Stringers)와 외피 등으로 이루어져 있다. 외피는 구조물과 결합하여 응력이나 비틀림에 대한 영향을 받는다.
- 모노코크(Monocoque) 구조 : 모노코크 구조는 복합섬유의 배치 분포 등의 설계와 제작이 어려운 단점이 있으나 충분한 내부 공간과 매우 유연한 유선형 동체로 제작하기에 충분한 구조이다. 모노코크 구조는 스트링거가 없어지거나 줄어들었기 때문에, 대부분의 비틀림과 굽힘 응력은 외피

로 전달되며, 무게를 줄이고 내부공간을 확보할 수 있는 장점이 있다.

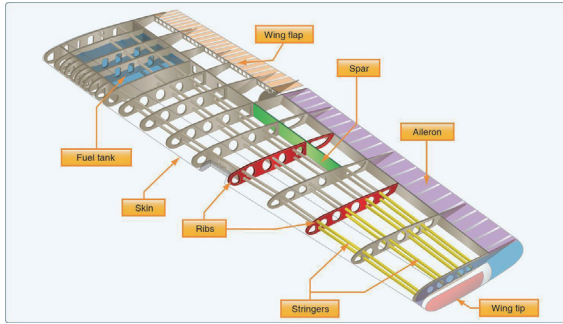
2.2.1.2 주 날개(Main Wing)

날개는 비행기가 공중에 뜨게 하는 힘(양력)을 발생시키는 구조물로 동체에 고정되어 있다. 날개의 구조는 동체와 같이 하중을 담당하는 부재에 따라 구조방식이 구분되며, 주요 구성품으로 스파(Spar)와 리브(Rib) 그리고 스트럿(Strut) 또는 스트링거(Stringers)가 있는 경우도 있다.

스파(Spar)는 각각의 날개 좌우를 연결하고 있는 주요 구조재로 하중을 담당하는 중요한 부재이며, 리브(Rib)는 날개의 에어포일(Airfoil) 형태를 만들어주는 역할을 한다. 그러나 복합소재로 제작된 날개의 경우 별도의 스파와 리브가 없는 형태도 있다.

날개 뒷전(Trailing Edges)에는 항공기의 좌우 균형을 유지하거나 기울임을 주는 에일러론(Ailerons)과 필요에 따라 양력과 항력을 증가시켜 주는 플랩(Flap)이 장착된다.

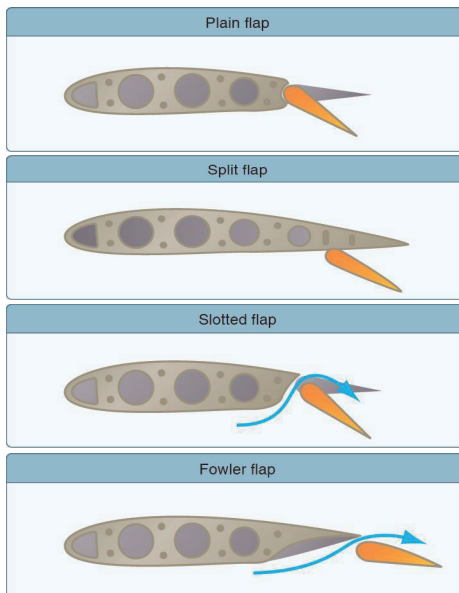
주 날개(Main Wing)의 내부에 연료탱크나 작은 화물을 넣을 수 있는 공간이 마련되기도 한다.



[그림 2-3] 주날개(Main Wing)의 구성

2.2.1.3. 주 날개(Main Wing)의 2차 조종면 (Secondary Flight Controls)

주 날개(Main Wing)의 2차 조종면은 날개의 플랩(Flap), 앞전 고양력장치(Leading edge device), 스포일러(Spoiler), 트림 등으로 구성된다.



[그림 2-4] 플랩의 종류

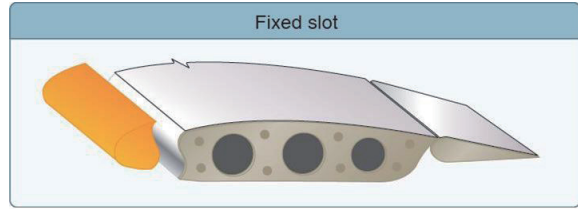
○ 플랩(Flaps) : 날개 뒷전에 부착된 플랩(Flap)은 양력과 유도항력(Induced Drag)을 증가시키는 고양력 장치(High-lift device)이다. 경량항공기에 사용되는 플랩은 네 종류로 플레인(Plain), 스플릿(Split), 슬롯티드(Slotted), 파울러(Fowler) 플랩이 있다.

- 플레인 플랩(Plain Flap) : 플레인 플랩은 날개 뒷전을 단순히 밑으로 구부리는 것으로 소형 저속기에 많이 사용된다. 가장 기본적인 형태로서 플랩을 내리면 에어포일(Airfoil)의 캠버를 증가시켜 주어진 받음각에서 양력을 더 발생시키고, 항력을 증가시키며 에어포일 후방으로 양력중심(CP)을 이동시키기도 한다. 플랩을 내리면 양력중심(CP)이동으로 인하여 기수가 내려가는 피칭 모멘트가 발생한다.
- 스플릿 플랩(Split Flap) : 스플릿 플랩은 날개 뒷전 밑면의 일부를 내림으로써 날개 윗면의 흐름을 강제로 빨아들여 흐름의 떨어짐을 지연시킨다. 구조가 간단하며, 날개의 일부가 나누어지는 형태이다. 플레인 플랩(Plain Flap)보다 작동 시 항력의 증가가 커지는 특징이 있다.
- 슬롯티드 플랩(Slotted Flap) : 슬롯티드는 플랩을 내렸을 때 플랩의 앞부분에 공기 통로가 형성되어, 이 통로를 통하여 날개 밑면의 공기 흐름이 윗면으로 공급되어 흐름의 떨어짐을 방지하게 되어, 큰

각도로 플랩을 작동시킬 수 있어 최대 양력계수(CL)가 많이 향상된다. 슬롯티드 플랩은 캠버 증가, 경계층 제어 효과에 의해 최대 양력 계수를 더 증가시킬 수 있는 고양력 장치이다. 그래서 슬롯티드 플랩(Slotted Flap)은 플레인 플랩(Plain Flap), 스플릿 플랩(Split Flap)보다 높은 최대 양력계수를 갖는다.

- 파울러 플랩(Fowler Flap) : 파울러는 플랩을 내리면 날개 뒷전 밑면에 위치한 플랩이 뒤쪽으로 밀려 나가면서 날개면적이 넓어지며, 날개 뒷전과 플랩 앞전 사이에 공기 통로를 형성하고 플랩이 아래로 구부러져 고양력을 발생시킨다. 파울러 플랩은 캠버 증가와 경계층 제어 효과 및 날개 면적 증가의 효과로 인하여 4종류의 플랩 중에서 가장 성능이 우수한 뒷전 플랩이다.

- 앞전 고양력 장치(Leading Edge Devices) : 고양력장치는 에어포일의 앞전(Leading Edge)에서도 구현될 수 있다. 경량항공기의 앞전 고양력 장치에는 슬롯(Slot)이 있다. 고정된 슬롯은 슬롯을 통하여 공기흐름을 날개면 위에 흐르도록 하여 높은 받음각에서 공기흐름 분리를 지연시킨다. 슬롯은 날개 캠버를 증가시키지 않지만, 높은 받음각에 도달할 때까지 실속을 방지시키기 때문에 최대 양력계수(CL)를 증가시킬 수 있다.



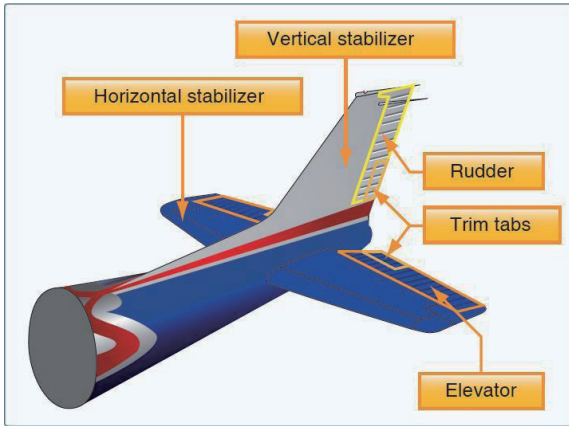
[그림 2-5] 앞전 고양력 장치 슬롯(Slot)

- 스포일러(Spoilers) : 스포일러는 날개 윗면에 장착된 고 항력 장치(High drag device)이다. 이 장치는 날개 위에 흐르는 공기흐름을 방해하여 양력을 줄이고 항력을 증가시킨다. 스포일러는 속도의 증가 없이 항공기가 하강하도록 한다. 스포일러는 착륙 후에 공기의 저항을 증가시켜 속도를 줄이고 착륙거리를 짧게 해주는 역할을 한다. 활공기에 사용되는 스포일러는 강하율(Descent rate)을 조절하는 데 사용된다.

2.2.1.4 꼬리 날개(Tail Wing)

꼬리 날개는 비행기에 비행안정 및 조종성에 크게 영향을 미치는 것으로 일반적으로 수직안정판(Vertical stabilizer)과 수평안정판(Horizontal stabilizer)이 있다. 수직안정판의 뒷부분에는 방향타(Rudder)가 장착되고, 수평안정판의 뒷부분에는 승강타(Elevator)가 장착되며, 이들 뒷부분에는 조그만 조종면인 탭(Tab)이 장착되기도 한다. 탭(Tab)은 조종면(Control surface)의 뒷부분에 장착되어 조종력을 경감시키거나 조종력을 “0”으로 만들어

주어 안정된 비행형태를 갖게 해준다.



[그림 2-6] 꼬리날개의 구성

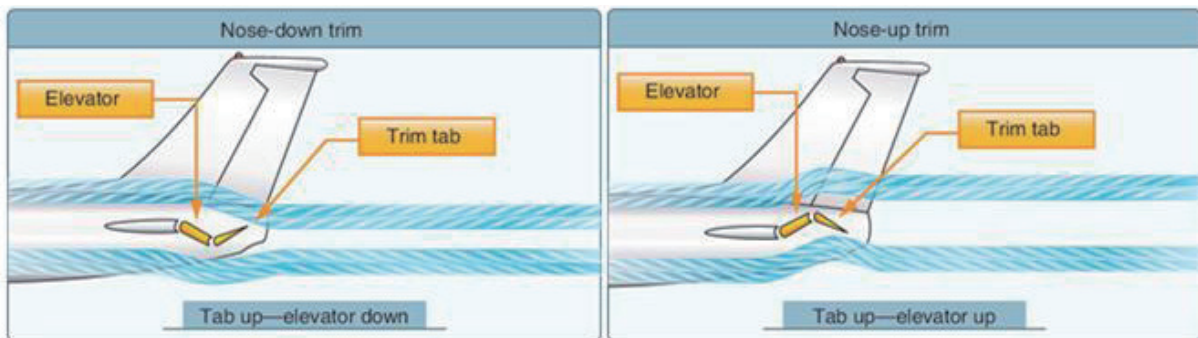
꼬리 날개의 다른 형태는 승강타(Elevator)를 장착하지 않고, 대신 하나의 수평안정판이 장착되는데 이러한 종류의 꼬리 날개를 스테빌레이터(stabilator)라고 한다. 스테빌레이터는 승강타를 작동시키는 것과 같이 조종간을 사용하여 조종한다.

2.2.1.5 트림 시스템(Trim Systems)

트림 시스템은 조종간의 조종압력을 덜어주

어 조종사의 부담을 최소화해준다. 트림 시스템은 항공기가 일정한 자세를 유지하도록 조종면을 움직여 일정한 지점에 위치시켜 항공기 조종에 도움을 준다. 일반적으로 트림 시스템은 트림 탭(Trim Tab), 밸런스 탭(Balance Tab), 안티서보 탭(Anti servo Tab), 지상 조절 탭(Ground Adjustable Tab) 등이 있다.

- 트림 탭(Trim Tabs) : 소형항공기에 가장 많이 설치된 트림 탭은 엘리베이터 뒷전에 부착되어 있다. 대부분의 트림 탭은 수동으로 작동되며 트림 탭의 위치를 나타내는 지시기가 있다. 기수를 내리기 위해 조종간을 밀어 엘리베이터를 내린 상태에서 트림 탭을 기수내림 위치에 놓으면 트림 탭은 위로 움직이게 된다. 이때 엘리베이터의 뒷전을 흐르는 공기흐름으로 발생하는 힘은 아래로 향하게 되어 조종압력 증가 없이 강하자세를 유지할 수 있다. 트림 탭과 엘리베이터의 움직임이 반대 방향으로 움직임에도 불구하고 트림조작은 조종사

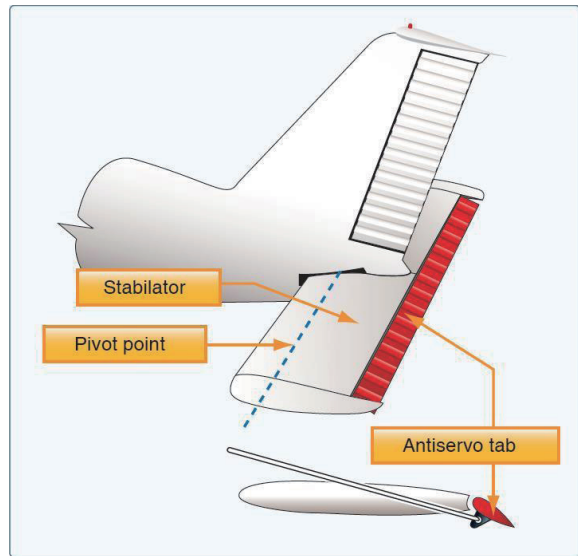


[그림 2-7] 엘리베이터 트림 탭

에게 편리하게 적용된다. 만약 지속적으로 조종간을 당겨야 한다면 기수 올림 트림을 작동하면 된다. 조종사는 일반적으로 원하는 출력과 피치 자세와 외형(Configuration)을 먼저 갖추고 항공기 자세유지를 위한 조종 압력을 완화시키기 위하여 트림을 작동한다.

- 밸런스 탭(Balance Tabs) : 트림 탭과 같이 과도한 조종압력을 줄이기 위하여 밸런스 탭을 사용하기도 한다. 밸런스 탭은 트림 탭과 유사한 형태이고 트림 탭과 동일한 위치에 장착되어 있는데 이 둘의 차이점은 밸런스 탭은 조종면 로드(rod)와 짝을 이루어 주 조종면(Primary surface) 자체를 움직이는데 있다. 밸런스 탭은 주 조종면과 반대방향으로 움직이는데 탭에 가해지는 공기흐름은 주 조종면과 반대되는 공기압으로 균형을 이룬다.
- 서보 탭(Servo Tabs) : 서보 탭은 형태와 작동원리가 트림 탭과 매우 유사하다. 서보 탭은 조종사가 원하는 방향으로 조종면을 움직이는데 도움을 주는 조종면의 작은 부분이다. 서보 탭은 조종사의 위크로드를 줄이고 항공기의 불안정성을 줄이는 역학적 장치이다. 서보 탭은 종종 비행 탭(Flight tabs)으로 간주되는데 큰 항공기에서 주로 사용된다.
- 안티서보 탭(Anti servo Tabs) : 안티서보 탭은 밸런스 탭(Balance Tab)과 동일한

방식으로 작동하고 밸런스 탭처럼 반대방향으로 움직이는 대신에 같은 방향으로 스테빌레이터 뒷전에서 움직인다. 또한 안티서보 탭은 스테빌레이터의 민감함을 감소시키기 위하여 조종압을 완화시키는 트림의 기능을 하기도 하고 스테빌레이터를 적절한 위치에 유지시키기 위한 기능을 하기도 한다. 연결부의 고정된 끝부분은 탭에 빨 모양의 형태로 부착되어 있다. 스테빌레이터 뒷전이 올라가면 연결부는 탭의 뒷전을 올라가게 한다. 스테빌레이터가 아래로 움직이면 탭 또한 아래로 움직인다. 반대로 엘리베이터의 트림 탭은 조종면과 반대로 움직인다.



[그림 2-8] 안티서보 탭

- 지상 조절 탭(Ground Adjustable Tabs) : 대부분의 소형항공기들은 움직이지 않는

메탈 트림 탭(Metal trim tab)을 러더에 부착한다. 이 탭은 한쪽 방향으로 구부러져 있고 러더에 힘을 가하는 트림으로 적용된다. 지상 조절 탭은 순항 비행 중 왼쪽이나 오른쪽으로 스킨드(Skid) 되지 않을 때까지 적은 양으로 조절한다. 또한 메탈 트림 탭(Metal trim tab)은 에일러론(Ailerons) 하반부에 장착하기도 한다.



[그림 2-9] 지상 조절 탭

2.2.2 착륙장치(Landing gear)

비행기의 지상 이동과 이/착륙 시 활주를 위한 장치로 동체 또는 주익에 장착된 주 착륙 장치(Main Landing Gear)와 주 착륙 장치 전방 또는 후방에 방향 전환을 하는 전륜형 착륙 장치(Nose Gear Type) 또는 미륜형 착륙 장치(Tail Gear Type)가 있어, 비행기는 일반적으로 3개의 바퀴(Wheel)가 장착되어 있다. 또한 수상비행기의 경우 이착수를 위한 보트형 선체

를 갖는 수상비행기와 플로트(Float)를 장착한 방식이 있다. 수상비행기의 경우 대부분 수륙 양용으로 사용될 수 있게 되어 있으며, 이착수 시에는 착륙바퀴를 접어서 사용한다. 이외에도 눈이나 빙판에서 사용할 수 있도록 고안된 스킨드(Skid) 형태가 있다.

착륙장치는 착륙 때 충격을 흡수하기 위한 완충장치가 포함되어 있으며, 활주 시 제동을 위한 브레이크 장치도 장착되어 있고, 방향전환을 위한 기능도 갖고 있다.

전륜형 및 미륜형 경량항공기 모두 지상에서 이동하는 동안 러더 페달을 움직임으로서 방향 조종이 가능하고, 일부 경량항공기는 메인바퀴의 브레이크의 압력 차이를 조절하여 방향 조종을 한다.

2.2.3 엔진(Engine)과 프로펠러(propeller)

엔진은 비행기를 전진할 수 있도록 하는 힘을 만들어주는 동력원으로 동체의 앞에 장착되어 비행기를 끌고 가는 견인식(Pulling Type)과 뒤쪽에 장착되어 밀어서 전진하는 추진식(Pusher Type)이 있다.

경량항공기에 사용되는 엔진은 왕복식(reciprocal) 엔진으로 주로 사용하는 왕복엔진은 2행정 또는 4행정이 사용되며, 휘발유를 사용하는 엔진과 디젤을 사용하는 엔진으로 나뉜다. 타면조종형비행기에는 대부분 4행정 4기통 휘발유 엔진을 사용하고 있으며, 최근 들어 전기를 사용하는 전동기도 등장하고 있으나 경량항공기 기준을 충족시키지는 못한다.

경량항공기는 자동차처럼 운행하다가 고장으로 인하여 정지 할 수 없는 관계로, 경량항공기의 엔진은 경량항공기 구성체에서 매우 중요한 요소이며, 장시간 작동에도 이상이 발생하지 않는 신뢰성을 지녀야 하므로 엔진 제작에는 정밀한 기술이 필요하다.

프로펠러(propeller)는 엔진에 직접 또는 변속기의 회전축에 장착되어 엔진에서 발생하는 회전력을 이용하여 추진력을 발생시킬 수 있는 장치로 공기를 뒤로 밀어내면서 비행기를 앞으로 추진시키는 힘을 제공한다.

2.2.4 타면조종형비행기의 조종성 및 특성

2.2.4.1 비행기의 움직임

비행기는 무게 중심점을 기준으로 가상의 3축이 존재하며, 이들은 비행기의 무게중심(CG, Center of Gravity)을 관통하는 3개의 선들을 가리킨다. 이 축들은 비행기 기수부터 꼬리까지를 연결하는 축을 세로축(Longitudinal Axis), 좌측 날개 끝과 우측 날개 끝을 연결하는 축을 가로축(Lateral Axis), 동체를 수직으로 관통하는 수직축(Vertical Axis)이 있다. 세로축에 대한 비행기의 움직임을 롤(Roll), 가로축에 대한 항공기의 움직임을 피치(Pitch), 수직축에 대한 항공기의 움직임을 요오(Yaw)라고 한다.

비행기의 3가지 움직임(롤(Roll), 피치(Pitch), 요오(Yaw))은 조종면(Control Surfaces)들에 의해 조종되며, 롤(Roll)은 에일러론(Aileron), 피치(Pitch)는 엘리베이터

(Elevator), 요오(Yaw)는 러더(Rudder)에 의해 조종된다.

2.2.4.2 비행조종시스템

(Flight Control Systems)

비행기의 비행조종시스템은 주시스템(Primary System)과 보조시스템(Secondary System)으로 구성되며, 주시스템에는 에일러론(Aileron), 엘리베이터(Elevator), 러더(Rudder)가 있고, 보조시스템은 2차 조종면(Secondary Flight Controls)이라고도 하며 여기에는 플랩(Flaps), 날개앞전장치(Leading Edge Device), 스포일러(Spoilers), 트림(Trim) 등이 있다. 이러한 보조시스템은 비행기의 성능특성을 향상시키거나 조종사의 조종간에 주어지는 힘을 덜어주는 역할로 사용된다.

○ 에일러론(Aileron) : 비행기의 에일러론(Aileron)은 보조익이라고도 부르며 주날개의 후연부 바깥쪽에 부착되어 있다. 좌/우측 에일러론은 상호 반대 방향으로 작동하도록 되어있으며, 비행기의 세로축에 대한 롤(Roll)을 조종한다. 즉 조종사의 조종간에 의해서 작동되며, 좌측으로 선회할 경우 좌측 에일러론은 윗 방향으로 움직여 좌측날개를 아래로 경사지게 만들고, 우측 에일러론은 아랫방향으로 움직여 우측 날개를 위로 밀어 올려 비행기는 좌로 선회하게 한다.

○ 엘리베이터(Elevator) : 엘리베이터는 승강타라고도 부르며, 비행기의 가로축

(Lateral Axis)에 대한 피치(Pitch)를 조종한다. 조종사가 조종간을 전후로 움직임에 따라 승강타의 상하 작용으로 비행기는 상승 및 강하하게 된다. 조종간을 뒤로 잡아 당기면 엘리베이터는 위로 올라가 비행기 기수는 상향 되며, 반대로 조종간을 앞으로 밀면 엘리베이터는 아래로 향하게 되어 비행기 기수는 하향하게 된다. 일반적으로 엘리베이터에는 조종석에서 조절이 가능한 트림탭(Trim Tab)이 장착되어 있다.

- 러더(Rudder) : 러더(Rudder)는 방향타라고도 부르며 비행기의 수직축(Vertical Axis)에 대한 요오(Yaw)를 조종한다. 방향타는 조종사가 페달을 좌우로 움직임에 따라 방향타의 좌우 작용으로 비행기는 좌측 및 우측으로 비행기 기수방향이 전환된다. 조종사가 조종석에 있는 두개의 러더 페달 중 왼쪽 페달을 밟을 경우, 러더는 왼쪽으로 움직이게 되고 비행기 기수는 왼쪽으로, 반대로 오른쪽 페달을 밟을 경우 기수는 오른쪽으로 움직이게 된다.

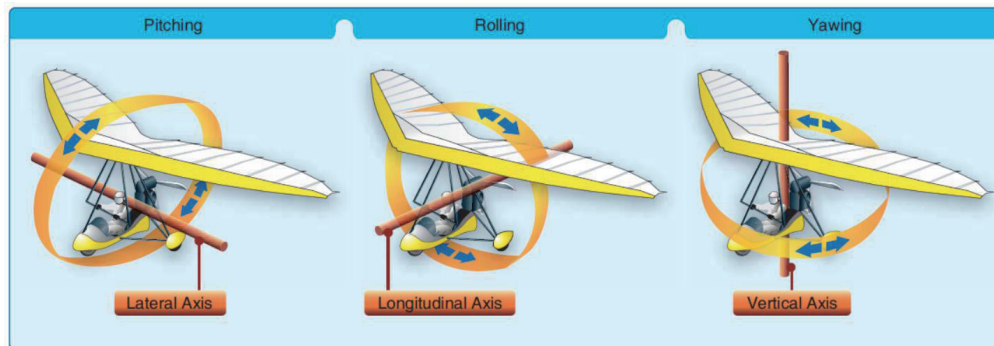
2.3 체중이동형비행기의 구조 및 특성

2.3.1 체중이동형비행기 개요

체중이동형비행기는 활공기의 일종인 행글라이더를 기본으로 발전하여 왔는데, 높은 곳에서 낮은 곳으로 활공할 수밖에 없는 단점을 개선하여 평지에서도 이륙할 수 있도록 행글라이더에 추력장치를 부착하여 사용하게 되었다.

체중이동형비행기란 날개를 기준으로 비행기의 무게중심을 변화시키는 조종사의 기량에 의해 피칭(Pitching)과 롤링(Rolling)만 조종되는, 뼈대가 있는 피벗 날개(pivoting wing)와 동체(trike carriage)로 구성된 동력항공기로 정의된다.

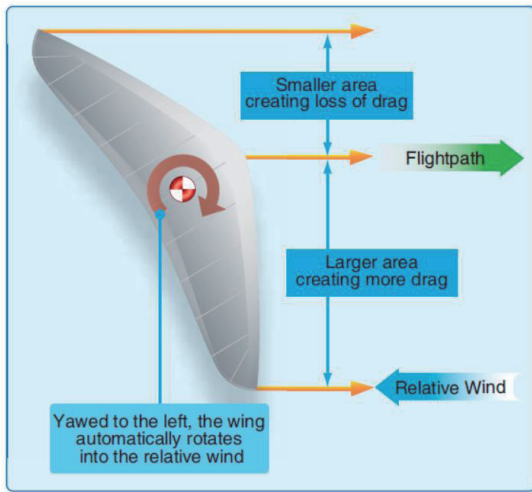
또한 타면조종형비행기에서 전형적으로 사용되는 러더(Rudder)와 엘리베이터(Elevator)처럼 조종면을 사용하지 않고, 유연하게 변형되는 날개와 삼각 조종간을 이용하여 조종사의 체중을 좌우상하로 이동함으로써 상승, 하강



[그림 2-10] 체중이동형비행기의 운동 축

및 선회를 할 수 있게 된다.

체중이동형비행기에는 수직축(Vertical Axis)만을 중심으로 직접 회전할 수 있게 조종할 수 있는 조종면은 없다. 그러나 체중이동형 비행기 날개는 수직축을 중심으로 회전을 직접 제어 할 수 없으므로 상대풍(relative wind)으로의 직진 비행을 통하여 Yaw를 하도록 설계되었다.



[그림 2-11] 상대풍에 의한 Yaw

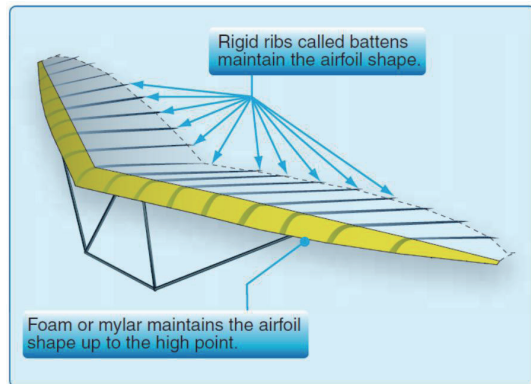
2.3.2 체중이동형비행기의 구조

2.3.2.1 체중이동형비행기 날개 구조

글라이더에 매달린 동체(조종사가 탑승한)의 무게중심을 이동하여 조종을 하는 체중이동형 비행기는 행글라이더형 날개를 이용하며, 행글라이더의 유연한 날개형상으로 일반 비행기와는 매우 다른 특성을 가지고 있다. 일반적으로

체중이동형비행기 날개 프레임의 주요 구성요소는 리딩에지 튜브(Leading Edge Tube), 킬 튜브(Keel Tube), 크로스 튜브(Cross Tube), 바텐(Battens) 등으로 구성되어 있다.

- 리딩에지 튜브(Leading Edge Tube) : 날개 주요 구성요소 중 하나인 리딩에지는 좌/우 양쪽 두 개의 튜브로 되어있고, 보통 길이는 4.5~5.5m 정도이다. 리딩에지는 코판(Nose Plate)에서 킬 튜브와 연결되어 날개의 형상을 유지하는 역할을 한다. 또한 날개 진행방향의 전면부에 위치하여 바텐(Battens)과 결합하여 날개의 형상을 유지하게 한다.



[그림 2-12] 바텐(Battens)과 날개 형상

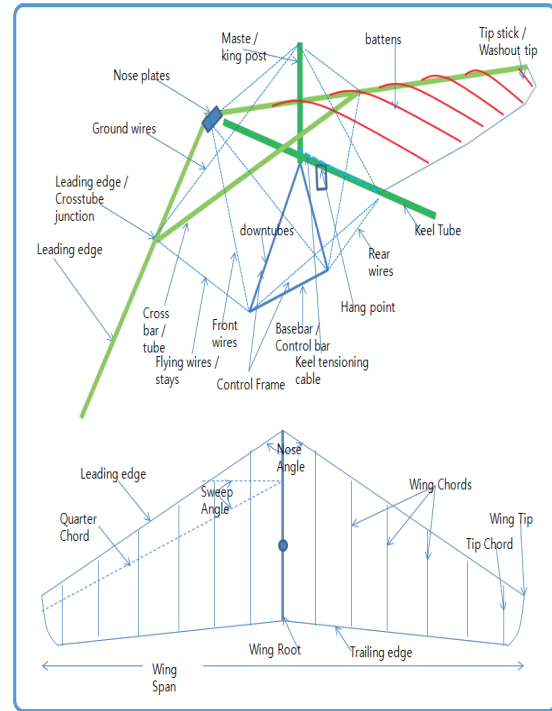
- 바텐(Battens) : 날개의 형상 및 세일의 텐션을 유지하도록 날개의 중간에 삽입되며(비행기의 리브 역할) 화살 끝 모양의 얇은 튜브로써 보통 좌측과 우측날개에 각각 8~12개 정도로 구성된다. 또한, 날개 진행방향의 전면부에 위치한 리딩에지 튜브

에 연결되어 날개의 형상을 유지하고 에어 포일(airfoil)의 캠버(camber)를 형성시켜 양력을 발생시키는 역할을 한다.

- 킬 튜브(Keel Tube 또는 Wing Keel) : 날개 중간부분에 위치하며 리딩에지 튜브, 크로스 튜브와 함께 날개의 주 형상을 유지하고, 중간부분에 조종자(행글라이더) 또는 동체(체중이동형)가 매달리는 Hang point가 있으며, 또한 조종을 위한 Control Frame도 연결되는 매우 중요한 역할을 하는 단단한 Tube 이다.

- Control Frame : 삼각형(tripod) A자 형식의 Control Frame은 조종사 앞쪽에 위치하며 Hang point 바로 앞에서 킬 튜브(Keel Tube 또는 Wing Keel)에 체결되어, 조종사의 의지대로 행글라이더의 날개를 좌우상하로 이동시켜 원하는 비행을 할 수 있도록 조종하는 막대이다. Control Frame의 삼각형 양측 면은 down-tube 라고 하며, 조종자가 손으로 잡는 아랫부분은 Base bar(또는 control bar)라 한다.

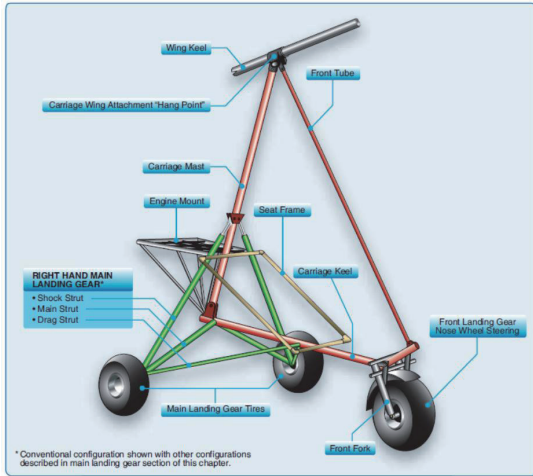
- 세일(sail) : 세일은 특수 처리된 내구성이 강한 천으로서 날개의 기본 형태를 유지해주는 리딩에지 튜브와 바텐(Battens)을 둘러 싸 날개 형상을 만들어 준다. 이러한 날개 형태는 날개 전반부에서 후반부로 연결되는 바텐들과 함께 날개 후반부에서 팽팽하게 세일을 당겨 양력이 발생할 수 있는 구조를 형성하게 해준다.



[그림 2-13] 날개 프레임 주요 구성요소

2.3.2.2 체중이동형비행기 동체 구조

체중이동형비행기는 날개와 동체가 완전히 분리되어 날개의 양력중심의 한 지점(hang block)에 동체인 트라이크(trike 또는 carriage)가 매달리는 형태를 이루며, 추진 장치는 동체인 트라이크에 부착된다. 트라이크의 외형설계 시 가장 고려해야 될 사항은 2인이 탑승할 수 있는 좌석을 계단식으로 하며, 분해 조립이 간편하도록 좌석을 접을 수 있게 하고, 추진 장치는 탑승자가 프로펠러 후류에 전혀 영향을 받지 않도록 탑재해야 한다. 동체 제작에 사용되는 재료는 가공이 편리하고 무게가 가벼운 항공용 알루미늄(AL)합금을 주로 사용



[그림 2-14] 트라이크(Trike 또는 Carriage) 구조 및 명칭



[그림 2-15] 보트형 선체 체중이동형비행기

하며, 집중하중을 받는 곳에는 강재를 사용한다.

착륙장치는 비행기가 착륙할 시 지면으로부터 가해지는 충격에너지를 흡수할 수 있어야 하며, 동체의 다른 부분이 지면에 닿지 않도록 설계되어야 한다. 착륙장치의 종류에는 사용목적에 따라 바퀴식, 플로트(float), 스키(ski), 보트형 선체 등이 있으며, 바퀴식 착륙장치는 구조적으로 전륜식(Nose wheel type) 착륙장치만 적용할 수 있다. 또한 수륙양용으로 사용되는 경우 보트형 선체 또는 플로트에 착륙바퀴를 장착하여, 이착수 시에 착륙바퀴를 접어서 사용한다.

2.3.3 체중이동형비행기의 동력장치

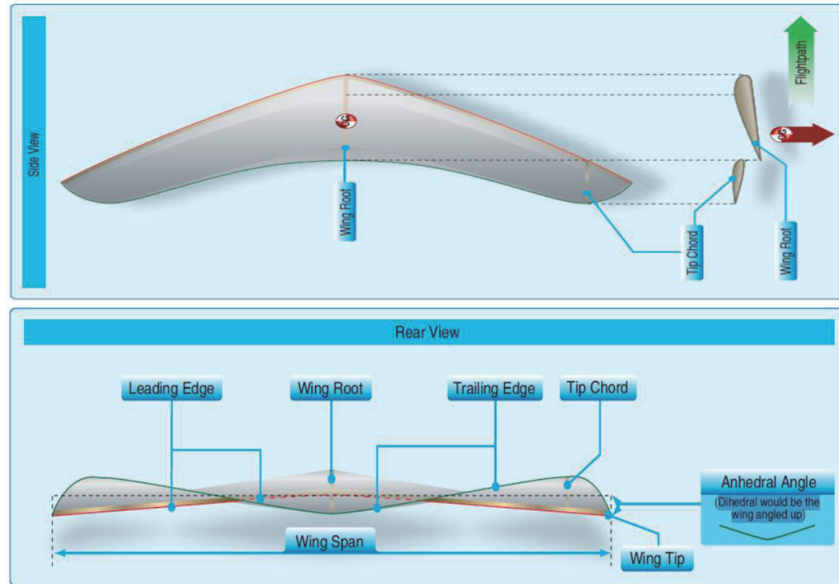
체중이동형비행기의 동력장치는 동체 뒷부분에 장착되어 밀어주는 형식의 추진식(Pusher Type) 프로펠러를 사용한다.

체중이동형비행기의 엔진은 주로 사용하는 왕복엔진 2행정 또는 4행정 휘발유 엔진을 사용하고 있으며, 최근 들어 동력장치로 전기를 사용하는 전동기도 등장하고 있다.

프로펠러(propeller)는 엔진에 직접 또는 변속기의 회전축에 장착되어 엔진에서 발생하는 회전력을 이용하여 추진력을 발생시킬 수 있는 장치로 공기를 뒤로 밀어내면서 체중이동형비행기를 앞으로 추진시키는 힘을 제공한다.

2.3.4 체중이동형비행기의 조종성 및 특성

조종성과 안정성은 상호 배타적으로 안정성

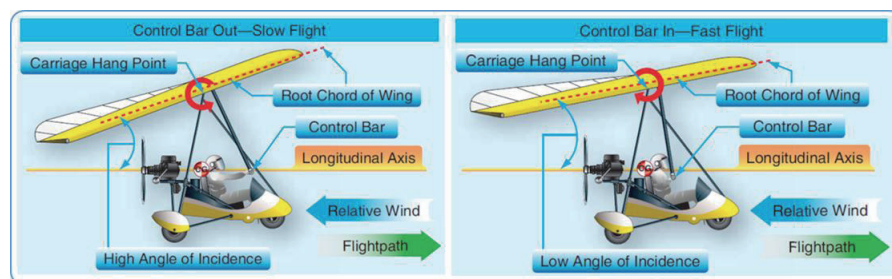


[그림 2-16] 체중이동형비행기 날개 형상 및 에어포일 단면

이 높으면 조종성이 나쁜 반면에 조종성이 좋은 기체는 다소 불안정하다. 피치 안정성(Pitch stability)은 외부의 힘에 받음각이 증가 또는 감소할 때 비행기가 수평으로 회복하려는 성질을 말하는데 안정성이 좋은 체중이동형비행기는 외력이 강할수록 정상비행으로 회복하려는 성질이 크다. 비행 성능을 향상시키기 위해서 익단(날개의 끝)을 특수 설계를 하여야 한다.

익단(tip chord) 에어포일 단면의 받음각(AOA)은 날개 뿌리(wing root) 부분의 에어포일 받음각(AOA)과 많은 차이가 있다. 날개 뿌리 부분의 받음각(AOA)이 양의 성분일 때, 익단의 받음각(AOA)이 음의 성분이 되기도 한다.

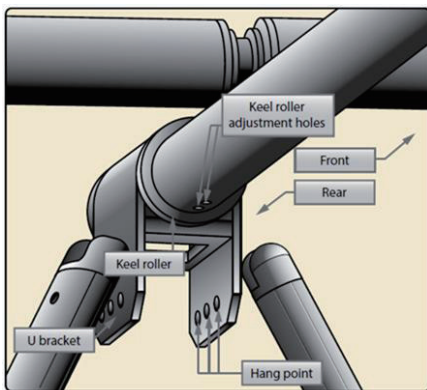
일반적인 익형은 낮은 받음각에서는 양력이 무게중심점(CG) 뒤로 이동하므로 보다 깊게



[그림 2-17] 체중이동형비행기의 받음각과 비행속도

급강하 하려는 성질이 있으며, 높은 받음각에서는 무게 중심점 앞으로 이동되므로 받음각이 계속 커지게 된다. 이러한 불안정한 익형에 대해서 어떠한 조치가 필요한데 보통의 항공기에서는 트림을 사용하여 조절하며, 헬기라이더는 기체의 무게중심 뒤쪽에 있는 익단부분의 특수한 장치를 이용하여 날개 중심에서 보다 익단부분이 낮은 받음각을 유지하도록 하게 한다.

행 포인트(hang point) 위치 변경의 효과는 항공기의 트림을 변경하는 것과 같은 효과를 나타내며, 행 포인트 지점을 앞으로 이동하면 속도가 증가되는 상태가 되고, 뒤로 이동하면 저속비행에 적합한 트림을 사용한 것과 같은 효과를 나타낸다. 킨 튜브(Keel Tube)를 따라 킨 튜브 롤러를 앞뒤로 움직이거나 U-브래킷(bracket) 내에서 결속 지점을 움직여 행 포인트 지점을 이동할 수 있다.



[그림 2-18] Hang point

2.4 경량헬리콥터의 구조 및 특성

2.4.1 경량헬리콥터 개요

경량헬리콥터는 일반항공기의 헬리콥터와 구조적으로 같지만, 2인승 최대이륙중량(MTOW) 600kg으로 제한을 받는다. 고정익항공기는 주로 주익에서 발생하는 양력에 의해 비행을 하게 되나, 헬리콥터는 엔진을 이용하여 동체 위에 있는 메인로터(Main Rotor)를 회전시킴으로서 양력을 발생시키고, 메인로터의 회전면을 기울여 양력이 발생하는 방향을 변화시켜 전진할 수 있는 추진력을 얻어서 비행하는 비행체이다.



[그림 2-19] 경량헬리콥터 DANALY H2
(패네스트론 Tail Rotor)

헬리콥터 비행 시 작용하는 추력(Thrust)과 양력(Lift), 무게(Weight) 및 항력(Drag)이 모두 균형을 이루게 되면 제자리 비행 상태를 유지하며, 상/하 수직과 전/후방 및 좌/우 방향으로 힘이 가해지면 그 방향으로 비행하는데, 이

러한 힘은 엔진에서 발생하는 힘에 의해 작동하는 로터시스템(Rotor System)을 조정함으로써 가능해진다. 이 때 발생하는 힘의 크기는 운동방향과 운동량을 결정하며, 또한 추력은 반대 방향으로 작용하는 항력을 생성하며, 로터시스템에 의해 발생하는 양력은 기체의 중량을 지탱하고, 추력은 요구하는 방향으로 헬리콥터를 수평으로 가/감속시킨다.

2.4.2 헬리콥터의 형식

뉴턴의 작용/반작용 법칙에 의하면, 모든 물체는 자신이 운동하는 반대방향으로 똑같은 크기의 힘을 다른 물체에 전달하게 된다. 헬리콥터의 로터는 동체에 장착된 동력장치시스템에 의해 회전하게 되면서 동체에 반작용 토크(Torque)를 전달하게 된다. 로터가 회전하면서 동체에는 반대방향으로 회전하려고 하는 힘이 자연스럽게 발생하게 되며, 이러한 현상을 상쇄하는 방식에 따라 헬리콥터 형식을 분류한다.

헬리콥터 형식에는 보편적으로 메인로터의 수와 배치에 따라 단일로터, 동축반전로터, 직렬로터, 병렬로터, NOTAR형식이 있으며, 주로 경량항공기에는 무게 및 엔진형식 등의 제한으로 인하여 단일로터형식을 취하고 있다.

단일 로터(Single Rotor) 형식의 헬리콥터는 하나의 메인로터(Main Rotor)와 하나의 테일 로터(Tail Rotor)로 구성되어 있다. 이 형식에

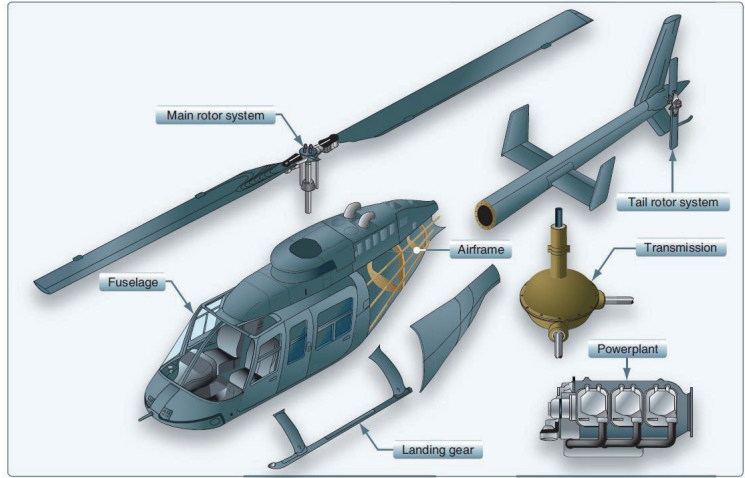
서 테일로터의 역할은 동체에 발생하는 토크를 상쇄시키며, 그 피치각(Pitch Angle)을 변경시킴으로써 방향전환을 가능하게 한다. 이 형식은 가장 많이 쓰이고 있으며, 조종계통이 간단하고 조종성과 성능이 양호하여 경량헬리콥터에 주로 사용되고 있다. 그리고 중심에서 멀리 떨어진 위치에 테일로터나 수평/수직 안정판이 장착되어 있어서 수평 및 수직에 대한 안전성이 있으나, 테일로터가 양력발생에 전혀 도움이 되지 않으며, 동력 일부를 사용하기 때문에 동력소모가 생기고, 설치를 위한 테일 붐은 중량의 증가를 가져온다.

2.4.3 경량헬리콥터의 구조

헬리콥터의 세부적인 구조 부분은 각 기종마다 다르지만 중요한 역할을 하는 부분은 메인로터(Main Rotor), 동체(Fuselage), 동력장치(Powerplant), 착륙장치(Landing Gear) 및 테일로터(Tail Rotor)부분으로 나눌 수 있다.

2.4.3.1 메인로터(Main Rotor)

메인로터(Main Rotor)는 헬리콥터가 상승과 전진을 하는데 필요한 공기력을 발생시키며 회전의 항공기의 핵심 부분이다. 메인로터(Main Rotor)는 두 개 이상의 블레이드(Blade)로 되어 있다. 로터 블레이드가 많으면 진동과 소음이 줄어들지만, 블레이드의 무게는 무거워진다.



[그림 2-20] 헬리콥터의 주요 구성품

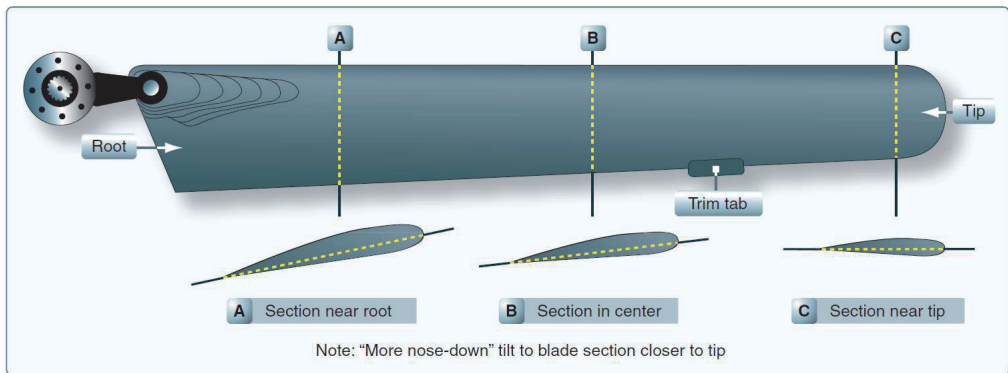
블레이드의 단면은 에어포일(airfoil)로 되어 있고, 대부분 헬리콥터의 블레이드는 대칭 에어포일이지만 최근에는 캠버(camber)가 있는 에어포일을 사용하여 효율을 높이는 경우도 있다.

블레이드의 형태는 가로세로비가 15 내지 20 정도인 직사각형을 기본으로 하고 있으나 테이퍼나 후퇴각을 갖는 형태도 있고, 로터의 중앙 부분과 블레이드 끝에서의 두께나 에어포일을

서로 다르게 만든 것도 있다. 또한, 거의 모든 로터는 뿌리 부분에서 끝 부분으로 갈수록 블레이드 각이 작아지도록 비틀림을 주고 있다.

2.4.3.2 동체(Fuselage)

동체는 객실과 꼬리부분을 연결하는 형태를 기본으로 연료통과 엔진을 장착하는 부분 등으로 구성되어 있다. 전체적인 형태는 전진비행에서 최소항력을 받도록 설계되어 있다. 특히



[그림 2-21] 메인로터(Main Rotor) 블레이드 각의 비틀림

객실의 바닥은 착륙할 때 충격이 주어지거나 아랫부분이 찌그러지더라도 탑승자에게 위험을 가하지 않도록 이중구조로 되어 있다. 헬리콥터에 따라 객실과 꼬리부분을 연결하는 구조가 트러스로 제작된 경우도 있지만, 소형 저속 헬리콥터 이외에는 연결 구조에 외피를 씌워 공기저항을 줄이도록 제작된다.

동체 내부에는 조종석이 배치되어 있으며, 2인승 경량헬리콥터의 경우 조종석의 좌석이 앞-뒤인 탠덤(Tandem)형과 좌석이 좌-우로 구성된 측좌(Side-by-Side)형이 있다.

2.4.3.3 동력장치

동력장치는 엔진과 감속기어(gear)로 구성되어 있다. 엔진에서 얻어진 동력은 약 10:1 정도의 감속기어와 클러치를 통하여 로터허브와 연결된다. 엔진 동력의 일부는 별도의 감속 기어를 통하여 테일로터를 구동하기 위하여 뒤로 전달된다.

클러치는 엔진의 회전수가 특정 값 이상일 때에만 그 원심력으로 클러치가 연결되어 로터를 구동하게 되어 있다. 이러한 구조 덕분에 비행 중에 엔진이 정지되더라도 자동적으로 엔진의 축과 로터가 분리되어 로터는 자동회전(Auto-rotation)하여 서서히 하강할 수 있다.

2.4.3.4 꼬리 날개

꼬리 부분은 메인로터(Main Rotor)의 회전으로 인한 토크의 반작용 때문에 기체에 작용하

는 토크를 감쇄하기 위한 테일로터(Tail Rotor)와 전진비행에서 피치 트림을 잡고 안정성을 확보하기 위한 수평 안정판으로 구성되어 있다. 테일로터(Tail Rotor)에서 발생시키는 힘과 무게중심에서 테일로터까지의 거리를 곱하면 메인로터에 의한 토크 값과 같아져야 한다.

헬리콥터를 위에서 보았을 때 메인로터의 회전이 반시계 방향인 경우는 테일로터의 힘이 오른쪽으로 향한다. 테일로터의 힘에 의한 모멘트와 메인로터 토크가 일치하지 않으면 요(yaw) 운동이 일어나며, 이를 이용하여 헬리콥터의 방향을 조종한다. 방향조종은 조종사 아래 앞쪽 설치된 러더(rudder) 페달을 발로 밟아 테일로터의 블레이드 각을 변화시켜서 원하는 방향으로 기수를 돌리게 된다.

패네스트론(Fenestrone)은 프랑스어 Fenest-Rone으로 둥그런 창문이란 뜻이며, 패네스트론 형식은 싱글테일로터(Single Tail Rotor)의 개선된 형태로 싱글테일로터의 단점인 소음과 안정성을 크게 높이기 위하여, 4개 이상의 블레이드(Blade)로 되어 있다. 이 장치는 수직꼬리 내부의 원형 판에 들어 있기 때문에 지상에서 사람이나 기타 물체와 부딪칠 위험이 거의 없다.

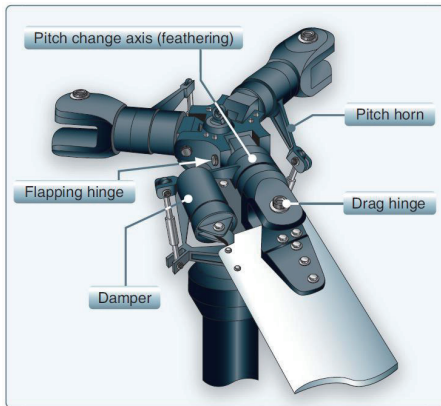
2.4.4 로터 허브(rotor hub)의 구조

일반적으로 로터 허브(rotor hub)라 함은 헬리콥터의 구동축과 블레이드의 결합하는 부분을 말하며, 헬리콥터의 안전성 확보를 위하여

특수한 힌지들이 결합된 부분이다.

2.4.4.1 힌지(Hinge)

힌지란 로터의 운동을 원활하게 하기 위하여 로터 허브에 부착되는 것으로서 3가지의 종류가 있다. 로터가 상하로 운동하도록 만든 플래핑 힌지(flapping hinge), 회전면과 같은 평면에서 움직이도록 만든 리드-래그 힌지(lead-lag hinge 또는 drag hinge), 블레이드 피치각을 변경시키는 페더링 힌지(feathering hinge) 등으로 구성된다.



[그림 2-22] 로터 허브의 3종류 힌지

이들 세 개의 힌지 역할은 각각 허브와 블레이드 사이에 위치하여 플래핑 운동, 리드-래그 운동, 페더링 운동을 가능하게 하고, 또한 그 운동들에 의한 힘이 허브나 동체에 전달되는 것을 막아 구조적, 역학적 안전성을 갖게 하는 것이다.

플래핑 힌지의 연장선과 블레이드가 연결된 기구와 서로 만나는 점에서 스위시 판(swash

plate)은 조종기구에 연결된다.

2.4.4.2 스위시 판(Swash Plate)

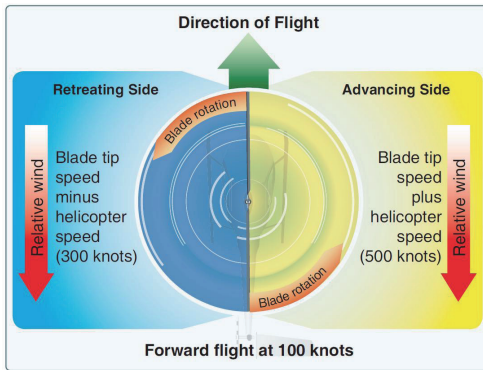
로터 블레이드가 회전 위치에 따라 페더링 힌지를 움직여 로터 블레이드 각을 변경시키려면 블레이드가 회전하고 있는 반면에 조종기구는 기체에 고정되어야 하므로 스위시 판(Swash Plate)이라는 기구를 통하여 조종간의 변화를 회전하는 로터 블레이드에 전달하도록 되어 있다. 스위시 판은 두 개의 판과 그 사이에 베어링을 가지고 있는 형태이며, 윗 판은 허브와 연결되어 같이 회전하게 되어 있다. 로터 블레이드의 피치각 조절이 주목적으로 페더링 운동에 있어서의 피치각 조절과 수직비행(상승 및 하강), 전후좌우 비행 시에 회전면을 기울여 주는 역할을 한다.

2.4.5 헬리콥터의 기초 비행 역학

2.4.5.1 양력 불균형(Dissymmetry of Lift)

헬리콥터가 무풍상태의 제자리비행(hovering)에서 메인로터의 앞서가는 블레이드(Advancing Blade)나 뒤쳐지는 블레이드(Retreating Blade)는 같은 각속도를 갖는다. 그러나 헬리콥터가 전진 속도로 비행하게 되면 앞서가는 블레이드는 선속도에 전진 속도를 더한 속도로 회전하게 될 것이며, 뒤쳐지는 블레이드는 그 반대로 선속도에 전진 속도를 뺀 속도가 되어 양쪽 블레이드에서 발생하는 양력의

크기가 다르게 나타난다. 예를 들어 그림에서 블레이드의 선속도가 400노트일 때, 전진 속도 100노트에서의 앞서가는 블레이드의 선속도는 500노트가 되고, 뒤쳐지는 블레이드의 선속도는 300노트가 된다.



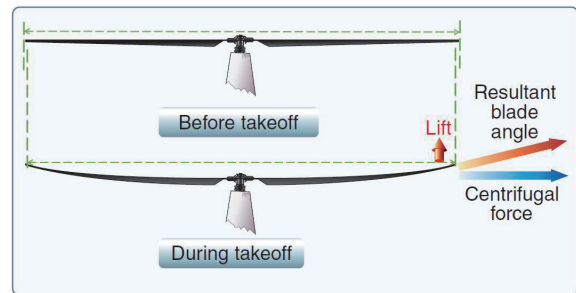
[그림 2-23] 전진속도에서의 블레이드의 선속도

즉, 회전축에 가까울수록 회전반경이 작기 때문에 공기속도는 느리고, 날개 끝으로 갈수록 빠르며, 양력은 속도의 제곱에 비례하므로 익단과 회전축에 가까운 곳의 양력 차이는 많아지게 되며, 속도가 3배인 경우 양력의 차이는 9배로 증가한다. 이러한 양력 불균형 (Dissymmetry of Lift)을 고려치 않은 초기의 헬리콥터들은 로터를 단순히 구동축에 고정시켰기 때문에 양력의 차이로 인한 롤링 모멘트 (Rolling Moment)가 동체에 전달되어 자꾸 옆으로 기울어지는 현상이 발생하였었다. 따라서 이러한 현상을 위해 허브에 로터를 연결함에 있어 힌지 등을 써서 안전성을 확보하게 하여 로터에 의해 발생하는 플래핑(Flapping), 페더

링(Feathering), 리드 래깅(Lead-Lagging)운동에 자유롭게 대처하게 제작하게 되었다.

2.4.5.2 플래핑(Flapping) 운동

블레이드가 회전하면서 발생하는 양력과 원심력에 의한 모멘트에 의해서 블레이드가 상하로 움직이면서 회전하는 것을 플래핑(Flapping) 운동이라 한다. 이때의 헬리콥터 블레이드의 익단이 위로 올라가 원추형을 이루면서 코닝(Coning) 현상이 나타나며, 블레이드 전체 면적이 줄어 양력이 감소하여 블레이드 전체에 양력균형을 이루게 된다.

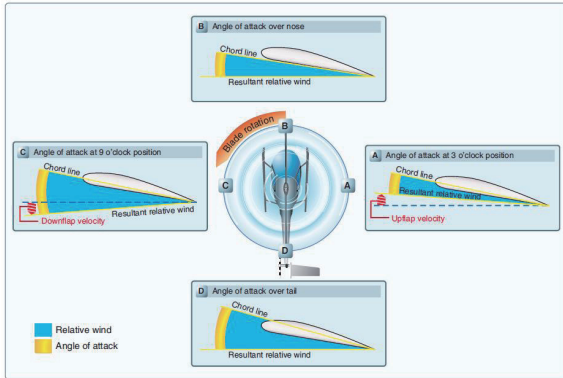


[그림 2-24] 코닝(Coning) 현상

2.4.5.3 페더링(Feathering) 운동

전진하는 블레이드는 후퇴하는 블레이드에 비하여 양력이 증가하므로 로터면이 한쪽으로 들리는 현상이 발생하는 것을 페더링(Feathering) 운동이라 한다. 따라서 전진하는 블레이드의 피치각은 감소시키고, 후퇴하는 블레이드의 피치각은 증가시키는 것을 주기적으로 변화시켜 양쪽에 생기는 양력의 불균형을

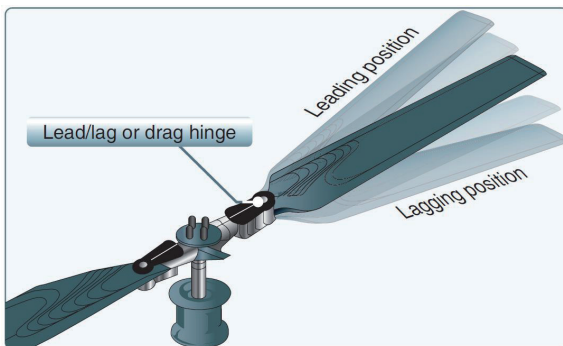
완화 시켜야 하므로 스위시 판(Swash Plate)을 설치한다.



[그림 2-25] 양력불균형에 대한 피치각 변화

2.4.5.4 리드 래깅(Lead-Lagging) 운동

블레이드가 회전하는 데 있어서 전진할 때와 후진할 때, 속도의 영향을 받아 뒤쳐지거나 앞서 나가는 것을 리드 래깅(Lead-Lagging)이라 하며, 정상 비행 중에는 로터 허브의 기준선에서 10도에서 15도정도의 뒤쳐짐이 발생하고 자동회전(Autorotation)의 경우에는 기준선보다 앞서게 된다.



[그림 2-26] 리드 래깅(Lead-Lagging) 운동

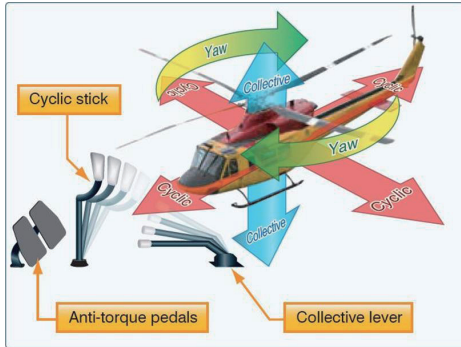
2.4.6 헬리콥터의 조종장치

헬리콥터(helicopter) 조종장치는 사이클릭 피치 조종간(Cyclic Pitch Control Lever), 콜렉티브 피치 조종간(Collective Pitch Control Lever), 스로틀조종(Throttle Control)과 안티 토오크(anti-torque) 페달로 구성된다.

사이클릭 피치 조종간(Cyclic Pitch Control Lever)은 로터가 1회전하는 동안 한 번의 피치각 증감이 이루어지도록 하여 페더링 운동을 시키고, 콜렉티브 피치 조종간(Collective Pitch Control Lever)은 페더링 운동을 하는 로터의 모든 블레이드의 피치각을 동시에 증가/감할 수 있게 하여 헬리콥터가 수직 상/하 비행이 가능하게 한다.

헬리콥터(helicopter)는 테일로터 피치와 요를 조종하는 안티 토오크 페달(anti-torque pedal)을 조종하여 원하는 방향으로 로터가 회전하려하는 회전성(cyclic)을 이용한다.

비행기의 Pitching과 Rolling을 조종하는 조종간(Control stick)은 헬리콥터의 사이클릭 피치 조종간(Cyclic Pitch Control Lever)이 그 역할을 하며, 비행기의 Yawing을 조종하는 Rudder Pedal은 헬리콥터의 안티 토오크 페달(anti-torque pedal)이 담당한다.



[그림 2-27] 헬리콥터 조종간 및 3축 운동

비행기에는 없는 기능인 수직상승과 관련된 헬리콥터의 운동은 Main Rotor Pitch를 조종하는 콜렉티브 피치 조종간(Collective Pitch Control Lever)이 담당한다. 일반적으로 콜렉티브 조종간 끝부분에 스로틀 조종(Throttle Control)장치가 위치하고 있다.

2.4.7 헬리콥터의 비행 특성

2.4.7.1 제자리 비행

헬리콥터가 공중에 정지하여 비행을 하는 것을 호버링(hovering)이라 한다. 헬리콥터가 무풍상태에서 호버링하는 로터(rotor)의 회전면(rotor disc) 혹은 블레이드의 익단 경로면(tip path plane)은 수평지면과 평행이 된다. 호버링하는 동안 양력과 추력의 합은 무게와 항력의 합과 같다.

호버링 상태에서 추력을 증가시켜 양력과 추력의 합이 항력과 무게의 합보다 크게 되면, 헬리콥터는 상승비행을 시작하고, 반대로 추력을

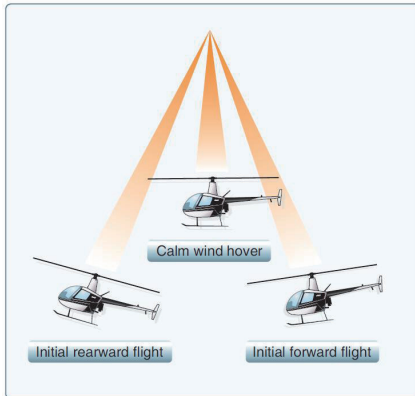
감소시켜 양력과 추력의 합이 항력과 무게의 합보다 적게 되면 헬리콥터는 하강비행을 시작한다.

헬리콥터의 로터 시스템이 회전할 때에는 주변에 와류(vortex)가 발생하며, 이 와류는 헬리콥터의 양력과 항력 발생에 많은 영향을 미치는데, 특히 헬리콥터가 제자리 비행을 할 때는 날개 끝단 와류(wing tip vortex)가 발생하므로 많은 동력을 필요로 하는 주된 원인이 된다.

2.4.7.2 진자 운동(Pendular Action)

메인로터가 하나인 경량헬리콥터는 시계의 진자처럼 헬리콥터의 동체가 하나의 점에 매달려 있다는 것과 같다. 따라서 한번 흔들리면 시계의 진자와 같이 전후 또는 좌우로 자연스럽게 진동을 하게 된다. 이런 현상은 과격한 조종을 할수록 더욱 커지므로 조종조작을 부드럽게 또는 과격하지 않게 수행하여야 한다.

헬리콥터의 수평안정판은 전진 비행에서 동체의 수평을 유지하려는 경향이 있다. 그러나 후진 비행에서는 헬리콥터가 바람으로 움직이면서 수평안정판이 아래쪽으로 밀릴 수 있어 꼬리가 아래로 처지게 되어, 진자 운동(Pendular Action)을 유발하게 된다. 따라서 조종사는 후진 비행 시 수평안정판이 바람에 의한 영향을 받는 것에 대하여 고려하여야 한다.

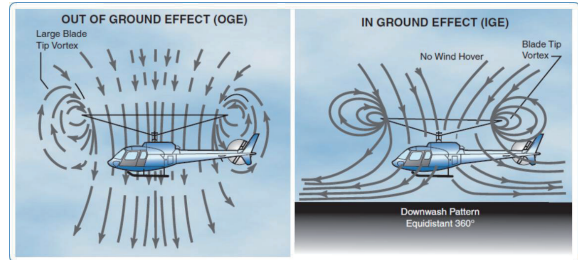


[그림 2-28] Pendular Action

2.4.7.3 지면효과

헬리콥터의 로터 시스템이 회전하는 경우에는 블레이드에 의하여 많은 양의 공기를 아래로 펌핑(pumping)하기 때문에 하강기류가 형성된다. 헬리콥터가 지면 가까이 비행을 하거나 이착륙을 하는 경우에는 날개 끝단 와류는 지면에 의해 차단되고, 하강기류 속도가 줄어들면서 회전으로 발생하는 일부 기류가 지면에 충돌, 상승하여 블레이드의 성능을 크게 향상시키는 지면효과 현상이 발생한다.

지면효과는 로터 직경의 0.5배 고도에서 추력이 약 7% 증가하고, 로터 직경의 1.25배 고도에서는 증가율이 정지되며, 또한 고도뿐만 아니라 지면의 형태에도 많은 영향을 받는다. 즉 평탄하게 포장된 지면은 효과가 크게 나타나고, 거친 지면이나 수면 상공에서는 지면효과가 부분적으로 와해되어 하강기류가 증가되면서 와류가 다시 발생하여 양력이 감소한다.



[그림 2-29] 헬리콥터의 지면효과와 하강기류

지면에서는 지면과 수직인 방향으로의 공기의 흐름이 없으므로 블레이드의 단면에 대해 받음각을 증가시키는 결과를 가져와 양력벡터의 크기가 증가하게 된다.

2.4.7.4 자동회전(Autorotation)

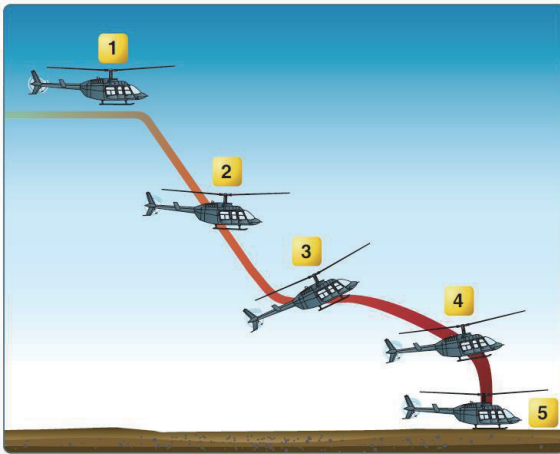
헬리콥터 운항 중 엔진 고장 또는 정지되었을 때 일정고도와 전진비행 속도가 있다면 동력전달장치를 차단하면 로터가 자동회전(Autorotation)하여 헬리콥터가 안전하게 지상에 착륙할 수 있다.

헬리콥터의 엔진이 고장 났을 때 엔진은 자동적으로 트랜스미션(transmission)과 연결되어 있는 프리휠 장치(free wheeling device)를 통하여 로터와 분리되며, 로터블레이드는 엔진 출력에 관계없이 독립적으로 자동회전하면서 강하비행을 하게 된다.

자동회전(Autorotation)을 하는 동안 공기흐름은 더 이상 하향흐름하지 않고 오히려 메인로터(Main Rotor)를 통하여 상향하며, 이러한 상향 공기흐름은 메인로터가 정상작동 할 때와 같은 방향으로 회전시키는 효과가 있다.

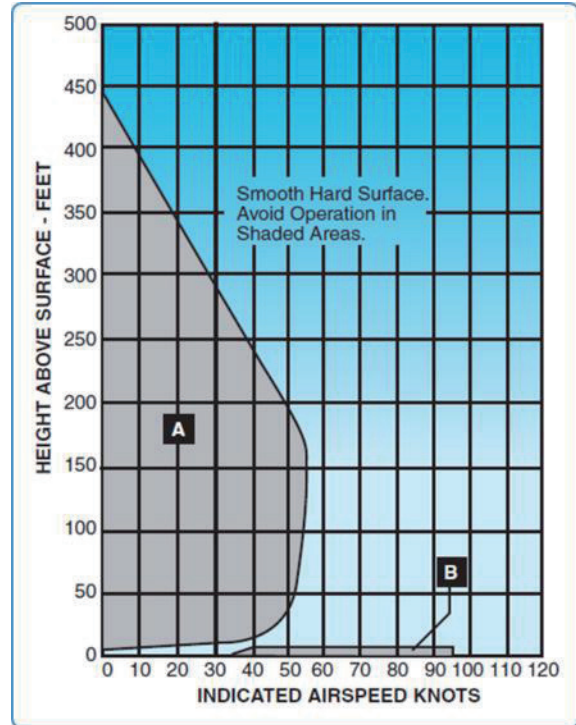
따라서 메인로터의 자동회전에 의해 양력을 발생하게 되며, 이러한 힘으로 헬리콥터는 안전하게 착륙을 할 수 있게 하강하는 동안 조종이 가능해진다.

자동회전에 의한 강하 조작은, 엔진 고장 시 조종사는 즉시 콜렉티브 피치 조종간 (Collective Pitch Control Lever)을 내려 로터 블레이드의 피치를 감소시키고, 조종간을 앞으로 밀어 사이클릭 로터 회전면(rotor disc)을 앞으로 경사시켜 자전강하를 위한 적절한 전진 속도를 확보한다.



[그림 2-30] Autorotation

헬리콥터의 안전한 자동회전(Autorotation)은 적절한 고도와 전진속도가 필수적이며, 일반적으로 헬리콥터 제조사는 고도와 전진속도에 대한 안전조건에 대한 “고도/속도 한계”를 제시하고 있다.



[그림 2-31] 고도/속도에 따른 autorotation 운용범위

그림에서 A와 B지역은 비행금지 구역이다. A의 경우에는 고도는 있으나 전진속도가 충분하지 못하고, B의 경우는 전진속도는 있으나 고도가 충분하지 못하여 자동회전 (Autorotation)에 의한 안전한 착륙이 불가능한 구역이다.

2.5 자이로플레인의 구조 및 특성

2.5.1 자이로플레인 개요

경량항공기 기술기준에서 정의되는 자이로플레인(gyroplane)은 시동 시는 엔진 구동으로, 비행 시에는 공기력의 작용으로 회전하는 회전익에서 양력을 얻고, 추진력은 프로펠러에서 얻는 회전의 경량항공기를 말한다. 또한, 비행 중에 로터의 콜렉티브(Collective) 피치 각도는 고정되어 있어야 한다.

자이로플레인(gyroplane)의 비행특성은 정의에서 언급된 바와 같이 로터에 의한 양력의 발생이라는 점에서 날개에서 양력을 얻는 고정익 항공기와 가장 큰 차이점을 갖게 된다. 또한, 자이로플레인은 엔진으로부터 로터에 직접적인 회전력을 전달하는 헬리콥터와는 달리 비행 시에 엔진에 의해 구동되지 않으며, 자유롭게 회전하며 공기의 반작용에 의해 회전하는 로터에 의해 양력을 발생하게 된다.

자이로플레인이 일반적인 헬리콥터와 로터의 회전력을 얻는 방식은 다르지만 빠르게 회전하는 로터로부터 양력이 발생한다는 측면에서 보면 자이로플레인의 비행특성은 고정익 항공기 보다는 헬리콥터와 더 유사하다. 그러나 방향 조종, 이착륙 활주 등에서는 고정익 항공기와 유사한 특성을 보인다.



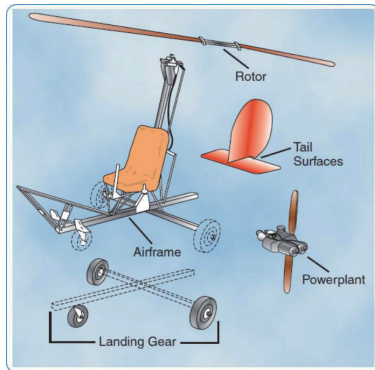
[그림 2-32] 국내 개발 자이로플레인 담비

2.5.2 자이로플레인의 구조

2.5.2.1 자이로플레인의 형식

초기의 자이로플레인(gyroplane)들은 동체 전방부에 프로펠러가 장착되어 동체를 끌어가는 형식의 견인식(Pulling Type)이었다. 현행 일반적으로 사용되는 경량화된 자이로플레인들은 엔진과 프로펠러가 동체 뒷부분에 장착되어 밀어주는 형식의 추진식(Pusher Type)을 사용하여 기동성이 좋다. 또한, 이러한 추진식 자이로플레인은 엔진이 동체 후방에 위치하여 조종사의 시야 확보성이 매우 좋다.

자이로플레인(gyroplane)은 크게 동체, 꼬리 날개, 착륙장치, 로터 및 프로펠러를 포함한 동력장치로 구성된다.



[그림 2-33] 자이로플레인의 구성

2.5.2.2 동체(Fuselage)

자이로플레인의 동체는 로터와 엔진을 지지하여 주고, 비행 시 안전감과 조종자의 좌석을 확보할 수 있도록 공간을 제공하여 주며, 이착륙을 위한 착륙장치가 장착되어 있다.

자이로플레인 동체 내부는 조종석과 연료탱크를 공간을 제공하여야 하고, 로터, 엔진, 꼬리날개, 착륙장치가 장착되므로 구조적으로 충분한 강도를 가져야 한다. 또한 비행 중 공기의 저항을 줄일 수 있는 기하학적 모양을 유지하여야 한다.

자이로플레인의 경우 동체가 조종실 형태를 갖춘 것도 있지만, 대부분의 경량 자이로플레인들은 동체구조물(Airframe)에 조종석과 캐노피를 장착한 형태를 취하고 있다.

동체에는 조종석이 배치되어 있으며, 2인승 경량자이로플레인의 경우 조종석의 좌석이 앞-뒤인 탠덤(Tandem)형과 좌석이 좌-우로 구성된 측좌(Side-by-Side)형이 있다.

2.5.2.3 꼬리날개(Tail wing)

자이로플레인 동체의 후방에는 타면조종형비행기와 같이 비행 중의 비행 안정성을 확보해주는 수직안정판(Vertical stabilizer)과 수평안정판(Horizontal stabilizer)이 위치하고 있다. 수직안정판의 뒷부분에는 기수의 좌우방향 운동을 보조하는 방향타(Rudder)가 장착된다. 자이로플레인의 경우 로터에 의해 동체의 운동 및 안정성이 지배되므로 수평안정판을 장착하지 않는 경우도 있다.



[그림 2-34] Rudder pedal

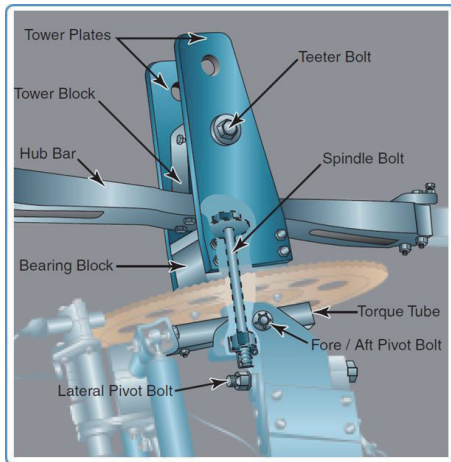
2.5.2.4 착륙장치(Landing gear)

자이로플레인의 착륙장치(Landing gear)는 지상이동 및 이착륙 시에 필요한 장치로서, 이착륙 시 충격을 완화시켜 조종사와 동체를 보호하며 지상이동시 원활한 이동을 할 수 있게 한다. 헬리콥터와는 다르게 스키드 형태가 아닌 바퀴로 제작되며, 주 착륙장치에는 브레이크 장치가 포함되어 있다. 또한, 자이로플레인은 수륙양용으로 사용이 가능하며, 착륙장치 지지대에 플로트(Float)를 장착하며, 이착륙 시에는 착륙바퀴를 접어서 사용한다.

2.5.2.5 로터(Rotor)

로터(Rotor)는 자이로플레인의 양력을 발생시키는 장치로, 회전축을 중심으로 회전하는 날개이다. 로터는 로터의 티터링(teetering) 힌지를 기준으로 로터 허브(rotor hub)와 로터 블레이드(rotor blade)로 구성된다.

경량자이로플레인의 로터 블레이드는 약 6m 직경을 가지며 폭 15cm 정도로 일반적으로 가로세로비가 15 내지 20 정도인 직사각형을 기본으로 하고 있다. 순항 중에 로터(Rotor)는 수백 RPM 정도의 회전수를 갖는다.



[그림 2-35] 자이로플레인의 로터 허브(rotor hub)

2.5.2.6 동력장치(Powerplant)

경량자이로플레인의 동력장치에는 일반적으로 4행정 4기통 휘발유 엔진들이 사용된다.



[그림 2-36] 엔진과 스핀업 장치

자이로플레인(gyroplane)은 일반적으로 지상에서의 활주거리를 줄이기 위해 로터 스핀업 (spin up 또는 prerotator) 장치를 장착하고 있다. 이 로터 스핀업 장치는 지상에서 상대풍 (relative wind)에 의한 로터의 자유 회전만으로는 자이로플레인의 이륙을 위한 충분한 양력을 얻기 힘들기 때문에, 헬리콥터와 같이 엔진의 동력을 직접 로터에 연결하여 로터를 회전시켜 이륙에 필요한 양력을 보조하는 역할을 하게 된다. 그러나 로터 스핀업 (spin up) 장치는 지상에서만 사용되고 비행 중에는 로터와 기계적으로 완전히 분리되어야만 한다.

자이로플레인 스핀업 (spin up) 장치에는 엔진 시동모터와 유사한 형태의 전기모터로 직접 로터를 회전시켜주는 전기식 프리로테이터 (Electric Prerotator) 장치가 사용되기도 한다.

2.5.3 자이로플레인의 비행 안전성

타면조종형비행기에는 조종사들이 별로 반기

지 않는 비행 중에 양력을 잃어버리는 실속이
란 것이 있다. 비행 중 적절하게 대응하면서 조
종하지 못하면 비행기는 실속에 빠지게 된다.
그러나 조종사는 실속을 감지 및 방지할 수 있
어 커다란 문제가 되지 않는다. 헬리콥터의 경
우 엔진 고장 등의 경우 자동 회전
(Autorotation)을 하여 안전하게 착륙을 할 수
있으나, 어떠한 “고도 / 속도”에서는
Autorotation이 불가능한 구역이 있다.

그러나 자이로플레인은 비행기처럼 실속이
없지만, 조종사 유발진동(PIO: Pilot Induced
Oscillation)이라는 자이로플레인의 설계에 따
른 특이한 문제가 있다.

자이로플레인에서 조종사는 PIO를 발생시킬
의도가 없었다고 하더라도 PIO를 발생시킬 수
있으며, 비행기와는 달리 PIO현상 발생 시 비
행 안전성에 큰 영향을 미치게 된다.

조종사가 PIO를 일으키는 과정에서 진폭이
증가하는 상/하 진동은 조종사의 조종간 움직
임의 결과이다. 기수의 첫 번째 상방 또는 하방

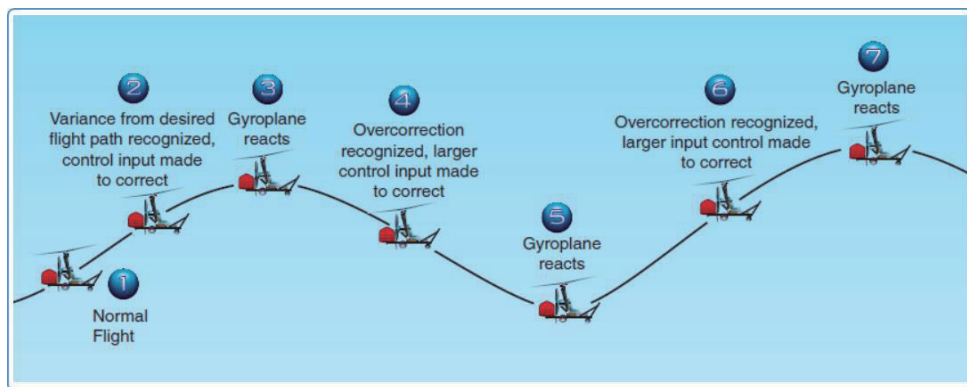
움직임은 돌풍이나 조종간을 움직일 때, 또는
다른 이유로 발생할 수도 있다. 이것을 조정하
기 위해 조종사는 조종간을 반대방향으로 움직
이게 되면 어려운 상황에 도래하게 된다.

자이로플레인의 양력을 발생하는 로터 블레
이드에 동체가 매달려있다는 사실 때문에 동체
는 다음 진동을 위한 에너지를 모으고 조종사
가 조종간을 움직이는 것은 이런 에너지를 더
하는 결과를 낳게 되며, 에너지의 증가로 동체
가 더 높게 혹은 더 낮게 움직이는 진폭이 증가
하여, 조종사는 조종이 더 어려워진다.

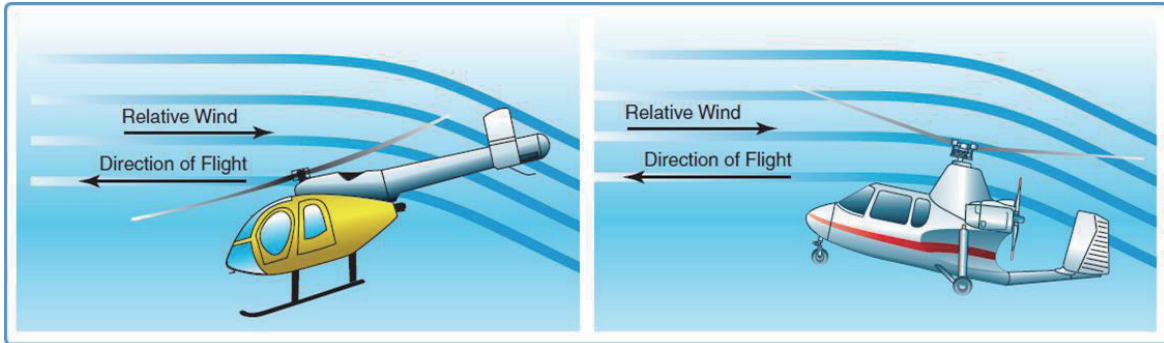
2.5.4 헬리콥터와 자이로플레인

헬리콥터가 자이로플레인과 유사한 특성을
갖지만, 양력 발생 과정 및 구조에서 서로 구별
되는 특성을 가진다.

자이로플레인은 동체 뒷부분의 엔진과 프로
펠러에 의해 공기를 뒤로 밀어내면 주변 공기
의 흐름에 의하여 로터가 자동 회전



[그림 2-37] 조종사 유발진동(PIO: Pilot Induced Oscillation)



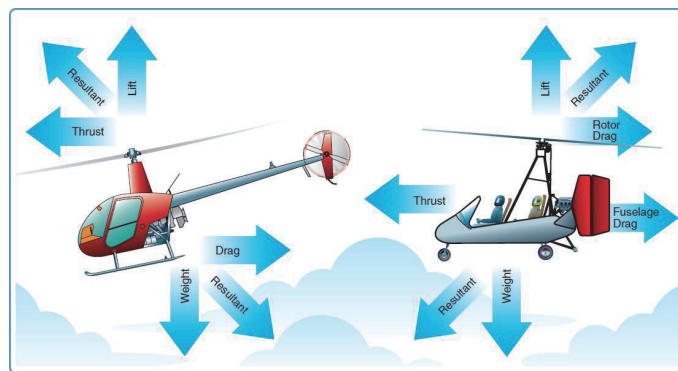
[그림 2-38] 전진 비행 시 헬리콥터와 자이로플레인의 상대풍과 로터

(autorotation)하고, 일정한 로터회전수가 되면 이륙할 수 할 정도의 양력이 발생하므로, 활주를 하면서 상대풍(relative wind)에 의한 양력을 추가하여 이륙을 한다. 이 때 로터는 공기흐름에 의하여, 회전축 앞쪽에 위치하게 되는 로터는 상방으로 젖혀진 상태에서 회전하게 된다.

자이로플레인은 상대풍(relative wind)에 의해 로터 회전력을 얻기 때문에 헬리콥터에서 가능한 호버링(hovering) 기동은 불가능하다. 그러나 헬리콥터는 엔진에 의해 구동되는 메인 로터에 의해 양력이 발생하므로 호버링(hovering)이 가능하고, 메인로터 회전면을 기

울이면 양력과 추력이 동시에 발생하여 메인로터를 기울이는 방향으로 비행을 하게 된다.

자이로플레인은 로터가 자유롭게 회전하므로 동력장치로부터 로터의 회전력을 직접 전달하기 위한 동력 전달 시스템 및 회전축을 중심으로 하는 회전 모멘트가 없다. 자이로플레인은 헬리콥터와 같이 메인로터에 의한 회전모멘트를 상쇄시키기 위한 테일로터 및 테일로터 동력 전달 장치가 필요하지 않아, 헬리콥터에 비해 그 구조가 간단하다.



[그림 2-39] 전진 비행 시 헬리콥터와 자이로플레인의 힘 분포

2.6 동력패러슈트의 구조 및 특성

2.6.1 동력패러슈트 개요

동력패러슈트(PPC, Powered ParaChute)는 활공기의 일종인 패러글라이더를 기본으로 발전해 왔는데, 높은 곳에서 낮은 곳으로 활공할 수밖에 없는 단점을 개선하여 평지에서도 이륙할 수 있도록, 패러글라이더에 조종사가 탈수 있는 트라이크(trike)를 결합한 경량항공기의 한 종류이다.

동력패러슈트의 대지속도는 40~60km/h 정도이고, 운항고도는 일반적으로 500~1,500ft 이나, 항공안전법에 따라 MSL 5,000ft까지 상승이 가능하다. 자체중량은 90~150kg 정도로 가벼우며, 2인이 탑승하여도 항공법규에서 정한 최대이륙중량 600kg을 초과하지 않는다.

동력패러슈트는 상승률에 영향을 주는 엔진 출력과 캐노피(canopy) 끝단의 편향도(deflection of trailing edges of the

parachute) 변형을 통하여 조종사의 기량에 의해 피칭(Pitching)과 롤링(Rolling)만 조종된다.

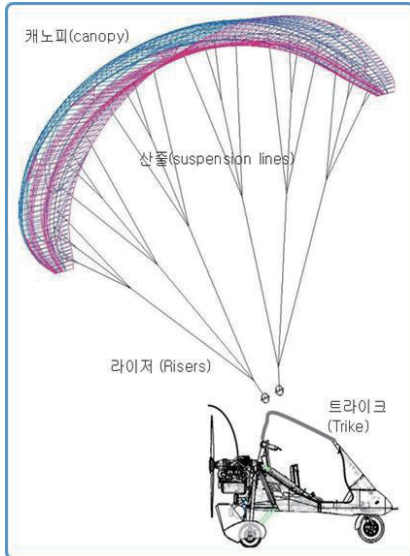
또한 타면조종형비행기에서 전형적으로 사용되는 러더(Rudder)와 엘리베이터(Elevator)처럼 조종면을 사용하지 않고, 유연하게 변형되는 날개를 이용하여 조종사는 상승, 하강 및 선회를 할 수 있게 된다.

2.6.2 동력패러슈트의 구조 및 명칭

동력패러슈트를 간단히 표현하면 캐노피 + 엔진 + 바퀴의 결합이다. 동력패러슈트는 캐노피(canopy), 산줄(suspension lines), 라이저(riser), 엔진(engine), 프로펠러(propeller), 트라이크(trike 또는 cart) 등으로 구성된다. 즉 동력패러글라이더의 하네스(harness) 대신에 착륙장치가 장착된 2인승 트라이크(trike)가 있다.



[그림 2-40] 동력패러슈트의 운동 축



[그림 2-41] 동력패러슈트 명칭

2.6.2.1 날개부(wing section)

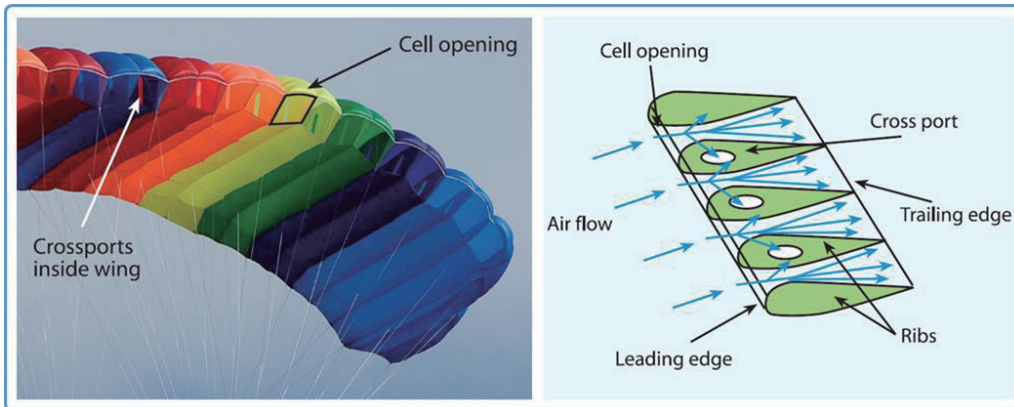
날개부(wing section)는 비행을 할 수 있게 하는 가장 중요한 부분으로 엔진에서 추력을 받아 상대풍(relative wind)의 영향으로 양력(lift)을 발생시키는 부분인 캐노피(canopy),

산줄(suspension lines), 라이저(riser) 등으로 구성된다.

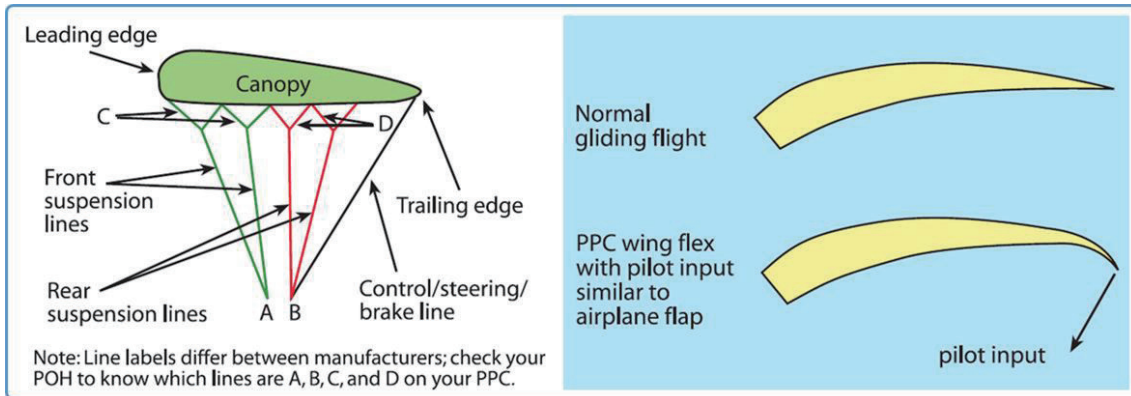
동력패러슈트의 산줄은 조종사가 탑승하는 트라이크(trike)의 무게를 날개에 고르게 분산시켜 주는 역할을 하며, 라이저(riser)는 여러 개의 산줄을 묶은 다발로 트라이크에 연결된다.

캐노피(canopy)는 패러글라이더에 사용하는 날개와 같은 에어포일 형태로 윗면과 아랫면을 연결하여 주는 것을 격벽(Separator 또는 Rib)이 있어 익형을 유지한다. 격벽에는 셀(cell)과 셀(cell) 사이에 공기가 통하도록 크로스포트(cross port)가 있어 셀의 안정된 형상을 유지할 수 있게 해준다. 캐노피의 재질은 주로 나일론이나 폴리에스터 재질의 원단에 코팅 처리하여 파열강도, 인장강도, 공기투과도, 마찰력 등을 엄밀히 검사한 고품질의 원사와 원단을 사용한다.

동력패러슈트에서의 산줄(suspension lines)



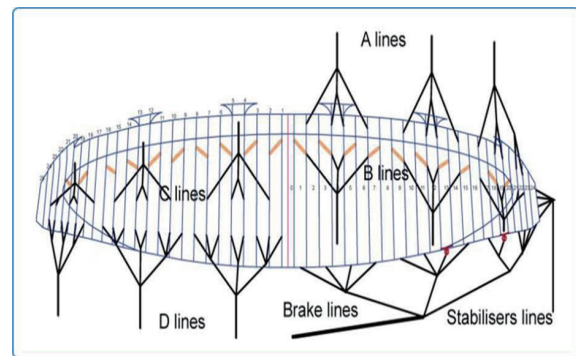
[그림 2-42] 캐노피(canopy)의 단면 및 공기의 흐름



[그림 2-43] 캐노피의 단면과 산줄의 위치 및 브레이크 라인

은 트라이크의 무게를 날개에 고르게 분산시켜 주는 역할을 하며, 캐노피에 연결된 위치에 따라 명칭이 다르다. 캐노피 최전방부에 위치한 산줄을 A라인, 그 뒤에 위치한 산줄을 B라인, 다음으로 위치한 산줄을 C라인, 뒷부분의 산줄은 D라인, 맨 끝부분은 비행기의 보조익과 같은 위치에 있는 브레이크(Brake) 라인이 있으며, 비행기의 양쪽 날개 끝인 윙팁(wing tip)에 해당되는 Stabilisers 라인으로 구성되어 있다.

모든 패러글라이더 제품은 A, B, C, 그리고 D라인이 각각 캐노피(Canopy)에 독립적으로 하중을 전달한다. 산줄은 프로파일(Profile)의 안정성을 도모하고 높은 안전계수를 얻도록 제작되며, 재질은 인장성이 적고 고강도이며, 마찰에 강한 아라미드계열로 만들어지며, 산줄의 표면은 폴리에스테르로 다시 포장하여 보호한다.



[그림 2-44] 산줄 위치 및 명칭

캐노피(canopy) 보관 방법은 아코디언식 접기로 약간 시간이 오래 걸리고 보조자도 필요하지만 프로파일(Profile)의 격벽을 견고하게 보관할 수 있는 방법이다. 글라이더를 접는 것은 원단을 약하게 하므로 되도록 느슨하게 접어서 보관한다.

라이저(riser)는 각 그룹별로 산줄들을 하나로 묶어서 하네스에 연결해 주는 끈으로서 대개 3~4개의 라이저로 구성되며, 산줄에 전달되는 힘을 하나의 끈으로 만들어 트라이크의 연결부위에 결속하게 하고, 이륙 시 캐노피로

부터 트라이크를 끌어 올리는 역할을 한다.

2.6.2.2 동체

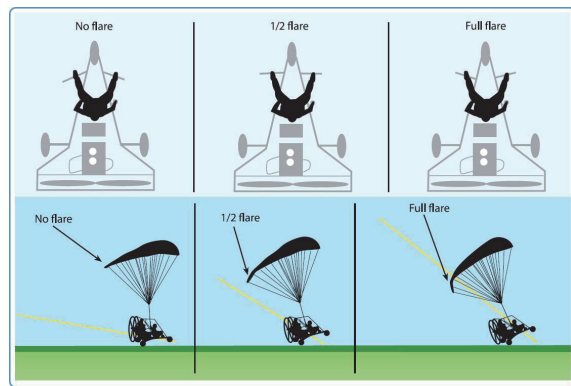
동체는 동력패러슈트의 추력을 만들어내는 엔진을 부착하고 있으며, 조종사의 편안한 조종을 위한 조종석, 2인승인 경우 계단식 탠덤(Tandem)형 조종석, 이착륙에 사용되는 바퀴형 착륙장치, 캐노피와 연결되는 라이저 연결부 등이 있는 트라이크(trike)이다.

트라이크의 소재는 항공용 두랄루민 합금강과 강화 플라스틱으로 제작되며, 엔진을 장착 및 분리할 수 있다. 동력패러슈트에 사용되는 엔진은 가볍고 출력이 좋은 2행정(Cycle)엔진을 주로 사용하고 있으나, 연료소모량이 많아 4행정(Cycle)엔진을 사용하기도 한다. 트라이크의 삼각형 형태 3개의 바퀴는 전문형 착륙장치(Nose Gear Type) 형태로 장소와 계절에 맞게 탈부착이 가능하며(백사장용, 설상용, 수상용 등), 또한 바퀴와 삼각형의 바가 충격을 흡수하고 완화시켜 조종사를 보호한다.



[그림 2-45] 트라이크(trike 또는 cart)

스티어링 바(Steering Bar)는 노즈 휠(Nose wheel)의 바로 뒤에 위치하고 항공기의 각 측면에 장착되어 있으며, 조종사가 발 압력을 가하면 앞뒤로 움직이고, 브레이크(Brake) 라인에 연결된 캐노피 끝단(trailing edge)의 형상이 변하게 된다. 착륙할 경우 스티어링 바를 동시에 앞으로 밀게 되면 캐노피의 끝단(trailing edge)은 비행기의 플랩과 같은 역할을 하게 된다.



[그림 2-46] 스티어링 바(Steering Bar)작동과 캐노피의 변화

2.6.3 조종 특성

동력패러슈트는 패러글라이더에 매달린 형식으로, 기본적으로 갖고 있는 안정성과 조종에 대한 반응이 제한되어 있어, 타면조종형비행기에 비하여 안전하다고 한다. 동력패러슈트는 조종을 하기 위한 방법으로 2가지 주요 수단을 가지고 있다. 하나는 상승률에 영향을 주는 엔진 출력이고, 다른 하나는 방향을 조절하는 캐노피 끝단의 편향도(deflection of trailing edges of the parachute)이다.

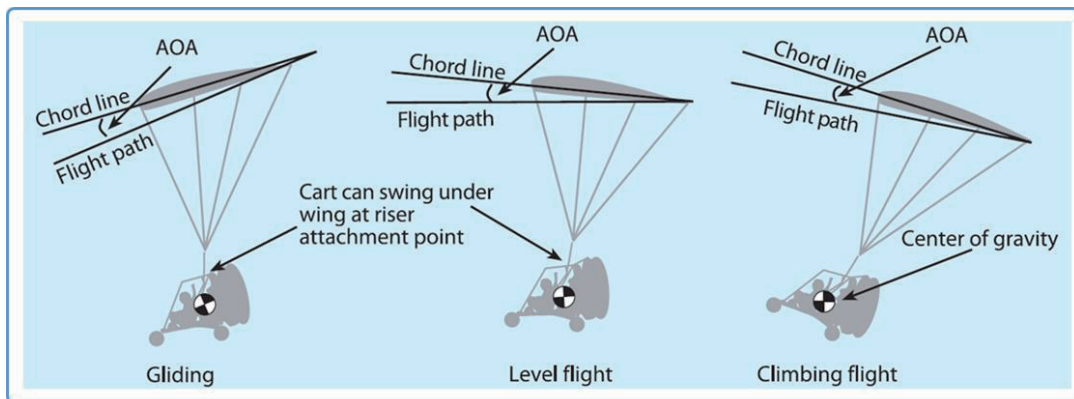
동력패러슈트의 엔진정지 시 활공비(power-off glide ratio)는 3:1 내지 6:1 정도이다. 이 활공비는 캐노피의 크기와 모양, 그리고 캐노피가 운반하고 있는 무게에 의하여 영향을 받는다. 이러한 활공비로 인하여, 엔진정지 시 조종자가 적합한 착륙 지역이 활공 범위 안에 있다면, 매우 안전하게 착륙할 수 있다.

동력패러슈트는 이착륙을 위하여 반드시 비

행장/이착륙장을 필요로 하지는 않으며, 저속 비행성이 좋다. 동력패러슈트는 이착륙 거리가 짧고, 동력에 의한 추진력으로 양력이 발생하므로 약간의 평지만 있다면 고도에 관계없이 어디서든지 이착륙이 가능한 특징이 있다.

동력패러슈트의 이륙방법은 다음과 같다.

- ① 정풍을 향하여 트라이크(trike)를 정렬한다.
- ② 캐노피를 펴고 라이저를 트라이크(trike)에 장착한다.
- ③ A라이저를 트라이크(trike)의 좌우측 수직봉에 건다.
- ④ 엔진 속도를 올리면 프로펠러의 바람에 의해 자동으로 캐노피가 세워지며 A라이저가 수직봉에서 빠지면서 자동으로 이륙 준비 상태로 들어간다.
- ⑤ 발로 트라이크(trike)를 정면으로 향하게 조정하면서 엔진을 속도를 올리면 바로 트라이크(trike)가 들리며 이륙된다.



[그림 2-47] 비행자세에 따른 받음각 및 무게중심 위치 변화

동력패러슈트는 상승과 동시에 트라이크(trike) 또는 하네스의 무게중심(CG)이 캐노피보다 전방으로 이동되고, 감속 시에는 뒤로 이동하게 된다. 또한 상대풍(relative wind)의 변화가 클 경우에도 트라이크(trike) 또는 하네스의 무게중심(CG)이 움직여 동력패러슈트는 시계 추 처럼 진자 운동(Pendular Action)을 유발하게 된다. 이러한 진자 운동은 날개의 안전성으로 인하여 시간이 지남에 따라 감쇄된다.

캐노피의 실속(Stall)은 받음각(Angle of Attack)이 커지고 항력(Drag)이 증가 될 때 작용하는 힘이 중력뿐일 때 일어난다. 캐노피의 조종줄을 당기면 초기에는 브레이크(Brake) 라인이 비행기의 플랩과 같은 역할을 하여 양력이 증가하나, 계속해서 당기면 오히려 양력이 감소되고 항력이 더 커지며 브레이크(Brake) 효과를 발휘하면서 순간 실속상태(Deep Stall)로 들어갔다가 완전실속(Full Stall)으로 상황이 바뀐다.

동력패러슈트의 캐노피 받음각이 커지더라도 엔진 추력이 강하면 양력이 감소되지 않아 실속이 일어나지 않는다.

2.7 수상항공기

2.7.1 수상항공기의 구조적 특징

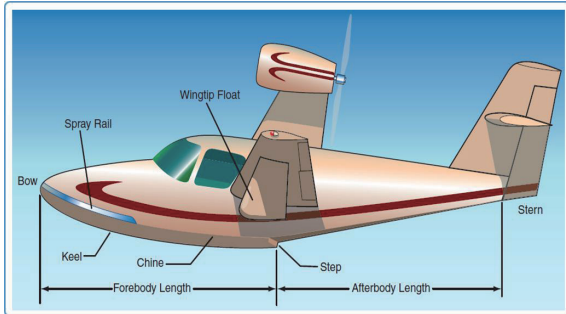
비행정은 이착수장치가 동체의 밑면에 위치하며, 보조 이착수장치로 날개 끝 부분에 달린 작은 플로트(Wing tip Float)가 사용된다. 비행정 선체 외부에 날개 모양의 돌출 판이 선체 옆면에 장착되어 있어, 선체가 수면에서 흔들리지 않고 안정되도록 해주며, 비행 중에는 공기의 저항을 줄여 비행 효율을 높여주는 역할을 한다.

비행정의 선체는 조종사, 승객, 화물을 위한 공간을 제공하고 일반 선박의 선체와 동일한 여러 기능을 수행하지만, 플로트 수상항공기는 일반 항공기에 착륙장치 대신 플로트(Float)가 장착된 형태이다. 플로트는 항공기 동체의 착륙장치 구조물에 의해 지지가 되며, 수면에 수상항공기가 착수했을 때 동체를 수면 위에 어느 정도 높이에 위치하게 한다.

수륙양용 비행정에서 착륙바퀴는 선체 옆면의 수면 윗부분 안쪽으로 접혀들어 가게 설계되거나 또는 주익에 고정된 형태로 접히는 기능을 갖기도 한다. 수륙양용 플로트 수상항공기의 경우에는 착륙바퀴가 위로 접혀 플로트 안쪽으로 들어가게 되거나 플로트 위로 접히기도 한다.

수상항공기 선체 전방에 설치된 차인(Chine)

앞에 금속으로 된 물 튀김 방지 레일(Spray Rail)은 수상 운항 시 튀어 오르는 물에 의해 프로펠러가 손상되는 것을 방지하는 역할을 한다.

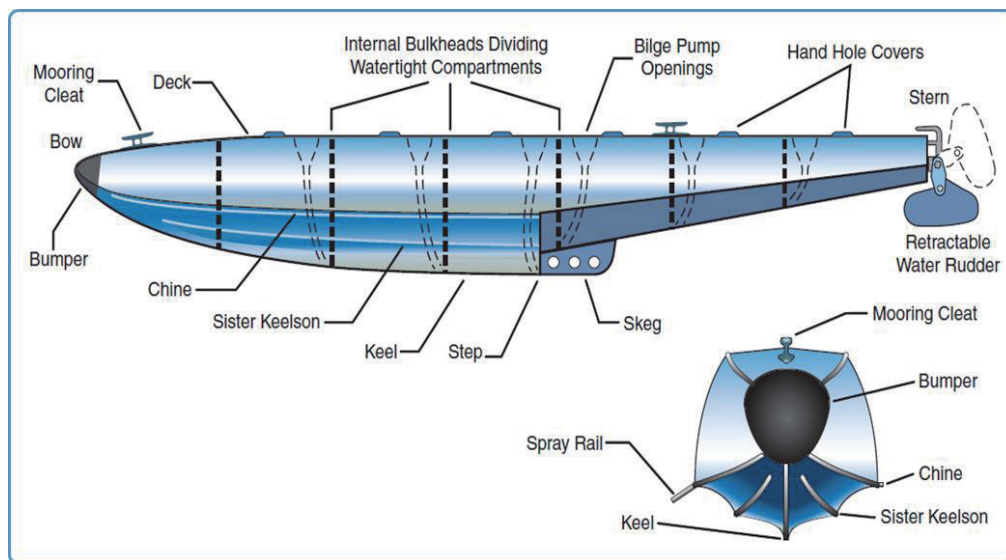


[그림 2-48] 수상정(선체형 수상항공기) 형상과 외부 명칭

플로트의 앞부분에는 용골(Keel)과 차인(Chine) 사이에 두 개의 보조용골(Sister Keelson)이 자리 잡고 있는데, 세로로 길게 뻗은 형태로 플로트 구조에 힘을 더해주고 용골의 기능을 보조한다. 플로트 윗면에 있는 갑판

(Deck)에는 조종실 출입 시 발판 역할을 하며, 밑지(Bilge)펌프 입구, 손잡이 덮개(Hand Hole Covers), 정박용 밧줄걸이 등도 갑판에 설치되어 있다. 플로트 앞부분 있는 범퍼(Bumper)는 정박 시의 충격을 줄여주는 역할을 하므로 플로트에 반드시 필요한 부분이다.

플로트 등급은 지탱할 수 있는 무게에 따라 나뉘지며, 이것은 항공기가 수상 운항 시 실제로 밀어내는 담수의 부피에 해당하는 무게가 된다. 이때 담수를 기준으로 하는 이유는 해수가 담수보다 3% 가량 밀도가 높아 더 많은 무게를 지탱할 수 있기 때문으로, 담수 기준 1,000lb 용량의 플로트의 경우 수면 아래로 완전히 가라앉기까지 최대 1,000lb의 무게를 지지할 수 있다. 이러한 1,000lb 용량의 플로트 두 개 위에, 2,000lb 무게가 나가는 항공기를



[그림 2-49] 플로트 형상과 외부 명칭

장착하는 경우에, 플로트 두 개를 합친 용량이 2,000lb이므로, 항공기 무게를 지지할 수는 있지만, 이 경우 두 개의 플로트가 모두 물 밑으로 완전히 잠기게 된다. 이러한 상황을 방지하기 위해 수상항공기에는 항공기 무게의 180%를 지지할 수 있는 용량의 플로트를 장착하는 것을 의무화하고 있다.

대부분의 플로트는 방수 칸막이로 나누어진 4개 이상의 구획으로 제작하도록 규정되어 있고, 이는 플로트가 손상되어 내부로 물이 들어오는 경우 플로트 전체가 물로 채워지는 것을 방지하기 위한 것이다. 항공기에 장착된 두 개의 플로트의 구획들 중 2개까지 물이 차더라도 남은 구획들에 물이 들어가지 않아 계속 항공기의 무게를 지지할 수 있게 되어 항공기가 물에 가라앉지 않게 한다.

대부분의 플로트에는 갑판 위에 각 구획의 점검과 보수작업을 할 수 있도록 손잡이 덮개(Hand Hole Covers)가 장착되어 있으며, 또한 각 구획의 주입구(Bilge Pump Opening)는 가장 낮은 지점 빌지(Bilge)라고 불리는 곳과 연결된 관이 있어 빌지(Bilge)에 고여 있는 새어 들어 온 물을 펌프로 빼낼 수 있다. 이 주입구(Bilge Pump Opening)는 일반적으로 고무마개로 막아놓게 되어있다.

플로트 후미에는 접이식 수중 방향타(Retractable Water Rudder)가 장착되어 있으며, 수중 방향타는 와이어와 스프링으로 조종실로 연결되어 방향타(Rudder) 페달을 사용하

여 움직이게 되며, 수면에서 방향조절에 사용된다. 그러나 손상을 입기 쉬운 부위로 얇은 물이나 다른 물체와 부딪힐 위험이 있는 지역에서 운항할 때는 반드시 방향타를 접어 넣어야 하고, 항공기의 이/착수 시에도 물과의 마찰에 의한 손상을 예방하기 위해 방향타를 접어 두어야 한다.

2.7.2 플로트 장착 가능 경량항공기

육상에서 운영 중인 경량항공기들 중에는 육상뿐만 아니라 플로트를 장착하여 수상에서도 운영이 가능하다. 플로트를 적용할 수 있는 경량항공기 종류에는 타면조종형비행기, 체중이동형비행기, 자이로플레인이 있다.

경량헬기콥터의 경우 중량 증가와 엔진 출력 부족으로 플로트를 장착하여 운영하기 어려우며, 동력패러슈트의 경우 캐노피를 수상에서 펴는 것이 불가하여 사용하지 않는다.

플로트를 장착할 수 있는 경량항공기들에는 최대이륙중량 450kg에 적용되는 길이 14인치와 최대이륙중량 600kg에 적용되는 길이 15인치의 플로트가 사용되고 있다. 플로트를 장착할 수 있는 기종들은 전문형 착륙 장치(Nose Gear Type)를 보유한 경량항공기들이 대부분이다.

경량항공기에 추가적으로 플로트를 장착할 경우에는 경량항공기 안전성 인증을 다시 받아야 한다.

2.7.3 수상 및 육상비행기의 특성 비교

2.7.3.1 수상 및 육상항공기의 성능 비교

플로트는 바퀴가 달린 착륙장치보다 다소 무겁지만 무게로 인한 결점을 보완하기 위해 공기역학적 양력을 발생시키도록 설계되지만, 양력은 불가피하게 유도항력을 발생시켜 전반적인 성능을 감소시킨다.

육상항공기에 플로를 장착할 경우, 이륙거리는 추가된 이륙하중에 따라 증가하게 되는데, 그 이유는 선체가 무거울수록 엔진 및 프로펠러가 이속속도까지 가속시키는데 더 오랜 시간이 걸리며, 이속속도는 날개가 충분한 양력을 만들기 위해 더 빨리 이동해야하기 때문에 더 높은 속도가 필요하다.

수상항공기의 경우 수면이동 시 물에 의한 저항이 발생하며, 수상항공기의 하중이 증가할수록 선체는 더 깊게 침수되어 초기 가속하는 동안 더 많은 항력이 만들어지므로, 더 많은 양력을 발생시키려면 더 빠른 속도까지 가속되어야 하지만, 수상항공기는 속도가 증가함에 따라 상당한 물의 저항을 극복하여야 하므로 항력은 가속력을 감소시키기 때문에 이속주행에 더 오랜 시간이 소요된다.

경량항공기가 기본적으로 수상항공기로 구성되지 않았다면, 경량항공기에 플로를 장착하여 수상기로 사용하게 될 경우 플로트의 항력과 무게에 대한 단점이 발생하여 해당 무게만큼 상승속도가 감소되며, 또한 순항속도에 대

한 추력설정도 변화된다. 이로 인해 연료소모량이 증가하고 항속거리가 짧아진다.

플로트가 장착된 항공기는 착륙장치가 장착된 동일한 기종의 항공기보다 중량이 무거워 가파른 활공각을 갖게 된다. 이로 인해 엔진 정지 시 하강속도가 더 빠르며 활공거리는 상대적으로 짧아진다. 그러나 수상항공기가 불시착하는 경우 수면뿐만 아니라 지면에도 착륙할 수 있기 때문에 육상항공기보다 더 많은 선택을 할 수 있다.

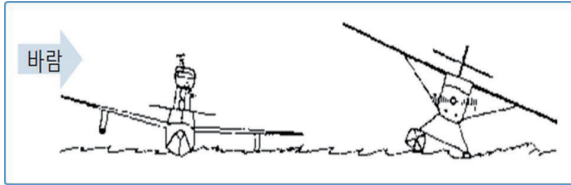
수륙양용이 아닌 수상항공기의 비상시 수면 착수는 유일한 선택처럼 보이지만 풀밭이나 진흙 또는 단단한 표면의 활주로에도 수상항공기가 비상 착륙할 수 있다.

2.7.3.2 수상 및 육상항공기의 특성 비교

브레이크 기능의 부족 : 육상항공기와는 다르게 브레이크 기능이 없어 항공기의 피치 자세 및 출력 조종으로 대체되며, 바람방향과 물의 흐름을 고려하여 속도를 조정하고, 완전 정지를 위하여 콘 형태의 앵커를 사용하기도 한다.

수면에서 저속 시 측풍에 매우 민감 : 수상항공기가 수면에서 저속으로 이동할 경우 비행기 날개의 타면은 비행기의 자세를 조종할 정도의 기능을 발휘하기 어려우며, 수상에 계류 중에는 매우 강한 측풍의 경우 바람의 반대방향으로 항공기가 기울어져 날개가 수면에 잠기는 경우가 발생하므로 항공기가 정풍을 향하여 계

류될 수 있도록 하거나, 또는 지상으로 이동하여 계류하여야 한다.



[그림 2-50] 저속에서 측풍을 받을 경우 수상비행기 형상

수면에서 수상항공기를 움직일 때 물의 흐름, 파도의 높이와 길이, 측풍 등을 고려하여야 한다.

수면에서 수상항공기가 방향을 바꿀 때 지상에서 보다 회전반경이 크므로 이를 고려하여 조종하여야 한다.

일반적으로 이수할 경우 수상용 항공기들은 플로트와 수면효과에 의해 날개가 바람에 의한 충분한 양력을 얻지 못하므로 활주거리가 더 길어지며, 플로트가 잔잔한 수면에 달라붙어 이수가 힘든 경우가 발생하기도 하지만, 조종사 경험이 부족한 경우 더욱 긴 이수거리가 필요하다.

착수할 경우 잔잔하고 움직임이 없는 수면 때문에 거리 측정하는 것이 어려워질 뿐 아니라, 수면에 반사된 빛에 의해 착시현상이 생기기도 하지만, 조종사 경험이 부족한 경우 긴 착수거리도 필요하다.

2.7.3.3 경량항공기 이착수 거리

수륙양용으로 제작된 경량항공기들 중 국내

에 도입된 Super Petrel LS의 조종사 운용 안내서(POH)에서 이륙거리(80m), 이수거리(120m), 착륙거리(120m), 착수거리(100m)가 명시되어 있다. 이를 기반으로 계산하면, 이수거리는 이륙거리의 1.5배이며, 착수거리는 착륙거리의 0.84배이다.

2.7.4 수상운항의 환경 특성

2.7.4.1 수상 운항 환경

물은 유체이기 때문에 스스로 평평한 상태를 이루는 특성이 있고, 수면은 어떠한 힘이 가해지지 않는 경우 평평한 면을 유지하나, 바람 해류 물체의 운동 등에 의해 수면의 평형상태에 변화가 미치고 물결과 움직임이 일어나게 된다.

일반적으로 항공기가 비행 중에 공기의 저항에 의한 제동력의 영향을 받는 것과 같이, 수상항공기의 선체와 플로트는 수상에서 움직일 때 물의 저항에 의한 제동력 영향을 받게 되며, 이때 발생하는 제동력의 크기는 항공기 속도의 제곱에 비례하므로 수면에서 운항 중인 수상항공기의 속도를 2배로 증가시키는 것은 물에 의한 제동력을 4배로 증가시키는 결과가 되며, 또한 수상에서 운항도중 항공기에 작용되는 힘들은 육상에서 보다 더 복잡한 관계가 있다.

지상에서 항공기가 운행될 때 항공기 바퀴가 지면에 닿는 특정 부위에만 마찰력이 작용하는 반면에, 수상에서는 물과의 마찰력이 수상항공

기의 선체와 플로트 전체 길이에 걸쳐 작용하게 된다. 이때 작용되는 마찰력은 항공기 선체의 기울기, 플로트 또는 선체 움직임의 변화가 수면에 이는 파도의 작용 등에 모두 영향을 받게 된다.

항공기가 지상에서 이착륙할 때는 착륙장치가 어느 정도 충격을 흡수해주는 반면에, 수상항공기에서는 플로트가 동체에 고정된 구조로 인하여 이착수할 때 충격을 흡수하는 완충장치가 없어 수상항공기의 플로트와 지지대를 통해 충격이 항공기 동체에 전달되어 심한 손상을 가할 수 있는 파괴력을 지니고 있다.

바람이 불지 않을 때 수면은 거울과 같은 효과를 내기도 하는데, 조종사 위치에서 수면을 내려다보면 시각 착란으로 고도 판단이 흐려지기도 한다. 또한, 수면의 출렁임으로 인해 실제 존재하지 않는 물체의 상이 생기기도 하고 수면에서 반사된 빛이 구름에 의해 굴절되는 현상 때문에 시각판단에 어려움이 있다.

2.7.4.2 수상환경이 항공기 운항에 미치는 영향

수면에서 항공기를 이착수할 때는 지면에서 항공기를 운항하는 것과는 달리 여러 가지 환경변수가 수반된다. 파도와 너울에 의해 수면이 고르지 않으며 파도와 너울의 이동 경로와 함께 바람의 방향도 고려하여야 하고, 바다에서는 조류에 의해 생기는 물의 움직임에 주의하여야 한다.

이착수하는 방향을 조류의 방향과 같은 방향으로 또는 반대방향으로 하는 것이 안전한지, 바람은 어떤 방향으로 불고 있는지, 조류의 이동속도는 얼마인지, 방파제나 다른 장애물이 어디에 위치하고 있는지 등에 대하여 조종사는 모든 요소를 파악하여야 한다.

지상에서 항공기를 이착륙할 때는 활주로에 가까이 있는 풍향계와 다른 장치의 수치를 활용할 수 있지만, 수상항공기를 수면에 이착수할 때는 조종사가 직접 수면을 보고 풍향과 풍속을 파악하여야 하는 어려움이 있다.

항공기가 지상 활주로에서는 한정된 이착륙 경로를 따라야 하는 제약이 있지만, 전(全)방향 수상이착륙장의 경우 수상항공기를 물 위에 이착수할 때는 조종사가 직접 파악한 바람과 환경에 따라 최적의 경로를 결정할 수 있다.

아무리 작은 파도와 너울이라도 항공기의 수상운항에 문제를 일으킬 수 있다. 거친 물 위에서 이착수할 때 플로트가 연속적으로 파도의 용기에 부딪혀야 하므로 구조적 손상을 입을 수 있으며, 또한 거친 수면에 작용하는 여러 가지 복합적인 힘들에 의해 기체와 장비가 손상될 위험이 있고, 심할 경우 항공기가 전복될 가능성도 있다.

수상비행기가 이수할 경우 플로트와 수면효과에 의해 날개가 바람에 의한 충분한 양력을 얻지 못하므로, 활주거리가 더 길어지며 플로트가 잔잔한 수면에 달라붙어 이수가 힘든 경우도 발생한다.

수상비행기가 착수할 경우 잔잔하고 움직임이 없는 수면 때문에 거리를 측정하는 것이 어려워질 뿐 아니라 수면에 반사된 빛에 의해 착시현상이 생기기도 한다.

항공기의 육상운항과 수상운항의 차이점 중 상당 부분이 수상항공기에는 브레이크가 없다는 점에 있으며, 수상항공기가 일단 물 위에서 운행을 시작하면 그 다음에는 바람과 조류에 의해 계속 움직임을 멈출 수 없게 되므로 조종사는 항공기의 움직임을 제어하기 위해 운항 시작 전부터 여러 조건들을 파악하고 행동을 계획하여야 한다.

2.7.4.3 수상항공기가 환경에 미치는 영향

수상항공기가 환경에 미치는 영향에 대하여 “Conception Des Hydrobases Et Des Hydrosurfaces”에서 다음과 같이 소음을 제외하고 동력수상레포트보다 환경적 영향이 매우 적은 것으로 제시하고 있다.

- 모터보트는 가솔린과 윤활유를 혼합하여 사용하므로, 유출시 윤활유에 의한 피해가 발생하나, 수상항공기는 휘발성이 높아 즉시 증발되는 항공유를 사용하므로 물에 영향을 미치지 아니하며, 가스 또는 폐수를 배출하지 않는다.
- 수상항공기의 프로펠러는 물 위에 있으며, 수상항공기 선체가 독성이 없는 재질로 표면 처리가 되어있다.
- 수상항공기의 이착수시의 운영 기간은

4-45초 정도로 매우 짧다.

- 수상항공기가 물에 미치는 영향은 거의 없다.
- 수상항공기가 대기에 미치는 영향은 거의 없다.
- 수상항공기가 지면에 미치는 영향은 거의 없다.
- 수상항공기가 야생 동물에 미치는 영향은 거의 없다.
- 수상항공기가 수생 생물에 미치는 영향은 거의 없다.
- 수상항공기가 사람에게 미치는 영향으로 소음 피해가 있다.

제3장

동력장치 및 계기장치

3.1 경량항공기 엔진(LSA Engine) 분류

경량항공기 엔진은 크게 왕복불꽃점화엔진과 왕복압축착화엔진으로 경량항공기 기술기준에서 다루고 있다. 왕복불꽃점화엔진은 가솔린엔진(Gasoline Engine)을 의미하며, 왕복압축착화엔진은 디젤엔진(Diesel Engine)을 의미한다.

3.1.1 엔진 연료점화 방식에 의한 분류

- 가솔린엔진(Gasoline Engine) : 가솔린엔진은 공기와 연료의 혼합가스를 실린더에서 압축하고 실린더 내부에 전기 불꽃(Electric Spark)을 공급하여 점화/연소시키는 불꽃점화엔진(SI-Engine : Spark Ignition Engine)이다.
- 디젤엔진(Diesel Engine) : 디젤엔진은 고압으로 압축한, 고온/고압의 공기 중에 경유를 고압으로 분사시켜, 연료가 자기착화(Self-Ignition)하여 폭발적으로 연소가 이루어지게 하는 압축착화엔진(CI-Engine : Compression Ignition Engine)이다.

3.1.2 엔진 냉각방법에 의한 분류

- 공랭식 방법 : 엔진 주위에 흐르는 공기를 이용하여 고온의 실린더를 냉각시키는 방법으로 정비가 쉬우며, 제작비가 저렴하고 가벼운 장점이 있어 대부분의 항공기 엔진에 많이 사용되고 있다. 경량항공기에 사용되는 Jabiru사의 엔진들이 이에 해당된다.



[그림 3-1] 수냉식 Rotax 엔진

- 수냉식 방법 : 물 또는 냉각액으로 엔진을 냉각시키는 방법으로 실린더 주위에 물(냉각액) 탱크, 물 펌프(water pump) 등으로 구조가 복잡하고 무게가 증가하는 단점이 있으나 냉각 효율이 좋다. 경량항공기에 사용되는 Rotax사의 엔진들이 이에 해당된다.

3.1.3 엔진의 행정에 의한 분류

- 2행정(2 Stroke) : 2행정 엔진은 크랭크축이 1회전(360°)하는 동안에 흡입, 압축, 팽창, 배기과정의 1사이클을 완성한다. 경량 항공기용 2행정 엔진은 무게가 가벼워 동력패러슈트 또는 체중이동형비행기 등에 사용된다.
- 4행정(4 Stroke) : 4행정 엔진은 크랭크축이 2회전(720°)하는 동안에 흡입, 압축, 팽창, 배기과정의 1사이클을 완성한다. 경량 항공기용으로 연료소모량이 적은 4행정 엔진을 많이 사용된다.

3.2 디젤엔진과 가솔린엔진의 차이점

3.2.1 점화방식

- 압축열에 의한 자기착화 : 디젤엔진은 공기만을 흡입, 압축하여 고온, 고압의 공기를 만든 다음, 여기에 연료를 분사하여 연료 스스로 자기착화 하도록 한다.
- 스파크 점화(Spark Ignition) : 가솔린엔진에서는 일반적으로 먼저 공기와 연료를 일정 비율로 혼합시켜 연소 가능한 혼합기를 형성시킨 다음, 이를 실린더 안으로 흡입하여 압축시키고, 압축상사점에 이르면 전기불꽃을 공급하여 점화시킨다.

3.2.2 사용연료

- 고(高) 세탄가 연료 : 디젤엔진에서는 자기착화성이 높은 즉, 세탄가(cetane number)가 높은 연료로 경유가 사용되고 있다.
- 고(高) 옥탄가 연료 : 가솔린엔진에서는 인화점이 낮고, 불꽃에 의해 쉽게 점화할 수 있으면서도, 자기착화성은 낮은 연료 즉, 옥탄가(octane number)가 높은 연료를 필요로 한다.

3.2.3 출력제어방식

- 분사량 제어(control of injection quantity) : 디젤엔진에서는 실린더 내에 압축된 공기 중에 분사되는 연료량을 조절하여 출력을 제어한다.
- 공기량(질량)제어 : 간접분사방식의 전자제어 가솔린 분사장치에서는 흡기의 체적 또는 질량을 계량하고 이에 근거하여 이론 혼합비에 해당하는 연료를 흡기밸브 전방에 또는 흡기다기관에 분사하여 출력을 제어한다.
- 혼합기의 양과 질을 제어(control of mixture-quantity and-quality) : 가솔린엔진에서는 혼합기 생성장치에 따라 출력제어방식이 다르다. 가솔린 직접분사(GDI) 방식에서는 적당한 혼합기를 생성시키는 데 필요한 연료량은 물론이고 공기량을 동시에 제어하여 엔진의 출력을 제어한다. 즉, 연료/공기 혼합기의 양과 질을

동시에 제어하여 출력을 제어한다.

3.3 엔진의 행정

3.3.1 2행정(2 Stroke) 엔진

2행정 엔진은 크랭크축이 1회전(360°)하는 동안에 1사이클을 완성한다. 그러나 사이클(흡입, 압축, 팽창, 배기)과정은 4행정 엔진과 근본적으로 같다. 다만 각 과정의 진행과정이 시간적, 위치적으로 차이가 있을 뿐이다. 2행정 엔진에서 크랭크축의 1회전으로 1사이클을 완성하기 위해서는 실린더와 크랭크실이 상호 보완작용을 하여야 한다.

2행정 엔진은 구조상 4행정 엔진에서의 가스 교환 장치(흡/배기 밸브기구)가 없다는 점이

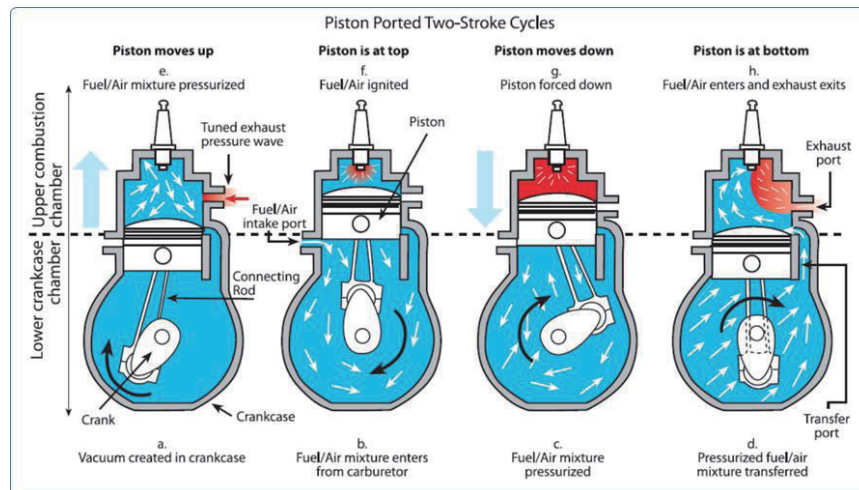
가장 큰 차이점이다.

2행정 가솔린엔진에서는 주로 실린더 벽에 가공된 3종류의 기구(Port)을 통하여 유체(기체 또는 액체)를 교환하게 되어 있다.

- ① 흡기구(Intake Port) - 기화기와 크랭크실을 연결
- ② 배기구(Exhaust Port) - 연소실과 엔진 배기구를 연결
- ③ 소기구(Transfer Port) - 크랭크실과 연소실을 연결 피스톤의 운동에 의해 개/폐되게 하여 가스를 교환한다.

3.3.2 4행정(4 Stroke) 가솔린엔진

4행정 엔진의 1사이클은 크랭크축(Crank shaft)이 2회전(720°)하는 동안에 완성된다. 1사이클은 흡입행정(Intake stroke), 압축행정(Compression stroke), 팽창행정(Expansion



[그림 3-2] 2행정 엔진의 사이클(흡입, 압축, 팽창, 배기)과정

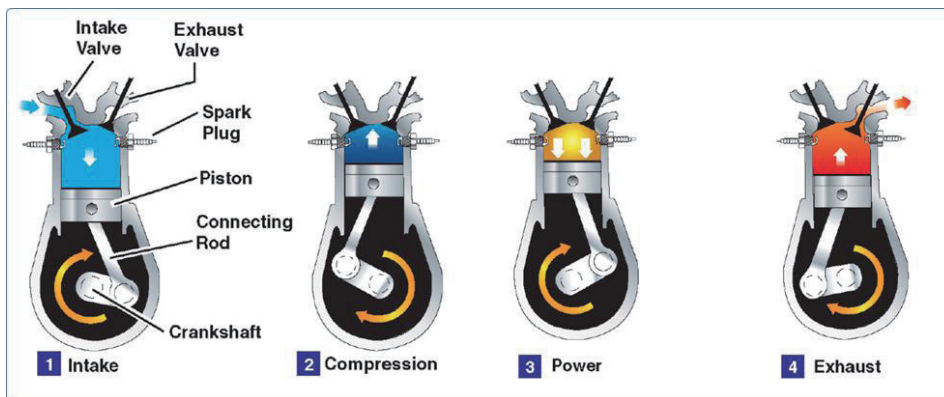
stroke) 그리고 배기행정(Exhaust stroke)의 4행정(Stroke)으로 구성된다. 4행정 가솔린엔진은 크랭크축이 2회전(720°)하는 동안에 흡기 → 압축 → 팽창 → 배기의 4행정을 하여 1사이클을 완성하고, 흡기행정부터 다시 반복하게 된다.

- 제1행정 - 흡입행정(Intake stroke) : 흡입행정(Intake stroke)은 공기/연료 혼합기가 실린더 내부로 들어가는 행정을 말하며, 가솔린 직접 분사(GDI)방식 또는 디젤엔진인 경우 공기만 흡입된다.
- 제2행정 - 압축행정(Compression stroke) : 압축행정은 흡/배기밸브가 모두 닫힌 상태, 즉 실린더 내부가 밀폐된 상태에서 피스톤이 상향하면서 시작된다. 압축에 의해, 혼합기는 원래 체적의 약 7~12 : 1로 압축된다. 압축되면 혼합기의 온도는 약 400~500℃ 정도까지 상승하게 된다.

- 제3행정 - 팽창행정(Expansion stroke) : 팽창행정은 압축행정 종료 직전, 점화플러그의 중심전극과 접지전극 간에 고압전류가 흐를 때 발생하는 전기 불꽃(Electric Spark)에 의해 혼합기가 점화하여 폭발적으로 연소되면서 시작된다. 폭발압력에 의해 피스톤이 하향하는 동안에 열에너지는 기계적 일로 변환된다. 팽창행정은 4개의 행정 중에서 동력을 발생시키는 유일한 행정이다. 다른 3개의 행정은 플라이휠(Flywheel)의 관성(Inertia)에 의해 수행된다.
- 제4행정 - 배기행정(Exhaust stroke) : 배기행정은 피스톤이 위로 움직이면서 배기밸브가 열리고 연소된 가스가 실린더 밖으로 배출되는 과정이다.

3.3.3 4행정 디젤엔진

4행정 디젤엔진은 4행정 가솔린엔진과 마찬가지로



[그림 3-3] 4행정 엔진의 사이클(흡입, 압축, 팽창, 배기)과정

가지로 흡입, 압축, 팽창 그리고 배기의 4행정을 크랭크축이 2회전하는 동안에 완성한다.

- 제1행정 - 흡입행정(Intake stroke) : 흡기밸브를 통해 여과된 공기를 흡입한다. 흡입공기는 대기 그 자체, 또는 과급기에 의해 이미 압축된 압축공기일 수도 있다. 그리고 공기는 흡입되면서 밸브, 피스톤 및 실린더 벽으로부터 열을 흡수한다.
- 제2행정 - 압축행정(Compression stroke) : 흡입된 공기가 압축되며, 이때 압축비는 약 16~24 : 1, 압축온도는 약 700~900℃ 정도에 이른다. 연료는 압축행정 종료 직전에 분사노즐을 통해 실린더 내의 압축된 고온, 고압의 공기 중에 고압으로 분사된다.
- 제3행정 - 팽창행정(Expansion stroke) : 압축행정 말부터 분사된 연료는 실린더 내의 고온에 의해 기화되면서 고온공기와 혼합된다. 그리고 곧바로 자기착화, 연소

된다. 폭발압력에 의해 피스톤이 하향 행정을 하는 동안에 열에너지는 기계적 일로 변환된다. 팽창행정은 4개의 행정 중에서 동력을 발생시키는 유일한 행정이다. 다른 3개의 행정은 플라이휠(Flywheel)의 관성(Inertia)에 의해 수행된다.

- 제4행정 - 배기행정(Exhaust stroke) : 배기행정은 피스톤이 위로 움직이면서 배기밸브가 열리고 연소된 가스가 실린더 밖으로 배출되는 과정이다.

3.4 점화플러그 & 예열플러그

3.4.1 점화플러그

가솔린엔진의 압축행정 종료 직전, 실린더 내부 혼합기에 점화를 시키는 점화플러그는 고압전류가 흐를 때 불꽃(Electric Spark)이 발생



[그림 3-4] 점화플러그 및 토크렌치 사용

된다. 점화플러그는 중심전극과 접지전극 간에 간극이 있으며, 이 간극은 보통 0.7~1.1mm가 대부분이나 정확한 간극은 엔진마다 각각 다르며, 간극이 커지면 필요 점화전압은 상승한다.

점화플러그를 엔진에 장착할 경우에는 실린더헤드 손상 방지를 위해서, 플러그를 손으로 끝까지 조인 후, 마지막에 엔진제작사에서 제시한 토크 값으로 토크렌치를 사용하여 조인한다.

(주) 점화플러그의 장/탈착 작업은 엔진의 온도가 식은 다음에 실시하여야 한다.

3.4.2 예열장치(Pre-heating)

디젤엔진은 냉각된 상태에서 압축압력과 압축온도가 낮아져 시동이 어렵게 된다. 따라서 냉각된 상태의 디젤엔진에서는 연소의 공기를 추가적으로 가열하지 않으면, 시동이 불가능할 수도 있다. 엔진의 시동을 용이하게 하고, 원활한 엔진회전 상태의 안정화, 그리고 유해 배출물 저감을 위해 예열플러그를 사용한다.

3.5. 흡기계통(Induction system)

흡기계통은 연료와 공기의 혼합가스를 실린더 내로 공급시키는 장치로서 크게 기화기(Carburetor system) 방식과 직접분사(Fuel injection) 방식으로 나눌 수 있다.

3.5.1 기화기 시스템(Carburetor system)

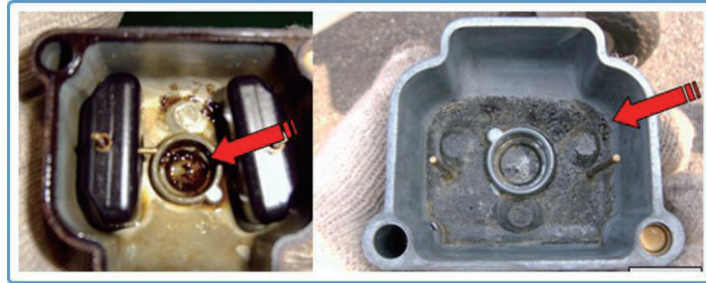
기화기(Carburetor)는 플로트식 기화기(Float type carburetor)와 압력식 기화기(Pressure type carburetor)로 구분한다. 플로트식 기화기는 구조가 간단하여 주로 소형항공기에 이용되지만 항공기 자세변화에 따라 플로트실의 연료의 면(Fuel level)이 변화하므로 분사노즐(Discharge nozzle)에서 분사되는 연료의 양이 불규칙하고 압력이 작아 불완전하게 분사되는 단점이 있다.

또한, 분사노즐(Discharge nozzle)은 연료와 혼합되기 위한 공기가 벤투리를 통과하면서 속도가 빨라져 압력이 작아지는 지점에 있으므로 저압으로 인한 저온 효과와, 연료의 기화로 발생하는 온도 강하로 인하여 착빙(Icing)이 발생하는 큰 단점이 있다.

이러한 단점을 보완한 것이 압력식 기화기(Pressure -type carburetor)와 직접 분사식(Fuel injection)이다. 압력식 기화기는 연료펌프를 이용하여 연료의 흐름 압력을 증가시켜 연료를 기화기의 스로틀 밸브 뒷부분(실린더에 가까운 쪽) 또는 과급기(Super charger)의 입구에서 분사노즐로 분사시키는 장치이다.

경량항공기의 플로트식 기화기는 비행 전 주기적으로 연료 내 수분 생성에 의한 엔진 기화기 연료 챔버 오염을 검토하여야 한다. 이상이 있을시 세척하여 사용하여야 한다.

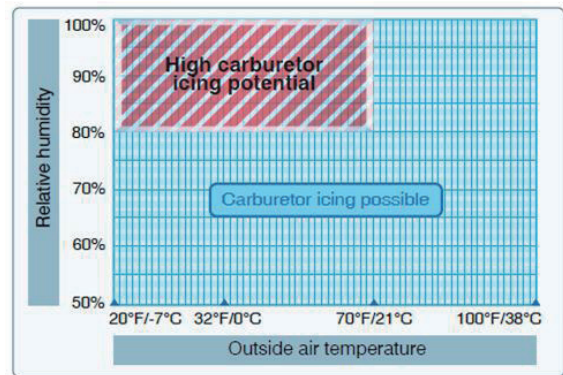
또한 기화기 연료 챔버 점검 시 부주의로 인한 가스켓 손상에 주의하여야 한다.



[그림 3-5] 수분에 의한 연료 챔버 오염



[그림 3-6] 연료챔버 가스켓 손상



[그림 3-7] 기화기 착빙가능 외기 공기의 조건

3.5.2 기화기 착빙(Carburetor Icing)

기화기의 가장 큰 단점은 기화기 착빙이다. 면적이 좁은 벤투리를 통과하는 공기흐름은 베르누이 정리에 따라 속도가 빨라지고 그에 따라 압력이 작아지는데 압력이 작아짐으로 인하여 발생하는 저온효과와 연료의 기화로 발생하는 온도강하로 인하여 착빙(Icing)이 발생한다. 기화기 착빙은 기화기로 들어오는 공기의 온도가 70°F(21°C) 이하이고 상대습도가 80% 이상일 때 잘 발생한다.

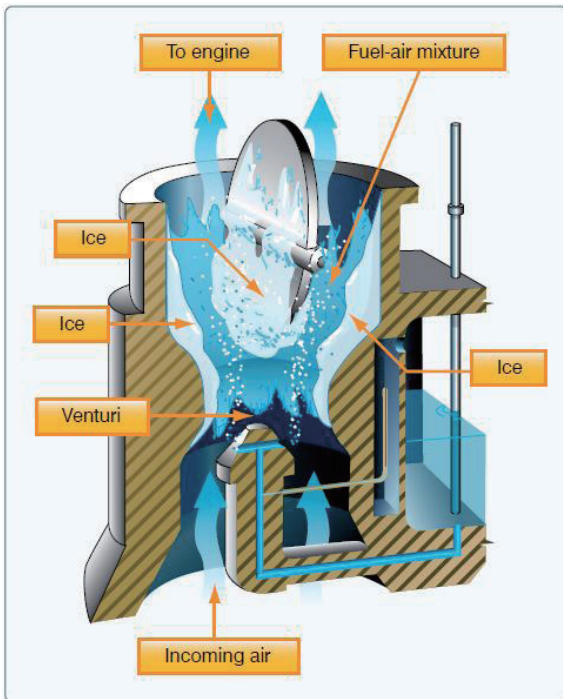
착빙(Icing)은 벤투리를 지나 스로틀밸브 쪽에 얼음이 형성되므로 실린더 내로 들어가는 혼합가스의 양이 줄어들게 되어 그 결과로 엔진 출력이 줄어들게 되며 증상이 심하면 엔진이 정지하게 된다.

고정피치프로펠러(Fixed pitch propeller) 항공기의 경우 기화기 착빙(Icing)이 생기면 엔진 RPM이 감소하며, 증상이 악화되면 엔진에 진동이 일어나기도 하여 쉽게 인지할 수 있다.

기화기 착빙(Icing)이 의심되면 기화기 가열장치(Carburetor heater)를 작동시켜 기화기로 들어가는 차가운 외부 공기 대신 엔진배기

가스를 이용하여 덥혀진 공기를 기화기에 공급하여 얼음을 녹이거나 착빙을 예방하여야 한다. 특히 착빙이 예상되는 지역에서 강하하는 경우 기화기 가열장치(Carburetor heater)가 장착되어 있으면 이를 우선 작동시킨 다음에 엔진의 출력을 줄여야 한다.

기화기 가열장치(Carburetor heater)를 작동시킬 경우 연료와 혼합되는 공기는 덥혀져 밀도가 감소하게 되므로 혼합비조절장치(Mixture control)를 이용하여 혼합비를 줄여야 한다. 기화기 가열장치(Carburetor heater)를 작동시키면 엔진 출력은 저하되며 경우에 따라 15%까지 줄어들기도 한다.



[그림 3-8] 기화기 착빙 형상

3.5.3 직접 분사식(Fuel Injection system) 흡기장치

직접 분사방식은 기화기와 같이 공기와 연료를 미리 혼합하여 실린더로 보내는 것과는 달리 흡입밸브(Intake valve) 직전에서 연료를 직접 실린더로 분사시키는 방법이다. 직접 분사방식은 공기와 연료를 미리 혼합시키지 않기 때문에 착빙현상이 거의 발생하지 않는 장점이 있다.

- 직접 분사방식은 기화기 방식에 비하여 다음과 같은 장점이 있다.
 - 착빙현상이 거의 발생하지 않는다.
 - 연료의 흐름(Fuel flow)이 균일하다.
 - 스톱플(Throttle) 조작에 빨리 반응한다.
 - 엔진 출력을 세밀하게 조절할 수 있다.
 - 연료를 균등하게 분사할 수 있다.
 - 혹한기에 쉽게 엔진 시동을 할 수 있다.
- 직접 분사방식은 기화기 방식에 비하여 다음과 같은 단점이 있다.
 - 엔진 가열(Hot engine) 상태에서 시동이 어렵다.
 - 베이퍼 락(Vapor locks) 현상으로 더운 날씨에 시동이 어렵다.
 - 엔진이 정지되었을 경우 연료 공급이 잘 안 되어 재시동이 어려운 문제가 있다.

3.5.4 혼합비의 조절(Mixture Control)

고도가 증가함에 공기밀도(공기량)는 감소하

므로 적절한 혼합비를 유지하기 위해서는 혼합비조절레버(Mixture control lever)를 이용하여 연료의 양을 줄여야 한다.

연료와 공기의 혼합비는 공기와 연료 무게의 비율로서 연소가 가능한 혼합비는 8:1~20:1 사이이다. 연료에 비해 공기량이 적은 경우(Rich 상태)에는 완전 연소가 이루어지지 않고 공기량이 많은 경우(Lean 상태)에는 엔진의 과열로 이상폭발현상(Detonation)을 발생시켜 엔진의 출력이 감소할 수 있다.

3.5.5 혼합비 조절 방법

(Mixture Lean Procedure)

부적절한 혼합비 상태로 비행할 경우 연료소모에서 많은 차이가 있고 심하면 엔진 작동에 문제를 유발시킬 수 있으므로 고도변화(공기밀도)에 따라 알맞게 혼합비를 조절하여야 한다. 혼합비조절 방법은 해당 항공기의 조종사 운용안내서(POH)의 내용을 준수하여야 한다.

혼합비 조절은 우선 엔진 출력조절장치(Throttle lever)를 이용하여 원하는 엔진 출력에 맞춘 다음에 조절한다.

일반적으로 혼합비 조절은 배기가스 온도계(EGT Indicator)를 이용하는 것이 가장 정확하고 보편적이다. 혼합비를 조절하는 방법은 혼합비 조절레버(Mixture lever)를 왼쪽(lean)으로 천천히 돌려 RPM이 감소하기 시작하면(엔진소리가 rough하게 들림) 더 이상 줄이지 말

고 다시 오른쪽(rich)으로 돌려 RPM이 다시 증가하여 원래의 RPM이 될 때까지(엔진소리가 smooth하게 들림) 맞춘다.

연료 유량계(Fuel flow indicator)가 장착되어 있으면, 해당 조종사 운용 안내서(POH)를 확인하여 순항하는 고도와 외기온도에 맞는 연료흐름(Fuel flow)이 되도록 혼합비를 조절하여야 한다.

일반적으로 혼합비는 ‘최대 출력을 얻기 위한 혼합비 조절(Best power Mixture)’ 또는 ‘최소 연료소모를 얻기 위한 혼합비 조절(Best economy Mixture)’ 방법으로 조절하며 수치는 엔진에 따라 다르므로 조종사 운용 안내서(POH)의 내용을 확인하여야 한다.

3.5.6 과급기(Super Chargers, Turbo Chargers)

엔진의 출력은 엔진에 공급되는 공기의 양(밀도)과 직접적인 연관이 있다. 고도가 증가함에 따라 공기밀도는 감소하므로 그에 비례하여 엔진 출력도 감소하게 된다. 대기압은 고도 1,000피트 증가함에 따라 약 1inHg씩 감소한다. 예를 들어 고도 5,000피트에서의 대기압은 해면에서보다 5inHg 낮은 24.92inHg이며 그에 따라 공기밀도는 약 15% 정도 감소하여 엔진으로 공급되는 공기의 양이 적어진다.

엔진에 공급되는 공기의 양이 적어 엔진 출력이 감소되는 것을 개선하기 위해 흡입공기를 압축하여 엔진으로 유입되는 공기의 양(밀도)

을 증가시키는 방법이 개발 되었는데 이를 수퍼차저(Super chargers)와 터보차저(Turbocharger)라 하는 과급기시스템이라 한다.

슈퍼차저(Super chargers)와 터보차저(Turbocharger)는 흡입공기를 압축시키는 임펠러(Impeller)와 콤프레셔(Compressor)를 회전시키는 방법에 차이가 있다.

3.6 엔진 시동장치(Starting system)

배터리와 연결된 시동장치는 시동모터를 작동시키기 위해서 고전압의 전류가 필요하기 때문에 두툼한 케이블(heavy duty wiring cable)이 필요하다. 케이블로 시동스위치(Ignition switch)와 시동모터를 직접 연결하게 되면 케이블의 무게나 길이에 따른 전력 낭비와 조종석 내에 고전압이 전달되어 화재의 위험이 있을 수 있다. 이를 해결하기 위해 솔레노이드(Solenoid) 시스템을 이용하는데 솔레노이드 시스템은 엔진 시동스위치를 시동(Start) 위치에 놓을 경우 솔레노이드에 작은 전류를 보내 충전시킨 뒤 충전된 솔레노이드가 고전압을 시동모터로 보내 작동시켜 시동이 걸리게 만드는 장치이다. 엔진 시동이 이루어지고 엔진 RPM이 시동장치(starter motor)보다 빠르면 시동장치는 자동적으로 해제(disengage)된다.

시동에는 오직 실린더당 한 번의 점화만 필

요하다. START 위치에서 우측 마그네토는 작동되지 않고 좌측 마그네토(LH bottom, RH top)에서만 스파크플러그에 고전압을 보낸다. 시동 후 시동스위치를 BOTH에 놓는 순간 우측 마그네토도 작동한다.

3.7 점화계통(Ignition system)

점화계통은 실린더에 주입된 혼합가스를 연소시키기 위해, 엔진에 의해 구동되는 마그네토(Magneto)에서 고전압을 만들어 점화플러그로 보내어 점화시키는 장치이다. 마그네토는 항공기의 전기시스템(Alternator, Battery)과는 별도로 작동되는 독립된 전기장치로서 항공기에 사용되는 마그네토는 신뢰성과 효율성을 높이기 위해 각각 따로 작동하는 2개의 마그네토로 구성되어 있다.

점화계통은 마그네토, 점화플러그, 고전압선(High tension lead), 점화스위치로 구성되어 있다. 마그네토는 마그네토 내의 영구자석이 회전하면서 발생된 전기를 1차 코일에서 전류를 유도하고, 2차 코일에서 고전압으로 승압시켜 이를 마그네토에 내장된 배전기(Distributor)에 의해 점화되는 실린더 순서대로 Ignition harness를 통해 점화플러그로 보낸다. 점화스witch는 두 개의 마그네토를 각각 작동시킬 수 있도록 'L', 'R' 'BOTH'가 있고, 엔진 시동을 위한 'START' 위치가 있다.

이륙하기 전에 반드시 마그네토를 점검하여야 한다. 마그네토 점검은 엔진 Run up 점검 중에 점화스위치(Ignition switch)를 이용하여 실시한다. 점검하는 방법은 점화스위치를 Both 위치에서 Left 또는 Right로 선택하면 마그네토는 한쪽만 작동되므로 RPM이 약간 감소하게 되는데, 이때 감소되는 수치가 해당 조종사 운용 안내서(POH)에 명시된 제한치를 초과할 경우 비행을 중단하여야 한다. 만일 RPM이 감소되지 않는 경우도 비정상이므로 비행을 시도하여서는 안 된다.

엔진을 정지시킨 다음에는 점화스위치를 “OFF”하고 엔진시동열쇠(key)를 제거하여야 한다. 만일 “ON” 위치에 놓아둔 상태에서 손으로 프로펠러를 돌리면 시동이 걸릴 수 있어 매우 위험하다.

점화스위치를 “OFF”하면 접지선(Ground wire)을 통하여 마그네토로부터 전류가 흐르지 못하게 한다. 점화스위치가 “OFF”되어 있더라도 접지선(Ground wire)이 절단되거나 파손되어 있으면 마그네토에 전류가 흐르게 되고 만일 실린더 내에 연료가 남아있는 상태에서 프로펠러를 돌리면 예기치 않게 시동이 걸리는 위험한 상황을 초래할 수 있다.

시동 전에는 프로펠러 주위에 어떠한 사람과 장애물이 없음을 확인하여야 하며 손으로 프로펠러를 돌리지 말아야 한다.

3.8 연료시스템

- 연료탱크(Fuel tank) : 보통 연료탱크는 날개 안쪽에 설치되어 있으며 탱크 위에 연료를 주입할 수 있는 연료 뚜껑(filler cap)이 있다. 연료탱크 안의 압력과 바깥쪽의 압력은 같아야 하는데 연료탱크 안의 압력이 높을 때 압력이 밖으로 배출(vent) 되도록 벤트 관(vent tube)이 설치된다. 벤트 관은 연료탱크의 온도가 높아져 연료가 팽창하여 압력이 높아질 경우 연료를 밖으로 배출시키는 역할을 한다. 그러므로 뜨거운 여름철 벤트 관을 통하여 연료가 흘러나오는 것은 정상이다. 연료탱크에는 불순물을 제거하거나 연료 점검을 위해 연료샘플을 채취할 수 있도록 드레인 밸브(drain valve)가 설치되어 있다.
- 연료계기(Fuel gauges) : 연료계기는 연료탱크에 남아있는 연료량을 파운드(pounds) 또는 갤런(gallons)으로 나타내주는 계기이다. 경량항공기에 장착된 연료계기는 정확하지 않을 수 있으므로 연료계기에 표시되는 연료량을 전적으로 신뢰하여서는 안 되며, 비행 전에 항상 육안으로 연료량을 직접 확인하여야 한다.
- 연료선택 스위치(Fuel selectors) 차단 밸브 : 연료선택 스위치와 차단밸브는 연료를 연료탱크로부터 엔진으로 보내주거나 차단을 하며 어느 연료탱크의 연료를 사용

할 것인가를 선택해주는 역할을 한다. 연료탱크 선택스위치는 보통 LEFT, RIGHT, BOTH, OFF의 위치가 있으며 선택 스위치를 LEFT 혹은 RIGHT로 놓을 경우 해당 연료탱크에서만 연료가 이송되고 BOTH 위치에서는 양쪽 연료탱크 모두에서 연료가 이송된다. 비행 중 한쪽 연료탱크만 사용하여 선택된 연료탱크의 연료가 고갈될 경우 엔진이 정지할 수 있으므로 연료 선택스위치를 사용하는 데 특히 주의하여야 한다. 한쪽 연료탱크의 연료만 사용하게 될 경우 좌우 날개의 무게불균형을 초래할 수 있으며 연료가 완전히 소모된 다음에는 연료라인에 공기가 들어가 베이퍼락(vapor lock) 현상을 초래할 수 있다.

- 연료드레인(Fuel drain) : 연료가 소비되면서 만들어지는 연료탱크의 빈 공간은 항공기 외부의 공기가 빈 공간을 채워서 연료탱크 내부에 진공상태가 되는 것을 방지하고 연료의 흐름을 원활하게 한다. 빗속이나 구름 속을 비행할 경우 습기가 많은 공기가 연료탱크 안으로 유입되기도 하며, 비행 후 연료를 가득 채워 놓지 않으면 빈 공간에 채워진 공기가 냉각되어 물이 생겨 연료탱크의 가장 낮은 곳에 모이게 된다. 이를 방지하기 위해서는 마지막 비행 후에 연료를 가득 채워 놓아야 한다. 항공기 외부점검을 할 때 연료드레인(Fuel drain)을

꼭 실시해야 하며 샘플로 채취한 연료에 수분이 포함되어 있는 경우 반드시 이를 제거하고 비행하여야 한다.

3.9 오일시스템

3.9.1 오일 압력계기와 오일 온도계기의 점검

오일 압력계기는 오일 시스템이 정상 작동하는지 직접 지시해주는 계기이다. 오일 압력계기는 언제나 정상작동 범위(green arc) 내에 있어야 한다. 오일 온도계기는 오일 압력계기와는 달리 엔진 시동 후 천천히 지시하는데 오일 온도계기도 항상 정상작동 범위 내에 있어야 한다.

오일 온도계기는 비행 중 주기적으로 유심히 관찰하여야 한다. 만일 오일의 온도가 정상보다 높으면 오일 라인의 막힘, 오일 냉각기의 고장, 오일 양의 감소, 또는 오일 온도계기의 고장 증상일 수도 있다. 오일의 온도가 정상보다 계속 높다면 오일이 정상 역할을 하지 못하므로 엔진의 손상을 가져올 수 있다. 오일의 온도가 정상보다 낮다면 특히 추운 날씨에 부적절한 점성의 오일이 급유되었음을 알 수 있다.

만일 오일 온도와 압력이 동시에 정상범위를 벗어나 높게 지시한다면 오일 시스템이 매우 비정상적으로 작동하므로 조종사는 조종사 운용 안내서(POH)에 따라 조치를 즉시 취해야 한다.

3.9.2 오일 양의 점검

비행을 시작하기 전에 항상 오일의 급유상태를 살펴보아야 한다. 오일의 양은 오일을 급유하는 뚜껑(Oil filler cap)에 달려 있는 점검막대(dipstick)에 표시되어 있는 눈금으로 확인한다. 오일의 양을 점검하여 조종사 운용 안내서(POH)에 명시된 양보다 작으면 반드시 보충하여야 하고 만일 명시된 최저치보다 작으면 비행을 중단하여야 한다.

3.10 경량항공기 계기(Instruments)

3.10.1 경량항공기 종류별 필수 계기

경량항공기 기술기준에서 제시하고 있는 경량항공기 종류별 필수 동력장치계기, 비행계기, 무선설비는 다음 표 3-1과 같다.

3.10.2 동정압계기(Pitot/Static instruments)

경량항공기 비행 및 항법 계기에는 속도 및 고도계가 포함되어 있으며, 이들 계기들은 동정압계기(Pitot/Static instruments)에 포함되어 있다.

동정압계기는 항공기 주위에 흐르는 공기의 압력(dynamic pressure, static pressure)을 측정하여 압력의 크기와 변화를 나타내주는 계기로 고도계, 속도계, 승강계 등이 있다. 고도계와 승강계는 정압공(Static port)에서 측정된 공기의 정압을 이용하고, 속도계는 피토투브

[표 3-1] 경량항공기 종류별 필수 계기

경량항공기 종류	동력장치계기	비행계기	무선설비
타면조종형	연료량 지시계	속도계 고도계 나침반	ATC 교신용 VHF 또는 UHF 무선 전화 송·수신기 트랜스폰더 (Mode 3/A 및 Mode C SSR transponder)
체중이동형	엔진회전계 (RPM)		
동력패러슈트	엔진 "이그니션" 스위치		
	엔진 제작사 요구 계기		
자이로플레인	엔진 작동 압력계		
	엔진 작동 온도계		
	엔진회전계 (RPM)		
	연료량 지시계		
경량헬리콥터	연료량 지시계		
	오일량 지시계		
	엔진 작동 압력계		
	엔진 작동 온도계		
	연료압력계 / 연료량 지시계		
	오일압력계 / 오일량 지시계		
	엔진 및 단일 주회전익 회전계		

(Pitot tube)에서 측정되는 공기의 전압과 정압 공에서 측정된 정압을 이용하여 측정된다.

3.10.3 동정압계통의 막힘 현상(Blockage of the Pitot-Static System)

동정압계통은 비행하고 있는 항공기 주위의 공기압력을 측정하여 고도, 속도, 상승/강하율을 지시해주는 계기이므로 공기압력이 정확히 측정되도록 피토투브와 정압공은 막힘이 없고 깨끗하게 유지되어야 한다. 그러기 위해서 조종사는 매 비행 후 피토투브덮개를 막아 놓아야 하며 비행 전 반드시 피토투브덮개를 제거

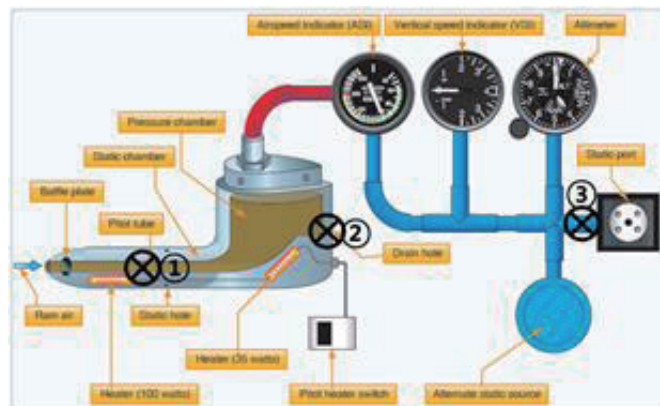
하고 정압공 주변이 깨끗하고 막힘이 없는지 확인하여야 한다. 비행 중 착빙(icing)이 의심되면 반드시 피토투버를 작동시켜 얼음에 의해 피토투브가 막히지 않도록 예방하여야 한다.

어떤 원인에 의하여 정압공이 막힐 경우 대체정압(alternate static air)을 작동시켜 조종석의 공기압을 대신 정압으로 사용할 수 있다. 여압이 되지 않는 항공기는 벤투리(venturi)효과로 인하여 조종석의 공기압이 항공기 바깥보다 낮게 된다. 동정압 계통이 착빙(icing) 등의 원인으로 막혔을 경우 공기압력이 제대로 전달되지 못하므로 속도계, 고도계 및 승강계는 비정상적으로 지시한다.

[표 3-2] Pitot-Static System이 비정상 일 때 속도계, 고도계, 승강계의 변화

막힌 부분	속도계	고도계	승강계
① Pitot tube(막힘)	0	정상	정상
① Pitot tube(막힘) ② Drain hole(막힘)	상승시 높게 지시 강하시 낮게 지시	정상	정상
③ Static port(막힘)	상승시 낮게 지시 강하시 높게 지시	움직임 없음	움직임 없음

동정압 계기의 막힘 위치

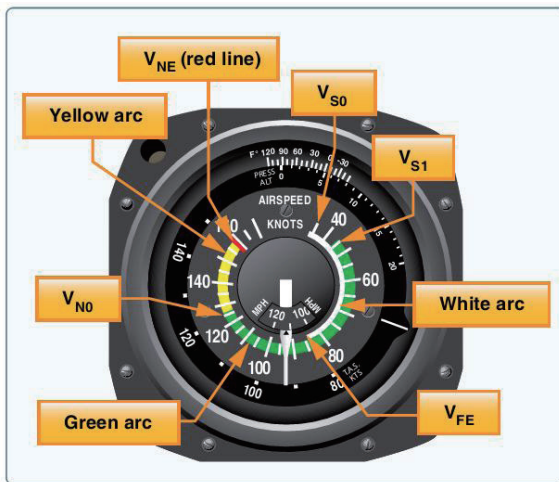


3.10.4 엔진 시동 후 점검

- 고도계 : 지상에서 비행장의 현재 QNH를 맞추었을 때 비행장 표고와 차이를 확인하고 만일 75ft 이상 차이가 발생하면 이 고도계는 계기비행용으로 사용 할 수 없다.
- 속도계 : 정지하여 있을 때 속도는 “0” knots를 가리켜야 한다.
- 승강계 : “0” fpm을 가리켜야 하며 만일 “0” fpm을 지시하지 않으면 적절한 공구를 이용하여 계기 왼쪽 아래에 있는 조절 나사(screw)를 돌려 “0” fpm으로 맞추고 그렇지 않으면 현재의 지시 값을 “0” fpm으로 간주하여 비행하여야 한다.

3.10.5 비행속도의 제한사항

비행속도의 제한사항은 속도계에 색깔(color coding)로 구분하여 표시한다.

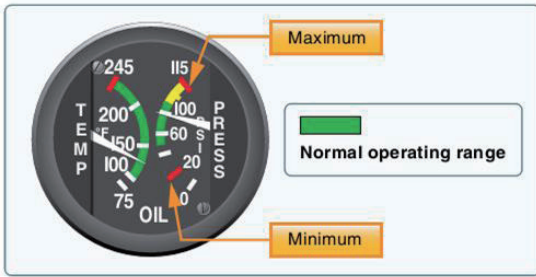


[그림 3-9] 속도계 눈금 표시

- Red line : 절대로 초과해서는 안 되는 속도(V_{NE})를 나타낸다.
- Yellow arc : Maximum structural cruising speed(V_{NO})부터 V_{NE} 까지의 범위를 나타내는 주의(caution)구간으로 조종사는 안정된 기류 상태에서만 이 범위 내에서 비행할 수 있다.
- Green arc : 정상 작동범위로 V_{NO} 와 V_{S1} (특정 형태에 있어서 플랩사용 실속속도 또는 최소정상비행속도)의 범위를 나타낸다.
- White arc : 플랩(Flaps)을 작동시킬 수 있는 속도로 V_{FE} (플랩을 내린 상태에서 허용되는 최대속도)와 V_{SO} (플랩 착륙위치로 비행기 조종가능 상태에서의 실속속도 또는 최소정상비행속도)의 범위를 나타낸다.

3.10.6 엔진작동의 제한사항

엔진의 작동범위를 색깔로 구분하여 나타낸다. 녹색 호선(Green arc)은 정상작동 범위를 나타내며 노란색 호선(Yellow arc)은 주의구간, 붉은색 선(Red line)은 최대 운용범위로서 초과되어서는 안 되는 범위이다.



[그림 3-10] 엔진작동계기의 제한 표시



[그림 3-11] 경량항공기용 낙하산 BRS

3.11 경량항공기용 낙하산

경량항공기용 낙하산의 강도는 극한하중 조건하에서 수행되는 시험에서 $E = \frac{1}{2}mv^2$ 으로 표현되는 에너지 방정식에 1.5의 안전계수(극한하중계수)를 적용하게 되어 있다.

낙하산 시스템을 탑재하는 각 경량항공기들은 낙하산 장착을 위한 구체적인 ‘낙하산 장착 매뉴얼(PIM: Parachute Installation Manual)’에 적합하게 장착작업을 하여야 한다.

경량항공기용 낙하산은 BRS(ballistic parachute system)으로 사출형으로 되어 있어, 안전사고 예방을 위하여 경량항공기 동체 외부 사출지점 근처에 쉽게 볼 수 있도록 플래카드 또는 라벨을 부착하게 되어 있다.



[그림 3-12] BRS 플래카드 또는 라벨

제4장

항공기 무게중심과 균형

4.1 비행성능에 영향을 미치는 항공기의 무게

일정한 고도와 속도를 유지한다고 가정했을 때 항공기 무게의 변화는 균형을 이루기 위한 양력의 크기도 변화된다. 무게가 증가되면 양력 또한 증가되어야 하므로 양력을 증가시키기 위해 속도와 받음각 등을 증가시켜야 한다. 속도와 받음각이 증가되면 양력과 더불어 항력도 증가하게 되므로 항공기 성능은 감소된다.

항공기의 무게가 증가되면 이륙/착륙을 위한 속도를 증가시켜야 하며 그로 인하여 이륙/착륙거리가 길어지며, 상승성능(Climb Angle and Rate) 및 순항속도(Cruising speed)의 감소, 항공기의 착륙장치에 큰 하중이 걸리게 된다. 따라서 해당 경량항공기 조종사 운용 안내서(POH)에 명시된 최대이륙중량에 보다 적은 상태에서 운영이 이루어져야 한다.

4.2 항공기 무게중심과 안정성 (Balance, Stability and Center of Gravity)

4.2.1 무게중심의 위치와 세로 안정성 (Longitudinal Stability)

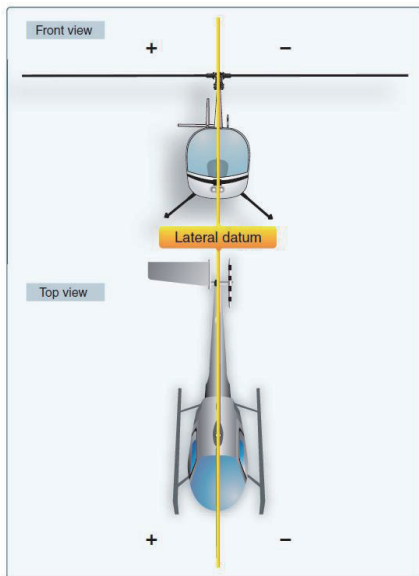
항공기 무게중심의 위치는 비행안정성 (Stability)을 결정하는 매우 중요한 요소이다. 세로 안정성(Longitudinal stability)이 부족한 상태에서는 특히 실속회복이 잘 안 되며, 이착륙 성능에 나쁜 영향을 미치므로 비행안전에 심각한 영향을 미친다. 비행기의 세로 안정성 (Longitudinal stability)을 결정하는 것은 항공기 무게중심(CG)의 위치이며, 무게중심의 위치는 고정된 것이 아니라 화물의 무게와 위치에 따라 변한다. 무게중심의 위치가 설계시의 중심보다 뒤쪽에 있으면 항공기 앞쪽이 가벼워지고, 반대로 중심보다 앞쪽에 있으면 항공기 앞쪽이 무거워져 조종에 어려움이 발생하며, 이로 인하여 위험을 초래할 수 있다. 경량항공기 제작자는 조종사 운용 안내서(POH)에 무게중심 위치의 범위를 정하여 놓고 있으며, 조종사는 반드시 이 범위 내에서 경량항공기를 운용하여야 한다.

4.2.2 항공기의 무게중심과 가로 안정성(Lateral Stability)

일반적으로 항공기의 가로 무게중심 위치 (Lateral CG position)는 잘 계산하지는 않으나, 자이로플레인과 경량헬리콥터에서는 중요한 요소로 작용한다.

타면조종형비행기 좌우의 날개 연료탱크 (tank)에 연료량을 다르게 주입하거나 비행 중에 비정상적으로 한쪽 연료탱크의 연료만 소모 될 경우 항공기의 가로 균형이 맞지 않을 수 있다.

또한 하나의 축에 의해 양력을 얻는 자이로 플레인과 경량헬리콥터의 경우 동체에 화물이나 승객의 위치에 따라 가로 균형이 맞지 않을 수 있다. 이 경우 세로 무게 중심법과 같은 방법으로 계산되며, 다만 가로 무게 중심 기준선을 로터 회전축으로 왼쪽은(-), 오른쪽은 (+)를 사용하여 무게중심과 모멘트를 계산한다.



[그림 4-1] 가로 무게 중심 기준선

4.3 항공기 무게중심의 계산

4.3.1 무게중심 계산 용어의 정의

- Arm(moment arm) : 기준선(Datum line)으로부터 화물의 위치까지의 inch로 측정된 수평거리로서 화물의 위치가 기준선보다 뒤에 있으면(+) 앞에 있으면(-)로 표시된다.
- Standard weights : 항공기 무게중심의 위치를 구하기 위해 필요한 무게를 환산하기 위한 기본 수치이다.

[표 4-1] Standard weights

Gasoline(AV gas)	6lb/US gal
Oil	7.5lb/US gal
	1.875lb/1Quart(= 1/4gallon)
Water	8.35lb/US gal

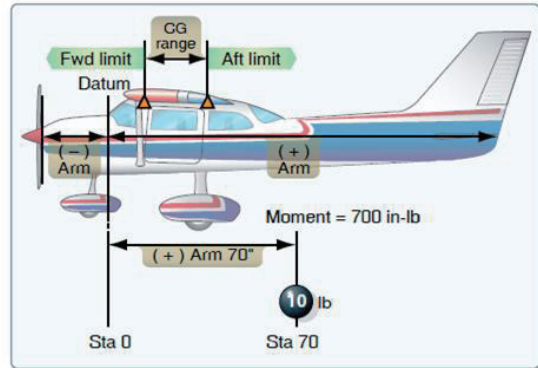
- CG(Center of Gravity) : 항공기 무게가 균형을 이루는 지점으로 기준선으로부터 inch로 표시된다.
- CG Limit : 무게중심의 한계를 나타내는 것으로 무게중심의 위치와 범위는 허용범위(CG Limit) 이내에 있어야 한다.
- Datum(reference datum) : 무게중심의 위치나 Arm의 위치를 측정하는 가상의 기준선이다.
- Moment : 모멘트는 물체를 회전시키는 힘의 크기를 나타내는 것으로 힘의 크기가

물체의 무게뿐만 아니라 무게의 분포상태에 따라서 정해진다. 즉, 모멘트의 크기는 기준선(Datum line)으로부터 물체가 있는 곳까지의 길이와 물체의 무게를 곱한 것으로 pound inch로 표시한다.

4.3.2 무게와 균형의 기본이론 (Weight and Balance Theory)

조종사들은 항공기 무게와 균형을 계산하기 전에 다음의 2가지 기본사항을 알고 있어야 한다.

- 경량항공기의 총중량(total weight)은 인가한 최대이륙중량을 초과해서는 안 된다. 무게를 초과하게 되는 경우 경량항공기에 탑재된 화물, 연료 등을 감소시켜 최대이륙중량 이내를 유지하도록 하여야 한다.
- 무게중심의 위치(CG Range)는 조종사 운용 안내서(POH)에 명시된 범위를 벗어나서는 안 된다. 무게중심의 위치가 허용된 범위를 벗어나는 경우 승객 또는 화물의 탑재 위치를 변경하고 다시 계산하여 허용된 범위 내에 유지하는지 확인하여야 한다.



[그림 4-2] 항공기 무게중심의 범위

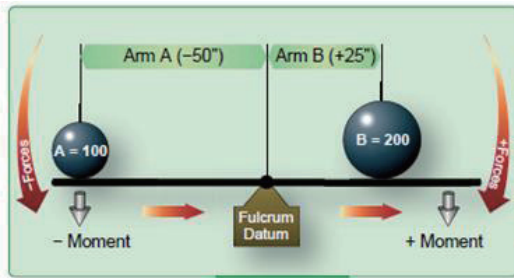
4.3.3 무게중심점

항공기 무게중심은 총 Moment를 총 무게로 나눈 값이다. 따라서 CG를 구하기 위해서는 해당 항공기에 작용하는 Moment의 값을 알아야 한다.

- 균형의 원리 : 그림에서 무게 10파운드의 (A)물체는 평형 막대의 받침점(pivot point)의 왼쪽에 위치하여 평형막대를 시계 반대방향(Counter clockwise)으로 회전시키는 (-)힘을 발생시키고, 오른쪽에 있는 200파운드의 (B)물체는 시계방향(Clock wise)으로 회전시키는 (+) 힘이 발생한다. 이때 (A)와 (B)에서 발생하는 힘(모멘트)의 크기가 같다면 평형 막대는 좌우로 움직이지 않고 균형을 이루게 된다.

- 물체(A)에서 발생하는 모멘트는 $100 \times (-50) = -5,000 \text{ in-lb}$ 가 되며
- 물체(B)에서 발생하는 모멘트는 $200 \times$

25=5,000 in-lb가 되어 발생하는 총 모멘트의 합은 0이 되어 균형을 이루게 된다.



[그림 4-3] 균형의 원리

4.3.4 무게중심점 찾기

받침점(pivot point)이 주어지지 않고 그림과 같이 기준선이 수평 막대 앞쪽에 위치할 때 균형을 이루는 받침점(pivot point)의 위치, 곧 무게중심의 위치를 찾는 방법은

- ① 기준선으로부터 각 물체까지의 거리를 구한 다음
- ② 각 물체까지의 거리에 무게를 곱하여 모멘트를 구한다.
- ③ 각각의 물체에 작용하는 모멘트를 더하여 총 모멘트를 구한 다음
- ④ 총 모멘트를 물체의 총 무게로 나눈 값이 기준선으로부터 평형을 이루는 점까지의 거리가 된다.

그림의 예를 정리해보면 무게중심의 위치는 기준선으로부터 110inch가 되는 지점에 있다.

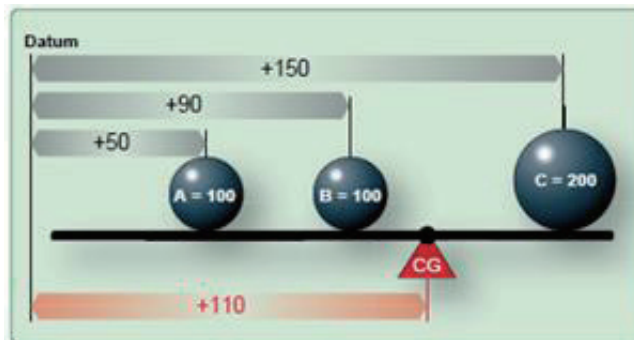
- 무게중심(CG)의 계산 : 무게중심의 위치는 모든 모멘트의 합이 0이 되는 지점이다. 따라서 CG의 위치는

$$CG = \frac{\text{Total moment}}{\text{Total weight}}$$

리를 구할 수 있다.

[표 4-2] 그림의 무게중심 계산 결과

	무게(lb)	Arm(in)	Moment	CG
Weight A	100	50	5,000	$CG = \frac{\text{Total moment}}{\text{Total weight}}$
Weight B	100	90	9,000	
Weight C	200	150	30,000	
	400		44,000	44,000/400=110



4.3.5 화물의 위치와 무게가 변할 때 무게중심의 변화

화물의 위치가 변하면 Arm이 변하여 작용하는 모멘트의 크기가 달라진다. 무게가 일정하다고 가정했을 때 모멘트가 달라지면 무게중심의 위치는 변하게 된다. 따라서 조종사는 탑재된 화물의 위치가 변경되거나 화물의 무게가 변할 때는 새로운 무게중심의 위치를 구하여 그것이 허용되는 범위 내에 있는지 확인하여야 한다.

아래 그림에서 화물(B)를 움직여서 새로운 무게중심의 위치를 기준선으로부터 72inch 지점에서 50inch 지점으로 변경하고자 하면

- ① 화물(A)로 인한 모멘트는 $100 \times (-50) = -5000 \text{ in-lb}$
- ② 화물(C)로 인한 모멘트는 $200 \times 50 = 10,000 \text{ in-lb}$ 가 되어 오른쪽으로 기울어

지게 된다.

- ③ 다시 평형을 맞추기 위해서 화물(B)로 인한 모멘트가 $-5,000 \text{ in-lb}$ 가 되어 총 모멘트의 합이 0 이 될 수 있도록 왼쪽으로 옮긴다.
- ④ 모멘트가 $-5,000$ 이 되는 지점은 $200 \times (?) = -5,000 \text{ in-lb}$ 이므로 길이는 -25inch 가 된다.
- ⑤ 따라서 새로운 무게중심의 위치를 기준선으로부터 50inch 되는 지점으로 변경하려 하면 화물(B)의 위치를 기준선으로부터 25inch 되는 지점으로 옮겨야 한다.

4.3.6 Graph를 이용하여 무게중심의 위치를 구하는 방법

다음의 예를 제시한 항공기의 무게와 무게분포가 다음과 같을 경우 Graph를 이용하여 무

[표 4-3] 화물 위치변화에 따른 무게중심 계산

	무게(lb)	Arm(in)	Moment	무게(lb)	Arm(in)	Moment
Weight A	100	-50	-5,000	100	-50	-5,000
Weight B				200	-25	-5,000
Weight C	200	+50	+10,000	200	+50	+10,000
			+5,000			0

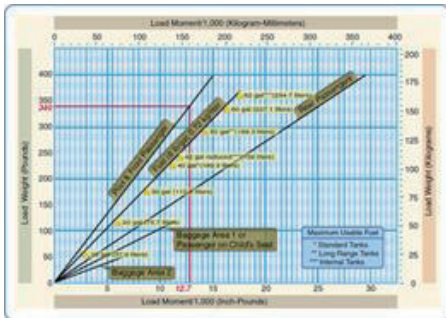


계중심의 위치를 구하는 방법으로, 다음의 Graph에서 각 Item별로 무게를 연결하여 만나는 점에서 아래로 선을 연결하면 모멘트가 구해진다. CG Range chart에서 총 무게와 총 모멘트를 연결하여 만나는 점이 허용 범위 내에 있어야 한다. 이 항공기의 경우 무게중심의 위치는 이륙 허용 범위 내에만 있다.

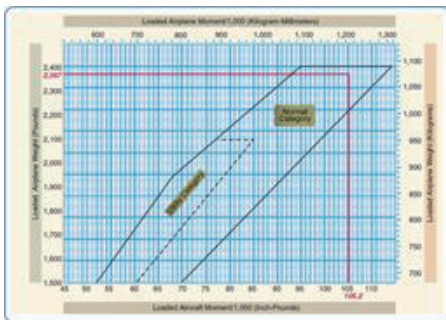
[표 4-4] 그래프 이용 무게중심 계산

	무게(lb)	모멘트 (lb in/1000)
Basic empty weight	1,467lb	57.3
Front seats	340 lb	12.7
REAR seats	300 lb	21.8
Fuel	240 lb	11.5
Baggage	20 lb	1.9
TOTAL	2,367 lb	105.2

Item별 무게 Graph



CG Range chart



4.3.7 무게중심(CG) 위치 계산이 불필요한 항공기

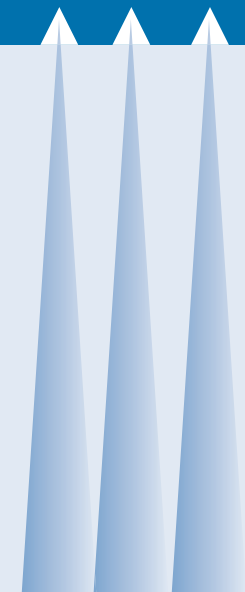
무게중심의 위치는 비행기를 비롯하여 회전익항공기의 운항에 많은 영향을 미친다. 그러나 어떠한 지점에 매달려 비행하는 항공기(기구류, 패러글라이더, 행글라이더, 체중이동형 비행기, 동력패러슈트, 비행선 등)들에서는 무게중심의 위치는 커다란 의미를 갖지 못한다. 이러한 유형의 항공기의 CG 범위는 CG 한계를 초과하기가 어렵다.

예를 들어, 체중이동형비행기의 동체 후방 시트 위치와 연료는 동체가 매달리는 지점인 hang point의 변화가 매우 가까워, 하중 변화는 CG에 거의 영향을 미치지 않는다. 이것은 또한 곤돌라가 장착되어 있는 기구류 또는 비행선과 같이 부력에 의하여 비행을 하는 항공기들에서도 마찬가지 이다.

그러나 이들 항공기에서는 무게중심(CG) 위치에 대한 제한은 없으나, 과적으로 인한 구조적 손상 등의 문제로 인하여 조종사는 제작사가 제시하고 있는 해당 항공기의 최대이륙중량을 준수하여 운항하여야 한다. 또한 조종사는 무게는 비행성능에 영향을 미친다는 것을 잊지 않아야 한다.

제3부 항공기상 (Aviation Weather)

- 제1장 대기권의 구조
- 제2장 대류권의 기상현상
- 제3장 비행안전에 관련된 기상현상
- 제4장 일기도와 비행계획
- 제5장 항공기상업무
- 제6장 항공기상 예보
- 제7장 비행 중 기상조언 및 정보



참고자료

- 비행안전 참고 매뉴얼, 서울지방항공청, 2014.1.
- 항공정보간행물(AIP : Aeronautical Information Publication), 2018. 9. 27.
- 항공정보업무 지침, 국토교통부예규 제191호, 2017.12. 7
- 항공기상업무 기본지침, 항공기상대, 2017. 8. 4.
- 항공기상업무 용어지침, 항공기상대, 2016.11.10.
- 공항경보 및 윈드시어경보 지침, 항공기상대, 2016.11.10.
- 구역예보 지침, 항공기상대, 2016.11.10.
- SIGMET 및 AIRMET 정보 지침, 항공기상대, 2016.11.10.
- Annex 3(Meteorological Service for International Air Navigation), ICAO, 2008.11.
- AC 00-6B Aviation Weather, FAA, 2016. 8 23
- AC 00-45H Aviation Weather Services, FAA, 2016. 11. 14.
- H-8083-25B Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge, FAA, 2016.
- H-8083-21 Rotorcraft Flying Handbook, FAA, 2000.
- H-8083-29 Powered Parachute Flying Handbook, FAA, 2007.
- H-8083-3B Airplane Flying Handbook, FAA, 2016.
- AIM(항공정보매뉴얼), 한국교통안전공단, 2017.
- 경량항공정보매뉴얼, 한국교통안전공단, 2016.
- 초경량비행장치 항법실무 참고서, 한국교통안전공단, 2010.
- 초경량비행장치 가이드, 한국교통안전공단, 2009.
- 무인비행기 및 무인비행선 조종자격 전환교육 교재, 한국교통안전공단, 2013.
- 경량항공기 비행경로, 한국교통안전공단, 2015.
- 경량항공기 비행안전가이드, 한국교통안전공단, 2016.
- 항공기상, 조종사표준교재, 국토교통부, 2018.

목 차

제1장 대기권의 구조

- 1.1 지구 대기권 구분
- 1.2 대기의 성분
- 1.3 국제표준대기

제2장 대류권의 기상현상

- 2.1 대기의 기온과 습도
- 2.2 기압
- 2.3 고기압과 저기압
- 2.4 바람
- 2.5 기단
- 2.6 전선
- 2.7 구름
- 2.8 안개

제3장 비행안전에 관련된 기상현상

- 3.1 난류
- 3.2 산악파
- 3.3 뇌우
- 3.4 다운버스트
- 3.5 우박
- 3.6 번개와 천둥
- 3.7 바람시어
- 3.8 마이크로버스트
- 3.9 착빙

3.10 해무

3.11 황사

제4장 일기도와 비행계획

- 4.1 일기도
- 4.2 국제 일기 기호
- 4.3 시계비행계획을 위한 기상분석

제5장 항공기상업무

- 5.1 항공기상 개요
- 5.2 항공기상 용어 정의
- 5.3 항공기상특보 및 정보
- 5.4. SIGMET
- 5.5 AIRMET
- 5.6 공항경보
- 5.7 바람시어 경보
- 5.8 공항기상정보
- 5.9 화산재정보의 제공

제6장 항공기상 예보

- 6.1 항공예보개요
- 6.2 공항예보
- 6.3 이륙예보
- 6.4 착륙예보
- 6.5 저고도 중요기상예보

제7장 비행 중 기상조언 및 정보

7.1 비행 중 기상조언

7.2 비행 중 이용 가능한 기상정보

7.3 조종사 기상보고(PIREP)

7.4 기체 착빙에 관련한 PIREP

7.5 난기류에 관한 PIREP

제1장

대기권의 구조

1.1 지구 대기권 구분

지표면을 벗어난 비행체들의 활동영역인 공간은 여러 가지 특성을 가지고 있으며 일반적으로 물리적 특성에 따라 구분하고 있다. 지구를 둘러싸고 있는 공간(Space)은 지구표면으로부터 우주공간으로 펼쳐지며, 이를 지구 대기권(atmosphere)과 외계(outer space)로 분리한다.

지구를 둘러싸고 있는 지구 대기권은 일반적으로 물리적 특성에 따라 지표면에서부터 대류권(troposphere), 성층권(stratosphere), 중간권(mesosphere), 열권(thermosphere), 외기권(exosphere)으로 나누고 있다.

국제민간항공기구(ICAO)의 대기권 구분에서는 지표면으로부터 성층권까지 다루고 있으며, ICAO Annex 3(Meteorological Service for International Air Navigation)에서 특이 기상 관련하여 지표면으로부터 FL(Flight Level)250, FL250과 FL450 사이의 층, FL450과 FL600 사이의 층으로 구분한다.

1.1.1 대류권

대류권(Troposphere)은 지구 대기권의 가장

낮은 부분으로 지표면과 접하고 있으며 대부분의 기상 현상이 일어나는 곳이다. 바다에는 항상 파도가 존재고, 해면과 접하고 있는 대류권은 명칭 그대로 끊임없이 공기의 대류가 활발히 이루어지고 있으며, 온도, 물리적 특성, 기압, 형상, 흐름 등으로 상승 및 하강기류가 발생하여 구름, 비, 눈, 태풍 등과 같은 기상현상을 일으킨다.

대류권의 범위는 지표면에서 시작하여 성층권 하단까지로 등온층이 존재하는 대류권계면 있으며, 시간 및 지리적 위치 등에 따라 대류권의 범위는 다소 차이가 있다. 일반적으로 대류권의 범위는 지표면으로부터 평균고도 11km 정도로, 계절과 위도 그리고 대기요란에 따라 변하여, 극지방에는 6~10km 적도부근에는 15~18km정도이며, 같은 장소에서도 여름철에는 높고 겨울철에는 낮게 나타나며, 중력과 원심력의 영향보다는 온도의 영향을 많이 받는다.

대류권의 대기 온도는 고도가 상승하면 온도가 감소하며, 공기밀도는 고도가 상승함에 따라 감소한다. 대기권의 전체 대기 질량의 75% 이상을 대류권에서 가지고 있고, 특히 수증기를 포함하고 있어 기상현상이 발생한다.

태양에 의해 지표면에 입사되는 태양 복사열

과 지표면에서 방출되는 지구복사열로 인하여 고도 11km까지는 고도가 높아질수록 기온은 약 $6.5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 의 비율로 감소하며, 풍속은 고도가 높아질수록 증가한다.

고도 상승에 따라 기온이 낮아지고, 대륙과 바다의 비열 차이, 지형의 영향, 아래쪽에 있는 온도가 높은 공기의 열역학적 불안정한 상태 등으로 인한 바람의 불규칙한 변화, 상승 및 하강기류와 같은 수직적인 공기의 흐름 등에 의한 난류현상(turbulence)이 발생하며, 또한 지표면에서의 대류작용에 의한 수직운동으로 비, 눈, 구름과 같은 기상현상을 비롯해서 저기압, 고기압, 전선, 태풍 등 거의 모든 대기운동이 일어난다.

대류권의 상한인 대류권계면 부근에서는 대기가 안정되어 구름이 없고, 기온이 낮으며, 공기가 희박하여 공기압축기를 사용하고 있는 제트기의 운항에 적합한 조건을 갖추고 있다. 반면 대기활동이 왕성하게 일어나는 대류권의 하부는 경량항공기 및 초경량비행장치가 비행 활동을 하는 공간으로 기상에 의한 영향을 많이 받게 된다.

1.1.2 성층권

성층권(Stratosphere)은 아래로는 대류권을 접하며, 위쪽으로는 중간권을 접하고 있다. 성층권은 대류권의 위층으로 지표면으로부터 11~50km 범위이며, 고속의 바람이 불어도 와류

가 생기지 않는 층으로 지구 대기권의 한 부분이고, 위쪽으로 올라갈수록 따뜻해지고, 성층권 하부에 가까워질수록 온도가 내려가는 특성을 지니고 있다. 이 현상은 지표면에 가까울수록 온도가 상승하는 대류권과는 정반대이다.

지표면으로부터 20~30km지점은 오존층이 두텁게 존재하지만, 오존이 검출되는 범위는 성층권 전체에서 검출되며, 성층권 상부에서는 고도가 높아질수록 오존의 농도가 희박해진다.

성층권의 하부는 대기가 안정되어 구름이 적고, 기온이 낮으며, 공기가 희박하여 공기 압축기를 보유한 제트여객기들이 순항하기 좋은 여건을 갖추고 있어 9~15km 고도 범위에서 비행을 한다.

1.1.3 중간권

중간권(Mesosphere)은 지구 대기권의 하나로 성층권과 열권 사이의 지표면으로부터 50~80km 부근에 존재하고, 고도가 높아짐에 따라 온도가 감소하여, 중간권 최상부에는 대기권에서 온도가 가장 낮은 중간권계면이 있다.

중간권에 포함된 공기 분자는 태양 복사 에너지와 지구 복사 에너지를 흡수할 공기 분자가 적어 지구 복사 에너지와 태양 복사 에너지의 영향이 가장 적다. 중간권은 고도가 상승함에 따라 온도가 감소하므로 대기가 불안정하여 대류현상이 일어나지만 기상현상은 일어나지 않는다.

1.1.4 열권

열권(Thermosphere)은 지구 대기권의 하나로 중간권과 외기권 사이 존재하며, 지표면으로부터 대략 80km 정도에서 시작하여 일반적으로 500km까지이다. 이 권역은 고도가 높아 대기 가스의 분자 질량에 따라 층을 이루어 배열하게 되며, 또한 태양 에너지에 의해 공기 분자가 이온화되어 자유전자가 밀집되어 전리층이라고 불린다.

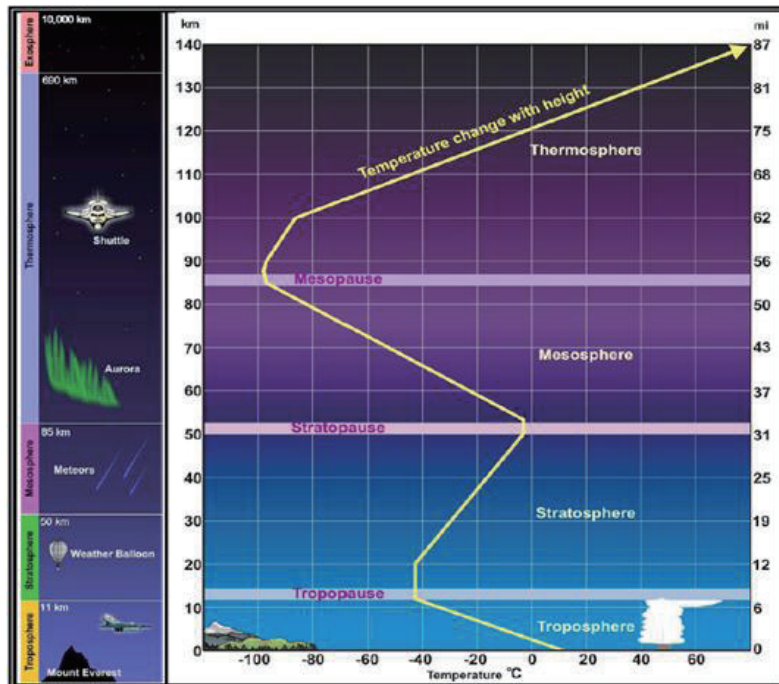
전리층은 아래에서부터 D, E, F, G층으로 구분하며, F층은 고도 180km에서 300km까지로, 55~95m 파장의 전파를 반사한다. 이러한 특징으로 인하여 항공분야에서 HF(High Frequency)주파수를 사용하여 장거리 통신을

한다. HF(High Frequency)는 10~100m파장 범위를 갖고 있는 주파수 2.8~22MHz인 단파이다.

1.1.5 외기권

외기권(Exosphere)은 지구 대기권의 마지막 대기층이다. 아래로는 열권이 있으며, 태양의 활동에 따라 많은 차이가 있어, 지표면으로부터 500~1,000km 정도에서 시작하며, 대략 10,000km 정도까지이다.

외기권의 주된 기체는 산소나 질소와 같은 무거운 원소는 거의 존재하지 않고 수소와 헬륨과 같은 가벼운 원소가 존재한다.



[그림 1-1] 대기의 연직 온도 분포에 의한 구분

1.2 대기의 성분

지구 대기권의 대기 구성 물질은 부피로 보아 99%가 질소(N₂) 78% 및 산소(O₂) 21%로 구성되어 있으며, 기타 1%는 아르곤(Ar), 이산화탄소(CO₂), 헬륨(He), 메탄(CH₄), 수소(H₂), 수증기(H₂O), 일산화질소(NO), 오존(O₃), 일산화탄소(CO) 등이 차지하고 있다. 이들은 일반적으로 고도 80km까지 균일한 구성분포를 유지하고 있어 균질권(homosphere)이라고 하며, 고도가 높아짐에 따라 공기 밀도는 감소한다.

고도 80km 이상에서는 대기의 성분비는 고도가 높아짐에 따라 중력의 영향이 작아지므로 가벼운 기체의 성분비율이 증가하여 성분비가 일정하지 않아 비균질권이라 한다.

1.3 국제표준대기

우리주변의 대기는 계속적으로 특성을 변화시키고 있다. 특히 대기의 기압은 같은 장소라 하더라도 시간에 따라 수시로 변한다. 비행체는 지구 대기권을 비행하기 때문에 이를 구성하고 있는 대기의 영향에 매우 민감할 수밖에 없다.

항공기들이 공간을 비행하면서 항공관제를 받아 항공기간의 거리 및 고도에 따른 안전거리 확보, 그리고 항공기의 비행성능 및 엔진의

출력 등에 대한 비교, 항공기를 설계하고 운용하기 위해서는 어떠한 기준이 되는 표준 대기의 상태를 설정할 필요가 있다. 표준대기는 국제적으로 통일시킬 필요가 있으므로 ICAO에서는 1964년 국제표준대기(ISA: International Standard Atmosphere)를 국제 협약(International Agreements)으로 규정하였다.

ICAO에서 정한 국제표준대기 조건으로, 공기는 건조공기(지표면으로부터 80km까지의 균질권 : 질소 78%, 산소 21%, 기타 1%인 부피비 균일)로서 이상기체 상태방정식을 고도, 온도, 시간에 관계없이 만족하여야 한다. 또한 표준대기(Standard Atmosphere)는 기압이나 기온 등의 고도분포를 실제대기의 평균상태에 근사하도록 단순한 형태로 표시한 기준대기를 말하며, 다음과 같은 물리적 상수를 사용한다.

- 해면상 표준기압 : 1,013.25mb,
29.921in-Hg
- 해면상 공기밀도 : 1,225kg/m³
- 중력가속도 : 9.80665m/s²
- 음속 340.43m/s
- 해면상 기온 : 15℃, 288.15K
- 결빙 온도 : 273.15K
- 고도별 온도 변화율 : 11.0km까지
-6.5℃/km
- 고도별 온도 변화율 : 11.0~20.0km는
0.0℃/km(등온층)

[표 1-1] 표준대기표(Standard Atmosphere Table)

기하학적 고도 (ft)	온도 (°C) [-6.5°C/km]	기압	
		(in-Hg)	(mb) (hPa)
0	15.0	29.920	1013.2
1000	13.0	28.854	977.1
2000	11.0	27.820	942.1
3000	9.1	26.816	908.1
4000	7.1	24.841	875.1
5000	5.1	24.895	843.0
6000	3.1	23.977	812.0
7000	1.1	23.087	781.8
8000	-0.8	22.224	752.6(≈3/4 기압)
9000	-2.8	21.387	724.2
10000	-4.8	20.576	696.8
11000	-6.8	19.790	670.2
12000	-8.8	19.029	644.4
13000	-10.8	18.291	619.4
14000	-12.7	17.577	595.2
15000	-14.7	16.885	571.8
16000	-16.7	16.216	549.1
17000	-18.7	15.568	527.2
18000	-20.7	14.941	506.0(≈1/2 기압)
19000	-22.6	14.335	485.5
20000	-24.6	13.750	465.6
25000	-34.5	11.103	376.0
30000	-44.4	8.885	300.9
34000	-52.4	7.382	250.0(≈1/4 기압)
35000	-54.3	7.040	238.4
40000	-56.5	5.538	187.5

주) 제트여객기가 고공비행시 여압된 객실의 기압은 해면상 표준대기압의 3/4에 해당하는 고도 8,000ft 아래로 설정된다. 반면 왕복엔진을 장착한 항공기들의 최대 운용고도 상한은 일반적으로 18,000ft 정도로 해면상 표준대기압의 1/2에 해당된다.

2.1 대기의 기온과 습도

2.1.1 대기의 열전달

열은 복사(Radiation), 전도(Conduction) 그리고 대류(Convection)라는 세 가지 방법으로 전달되며, 실제로는 둘 또는 세 가지 현상이 동시에 일어난다.

- 복사(Radiation) : 물체로부터 방출되는 전자파를 총칭하여 복사라고 한다. 전자기파에 의한 에너지 전달 방법으로써, 에너지가 이동하는데 매체를 필요로 하지 않는다. 때문에 우주 공간을 지나오는 태양에너지의 이동은 주로 복사 형태로 이루어진다.
- 전도(Conduction) : 분자운동을 통한 에너지 전달 방법으로서, 물질의 이동 없이 열이 물체의 고온부에서 저온부로 이동하는 현상을 말한다. 열전도는 온도차이가 있을 때에만 일어난다.
- 대류(Convection) : 유체(기체나 액체)의 일부분이 가열 또는 냉각으로 인하여 분자운동이 발생하며, 이로 인하여 유체 내부의 밀도 차이가 생기면서, 밀도가 작은 부분은 상승하고 밀도가 큰 부분은 하강하게 되는데, 이러한 이동현상을 말한다.

- 이류(Advection) : 연직방향으로의 유체(기체나 액체) 운동에 의한 수송이 우세한 경우를 대류라 하고, 수평방향으로의 유체 운동에 의한 수송이 우세한 경우를 이류라고 한다. 공간적으로 널리 퍼져 있는 대기는 가지고 있는 온도, 성분 등의 물리량 분포가 일정하지 않다. 어떤 지점에서의 특정 물리량의 시간적 변화에는 다른 장소로부터 유체가 이동되어 오는데 따른 변화가 포함되어 있다. 이와 같은 수평적 이동 현상을 이류라고 한다.

(주) 유체(fluid)는 일정한 상태를 유지하는 고체와는 달리 자신의 상태를 유지하지 않고 흐를 수 있는 액체나 기체를 유체라고 한다.

2.1.2 기온

온도는 물체의 차갑고 뜨거운 정도를 수량적으로 표시한 것이며, 공기의 차고 더운 정도를 수량으로 나타낸 것이 기온이다. 온도 단위는 섭씨온도, 화씨온도 그리고 절대온도가 있다.

- 섭씨온도(Celsius, °C)
 - 1기압에서 물의 어는점을 0°C, 끓는점을 100°C로 하여, 그 사이를 100등분한 온도이며, 단위 기호는 °C로 표기한다.

- 화씨온도(Fahrenheit, °F)
 - 소금, 암모니아 등을 만들 수 있는 가장 낮은 온도를 0°F(≒-18°C)로 정의하고, 물의 어는점을 32°F, 끓는점을 212°F로 하여, 그 사이를 180등분한 온도이며, 단위 기호는 °F를 사용한다.
- 절대온도(Kelvin, K)
 - 열역학 제2법칙에 따라 이론적으로 정해진 온도로서, 이론상 생각할 수 있는 최저 온도를 기준으로 하는 온도 단위이다. 즉, 그 기준점인 0K는 이상기체의 부피가 0이 되는 극한온도 -273.15°C와 일치한다. 절대온도를 기준으로 한 온도를 금을 절대온도(absolute temperature) 또는 켈빈 온도(Kelvin temperature) 눈금이라 부른다. 이 눈금의 기호로 °(도) 표시가 없는 K를 쓰고, 켈빈(Kelvin)이라 읽는다.
- 온도 환산법
 - 섭씨와 화씨온도의 관계
 - : $^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times \frac{5}{9}$
 - 섭씨와 절대온도의 관계 : $^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273.15$
 - 화씨와 섭씨온도의 관계 : $^{\circ}\text{F} = 1.8^{\circ}\text{C} + 32$
 - 화씨와 절대온도의 관계
 - : $^{\circ}\text{F} = (\text{K} \times \frac{5}{9}) - 459.67$
 - 절대온도와 섭씨온도의 관계
 - : $\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.15$
 - 절대온도와 화씨온도의 관계

$$: \text{K} = (^{\circ}\text{F} + 459.67) \times \frac{5}{9}$$

2.1.3 기온의 일변화

- 일사량 변화 : 태양으로부터 받는 지면에서의 일사량은 일출과 더불어 차츰 증가되다가 일몰이 되면 없어진다. 일출과 더불어 지면의 온도가 상승함에 따라 복사열에 의하여 대기가 데워져 기온이 상승한다. 일사량은 정오에 최대가 되지만 지표에 흡수된 에너지가 축적되어 일 최고 기온은 다소 지연되어 오후 1~3시 사이에 나타난다. 일몰 후 일사량은 없어지지만 이후에도 지면 복사의 방출은 계속되기 때문에 최저 기온은 일출 직후에 나타난다.
- 역전층 : 비열이 작은 육지는 바다보다 쉽게 뜨거워지고, 쉽게 식는다. 이러한 특징 때문에 고도에 따라 온도가 상승하는 역전층이 지표 가까이에서 생성되게 된다. 일 최고 기온에 도달한 후, 일사량이 감소하기 시작하면서 지면의 기온도 감소하는데, 비열이 작은 지표는 대기보다 더 빠르게 온도가 떨어지게 된다. 따라서 지표 가까이에서 있는 곳의 기온이 지표에서 어느 정도 떨어져 있는 상층보다 더 낮아지게 된다. 결과적으로 지면에서 상층으로 올라갈수록 기온이 높아지는 지면 역전층이 발생하고 복사냉각에 의해 발생하므로 복사역전

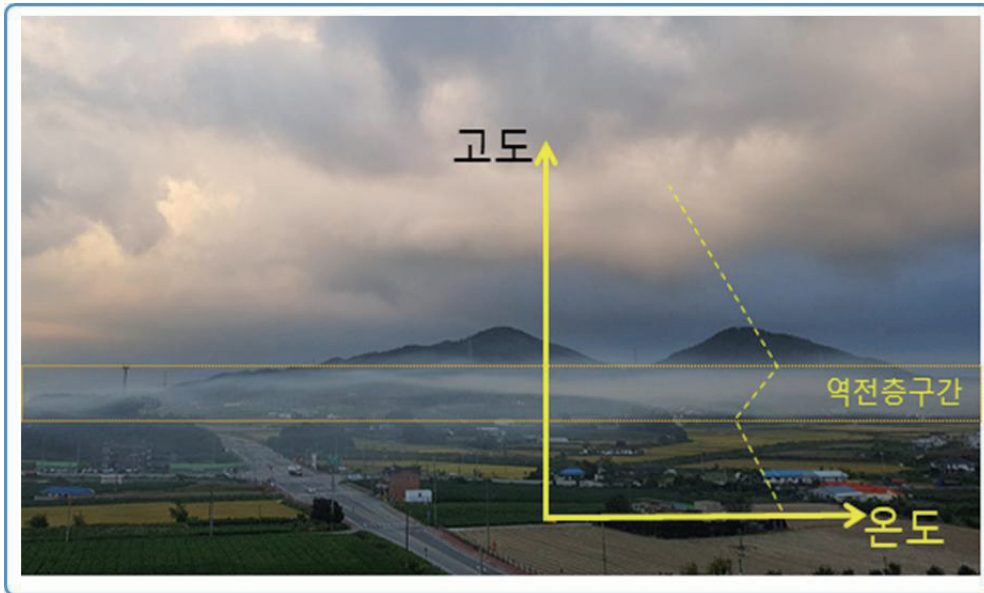
층으로 불리기도하며, 이런 날은 안개가 발생할 확률이 높다.

대류권에서 대기의 온도는 고도가 상승하면서 약 6.5℃/km의 비율로 감소한다. 그러나 어떤 상층구역에서는 고도가 상승함에도 기온이 감소되지 않는 기온 역전이 나타나며 상층역전으로 불리고, 이러한 현상은 지상에서 발생한 연기가 위로 올라가지 않고 역전층 구간에서 얇고 평탄한 구름형태로 정체되어 잔류한다.

2.1.4 습도

나로 기체에 관련된 압력을 부분압력이라 하며, 이 중 수증기의 부분압력을 수증기압이라 한다. 단위는 hPa 또는 mb로 표시한다. 어떠한 상태의 온도와 기압 조건에서 공기덩어리가 보유할 수 있는 최대 수증기량이 같을 때를 포화라고 하며, 이때의 수증기압을 포화 수증기압이라 한다. 포화 수증기압(saturated vapor pressure)은 온도가 증가할수록 커진다.

- 절대 습도 : 절대 습도는 1m³ 공기 중에 포함되어 있는 수증기의 g수. 공기덩어리에



[그림 2-1] 기온역전층 구역에 정체된 연기

습도는 공기 중에 수증기가 포함되어 있는 정도 또는 그 양을 나타내는 것이다.

- 수증기압 : 수증기압은 혼합기체 중의 하

수증기량의 변화가 없어도 기온이 변하면 공기가 팽창 또는 수축하여 절대습도가 변하며, 단위는 kg/m³를 사용한다.

- 이슬점 온도(dew point) : 이슬점 온도는

공기 중에 수증기가 포화되기 위하여 냉각되어야 하는 온도인데, 이온도에 도달하면 공기가 포화되고 이슬이 맺히기 시작한다.

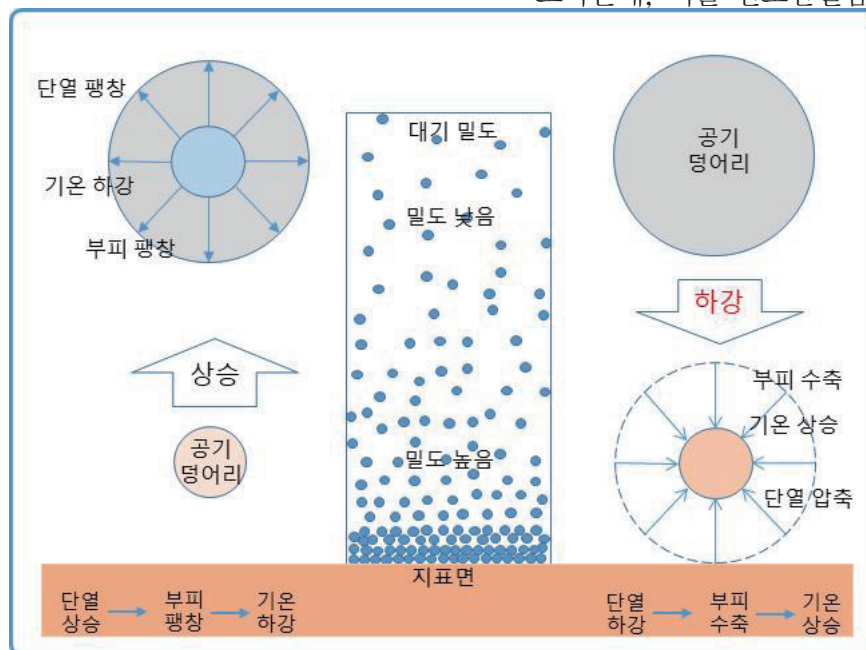
- 상대습도(RH, Relative Humidity) : 상대 습도는 현재 공기 중에 포함되어 있는 수증기의 양과 그 온도에서의 포화 수증기량을 백분율로 표현한 것. 또는 포화 수증기압에 대한 현재 수증기압의 비를 나타내기도 한다. 상대습도는 수증기량 외에도 온도의 영향을 받는다. 상대습도의 일변화는 기온의 일변화에 따라 달라지며 일반적으로 기온이 높을 때 습도가 낮고, 기온이 낮으면 습도가 높다. 일반적으로 습도라고 하면 상대습도를 말한다.

$$\bullet \text{ 상대습도(RH)} = \frac{(\text{현재 수증기압})}{(\text{포화 수증기압})} \times 100(\%)$$

2.1.5 단열과정

기체가 외부로부터 열을 얻거나 빼앗기지 않고 온도가 변하는 현상을 단열변화라고 한다.

- 단열팽창 : 공기가 상승하면 주위의 기압이 낮아지면서 공기 덩어리가 팽창하게 되는데, 이러한 현상을 단열팽창이라 한다.
- 단열압축 : 공기의 하강으로 인해 주위의 기압이 높아지면 공기 덩어리가 압축하게 되는데, 이것을 단열압축이라 한다.
- 건조단열변화 : 포화되지 않은 건조한 공기가 상승 또는 하강하면서 주위의 기압 변화에 따라 온도가 단열적으로 변화하는 것을 말하며, 건조한 공기 덩어리가 1km 상승할 때마다 약 10℃ 정도의 온도가 감소하는데, 이를 건조단열감률(-10℃/km)



[그림 2-2] 공기덩어리의 단열 변화

이라 한다.

- 습윤단열변화 : 수증기로 포화된 습윤한 공기가 상승 또는 하강하면서 주위의 기압 변화에 따라 온도가 단열적으로 변화하는 것을 말하며, 습윤한 공기 덩어리가 1km 상승할 때마다 약 4~6℃ 정도의 온도가 감소하게 된다. 이를 습윤단열감률(-4~-6℃/km)이라 한다.

$$=0.0295300inHg$$

- 해면기압 : 평균해수면 높이에서의 기압이다. 높이가 다른 여러 관측소의 기압을 해면에서 측정한 값으로 환산한 값이며, 일기도에는 해면기압을 기록한다.

$$\begin{aligned} (\text{주}) \text{1표준기압(atm)} &= 760mmHg = 1,013.25hPa \\ &= 29.92inHg \end{aligned}$$

2.2 기압

대기의 압력을 기압이라 한다. 유체 내의 어떤 점의 압력은 모든 방향으로 균일하게 작용하지만, 어떤 점의 기압이란 그 점을 중심으로 한 단위면적 위에서 연직으로 취한 공기 기둥 안의 공기 무게를 말한다.

2.2.2 기압고도계 설정방식

항공기의 기압고도계는 국제표준대기를 근거로 하여 고도를 정의하고 있으며, 관제에 사용되는 전이고도(Transition Altitude, Transition Level)는 나라마다 다르게 설정(우리나라 및 일본 14,000ft, 미국 18,000ft)되어 있고, 항공기 운영에 따라 기압고도계 설정방식도 다르게 다음과 같이 운영하고 있다.

2.2.1 기압의 측정단위

- 공식적인 기압의 단위는 hPa이며, 소수 첫째자리까지 측정한다.
- 수은주 760mm의 높이에 해당하는 기압을 표준기압이라 하고, 이것을 1기압(atm)이라고 하며, 큰 압력을 측정하는 단위로 사용한다.
- 국제단위계(SI)의 압력단위 1파스칼(Pa)은 1m³당 1N의 힘으로 정의된다.

$$(\text{주}) 1mb=1hPa=0.750062mmHg$$

2.2.2.1 QNH

관제탑에서 제공하는 고도 압력으로 조종사가 항공기의 기압고도계를 맞추는 방식으로 해당 활주로로부터의 해면고도가 고도계에 표시된다.

우리나라에서 QNH는 전이고도 14,000ft 이하에서 운항할 때 사용되며, 장거리 비행을 하는 경우 가까운 비행장에서 제공하는 고도 압력을 세팅하면서 비행을 하여야 한다.

2.2.2.2 QNE

조종사가 항공기의 고도계를 표준대기압 29.92 in-Hg 또는 1013.25mb에 맞추는 방식으로, 우리나라는 전이고도 14,000ft 이상에서 사용한다. 일반적으로 이것을 기압고도라고도 한다.

2.2.2.3 QFE

항공기가 활주로의 표고 또는 착지지점으로 부터의 고도를 표시하도록 기압고도계를 현지 기압으로 맞추는 방식으로, 활주로 출발 시에 기압고도계가 0ft를 나타내도록 한다. 이러한 방식을 Zero Setting이라고 한다.

관제탑이 없는 비행장 또는 이착륙장에서, 주로 장주비행 또는 Local(한정된 지역) 비행을 할 경우 주로 사용한다.

2.3 고기압과 저기압

2.3.1 고기압 : 고기압은 중심 기압이 주변보다 높은 곳을 말한다.

2.3.1.1 고기압의 특성

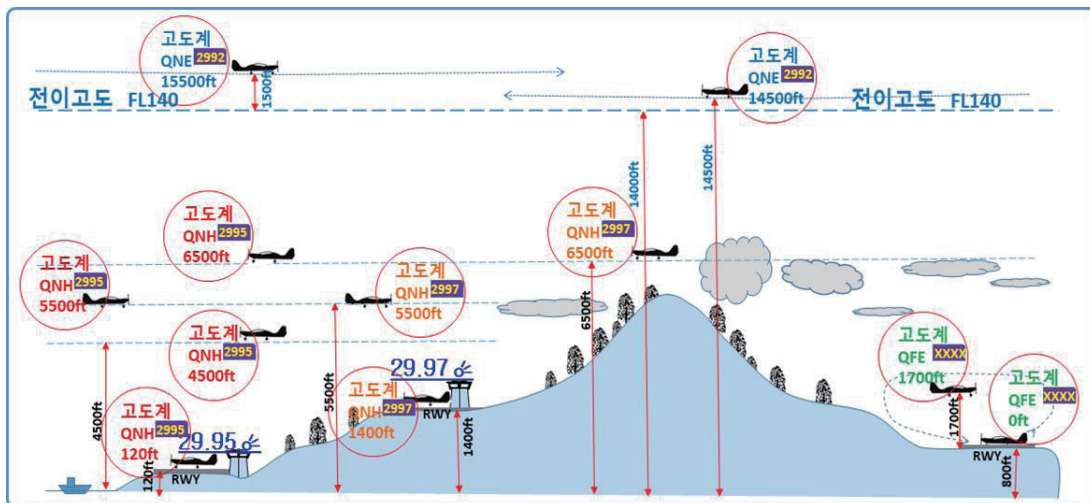
고기압권 내의 바람은 북반구에서는 고기압 중심 주위를 시계방향으로 회전하고, 남반구에서는 반시계방향으로 회전하면서 바람이 불어 나간다.

등압선과 풍향이 이루는 각은 해상에서는 약 15° 정도이고, 육상에서는 지형이나 풍속에 의해 약 25~35°로 해상보다 크게 나타난다.

2.3.1.2 고기압의 분류

○ 온난고기압

- 온난고기압은 대기대순환에 의해 역학적으로 생기는 고기압으로 키가 크며 중심이 주위보다 온난하여 상공으로 갈수록



[그림 2-3] 시계비행방식에서 기압고도계 설정방식 예

더욱 고기압이 현저하고 거의 이동하지 않는다.

- 상층에서 기압능(Ridge)이 발달하면 저지(blocking) 현상을 일으키기도 한다. 공기의 침강으로 온난 건조하므로 맑은 날씨가 특징이 있다.

(주) 기압능(Ridge) : 대기 중의 같은 고도면에서 주위보다 기압이 상대적으로 높은 지역을 말한다.

○ 한랭고기압

- 겨울철 고위도 지방의 대륙에서 지표의 복사냉각에 의해 공기의 밀도가 커짐으로써 발생하는 고기압으로, 매우 한랭하여 한랭고기압이라고 한다.
- 3km 정도의 상공에서는 고기압 성질이 없어질 정도로 키가 작아서 키 작은 고기압이라고도 한다. 한랭고기압은 온난 고기압과 달리 상층에 저기압이 있기 때문에 일기가 좋지 않다.

2.3.2 저기압 : 저기압은 중심 기압이 주변보다 기압이 낮은 곳을 말한다.

2.3.2.1 저기압의 특성

지상에서의 바람은 북반구에서 저기압 중심을 향하여 반시계 방향으로 불어 들어온다. 저기압에 동반된 한랭전선은 저기압 중심에서 남서쪽으로, 온난전선은 저기압 중심에서 남동쪽으로 향하게 된다.

강수는 공기의 상승과 관련되어 나타나는데, 공기가 수렴하는 저기압 중심 부근에서 발생하기도 하며, 또한 따뜻한 공기가 차갑고 밀도가 큰 공기를 타고 상승하는 전선을 따라 발생한다.

2.3.2.2 저기압의 분류

저기압은 전선의 유무에 따라 전선저기압과 비전선저기압으로 분류하며, 구조에 따라 한랭저기압과 온난저기압으로 분류된다. 또한, 발생 지역에 따라 온대저기압과 열대저기압으로 분류할 수 있다.

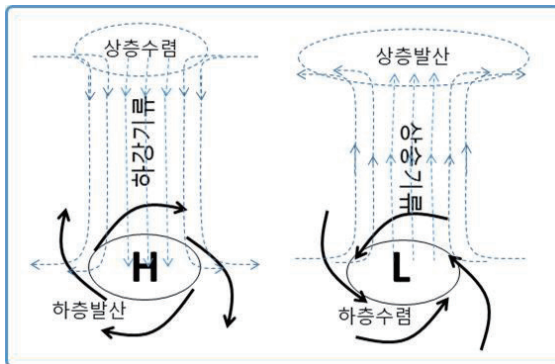
- 한랭저기압(Cold Low) : 동일한 고도에서 저기압 중심 부근의 기온이 주위보다 한랭하고 기온감률이 급하여 상층으로 갈수록 저기압성 순환이 증가하고 서서히 이동하는 저기압이다. 온난저기압에 비해 키가 크고 저기압 주변의 대기안정도는 일반적으로 불안정하다.

- 온난저기압(Warm Low) : 동일한 고도에서 저기압 중심 부근의 기온이 주위보다 온난하다. 기온감률이 완만하여 상층으로 갈수록 저기압성 순환이 약화·소멸되어 오히려 고기압성 순환이 생기며, 키가 작고 이동 속도도 빠르다.

2.3.2.3 저기압의 바람 구조

저기압에서의 기류는 저기압 주변의 공기가 저기압 중심을 향해 반시계 방향으로 회전하면

서 수렴하여 생기는 상승기류이다. 공기의 수평수렴은 지표면 근처에서 일어나고, 상층대기에서는 수평발산에 의한 공기의 유출이 일어난다.



[그림 2-4] 고기압과 저기압의 바람구조

2.4 바람

2.4.1 바람

바람은 공기의 지표면에 대한 상대적 운동으로, 온도와 습도의 변화를 가져온다. 풍속의 수평성분이 수직성분보다 매우 크므로 일반적인 기상관측에서는 수평성분만을 대상으로 한다.

- 풍향 : 풍향은 바람이 불어오는 방향을 말하며, 일반적으로 일정 시간 내의 평균풍향을 의미한다. 8방위, 16방위 또는 32방위로 나타내며 지리학상의 진북을 기준으로 한다. 항공에서는 일반적으로 바람이 불어오는 방향에 따라 36방위를 사용한다. 또한 관제사가 제공하는 바람정보는 자북을 기준으로 3자리 수를 사용한다.

- 풍속 : 풍속은 공기가 이동한 거리와 이에 소요된 시간의 비로써, 일정 시간에 대한 경우를 평균풍속이라 한다. 순간적인 값을 순간풍속이라고 표현하기도 하지만, 단지 풍속이라고 할 때에는 평균풍속을 의미한다. 풍속의 단위는 일반적으로 m/s를 이용하나, km/hr, mile/hr, knot를 사용할 때도 있다. 기상전문에서는 노트(knot)가 주로 사용하는데 m/s의 2배를 하면 대략 노트 값과 일치한다.

(주) 풍속이 0.5m/s(1 knot) 이하일 때를 정온(calm)이라 하며, 바람이 약해서 풍향을 확실하게 결정할 수 없는 경우이다. 따라서 풍향이 없는 것으로 하여 기록할 때에는 '00'으로 표기한다.

- 바람속도(Wind Velocity) : 바람속도는 바람의 벡터 성분을 표현하는 것으로서, 스칼라 양인 풍속(Wind Speed)과는 다르다. 바람속도의 크기가 풍속이며, 풍속에 바람 방향 성분이 포함된 것이 바람속도(Wind Velocity)이다.
- 바람시어(Wind Shear) : 바람시어는 바람 진행방향에 대해 수직 또는 수평 방향의 풍속 변화로서, 풍속 및 풍향이 갑자기 바뀌는 돌풍 현상을 가리킨다. 수평으로 바람시어가 발생하면 기압불안정이 생겨서 소용돌이가 형성되고, 연직으로 바람시어가 발생되면 기류가 흩어져서 청천난류 등이 발생한다.

2.4.2 바람을 일으키는 힘

2.4.2.1 기압경도력

두 지점 사이에 압력이 다르면 압력이 큰 쪽에서 작은 쪽으로 힘이 작용하게 되는데, 이를 기압경도력이라 한다. 기압경도력은 두 지점간의 기압차에 비례하고 거리에 반비례한다. 바람은 기압이 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 힘이 작용하고 등압선의 간격이 좁으면 좁을수록 바람이 더욱 세다.

$$\text{기압경도력}(f) \propto \Delta P/L$$

(ΔP : 두 지점간의 기압차,

L : 두 지점간의 거리)

2.4.2.2 전향력

(Coriolis Force, 코리올리 힘)

자전하는 지구의 표면을 따라 운동하는 질량을 가진 물체는 각운동량 보존을 위해 힘을 받게 되는데 이를 전향력 또는 코리올리 힘이라 한다. 코리올리 효과는 회전하는 원판 위의 내부 어느 지점에서 가장자리 쪽으로 직선을 그었을 때 원판에는 곡선으로 그려지게 된다. 지

구상에서 운동하는 모든 물체는 북반구에서는 오른쪽으로 편향되고, 남반구에서는 왼쪽으로 편향되며 고위도로 갈수록 크게 작용한다. 전향력은 적도에서는 0이며, 위도가 증가함에 따라 전향력이 증가하여 극에서 최대가 된다.

2.4.2.3 지표마찰력

대기의 분자는 서로 충돌하면서 마찰을 일으키고 지면과도 마찰을 일으키는데, 이때 발생하는 마찰열은 대개 열에너지로 전환되며 대기의 운동을 복잡하게 만드는 원인이 된다.

지표면이 거친 지형일수록 마찰효과도 커지며, 또한 풍속이 강하면 마찰도 커지게 된다. 마찰은 바람 방향과 반대로 작용하기 때문에 직접적으로 바람에 영향을 미친다.

지표면에서 바람의 방향과 속도는 지형의 영향을 받게 되어 등압선과 일치하지 않으며, 이러한 현상은 지형 형태에 따라 바람의 변화정도가 달라진다.



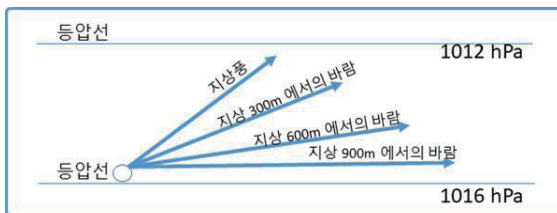
[그림 2-5] 지구가 자전할 때의 전향력

2.4.3 지상마찰에 의한 바람

2.4.3.1 지상풍

등압선에 의한 바람은 고기압에서 저기압으로 가로질러 흐르지만, 지면이 거칠 경우 45° 이상까지 다양하게 틀어지며, 북반구에서 전향력의 영향으로 우측으로 휘게 된다. 공기에 미치는 마찰 효과는 지면 근처에서 가장 크고 고도가 높아지면서 마찰의 영향은 빠르게 감소하고 무시할 수 있다. 지면이 사막이나 평야 지역처럼 평탄할 경우 지면 마찰 효과는 산악지형이나 대형고층건물이 많은 도심 지역보다 효과가 약하게 나타난다.

거친 지면은 바람의 속도와 방향을 변화시키지만 고도가 높아짐에 따라 그 영향은 감소되어 일반적으로 지면으로부터 600m 이상에서는 지표마찰력의 영향을 거의 받지 않게 된다.

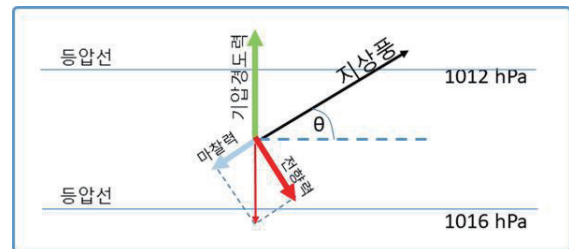


[그림 2-6] 지상마찰에 의한 고도별 바람의 변화

○ 등압선이 직선인 경우

- 지상풍은 전향력과 마찰력의 합력이 기압경도력과 평형을 이루어 등압선과 각(θ)을 이루며 저기압 쪽으로 분다.
- 등압선과 이루는 각(θ)은 마찰력에 비례하고 고도에 반비례한다.

- 해양은 대륙보다 마찰력이 작아 등압선과 이루는 각(θ)이 작다.(등압선과 이루는 각이 대륙은 45°, 해양은 10°정도이다.)
- 전향력의 영향으로 북반구는 오른쪽(남반구는 왼쪽)으로 치우쳐 분다.



[그림 2-7] 지상풍(등압선이 직선인 경우)

○ 등압선이 원형인 경우

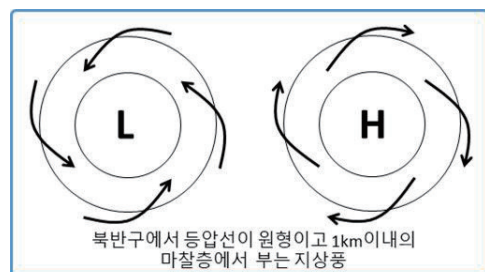
- 지상풍은 바람에 작용하는 모든 힘, 즉 기압경도력, 전향력, 원심력, 마찰력의 합력이 균형을 이루어 분다.

○ 등압선 원형의 중심이 고기압인 경우

- 북반구(남반구)에서 시계 방향(반시계 방향)으로 불어 나간다.

○ 등압선 원형의 중심이 저기압인 경우

- 북반구(남반구)에서 반시계 방향(시계 방향)으로 불어 들어간다.



[그림 2-8] 지상풍(등압선이 원형인 경우)

○ 이·착륙할 때의 지상풍 영향 : 일반적으로 바람은 불어오는 방향에 따라 명칭이 붙는다. 그러나 항공기에서는 항공기를 중심으로 다음과 같이 방향을 구분한다.

- 정풍(Head Wind) : 항공기 전면에서 뒤쪽으로 부는 바람
- 배풍(Tail Wind) : 항공기 뒤쪽에서 앞으로 부는 바람
- 측풍(Cross Wind) : 측면에서 부는 바람
- 상승기류(Up-Draft) : 지상에서 하늘 쪽으로 부는 상승풍
- 하강기류(Down-Draft) : 하늘에서 지상 쪽으로 부는 하강풍

2.4.3.2 거스트(gust, 돌풍)

일정 시간 내(일반적으로 10분간)에 평균 풍속보다 10knot 이상의 차이가 있으며, 순간 최대 풍속이 17knot이상의 강풍일 경우 지속시간이 초 단위 일 때를 말한다. 돌풍이 불 때는 풍향도 급변하며, 때로는 천둥을 동반하기도 하고, 수 분에서 1시간 정도 계속되기도 한다.

일기도상으로는 보통 발달하기 시작한 저기압에 따르는 한랭전선에 동반되며, 돌풍이 커지느냐의 여부는 기온의 수직방향의 체감률과 풍속의 차이에 의해서 정해진다.

2.4.3.3 스콜(squall, 국지성호우)

스콜은 풍속의 증가가 매초 8m 이상, 풍속이 매초 11m 이상에 달하고 적어도 1분 이상 그

상태가 지속되는 경우의 바람을 말하며, 갑자기 불기 시작하여 몇 분 동안 계속된 후 갑자기 멈추는 바람으로 풍향이 급변할 때가 많다.

흔히 강수와 뇌우 등의 변화도 가리키는데, 이 경우에도 바람의 돌연한 변화를 동반하는 경우에만 한다. 스콜은 특징 있는 모양의 구름이 나타나지만, 구름이 전혀 나타나지 않을 때도 있다.

2.4.3.4 태풍(열대성 저기압)

○ 열대성 저기압 중심부의 최대 풍속이 17m/s이상일 때를 말하며, 폭풍우를 동반한다. 열대성 저기압의 종류는 다음과 같다.

- 태풍(typhoon) : 북태평양 남서부인 필리핀 부근 해역에서 발생하여 동북아시아를 내습하는 열대성 저기압
- 허리케인(hurricane) : 서인도 제도에서 발생하여 플로리다를 포함한 미국 동남부를 피해를 주는 열대성 저기압
- 사이클론(cyclone) : 인도양에서 발생하여 그 주변에 피해를 주는 열대성 저기압
- 윌리윌리(willy-willy) : 남태평양 해상에서 발생하는 열대성 저기압

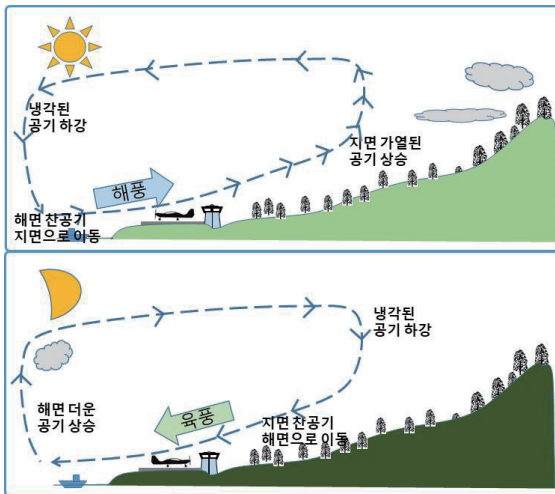
○ 태풍의 눈 : 태풍의 중심부를 말하며 중심 부근에서는 기압경도력과 원심력이 커지므로 전향력과 마찰력도 따라서 커지게 되어 5m/s이하의 미풍이 불게 되고 비도 내리지 않고 날씨도 부분적으로 맑은 날씨를 보이게 된다.

○ 태풍의 발생장소 : 태풍의 발생장소는 태풍의 에너지원인 따뜻한 수분(잠열)과 회전력을 뒷받침할 수 있는 기압경도력이 존재하는 북위 5°~25°와 동경 120°~170°사이의 범위 내에서 발생한다.

2.4.4. 국지풍

2.4.4.1 해륙풍

해안 지역에서 낮과 밤에 풍향이 변하는 현상도 기온의 일변화 영향이다. 육지와 바다의 비열 차이로 밤낮의 해상과 육상의 기온경도가 바뀌게 되어, 밤에는 육풍, 낮에는 해풍이 부는



[그림 2-9] 해륙풍(낮 : 바다 → 육지, 밤 : 육지 → 바다)

해륙풍이 불게 된다.

낮에 육지가 바다보다 빨리 가열되어 육지에 상승 기류와 함께 저기압이 발생되어 부는 바람을 말한다.(밤에 육지가 바다보다 빨리 냉각

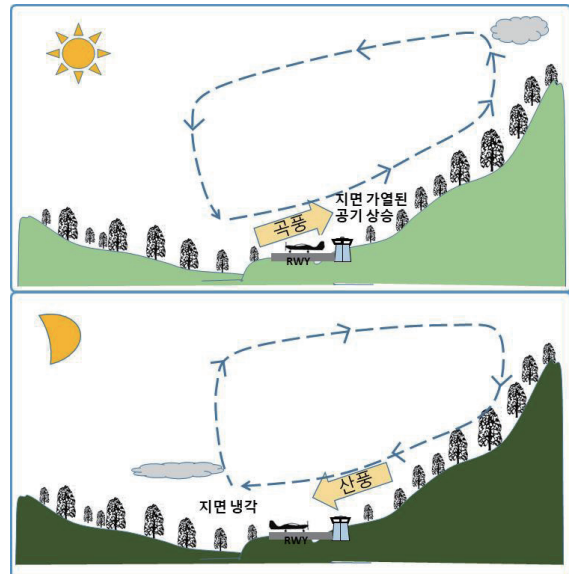
되어 육지에 하강기류와 함께 고기압 발생)

- 낮 : 바다 → 육지로 공기 이동(해풍)
- 밤 : 육지 → 바다로 공기 이동(육풍)

2.4.4.2 산곡풍(Mountain and Valley Breeze)

산악풍과 곡풍은 산악지역에서는 주간에 대기가 뜨거워지면 상승기류가 산맥을 따라 경사를 이루어 위로 올라간다. 반대로 야간에는 대기가 냉각되면서 하강기류가 발생하여 산 정상에서 아래로 경사를 따라 내려온다. 이런 현상을 전자는 곡풍이라 부르고 후자는 산악풍이라 한다.

- 낮 : 골짜기 → 산 정상으로 공기 이동(곡풍)
- 밤 : 산 정상 → 산 아래로 공기 이동(산풍)



[그림 2-10] 산곡풍(낮 : 골짜기 → 산, 밤 : 산 정상 → 산 아래)

2.4.4.3 높새바람(Foehn)

공기가 뜨거워지고 건조하면 단열성 압축현상 때문에 대기의 기류가 경사를 따라 내려간다. 이런 현상은 우리나라 동해 지역에서 흔히 나타난다. 즉, 태백산맥을 기점으로 하여, 서쪽에서 건조하고 습한 차가운 바람이 산을 올라가면서 구름을 형성하고 산 정상 부근에서 비를 내린 후, 건조한 공기가 동쪽으로 산을 내려가면서 온도가 높아지는 현상이 발생한다.

산 정상을 오르는 습윤한 공기 덩어리는 습윤단열변화가 발생하여 1km 상승할 때마다 약 5℃정도의 온도가 감소하게 되고, 산 정상에서 건조한 공기 덩어리로 변화되어 산을 내려오면서 건조단열변화가 발생하여 1km 하강할 때마다 약 10℃ 정도의 온도가 상승하게 된다.

2.5 기단

기단은 주어진 고도에서, 온도와 습도 등 수평적으로 그 성질이 비슷한 대규모의 공기덩어리다.

2.5.1 기단의 분류

기단은 발원지의 위도에 따른 온도분포로 크게 열대기단(T), 한대기단(P), 극기단(A)으로 분류한다. 또한 습도 조건에 따라, 대륙에서 발

생한 건조한 것을 대륙성기단(c), 해상에서 발생한 습한 것은 해양성기단(m)으로 세분한다.

2.5.2 기단 성질의 분류

- 열대해양성(mT, maritime Tropical) : 온난, 다습, 불안정
- 열대대륙성(cT, continental Tropical) : 고온, 건조, 안정(상공)/불안정(지상)
- 한대해양성(mP, maritime Polar) : 서늘, 다습, 불안정
- 한대대륙성(cP, continental Polar) : 한랭, 건조, 안정
- 극해양성(mA, maritime Arctic) : 한랭, 다습
- 극대륙성(cA, continental Arctic) : 한랭, 건조

2.5.3 기단의 특성

우리나라 부근에 위치하며 영향을 미치는 기단은 시베리아, 오희츠크해, 북태평양, 양쯔강 기단 등이 있다.

[표 2-1] 우리나라에 영향을 미치는 기단의 특성

명칭	기호	발달 시기	특성
시베리아 기단	cP (대륙성 한대)	주로 겨울	한랭 건조하다. 겨울의 혹한을 일으키고 겨울 계절풍과 더불어 삼한사온 현상을 유발한다.
오호츠크해 기단	mP (해양성 한대)	주로 장마 기	한랭 다습하다. 동해안 지역을 흐리게 하고, 비를 내리게 한다.
북태평양 기단	mT (해양성 열대)	주로 여름	고온 다습하다. 여름철 더위, 폭염을 가져온다.
양쯔강 기단	cT (대륙성 열대)	봄과 가을	온난 건조하다. 이동성 고기압과 함께 동진해 와서 따뜻하고 건조한 일기를 나타낸다.

를 이루는 것이 전선이다. 찬기단과 더운 기단은 밀도 차이 때문에, 찬 기단은 더운 기단 아래로 썩기 모양으로 파고 들어가게 되고, 더운 기단은 찬 기단 위로 올라가게 되어 안정한 상태로 물고 가게 된다. 이러한 상태에서는 위치에너지가 최소가 되기 때문에 처음보다 위치에너지가 감소된다. 이 위치에너지의 감소부분은 운동에너지로 바뀌어 바람이 불게 된다.

또한, 더운 기단의 상승에 의한 단열냉각으로 수증기가 응결되어 강수현상이 나타나며, 이때 방출된 잠열로 상승한 공기는 부력을 얻어 상승이 촉진되고 방출된 열의 일부는 운동에너지, 즉 바람으로 변환된다.

이와 같이 기상 요소가 어떠한 면을 경계로 하여 급격히 변화하고 있을 때, 이러한 면을 불연속면 또는 전선면이라고 한다. 그리고 이 면이 지면과 만나는 선을 불연속선 혹은 전선이라고 한다. 또 경계층이 지면과 만나는 대역을 전선대라고 한다.

2.6 전선

2.6.1 전선

물리적 성질이 다른 두 기단이 부딪쳐 경계

[표 2-2] 온난전선에 동반되는 전형적인 기상상태

	통과 전	통과 시	통과 후
기압	점차 하강	하강 멈춤	약간 상승 후 하강
풍향	남풍 또는 남동풍	계속 변함	남풍 또는 남서풍
풍속	증가	감소	거의 일정
온도	서늘하다 서서히 따뜻해짐	서서히 상승	따뜻하게된 후 일정
노점온도	일정 (강수 중 증가)	증가	일정
구름	권운, 권층운, 고층운, 난층운, 층운 순으로 나타남	낮은 난층운, 층운	맑으나 가끔 층적운 또는 적란운 (여름)
날씨	계속적 비 또는 눈	이슬비	보통 강수 없음
시정	좋음 (강수 중 악화)	나쁨 (실안개, 안개)	대체로 나쁨 (실안개, 안개)

(주) 잠열이란 물체가 고체에서 액체로, 액체에서 기체로 상태가 변할 때 에너지 변화가 생기며, 이러한 상태변화에 필요한 에너지 또는 열량을 잠열(latent heat)이라 한다.

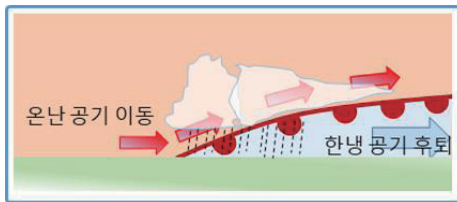
2.6.2 전선의 종류와 특성

2.6.2.1 온난전선(Warm front)

온난전선(Warm front)은 온난한 공기가 한랭한 공기 쪽으로 이동해 가는 전선을 말한다. 더운 공기가 찬 공기 위를 타고 오르기 때문에, 이동속도가 느리고 기울기가 적고, 넓은 지역에 걸쳐 강수가 나타나며 강수강도는 약하다.

○ 온난전선 이동에 따른 지상 일기의 변화 (surface weather changes) : 표 2-2

○ 온난전선의 구조



[그림 2-11] 온난전선 단면

○ 온난전선에서 나타나는 항공기 운항에 위험한 기상

- 온난전선 전면의 광범위한 강수대는 자주 하층에 층운이나 안개를 발생시킨다. 이 경우, 강수는 한랭공기에 수증기를 공급하여 포화상태에 이르게 하므로, 수천 km²의 넓은 지역에 걸쳐 낮은 실링(ceiling)

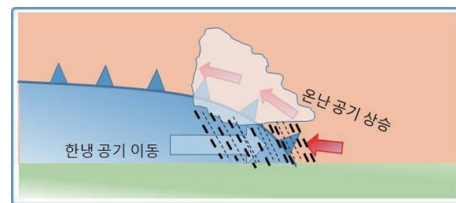
과 악시정을 일으키기도 한다. 만일 한랭공기의 온도가 어는 점 이하일 때, 강수는 어는 비(freezing rain)나 얼음싸라기(ice pellets)의 형태로 나타난다.

- 온난전선이 통과할 때, 하절기에는 뇌우가, 동절기에는 심한 착빙 등 매우 위험한 기상을 초래하기도 한다. 하층 바람시어는 온난전선의 전방에서 6시간 이상 지속되기도 하므로 매우 심각한 문제를 일으킬 수도 있다.

2.6.2.2 한랭전선(Cold front)

한랭전선(Cold front)은 인접한 두 기단 중 한랭기단의 찬 공기가 온난기단의 따뜻한 공기 쪽으로 파고들 때 형성되는 전선을 말한다. 찬 공기가 따뜻한 공기 속을 썩기모양으로 파고들기 때문에 따뜻한 공기는 찬 공기 위를 차고 오르게 된다. 이때 전선 부근에서는 소나기나 뇌우·우박 등 굵은 날씨를 동반하는 경우가 많다. 찬 공기가 따뜻한 공기 속으로 파고들기 때문에 이동 속도가 빠르고 경사가 온난전선보다 기울기가 크다. 또한 좁은 지역에서 강수가 나타나며 강수강도가 강하다.

○ 한랭전선의 구조



[그림 2-12] 한랭전선 단면

[표 2-3] 한랭전선에 동반되는 전형적인 기상상태

	통과 전	통과 시	통과 후
기압	서서히 하강	갑자기 상승	서서히 계속 상승
풍향	남풍 또는 남서풍	돌풍	서풍 또는 북서풍
풍속	증가, 돌풍화	돌풍화	돌풍 후 일정
온도	온난(일정)	갑자기 하강	낮은 상태로 거의 일정
노점온도	거의 일정	갑자기 하강	낮은 상태로 거의 일정
구름	권운, 권층운 증가 후 층적운, 고적운, 고층운 → 적란운	적란운 또는 낮은 난층운 (Ns)	소나기 강도 약화 후 곧 개음
날씨	단기간 소나기(가끔 뇌우)	호우(가끔 뇌우, 우박)	단기간 호우 후 개음
시정	중~약화(안개)	일시 나빠지나 곧 회복	좋음

○ 한랭전선 이동에 따른 지상 일기의 변화 :
표 2-3

○ 한랭전선에서 나타나는 항공기 운항에 위험한 기상

- 조종사가 한랭전선 부근을 비행할 때, 만나는 위험한 기상현상은 전선 앞 스콜선(Squall Line)이나 전선을 따라 나타나는 적운형 구름이다. 이러한 위험 기상현상은 심한 요란, 바람시어, 뇌우, 번개, 심한 소나기, 우박, 착빙, 토네이도 등을 동반한다.
- 뇌우 주변이나 뇌우 하부와 지표면 부근에는 강하고 변화가 심한 돌풍이 나타난다.

2.6.2.3 폐색전선(Occluded front)

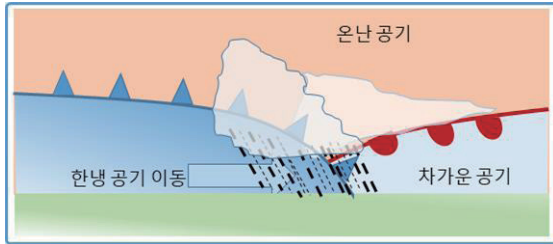
폐색전선(Occluded front)은 온대성 저기압이 발달하는 과정의 마지막 단계로 저기압에

동반된 한랭전선과 온난전선이 합쳐져 폐색상태가 된 전선을 말한다. 이때 한랭전선 후면의 찬 공기가 온난전선 전면의 찬 공기보다 찰 때에는 한랭형 폐색전선이, 반대일 경우에는 온난형 폐색전선이 발생한다. 우리나라 부근(대륙의 동안과 해양)에서는 겨울철에는 한랭형이, 여름철에는 중립형이나 온난형 폐색전선이 많이 발생한다.

○ 폐색전선의 종류

- 한랭형 폐색전선 : 한랭전선의 이동 속도가 온난전선의 이동속도보다 빨라 온난전선을 따라 붙으면서 찬 공기는 위로 올라가고 한랭전선 후면의 더 찬 공기가 온난전선 전면의 찬 공기와 만나서 형성되는 전선을 말한다.
- 온난형 폐색전선 : 한랭형 폐색전선과 반대로, 한랭전선 후면의 찬 공기보다 온난전선의 찬 공기가 더 차가울 때 발생한다.

○ 폐색전선의 구조



[그림 2-13] 폐색전선 단면

○ 폐색전선 이동에 따른 지상 일기 변화

[표 2-4] 폐색전선에 동반되는 전형적인 기상상태

요소	통과 전	통과 시	통과 후
기압	하강	저압점	보통 상승
풍향	동풍, 남동풍 또는 남풍	계속 변함	서풍 또는 북서풍
풍속	증가, 돌풍화	돌풍화	돌풍 후 일정
온도	한랭형	차거나 서늘	한랭
	온난형	한랭	온화
노점온도	일정	한랭형이면 약간 하강	약간 하강, 온난형이면 상승
구름	권운, 권층운, 고층운, 난층운 순으로 나타남	낮은 난층운, 층운	맑으나 가끔 층적운 또는 적란운(여름)
날씨	약한, 보통 또는 강한 비	약한, 보통 강한 연속 강수 또는 소나기	약~보통 강수 후 갬
시정	강수로 악화	강수로 악화	회복

○ 폐색전선에서 나타나는 항공기 운항에 위험한 기상

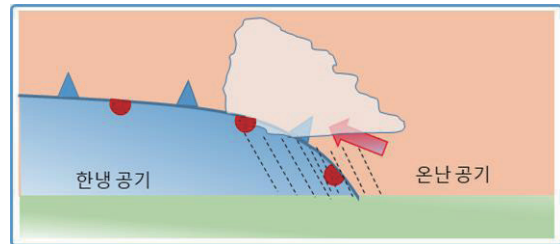
- 광범위하게 한랭전선과 온난전선의 기상 현상이 혼합되어 나타난다. 한랭전선의 특징인 스콜선, 뇌우와 온난전선의 특징인 낮은 실링(ceiling)이 겹쳐서 나타난다. 또한 폐색전선의 북쪽 끝에 있는 강한 저기압 주위에서 강한 바람이 나타난다.
- 따라서 조종사는 폐색전선에서 기상상태가 급격히 변하고, 폐색전선의 발달 초기

에 가장 악화된다는 사실에 유의해야 한다.

2.6.2.4 정체전선(Stationary front)

정체전선(Stationary front)은 움직이지 않거나 움직여도 매우 느리게(10km/hr 미만) 움직이는 전선을 말한다. 상공의 풍향과 전선이 뻗어 있는 방향이 평행을 이루고 있을 때 형성된다.

○ 정체전선의 구조



[그림 2-14] 정체전선 단면

- 정체전선에서 나타나는 항공기 운항에 위험한 기상 : 일반적으로 정체전선에 동반된 날씨는 온난전선과 비슷하여 한랭기단

쪽이 나쁘고 대체로 그 강도는 약하다. 정체전선에 동반된 기상현상 중 가장 뚜렷한 점은 그 기상이 지속적이므로 비행에 위험한 기상조건이 한 지역 내에서 여러 날 동안 계속된다는 것이다.

2.7 구름

하늘에 떠 있는 구름은 대기 중의 수증기가 응결하거나 빙결해서 형성되는 수적 또는 빙정의 집합체라고 할 수 있다.

2.7.1 구름의 구성 및 형성

2.7.1.1 구름의 구성 요소

구름은 어느점보다 높은 온도를 가진 물방울, 어느점보다 낮은 온도를 가진 물방울(과냉각 물방울), 빙정들로 이루어져 있다.

- 과냉각 물방울은 어느점보다 높은 온도에서 수증기가 물방울로 응결된 후, 구름 속의 더 차가운 구역으로 운반될 경우 만들어진다.
- 빙정은 기온이 어느점보다 낮을 때 수증기의 승화과정을 통해 형성된다. 대류권 상층에서 형성된 구름은 대기가 거의 어느점 아래에 있으므로, 대부분 빙정으로 구성되어 있다.

2.7.1.2 구름의 형성

대기 중에서는 공기가 냉각되면 쉽게 포화에 이르게 된다. 비교적 따뜻한 공기가 차가운 지면 또는 수면 위에 머무르게 되면, 접촉에 의하여 접촉면 위의 공기가 냉각된다. 이 때 포화상태에 이르게 되면 안개 또는 층운이 발생되기도 한다.

따뜻한 공기와 찬 공기가 혼합하여 이슬점이 하로 되면 포화상태에 이르게 되어 응결이 일어나게 된다. 이때 주변과 열 교환 없이 공기가 상승하게 되면 단열팽창 되어 외부에 일을 하게 됨에 따라 상승공기는 냉각되게 된다.

구름은 공기가 상승하여 단열냉각에 의해 포화에 이르러 수증기가 응결 또는 빙결됨에 따라 형성된다.

공기를 상승시키는 원인은 다음의 네 가지로 볼 수 있다.

- 대류상승 : 지표면이 국지적으로 가열되면 대류가 일어나 공기가 상승하게 된다. 대류에 의하여 지표면에서 상승한 공기가 상승응결고도에 이르게 되면 응결이 시작되어 구름이 발생한다. 상승응결고도 아래에서 상승 중인 공기덩이를 열기포(상승온난기류, thermal)라고 하는데, 열기포(상승온난기류, thermal)가 부력을 받아 계속 상승하게 되어 응결고도에 도달되면 구름의 모습이 나타나기 시작한다.
- 지형적인 상승 : 풍상측(wind side)에서

온난 다습한 공기가 산의 경사면을 따라 상승하게 되면 단열팽창 냉각되어 응결고도에 이르게 되면 구름이 나타나기 시작하여 산의 정상부에 비를 뿌리고 계속 상승하여 산의 정상부를 지나 풍하측(lee side)으로 이동하면 비는 거의 내리지 않게 되어 풍하측에 강수량이 적은 비그늘(rain shadow)이 형성된다.

- 전선에 의한 상승 : 밀도가 서로 다른 두 개의 공기덩어리(기단)가 만나게 되면 경계면이 생기게 된다. 이 경계면을 전선이라고 부르며, 따뜻하고 습윤한 공기가 상대적으로 찬 공기 위를 올라갈 때 생기는 전선을 온난전선, 상대적으로 찬 공기가 따뜻한 공기 밑으로 썩기모양으로 파고들어 따뜻한 공기가 상승하게 되어 형성되는 전선을 한랭전선이라고 부른다. 온난전선 상에서의 공기의 상승이 자발적이라면 한랭전선 상에서의 상승은 강제상승이라고 볼 수 있다. 이렇게 상승한 공기가 응결고도에 이르게 되면 응결이 시작되어 구름이 발생하게 된다.
- 공기의 수렴에 의한 상승 : 지표면 부근에서 공기가 수렴하게 됨에 따라 공기가 상승하여 구름이 형성된다.

2.7.2 구름의 분류

구름입자의 상(phase)과 수직 발달 정도에

따라 여러 가지 형태로 나타난다. 수적으로 된 구름과 빙정으로 된 구름은 형성고도도 다르고 모양이나 색깔도 다르다.

구름의 수직 발달 정도는 기층의 안정도에 따라 다른데, 불안정한 기층에서는 구름의 두께가 수직으로 두꺼운 적운형, 안정한 기층에서는 수직발달이 제한되어 비교적 얇은 층운형의 구름이 발달한다.

2.7.2.1 상층운(high-level clouds) : 상층운은 운저고도가 보통 6km 이상이어서 주위의 온도가 매우 낮고 건조하다. 이 때문에 상층운은 거의 빙정으로 이루어져 있으며, 그 두께도 아주 얇다. 상층운에는 권운(Cirrus), 권적운(Cirrocumulus), 권층운(Cirrostratus)이 있다.

2.7.2.2 중층운(medium-level clouds) : 중층운은 중위도지방에서는 구름 저면의 높이가 2~6km이어서 수적으로 되어있는 경우가 많지만 기온이 충분히 낮아지면 그 일부는 빙정이 되기도 한다. 중층운에는 고적운(Alto cumulus), 고층운(Altostratus)이 있다.

2.7.2.3 하층운(low-level clouds) : 하층운은 중위도 지방에서는 운저고도가 2km이하이며, 거의 수적으로 되어 있으나 추운 날씨에는 빙편과 눈을 포함하기도 한다. 하

층운에는 층운(Stratus), 난층운(Nimbostratus), 층적운(Stratocumulus)이 있다.

2.7.2.4 수직운(convective clouds) : 수직운은 보통 하층운의 고도로부터 상층운의 고도에까지 확장하는 수직으로 발달하는 구름이며, 불안정한 공기와 아주 밀접하게 관련되어 있다. 수직운에는 적운(Cumulus), 적란운(Cumulonimbus)이 있다.

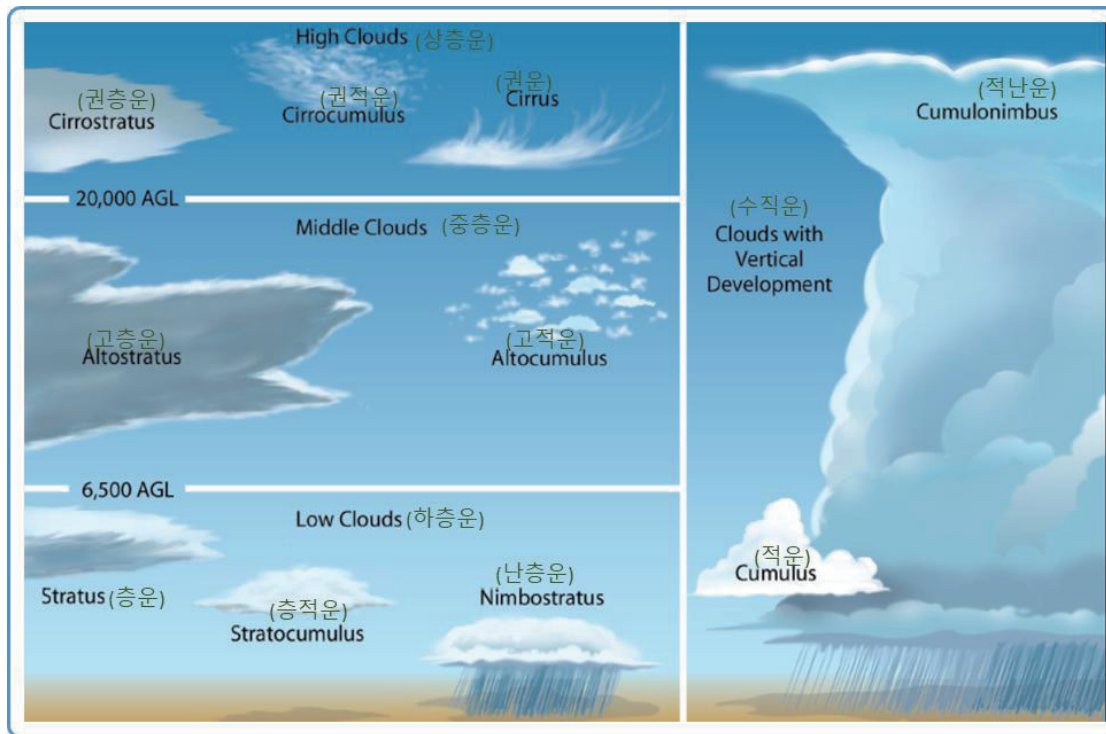
선이나 흰색의 반점 좁은 띠 모양의 흩어져 있는 구름으로 미세한 얼음으로 구성되어 있다. 권적운 고적운 꼬리를 늘려서 형성 되었거나 적란운 꼭대기 부근에서 생성된 것. 새털 모양의 흰구름

2.7.3.2 권적운(cirrocumulus, CC) : 조약돌을 배열하여 놓은 것 같은 구름조각들이 모인 것으로 가느다란 물결과 같은 모양과 얇고 흰 구름 모양으로 미세한 얼음으로 되어 있고 고공에서 기층이 서서히 상승할 때 발생한다. 털썩구름

2.7.3 기본운형 10종

2.7.3.1 권운(Cirrus, CI) : 흰색의 가느다란

2.7.3.3 권층운(Cirrocumulus, CS) : 베일



[그림 2-15] 기본 운형 10종류

[표 2-5] 기본 운형 10종류

층별분류/ 운저고도	명칭	국제 기호	국제명칭	특징
상층운 6-12km	권운	CI	Cirrus	새털 모양의 흰구름
	권적운	CC	Cirro Cumulus	털썩구름
	권층운	CS	Cirro Stratus	달무리/햇무리, 털층구름
중층운 2-6km	고적운	AC	Alto Cumulus	양떼 구름
	고층운	AS	Alto Stratus	회색 차일 같은 구름, 높층구름
하층운 2km미만	난층운	NS	Nimbo Stratus	진한 회색으로 지속적인 비나 눈이 올, 비층구름
	층적운	SC	Strato Cumulus	회색 두루마리 모양의 구름, 층썩구름
	층운	ST	Stratus	안개와 비슷한 구름, 층구름
수직운 2-20km이내	적운	CU	Cumulus	여름 오후의 뭉게 구름, 썩구름
	적난운	CB	Cumulonimbus	아주 높게 솟은 구름, 번개가 치며 소나기나 우박이 내림. 썩비구름

모양의 엷은 구름 섬유모양 유백색 베일 형태로 미세한 얼음으로 되어 있으며 햇무리, 달무리 현상이 일어나는 구름. 털층구름

된 경우도 있다. 고층운은 광범위하게 퍼져 있으며 두께도 두껍다. 강수현상을 동반하지만 중간에서 증발 되는 경우가 많다. 높층구름

2.7.3.4 고적운(altocumulus, AC) : 엷은 판자나 둥그스름한 덩어리 구름 조각들이 모여서 된 백색이나 회색 구름 보통 음영이 나타난다. 빗방울로 되어 있으나 저온일 때 일부는 미세한 얼음으로 형성되어 있고 대기권 중층에서 요란이나 대류현상으로 발생 고적운의 엷은 부분에는 코로나 또는 채운현상도 있다. 양떼 구름

2.7.3.6 난층운(Nimbostratus, NS) : 짙은 회색의 구름층으로 되어 있으며 연속적인 비 또는 눈을 내리게 한다. 난층운은 물방울 빗방울 미세한 얼은 눈송이가 혼합되어 형성되어 있다. 비층구름

2.7.3.5 고층운(altostratus, AS) : 무늬가 있거나 줄무늬로 된 회색 또는 엷은 검정색의 구름으로 물방울 또는 미세한 얼음으로 되어 있으며 빗방울 또는 눈송이로 형성

2.7.3.7 층적운(stratocumulus, SC) : 엷은 판 모양의 둥글둥글한 구름조각들이 모여서 형성된 구름 회색과 엷은 검정색을 띤 구름이 보통이며 물방울로 대부분 형성되어 있으나 가끔 빗방울 싹락눈 또는 미세한 얼음 눈송이 까지도 형성되어 있다. 층

적운에도 코로나 또는 무지개 현상이 생긴다. 회색 두루마리 모양의 구름, 층썩구름

아주 높게 솟은 구름, 번개가 치며 소나기나 우박이 내린다. 썩비구름

2.7.3.8 층운(Stratus, ST) : 비교적 일정한 운저를 가진 회색의 구름으로 통상 물방울로 되어 있으며 아주 저온일 때는 미세한 얼음 가루눈이 내재되어 있고 지면이 가열되거나 풍속이 증가하여 안개 층이 서서히 상승되면서 형성된다. 안개와 비슷한 층구름

2.7.3.9 적운(cumulus, CU) : 윤곽이 뚜렷하고 농밀한 구름이 수직으로 솟아올라 둥근 산봉우리나 탑 모양 또는 지붕 모양을 이루는 구름, 주로 물방울로 되어 있고 기온이 낮은 곳은 미세한 얼음으로 형성되어 있다. 대기 하층 부근에 기온 체감률이 격심할 때 공기의 대류 현상에서 발생한다. 썩구름

2.7.3.10 적란운(Cumulonimbus, CB) : 수직 방향으로 크게 발달한 짙은 검은색 또는 회색구름 거대한 탑 모양이나 산봉우리모양으로 형성 되어 있고 꼭대기 부근에는 Anvil(쇠모루)형태나 새의 날개모양처럼 퍼져 있는 경우도 있다. 물방울 또는 미세한 얼음으로 되어 있고 구름 정상에는 과냉각된 눈송이, 싹박, 싹박눈이 뇌우, 뇌전, 소나기, 우박, 돌풍 등을 동반한다.

2.8 안개(Fog)

대기 중의 수증기가 응결핵을 중심으로 응결해서 성장하게 되면 구름이나 안개가 된다. 구름과 안개의 차이는 지면과 접해 있는지 아니면 하늘에 떠 있는지에 따라 결정되며, 지형에 따라 관측자의 위치가 변함에 따라 구름이 되기도 하고 안개가 되기도 한다. 일반적으로 구성입자가 수적으로 되어 있으면서 시정이 1km 미만일 때를 안개라고 한다.

2.8.1 냉각에 의해 형성된 안개

지면과 접해 있는 공기층의 온도가 이슬점 이하가 되면 안개가 발생한다. 이렇게 형성된 안개에는 복사안개, 이류안개, 활승안개가 있다.

○ 복사안개(radiation fog) : 육상에서 관측되는 안개의 대부분은 야간의 지표면 복사냉각으로 인하여 발생한다. 맑은 날 밤 바람이 약한 경우 공기의 복사냉각은 지표면 근처에서 가장 심하며 때로는 기온 역전층이 형성된다. 따라서 지면에 접한 공기가 이슬점에 달하여 수증기가 지상의 물체 위에 응결하여 이슬이나 서리가 되고 지면 근처 얇은 기층에 안개가 형성된다. 이렇

게 형성된 안개를 복사안개라고 하며 또는 땅안개(ground fog)라고도 한다.

- 이류안개(advection fog) : 온난 다습한 공기가 찬 지면으로 이류하여 발생한 안개를 말하며, 해상에서 형성된 안개는 대부분 이류안개로 해무(sea fog, 海霧)라고 부른다. 해무는 복사안개보다 두께가 두꺼우며 발생하는 범위가 아주 넓다. 또한 지속성이 커서 한번 발생되면 수일 또는 한 달 동안 지속되기도 한다.
- 활승안개(upslope fog) : 습윤한 공기가 완만한 경사면을 따라 올라갈 때 단열팽창 냉각됨에 따라 형성된다. 산안개(Mountain fog)는 대부분이 활승안개이며 바람이 강해도 형성된다.

2.8.2 증발에 의해 형성된 안개

증발은 수면이나 낙하하는 우적에서 일어나며, 증발안개와 전선안개가 있다.

- 증발안개 : 온난한 수면에서 찬 공기로 수증기가 증발할 때 안개가 발생하며, 이때 발생한 안개를 증발안개라고 한다.
- 전선안개 : 우적에서 증발된 수증기가 찬 공기 내에서 안개를 발생시키고 전선의 위치에 따라 전선 앞 안개, 전선 뒤 안개, 전선통과안개로 세분된다.

3.1 난류

난류(Turbulence)는 지표면의 불등균한 가열과 기복, 수목, 건물 등에 의하여 생긴 회전기류와 바람 급변의 결과로 불규칙한 변동을 하는 대기의 흐름을 뜻한다. 난류는 시간적 및 공간적으로 여러 규모의 것이 있는데, 바람이 강한 날 운동장에서 맴도는 조그만 소용돌이부터 대기 상층 십여 km에 달하는 난류가 있으며, 시간적으로도 수 초에서 수 시간까지 분포한다. 지상에는 난류가 스콜(squall)이나 돌풍(gust) 등에서 나타난다.

(※) 난류(Turbulence)는 일반적으로 난기류(Turbulence)라고도 한다. 본 교재에서는 항공기상대의 기준들에서 사용하고 있는 난류(Turbulence)라는 용어로 통일하여 사용한다.

○ 조종사는 이륙 후부터 착륙 시까지의 비행 중에 다양한 형태의 난류와 조우할 수 있다. 이러한 난류는 일반적으로 다음과 같은 기상 상황에서 발생한다.

- CB(적란운, Cumulonimbus)구름이 형성될 때 발생하는 난류
- 산악파에서 기인한 난류
- 청천 난류(CAT : clear air turbulence, 晴天亂流)

- 지표면 전선에 의해 발생하는 난류
 - 항공기 후류에 의해 발생하는 난류
 - 저고도 바람시어에 의해 발생하는 난류
- 난류의 강도 : 난류의 강도는 객관적으로 결정하기 곤란하나, 비행 중 항공기가 조우하는 난류에 대하여 수직방향의 가속도의 정도를 중력가속도 g를 사용하여 표시한다. 항공기가 받는 난류에 대한 충격은 항공기의 속도와 크기, 중량, 안정도 등의 특성에 좌우된다.
- 기상조건에 따른 난류의 정도
- 약정도(light) 난류조건
 - 구름이나 산악지역에서 바람이 약할 때
 - 소규모 적은 내부와 그 부근
 - 국지 가열된 지면 위의 청천대류 지역
 - 상층 기압골, 상층 저기압, 제트기류, 권계면 지역 부근에 약한 바람시어가 있을 때
 - 대기 하층 5,000ft 범위 내에 15kt 정도의 바람이 불거나, 지표보다 공기가 한랭할 때
 - 중정도(moderate) 난류조건
 - 산의 능선에 수직방향의 풍속성분이 25~50kt에 달하는 산악지역에서는 풍하층 150mile 까지, 50kt 이상이면

- 300mile 까지 중정도 난류구역
- 탑상적인 내부 혹은 소멸기의 뇌운 내 부나 부근
- 5,000ft 아래의 하층에서 지상풍속이 25kt를 넘거나, 지표의 가열이 심할때
- 상층의 한랭 기압골
- 연직 바람시어 6kt/1,000ft 또는 수평 바람시어 18kt/150mile을 초과 할 때
- 심한정도(severe) 난류조건
 - 산의 능선에 수직방향의 풍속성분이 50kt를 초과하는 산악지역에서 풍하측 150mile 까지, 25~50kt 일 때는 풍하측 50mile 까지 심한정도 난류구역
 - 능선고도에서나 그 이하 층의 말린 구름이나 회전기류 내부, 권계면, 권계면 아래의 안정층 하부에서도 종종 발생한다.
 - 발달기나 성숙기의 뇌운 내부나 부근 및 탑상적인 내부

- 제트기류, 상층전선, 상층 저기압의 중심으로부터 한냉쪽으로 80~160km 지역에서 연직 바람시어가 10kt/1,000ft, 또는 수평 바람시어가 50kt/90mile을 초과할 때

3.2 산악파

산악파(Mountain Wave)는 역전층 기류가 있거나 대기가 안정되어 있는 산 정상에 강한 바람이 산등성이를 가로질러 불 때 발생한다. 산 정상에 습윤한 공기와 회전성 구름대가 일정한 부근에 정체하여 형성된다. 겨울철에는 한랭전선의 이동과 함께 850hPa 고도(약 5,000ft)에서 역전층이 자주 발생한다. 한랭전선이 확장하고 북서풍이 뚜렷하게 불 때 산악파는 산맥의 하부에서 발생하여 북동쪽으로 창출한다. 산악파는 봉우리가 하나 있는 지역보다는 여러 개 연달아 있는 산맥지역에서 자주

[표 3-1] 난류의 강도 및 체감정도

강도	항목	수직 가속도 (g)	풍속의 변동폭	체감정도
약정도(light)		0.1~0.3	15kt 이하	약간의 흔들림
중중도(moderate)		0.4~0.8	15~25kt	상당한 흔들림을 느끼나 조종통제력을 상실하지는 않음
심한정도(severe)		0.9~1.2	25~50kt 이상	흔들림이 크고 고도변화가 있으며 순간적으로 조종통제력을 잃음
극심한 정도(extreme)		1.2이상	50kt 이상	항공기 손상, 심하게 흔들리며 조종불능

(주) severe 난류는 heavy 난류라고도 한다. extreme 난류는 뇌우를 제외하고는 드문 현상이다.

발생하며, 이때 형성되는 구름은 모자구름(cap cloud), 말린구름(rotor cloud), 렌즈구름(lenticular cloud) 등의 형태로 나타난다.

- 모자구름(cap cloud) : 산맥 바로 정상에서 형성되는 구름으로 대부분 풍상측에 몰려있다. 이는 기류가 상승하면서 응결되어 생긴다. 모자구름은 산마루를 차폐하기 때문에 비행 중 항상 피해야 하며 산맥의 풍하면은 매우 위험한 지역이다.
- 말린구름(rotor cloud) : 풍하측에 일렬로 늘어선 적운처럼 보이며 난류를 가장 잘 보여준다. 이 구름은 거의 정체하며 상승기류로 형성되고 하강기류로 소산되는 과정을 반복한다. 말린구름 내부 및 그 하층이나 말린구름의 풍하측의 하강기류 지역은 산악파에서 가장 위험한 지역이다.
- 렌즈구름(lenticular cloud) : 렌즈모양의 구름으로서 말린구름과 같이 정체성이며 계속적으로 형성된다. 렌즈구름은 말린구름보다 고고도인 20,000ft 이상에서 형성되며 윤곽은 부드럽지만 그 층의 기류에 요란이 있을 때는 거칠게 보이기도 한다.

3.3 뇌우

- 뇌우(Thunderstorm)
 - 뇌우는 천둥과 번개를 동반하는 적란운 또는 적란운의 집합체이다.
 - 강한 대류 활동을 가진 뇌우는 폭우, 우

박, 돌풍, 번개 등을 동반함으로써 짧은 시간 동안에 큰 항공 재해를 가져올 수 있는 기상 현상이다.

- 열대지방에서는 연중 뇌우가 발생하며, 우리나라와 같은 중위도 지방에서는 봄과 여름을 거쳐 가을까지 뇌우의 가능성이 존재한다.
- 한랭전선이 빠르게 통과하는 경우, 겨울에도 드물게 뇌우가 발생할 수 있다.
- 뇌우 발달 과정은 세포 내에 오직 상승기류만 있는 적운 단계, 상승기류와 하강기류가 공존하는 성숙 단계, 그리고 하강기류가 우세하고 결국에는 약해져서 사라지는 소멸 단계로 구성되어 있다.
- 뇌우의 형성조건 : 뇌우가 형성되기 위한 기본적인 조건은 아래의 3가지 조건을 모두 만족할 때 뇌우는 그 일생을 시작된다.
 - ① 불안정 대기 : 잠재 불안정한 공기가 주위보다 따뜻해지는 고도까지 상승되면, 그때부터 자유롭게 상승하게 된다. 이러한 고도까지 공기를 상승시켜 주기 위해서는 대기가 불안정한 상태, 즉 조건부 불안정이나 대류 불안정이 요구된다.
 - ② 상승운동 : 상승작용이 일어나야 지표 부근의 따뜻한 공기가 자유롭게 상승하는 고도(자유대류고도 : LFC)에 도달할 수 있다. 상승작용은 대류에 의한 일사, 지형에 의한 강제상승, 전선상에

[표 3-2] 기단성 뇌우의 단계별 특성과 형태

	적운단계	성숙단계	소멸단계
	<p>Curulus Stage (3-5 mile height)</p>	<p>Mature Stage (5-10 mile height)</p>	<p>Dissipating Stage (5-7 mile height)</p>
현상	활발한 결빙성	구름 꼭대기 심한 난류 쇠모루 형태(Anvil)	약해지는 난류
강수 현상 여부	거의 없음	강수현상을 동반한 강한 하강기류	약해지는 강수
방전	결빙 및 성숙단계에는 구름의 꼭대기 온도가 -20°C 될 때 방전이 시작되고 아주 심한 방전은 쇠퇴단계에 발생한다.		
TURB(난류)	Light TURB	Light-Moderate/Severe TURB	Light TURB
결빙	moderate-severe 결빙	moderate-severe 결빙	결빙 없음

서의 온난공기의 상승, 저기압성 수렴, 상층냉각에 의한 대기 불안정으로 상승, 이류 등의 여러 요인이 있다.

- ③ 높은 습도 : 따뜻한 공기가 상승한다고 해서 자유로운 대류가 일어나는 것은 아니다. 공기가 상승해 수증기가 응결

하면서 구름이 형성되는데, 자유대류고도까지 도달하지 못하면 구름이 크게 성장하지 못한다. 공기덩어리는 대기 중의 수증기량이 많을수록 더 쉽게 자유대류고도에 도달할 수 있다. 왜냐하면 수증기가 물방울이 되어 구름이 형

성되면 잠열이 방출되기 때문에 공기는 더욱 불안정해져 상승작용이 촉진된다.

3.4 다운버스트

뇌우 발달 과정에서 성숙 단계의 하강 기류는 지표면에 도달하자마자 빠르게 퍼져 유출 기류를 만들며, 유출 기류의 직경은 유출된 후에 경과된 시간에 따라 거의 선형적으로 증가하여 10~15분 안에 최대로 유출되고 발산된다. 이를 다운버스트(downburst)이라 한다.

3.5 우박(hail) :

적운과 적란운 속에 강한 상승 운동에 의해 빙정 입자가 직경 2 cm 이상의 강수 입자로 성장하여 떨어지는 얼음 덩어리가 우박이다.

○ 우박의 형성

- 빙정 과정으로 형성된 작은 빙정 입자는 적란운 속의 강한 상승 기류에 의해 더 높은 고도로 이동한다. 이 과정에서 얼음 입자가 과냉각 수적과 충돌하면서 얼게 되는데, 이러한 흡착 과정으로 빙정 입자는 성장한다. 이 때 적란운 속의 상승 기류가 구름 속에 떠있는 빙정 입자를 지탱하기에 충분히 강하면 이 빙정 입자는 상

당한 크기로 성장하여 우박이 된다.

- 만약 상승 기류가 충분히 강하다면 우박은 다시 적란운을 통하여 위쪽으로 옮겨지며, 지상으로 떨어질 정도로 충분히 커질 때까지 계속해서 성장한다.
- 우박은 매우 강한 상승 기류가 있는 적란운의 정상 부근에서 적란운 밖으로 떨어질 수 있다.

3.6 번개와 천둥

뇌우는 천둥(thunder)이 동반된 폭풍우 현상이다. 천둥은 번개(lightning)에 의해 만들어지기 때문에 두 개의 현상은 같이 발생한다.

3.6.1 번개(lightning)

번개는 적란운이 발달하면서 구름 내부에 축적된 음 전하와 양 전하 사이에서 또는 구름 하부의 음 전하와 지면의 양 전하사이에서 발생하는 불꽃 방전이다. 번개는 구름 내부, 구름과 구름 사이, 구름과 주위 공기 사이, 구름과 지면 사이의 방전을 포함하여 다양한 형태로 발생한다.

○ 번개의 발생

- 번개는 여러 가지 과정으로 일정한 공간 내에서 전하가 분리되고 큰 전하차가 있을 때 발생한다. 관측에 의하면 적란운

상부에는 양 전하가, 하부에는 음 전하가 축적되며, 지면에는 양 전하가 유도된다.

- 적란운 속의 전하 분리에 의해 구름 하부에 음 전하가 모이면 이 음전하의 밀어내는 힘과 당기는 힘에 의해 지면에 양 전하가 모이게 된다.
- 지면의 양 전하와 구름 하부의 음 전하 사이에 전하차가 증가하면 구름 하부와 지면 사이에서 전기 방전, 즉 낙뢰 또는 벼락이 발생한다.

○ 번개의 방전

- 구름 하부에서 방출된 음 전하는 전기력이 가장 큰 경로를 따라 조금씩 이동하면서 이온화된 통로인 계단 선도를 만든다. 계단 선도가 지표의 돌출부에 있는 양 전하와 만나 불꽃 방전을 발생시킨다.
- 계단 선도에 의해 만들어진 구불구불한 도전로(Electrical Conductive Path)를 따라 지면의 양 전하가 위로 올라가면서 방전이 일어나고 이로 인하여 밝은 빛과 격렬한 소리가 발생한다.
- 번개 방전은 지표면까지 최소 저항의 통로를 선호하기 때문에 산 정상, 높은 빌딩, 나무꼭대기, 안테나 및 뾰족한 탑 등과 같이 높은 지점이 번개 맞기가 쉽다.
- 또한 양으로 전리된 물체에 가까우면 가까울수록 구름으로부터 벼락 맞기가 더욱 쉬우며, 물체가 양 전하의 구름에 가까우면 가까울수록 벼락 맞기가 쉬워진다.

3.6.2 천둥(thunder)

번개가 지나가는 경로를 따라 발생된 방전은 수 cm에 해당하는 방전 통로의 공기를 순식간에 15,000~20,000℃까지 가열시킨다. 이러한 갑작스러운 가열로 공기는 폭발적으로 팽창되고, 이 팽창에 의해 만들어진 충격파가 그 중심에서 멀리 퍼져 나가면서 도중에 음파로 바뀌어 우리에게 천둥소리로 들려온다.

번개는 발생순간 우리가 눈으로 보게 되나, 음파의 속도는 빛의 속도보다 느리기 때문에 번개가 친 후 얼마 지나서 듣게 된다. 번개 치는 곳의 위치는 번개를 관측한 후 천둥소리가 들릴 때까지의 시간 차이를 확인함으로써 대략적인 거리를 알아낼 수 있다.

3.7 바람시어

바람시어(wind shear)는 항공기의 이·착륙 과정에서 매우 큰 영향을 준다. 일반적으로 조종사는 비행경로를 따라 정풍 또는 배풍이 얼마나 변할 것인가와 바람 경도로 바람이 얼마나 변할 것인가에 관심을 갖는다.

항공기가 이·착륙할 때에 활주로 근처에서 바람시어는 정풍이나 배풍의 급격한 증가 또는 감소를 초래하여 항공기의 실속이나 비정상적인 고도 상승을 초래하고, 측풍에 의해 활주로 이탈을 초래한다.

이와 같이 최종 접근로나 이륙로 또는 초기 이륙 직후의 고도 상승로를 따라 발생하는 지상 2,000ft이하의 바람시어를 저층바람시어 (low level wind shear)라고 한다. 보통 저층 바람시어의 강도는 연직 바람시어의 강도로 나타낸다.

[표 3-3] 저층 바람시어의 강도

저층 바람시어 강도	연직 바람시어 강도 (kt/100ft)
약함	<4.0
보통	4.0 ~ 7.9
강함	8.0 ~ 11.9
아주 강함	≥ 12

3.8 마이크로버스트

마이크로버스트(microburst)는 대류활동에 연관되어 나타나는 특수한 바람시어이다. 이것은 비교적 단순한 형태의 난류로 뇌우뿐만 아니라, 여름철에 천둥과 번개를 동반하지 않는 소규모의 대류운과 관련되어 나타나는 강한 하강기류(downdraft)이다.

이 하강기류는 일반적으로 가시적인 강수를 동반하지만, 때로는 지표에 도달하기 전에 강수가 증발되어 하강기류가 눈에 보이지 않게 되는 경우가 있기 때문에, 위험이 없어 보이는 지역에서 항공기 사고를 유발하기도 한다.

하강기류는 지표에 도달하면서 수평적으로 바깥쪽으로 퍼지게 된다. 마이크로버스트는 하

강기류가 지상에 처음 도달한 후 5분 내외의 시간에 강화된다. 그 수평적 규모는 1~3km 정도이고 지속시간은 5~15분 정도인데, 2~4분 정도에 강한 바람시어가 나타난다.

3.9 착빙

3.9.1 착빙(icing)

빙결온도 이하의 상태에서 대기에 노출된 물체에 과냉각 물방울(과냉각 수적) 혹은 구름 입자가 충돌하여 얼음의 피막을 형성하는 것을 착빙현상 이라고 하며, 항공기에 발생하는 착빙은 비행안전에 있어서의 중요한 장애요소 중의 하나이다.

착빙 형성의 조건으로 첫째, 항공기가 비 또는 구름 속을 비행해야 하는데 대기 중에 과냉각 물방울이 존재해야 하며, 두 번째 조건은 항공기 표면의 자유대기온도가 0℃ 미만이어야 발생한다.

청명한 대기 속에서는 심한 착빙이 생기지 않으나, 상대습도가 높고 영하의 기온일 때는 프로펠러나 날개 위를 통과하는 공기의 팽창으로 약간의 수분이 응결하여 착빙이 생기기도 한다.

과냉각 물방울은 0~-20℃에서 자주 관측되므로, 이 온도 범위 내에 있는 구름은 착빙의 가능성이 있다고 보아야 하며, 심한 착빙은 보

통 0~-10℃에서 발생한다. 드물게 -40℃인 저온에서도 착빙이 나타날 수 있다. 그러나 온 중 온도가 -20℃ 미만이 되면 실제로 착빙은 잘 일어나지 않는다. 왜냐하면 물방울은 이미 결정형태로 빙결되어 있기 때문이다.

3.9.2 착빙의 형태와 원인

얼음이 형성되기 위해서는 물이나 습한 공기가 있어야하며 대기가 찬 표면과 접촉, 단열 팽창, 증발 등으로 영하 이하로 냉각되어야 한다. 이러한 조건에서 만들어지는 착빙은 구조착빙(structural icing)과 유도착빙(induction icing)의 형태로 나누어진다.

일정한 대기 환경에서 착빙 가능성은 항공기의 형태와 속도에 영향을 받는다. 보통 제트 항공기에서 착빙 형성이 가장 적다. 이것은 제트 항공기가 강한 추력으로 착빙의 임계 온도 영역을 벗어나는 높은 고도를 빠르게 비행하기 때문이다.

반면에, 작은 왕복 기관의 항공기에서 착빙 형성이 가장 많다. 이것은 착빙 방지 장치가 없거나 주로 습하고 낮은 고도를 비행하기 때문이다.

헬리콥터에서는 추력과 양력을 동시에 발생시키는 회전 날개에서 착빙 가능성이 가장 높다.

3.9.2.1 구조 착빙(structural icing)

구조 착빙 또는 기체 착빙은 항공기의 날개 끝, 프로펠러, 무선 안테나, 앞 유리, 피토크 및 방향타(static port) 등과 같은 기체 표면에 얼음이 쌓이거나 덮이는 착빙이다. 이 착빙은 주로 항공기의 공기 역학적인 흐름에 영향을 주어 운항 효율을 감소시키거나 항공기 실속을 유발한다.

구조 착빙의 주요 원인은 항공기가 구름을 통과할 때 기체 표면에 수적이 결빙되는 것이다. 이러한 결빙은 항공기 표면이 0℃ 이하로 냉각되어 있는 항공기가 과냉각 수적을 포함한 구름 속을 비행하여 수적과 충돌할 때 발생한다.

구조 착빙은 구름 속의 수적 크기, 개수 및 온도에 따라 세 가지 유형의 착빙, 맑은 착빙(clear icing), 거친 착빙(rime icing), 혼합 착빙(mixed icing)이 형성된다.

○ 맑은 착빙(clear icing) : 수적이 크고 주위 기온이 0~10℃인 경우에 항공기 표면을 따라 고르게 흘러지면서 천천히 결빙된다. 맑은 착빙에 의한 얼음은 그 표면에서 윤이 나며 투명 또는 반투명하다. 맑은 착빙은 무겁고 단단하며 항공기 표면에 단단하게 붙어 있어 항공기 날개의 형태를 크게 변형시키므로 구조 착빙 중에서 가장 위험한 형태이다.

○ 거친 착빙(rime icing) : 수적이 작고 주위 기온이 -10~-20℃인 경우에 작은 수적이 공기를 포함한 상태로 신속히 결빙하여

부서지기 쉬운 거친 착빙이 형성된다. 거친 착빙은 항공기의 주 날개 가장자리나 버팀목 부분에서 발생하며, 구멍이 많고 불투명하고 우유 빛을 띤다. 거친 착빙도 항공기 날개의 공기 역학에 심각한 영향을 줄 수 있다.

- 혼합 착빙(mixed icing) : 맑은 착빙과 거친 착빙의 결합으로서, 눈 또는 얼음입자가 맑은 착빙 속에 묻혀서 울퉁불퉁하게 쌓여 형성된다.

3.9.2.2 서리 착빙(frost icing)

서리는 일반적으로 빙정 구조를 나타내는 백색의 깃털모양이다. 포화 공기가 이슬점 온도까지 냉각되고 그 이슬점 온도가 0℃ 이하일 때 수증기가 직접 빙결·축적되어 서리가 발생한다. 서리는 다른 물체에 형성될 때와 같은 방법으로 항공기에 형성된다. 일반적으로 맑은 날 저녁에 지표 복사냉각으로 세워 둔 항공기 표면의 온도는 영하의 이슬점온도 이하로 떨어진다.

항공기 표면에 부착된 서리는 항공기 표면을 거칠게 하고 항력을 증가시켜 양력을 약화시킨다. 따라서 단단한 서리는 실속을 5~10% 증가시킬 수 있으며, 항공기가 이륙할 때 회전(roll)을 크게 하여 이륙을 어렵게 하거나 불가능하게 할 수도 있다. 서리가 부착된 항공기는 저고도에서 난류나 윈드시어를 만날 때, 특히 저속 운항이나 선회를 할 때 위험하다. 따라서 이륙

전에 모든 서리는 항공기로부터 제거되어야 한다.

항공기 운항 중에도 서리는 형성될 수가 있다. 이러한 서리는 주로 외부 기온에 의해 냉각된 항공기가 구름은 없고 상대 습도가 높은 온난한 지역으로 상승 또는 하강할 때 발생한다. 이 서리는 항공기의 표면이 따뜻해지면 사라지기도 한다.

3.9.2.3 유도착빙(induction icing)

유도착빙은 항공기 엔진으로 공기가 유입되는 공기흡입구와 기화기에서 생기는 착빙으로서, 공기흡입구 착빙과 기화기 착빙으로 나뉘어진다.

공기흡입구 착빙은 주로 엔진으로 들어가는 공기를 차단시켜 동력을 감소시키며, 구조 착빙의 발생 조건과 같은 조건에서 공기흡입구에서 얼음이 누적되어 발생한다.

기화기 착빙은 외부 온도에 관계없이 기화기 안으로 유입된 습윤 공기가 단열 팽창과 연료의 기화로 인한 냉각으로 인해 기화기 내부가 영하의 온도로 냉각되어 발생한다. 이 착빙은 22℃ ~ -10℃의 넓은 기온 영역에서 관측된다.

기화기 안의 얼음은 공기와 연료 혼합의 흐름을 부분적으로 또는 완전히 차단하여 엔진을 완전히 정지시킬 수도 있다.

3.9.3 착빙의 강도 및 얼음 침적율에 대한 조종사

의 대처 : 표 3-4

[표 3-4] 착빙의 강도 및 얼음 침적율에 대한 조종사의 대처

강도	얼음의 침적 정도	조종사의 대처
미약함 (TRACE)	착빙이 형성되기 시작하며, 얼음 침적율이 승화에 의한 얼음 감소율 보다 큼.	한 시간 이상 지속되지 않는 한 방빙 또는 제빙 장치를 가동할 필요가 없으며, 비행 방향이나 고도변경이 필요하지 않음.
약함 (LGT)	한 시간 이상 비행할 경우에 얼음의 누적에 의한 문제가 발생할 수 있음.	방빙 또는 제빙 장치를 가끔 가동할 필요가 있으며, 비행 방향이나 고도변경이 필요함.
보통 (MOD)	얼음 침적율이 크지 않더라도 잠재적으로 위험에 직면할 수 있음.	방빙 또는 제빙 장치의 가동이 필요하며, 비행 방향이나 고도변경이 필요함.
심함 (SEV)	방빙 또는 제빙 장치를 가동해도 계속해서 얼음의 누적이 발생함.	신속한 비행 방향이나 고도변경이 필요함.

3.10 해무

해무(Sea Fog)는 초여름부터 중순까지 해안 지역에서 자주 발생한다. 해무는 다음과 같은 기상조건일 때 발생한다.

- 광범위한 고기압권에 위치할 때
- 저기압이나 전선 영향이 없을 때
- 해수면의 온도가 20℃ 보다 낮을 때
- 온도와 노점온도차가 0~2℃ 정도일 때
- 해수면 온도와 노점온도차가 0~1℃일 때
- 바람이 거의 없을 때
- 지상 역전층 현상이 관찰될 때
- 4,000~5,000ft 대기에서 역전층 현상이 관찰 시

3.11 황사

황사(Yellow Sand)는 중국 고비사막과 몽골 사막에 발생하여 강한 편서풍을 타고 수십 미터 상공까지 올라가 수백 킬로 평방미터 지역까지 그 영향을 미치고 있다. 우리나라는 2월~4월에 자주 나타나며 시정장애를 가져온다.

제4장

일기도와 비행계획

4.1 일기도

4.1.1 지상일기도

지상일기도는 해면기압의 분포, 지상기온, 풍향 및 풍속, 날씨, 구름의 종류와 높이 등의 기상상태를 분석하는 일기도를 말한다.

지상일기도는 날씨분석을 위한 기본 일기도로 사용되고 있으며 일정한 시간 간격으로 작성하여 날씨의 분포를 파악하고 앞으로의 변화를 예측하는데 사용하고 있다.

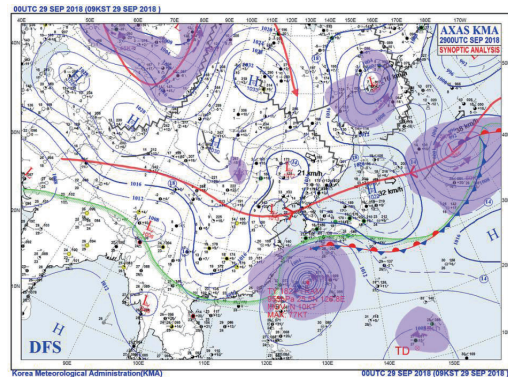
지상 일기도는 등압선, 등온선, 구름 자료를 분석하고 등압선은 1,000hPa을 기준으로 하여 4hPa간격으로 그린다.

4.1.1.1 등압선(isobar)

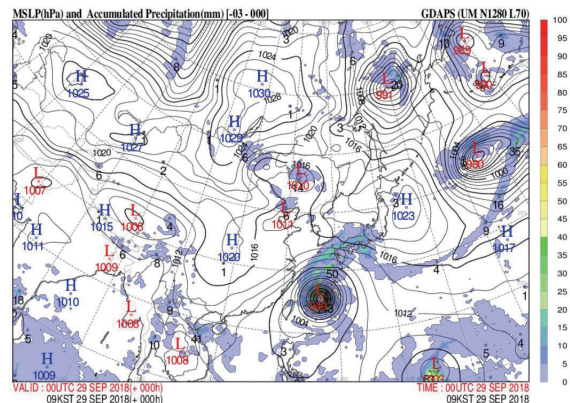
기압이 같은 지점을 연결해 놓은 선이다. 지표면의 여러 관측소에서 측정한 기압 값을 해면기압 값으로 보정하여 지도상의 각 관측소의 위치에 기압하고, 기압이 같은 지점을 연결하여 작성한다.

1,000hPa을 기준으로 하여 4hPa 간격으로 그리며, 선 간격이 넓은 곳에서는 2hPa의 점선을 표시하기도 한다.

등압선은 도중에 없어지거나 서로 교차하지 않으며, 등압선의 간격이 좁을수록 기압의 차가 크므로 바람의 세기가 강함을 알 수 있다.



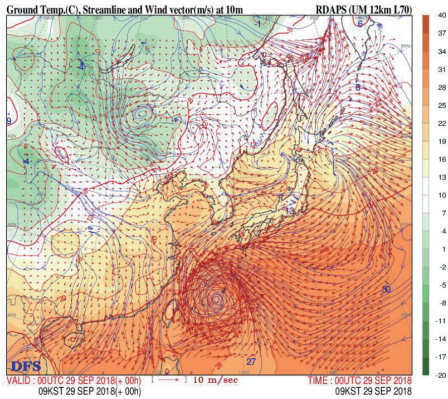
[그림 4-1] 지상일기도
(출처: 날씨누리 기상청 국가기상종합정보)



[그림 4-2] 육상예상일기도
(출처: 날씨누리 기상청 국가기상종합정보)

4.1.1.2 지상기온 및 풍향/풍속 일기도

지상 10m에서의 풍향 및 풍속을 나타내는 일기도이다. 지상 10m에서의 기온을 색상으로 표시하고, 풍향 및 풍속은 화살표로 표시한다.



[그림 4-3] 풍향/풍속 일기도
(출처 : 날씨누리 기상청 국가기상종합정보)

4.2 국제 일기 기호(international weather symbols)

기상관측소로부터 관측된 내용을 기록하는데 사용되는 표준화된 기호

4.2.1 바람

[표 4-1] 바람 기호

기호	내용
	고요, 바람이 없는 상태를 나타내는 기호.
	깃, 5m/s(10kts) 의 속도로 부는 바람을 나타내는 기호.
	반깃, 2m/s(5kts)의 속도로 부는 바람을 나타내는 기호.
	깃발, 25m/s(50kts) 속도로 부는 바람을 나타내는 기호.

예)

4.2.2 전선

[표 4-2] 전선 기호

기호	내용
	지상 한랭전선 차가운 기단으로 이루어진 전선. 지상에 닿아 따뜻한 기단을 밀어낸다
	폐색전선 한랭전선이 온난전선을 앞질러 갈 때 두 전선이 겹쳐진 전선. 또 다른 한랭전선을 만나기 전에 온난전선을 더 높은 고도로 밀어 올린다.
	상층 온난전선 따뜻한 기단으로 이루어진 전선. 지상에 닿지 않고 더 차가운 기단을 타고 올라간다.
	지상 온난전선 따뜻한 기단으로 이루어진 전선. 지상에 닿아 찬 기단을 밀어낸다.
	상층 한랭전선 차가운 기단으로 이루어진 전선이며, 지표에 닿지는 않고 더 차가운 기단을 타고 올라간다.
	정체전선 / 정상전선 더운 기단과 찬 기단이 나란히 이동하면서 매우 천천히 이동하는 전선.

4.2.3 구름의 양

[표 4-3] 구름 양 기호

기호	내용	기호	내용
	구름 많음		관측 못함
	갸		구름 없이 맑음
	구름 조금		잔뜩 흐림
	맑음		

4.2.4 구름 유형

[표 4-4] 구름 유형 기호

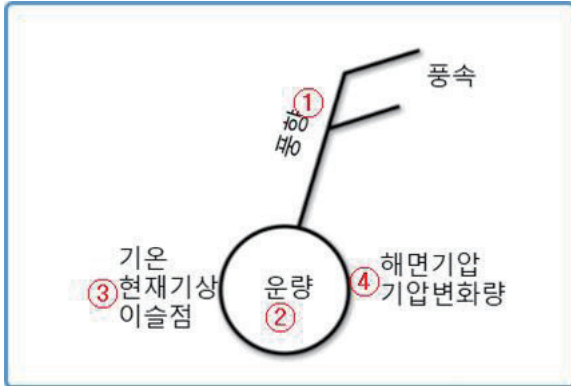
기호	내용	기호	내용
—	층운(Stratus) ST		고층운 (altostratus) AS
	권운(Cirrus) CI		적란운 (Cumulonimbus) CB
	난층운 (Nimbostratus) NS		권층운 (Cirrocumulus) CS
	적운(cumulus) CU		고적운 (altocumulus) AC
	권적운 (cirrocumulus) CC		층적운 (stratocumulus) SC

4.2.5 현재 날씨 : 구름을 제외하고 관찰되는 모든 대기현상. 광학 현상과 전기 현상뿐만 아니라 온갖 형태의 강우가 포함된다.

[표 4-5] 현재 날씨 기호

기호	내용	기호	내용
	모래 또는 먼지 바람		진눈깨비
	열대폭풍		높날림눈
	허리케인		땅날림눈
	뇌우		어는 비 / 얼어붙는 비
	강한 뇌우		가끔 내리는 약한 이슬비
	가끔 내리는 약한 비		가끔 내리는 보통 이슬비
	가끔 내리는 보통 비		가끔 내리는 강한 이슬비
	가끔 내리는 폭우		계속 내리는 약한 이슬비
	연속성 비		계속 내리는 보통 이슬비
	연속성 폭우		계속 내리는 강한 이슬비
	얇은 안개		짙은 안개
	연기		번개
	소낙눈		우박소나기
	소나기 / 소낙비		스콜
	가끔 내리는 약한 눈		가끔 내리는 보통 눈
	가끔 내리는 폭설		계속 내리는 약한 눈
	계속 내리는 보통 눈		계속 내리는 폭설
	연무		토네이도

4.2.6 일기 기호 읽기



[그림 4-4] 일기 기호 읽기

- ① 관측 지점을 기준으로 풍향 선과 풍속 선의 사이 각은 120°가 되게 그리도록 하며, 풍속 선은 풍향과 관계없이 관측 지점(원)에서 보았을 때 항상 풍향 선의 오른쪽에 그린다. 긴 풍속 선은 5m/s(10kts), 짧은 선은 2m/s(5kts), 깃발은 25m/s(50kts)를 나타낸다. (2m/s 5m/s 25m/s, 바람 기호 참조)
- ② 구름의 양은 맑음일 때 빈 원으로, 흐림일 때는 전체 원을 채워서 표시한다. (구름 양 기호 참조)
- ③ 현재기상은 비, 소나기, 눈, 태풍, 안개, 뇌우 등 각각 관측 지점(원)의 왼쪽 중간에, 윗 부분은 기온, 아래 부분에는 이슬점온도를 표시한다. (현재 날씨 기호 참조)
- ④ 해면기압을 윗부분에, 아래 부분에 기압변화량을 표시한다. 해면기압은 10분의 1 hpa로 표시되며, 첫 번째 두 자리(일반적

으로 10 또는 9)가 생략된다. 기압변화량은 지난 3시간 동안 해면기압이 얼마나 변했는지에 대하여 밀리바의 10분의 1에 대한 숫자로 나타낸다.

예) 해면기압 표시가 410인 경우 1041.0hpa, 103인 경우 1010.3hpa, 987인 경우 998.7hpa, 872인 경우 987.2hpa를 의미한다.

예) 해면기압이 3시간 동안 1041.0hpa에서 1038.3hpa로 변화한 경우 기압변화량은 -27이 되며, 1038.3hpa에서 1041.0hpa로 변화한 경우 기압변화량은 +27이 된다.

4.3 시계비행계획을 위한 기상분석

4.3.1 시계비행계획을 위한 기상분석(Weather Analysis for VFR Flight Plan)

4.3.1.1 지상 일기도

(Surface Weather Chart)

고기압, 저기압, 전선, 기타 중요한 기상현상의 분포를 점검할 수 있다.

- 고기압 : 고기압권 내에서 주요한 기상현상은 시정 장애를 일으키는 안개, 연무, 박무 등이 자주 발생한다, 여름철에는 적운이 형성되어 발달하므로 조종사는 경계하여야 한다. 특히 오후시간 산악지역에는

급속도로 발달할 수 있음을 유념하여야 한다.

- 저기압 : 저기압권 내에서나 저기압이 접근할 때는 저기압의 이동속도, 강수지역 등을 파악하여 시정장애와 낮은 구름대가 형성되므로 조종사는 이에 대처하여야 한다.
- 전선 : 지표면 기상도에서 전선의 위치가 명시되어 있고, 구름의 상태, 풍향, 풍속, 온도강하, 상승률 등에 따라 전선의 강도를 예측할 수 있다.

4.3.1.2 등압면 일기도

(Constant Pressure Chart)

등압면 일기도는 대기압이 동일한 표면을 나타내며, 850hPa, 700hPa 차트는 저기압, 고기압 발달과정을 분석하여 묘사되어 있기 때문에 비행계획을 위한 기상분석에 중요한 자료이다.

4.3.1.3 상승곡선(Ascent Curve)

상승곡선을 분석함으로써 운형 운고 구름의 형성, 발달, 시정 장애 요인 등을 예측할 수 있다. 상승곡선의 경향에 따라 대기 안정성 여부도 예측된다. 습윤한 기압 경도율이 상승곡선보다 더 가파르게 나타날 때는 대기는 불안정하고 반대로 습윤한 기압 경도율이 상승곡선보다 덜 가파르면 대기는 안전하다.

4.3.1.4 상층풍(Wind Aloft)

조종사는 저고도 국지 비행 시 상층풍을 무시하는 경향이 있다. Turbulence는 각 상층마다 풍향 풍속이 현저하게 차이가 날 때 발생한다. 그러므로 비행계획 시 상층풍 분석은 필수적이다.

4.3.2 시계비행에 영향을 미치는 구름

(Clouds Affecting VFR Operations)

4.3.2.1 운량

운량은 지상에서 쉽게 측정 가능하지만 공중에서 3/8이나 5/8 이런 식으로 정확하게 수치화하는 것은 어렵다. 왜냐하면 운량은 때때로 운형에 따라 갑자기 특성이 변화되고 이동상황에 따라 운량이 증가되어 운 중 비행 가능성이 있으므로 조종사는 항상 운량변화에 극히 주의해야 한다.

저고도에서 운량은 국지비행에 관련이 있으며, 하층운은 층운(ST), 층적운(SC), 난층운(NS), 적운(CU)과 적란운(CB)의 하층부로 구성되어 있다.

4.3.2.2 운고(Cloud Base)

시계 비행을 할 경우 운량뿐만 아니라 운저고도도 매우 중요한 요소이다. 운량이 1/8 ~ 4/8일 경우 구름을 피해 낮은 구름층 아래에서 시계 비행을 수행할 수 있다.

운량이 5/8이상일 경우는 VMC(시계비행기

상상태)인가 IMC(계기비행기상상태)인가 판단하는 것이 중요하다. 일반적으로 장주고도가 1,000ft인 공항에서 실링이 1,500ft일 때 VMC 하에서 Touch and Go 훈련 비행이 가능할 수도 있다.

4.3.2.3 운형

여러 운형 중에서 국지 비행에 영향을 미치는 구름은 다음과 같으며, 조종사는 이들 구름을 회피하기 위하여 준비해야 한다.

- 층운(ST, Stratus) : 진한 회색으로 지속적인 비나 눈이 옵, 비층구름
- 층적운(SC, Strato Cumulus) : 회색 두루마리 모양의 구름, 층쌈구름
- 난층운(NS, Nimbo Stratus) : 안개와 비슷한 구름, 층구름
- 적운(CU, Cumulus) : 여름 오후의 뭉게구름, 쌈구름
- 적난운(CB, Cumulonimbus) : 아주 높게 솟은 구름, 번개가 치며 소나기나 우박이 내림, 썩비구름

5.1 항공기상 개요

5.1.1 항공기상청

비행 전 필수적으로 확인하여야 될 사항중의 하나는 비행하고자 하는 지역에 해당하는 기상 정보(Weather Information)를 확인하는 것이다. 민간항공에 대한 기상지원 책임기관은 기상청 소속 항공기상청이다.

(주) 항공기상청, (우)22382 인천광역시 중구 공항로 272, 전화 : 032-740-2800, 팩스 : 032-740-2817, Website : <http://amo.kma.go.kr>

- 항공기상청의 기상감시 및 정보제공
 - 항공교통의 안전을 위하여 항공기상청은 인천비행정보구역 내에서 비행에 영향을 끼칠 수 있는 기상현상에 대한 지속적인 감시를 수행하고, 필요한 경우 SIGMET 정보, AIRMET 정보, 공항경보(aerodrome warnings), 윈드시어(windshear warnings)경보를 발표한다.
- 항공기상청의 지원업무
 - 국내선 항공기와 헬리콥터에 대해서는

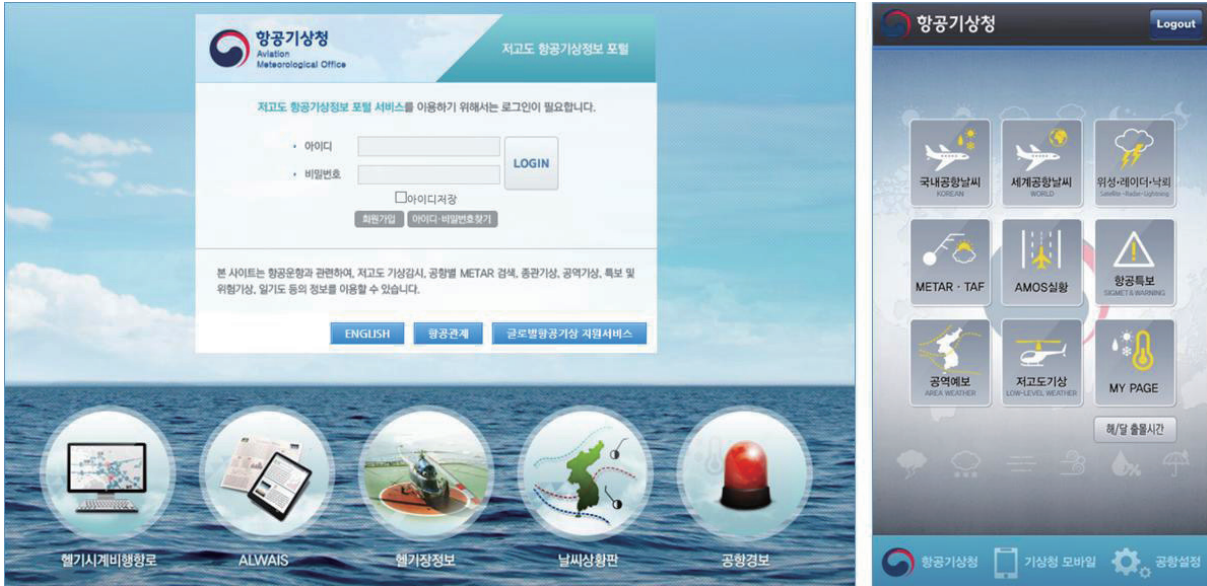
국내 및 국제 공항과 관심 지역에 대한 최근 공항관측, 공항예보, 공항경보 및 윈드시어 경보, 저고도 공역예보, SIGMET/AIRMET 정보가 제공된다.

- 기상정보는 항공고정통신망, FAX 및 인터넷을 통하여 제공된다. 공역예보는 항공기상청에서 발표하며, 국내 비행 시 사용을 위해 항공기상청 홈페이지를 통하여 게시된다.
- 경량항공기 및 초경량비행장치의 비행 운용범위에 해당되는 기상공역예보에 대하여 항공기상청의 인터넷 홈페이지에서 '저고도 항공기상정보 포털'을 통하여 게시되며, 또한 스마트폰 앱을 이용하여 항공기상을 확인할 수 있도록 제공한다.

5.1.2 항공기상청의 스마트폰 앱의 항공기상 정보

- 스마트폰의 항공기상청 앱을 통하여 국내 공항날씨, 세계공항날씨, 위성·레이더·낙뢰, METAR·TAF, AMOS(Automatic Meteorological Observation System) 실황, 항공특보, 공역예보, 저고도기상 등의 항목이 있다.

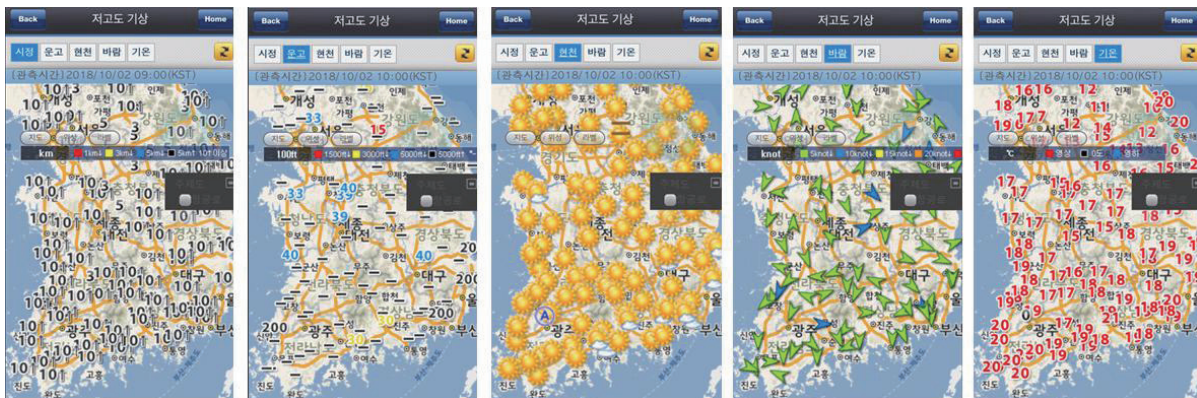
제3부 항공기상



[그림 5-1] 항공기상청의 저고도 항공기상정보 포털 및 스마트폰 앱 화면

- 저고도 기상의 경우 시정, 운고, 현천, 바람, 기온에 대한 정보들이 있다.
- 공역예보의 경우 지표면부터 10,000ft고도, 10,000-25,000ft, 25,000-63,000ft까지의 중요 기상 정보 (SIGWX)들이 있으며, 한반도 WINTEM(상층바람기온자

료) 그리고 저고도 한반도 WINTEM 자료들이 있다. 저고도 한반도 WINTEM에서는 2,000ft, 5,000ft, 10,000ft 고도가 별로 정보가 제공되고, 한반도 WINTEM에서는 기압이 200hPa, 300hPa, 500hPa, 700hPa, 850hPa(약1,500m/5,000ft),



[그림 5-2] 스마트폰 앱의 저고도 기상; 시정, 운고, 현천, 바람, 기온



[그림 5-3] 항공기상청 스마트폰 앱의 저고도 관련 공역예보

925hPa(약800m/2,500ft),에 해당되는 자료들이 제공된다.

5.2 항공기상 용어 정의

(출처 : 항공기상업무 용어지침)

- 공항 표고(Aerodrome elevation) : 착륙 지역의 가장 높은 지점의 표고
- 공항기상관서(Aerodrome meteorological office) : 국제항공항행을 지원하는 공항에 기상업무를 제공하도록 지정된 관서
- 항공고정통신망(Aeronautical fixed telecommunication network, AFTN) : 항공고정업무의 일부분으로, 동일한 또는 호환되는 통신 특성을 가지고 있는 항공고정업무소간 메시지와(또는) 디지털 데이터의 교환을 위해 제공되는 항공고정회선의 세계 공용 시스템
- 항공기상관측소(Aeronautical meteorological station) : 국제항공항행에 사용을 위한 관측과 기상통보를 하도록 지정된 곳.
- AIRMET 정보(AIRMET information) : 저고도 항공기 운항의 안전에 영향을 미칠 수 있는 그리고 관할 비행정보구역 또는 그 하부구역(sub-area) 내에서 저고도비행을 위해 이미 발표된 예보에 포함되지 않은, 특정 항로상 날씨현상의 발생 또는 예상되는 발생에 대해 기상 감시소가 발표하는 정보.
- 브리핑(Briefing) : 현재 날씨 또는 예상되

- 는 날씨 현상에 관한 구두 해설.
- 예보(Forecast) : 명시된 시간 또는 기간에 대해, 그리고 공역의 특정한 지역 또는 부분에 대해 예상되는 기상상태에 대한 기술.
 - 운항상 중요한 구름(Cloud of operational significance) : 운저고도가 1,500 m (5,000 ft)미만 또는 가장 높은 최저구역 고도 중 더 높은 고도보다 낮은 고도의 구름 또는 운저고도에 관계없이 적란운(CB : cumulonimbus cloud) 또는 탑상적운(towering cumulus cloud).
 - GAMET 공역 예보(GAMET area forecast) : 비행정정보구역 또는 그 하위공역에서의 저고도비행을 위해 약어를 사용하고 평이한 언어로 된 공역예보는 관련 기상당국에 의해 지정된 기상관서로부터 준비되고 관련 기상당국 간 합의를 통해 인접한 비행정정보구역 내 기상관서와 교환된다.
 - 고도(Level) : 비행 중인 항공기의 연직 위치와 관련된 그리고 높이(height), 고도(altitude) 및 비행고도(flight level) 등 여럿을 의미하는 포괄적인 용어.
 - 고도(Altitude) : 평균 해수면 높이로부터 측정된 높이. 한 점 또는 한 점으로 간주되는 어느 층까지의 연직거리
 - 비행고도(Flight level, FL) : 특정 기압 1013.2hPa을 기준으로 하여 특정한 기압 간격으로 분리된 일정한 기압면
 - (주) ICAO Annex 3에서 표준 대기에 따라 조정된 기압고도계는 :
 - a) QNH 고도계 설정으로 맞추었을 때, 고도를 가리킬 것이다.
 - b) QFE 고도계 설정으로 맞추었을 때, QFE 기준면으로부터의 높이를 가리킬 것이다.
 - c) 1013.2 hPa 기압에 맞추었을 때, 비행 고도를 가리키는데 사용될 수 있다.
 - (주) ICAO Annex 3에서 사용되는 “높이(height)”와 “고도(altitude)”는 기하학적인 ‘높이’와 ‘고도’가 아닌 “고도계에 의한 값”을 가리킨다.
 - 높이(Height) : 특정한 기준으로부터 측정된 고도. 한 점 또는 한 점으로 간주되는 물체까지의 연직거리
 - 표고(Elevation) : 평균 해면고도로부터 지표면 위 또는 지표면에 붙어있는 한 점 또는 고도까지 측정된 연직거리
 - 우세시정(Prevailing visibility) : 적어도 수평 원 또는 공항 지면의 절반에 도달하여 ‘시정’의 정의에 따라 관측된 최대 시정 값. 이 지역은 인접한 또는 인접하지 않은 구역을 포함할 수 있다.
 - 시정(Visibility) : 항공분야에서 사용하는 시정은 다음보다 크다:
 - 지면 근처에 놓인 적당한 크기의 검은 물체를 밝은 배경에서 관측했을 때 볼 수 있고 인식할 수 있는 최대 거리;

- 불빛이 없는 배경에서 1,000 칸델라의 불빛을 볼 수 있고 식별할 수 있는 최대 거리.
- 활주로가시거리(Runway visual range, RVR) : 활주로의 중심선 상에 있는 항공기의 조종사가 활주로 표면 표시 또는 활주로의 윤곽을 나타내거나 활주로 중심선을 확인할 수 있는 불빛을 볼 수 있는 거리
- 기상관측(Observation(meteorological)) : 하나 또는 그 이상의 기상요소의 수치를 구함.
- 기상 회보(Meteorological bulletin) : 적절한 제목(headings)으로 시작되는 기상 정보를 포함하고 있는 본문.
- 기상 정보(Meteorological information) : 현재 기상 상태와 예상되는 기상 상태와 관련한 기상의 보고, 분석, 예보, 기타 서술.
- 예상도(Prognostic chart) : 특정 시각 또는 기간 그리고 특정 지표면 또는 공역의 일부를 위한 특정 기상요소에 대한 예보를 도식화한 차트.
- 최저섹터고도(Minimum sector altitude) : 항행무선시설의 중심으로부터 반경 46km(25NM)내 위치한 모든 물체들 상공으로 300m(1,000ft)의 최소 간격을 제공하는데 사용되는 가장 낮은 고도.
- SIGMET 정보(SIGMET information) : 항공기 운항의 안전에 영향을 미칠 수 있는 특정 항로상 날씨와 다른 기상현상의

발생 또는 예상되는 발생에 관해 기상감시소(MWO)에 의해 발표 되는 정보.

- 열대저기압(Tropical cyclone) : 조직화된 대류와 뚜렷한 저기압성 지상바람 순환이 있는 열대 또는 아열대 바다에서 발생하는 비전선성 종관규모 저기압에 대한 포괄적인 용어

5.3 항공기상특보 및 정보

5.3.1 항공기상 특보(Aeronautical Meteorological Warnings)

항공기상 특보는 공항 내에 계류 중인 항공기를 포함한 지상의 모든 항공기, 공항시설 및 공항업무와 항공로 상에서 항공기 안전운항에 영향을 미칠 수 있는 기상현상을 국제적으로 합의된 약어를 사용하여 서술하는 것이다. 항공기상 특보는 국제민간항공협약 부속서 3에 따라 다음과 같이 분류한다.

- SIGMET정보(SIGMET information)
- AIRMET정보(AIRMET information)
- 공항경보(Aerodrome Warning)
- 윈드시어경보(Wind Shear Warning)

5.3.2 항공기상정보(Aeronautical Meteorological information)

항공기상정보는 현재 및 예상되는 기상상황과 항공기 운항에 영향을 미치는 요인에 대해 관제 또는 운항관련 기관에 알려주어야 할 필요가 있을 때 제공하는 정보를 말하며, 공항기상정보와 화산재정보로 분류한다.

5.4 SIGMET

5.4.1 SIGMET 정보

- SIGMET 정보는 항공기 안전운항에 영향을 미칠 수 있는 기상현상과 대기 중 다른 현상의 시간적 및 공간적인 변화에 대하여, 발생하거나 발생이 예상될 때, 국제적으로 합의된 약어를 사용하여 제공하는 항공기상 특보이다.
- SIGMET의 발표관서(Met office issuing SIGMET) : SIGMET은 기상감시소(Meteorological Watch Office)역할을 수행하는 항공기상청에서 발표한다.
- SIGMET의 발표시각(Issuing time of SIGMET) : SIGMET은 기상현상의 발생이 예상되는 시각으로부터 4시간 이내에 발표한다. 다만 화산재와 태풍에 대한 SIGMET은 사전에 경고하기 위해서 발생 예상시간으로부터 12시간 이내에 발표한다.
- SIGMET의 유효시간(The Period of

validity of SIGMET) : SIGMET의 유효시간은 4시간을 초과하지 않아야 하며, 화산재구름과 태풍과 같은 특별한 경우의 유효시간은 6시간을 초과하지 않아야 한다.

5.4.2 SIGMET의 내용 및 형식(Contents and format of SIGMET)

SIGMET 전문은 승인된 ICAO의 약어와 명확한 의미를 가진 수치를 사용하여 간략하게 작성한다. SIGMET의 일련번호는 0001UTC 이후부터 새롭게 갱신된다.

SIGMET은 불필요한 설명 자료를 포함시키지 않으며, 뇌전 또는 태풍의 경우에는 난류 및 착빙에 관련된 사항을 포함시키지 않는다.

SIGMET에서 항공기 안전운항에 영향을 미칠 수 있는 기상현상들은 다음과 같다.

- 뇌전/우박을 동반한 뇌전 (thunderstorm / thunderstorm with hail)
- 태풍 (tropical cyclone)
- 심한 난류 (severe turbulence)
- 심한 착빙 (severe icing)
- 심한 산악파 (severe mountain wave)
- 강한 먼지폭풍 또는 모래폭풍 (heavy duststorm or heavy sandstorm)
- 화산재 (volcanic ash)
- 방사성 구름(Radioactive Cloud)

5.4.3 SIGMET 전문(Message of SIGMET)

5.4.3.1 SIGMET 전문 식별군

- 식별군은 ICAO 지명 약어, 보고형태 지시자, 유효시간 및 SIGMET 발표기상관서 지시자 순으로 작성한다.

○ 전문 형식 : ①CCCC ②SIGMET [n]nn
③VALID YYG1G1g1g1/YYG2G2g1g1 ④C1C1C1C1

- ① 지명 약어(CCCC) : ICAO에 의해 규정된 네자리 부호로서 항공고정국의 지명을 나타냄
- ② 보고형태 지시자 및 일련번호 : SIGMET 발표번호
- ③ 유효시간(YYG1G1g1g1/YYG2G2g1g1) : SIGMET의 유효시간으로 YYG1G1g1g1부터 YYG2G2g1g1까지이다.
- ④ 기상감시소 지명 약어(C1C1C1C1) 및 연자부호(-) : SIGMET를 작성 발표하는 기상감시소의 ICAO 지명약어와 본문을 구별하기 위한 연자부호

○ SIGMET 전문 식별군 예시

- 전문 예 : RKRR SIGMET A05 VALID 221215/221600 RKSI
- 해석 예 : 22일 0000UTC 이후 항공기상청(기상감시소 : RKSI)이 인천비행정보구역(항공교통센터 : RKRR)에 대하여 5번째로 발표하는 SIGMET 전문으로 22일 1215UTC에서 22일 1600UTC까지 유효함

5.4.3.2 SIGMET 본문

본문의 맨 앞에는 발표하는 SIGMET에 관련된 비행정보구역(FIR) 또는 그 명칭을 표시한다. 발생 또는 발생이 예상되는 기상현상과 상태는 그에 따른 약어를 사용하여 표현한다.

기상현상과 그에 따른 약어 표현

5.4.3.2.1 뇌전(TS : Thunderstorm)

- ① OBSC(obscured) : 뇌전(필요할 경우 뇌전을 동반하지 않는 CB 포함)이 연무 또는 연기에 의해 모호하거나 어둡으로 쉽게 볼 수 없을 때 사용한다. 예) OBSC TS
- ② EMBD(embedded) 뇌전(필요할 경우 뇌전을 동반하지 않는 CB 포함)이 구름층 내에 끼어 있거나 쉽게 인식할 수 없을 때 사용한다. 예) EMBD TS
- ③ FRQ(frequent) : 현상에 의해 영향을 받거나 받을 것으로 예상하는 구역에 대하여 최대 75% 이상의 공간을 차지할 때 사용하며, 인접한 뇌전 사이의 간격이 거의 없는 뇌전구역(고정시간 또는 유효기간)을 표현한다. 예) FRQ TS
- ④ SQL(squall line) : 각각의 구름사이에 간격이 거의 없는 선 상태의 뇌전을 표현한다. 예) SQL TS
- ⑤ GR(hail) : GR이 동반되는 경우에는 뇌전과 함께 표현한다. 예) OBSC TSGR, EMBD TSGR, FRQ TSGR, SQL TSGR

5.4.3.2.2 태풍(TC Tropical Cyclone) 10분간

의 지상풍 평균풍속 17m/s(34kt) 이상인 태풍을 표현한다. 예) TC (+ 태풍이름 + 위치 CB), TC GLORIA PSN N3500 W12800 CB

5.4.3.2.3 난류(TURB : Turbulence) 지상바람과 연관된 저층난류, 두루마리흐름 또는 제트기류 부근의 운중 난류 또는 청천난류(CAT)의 EDR(Eddy Dissipation Rate: 와도 소실률)의 최고값이 0.7 초과면 심한난류, 0.4~0.7인 경우 보통난류로 표현한다. 또 한 난류는 대류운과 연관되어 사용되지 않는다. 예) SEV TURB

5.4.3.2.4 착빙(ICE : Icing) 대류운 이외의 심한 착빙과 어는 비에 의해 야기되는 심한 착빙을 표현한다. 예) SEV ICE; SEV ICE (FZRA)

5.4.3.2.5 먼지폭풍 또는 모래폭풍(DS 또는 SS : Duststorm 또는 Sandstorm) 강한 먼지폭풍 또는 강한 모래폭풍을 표현한다. 예) HVY DS, HVY SS

5.4.3.2.6 심한 산악파(MTW : Mountain wave) 예) SEV MTW

5.4.3.2.7 화산재(VA : Volcanic ash) 화산재에 대해 표현하며, 화산의 이름을 알고 있

는 경우 그 이름을 표현한다. 예) VA

5.4.3.2.8 방사성 구름(RDOACT CLD : Radioactive Cloud) 방사성 구름에 대한 정보가 있을 경우 표현한다. 예) RDOACT CLD

5.4.3.3 화산재 SIGMET 전문 예시

○ 전문 예 :

```

①RKRR ②SIGMET A02 ③VALID 211100/211700 ④
RKSI
⑤INCHEON FIR ⑥VA ⑦ERUPTION MT
SAKURAJIMA
⑧PSN N3135 E13040 ⑨VA CLD OBS AT 1100Z
⑩N3400 E12730 - N3400 E12835 - N3230 E12730
- N3230 E12710 - N3230 E12700 - N3400 E12730
⑪FL250/400
⑫INTSF ⑬FCST AT 1700Z VA CLD N3400 E12625
- N3400 E12800 - N3310 E12800 - N3230 E12730
- N3230 E12650 - N3100 E12600 - N3230 E12600
=
    
```

○ 해석 예 :

- ① 지명 약어 : 항공교통센터의 ICAO 지명 약어
- ② SIGMET 발표번호 : 0001UTC 이후 발표된 2번째 SIGMET
- ③ 유효시간 : 21일 1100UTC부터 1700UTC까지 / SIGMET 정보의 유효시간은 보통 4시간, 최대 6시간 이내
- ④ 기상감시소 지명 약어 및 연자부호 : 항공기상청의 ICAO 지명 약어
- ⑤ 관련 비행정보구역 : INCHEON FIR
- ⑥ 기상현상 : VA(화산재)

- ⑦ 화산정보 : SAKURAJIMA 화산(화산분출에 대해 이미 알려져 있는 경우 ERUPTION 표시, 이미 화산의 이름이 알려져 있는 경우 약어 MT <화산 명칭>으로 표시)
- ⑧ 화산의 위치 : N31°35' E130°40'
- ⑨ 관측 시간 : 1100UTC에 화산재구름이 관측
- ⑩ 화산재 구름의 범위 : 비행고도 25000ft에서 40000ft사이에 N34°00' E127°30' - N34°00' E128°35' - N32°30' E127°30' - N32°30' E127°10' - N32°30' E127°00'범위에 화산재 구름 분포
- ⑪ 강도 : 강해짐 / INTSF(intensify) : 강도 증가 / WKN(weaken) : 강도 약화 / NC(no change): 강도 불변
- ⑫ 유효시간의 종료시각에 대한 예상 : 1700UTC에 화산재구름은 대략적으로 N34°00' E126°25' - N34°00' E128°00' - N33°10' E128°00' - N32°30' E127°30' - N32°30' E126°50' - N31°00' E126°00' - N32°30' E126°00'사이에 예상됨/ 관측되었을 때 : OBS / 계속될 것으로 예상될 때 : FCST

5.4.3.4 심한 난류 SIGMET 전문 예시

○ 전문 예 :

```
①RKRR ②SIGMET C05 ③VALID 221215/221600 ④
RKSI
⑤INCHEON FIR ⑥SEV TURB ⑦OBS AT 1210Z
⑧N3540 E12640 FL250
⑨ WKN FCST AT 1600Z N3540 E12800 =
```

○ 해석 예 :

- ① 지명 약어 : 항공교통센터의 ICAO 지명 약어
- ② SIGMET 발표번호 : 0001UTC 이후 발표된 5번째 SIGMET
- ③ 유효시간 : 22일 1215UTC부터 1600UTC까지 / SIGMET 정보의 유효시간은 보통 4시간, 최대 6시간 이내
- ④ 기상감시소 지시자 및 연자부호 : 항공기상청의 ICAO 지명 약어
- ⑤ 관련 비행정보구역 : INCHEON FIR
- ⑥ 기상현상 : 심한 난류
- ⑦ 관측 시간 : 1210UTC / 관측되었을 때 : OBS / 계속될 것으로 예상될 때 : FCST
- ⑧ 난류의 범위 : 비행고도 25,000ft, N35°40' E126°40'에서 난류가 관측됨
- ⑨ 강도 : 강도는 약화 / INTSF(intensify) : 강도 증가 / WKN(weaken) : 강도 약화 / NC(no change): 강도 불변
- ⑩ 유효시간의 종료시각에 대한 예상 : 1600UTC의 난류의 예상위치는 N35°40' E128°00'

5.4.3.5 태풍 SIGMET 전문 예시

○ 전문 예 :

①RKRR ②SIGMET B03 ③VALID 251600/252200
 ④RKSI ⑤INCHEON FIR ⑥ TC ⑦GLORIA
 ⑧PSN N3230 E12430 CB OBS AT 1600Z
 ⑨WI 150km OF TC CENTRE TOP FL500
 ⑩NC ⑪FCST AT 2200Z TC CENTRE PSN N3440
 E12440=

○ 해석 예 :

- ① 지명 약어 : 항공교통센터의 ICAO 지명 약어
- ② SIGMET 발표번호 : 0001UTC 이후 발표된 3번째 SIGMET
- ③ 유효시간 : 25일 1600UTC부터 2200UTC까지 / SIGMET 정보의 유효시간은 보통 4시간, 최대 6시간 이내
- ④ 기상감시소 지명 약어 및 연자부호 : 항공기상청의 ICAO 지명 약어
- ⑤ 관련 비행정보구역 : INCHEON FIR
- ⑥ 기상현상 : 태풍
- ⑦ 태풍이름 : GLORIA
- ⑧ 관측 위치 및 시간 : N32°30' E124°30', 1600UTC / 관측되었을 때 : OBS / 계속될 것으로 예상될 때 : FCST
- ⑨ 적란운의 범위 : 태풍중심으로부터 150km 반경안에 적란운이 관측되었으며 운저고도는 FL500
- ⑩ 강도 : 강도는 변화 없음 / INTSF(intensify) : 강도 증가 / WKN(weaken) : 강도 약화 / NC(no change): 강도 불변

- ⑪ 유효시간의 종료시각에 대한 예상 : 2200UTC에 태풍 중심의 예상위치는 N34°40' E124°40'

5.5 AIRMET

5.5.1 AIRMET 정보(AIRMET information)

AIRMET는 10,000ft 이하의 저고도를 운항하는 항공기에 영향을 미칠 수 있는 기상현상이 시간적 및 공간적 변화에 의해서 발생하거나 발생이 예상될 때 국제적으로 합의된 부호를 사용하여 서술하며, 저고도공역예보에 포함된 기상현상을 포함하여 발표하는 항공기상 특보이다.

- AIRMET의 발표관서(Met office issuing AIRMET) : AIRMET은 기상감시소(Meteorological Watch Office)역할을 수행하는 항공기상청에서 발표한다.
- AIRMET의 발표시각(Issuing time of AIRMET) : AIRMET은 그 현상의 발생이 예상되는 시각으로부터 4시간 이내에 발표한다.
- AIRMET의 유효시간(Period of validity of AIRMET) : AIRMET의 유효시간은 4시간을 초과하지 않아야 한다.

(주) AIRMET은 10,000ft 이하를 운항하는 항공교통량의 밀도를 고려하여 지역항공항행

협정에 따라 기상감시소에서 발표한다.

5.5.2 AIRMET 내용 및 형식(Contents and format of AIRMET)

- AIRMET은 승인된 ICAO의 약어와 명확한 의미를 가진 수치를 사용하여 간략하게 약어로 작성한다.
- AIRMET은 불필요한 설명 자료를 포함시키지 않으며, 뇌전 또는 적란운과 관련된 AIRMET은 난류와 착빙에 관련된 사항을 포함시키지 않는다.
- 10,000ft(산악지형에서 비행고도 15,000ft) 이하의 저고도 운항 항공기에 영향을 미칠 수 있는 기상현상들은 다음과 같다.
 - 지상풍속 (surface wind speed)
 - 지상시정 (surface visibility)
 - 뇌전 (thunderstorms)
 - 산악차폐 (mountain obscuration)
 - 구름(적란운 또는 탑상적운)
(cumulonimbus or towering cumulus)
 - 보통착빙 (moderate icing)
 - 보통난류 (turbulence)
 - 보통산악파 (moderate mountain wave)

5.5.3 AIRMET 전문(Message of AIRMET)

5.5.3.1 AIRMET 전문 식별군

- 식별군은 ICAO 지명 약어, 보고형태 지시자, 유효시간 및 AIRMET 발표하는 기상감시소의 지명 약어 순으로 작성한다.

- 전문 형식 :

①CCCC ②AIRMET [n]nn ③VALID YYG1G1g1g1/YYG2G2g1g1 @C1C1C1C1

- ① 지명 약어(CCCC) : ICAO에 의해 규정된 네자리 부호로서 항공고정국의 지명을 나타냄
- ② 보고형태 지시자 및 일련번호 :
AIRMET 발표번호
- ③ 유효시간(YYG1G1g1g1/YYG2G2g1g1) : AIRMET의 유효시간으로 YYG1G1g1g1부터 YYG2G2g1g1까지이다.
- ④ 기상감시소 지명 약어(C1C1C1C1) 및 연자부호(-) : AIRMET를 작성 발표하는 기상감시소의 ICAO 지명약어와 본문을 구별하기 위한 연자부호

- 전문 예 :

RKRR AIRMET A05 VALID 221215/221600 RKSI
--

- 해석 예 : 22일 0000UTC 이후 항공기상청(기상감시소 : RKSI)가 인천비행정보구역(항공관제소 : RKRR)에 대하여 5번째로 발표하는 AIRMET 전문으로 22일 1215UTC에서 22일 1600UTC까지 유효함

5.5.3.2 AIRMET 본문

본문의 맨 앞에는 발표하는 AIRMET에 관련된 비행정보구역(FIR) 또는 그 명칭을 표시한다. 발생 또는 발생이 예상되는 기상현상은 다

음의 약어를 사용하여 표현한다.

기상현상과 그에 따른 약어 표현

5.5.3.2.1 지상풍(SFC WIND : Surface Wind Speed) : 평균풍속이 30kt(15m/s) 이상 예상되는 지역에 대하여 사용단위와 함께 표현한다. 예) SFC WIND 35KT

5.5.3.2.2 지상시정(SFC VIS : Surface Visibility) : 5,000m 이하의 시정장애를 야기하는 하나의 기상현상 또는 복합현상 중 하나를 표현한다. 예) SFC VIS 0800 FG

5.5.3.2.3 뇌전(TS : Thunderstorm)

○ OBSC(obsured) : 뇌전(필요할 경우 뇌전을 동반하지 않는 CB 포함)이 연무 또는 연기에 의해 모호하거나 어둡으로 쉽게 볼 수 없을 때 사용한다. 예) OBSC TS

○ EMBD(embedded) 뇌전(필요할 경우 뇌전을 동반하지 않는 CB 포함)이 구름층 내에 끼어 있거나 쉽게 인식할 수 없을 때 사용한다. 예) EMBD TS

○ ISOL(isolated) : 우박을 동반하고, 현상에 의해 영향을 받거나 받을 것으로 예상하는 구역에 대해, 최대 50% 미만의 공간을 차지할 것으로 예상될 때 ISOL(isolated)를 사용하며, 다음과 같이 표현한다. 예) ISOL TSGR

○ OCNL(occasional) : 우박을 동반하고, 현상에 의해 영향을 받거나 받을 것으로 예상하는 구역의 최대 50~75%이상의 공간을 차지할 것으로 예상될 때 OCNL(occasional)을 사용하며, 다음과 같이 표현한다. 예) OCNL TSGR

5.5.3.2.4 산악차폐 : 산악지대가 연무 또는 연기에 의해 차폐되거나 어둡으로 쉽게 볼 수 없을 때 OBSC(obsured)를 사용하며, 다음과 같이 표현한다. 예) MT OBSC

5.5.3.2.5 구름 : 지상 위 1,000ft(300m) 미만의 운저고도를 갖는 BKN 또는 OVC의 구름구역을 운저고도, 운정고도 및 단위와 함께 표현한다. 예) BKN CLD 400/3,000FT

○ 예상되는 구역에 최대 50% 미만의 공간을 차지할 정도의 적란운 또는 탑상적운이 끼었거나 낄 것으로 판단될 때는 ISOL(isolated)를 사용하며, 다음과 같이 표현한다. 예) ISOL CB(또는 TCU)

○ 예상되는 구역에 최대 50~75%이상의 공간을 차지할 정도의 적란운 또는 탑상적운이 끼었거나 낄 것으로 판단될 때는 OCNL(occasional)를 사용하며, 다음과 같이 표현한다. 예) OCNL CB(또는 TCU)

○ 예상되는 구역에 최대 75%이상의 공간을

- 차지할 정도의 적란운 또는 탑상적운이 끼었거나 깔 것으로 판단될 때는 FRQ(frequent)를 사용하며, 다음과 같이 표현한다. 예) FRQ CB(또는 TCU)
- 5.5.3.2.6 착빙(ICE Icing) : 대류운 이외의 보통 착빙을 표현한다. 예) MOD ICE
- 5.5.3.2.7 난류(TURB : Turbulence) : 강한 지상바람과 연관된 저층난류, 두루마리흐름 또는 제트기류 부근의 운중 난류 또는 청천난류(CAT)의 EDR의 절정기값이 0.7 초과면 심한난류, 0.4~0.7인 경우 보통난류로 표현한다. 예) MOD TURB
- 5.5.3.2.8 산악파(MTW : Mountain Wave) : 대류운 이외의 보통산악파를 표현한다. 예) MOD MTW
- 5.5.3.2.9 관측 또는 예측되는 정보 및 지속시간은 다음의 약어를 사용하여 표현한다. 약어 "OBS" 또는 "FCST"는 기상현상의 관측 또는 예측되는 기상현상을 UTC 기준의 시간과 함께 표현한다.
- 전문형식 : OBS(AT nnnnZ)또는 FCST
 - 전문 예 : OBS AT 1210Z
 - 해석 예 : 12시 10분에 관측됨
- 5.5.3.2.10 위치는 위도/경도 또는 국제적으로 잘 알려진 위치로 표시
- 전문형식 : WI Nnn[nn] Ennn[nn] - Nnn[nn] Ennn[nn]
 - 전문 예 : WI N3400 E12625 - N3400 E12800 - N3310 E12800 - N3230 E12730 - N3230 E12650 - N3100 E12600 - N3230 E12600 - N3400 E12625
 - 해석 예 : N34°00' E126°25' - N34°00' E128°00' - N33°10' E128°00' - N32°30' E127°30' - N32°30' E126°50' - N31°00' E126°00' - N32°30' E126°00' 사이에 위치
- 5.5.3.2.11 기상현상의 발생 또는 예상되는 고도를 표현한다.
- 전문형식 : TOP FLnnn 또는 FLnnn/nnn 또는 SFC/FLnnn
 - 전문 예 : FL350/400
 - 해석 예 : 비행고도 35,000ft에서 40,000ft 사이
- 5.5.3.2.12 이동 또는 예상이동, 정체 정보를 16방위와 kt 또는 km/h 의 속도단위중의 하나로 표시하며 기상현상의 예상되는 강도 변화를 표현한다.
- 전문형식 : MOV NW(nnKT)또는 STNR/INTSF
 - 전문 예 : MOV E 20KT WKN

- 해석 예 : 20kt의 속도로 동쪽으로 이동 중이며 강도는 약화되고 있음 / INTSF(intensify) : 강도 증가 / WKN(weaken) : 강도 약화 / NC(no change): 강도 불변

상관서는 아래에 열거한 현상 중 한 가지 이상이 발생할 것으로 예상될 경우 공항경보를 발표한다.

5.6.2 공항경보의 종류와 발표기준(Type and standard Aerodrome warnings)

5.6 공항경보

5.6.1 공항경보(Aerodrome warnings)

공항경보는 계류중인 항공기를 포함하여 지상에 있는 항공기, 공항 시설 및 업무에 영향을 미칠 수 있는 기상현상에 대한 간결한 정보를 제공하는 것이다. 항공기상청 또는 각 공항기

5.6.2.1 공항경보의 종류

공항경보는 태풍, 황사, 운고, 저시정, 강풍, 호우, 대설, 뇌전, 어는강수, 서리, 지진해일, 화산재 침전물, 유독화학물질, 기타 국제민간항공협약 부속서 3 부록 6에서 언급된 기상현상(Other phenomena listed in ICAO Annex 3 Appendix 6)이 발생했거나 발생할 것이 예상되는 경우 발표한다.

[표 5-1] 공항경보의 발표기준

구분	교육시간
태풍	태풍으로 인하여 강풍 및 호우 등이 경보 기준에 도달 할 것으로 예상될 때
뇌전	해당 공항에 뇌전이 발생 또는 예상될 때
대설	24시간 신적설이 3cm 이상 발생 또는 예상될 때
강풍	10분간 평균풍속이 25KT 이상 또는 최대순간풍속이 35KT 이상인 현상이 발생 또는 예상될 때
운고	해당 공항의 기상관서, 항공교통업무기관 및 운항자간 협의에 의한 기준치 이하로 발생 또는 예상될 때
저시정	해당 공항의 기상관서, 항공교통업무기관 및 운항자간 협의에 의한 기준치 이하로 발생 또는 예상될 때
호우	강우량이 30mm/h, 50mm/3h 이상 발생 또는 예상될 때
황사	황사로 인해 1시간 평균 미세먼지(PM10) 농도가 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상이 2시간 이상 지속 될 것으로 예상되고 시정 5,000m 이하가 예상될 때

- 다음 각 호의 현상이 발생 또는 예상될 때
 1. 우박 2. 어는강수 3. 서리 4. 날아오른 모래 또는 먼지
 5. 모래 또는 먼지폭풍 6. 스콜 7. 화산재 8. 지진해일
 9. 화산재 침전물 10. 유독화학물질

5.6.2.2 공항경보의 발표기준 : 표 5-1

5.6.2.3 공항경보 전문 형식 : 공항경보 전문

(Message of Aerodrome warnings)

은 지명약어, 공항경보 지시자 및 경보 번호, 유효시간 등의 순서로 작성한다.

①nnnn ②AD WRNG n ③VALID nnnnnn/nnnnnn
 ④FREE TEXT, 기상현상
 ⑤OBS [AT nnnnZ] or FCST
 ⑥INTSF or WKN or NC =

- ① nnnn : 공항의 지명 약어
- ② AD WRNG n : 공항경보 지시자 No. 경보번호
- ③ VALID nnnnnn/nnnnnn : 공항특보의 유효시간으로 nnnnnn부터 nnnnnn까지 (UTC)
- ④ 기상현상에 대한 내용
- ⑤ OBS [AT nnnnZ] or FCST : 관측(OBS) 또는 예상(FCST) 기상현상
 (주) 관측 또는 예상 기상현상 약어 : 태풍(TC), 뇌전(TS), 대설(HVY SN), 강풍(SFC WSPD), 운고(CIG), 저니정(SFC VIS), 호우(HVY RA), 황사(ASIAN DUST), 어는강수(FZRA), 우박(GR), 서리(FROST), 날아오른 모래(SS), 먼지(DS), 모래(SA), 먼지폭풍(SQ), 스콜(VA), 지진해일(TSUNAMI), 화산재(VA DEPO), 유독성 화학물(TOX CHEM)
- ⑥ INTSF or WKN or NC : 예상되는 강도의 변화가 필요한 경우 사용

5.6.2.4 공항경보 전문 예시

RKSI AD WRNG 6
 VALID 082150/082400
 ASIAN DUST FCST=

- 전문 예 :
- 해석 예 : 6번째로 발표하는 인천공항경보. 유효시간은 08일 2150UTC부터 09일 0000UTC까지 황사 예상됨

5.7 바람시어 경보

5.7.1 바람시어 경보(Wind shear warnings)

바람시어 경보는 활주로 표면으로부터 고도 1,600ft(500m) 사이의 접근/이륙로 또는 선회 접근중인 항공기 그리고 착륙 또는 이륙을 위해 주행 중인 항공기에 영향을 미칠 수 있는 바람시어가 관측되거나 예상 되는 경우, 바람시어 경보를 발표한다.

5.7.2 바람시어 경보는 다음에 해당 될 때 발표한다.

- 바람시어 측정장비(LLWAS, Doppler radar, Sodar등)를 활용하여 바람의 변화 경향 (Loss 또는 Gain)이 15kt 이상으로 관측되거나, 지속될 것으로 예상될 때 발표하며,
- 바람의 변화 경향이 30kt 이상일 경우에는 마이크로버스트에 대한 정보를 포함하

여 발표한다.

- 접근 및 이륙항공기 조종사로부터 바람시어 정보를 받는 경우 항공기 기종이 포함된 바람시어 정보를 발표한다.

5.7.3 바람시어 경보 전문 형식

①nnnn ②WS WRNG n
 ③ddhhmm VALID TLddhhmm or VALID ddhhmm/
 ddhhmm
 ④Free text - 기상현상표시
 ⑤REP AT / OBS / FCST - 관측/보고되는 기상현상의 식별
 ⑥SFC WIND 등

- ① 지역 지시자(nnnn) : nnnn 바람시어경보를 발표하는 공항
- ② 보고형태 지시자 및 일련번호 : WS WRNG n(번호)
- ③ 발표시간 및 유효시간 : ddhhmm(발표시간) VALID TLddhhmm(유효시간) or ddhhmm(발표시간) VALID ddhhmm/ddhhmm(유효시간)
 (※ 발표시간과 유효시간 시작이 같을 경우 유효시간을 TLddhhmm로 표현할 수 있음)
- ④ 기상현상 표시 : 바람시어(WS), 마이크로버스(MBST)
- ⑤ 기상현상관측 및 예측 보고 : REP AT / OBS / FCST
- ⑥ Wind Shear 경보를 야기하는 기상현상 항목 : SFC WIND 등

5.7.4 바람시어가 명시된 경우 전문 예시

RKSI WS WRNG 1
 211230 VALID 211230/211530
 WS APCH RWY05
 OBS AT 1220=

- 전문 예 :
- 해석 예 : 21일 1230UTC에 발표된 인천국제공항의 첫 번째 바람시어 경보, 21일 1220UTC에 바람시어가 관측됨. 유효기간은 211230UTC부터 211530UTC까지임. 05번 방향 활주로의 착륙지역에 바람시어 발생이 예상

5.7.5 마이크로버스트가 명시된 경우 전문 예시

RKSI WS WRNG 2
 211230 VALID 211230/211530
 MBST APCH RWY26
 OBS AT 1220=

- 전문 예 :
- 해석 예 : 21일 1230UTC에 발표된 인천국제공항의 두 번째 바람시어경보, 21일 1220UTC에 마이크로버스트가 관측됨. 유효기간은 211230UTC부터 211530UTC까지임. 26번 방향 활주로의 착륙지역에 마이크로버스트 발생이 예상

5.8 공항기상정보

5.8.1 공항기상정보(Aeronautical climatological information)

공항기상정보란 현재 및 예상되는 공항기상

상황에 대하여 관제 및 운항관련 기관 등에 알려주는 정보를 말한다.

5.8.2 공항기상정보에 포함되어야 할 사항은 다음과 같다

- 기상상황 및 전망
- 특이기상현상, 기상상황변화 등 관제 및 운항관련 기관에 알려야 할 기상관련 내용

5.8.3 공항기상정보는 일 2회 제공하며 필요에 따라 수시로 제공할 수 있다.

5.9.3 화산재정보 제공 대상은 다음과 같다.

- 우리나라 비행정보구역에 화산재가 12시간 내 영향을 미칠 것으로 예상되는 경우
- 항공기보고에 의해 화산재가 관측된 경우
- 대규모 화산폭발로 인하여 항공기 운항에 상당한 영향을 미칠 것으로 예상되는 경우

5.9 화산재정보의 제공

5.9.1 “화산재정보”란 화산 폭발로 인한 화산재 확산으로 항공기운항에 영향을 미칠 것으로 예상 되는 경우 관제 및 운항관련 기관 등에 알려주는 정보를 말한다.

5.9.2 화산재정보에 포함되어야 할 사항은 다음과 같다.

- 화산위치
- 화산이름
- 최근분화현황
- 필요한 경우 예상자료
- 기타 관제 및 운항관련 기관에 알려야할 화산재 관련 내용

6.1 항공예보개요

6.1.1 항공예보의 분류 : 항공예보는 항공기 안전과 경제적인 운항을 위하여 공항, 공역, 항공로 등에서 비행에 영향을 주는 기상현상을 입체적이고 광범위하게 서술하는 것으로, 아래와 같이 분류한다.

- 공항예보(Terminal Aerodrome forecasts)
- 이륙예보(Take-off Forecast)
- 착륙예보(Landing Forecast)
- 중요기상예보(Significant weather forecast)
 - 고고도 중요기상예보(High-level Significant weather forecast)
 - 중고도 중요기상예보(Medium-level Significant weather forecast)
 - 저고도 중요기상예보(Low-level Significant weather forecast)

6.1.2 항공예보의 사용

6~30시간의 유효시간을 갖는 공항예보는 비

행계획 작성과 운항승무원에 대한 브리핑에 사용 되고, 2~3시간의 유효시간을 갖는 이착륙예보는 항공기의 이/착륙에 사용된다.

새롭게 발표한 예보는 이전에 발표된 동일 지역, 동일 유효시간에 대한 예보를 대체한다.

6.2 공항예보

6.2.1 공항예보(Terminal Aerodrome forecasts/TAF)

공항예보는 일정기간(보통 6시간에서 30시간)동안 공항에서 예상되는 항공기 운항에 영향을 줄 수 있는 지상풍, 수평 시정, 일기, 구름 등의 중요 기상현상에 대하여 국제적으로 합의된 부호를 사용하여 서술하는 것이다.

6.2.2 공항예보는 항공기상청의 항공기상관서에서 발표하며, 공항예보의 발표시각은 국제공항에 대한 공항예보는 일 4회(05, 11, 17, 23UTC) 발표하며, 국내공항에 대한 공항예보는 일 4회(00, 06, 12, 18UTC) 발표한다. 다만 항공기 운항 상

황을 고려하여 필요한 경우에는 공항 예보의 발표시각 및 유효시간을 조정할 수 있다. 기상관서는 한 공항에 대하여 주어진 발표시간에 하나의 예보만을 발표한다.

(주) 12시간미만의 유효시간을 가지는 공항예보는 3시간 간격으로, 12시간이상 30시간까지의 유효시간을 가지는 공항예보는 6시간 간격으로 발표하며 수정예보는 필요에 따라 발표한다.

6.2.3 공항예보의 유효시간(Period of validity for TAF) 공항예보의 유효시간은 각각의 발표시각 1시간 이후부터 30시간 이내로 하며, 새로 발표되는 공항예보는 이전에 발표된 공항예보를 대체한다.

6.2.4 공항예보의 내용 및 형식(Contents and format of TAF)

6.2.4.1 공항 예보의 내용 서술 순서는 식별군/지상풍/시정/일기현상/구름/기온/예상되는 중요 변화군 이다.

6.2.4.2 공항예보의 형식

(가) ①TAF ②CCCC ③YYGGggZ ④YYG1G1G2G2
 (나) ①dddf②GfmfmKT 또는 MPS
 (다) VVVV or CAVOK
 (라) W'W' or NSW
 (마) NsNsNshshshs or VVhshshs or SKC or NSC
 (바) TTTF/GFGFZ
 (사) TTTTGGGeGe or TTGG

(가) 식별군은 보고형태 지시자, 지명 약어, 발표시각 및 유효시간 순으로 작성한다. 전문 형식 : TAF CCCC YYGGggZ Y1Y1G1G1/Y2Y2G2G2

① 보고형태 지시자(TAF) : TAF(Terminal Aerodrome Forecasts)

② 지명 약어(CCCC) : 공항의 ICAO 지명 약어

③ 발표시각(YYGGggZ) : 발표시각으로, 날짜/시각/분으로 구성(UTC 기준)

④ 유효시간(Y1Y1G1G1/Y2Y2G2G2) : 유효시간으로, Y1Y1G1G1부터 Y2Y2G2G2까지이다.

(나) 지상풍 : 지상풍의 풍향과 풍속은 dddf로 공백 없이 표시하고, 풍속은 측정단위(KT 또는 MPS)를 붙인다.

① 최대 풍속(돌풍)이 평균 풍속보다 10kt(5m/s) 이상 지속될 것으로 예상되면 평균풍속 뒤에 문자 G를 붙이고 최대풍속을 표현한다. 풍속이 100kt(50m/s) 이상으로 예상 될 때는 문자 P 뒤에 99KT(49m/s)를 사용하여 표현한다.

② VRB는 평균풍속이 3kt(1.5m/s) 미만일 때 또는 평균풍속이 3kt(1.5m/s) 이상이지만 우세한 풍향을 예상할 수 없는 경우

에 사용한다. 바람이 1kt(0.5m/s) 미만일 것으로 예상되면 풍향 / 풍속은 00000(calm)으로 표현한다.

(㉔) 시정 : VVVV는 시정을 의미하며 예상되는 우세시정을 4자리 숫자로 표시하고, 우세시정으로 예보할 수 없을 때는 최단 시정으로 표현한다.

- 시정이 800m 미만으로 예상될 때는 “0350” 등과 같이 50m 단위로 표현한다.
- 시정이 800~5,000m 미만으로 예상될 때는 100m 단위로 표현한다.
- 시정이 5~10km 미만으로 예상될 때는 “7000” 등과 같이 1,000m 단위로 표현한다.
- 시정이 10km 이상으로 예보될 때는 CAVOK가 적용되는 예보를 제외하고는 “9999”로 표현한다.
- 시정 10km 이상 또는 운항 상 중요한 구름이 없을 때 “CAVOK” 사용한다.

(㉕) CAVOK” 사용시 운항 상 중요한 구름 이란 : 운저고도가 1,500m(5,000ft) 미만 또는 최저구역 고도 중 높은쪽 아래의 구름, 운저고도에 관계없이 적란운 또는 탑상적인

(㉖) 일기현상

- w'w'는 유효시간동안 예상되는 일기현상을 의미한다.
- 공항 내에서 다음의 각 일기현상의 특성과 강도가 단일 또는 복합 일기현상에 의해

발생 이 예상되는 경우, 하나 또는 그 이상, 최대 3개까지 예보한다. 이러한 일기현상이 끝날 것으로 예상될 때에는 “NSW”로 표현한다.

- 어는 강수
- 어는 안개
- 보통 또는 강한 비(소낙성 포함)
- 낮게 날린 먼지, 모래 또는 눈
- 높게 날린 먼지, 모래 또는 눈(눈폭풍 포함)
- 먼지 폭풍
- 모래 폭풍
- 뇌전(강수 유무 무관)
- 스콜
- 깔때기 구름(토네이도 또는 용오름)
- 기상당국과 ATS 당국 그리고 관련 운항자와의 협의에 따른 WMO No 306 Manual on codes의 code table 4678에 포함된 일기현상

(㉗) 구름

- 운량은 전체 하늘에 대해 구름이 차지하고 있는 부분을 okta(8분위)로 표현하며 운량에 따라 FEW(1~2 oktas), SCT(3~4 oktas), BKN(5~7 oktas) 또는 OVC(8 oktas)를 사용하며 운고는 100ft 단위로 표현한다.
- 구름이 전혀 없고, 약어 “CAVOK”가 적절치 않을 경우에는 “NSC”를 사용한다.
- 하늘이 차폐될 것으로 예상될 때는 구름군

대신 수직시정(VVhshshs)으로 표현한다. 이때 뒤의 3자리 숫자는 100ft단위의 수직시정을 의미한다.

○ 여러 운층 또는 운고를 예보할 때는 그것의 운량과 운저고도를 다음 순서로 표현한다.

- 운량에 관계없이 적절하게 FEW, SCT, BKN 또는 OVC를 사용하여 최저운층 또는 운고를 예보
- 3/8이상을 가리고 있는 그 다음 운층 또는 운고를 SCT, BKN 또는 OVC를 사용하여 예보
- 5/8이상을 가리고 있는 그 다음 운층 또는 운고를 BKN 또는 OVC를 사용하여 예보
- 적란운(CB)또는 탑상적운은 예상될 때마다 운형을 표시하여 예보

○ 구름정보는 예를 들어 5,000ft(1,500m)나 가장 높은 최저구역고도 중 높은 쪽 고도 아래에 있는 구름과 적란운이 예상되는 경우로 운향 상 중요한 구름으로 제한한다. 이러한 표현을 적용함에 있어, 적란운이 없을 것으로 예상되고 5,000ft(1,500m)나 가장 높은 최저구역고도 중 높은 쪽 고도 아래에 구름이 없을 것으로 예상되고 “CAVOK”의 사용이 적절하지 않을 때는 약어 “NSC”를 사용하여 표현한다.

(주) 최저섹터고도(MSA: Minimum Sector Altitude)란 공항부근의 무선향공보안시설

을 중심으로 반경 46km(25해리)의 원내에 위치한 모든 물체의 높이로부터 긴급 사태에 대비해서 최소 한 1,000ft(300m)의 여유를 두고 설정한 비행안전최저 고도이며 각 공항별 MSA는 다음과 같다. 인천 3,900(ft), 김해 5,200(ft), 광주 5,000(ft), 김포 4,000(ft), 청주 4,600(ft), 포항 4,800(ft), 제주 8,500(ft), 대구 5,800(ft), 사천 8,400(ft), 울산 5,200(ft), 여수 8,400(ft), 무안 3,800(ft), 양양 7,700(ft)

(바) 기온 : 공항예보의 유효시간동안의 최고 기온과 최저기온에 대한 발생일과 발생시각을 표현할 수 있다. (단 지역항공행협정에 의해 기온예보를 포함할 경우)

(사) 변화군 : 변화군은 기상당국이 항공교통 업무기관, 운항자 등과 협의하여 정한 특정 기준값 및 ICAO Annex 3 Appendix 2에서 정한 특정 기준값 이상으로 변화될 것으로 예상될 때 사용한다.

6.2.4.3 공항예보 전문 예시

```
TAF RKSI 130500Z
1306/1412 31015KT 8000 SHRA
FEW005 FEW010CB SCT018 BKN025
TEMPO 1311/1316 4000 +SHRA
PROB30 TEMPO 1314/1316 TSRA SCT005
BKN010CB
```

○ 전문 예 :

○ 해석 예 :

- 13일 0500UTC에 발표한 인천국제공항의 13일 0600UTC부터 14일 1200UTC까지의 공항예보.

- 지상풍은 풍향 310°, 풍속 15kt, 시정은 8,000m에 보통 강도의 소낙성 비가 내리고,
- 500ft 고도에 운량 1~2 oktas 구름, 1,000ft 고도에 운량 1~2 oktas의 적란운, 1,800ft고도에 운량 3~4 oktas 구름 및 2,500ft 고도에 운량 5~7 oktas 구름이 낄 것으로 예상됨.
- 13일 1100UTC에서 1600UTC사이에 일시적으로 강한 소낙성 비가 내리면서 시정이 4,000m가 될 것으로 예상하며
- 13일 1400UTC에서 1600UTC사이에 일시적으로 보통강도의 비를 동반한 뇌전 현상이 예상되고 500ft고도에 운량 3~4 oktas인 구름과 1,000ft고도에 운량 5~7 oktas인 적란운 발생 가능성이 있으나 예상확률은 30%임

시간 이내에 운항자 및 운항승무원에게 제공될 수 있도록 발표한다.

6.3.3 이륙예보의 내용 및 형식(Contents and format of forecasts for take-off)

이륙예보는 매 정시로부터 3시간 이내에 예상되는 활주로 상에서의 지상풍과 기온, 기압(QNH) 및 국지적으로 합의된 기타 요소의 상태에 관한 정보를 표현한다.

이륙예보에서 사용되는 기상요소, 용어, 단위 및 척도는 해당 공항의 정시관측보고 또는 특별관측보고에서 사용하는 것과 같다.

[표 6-1] 이륙 예보의 형식

TIME (UTC)	WIND (deg/kt)	TEMP (°C)	QNH (inch)	REMARKS
00	24005	21	2995	
01	24008	21	2996	
03	26010	20	2298	-RA
:	:	:	:	:
23	30015	16	3010	

6.3 이륙예보

6.3.1 이륙예보(Forecasts for take-off) : 이륙예보는 항공기의 안전한 이륙을 지원하기 위하여 국제적으로 합의된 부호를 사용하여 간결하게 서술한다.

6.3.2 이륙예보는 항공기상청의 항공기상관에서 발표하며, 이륙예보의 발표시각은 이륙예보 요청에 따라 출발예정시간 전 3

6.4 착륙예보

6.4.1 착륙예보(Landing forecasts) : 착륙예보는 이용자와 공항으로부터 1시간 이내의 비행거리에 있는 항공기에 필요한 기상정보를 제공하는 것으로, 해당 공항에 예상되는 기상현상을 국제적으로 합의된 부호를

사용하여 간결하게 서술한다.

6.4.2 착륙예보는 항공기상청의 항공기상관서에서 발표하며, 착륙예보의 발표시각(Issuing time of landing forecasts)에 국지정시관측보고 및 국지특별관측보고 또는 정시관측보고 및 특별관측보고를 실시할 때, 관측전문에 착륙예보를 포함하여 발표한다.

6.4.3 착륙예보의 유효시간(Period of validity for landing forecasts) 착륙예보의 유효시간은 관측보고 시간으로부터 2시간 이내이다.

6.4.4 착륙예보의 내용 및 형식(Contents and format of landing forecasts)

착륙예보는 공항에 예상되는 기상현상의 중요한 변화에 대해 간결하게 표현하며, 국지정시관측보고(METAR) 또는 국지특별관측보고(SPECI)로 구성한다.

착륙예보는 지상풍, 시정, 일기 및 구름 중 1개 이상의 요소에 대한 중요변화를 표현한다.

구름의 경우 중요변화는 변화가 예상되지 않는 구름층을 포함한 모든 구름층을 표현한다.

착륙예보에서 사용되는 기상요소 및 용어, 단위 및 척도는 착륙예보를 포함하여 보고하는 정시관측보고 또는 특별관측보고에서 사용하

는 것과 같다.

6.4.5 착륙예보 전문(Message of landing forecasts)

6.4.5.1 착륙예보 전문작성 : 지상풍, 시정, 일기 및 구름 등의 요소 중에서 1개 이상의 요소에서 중요 변화가 예상될 때 관측 보고에 경향 예보가 포함되며, 어떠한 변화도 예상되지 않을 때는 관측 보고에 NOSIG가 포함된다. 기상상태의 변화는 변화군 지시자 B E C M G (b e c o m i n g), TEMPO(temporary)와 시간군 지시자 FM(from), TL(till), AT(at)으로 표현된다.

6.4.5.2 착륙예보 전문 예시

6.4.5.2.1 BECMG이 적용되는 변화 : 기상상태가 예보 기간 내에서 규칙적 또는 불규칙적으로 변화할 것이 예상될 때 사용한다.

```
MEATR RKSI 250500Z
12005KT 6000 SCT030 12/02 Q1024
BECMG FM0530 TL0600 3000 BR=
```

○ 전문 예 :

○ 해석 예 : 25일 0500UTC에 발표한 인천 국제공항의 지상풍은 풍향 120°, 풍속 5kt, 시정은 6,000m, 구름 1,800ft고도에 운량 3~4 oktas, 기온 12°C, 이슬점 온도

2℃, 기압 1024, 시정 6,000m가 0530UTC에 변화가 시작되어 0600UTC 이후부터는 시정 3,000m가 예상됨

6.4.5.2.2 TEMPO가 적용되는 변화 : 기상 상태가 착륙 예보 기간 내의 불특정 시간에 일시적으로 변동하며, 일시적 변동의 각 지속 시간이 1시간 미만이고, 총 변동 시간이 전체 기간의 ½ 미만으로 예상될 때 사용한다.

```
MEATR RKSJ 250500Z
12005KT 6000 SCT030 12/02 Q1024
TEMPO FM0530 TL0600 3000 BR=
```

- 전문 예 :
- 해석 예 : 25일 0500UTC에 발표한 인천 국제공항의 지상풍은 풍향 120°, 풍속 5kt, 시정은 6,000m, 구름 1,800ft고도에 운량 3~4 oktas, 기온 12℃, 이슬점 온도 2℃, 기압 1024, 시정 6,000m에서 0530UTC부터 0600UTC까지 일시적으로 시정 3,000m가 예상됨.

6.4.6 착륙예보에 표현해야할 중요한 기상현상의 변화 기준 : 착륙예보에 변화 지시자를 사용하여 예상되는 기상현상을 표현하는 변화기준은 다음과 같다.

6.4.6.1 지상풍

평균풍향이 60° 이상 변화하고 변화 전 또는 이후의 평균풍속이 10kt 이상 예상될 때, 평균풍속이 10kt 이상 변화할 것으로 예상될 때, 운

항 상 중요한 바람 변화의 임계값은 항공교통 업무기관 및 운항자의 자문을 받아 기상당국이 다음과 같은 바람의 변화를 고려하여 설정한다.

- 사용 중인 활주로에서의 변화 요구
- 활주로 배풍과 측풍성분이 공항에서 운항하는 주종 항공기의 운항 한계값을 경과하는 변화

6.4.6.2 시정 : 시정이 다음기준에 도달하거나 경과할 것으로 예상될 경우

- 150, 350, 600, 800, 1,500 또는 3,000m
- 5,000m (단, 시계비행규칙에 따라 운항하는 항공기가 많을 경우)

6.4.6.3 일기현상

- 다음 일기현상(최대 3개까지)의 시작, 종료 또는 강도의 변화가 예상될 경우
 - 어는 강수
 - 보통 또는 강한 강수 (소낙성 포함)
 - 뇌전(강수동반)
 - 먼지폭풍
 - 모래폭풍
 - 기상당국에 의해 ATS 당국과 관련 운항자들과의 협의에 따른 ICAO 부속서 3(부록 3, 4.4.2.3)에 수록된 기타 일기현상
- 다음 일기현상(최대 3개까지)의 시작, 종료가 예상될 경우
 - 어는 안개

- 낮게 날린 먼지, 모래 또는 눈
 - 높게 날린 먼지, 모래 또는 눈 (눈폭풍 포함)
 - 뇌전 (강수 유무 무관)
 - 스콜
 - 깔때기구름(토네이도 또는 용오름)
- 발생한 일기현상의 종료가 예상될 때는 NSW를 사용하여 표현한다.

6.4.6.4 운고 : 운량 5 oktas 이상 되는 최저층 구름의 운고가 다음 기준에 도달하거나 경과될 것으로 예상될 경우

- 100, 200, 500 또는 1,000ft(30, 60, 150 또는 300m)
- 1,500ft(450m)(단, 시계비행규칙에 따라 운항하는 항공기가 많을 경우)

6.4.6.5 운량 : 1,500ft 이하에 있는 구름의 운량이 다음 기준으로 변화될 것으로 예상될 경우

- NSC, FEW 또는 SCT에서 BKN 또는 OVC로 증가
- BKN 또는 OVC에서 NSC, FEW 또는 SCT로 감소

6.4.6.6 수직시정 : 수직시정이 100ft, 200ft, 500 또는 1,000ft에 도달하거나 경과될 것으로 예상될 경우

6.5 저고도 중요기상예보(Low-level Significant weather(SIGWX) forecasts)

6.5.1 중요기상 예보는 항로상에 영향을 미칠 수 있는 기상현상을 고고도(25,000ft~63,000ft), 중고도 (10,000ft~25,000ft), 저고도(10,000ft 이하)로 각각 나뉘어 중요기상예상도(SIGWX)로 발표한다. 본 교재에서는 경량항공기 및 초경량비행장치에 해당하는 저고도 중요기상예보(Low-level Significant weather forecast)에 대하여 기술한다.

6.5.2 중요기상 예보는 항공기상청에서 발표하며, 발표시각은 일 4회로 저고도 중요기상 예보의 유효시간은 발표시각 1시간 이후부터 6시 후(12, 18, 00, 06UTC) 이다.

6.5.3 저고도 중요기상 예보 발표요소 : 저고도 중요기상 예보는 비행고도 10,000ft 이하를 (산악지역은 15,000ft 또는 필요에 따라 그 이상) 비행하는 항공기 운항용으로 발표하는 AIRMET을 지원하기 위해서 국제적으로 합의된 기호를 사용하여 표현한다.

- 기압중심과 전선의 예상이동경로

- 적란운 또는 탑상적운 및 1,000ft 미만에 5 oktas 이상의 운량의 구름
- 빙결고도
- 화산분출(이름표시)
- 뇌전
- 태풍
- 보통 또는 심한 난류
- 보통 또는 심한 착빙
- 보통 또는 심한 산악파
- 먼지폭풍
- 모래폭풍
- 화산재
- 방사성 구름
- 30kt(15m/s) 이상의 지상풍
- 시정감소를 야기하는 지상시정 5,000m 미만의 구역(기상현상 포함)
- 지역항공행협정에 의거한 해수면온도와 바다상태

6.5.4 중요기상예보의 그림 기호(Symbol of SIGWX forecasts)

6.5.4.1 중요 일기현상 표시방법

- 구름과 태풍, 전선, 중요 일기현상, 중요 기상 구역 등 모든 기상현상 표시는 유효시간이 종료되는 시간대(FIXED TIME)를 기준으로 표시한다.
- 중요 일기현상은 중요기상 구역 안에 해당 그림기호를 넣어 표시하되 여백이 없을 때

에는 구역밖에 빈 여백을 활용한다.

- 빙결고도는 중부지방을 지나는 대표적인 고도를 그린 후 고도를 표기한다. 필요시 남부 지방을 지나는 빙결고도를 표시할 수 있다.
- 난류는 항공예보모델 등을 참고하여 작성한다.

6.5.4.2 현상기호 표시 및 설명

6.5.4.2.1 태풍/열대저기압, 고기압, 저기압, 이동방향 및 속도

[표 6-2] 태풍/열대저기압, 고기압, 저기압, 이동방향 및 속도 현상기호

기호 표시	설명	기호 표시	설명
	태풍/열대저기압		저기압
	고기압		이동방향 및 속도

6.5.4.2.2 전선

[표 6-3] 전선 기호

기호 표시	설명	기호 표시	설명
	지상 한랭전선의 위치, 예상 이동 방향 및 속도		지상 폐색전선의 위치, 예상 이동 방향 및 속도
	지상 온난전선의 위치, 예상 이동 방향 및 속도		지상 준 정체전선의 위치

6.5.4.2.3 난류, 착빙

[표 6-4] 난류 및 착빙 기호

기호 표시	설명	기호 표시	설명
	보통 난류		보통 착빙
	심한 난류		심한 착빙
	난류발생 예상최저 및 최대고도		착빙 발생 예상최저 및 최대고도

6.5.4.2.4 강수현상

[표 6-5] 강수현상 기호

기호 표시	설명	기호 표시	설명
	비		어는 비
	소낙성 비		소낙성 눈
	안개 비		눈
	우박		

6.5.4.2.5 기타 현상기호

[표 6-6] 기타 현상 기호

기호 표시	설명	기호 표시	설명	기호 표시	설명
	뇌전		화산분출		심한모래 또는 먼지
	심한 스콜라인		산악차폐		광범위한 연무
	광범위한 모래 또는 먼지폭풍		청천 중요기상구역		권계면고도
	광범위한 연기		중요기상구역 (구름속)		빙결고도
	광범위한 안개		화산재		권계면 최고고도
	광범위한 박무		강풍		권계면 최저고도
	방사능 오염		광범위하게 날린 눈		해수면 온도
	산악파		최대풍 풍속 및 고도		최대풍 풍속 및 고도
	제트 기류 깊이 : 최대풍속 120KT 이상의 구역에서 연직방향의 80KT 이상의 최하고도 및 최고고도를 표시				해수면 상태

6.5.4.3 운량, 운형, 운저 및 운정 고도

6.5.4.3.1 CB구름 표시방법 아래용어를 복합적으로 적절히 사용하여 운저 및 운정 고도를 표시한다.

- ISOL(isolated) : 동떨어져 있는 상태를 의미한다. (중요기상 예상구역의 50% 미만을 차지할 것으로 예상될 때)
- OCNL(occasional) : 듬성듬성한 상태를 의미한다. (중요기상 예상구역의 50~75% 이하 차지할 것으로 예상될 때)
- FRQ(frequent) : 뻑뻑한 상태를 의미한다. (중요기상 예상구역의 75% 이상을 차지할 것으로 예상될 때)
- EMBD(embedded) : 다른 구름층 사이에 끼여 있어 쉽게 인식할 수 없는 것을 의미한다.

예 : ISOL EMBD CB

6.5.4.3.2 CB를 제외한 기타 구름 표시방법

- 운량 : FEW(1/8 ~ 2/8), SCT(3/8 ~ 4/8), BKN(5/8 ~ 7/8), OVC(8/8)
- 운저고도 : 표준해면고도를 기준으로 100ft 단위로 표시

제7장

비행 중 기상조언 및 정보

7.1 비행 중 기상조언(In-Flight Weather Advisories)

공항기상대는 관제기관을 통하여 비행중인 조종사에게 비행 전 브리핑 시 예보되지 않았던 위험한 위험기상 상황에 조우 가능성이 있는 다음 사항에 대하여 조언한다.

○ 위험기상 정보(SIGMET) : 인천공항 기상대는 인천 비행정보구역(FIR) 비행고도 24,000ft 이상에서 아래 기상현상이 관측되거나 예상될 시 위험기상 정보를 발표한다. 유효기간은 6시간을 초과하지 않아야 하며 4시간 이내가 바람직하다.

- 뇌전(THUNDERSTORM)
 - 태풍(TYPHOON)
 - 난류(TURBULENCE), CAT
 - 착빙(ICING)
 - 화산재(VOLCANIC ASH)
 - 먼지폭풍과 황사폭풍(DUST/SAND STORM)
 - 산악파(MOUNTAIN WAVE)
 - 극심한 우박(SEVERE HAIL)
- AIRMET : 국내 공역 비행고도 10,000ft 이하 저고도 운항에 영향을 미치는 아래

주요 기상 현상 시 또는 예상될 때 발표하며 유효기간은 6시간 초과하지 않는 범위 내 4시간 이내가 바람직하다.

- 중급 이상 착빙/난기류
- 30KT 이상 강풍
- 시정 3마일 미만과 실링 300ft 이하 시
- 광범위한 산악 차폐

7.2 비행 중 이용 가능한 기상정보 (Weather Information Available During Flight)

관제기관에서 지원 받은 기상정보 : 관제탑이나 관제기관에서 조종사가 요청 시 공항기상과 예보를 제공한다. 제공하는 정보는 공항 기상대에서 발표한 METAR/SPECI, TAF, TREND, TAKE OFF FORECAST, SIGMET, ROFOR 등이며 관제탑에서 직접 관찰한 Tower Wind Data나 Pilot Report Radar영상 정보 등 이다.

○ ATIS (Automatic Terminal Information Service) : 기상 정보, 공항상황, 항법 보

조시설 작동 여부 등을 녹음하여 방송하는 것. 특히 기상 정보는 매시간 관측정보나 특별 관측정보, PIREP등을 포함하여 발표한다.

- AEIS(Aeronautical En-route Information Service) : 전국 각 VHF station이 설치되어있는 곳에서는 SIGMET, ROROR, METAR, SPECI, TAF, PIREP 등의 정보를 받아볼 수 있다.
- VOLMET : HF/VHF 주파수로 METAR 또는 TAF(공항예보) 그리고 기타 항공정

보를 방송으로 얻을 수 있는 시스템이다. 한국은 태평양지역 그룹에 속하고 주요 공항의 예보를 매시 10분, 40분에 5분 간격으로 방송한다. 배당 받은 주파수는 J3E HF이다.

7.3 조종사 기상보고(PIREP)

관제기관에서는 다음과 같은 조건이 보고되거나 예보되었을 때, PIREP을 요구한다. 실링(ceiling) 5,000ft 이하 시정 5마일 이하, 지표

[표 7-1] PIREP 구성요소와 Code 설명

PIREP 구성요소	CODE	내용설명
1. IATA 3 Letter	XXX	가장 가까운 위치
2. 보고형태	UA 혹은 UUA	정기 혹은 긴급 PIREP
3. 위치	/OV	관련 VOR/OV
4. 시간	/TM	UTC
5. 고도	/FL	난기류나 결빙 시 필수 항목
6. 항공기 형식	/TP	난기류나 결빙 시 필수 항목
7. SKY Cover	/SK	구름 높이나 두께(BKN, OVC)
8. Weather	/WX	비행시정, 강수 시정장애 요인 등
9. Temperature	/TA	섭씨온도
10. 바람	/VV	자북 기준 풍향/풍속(KT)
11. 난기류	/TB	난기류보고 기준 표 참고
12. 착빙	/TC	
13. 비고	/RM	

(주) 상기 PIREP 구성 요소 중 1항에서 6항까지는 반드시 포함되어야 하며, 7항부터 13항까지는 해당 기상 현상을 명시해야 한다. PIREP은 간단명료해야 하지만, 언어나 양식에 구애받을 필요는 없다. 중요한 것은 PIREP 정보가 다른 조종사에게 도움이 되어야 하기 때문에 신속하게 기상 정보망을 통해 전파하여야 한다.

나 상층 뇌전과 그와 관련된 현상, Light 정도의 착빙, Moderate 이상의 난기류와 전단풍, 화산이 폭발했거나 예상되는 화산재.

조종사는 이와 같은 기상상태와 기상자료 즉, 구름의 두께, 운고, 운저, 비행시정, 강수, 연무, 상층온도 등을 즉시 보고하고 협조하여야 한다.

○ PIREP은 관제 기관 즉, Tower나 ACC에 무선(HF, VHF)으로 보고하거나SATCOM 또는 ACARS로 운항 통제실로 보고하여야 한다.

○ PIREP 구성요소와 Code 설명 : 표 7-1

RKSI SEL 23010/TM1516/FL085/TPB 738 /SK BKN065/WX FV03kmHZ/TA 20/TB LGT

○ PIREP 예문 :

해석) 안양 VOR 남서쪽(230) 10마일 지역 시간 1516UTC 고도 8500ft 항공기 기종 Boeing 737-800 하늘 상태(SK)는 Broken 구름상층 6,500ft 비행시정은 연무로 3km 기온 섭씨 20℃ 약한 난기류 현상.

○ 조종사가 무선 통신으로 PIREP을 보고하지 않았다면 착륙 즉시 비행 중에 조우했던 기상상태를 비행정보실 또는 항공기상대, 운항 관리사에게 보고하는 것이 매우 바람직하다. 보고된 정보는 다음과 같이 활용된다.

- 관제탑은 비행장 근처의 공항교통 흐름을 신속히 처리하고 위험지역 회피 절차를 조언한다.
- ACC는 비행 중 조언을 통하여 다른 조종

사에게 정보를 통보하고 항로상에서 적절한 고도와 교통 흐름을 신속하게하기 위하여 회피정보로 활용한다.

- 공항기상대는 항공기상 예보와 조언에 포함되어 있는 기상상태를 확인하고 위험기상 정보를 수정 발표한다.
- 항공교통 관련기관이나 항공사 운항담당자는 위험기상 상태에 대하여 연구하고 분석하여 대책을 강구한다.

7.4 기체 착빙에 관련한

PIREP(PIREPs Relating to Airframe Icing)

항공기 표면에 붙은 얼음은 누적되어 항공기 출력 감소 항력증가, 양력 감소로 실속속도를 증가시키고 항공기 성능을 저하시킨다. 심할 경우 2~3인치 얼음이 불과 5분 이내에 날개 앞 표피에 착빙될 수 있다.

조종사는 눈으로 확인 가능한 강수지역을 통과 할 때나 외기 온도가 2~10℃일 때는 착빙이 예상될 수 있다고 판단해야 한다.

착빙이 감지되면 즉시 다음과 같이 조치해야 한다.(특히 Deicing 장비가 없는 항공기)

- 강수지역을 벗어나야 하고 빙점이 없는 고도로 상승 하강해야 한다.
- 관제기관에 착빙현상을 보고하고 다른 항공기 고도를 요구한다.

7.5 난기류에 관한 PIREP(PIREPs Relating to Turbulence)

- 난기류를 조우했을 때 조종사는 가능한 빨리 관제기관에 보고해야 한다. 다음은 난기류 보고 형식이다.
 - 항공기 위치
 - 발생한 시간(UTC)
 - 난기류 강도
 - 난기류 발생 지역이 구름속인지, 구름 부근인지 여부
 - 항공기 고도
 - 항공기 기종
 - 난기류 지속 시간

○ 난기류의 강도별 기준에 대하여 설명 한다면 아래 표 7-2와 같다.

[표 7-2] 난기류의 강도별 기준

강도	항공기 반응	기내에서의 반응	보고용어 정의
Light	어떤 난기류로 인하여 순간적으로 약간 불규칙적인 고도변화(Pitch, Roll, YAW)가 일어날 때 보고는 Light TURB라고 하고, 또는 다소의 고도나 자세변화도 없이 약간 급격하게 어느 정도 울동적인 동요가 일어날 때, 보고는 Light Chop 이라 함.	가벼운 난기류일 때 승객은 벨트나 멜빵이 약간 당기는 것을 느낄 수 있다. 기내식사는 가능하고 기내 보행도 가능.	Occasional:시간의 $\frac{1}{3}$ 미만 Intermittent:시간의 $\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}$ Continuous:시간의 $\frac{2}{3}$ 이상
Moderate	Light TURB보다 강도가 조금 높은 것. 고도자세나 항공기 조종가능. 통상지시 속도 계가 흔들림 현상 보고는 Moderate TURB, Light Chop보다 강도가 높을 때. Moderate-Chop	승객은 좌석 벨트 또는 멜빵이 명확히 당감을 느낄 수 있다. 매여 있지 않은 물건은 흐트러져서 움직인다. 가벼운 식사운반 및 보행이 어렵다.	
Severe	급격하게 고도변화 자세, 변화원인이 되는 난기류. 순간적으로 조종불가능. 지시속도 계가 심하게 변화. Severe-TURB	승객의 좌석벨트와 멜빵에 힘이 쏠리고 물건이 튕겨나오고 보행이 불가능. 기내식 운반 불가능	
Extreme	항공기가 급격하게 튀어 어르고 조종이 불가능한 난기류. 기체구조 손상의 원인도 됨. Extreme-TURB		

제4부 항공교통 및 항법 (Air Traffic & Navigation)

- 제1장 항공의학적 요소(Aeromedical Factor)
- 제2장 인적요소(Human Factor)
- 제3장 공중항법 Air Navigation
- 제4장 동정압계기(Pitot - Static Instrument)
- 제5장 항행안전시설
- 제6장 항공교통관제
- 제7장 비상절차
- 제8장 항공정보

참고자료

- Annex 11 AIR TRAFFIC SERVICES, ICAO, 2013.
- Annex 15 Aeronautical Information Services, ICAO, 2014. 11.
- Doc 8984 Manual of Civil Aviation Medicine. ICAO, 2012.
- Doc 8400 ICAO Abbreviations and Codes, ICAO, 2010.
- Doc 9683 HUMAN FACTORS TRAINING MANUAL, ICAO, 1988.
- Doc 4444 Air Traffic Management, ICAO, 2007.
- 항공정보간행물(AIP : Aeronautical Information Publication), 2018. 9. 27.
- 항공정보업무 지침, 국토교통부예규 제191호, 2017.12. 7
- 비행안전 참고 매뉴얼, 서울지방항공청, 2014.1.
- H-8083-15B Instrument Flying Handbook, FAA, 2012.
- H-8083-18 Flight Navigator Handbook, FAA, 2011.
- H-8083-25B Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge, FAA, 2016.
- H-8083-21 Rotorcraft Flying Handbook, FAA, 2000.
- H-8083-29 Powered Parachute Flying Handbook, FAA, 2007.
- H-8083-3B Airplane Flying Handbook, FAA, 2016.
- AIM(항공정보매뉴얼), 한국교통안전공단, 2017.
- 경량항공정보매뉴얼, 한국교통안전공단, 2016.
- 경량항공기 비행경로, 한국교통안전공단, 2015.
- 경량항공기 비행안전가이드, 한국교통안전공단, 2016.
- AIM(항공정보매뉴얼), 한국교통안전공단, 2017.
- 경량항공정보매뉴얼, 한국교통안전공단, 2016.
- 경량항공기 비행경로, 한국교통안전공단, 2015.
- 경량항공기 비행안전가이드, 한국교통안전공단, 2016.
- 경량항공개론 I, 한서대학교 항공레저산업학과, 2016.
- 경량항공개론 II, 한서대학교 항공레저산업학과, 2018.
- 항공관제영어, 한서대학교 항공레저산업학과, 2016.
- 공중항법, 조종사표준교재, 국토교통부, 2017.
- 항공교통통신정보, 조종사표준교재, 국토교통부, 2017.
- 계기비행, 조종사표준교재, 국토교통부, 2018.

목 차

제1장 항공의학적 요소

- 1.1 비행에 영향을 주는 신체적 요소
- 1.2 비행 착각

제2장 인적요소

- 2.1 인적 요소 분석 셸 모델
- 2.2 SHELL 모델의 목적
- 2.3 비행 안전에 영향을 미치는 인적 요소

제3장 공중항법

- 3.1 개요
- 3.2 항법의 종류

제4장 동정압계기

- 4.1 동정압계기
- 4.2 기압고도계
- 4.3 승강계
- 4.4 속도계

제5장 항행안전시설

- 5.1 항행안전시설 개요
- 5.2 경량항공기 운영과 항행안전시설
- 5.3 항공등화시설
- 5.4 항행안전무선시설

- 5.5 항공정보통신시설
- 5.6 표지시설 및 표지판
- 5.7 이착륙장 표지시설 및 표지판
- 5.8 수상이착륙장 표지시설 및 표지판

제6장 항공교통관제

- 6.1 비행계획서의 제출
- 6.2 사고발생시 조치사항
- 6.3 항공교통관제 업무
- 6.4 항공 무선통화
- 6.5 트랜스폰더
- 6.6 관제용어
- 6.7 조업업무
- 6.8 비행장에서의 관제
- 6.9 Tower 비운영시 또는 Tower가 없는 이착륙장
- 6.10 항법비행 통화

제7장 비상절차

- 7.1 조종사를 위한 비상지원 업무
- 7.2 수색 및 구조
- 7.3 조난 및 긴급 시 절차
- 7.4 무선교신 후 절차
- 7.5 육상불시착 또는 해상비상착수 시 사전조치
- 7.6 지상통신소 조치
- 7.7 다른 항공기 행동요령
- 7.8 무선통신고장

제8장 항공정보

- 8.1 항공정보 출판물
- 8.2 항공정보시스템
- 8.3 항공정보간행물(AIP)
- 8.4 항공고시보(NOTAM)
- 8.5 항공지도 및 기호

제1장

항공의학적 요소(Aeromedical Factor)

1.1 비행에 영향을 주는 신체적 요소 (Physical Factors Affecting Flight)

인간의 생체는 지상 생활에 적합하게 되어 있지만, 공중 환경에 노출되면 신체에 생리적인 스트레스가 가해진다. 이러한 공중 환경은 공기 압력변화, 저산소증, 가속 및 감속, 기온 변화 및 생체리듬 변화 등이 조종사에게 생리적인 스트레스를 주게 되고 비행 능력에 영향을 미친다.

비행 중에 겪을 수 있는 신체적 요소에 의한 의학적인 문제들은 다음과 같은 것들이 있다. 이러한 신체적 요소는 외부 환경요소와 결합하여 비행 중인 조종사에게 공간 착각(Spatial Disorientation)을 일으키게 되며 비행 안전에 영향을 주는 것으로, 저산소증(Hypoxia), 과호흡증(Hyperventilation), 중이 및 부비동 관련 이상(middle ear and sinus problems), 멀미, 일산화탄소 중독, 스트레스와 피로, 탈수 및 일사병(Heatstroke) 등이 있고, 알코올과 여러 가지 약물 복용도 비행 중에 문제를 일으킬 수 있다. 또한, 비행 중의 과도한 긴장 및 비행 전 스쿠버다이빙도 비행에 영향을 미칠 수 있다.

1.1.1 저산소증(Hypoxia)

저산소증은 체내에 산소가 부족한 상태를 의미하는데, 저산소증의 가장 중요한 문제는 머리(뇌)에 산소공급 부족상태가 되는 것이다. 각 인체 조직에 따라 산소 소모량이 다른데 뇌는 인체 조직 중 산소 소모가 가장 많은 조직으로 저산소증에 가장 취약하다.

저산소증은 원인에 따라 산소 공급부족, 체내에서의 산소 운반능력 저하, 생체 조직 내에서의 산소 교환 능력 저하 등으로 나누는데, 원인으로 분류하면 다음과 같이 4가지로 나눌 수 있다.

- 저산소성 저산소증(Hypoxic Hypoxia)
- 빈혈성 저산소증(Hypemic Hypoxia)
- 허혈성 저산소증(Stagnant Hypoxia)
- 조직독성 저산소증(Histotoxic Hypoxia)

1.1.1.1 저산소성 저산소증 (Hypoxic Hypoxia)

저산소성 저산소증은 정상 몸 상태이지만 흡입 공기 중에 산소가 부족하여 적정량의 산소가 신체로 공급되지 않는 상태를 말한다. 고고도에서의 공기 희박에 따른 산소분압 감소가 주된 원인이다.

대기에서 산소의 분포도는 항상 일정하지만 고도의 상승에 따라서 공기 밀도가 감소되고, 이에 따라 산소 분압도 감소하게 되어 호흡기계통으로 공급되는 절대 산소량이 감소되어 저산소증에 빠지게 된다. 대략 해면고도(Mean Sea Level) 10,000ft 정도의 고도에서는 지상에 비하여 절반 정도의 산소 분압이 유지되므로 그 이상의 고도에서는 추가적인 산소 공급이 요구된다.

1.1.1.2 빈혈성 저산소증

(Hypemic Hypoxia)

혈중 산소 운반 수단인 적혈구의 부족으로 인하여 나타나는 저산소증으로 적혈구가 부족한 질환인 빈혈(Anemia)이 대표적이다.

빈혈은 지상에서 일반적으로 증상이 없으며, 인체에 미치는 영향이 현저하지 않으나, 비행 중 고도상승에 의하여 산소분압이 감소할 때에는 건강한 사람에 비하여 영향이 현저하게 나타날 수 있다.

빈혈성 저산소증은 산화헤모글로빈의 감소로 나타나는데, 관련 질병을 가진 환자승객을 항공호송 시에 특별한 배려가 필요하다.

1.1.1.3 허혈성 저산소증

(Stagnant Hypoxia)

허혈성 저산소증(stagnant hypoxia)은 혈액이 잘 흐르지 않아서 생기는 저산소증을 의미하며, 정체성 저산소증이라고도 하다.

과격한 급 기동을 하는 항공기에서는 비행 중에 과도한 가속(acceleration of gravity : G)에 의한 혈류 순환장애(stagnation)가 조종사에게 일어날 수 있다. 이 경우 과도한 중력 가속도로 인하여 혈액이 순환하지 못하고 정체되어 머리로 혈류 공급이 차단되면 시야 감소 등에 이어서 의식상실(LOC, loss of consciousness)로까지 발전하기도 한다.

허혈성 저산소증은 동맥폐쇄질환, 관상동맥질환으로 인한 것으로 조종사 선발 및 적성평가 시에 중요한 요소이다.

1.1.1.4 조직독성 저산소증

(Histotoxic Hypoxia)

조직독성 저산소증은 조직까지 잘 운반 되어 온 산소를 알코올이나 마약류 등의 약물 복용에 의하여, 인체 조직에서 잘 치환되지 않아 발생하는 저산소증을 말한다. 조직중독성 저산소증은 어떤 생화학적인 물질로 인한 질병으로 나타날 수 있으며, 추락사고 발생 시 생존과 관계가 깊다.

1.1.1.5 저산소증의 증상

(Symptoms of hypoxia)

저산소증의 증상은 각 개인의 상태에 따라 다르나 일반적으로 다음과 같은 증상들이 공통적으로 나타난다.

- 청색증(cyanosis) : 손톱 및 입술이 파래짐

- 두통(Headache)
- 반응시간의 지연(Decreased response to stimuli and increased reaction time)
- 판단능력의 저하(Impaired judgment)
- 행복감(Euphoria)
- 시각장애(Visual impairment)
- 졸림(Drowsiness)
- 어지러움(Lightheaded or dizzy sensation)
- 손발 저림(Tingling in fingers and toes)
- 무감각(Numbness)

고도 10,000ft 이상에서는 저산소증의 증상이 현저해지므로 산소공급에 유념하여야 한다. 비행 중에는 저산소증 유발 상황에 직면하면 신속히 고도를 8,000ft 이하로 낮추거나, 산소 공급 장비를 이용하여 추가로 산소를 공급하여

야 한다.

저산소증의 증상은 초기에는 거의 없고, 조종사가 인지하지 못하는 상태에서 비행에 영향을 미치므로, 저산소증의 상황(손톱 파래짐 등)을 조기에 인지하고 이에 맞게 대응 훈련을 받는 것이 중요하다.

1.1.1.6 고도에 따른 생리적인 현상

고도상승에 따른 대기압의 감소는 직접적으로 생물학적인 관점에서 인체의 산소분압의 감소 현상이 발생한다. (표 1-1)

1.1.2 과호흡(Hyperventilation)

과호흡은 과도하게 빠르고 깊게 숨을 쉬어서 체내의 이산화탄소가 정상적인 상황보다 과도

[표 1-1] 고도 상승에 따른 생리적인 현상 정도

고도	생리적인 현상 정도
2,450m (8,000ft)	정상인의 혈중 산소 포화도는 93%로 심혈관계통이나 호흡기계통으로부터 어떠한 고통도 없음. 저산소상태의 고통을 경험한 후에 8,000ft이하로 하강하면 생리적으로 보상작용에 의해 회복됨. 제트여객기 객실여압 최대 고도는 8,000피트임.
3,050m (10,000ft)	혈중 산소 포화도는 89%로 감소됨 뇌기능의 장애를 받아 계산 능력의 저하나 야간시력이 현저히 감퇴됨.
3,650m (12,000ft)	혈중 산소포화도가 87%로 감소됨. 단기 기억력 장애 및 뇌기능 장애가 점차 심해짐. 조종사는 산소마스크를 사용 하여야 한다.
4,250m (14,000ft)	혈중 산소포화도 약 83%로 감소됨. 인지기능은 물론 정서적인 황폐를 포함한 뇌기능 전체가 모든 사람에게 나타남.
4,550m (15,000ft)	혈중 산소포화도가 약 80%로 감소됨. 모든 사람들이 심각할 정도로 장애를 받음.

하게 밖으로 빠져나간 상황을 의미한다. 이산화탄소는 체내에 적정량이 존재하여 체액의 산도를 중성으로 유지하는 데 역할을 한다.

이산화탄소의 비정상적인 과도한 배출은 체내의 산-염기 균형이 깨져 일시적으로 신체 대사기능에 악영향을 유발한다. 과호흡증은 호흡수가 정상화되면 대부분 바로 회복된다. 과호흡의 일반적인 증상들은 다음과 같다.

- 시각장애(Visual impairment)
- 의식상실(Unconsciousness)
- 어지러움(Lightheaded or dizzy sensation)
- 손발 저림(Tingling sensations)
- 차고 뜨거운 감각 이상(Hot and cold sensations)
- 근육강직(Muscle spasms)

1.1.3 중이 및 부비동의 문제

(Middle Ear and sinus Problems)

고도의 상승이나 하강에 의하여 외부 공기압력이 변화하면, 신체 머리 부분 체강(body cavity) 내의 공기가 배출되기도 하고 흡입되기도 하여야 한다. 그러나 체강의 공기 이동에 장애가 생기게 되는 경우 통증이 생기고 일시적으로 청력장애가 발생하기도 한다.

중이(Middle Ear)와 외부 사이에는 중이와 목구멍 사이에 이관(유스타키오관, Eustachian tube)이 존재하여 공기의 흐름으

로 공기압력의 차이를 없애 준다. 그러나 이관에 이상이 생겨 막히게 되는 경우 통증을 유발하기도 하는데, 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 침 삼키기, 하품하기 등이 있으나, 심한 경우에는 코와 입을 막고 강제로 숨을 내쉬어서 입안과 콧속으로 바람을 불어넣어 이관을 부풀리는 방법이 있다(Valsalva maneuver).

부비동(sinus, 얼굴 뼈속의 공기로 채워진 공간으로 사골동, 상악동, 전두동, 접현동이 있다.)에도 작은 공기 유통 구멍을 통하여 외부와 공기 유통을 하여 압력 차이를 완화시키고 있다. 감기나 부비동염 또는 비강부의 알레르기 등에 의하여 부비동 공기구멍이 막히는 경우 부비동 주변에 심한 통증이 발생한다. 이런 경우는 주로 비행 중에는 하강할 때 많이 발생하는데 하강 속도를 줄이면 통증 완화에 도움이 된다. 상악부 부비동에 문제가 있는 경우에는 치아 부분까지도 전이되어 치통으로 나타나기도 한다.

부비동의 공기구멍에 감염이 있거나, 비강내 알레르기 질환이 있는 경우에는 비행하지 않는 것이 가장 좋은 방법이다. 그러나 하강비행 중 통증이 심할 경우 통증 완화를 위하여 비행고도를 올렸다가 서서히 강하하기도 한다.

1.1.4 멀미(Motion Sickness)

뇌는 신체 각부에서 위치, 자세 등에 대한 정보를 받게 되는데 어떠한 이유로 신체 상태에

대하여, 서로 일치하지 않는 신호들을 받으면, 뇌에서는 신체자세 등에 대하여 정확한 판단을 내리지 못하고, 여러 가지 다양한 신체 증상이 나타나는데 이를 멀미라고 한다. 비행 훈련을 처음 시작하면서 겪게 되는 긴장, 불안 등이 멀미 발생을 유발하기도 한다.

비행 중에 멀미가 오면 조종실 내 환기구를 열어 신선한 외부 공기를 마시고, 항공기 외부로 시선을 돌려서 외부 풍경이나 지상의 물체를 잠시 바라보는 것도 좋다. 또한 비행 중에는 불필요한 머리의 움직임을 하지 않는 것도 멀미 증상을 완화시키는데 도움이 된다.

1.1.5 일산화탄소중독

(Carbon Monoxide Poisoning)

일산화탄소(CO)는 혈액 내에서 헤모글로빈과의 결합능력이 산소의 200배에 달하여, 산소가 헤모글로빈과 결합하는 것을 방해한다. 이로 인하여 산소가 부족한 적혈구가 전신을 순환하면서, 인체 조직에 산소부족증(hyperemic hypoxia)을 초래하게 한다.

소형 항공기의 경우에는 조종실 내 히터나 서리제거장치 등의 필요한 열을 엔진 배기구에서 얻는데 배기구에 미세한 균열이 생기면 일산화탄소가 포함된 배기가 새어 나와 열전달관을 통하여 열과 같이 조종실 내로 유입되게 될 수 있다. 비행 중에 가스 냄새가 나거나 일산화탄소 중독 증상들이 나타나면 주저 없이 환기

구나 보조창문 등을 열어 환기를 하거나 산소 흡입 등의 필요한 조치를 하여야 한다.

일산화탄소 중독 증상은 두통, 몽롱한 상태에서 눈이 잘 보이지 않거나, 어지러움, 졸음 등이 나타나고, 계속되면 근육이 풀려서 힘을 쓸 수가 없게 된다. 조종사들이 알아야 할 중요한 점은 이러한 증상이 나타나서 조종사가 일산화탄소 중독을 인지할 때에는 이미 저산소증으로 근육마비 등이 일어나 신체는 움직일 수가 없어서 환기 등 회피 조작을 못 하게 되는 경우가 발생한다.

1.1.6 스트레스(Stress)

스트레스는 신체에 가해지는 여러 정신 및 신체 자극에 반응하여 체내에서 일어나는 생체 반응이다. 스트레스는 무조건 건강에 좋지 않은 영향만 끼치는 것이 아니다. 적당하면 오히려 신체와 정신에 활력을 줄 수 있는 것으로 알려져 있다. 스트레스는 한도를 초과하면 견디기 어렵게 되고, 즉각적인 반응 능력도 떨어지게 되면서 조종사로서의 업무 능력이 현저하게 감소하게 된다.

1.1.7 피로(Fatigue)

피로는 조종사 실수의 중요한 원인의 하나이다. 육체적 피로는 수면이 부족하거나 육체적인 노동에 의하여 발생하고, 정신적 피로는 스

트레스나 인지 능력을 사용하는 장시간의 정신 노동 등에 의하여 발생한다.

급성 피로는 조종사에게 약한 저산소증, 지속적인 육체 및 심리적 스트레스, 신체 에너지 고갈과 같은 현상을 유발시킨다. 급성 피로는 적절한 식사, 충분한 휴식 및 수면으로 예방할 수 있다. 균형 잡힌 식사 및 적절한 휴식은 체내에 과도한 에너지 소모를 막고 적절한 에너지를 비축하여 신체에 활력을 유지하게 할 수 있다.

비행 중 조종실 내에서 급성 피로를 느낀다면 충분한 휴식만이 유일한 해결책이다.

1.1.8 탈수(Dehydration)

탈수는 신체에 이상을 초래할 정도로 체내에서 수분이 많이 빠져나간 상태를 의미한다. 비행 중 탈수의 원인은 조종실 안이 너무 덥거나 건조하고, 혹은 이뇨작용을 많이 일으키는 커피, 차, 알코올음료나 카페인 함유 음료 등을 과다하게 섭취하는 경우에 발생할 수 있다.

탈수의 증상들은 두통, 피로감, 근육경직 및 졸음이 오거나 어지러움 등이 있다. 진행하면 심한 갈증을 느끼면서 전신 쇠약감, 구역질, 손발 저림 및 복통까지 나타나게 된다.

탈수를 예방하기 위해서는 대략 하루에 2~4리터 정도의 수분 보충이 필요하다고 알려져 있다. 비행 중에는 가능하면 커피나 알코올의 과다한 섭취는 자제하여야 한다. 커피와 알코

올은 배뇨를 촉진하여 체내의 수분을 고갈시키는 역할을 한다.

1.1.9 열사병(Heatstroke)

열사병은 인체가 체온을 적정하게 조절하지 못하는 상태를 의미한다. 열사병 증상은 탈수 증상과 비슷하게 나타나는데 심한 경우에 증상이 악화되어 쓰러질 때가 되어서야 발견되기도 한다.

열사병의 증상을 예방하기 위해서는 수분 공급이 중요하다. 특히 장거리 비행을 하는 경우에는 갈증의 유무에 상관없이 가능하면 충분한 양의 수분을 자주 공급해주는 것이 도움이 된다.

경량항공기 조종실이 햇볕 가림막이 없는 캐노피 형태로 되어 있거나 천장에 창문이 설치된 루프 윈도우 형태의 경우에는 햇볕에 많이 노출될 수밖에 없으므로 비행할 때는 가능하면 햇볕을 잘 반사하는 밝은 빛깔의 옷을 선택하고, 땀을 잘 배출할 수 있는 통기성 의류를 착용하고, 햇빛을 가릴 수 있는 챙이 있는 모자를 쓰는 것이 좋다. 또한 조종실 내 환기를 하여 실내의 열기를 외부로 배출하여 실내 온도를 적절히 낮추는 것도 필요하다.

열사병 가능성이 높은 상황에서는 시간당 1리터의 수분을 섭취해야 하고, 이보다 가능성이 적은 경우는 그 절반 정도의 양이라도 수분을 섭취하여야 열사병의 발생을 막을 수 있다.

1.1.10 비행 중 발생하는 감압병(Altitude-Induced Decompression sickness, DCS)

인체가 저압력 조건에 놓이게 되면 혈액과 조직 내에 녹아 있어야 할 질소가 혈액이나 조직 내에서 기화되어 기포가 형성되고, 이것이 여러 신체 조직에 끼여 폐색 증상을 일으키는 것을 감압병이라 한다.

보통 해면고도 18,000ft 이내에서는 잘 발생하지 않으나, 스쿠버다이빙을 한 후에 비행하는 경우에는 훨씬 낮은 고도의 압력에서도 발생할 수 있다. 보통 기포 생성에 시간이 소요되므로 상승 직후보다는 20~60분 정도 시간이 지난 후에 증상이 발생한다.

폐색 증상이 관절에서 발생하게 되는 경우, 관절통의 증상을 감압통(bends)이라 하고, 폐색 장기에 따라 드물게 호흡곤란(choke), 시력장애, 허탈 등이 나타날 수도 있다.

감압병 예방을 위해서 비행 전에 미리 100% 산소를 흡입하여 체내에서 질소를 제거하는 방법을 쓰기도 한다.

1.1.11 스쿠버다이빙 후의 감압병 (DCS After Scuba Diving)

스쿠버다이빙으로 물속에 들어가면 신체에 가압이 되면서 더 많은 질소가스가 체액에 녹아 있게 된다. 스쿠버다이빙 후에 다시 지상으로 서서히 올라오면 감압이 서서히 되면서 감

압에 따라 다시 기화하는 질소 가스가 충분한 시간에 서서히 체내에서 제거되면 특별한 신체적 문제가 생기지 않는다.

그러나 조종사나 승객이 스쿠버다이빙을 한 후 충분한 적응 시간을 갖지 않고 비행하는 경우 급속한 감압이 되는 효과가 발생하여 감압에 의한 체내 질소가스 기포 생성으로 인하여 비행 중에 인체에 치명적인 감압병 응급상황이 발생할 수 있다.

스쿠버다이빙 후 비행하는 경우에 대하여 권고하는 적응시간은 다음과 같다.

- 8,000ft 이내로 비행하는 경우 : 잠수 후 떠오르는 중간에 멈추어 감압 조치를 할 필요가 없는(non-decompression stop diving) 정도의 잠수라면 다이빙 후 최소 12시간의 지상 적응 시간을 가져야 한다. 중간에 감압 조절 조치가 필요한 정도의 잠수(decompression stop diving)라면 24시간 이상의 적응시간이 필요하다.
- 8,000ft 이상으로 비행하는 경우 : 어떠한 경우라도 24시간 이상 적응 시간을 가져야 한다.

1.1.12 알코올(Alcohol)

알코올은 소량을 섭취하여도 신체에 다방면으로 영향을 미치는데 판단력 저하, 책임감 감소, 신체 조정력 감소, 추론 능력 및 기억력이 감소하고 주의 집중 시간도 짧아진다. 근육반

제4부 항공교통 및 항법

사의 강도가 저하되고 반응시간이 길어지면서 민첩성이 떨어지게 된다. 시야도 좁아지고 안 조종 상태의 변화에 따른 조종사 신체의 반응 구 운동이 효율적으로 되지 않아서 비행 차트

[표 1-2] 약물에 의한 현상과 조치

약물	현상 및 조치
진정제 신경안정제 항히스타민제	신경계에 억제제로 작용함. 조종사가 비행 시에 노출되는 저산소증에 취약하게 됨. 이러한 약물을 복용하는 경우는 비행하지 않도록 한다.
진통제(처방전 없이 구매)	처방전 없이 구매할 수 있는 약 중에서 아스피린, 이부프로펜 제제, 아세트아미노펜 제제(예, 타이레놀)는 적절한 용량을 사용한다면 비행에 특별한 악영향이 없으므로 비행을 제한하지는 않는다.
진통제(처방약제)	병원 처방 약제들로 마약성 제제로 분류된 옥시코돈(oxycodon), 메페리딘(meperidin), 코데인(codein) 등은 어지러움, 구역, 정신착란, 두통, 시각장애 등을 유발할 수 있다. 비행 업무 시에는 투여하지 않도록 하고 있다.
치과 사용 마취제	치과 치료나 수술 중에 사용되는 마취제는 치료 당시에만 사용되므로 짧은 기간의 관찰 시간을 지낸 후에는 비행이 가능하다.
암페타민계 약물, 카페인 및 니코틴	암페타민계(amphetamine) 약물, 카페인 및 니코틴 등이 포함된 약물들은 식욕을 억제하고 피로감을 감소시키고 기분을 고조시켜서 자신감을 갖게 하는 효과가 있다. 그러나 사용 기간이 길어지거나 적절한 용량을 초과하면 불안증이 생기고 감정 기복이 심해지는 현상이 나타나서, 비행 시 위험을 초래할 수 있다. 따라서 중추신경계 자극제 약물들은 장기간 사용하지 않도록 권고되고 있으며, 암페타민계 약물은 비행에 사용 금지 약물이다.
진정제, 멀미약, 위장운동 조절약물, 항히스타민제, 알 코올 등 (중추신경계 억제)	중추신경계 억제제(central nervous system depressant)는 신체 기능의 일부 억제 작용을 나타내는데 혈압을 낮추고, 정신 작용을 둔화시키고, 외부 반응에 대하여 신체 반응을 감소시킨다. 여기에 속하는 약물들은 진정제, 멀미약, 위장운동 조절 약물, 항히스타민제 등이 포함되며, 알코올도 대표적인 중추신경계 억제제의 하나이다.
항균제	일부 항균제는 비행에 영향을 미칠 수 있다. 약물 투여 후 몸의 균형 감각을 잡기 어려워지거나, 청력저하, 구역 및 구토 등 비행에 위험한 부작용들이 발생할 수 있다. 대부분의 항균제들이 비행하는 데 안전하기는 하지만, 감염병이 있는 상태에서 항균제의 사용은 비행에 위험한 부작용이 발생할 수 있다.
환각성 약물 등	허가 받지 않은 약물이나 환각을 일으키는 약물의 사용은 조종사에게는 어떠한 경우 도 절대 허용되면 안 된다.

- 조종사는 일반적으로는 비행업무 중에는 약물의 영향에서 벗어나 있는 것이 안전 유지에 도움이 된다.
예를 들면 멀미약을 사용하는 경우라면 최소 24시간이 지난 후에 비행하는 것이 좋다.
- 하지만 비행 안전에 영향이 없거나 적다고 인정된 약물이 아닌 약물을 투여하고 있는 상태라면 원칙적으로 비행하지 않는 것이 좋다.
- 투여 중인 약물의 부작용 범위가 분명하지 않으면 항공 전문의사에게 상담하는 것이 좋다.

를 보는 데 어려움을 겪기도 한다.

고도상승은 뇌에 대한 알코올의 영향을 증가시킨다. 예를 들어, 맥주 2잔을 마시고 고고도 비행을 하는 경우 조종사 신체에서의 알코올 영향은 지상에서 3~4잔 마신 것과 같은 영향을 보인다.

알코올은 뇌에서 산소 흡수를 방해하여 저산소증(histotoxic hypoxia)에 쉽게 빠지게 한다.

1.1.13 약물(Drugs)

약물 복용은 비행업무에 영향을 줄 수 있다. 진정제, 신경안정제, 일부 진통제, 기침 억제제, 이외에 항히스타민제, 혈압강하제, 근육이완제, 지사제, 멀미 방지약 등은 판단력을 흐리게 하고 각성상태를 저하하게 한다. 또한, 신체 조정능력을 감소시키고, 시각 이상을 초래하기도 하며, 기억력 및 계산 능력을 저해하기도 한다. (표 1-2)

1.2 비행 착각(Spatial Disorientation and Illusions)

1.2.1 비행 감각계

비행 착각은 비행 중에 비행기의 자세, 위치 및 운동방향 등에 대하여 조종사가 적절한 지

향점을 잃어버리고 착각에 빠지는 것을 의미한다.

인체는 공간에서 운동방향, 속도 및 자세 등을 확인할 때는 3가지 전정계(Vestibular system), 체성(몸)감각신경계(Somatosensory system), 시각계(Visual system) 인체기관에서의 정보를 통합하여 판단한다.

1.2.1.1 전정계(Vestibular system)

○ 전정계는 내이(inner ear)에 있으며 3개의 반고리관(semicircular canal)과 이석기관(otolithic organ)이 자세유지에 중요한 역할을 담당한다.

- 반고리관은 머리의 회전운동 각가속도(angular acceleration)를 감지하고,
- 이석기관은 수평 방향과 수직 방향의 머리운동을 감지한다.

○ 각 반고리관 내부는 림프액으로 차 있으며 짧은 섬모가 나 있는데, 몸이 가속되면 림프액이 한쪽으로 흐름에 따라 섬모가 눌려져 몸의 가속을 감지하게 된다.

○ 반고리관(semicircular canal)은 반 원형의 고리 모양의 3개의 관이 3차원적으로 서로 수직 형태로 결합되어 있으면서 각 방향에 맞게 몸의 회전 및 가속을 느끼는 청각기관이다. 이러한 형태 덕분에 3차원 공간의 모든 방향에서 가/감속을 느낄 수 있다.

1.2.1.2 체성감각신경계

(Somatosensory system)

체성(몸)감각은 피부, 골격근, 관절에서 발생하여 신경계를 통하여 뇌로 전달되는 감각이며, 중력, 소리 등 자극 특성에 따라 소리를 듣고 진동을 느끼며, 위치 감각을 느낄 수 있다.

시계 비행 조건에서 계기에 의존하지 않고 반사적인 비행 감으로 비행할 때는 주로 이러한 감각에 의존한다. 정상적인 비행 조건에서 비행할 때는 이러한 체성 감각은 시각 및 전정계 감각과 함께 상당히 믿을만한 감각이 된다. 그러나 비행 중 발생하는 다양한 형태의 가속도를 지구 중력과 구분할 능력이 없으므로, 비행 중 불일치한 조작 및 자세 등으로 인한 감각의 오류 등은 비행착각에 빠지게 된다.

1.2.1.3 시각계(Visual system)

시각에 의하여 얻어진 시각정보를 통하여 자세 및 위치 등을 파악한다. 비행 시 주요한 시계 참조점인 수평선이 분명한 정상적인 시계 비행상태에서는 내이의 감각기관은 항공기의 피치, 롤, 요 운동을 정확하게 느끼지만 안개 등으로 수평선이 불분명해져서 시각 참조점이 없다면 전정계의 감각은 신뢰할 수 없게 된다. 결국, 비행에 따른 항공기의 움직임과 가해지는 힘의 변화가 합쳐져서 착각에 빠지게 된다.

1.2.2 전정계 착각(Vestibular Illusions)

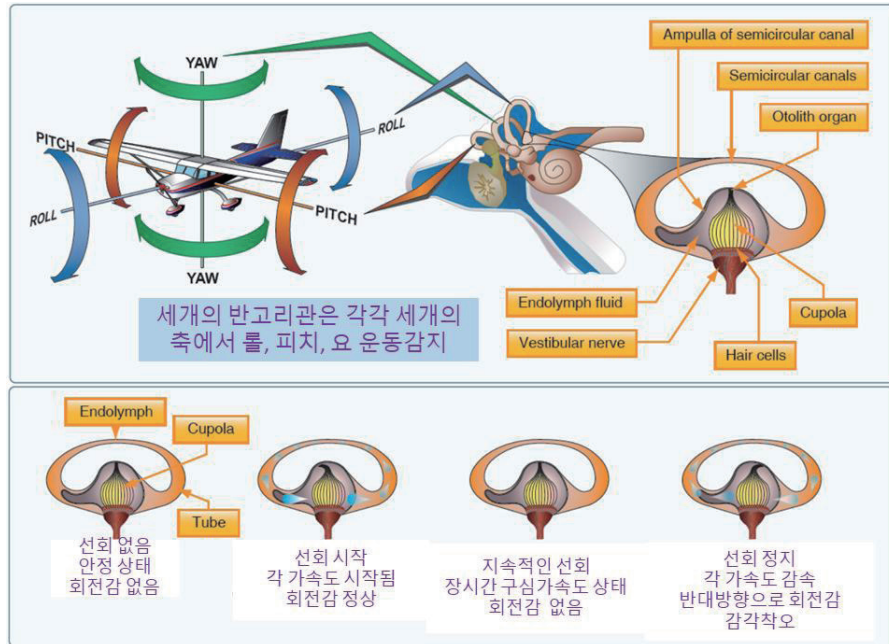
1.2.2.1 경사착각(lean)

항공기 선회 기동 중에 속도 자세 등의 변화 없이 완만하게 선회가 계속되면, 세 반고리관 내의 림프의 이동이 없어지면서 신경 세포에서 움직임을 나타내는 신호가 발생하지 않게 된다. 이에 따라서 조종사는 이 상태에서는 선회를 느끼지 못하고 수평 비행감을 느끼게 된다. 여기에서 갑자기 선회를 멈추고 수평비행으로 돌아오면 반고리관 내의 림프가 가속도에 의하여 반대로 이동하게 되고 반고리관 섬모의 자극 한계치를 초과하여 반대방향의 운동감으로 신호가 생겨서 뇌로 전달된다. 이때 조종사는 일시적으로 반대편으로 경사진 것(banked) 같은 착각을 느끼게 된다.

예를 들면 장시간 좌선회하다가 선회를 멈추고 수평비행으로 돌아오면 조종사는 수평 상태에서 불구하고 우측으로 쏠려 있는 것처럼 느끼게 되어서 수평비행 상태에서 좌측으로 몸을 기울이거나 다시 좌선회로 들어가려고 하는 착각을 하게 된다.

1.2.2.2 전향성착각(Coriolis Illusion)

항공기가 선회할 때 머리의 움직임에 의하여 나타나는 혼한 착각이다. 장시간 안정된 선회 중에는 반고리관 내의 림프의 움직임이 없게 되는데, 이러한 선회 중에 조종사가 비행 차트나 계기를 보기 위하여 머리를 움직이면 반고리관 내의 림프의 이동이 갑자기 일어나게 되면서, 항공기 이동방향과 다르게 항공기의 자



[그림 1-1] 반고리관의 역할 및 각 가속도 감각

세나 진로가 급변하는 것 같은 착각을 느끼게 된다.

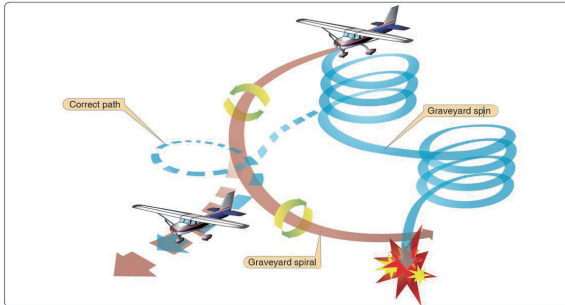
이 착각을 막기 위해서는 비행 중 선회할 때는 조종사는 머리 움직임을 최소로 하여야 한다. 선회 중 비행계기나 차트를 보거나 바닥에 떨어진 차트를 주울 때 머리 움직임을 최소화 하도록 주의하여야 한다.

1.2.2.3 악성나선강하(graveyard spiral)

선회 비행 초기에는 조종사는 선회하는 방향을 잘 인지하지만, 선회가 안정적으로 (constant rate coordinated turn) 계속되면 (20초 이상) 선회 감각이 반고리관 내 신경의 감각 역치 이하로 되면서 감각이 둔감해져 더

이상 선회를 느끼지 못하게 된다.

정상 선회 중에는 선회 방향 벡터로 양력이 분산되므로 전체 양력이 감소되므로 출력의 증가가 없으면 고도를 잃게 된다. 이때 회전 감각이 없어진 조종사는 실제로는 선회 비행에도 불구하고 수평비행을 한다는 착각을 하게 되는 상태에서 잃어버린 고도를 회복하기 위하여 상승자세를 위하여 조종간을 뒤로 당기는 조작까지 하게 되면 더욱 심한 나선 하강 자세에 빠지면서 고도 침하가 현저하게 일어나게 된다. 이를 악성 나선강하(graveyard spiral)라고 하며, 어느 시점에서는 비행기를 통제할 수 없게 되어 추락하기도 한다.



[그림 1-2] 악성 스파이럴 및 악성 스펀

1.2.2.4 신체중력 착각

(Somatogavic illusion)

이륙 시 발생하는 갑작스러운 가속은 이석 (otolith) 기관을 자극할 수 있는데 가속에 의하여 항공기 탑승객의 목이 뒤로 젖히는 것 같은 상승 감각효과가 이석에서도 일어날 수 있다. 이러한 경우 외부 시계 참조점이 없으면 조종사는 이륙 시 비행기 기수가 정상보다 들려 있다는 착각에 빠지고 이것을 교정하기 위하여 기수를 정상보다 급격히 낮추는 조종간 조작을 할 수도 있다.

반대로 추력감소에 의한 급격한 감속은 반대 효과를 보여서, 하강 착각에 빠진 조종사는 비행기의 기수를 비정상적으로 들어 올려서 실속에 빠지게 할 수도 있다.

1.2.2.5 배면감 착각(Inversion Illusion)

상승자세에서 수평비행으로 갑자기 비행자세가 변화하면, 이석 기관이 자극을 받게 되어 조종사는 마치 뒤로 넘어가거나 배면 비행하는

착각에 순간적으로 빠지게 된다. 착각에 빠진 조종사는 이를 만회하기 위하여 급격한 조작을 하게 될 수 있고 이로 인하여 착각이 더 심해지기도 한다.

1.2.2.6 승강타 착각(Elevator Illusion)

난류나 상승기류 속에서 갑작스럽게 수직 가속이 되면 이석 기관은 상승되고 있다는 착각에 빠질 수도 있다. 이에 따라 조종사는 조종간을 앞으로 밀어서 비행기를 하강자세로 들어가게 하려고 한다. 반대로 하강 가속상태에서는 반대 현상이 일어난다.

1.2.3 시각 착각(visual illusion)

조종사는 비행 중에 기본적으로 시각정보에 따라 판단하므로 시각 착각은 상당한 위험을 초래할 수 있다. 대표적인 시각 착각에는 허위수평선(false horizon)과 자동운동(autokinesis)이 있다.

- 허위수평선은 안개나 구름 등으로 수평선이 모호해지거나, 야간에 별빛이나 지상의 불빛 등으로 원래의 수평선이 원래와는 다르게 왜곡되어 보이는 것을 의미한다. 대표적으로 넓은 지역에 경사진 구름층을 지평선으로 착각하는 것이다. 조종사가 조종실 내 작업에 몰두하다가 갑자기 외부를 보는 경우 발생하기 쉬운데 조종사가 항공기를 잘못된 가상의 수평선에 맞추면서 항

공기가 이상 자세로 들어가게 된다.

- 자동운동(autokinesis)은 야간에 정지해 있는 불빛을 오랫동안 응시하면 마치 움직이는 불빛을 보는 것으로 착각을 일으킬 수 있는 경우로 착각에 빠진 조종사는 접근 시 여기에 항공기를 맞추면서 접근하게 된다.

이러한 착각들은 시야가 제한되거나 야간에 비행할 때 많이 발생할 수 있는데, 예방을 위해서는 항공기 자세 기준을 잡을 때 외부 참조물보다 계기를 신뢰하여야 한다.

1.2.4 공간착각의 경험

(spacial Disorientation Training)

비행 중에 일어나는 여러 가지 착각에 대하여 빨리 인지하여 벗어나는 것이 중요하다. 착각은 논리에 의한 학습으로 극복하기 어려우므로 실제로 체험하여 감각으로 익히는 것이 가장 좋은 방법이다. 훈련 비행 중에 비행 착각을 실제로 체험해 보는 것은 비행 착각의 인식 및 극복에 매우 실질적인 방법이다. 기동 중에 잘못된 감각을 느끼거나 반대로 비정상적인 롤이나 선회경사각이 있는데도 이것을 느끼지 못하는 것도 착각의 일종이라고 할 수 있는데, 이런 것들을 경험하는 것도 좋은 착각 시범교육이 될 수 있다.

- 공간 착각시범을 위한 기동의 목적은 다음과 같다.

- 조종사에게 인체가 공간 착각에 쉽게 빠질 수 있음을 이해시킨다.
- 신체 지각에만 의지한 항공기 자세 제어는 틀린 경우가 많다는 것을 보여준다.
- 항공기 운동방향과 머리의 움직임 및 이러한 것에 의하여 발생한 착각의 관련성을 잘 이해함으로써 착각의 발생을 줄일 수 있다.
- 항공기 자세를 판단하는데 신체 감각에 대한 믿음보다는 계기에 대한 신뢰가 중요함을 고취할 수 있게 한다.
- 다음과 같은 기동을 통하여 착각을 경험해 볼 수 있다.
 - 가속 중 상승 : 조종사가 눈을 감은 수평 비행 상태에서 교관조종사가 수 초간 접근 속도를 유지하다가 수평 가속을 한다. 시계 참조점이 없는 상태에서 이 기동에서 흔히 느끼는 착각은 항공기가 상승하고 있다는 느낌이다.
 - 선회 중 상승 : 조종사가 눈을 감은 수평 비행 상태에서 교관조종사가 완만하면서 1.5배의 중력가속도가 걸리는 (약 50도 선회 경사각으로) 3타가 일치된 선회를 약 90도 방향까지 선회한다. 시계 참조점이 없는 상태에서 이 기동에서 흔히 느끼는 착각은 비행기가 상승하고 있는 느낌이다. 비행 중에 이전 조작을 반복하면서 선회하다가 중간 정도가 되었을 때 선회를 종료하면 급강하하는 착각을 느끼

게 된다.

- 좌우로 기울기(tilting to right or left) : 조종사가 눈을 감은 수평 비행 상태에서 교관조종사가 날개를 수평으로 유지한 상태에서 항공기를 좌측으로 적당하게 바깥쪽으로 밀려나가게 하면(외활; skid) 조종사는 신체가 우측으로 기울어지는 착각을 느끼게 된다.
- 운동 반전감(reversal of motion) : 조종사가 눈을 감은 수평 비행 상태에서 교관조종사가 비행 방향과 피치를 일정하게 유지하면서 서서히 45도 선회각으로 항공기를 기울이면 조종사는 항공기가 반대방향으로 기울어져 있다는 착각에 빠지게 된다. 이 착각은 롤, 요, 피치의 3개 운동면 모두에서 일어날 수 있다.

1.2.5 비행 중의 공간 착각에 대한 대처법 (Coping with Spatial Disorientation)

비행 중에 조종사가 겪는 여러 가지 착각들은 신체의 정상적인 지각에 의한 감각에 의하여 생기는 것으로, 모든 조종사들에게 발생할 수 있고 완벽하게 예방할 수 있는 방법은 없다.

그러나 충분한 훈련을 통하여 착각을 유발하는 감각을 억제하거나 착각을 조기에 인지하여 억제함으로써 착각이 치명적인 사고로 확대되지 않도록 하여야 한다. 비행 착각을 방지하기 위하여 조종사는 다음과 같은 것들을 하여야

한다.

- 비행 중 착각을 일으키는 요소들에 대해 이해하고 경각심을 갖고 비행한다. 훈련 목적으로 착각을 유발하는 장비나 기구들을 지상에서 경험해보는 것도 좋다.
- 비행 전에는 항상 기상 정보를 충분히 숙지한다.
- 저시정(시정거리가 3마일 미만의) 상태나 야간에 수면 위를 비행할 때처럼 지평선을 육안으로 구분하기 어려운 상황에서는 비행계기 운용이 능숙해지도록 충분히 훈련을 받은 후 비행에 나서는 것이 좋다.
- 비행계기 운용 능력이 충분하기 전에는 악기상, 해가 지는 황혼녘 및 야간 시간대에는 가능하면 비행하지 않는다.
- 외부의 시계 참조점을 이용하는 경우에는 지표면에 안정적으로 고정된 지점을 선택하는 것이 중요하다.
- 이륙, 선회 및 접근 중에는 갑작스러운 머리의 움직임을 피한다.
- 저시정 비행을 앞두고는 신체 컨디션을 최상의 상태로 하여야 한다. 비행 전에는 충분히 쉬고 적절한 식사를 하여야 한다.
- 비행계기의 운용이 능숙하게 되도록 하고 비행 중에는 자신의 신체 감각보다는 계기를 신뢰하여야 한다.

1.2.6 착시 현상(Optical Illusions)

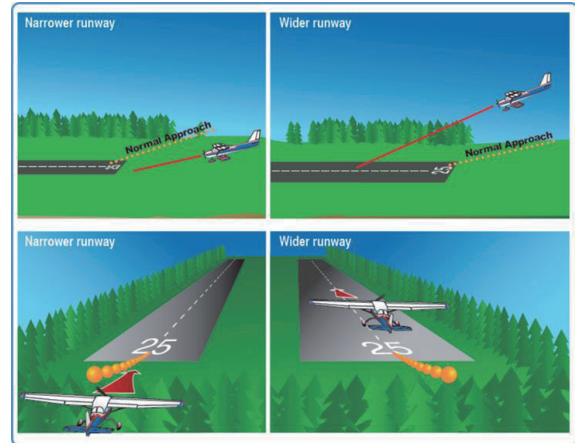
감각 중에서 시각이 비행에 있어서 가장 중요하다. 산악지형이나 기상변화 등에 의하여 시각의 능력이 제한되기도 하고 착시 현상도 나타날 수 있다. 비행 과정 중에 착시 현상이 비행안전에 가장 문제가 되는 것은 착륙할 때이다. 착시 현상에는 다음과 같은 것들이 있다.

1.2.6.1 활주로 폭 착시

(Runway Width Illusion)

폭이 좁은 활주로에 착륙하고자 하는 경우, 조종사는 자신의 고도가 높다고 하는 착각에 빠지게 되는데, 이에 맞추어 정상보다 낮게 착륙 접근을 하게 된다. 낮은 접근 중에 지상의 구조물과 충돌하거나 활주로에 못 미쳐 착륙하는 사고가 발생할 수 있다.

반면에, 폭이 넓은 활주로의 경우에는 반대로 자신의 고도가 낮은 것처럼 보여서, 높은 고도로 접근하고 착륙 직전 활주로 상방에서의 착륙자세 전환(flare)을 정상보다 높게 해서 거친 착륙이 되거나 심지어 적절한 활주로 내 착지점을 지나쳐 버려서(overshoot) 착륙하지 못하는 경우도 발생한다.

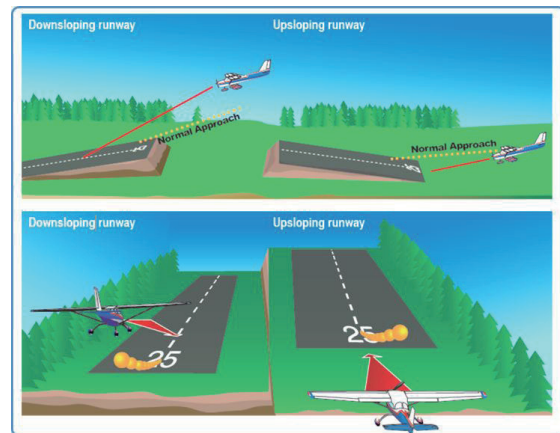


[그림 1-3] 활주로 폭 착시

1.2.6.2 활주로 및 지형 경사 착시

(Runway and Terrain Slopes Illusion)

위로 경사진(upslope) 활주로나 지형은 실제보다 항공기가 높게 있다는 착각에 빠지게 되고 조종사는 접근 시 정상보다 낮은 고도를 유지하게 된다. 아래로 경사진(downslope) 활주로의 경우는 반대의 현상이 일어난다.



[그림 1-4] 활주로 및 지형 경사 착시

1.2.6.3 희미한 지형 착시

(Featureless Terrain Illusion)

수면 위로 비행하면서 접근하거나 캄캄한 밤이나 혹은 지면이 눈으로 덮인 경우에는 주변에 배경이 되는 지형지물이 없어서 주변 지형과 분간이 안 되는 경우가 많다. 이러한 경우에 접근하는 항공기의 조종사는 실제보다 높게 있다는 착각에 빠지게 된다. 이 착시는 블랙홀 접근이라고도 불리며 의도하지 않게 낮은 고도로 접근하게 되는 원인의 하나이다.

1.2.6.4 수분에 의한 굴절(water refraction)

항공기 방풍창에 빗물이 묻어 있으면 지평선이 실제보다 낮게 보여서 자신의 항공기가 실제보다 높은 고도에 있다는 착각에 빠지게 된다. 이 때문에 접근 시 정상보다 낮은 고도로 진입하게 된다.

1.2.6.5 연무(haze)

아지랑이 낀 활주로에 착륙 접근 중에는 자신의 항공기가 활주로에서 실제보다 더 멀리 더 높게 있다는 착각에 빠지게 된다. 이에 따라 정상보다 낮게 접근하게 된다.

반대로 매우 청명한 날씨에서는 활주로는 실제보다 가깝게 느껴져서 보다 높은 고도로 접근하게 돼서 적절한 착륙점을 찾지 못하여 활주로를 지나치거나 복행해야 하는 상황이 생기기도 한다.

1.2.6.6 안개(fog)

비행 중에 안개 속으로 들어가는 경우에는 피치가 들린다는 착각이 발생할 수 있는데, 이 경우 조종사는 갑자기 접근 각도를 깊게 하려는 경향이 생긴다.

1.2.6.7 착시에 의한 착륙 실수를 방지하는 법(Coping with Optical Illusions)

안전한 착륙을 위해서는 접근 중인 상태에서 조종사는 비행기의 자세, 속도 활주로 축선과의 위치 등 공간적 상황을 정확히 인식하고 있어야 한다. 착륙 시에 착시 현상에 의한 사고를 방지하기 위해서는 조종사는 다음과 같은 내용들을 숙지하여야 한다.

- 익숙하지 않은 활주로에 접근할 때는 착시가 일어날 수 있음을 예상하고 대비하여야 한다. 비행장/이착륙장 정보를 확인하여 착륙하려는 활주로의 구배, 길이, 주변 지형 및 활주로 시설 등에 대하여 비행 전에 숙지하는 것이 좋다.
- 비행 중 특히 접근 중일 때는 고도계를 자주 확인한다.
- 익숙하지 않은 활주로에 착륙하고자 할 때는 먼저 활주로 상공을 통과하면서 풍향계, 활주로의 상태를 살피고 접근할 때 문제가 될 수 있는 주변 지형 및 인공물을 육안으로 확인하는 것이 좋다.
- 시계 비행 접근 시에는 진입각지시등을 비롯하여 착륙보조 장치를 적극적으로 활용

하여야 한다.

- 착륙접근 중에 응급상황이 발생하거나 정상적인 수행 절차 중에 주의를 흐트리는 일들이 생기면 접근 중에 사고가 생길 가능성이 커짐을 유념하여야 한다.
- 착륙 절차에 숙달하고 적절한 기량을 유지하여야 한다.

전정계에 의한 비행 착각 이외에도 비행 중에 조종사는 여러 가지 다양한 착시를 경험할 수 있다. 착시는 치명적인 비행 사고를 일으키는 가장 흔한 원인이다.

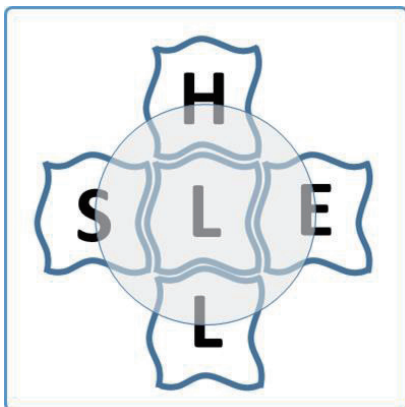
제2장

인적요소(Human Factor)

2.1 인적 요소 분석 셸 모델(SHELL MODEL)

인적요소(Human Factor)에 대한 설명을 위한 대표적인 모델인 SHELL Model로 구성은 다음과 같다.

- 사람(Liveware) : 중앙에 있는 L(Liveware)은 사람, 조종사를 나타낸다.
- H(Hardware)는 항공기의 기계적인 부분을 나타낸다.
- S(Software)는 운항분야의 각종 규정, 절차, 기호, 부호 등을 나타낸다.
- E(Environment)는 기상 등의 조종 환경 등을 나타낸다.
- L(Liveware)은 역시 사람을 나타내지만, 조종사와 관계되는 사람들을 나타낸다.



[그림 2-1] 인적요소 SHELL MODEL 구성

2.2 SHELL 모델의 목적

인적요소를 구성하는 각 요소간의 관계가 잘 조화되면 항공안전 수준이 향상되고 사고예방이 되겠지만, 이러한 요소들 상호관계에 문제가 생기면 그것이 바로 조종사의 과실로 이어지고 사고와 직결된다. 그러므로 SHELL 모델을 이용하여 각 요소간의 문제를 찾아내고 그 근원을 해결하여야 한다.

SHELL 모델의 핵심요소인 인간(Liveware)과 주변의 상관관계는 다음과 같다.

- L-H(인간과 하드웨어) : 이 인터페이스는 인간과 기계시스템과 관련하여 가장 일반적으로 고려되는 인터페이스이다.
 - 인체의 착석 특성에 맞는 항공기 좌석 설계 등
 - 사용자의 감각 및 정보 처리 특성에 부합하는 디스플레이 등
 - 올바른 동작 제어, 코딩 및 위치 등
- L-S(인간과 소프트웨어) : 이것은 인간과 절차, 매뉴얼 및 체크리스트 레이아웃, 기호 및 컴퓨터 프로그램과 같은 시스템의 비 물리적인 측면을 포함한다.
- L-E(인간과 환경) : 이것은 인적요소 연

구 초기의 모든 조치가 인간을 환경에 적응시키는 것을 목표로 삼았다(헬멧, 비행복, 산소마스크). 그러나 현 추세는 사람의 요구 사항에 맞게 환경을 조정하여 인간에게 맞는 환경을 조성하는 것이다.

- L-L(사람과 사람) : 이것은 사람과 사람 사이의 인터페이스이다. 조종사, 관제사, 정비사, 승객 등과의 상호 관계 작용에 관심을 가져야 한다.

2.3 비행 안전에 영향을 미치는 인적 요소(Human Factors Affecting Flight Safety)

2.3.1 개요(Introduction)

비행은 인간이 지금까지 경험해 보지 못하였던 새롭고 다양한 문제에 부딪히게 된다. 지금까지 밝혀진 사고 조사 결과에 의하면 사고 원인의 약 70% 이상이 인적 요소에 기인하는 것으로 나타나고 있다.

인적요소는 크게 두 가지로 나뉘는데, 하나는 신체적(Physical) 분야, 다른 하나는 심리적(Psychology) 분야로 나뉜다. 인적 요소가 연구되기 시작한 초기에는 주로 신체적 부분에 초점이 맞추어져 왔으나, 지금은 심리적인 요소에도 많은 관심과 연구가 이루어지고 있다.

인적 요인은 인간의 능력, 한계 및 기타 특성

에 대한 특정 상황(예: 비행, 항공정비, 스트레스 수준, 지식)에 대한 자료를 수집하고 연구한 결과를 도구설계, 기계, 시스템, 업무, 직업 및 작업 환경에 적용하여 안전하고 편안하며 효과적으로 사람이 사용할 수 있게 해 주는 것이 목적이다.

전 세계의 대부분의 항공기 사고 조사 기관은 모든 항공기 사고 및 준사고의 70~90%가 조종사 또는 정비사 또는 관제사와 같이 항공기에 관련된 사람들의 행동과 의사결정의 결과라고 추정하고 있다.

2.3.2 의사소통(Communication)

사람이 대화할 때 언어와 함께 표정, 몸동작, 입술 모양 등이 언어 전달의 의미를 더욱 명확하게 해 줄 수 있다. 그러나 항공에서는 조종사와 관제사와의 관계처럼 얼굴을 대면하지 않은 상태에서 통화해야 하므로 명확하게 의사를 전달하지 않으면 안 된다.

따라서 항공에서의 의사소통은 다음과 같은 기본 원칙을 지키는 것이 바람직하다.

- 간단성(Simplicity) : 전달하고자 하는 의도를 간단하게 표현한다.
- 명료성(Clarity) : 잘 전달될 수 있는 톤으로 천천히 또박또박 발음함으로써 다시 물어보아야 하는 시간적 손실과 오류를 줄일 수 있다.
- 명확성(Accuracy) : 의도한 내용을 정확

하게 전달해야 한다.

2.3.3 상황 인식(Situational Awareness)

상황 인식은 비행 전, 비행 중 및 비행 후 안전에 영향을 미치는 5가지 기본 위험 요소(비행, 조종사, 항공기, 환경 및 주어진 항공 상황을 구성하는 작동 유형) 내의 모든 요소와 조건에 대한 정확한 인식과 이해라고 할 수 있다. 비행, 항적, 기상 및 ATC 통신에 대한 무선통신 모니터링은 조종사가 무슨 일이 일어나고 있는지에 대한 정신적인 그림을 그릴 수 있도록 도와줌으로써 상황 인식을 향상시킬 수 있다.

2.3.4 위험관리(Risk Management)

위험 관리(risk management) 및 위험 해결(risk intervention)은 용어의 간단한 정의처럼 쉬운 것은 아니다. 위험 관리 및 해결은 체계적으로 위해요소를 식별(hazard identification)하고, 위험 정도를 평가(risk assessment)하며, 최선의 행동 방침을 결정하기 위한 의사결정 프로세스이다. 이러한 프로세스에는 위해요인 식별, 위험 평가, 통제 분석, 통제 결정, 통제 사용 및 결과 모니터링이 포함된다.

2.3.4.1 조종사의 위해요소 식별 IMSAFE 체크리스트(IMSAFE Checklist)

- I : Illness(질병) - 나는 아픈 것인가? 질병은 조종사에게 위험요소이다.
- M : Medication(약물 복용) - 내 판단에 영향을 미칠 수 있는 약을 복용하거나 나를 졸리게 하는가?
- S : Stress(스트레스) - 나는 직장에서 심리적 압력을 받고 있는가? 돈, 건강 또는 가정 문제가 있는가? 스트레스로 인해 집중력과 기량에 문제가 발생한다. 조종사는 스트레스가 성능에 미치는 영향을 고려해야 한다.
- A : Alcohol(술) - 8시간 이내에 술을 마셨는가? 24시간 안에 마셨는가? 알코올은 조종사를 방향 감각 상실과 저산소증에 더 취약하게 만든다.
- F : Fatigue(피로) - 피곤하고 적절하게 쉬지 않고 있는가? 심각한 오류가 발생할 때까지 조종사에게 명백하지 않을 수 있으므로 피로는 비행 안전에 있어 가장 잠재된 위험 요소 중 하나이다.
- E : Emotion(감정) - 나는 감정적으로 화가 나 있는가?

2.3.4.2 위험정도 평가 PAVE 체크리스트 (PAVE Checklist)

위험을 완화하는 또 다른 방법은 위험을 감지하는 것이다. 조종사는 비행 전 계획에 PAVE 체크리스트를 포함시켜 조종사가 의사결정을 할 때 조종사, 항공기, 환경 및 외부 압

력(PAVE), 이 네 가지 비행 위험 요인을 검토하도록 한다.

PAVE 체크리스트를 통해 조종사는 매 비행 전에 위험을 검토하기 위해 각 카테고리를 기억하는 간단한 방법을 익힐 수 있다. 조종사가 이해해야 하는 가장 중요한 개념 중 하나는 규정의 측면에서 “합법적”인 것과 조종사 경험 및 숙련 측면에서 “현명한” 또는 “안전한” 것의 차이이다.

○ P = Pilot in Command(기장)

- 조종사는 비행의 위험 요소 중 하나이다. 조종사는 경험, 최신성, 자격, 신체적, 정서적 측면에서 “이 비행 준비가 되어 있는가?”라고 자문해야 한다.

○ A = Aircraft(항공기)

- 이 항공기는 비행에 적합한 상태인가?
- 이 항공기에 익숙한가?
- 이 항공기는 비행 준비가 되어 있는가? 계기 및 통신 장비가 적절한가?
- 이 항공기는 비행 조건 하에서 충분한 여유를 가지고 이륙할주로를 사용할 수 있는가?
- 이 항공기가 계획된 중량을 운반할 수 있는가?
- 이 항공기는 순항에 필요한 고도에서 운항 가능한가?
- 이 항공기는 충분한 연료 용량을 가지고 있으며, 예비 연료를 가지고 있는가?
- 보급된 연료량이 주문된 연료량과 일치

하는가?

○ V = EnVironment(환경)

- 기상 : 기상은 환경의 주요 고려 사항이다. 조종사는 특히 날씨와 관련하여 조종사 자신의 개인 최저치를 설정하는 것이 좋다. 조종사는 특정 비행의 날씨를 평가할 때 다음 사항을 고려해야 한다.
 - 현재 운고 및 시정은 얼마인가? 산악 지형 또는 특히 지형에 익숙하지 않은 경우 운고 및 시정에 대한 최저치를 고려해야 한다.
 - 날씨가 예측과 다를 가능성을 고려하여, 예상치 못한 변화 발생에 대한 예비 계획을 세우고 수행해야 한다.
 - 사용 중인 비행장/이착륙장에서의 바람과 측풍 강도를 고려한다.
 - 산악 지형에서 비행한다면, 강한 바람이 불어올지를 확인. 산악 지대에서의 강한 바람은 심각한 난류 및 하강 기류를 유발할 수 있으며 항공기에 매우 위험할 수 있다.
 - 천둥 번개가 있는가?
 - 구름이 있다면, 어떤 형태이며, 현천 또는 예보는 어떠한가? 온도/이슬점 분포 및 현재 고도의 온도는 얼마인가? 강하는 절차를 따라 안전하게 할 수 있는가?
 - 착빙 조건이 발생하면 조종사는 항공기의 제빙 장치 또는 방빙 장치를 작

- 동한 경험이 있는가? 이 장비는 상태가 양호하고 작동이 되는가?
 - 지역 : 지형의 평가는 비행 환경 분석의 또 다른 중요한 구성 요소이다.
 - 지형과 장애물을 피하기 위해, 특히 야간이나 시야가 좁은 경우, 비행 전 계획 중에 VFR과 IFR 차트에 표시된 고도를 사용하여 사전에 안전한 고도를 결정하여야 한다.
 - 지형이나 장애물과의 항공기 충돌 가능성을 최소화하기 위해 최저비행고도 및 기타 쉽게 얻을 수 있는 데이터를 사용한다.
 - 비행장/이착륙장
 - 목적지 비행장/이착륙장과 대체 비행장/이착륙장에서 사용할 수 있는 조명/항행 보조 시설은 무엇인가?
 - 폐쇄된 활주로 또는 비행장/이착륙장에 대해서는 노탐(NOTAM)을 확인. 활주로 또는 표지 등, 유도로 등
 - 엔진 고장 시 회항할 인근 비행장/이착륙장은 어디인가?
 - 공역
 - 비상 비행장/이착륙장으로 착륙 시 적절한 의류, 식수 및 생존 장비가 있는가?
 - 수평선을 시각적으로 잃어버릴 가능성이 있는 경우 조종사는 IFR 비행 준비가 되어 있는가?
 - 비행경로를 따라 공역 및 임시 비행 제한(TFR)을 확인할 것
- E = External Pressures(외부 압력) : 외부 압력은 비행을 완료해야 한다는 압박감을 유발하는 비행 외적 영향이며, 종종 안전 저해 요소로 작용한다. 외부 압력이 될 수 있는 요소는 다음과 같다.
- 비행장/이착륙장 도착을 기다리고 있는 누군가가 있을 경우
 - 조종사가 실망시키지 않으려는 승객
 - 자신의 능력을 과시하고자 하는 욕구
 - 누군가를 감동시키려는 욕망
 - 특정한 개인적인 목표
 - 조종사의 임무 목표 완수 욕구

제3장

공중항법 Air Navigation

3.1 개요(Introduction)

공중항법(Air Navigation)은 항공기를 이용하여 어느 한 지점에서 다른 지점으로 비행하기 위하여 방향, 속도, 고도 등을 계획(Planning)하고, 자신의 위치를 파악하여 경로를 수정해 가면서 목적지에 도달할 수 있도록 계획 및 수정하는 과정이다.

3.1.1 항법의 요소(Elements of navigation)

항법의 기본 요소는 자신의 위치(position), 가고자 하는 방향(direction), 목표까지의 거리(distance), 비행 고도(Altitude), 속도(Speed), 시간(time)이 된다.

3.1.2 항법 용어(Terminology)

3.1.2.1 위치(Position)

조종사는 항공기가 비행할 때 자신의 현재 위치가 어디인지 지속적으로 파악하고 있어야 한다. 이를 위해 가장 간단한 것은 지상의 눈에 띄는 지형지물을 참조점으로 하는 것이다. 일반적으로 공중에서 눈에 띄기 쉬운 강, 도로,

건물, 산, 특이한 모양의 지형 등이 참조점으로 쓰인다.

3.1.2.2 방향(Direction)

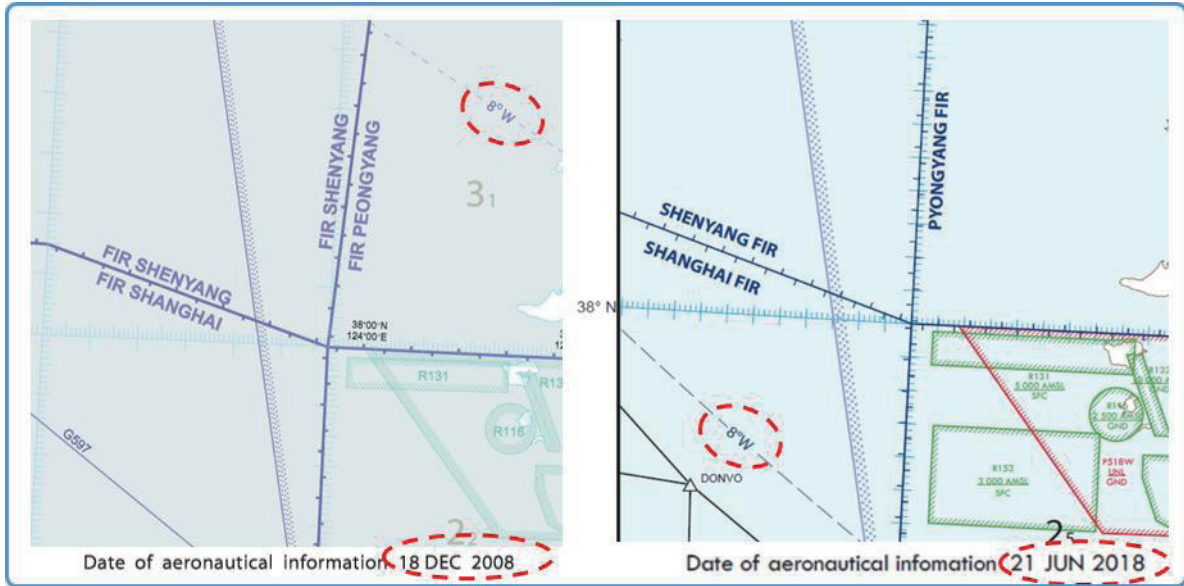
항법에서 사용되는 방향(Direction)이라는 용어는 거리에 관계없이 어느 한 지점에서 다른 지점의 상대적 위치라고 정의된다.

공중항법에서 적용하는 방위는 360도를 기준으로 결정되는데, 이 360도를 정하는 기준은 진북(True North) 또는 자북(Magnetic North)에 기초하여 방향이 정해진다.

항공도는 진북(True North)을 기준으로 제작되나, 항공기에서 조종사가 사용되는 방위는 자북(Magnetic North)을 기준으로 방향정보를 제공하는 나침반이 사용된다.

3.1.2.3 편차(Variation)

편차(Variation)는 진북과 자북의 차이를 말하며, 지역에 따라 그 값이 다르다. 진북과 자북은 지구의 북극과 자력선이 갖는 자북의 위치 불일치에서 기인된다. 진북은 기하학적으로 정해진 위치로 변함이 없지만, 자북은 지구의 움직임에 따라 조금씩 이동하고 있으므로, 항공지도 제작 시 일정기간이 지나면 자북의 위



[그림 3-1] 최근 10년(2008-2018년) 편차의 변화

치에 대한 편차를 수정하여야 한다.

아래 그림의 항공도에서는 2008년의 편차 W8도선과 2018년의 편차 W8도선의 차이를 보여주고 있다.

3.1.2.4 방위(Bearing)

방위는 지상에서 어느 하나의 지점(또는 어떠한 항행안전시설)으로 부터의 상대적인 수평 방향으로 베어링(Bearing)으로 표시한다. 기준 방향이 항공기의 기수방위(Heading)인 경우에 이 베어링은 상대방위(Relative Bearing, RB)라고 한다.

○ 방위 관련 용어

- 기수방위(Heading) : 항공기의 기수가 향하는 방향을 말한다.
- 진기수방위(True Heading) : 진북을 기

준으로 한 기수방위

- 자기수방위(Magnetic Heading) : 자북을 기준으로 한 기수방위
- 진향로(True course) : 진북을 기준으로 측정한 향로
- 자향로(Magnetic course) : 자북을 기준으로 측정한 향로
- 항적(Track) : 항공기가 지표면 위를 실제 이동한 자취이다. 이론적으로 무풍상태일 경우 항적과 기수방위는 일치한다.
- 편류수정각(Drift angle) : 바람의 영향으로 인한 기수방위와 항적 사이의 각도를 나타낸 값이다.

3.1.2.5 코스(Course)

코스는 목적을 가진 수평 방향이라 할 수 있

다. 기수방위는 코스에서 항공기가 가진 실제 수평 방향이다. 기수방위 값은 항공기의 세로 축이 가지는 방향을 나타내며 의도된 항행이 올바르게 진행되었을 경우 정확한 값의 기수방위와 코스 값이 정해진다.

3.1.2.6 거리(Distance)

거리는 두 지점간의 길이를 측정한 값이다. 기본적으로 항법에 사용되는 거리의 단위는 해리(NM)이며, 1해리는 위도 1분을 나타내며 feet로 환산하면 6,076feet, 미터로 환산하면 1,852m이다.

(주) 공중항법에서 속도, 거리, 시간은 비행을 계획하고 값을 산출하기 위한 기본적인 요소들이다. 이러한 값들은 항상 동일한 단위를 사용하여야 혼돈을 줄일 수 있다. 해리(NM : Nautical Mile)를 사용할 경우 속도의 단위는 노트(knots)로 사용해야 하며, 육리(SM : statute Mile)를 사용할 경우엔 MPH를 사용하여 속도를 나타내야 한다. 일반적으로 기상에서 시정 측정단위로 육리(SM : statute Mile)를 사용한다.

3.1.2.7 속도(Speed)

속도의 종류는 지시속도, 수정대기속도, 등가대기속도, 진대기속도, 대지속도 등이 있다. 여기에서 공중항법에 주로 사용되는 속도는 대지속도(Ground Speed)로서 실제 항공기가 지표면 위를 지나는 속도를 말한다.

○ 속도 관련 용어

- 대기속도(Air speed) : 대기 속을 이동하는 항공기의 속도
- 대지속도(Ground speed) : 지면에 상대적인 항공기의 속도
- 상대속도(Relative speed) : 다른 항공기 또는 물체에 상대적인 속도

3.1.2.8 시간(Time)

항공에서의 시간은 국제표준시(UTC : Universal Time Coodinated)를 사용하며, 하루 24시간은 지구가 한 바퀴 자전하는 동안 흐르게 된다. 360도를 일정한 비율 24시간으로 나눌 수 있다.

(주) 24시간 = 360°(도), 1시간 = 15°(도), 4분 = 1°(도), 1분 = 15'(분)

3.2 항법의 종류

항법의 종류에는 지문항법(Pilotage), 천측항법(Celestial Navigation), 추측항법(Dead Reckoning), 무선허법(Radio Navigation), 위성항법(GPS, Global Positioning System) 등이 있다.

3.2.1 지문항법(Pilotage)

지문항법은 공중항법의 한 종류로서 시계비

항상 상태에서 비행 중 외부 저명 지상 참조물을 식별하여 점검지점(Check point)을 확인하고 항공기의 위치를 결정하며, 항공기의 진행방향을 선정하여 목적지를 찾아가는 항법이다.

3.2.1.1 지문항법 비행계획 수립

- 비행 전 점검사항 확인하기 : 항공기 탑재 서류 확인, 항공정보(출발 및 도착비행장 활주로 길이, 구역, 항행안전시설, 주파수 등) 및 기상(출발 및 도착 비행장, 항로) 파악, 항공기 무게와 균형 산정, 항공기 성능(이륙 및 착륙거리) 등을 파악한다.
- 점검지점(Check Point) 선정하기 : 점검지점은 주로 지상 저명지점으로 선정하는데 비행 중 저명지점으로 확인할 수 있는 대상은 도시, 고속도로, 강, 호수, 비행장, 해안선, 고압선로 등이 있으며, 이들을 점검지점으로 선정하면 식별하기 쉽다. 점검지점 간의 거리는 조종사의 비행경험과 능력에 따라 융통성 있게 선정할 수 있으며 대략 15~30NM을 추천한다. 지도상에 표시된 길은 대부분 크고 교통이 많은 도로이며 공중에서 식별이 용이하고, 새로 건설 중인 도로나 건물은 다음 지도가 발행될 때까지는 지도에서 찾지 못할 수도 있다. TV안테나와 같은 구조물은 잘 보이지 않는 경우가 많고 통상 여러 개가 같은 구역에 설치되면 다수의 눈에 띄지 않는 전선들을 동반함으로 비행안전에 저해된다.

이러한 지역은 가장 높은 장애물 상공 500ft보다 낮은 고도로 비행하지 말아야 하며, 대부분의 높은 장애물은 등화시설을 설치하여 쉽게 식별할 수 있으나 특정 기상상태나 주변의 불빛들로 인하여 식별이 어려울 수도 있다.

- 순항고도 선정하기 : 비행계획 수립 시 순항고도는 다음 사항을 고려하여 선정하는 것이 바람직하다.
 - 법규에서 정한 순항고도 적용 : 항로(Course)의 자방위(Magnetic Bearing)를 기준으로 000(360)~179° 방위의 경우 홀수 1,000ft 단위에 500ft를 더한 고도(예, 3,500ft)를 사용하며, 180°~359° 방위의 경우 짝수 1,000ft 단위에 500ft를 더한 고도(예, 4,500ft)를 사용한다.
 - 항로상 지형의 고도를 고려 : 항로비행 시 최저안전고도는 최고로 높은 장애물보다 산악지형의 경우 2,000ft 더 높은 고도를 유지하고, 그 외의 지역은 1,000ft 더 높은 고도를 유지하는 것이 안전을 위해 추천된다.
 - 항로 길이를 고려 : 항로의 길이가 짧은 경우 무리하게 높은 고도를 선택하는 것은 순항고도에 도달하자마자 강하하여야 하는 경우 등이 발생하여 경제적으로 손실이므로 항공기 성능과 함께 항로의 길이를 고려하여 적절한 고도를 선정한다.
 - 상층풍(Wind Aloft)을 고려 : 바람은 고

도별로 풍향과 풍속이 다르므로 계획한 항로를 기준으로 배풍(Tail Wind) 성분이 유리한 상층풍 고도를 선정하는 것이 좋다. 항로상 바람이 정풍이면 대지속도가 감소하여 도착이 지연되고 연료소모율이 커진다. 반대로 배풍일 경우는 대지속도가 증가하여 도착시간이 빨라지고 연료도 절약할 수 있다.

- 항공기 성능 선정하기 : 순항고도가 선정되면 해당 항공기의 조종사 운용 안내서(POH, Pilot's Operating Handbook)의 “성능(Performance) Section”에서 상승 및 순항성능 자료를 활용하여 항법계획을 수립한다.

3.2.1.2 지문항법 비행

이륙 후 순항고도를 유지하고 항공기의 위치 식별하기 : 이륙 후 비행하는 동안 항공기를 조종하는 것은 물론이고 지속적으로 외부 지상 참조물을 항공도와 비교하며 항공기의 위치를 식별한다.

선정한 점검지점(Check Point)과 목적지 공항으로 지문항법하기 : 현재의 항공기 위치가 식별되었으면 예상 기수방향을 유지하면서 다음 참조지점을 찾아 비행하여야 한다. 바람 등에 의해 어느 한쪽으로 밀리는지 여부를 파악하여야 하고 원하는 항적을 따라가도록 기수방향을 수정하여 비행하여야 한다. 이때 외부 점검지점을 무리하게 오랫동안 찾거나 항공도를

고개 숙여 보는 것은 추천하지 않는다. 항공기를 조종하지 않고 다른 업무에 집중하는 동안 항공기의 자세나 기수방향이 많이 변하게 되어 위험한 자세에 진입하거나 길을 잃기 쉽다. 따라서 예상기수방위(Heading)를 일정하게 유지하면서 참조점을 찾는 것이 목적지를 쉽게 찾아가는 방법이다.

3.2.2 추측항법(Dead Reckoning)

추측항법은 해상, 사막, 구름 위, 야간 등 현저한 지상 참조물이 없는 지역에서 미리 알고 있는 현재의 위치에서 목적지까지의 방향 및 거리를 측정하고 바람의 영향을 고려한 항공기의 성능(Heading, 대지속도 등)을 기준으로 항로유지를 위한 바람수정각과 도착예정시간을 산정하여 찾아가는 항법이다.

수면 위를 비행하는 경우를 제외하고 추측항법은 일반적으로 야외비행을 위해 지문항법과 함께 사용된다. 산출된 Heading과 대지속도(GS)는 check point를 관측하는 지문항법에 의해 지속적으로 확인된다.

3.2.3 천측항법(Celestial Navigation)

천측항법은 하늘에 떠 있는 별의 위치를 측정하여 관측자의 위치를 찾는 방법으로서 전 세계 어디에서나 지상 장비의 도움 없이 사용 가능하다. 그러나 구름이나 안개와 같이 별을

관측하기 어려운 날씨에서는 사용할 수 없고
비행기가 기류에 의하여 요동치거나 급격한 기
동 시에는 정확한 항법에 제한받는다.

제4장

동정압계기(Pitot · Static Instrument)

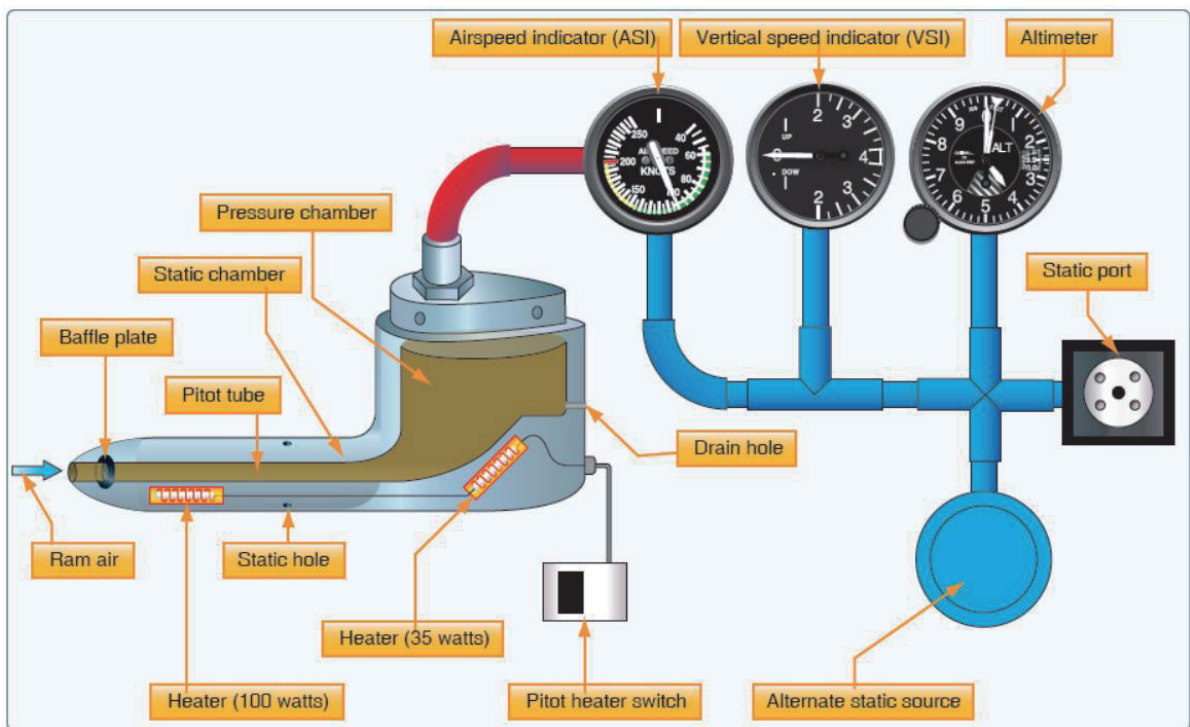
4.1 동정압계기(Pitot-static System Instruments)

동정압계기는 항공기 주위에 흐르는 공기의 압력(dynamic pressure, static pressure)의 크기와 변화를 측정하는 계기로 고도계, 속도계, 승강계가 있다.

고도계와 승강계는 정압공(Static port)에서 측정된 공기의 정압을 이용하고, 속도계는 피

토튜브(Pitot tube)에서 측정되는 공기의 전압(동압+정압)과 정압공에서 측정된 정압을 이용하여 측정된다.

일반적으로 정압공(Static port)은 항공기 동체 평평한 측면에 설치되고, 피토튜브(Pitot tube)는 항공기 정면 Heading 방향과 평행하게 설치된다.



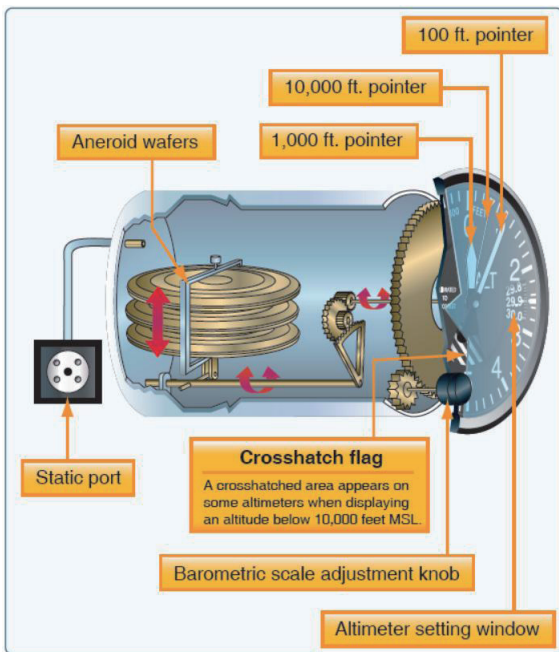
[그림 4-1] Pitot-static system and instruments

4.2 기압고도계

4.2.1 기압고도계(Sensitive Altimeter)

기압고도계는 비행하고 있는 항공기 주위의 정압(Static pressure)을 측정하여 고도계의 기압계 창(altimeter setting window)에 맞추어진 기압 면으로부터 항공기까지의 높이를 feet나 meter로 나타내는 계기이다.

고도계 기압창에 조종사가 Altimeter Setting 할 수 있는 기압의 범위는 28.00~31.00inHg(948~1,050hpa)이다.



[그림 4-2] 기압고도계 구조

4.2.2 기압고도계의 작동 원리

고도계의 내부에는 국제표준대기의 기압으로 공기가 채워져 있는 주름진 청동 아네로이드(Aneroid Wafers)가 있으며, 아네로이드 외부의 압력변화에 따라 아네로이드는 수축 또는 팽창하게 됨에 따라 고도계의 바늘이 움직이게 된다.

고도계 내부는 비행하고 있는 항공기 주변의 공기압력이 전달되도록 정압공(Static port)과 연결되어 있고, 이를 통해 고도계 내부로 전달되는 항공기 주변의 대기압과 아네로이드의 압력이 같아지도록 아네로이드가 수축, 팽창을 하게 된다.

4.2.3 기압고도계의 오차(Altimeter Errors)

4.2.3.1 기계적인 오차(Mechanical error)

고도계 자체의 기계적인 오차로서 관제탑에서 불러준 기압 값을 고도계에 세팅하였을 때 고도계는 비행장 표고(Field elevation)를 보여 줘야 하는데, 그러하지 못하고 차이가 있는 경우의 오차이다.

4.2.3.2 기압고도의 고유오차 (Inherent Altimeter Error)

4.2.3.2.1 외기온도에 따른 오차

표준대기온도 보다 춥거나 더우면 온도에 따

른 계기 오차가 발생하게 된다. 계기의 아네로이드(Aneroid)가 온도에 따라 팽창 또는 수축하게 되어 오차를 유발한다.

고도가 증가함에 따라 일정 비율로 감소하는 정압(Static pressure)은 공기의 밀도에 비례하며, 공기밀도의 크기는 기압이 동일하다고 가정했을 때 온도에 반비례한다. 즉, 기압이 동일하다 하더라도 온도가 높을수록 공기밀도는 희박해지며 온도가 낮을수록 공기밀도는 커진다.

고도계는 해수면의 대기상태가 국제표준 대기상태(ISA)의 온도인 15℃를 측정기준으로 하고 있다. 그러나 동일한 기압지역에서 지시되는 고도가 같더라도 주변 대기의 상태(온도)에 따라 실제 비행고도는 다르게 된다.

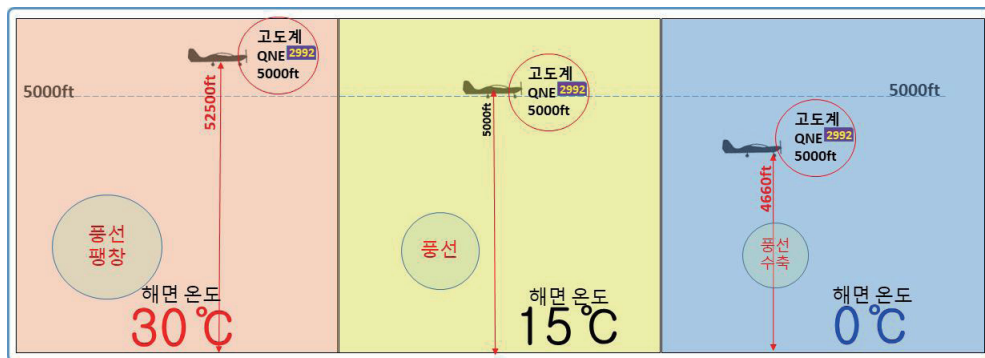
표준대기상태보다 온도가 높은 지역에서의 실제 비행고도는 고도계의 지시보다 항공기는 높게 되며, 온도가 낮은 지역에서는 고도계의 지시보다 항공기가 낮게 된다. 즉 진고도(실제 비행고도)〈지시고도 형태가 되어 지면과 충돌

할 위험이 존재하게 된다. 반대로 더운 곳에서는 진고도(실제 비행고도)〈지시고도 형태가 된다.

4.2.3.2 비표준 기압에 따른 오차

현재 비행하고 있는 지역과 목적지 지역의 기압(QNH)이 다를 경우 해당 지역의 기압을 맞추지 않고 비행하는 경우 지시되는 고도와 실제고도는 다르다. 고기압 지역에서 비행하다가 저기압 지역으로 항공기가 들어가게 되면, 계기의 아네로이드(Aneroid)가 외부공기압에 따라 변하게 되므로, 조종사는 해당 지역의 기압에 맞게 고도계를 다시 세팅(Altimeter re-setting)하여야 한다. 조종사가 고도계 세팅을 하지 않았을 경우에는 진고도(실제 비행고도)〈지시고도 형태가 되어 지면과 충돌할 위험이 존재하게 된다.

예를 들어, QNH가 29.92inHg인 지점의 5,000feet에서 비행하던 항공기가 그보다 기압이 낮은 28.36inHg인 저기압 지역으로 비행



[그림 4-3] 외기온도에 따른 진고도(실제 비행고도)와 지시고도

할 때 저기압 지역의 새로운 QNH(28.36inHg)로 변경하지 않고, 29.92inHg를 그대로 유지한 상태로 비행하는 경우 고도계는 계속적으로 5,000feet를 지시하지만, 항공기의 진고도(실제 비행고도)는 그보다 낮은 3,500feet로 비행하게 된다. 왜냐하면 저기압 지역의 평균 해수면의 기압 28.36inHg와 29.92inHg의 기압 값의 차이가 1,500feet나 나기 때문이다. 이를 방지하기 위해서 조종사는 반드시 가장 가까운 곳의 최신 QNH를 맞추어야 한다. (그림 4-4)

4.2.4 고도의 종류

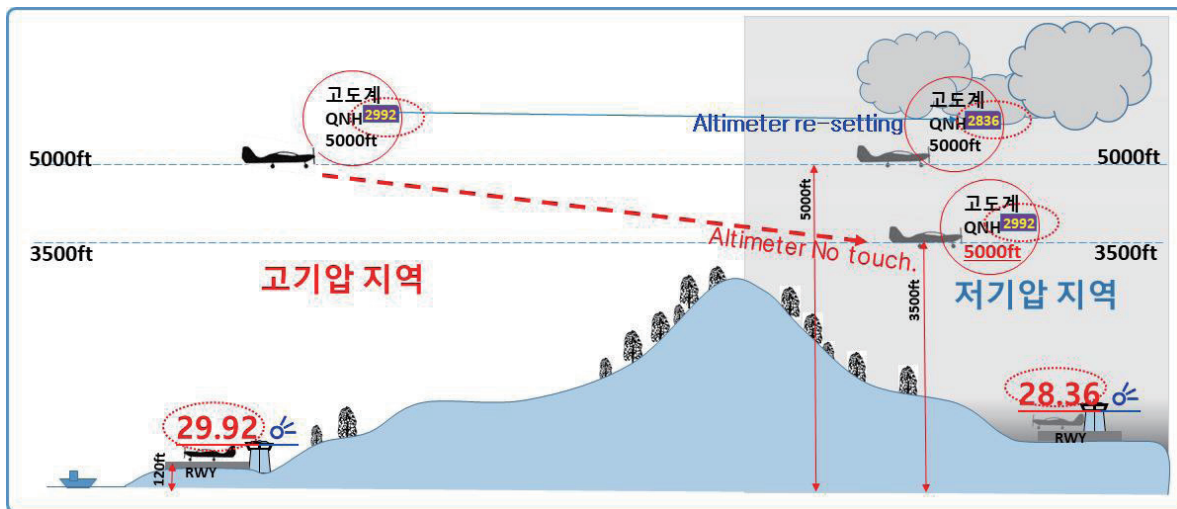
4.2.4.1 진고도(True Altitude)

고도계 기압 창에 그 지역의 평균해수면 기압(해당 관제탑 제공 기압)값을 맞추었을 때 지시되는 고도로서 평균해수면(MSL, Mean Sea

Level)으로부터 항공기까지의 높이이다. 항공 지도에 표시된 고도는 모두 진고도이며, 전이 고도(우리나라 14,000ft) 이하에서는 고도계에 진고도가 지시되도록 비행하고 있는 지역의 최신 기압 값을 setting 하여야 한다. (QNH 방법)

4.2.4.2 기압고도(Pressure Altitude)

고도계의 기압창에 그 지역의 기압 값 대신 29.92inHg 혹은 1013.2hPa를 setting 하였을 때 지시되는 고도로서, 대기압이 29.92inHg(1013.2hPa)인 곳에서부터 항공기까지의 높이를 말한다. 우리나라에서는 전이 고도(FL140) 이상에서는 고도계에 기압고도가 표시되도록 29.92inHg(1013.2hPa)를 setting 하여야한다. (QNE 방법)



[그림 4-4] 외부 기압변화에 따른 항공기의 고도변화(진고도와 지시고도 차이)

4.2.4.3 절대고도(Absolute Altitude)

절대고도는 지표면 혹은 장애물로부터 항공기까지의 높이를 말한다(QFE 방법). 절대고도계는 Radio고도계라고 불리는데 항공기의 동체 밑면 부분에 장착되어 Radio전파를 방출하면서 지면으로부터 반사되어온 신호를 감지하여 지면과 항공기 사이의 거리를 측정하는 장비이다. 일반적으로 지면으로부터 5,000ft까지의 고도를 감지한다.

4.2.4.5 인코딩 고도(Encoding Altitude)

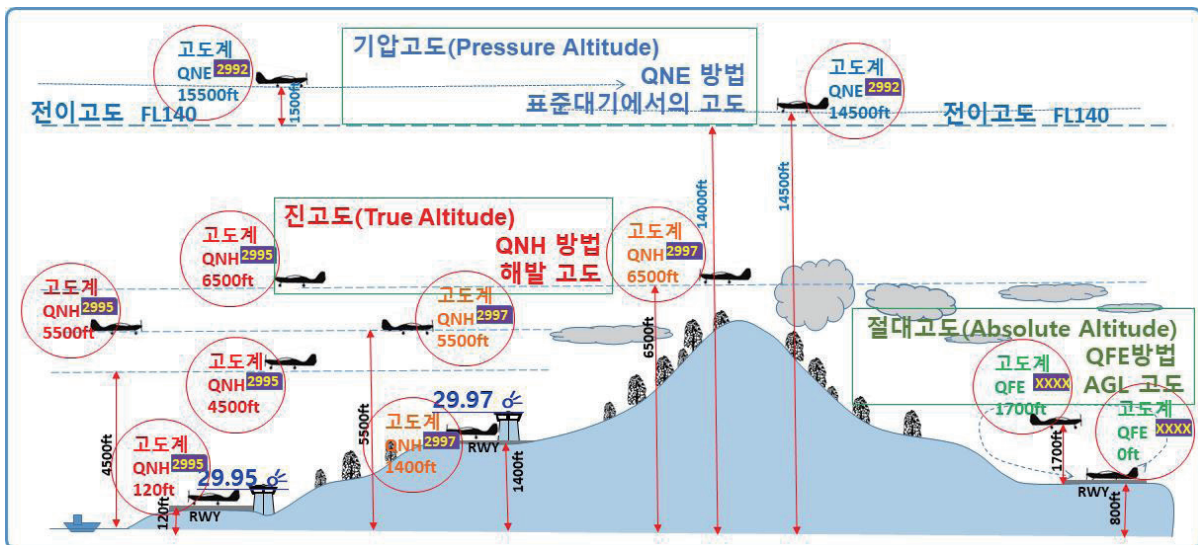
인코딩 고도는 항공기에 장착된 트랜스폰더(Transponder)에 연계되어 있다. 측정된 고도값은 항공기의 트랜스폰더(Transponder) Mode C로 전송되며, 지상의 2차 감시레이더(SSR)는 이를 받아 관제사에게 해당 항공기의 고도를 알 수 있게 지시해준다.

4.2.4.4 밀도고도(Density Altitude)

항공기 성능은 공기밀도에 크게 영향을 받으므로 항공기 이착륙 거리, 상승성능 등을 계산하기 위해 필요한 고도로서 기압고도에서 공기의 비표준 온도를 수정한 고도이다.

4.3 승강계
(Vertical Speed Indicator, VSI)

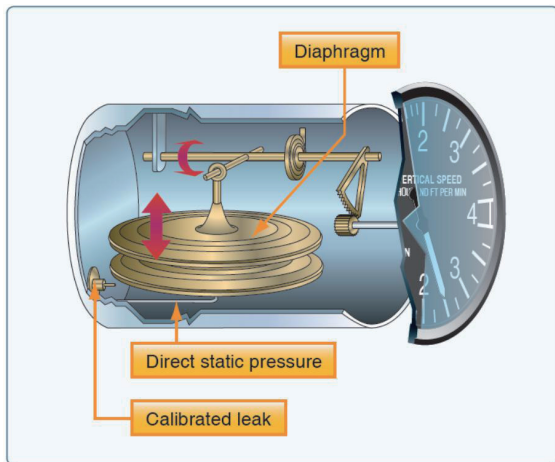
승강계는 상승 및 강하율을 측정하는 계기로써 항공기가 일정 고도에서 벗어나려는 경향성(Trend)과 상승 및 강하율(Rate)의 크기를 지시한다.



[그림 4-5] 고도의 종류와 고도계 세팅 방식

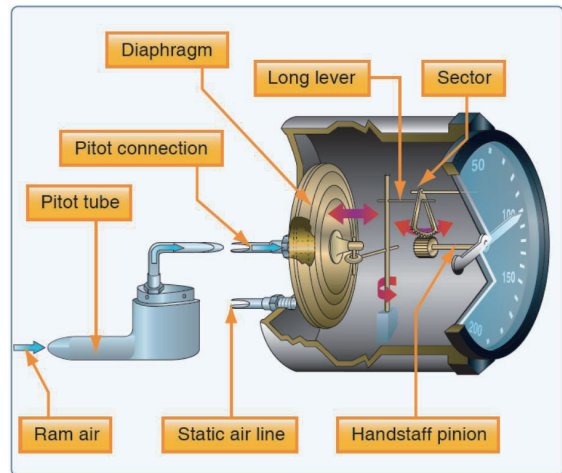
승강계 내부에는 다이어프램(Diaphragm)이 있으며, 다이어프램은 정압시스템에 연결되어 있고, 정압공(Static port)으로부터 전달된 공기의 압력으로 다이어프램이 수축 또는 팽창된다.

승강계에는 승강계의 안쪽과 바깥쪽의 압력이 같도록 조절해주는 Calibrated leak이 있다. Calibrated leak을 통한 승강계 내부의 압력변화는 다이어프램보다 상대적으로 천천히 변화되므로 상승 및 강하율 지시는 조금 늦게 지시된다.



[그림 4-6] 승강계 구조

피토투브의 drain hole에서 측정된 정압을 합한 전압(total air pressure, 동압+정압)과 정압공에서 측정된 정압의 차이가 속도계 내부에 있는 다이어프램을 팽창/수축시켜 다이어프램과 연결되어 있는 바늘로 속도의 크기를 나타낸다. 동일한 고도에서 속도가 증가되면 동압은 증가하지만, 정압은 일정하다. 피토투브를 통해 측정된 전압과 정압구에서 측정된 정압의 차이는 다이어프램을 팽창시키고 지침은 더 높은 속도를 지시하게 된다.



[그림 4-7] 속도계 구조

4.4 속도계 (Airspeed Indicator, ASI)

4.4.1 속도계

속도계는 피토투브 입구에서 측정된 동압과

4.4.2 속도의 종류

- 지시속도(Indicated airspeed, IAS) : 지시속도(IAS)는 계기에 나타나는 속도로 온도나 고도에 무관하며 공기밀도, 설치오차, 계기 자체의 오차를 수정하지 않은 속도이다. 비행기의 성능을 결정하거나 혹은 이륙, 착륙 시 사용되며 실속속도의 산출

- 기준이 된다.
- 수정속도(Calibrated airspeed, CAS) : 수정속도(CAS)는 지시속도에 설치오차, 계기 자체의 오차를 수정한 속도이다.
 - 진대기속도(True airspeed, TAS) : 진대기속도(TAS)는 기압고도, 온도를 수정한 속도로 대기 속을 통과하는 항공기의 실제 속도이다. 이는 대략 1,000ft당 지시속도의 2% 정도씩 증가된다.
 - 등가대기속도(Equivalent airspeed, EAS) : 등가대기속도(EAS)는 진대기속도(TAS)를 구하기 위하여 수정속도(CAS)에서 피토투브에 부딪치는 공기압축 오차를 수정한 속도이다. 피토투브 입구에서 부딪히는 공기의 속도가 매우 빠르면 공기가 압축되고 그에 따라 밀도(ρ)가 증가(속도를 지시하는 동압의 증가)하게 되어 속도는 실제보다 크게 지시하게 되므로 실제속도를 알기 위해서는 공기의 압축오차를 수정하여야 한다. 일반적으로 고도 10,000ft, 속도 200knots 이하에서는 공기 압축오차가 크지 않기 때문에 압축 오차를 고려하지 않는다.
 - 대지속도(Ground Speed, GS) : 대지속도(GS)는 바람을 고려한 항공기가 실제 지면을 이동하는 속도로 항법에 주로 사용된다. 정풍에서 대지속도는 감소되고, 배풍에서 대지속도는 증가된다.

5.1 항행안전시설 개요

공항시설법 제2조제15호에서 “항행안전시설”이란 유선통신, 무선통신, 인공위성, 불빛, 색채 또는 전파(電波)를 이용하여 항공기의 항행을 돕기 위한 시설로서 국토교통부령으로 정하는 시설로 정의하고 있다.

공항시설법 시행규칙 제5조(항행안전시설)에서는 법 제2조제15호에서 “국토교통부령으로 정하는 시설”이란 다음 항공등화, 항행안전무선시설 및 항공정보통신시설을 말한다.

공항시설법 제2조제16호에서 “항공등화”란 불빛, 색채 또는 형상(形象)을 이용하여 항공기의 항행을 돕기 위한 항행안전시설로서 국토교통부령으로 정하는 시설로 정의하고 있다.

본 교재에서는 경량항공기의 운영범위와 장착된 장비들을 고려하여 이용 가능한 항행안전시설들에 대하여 알아보기로 한다.

5.2 경량항공기 운영과 항행안전시설

항공법규에 의하면 경량항공기는 주간 시계비행으로 비행장, 공항, 이착륙장에서 이륙 및

착륙할 수 있으며, 경량항공기에는 초단파(VHF) 또는 극초단파(UHF) 무선전화 송수신기 1대와 트랜스폰더(Mode 3/A 및 Mode C SSR transponder) 1대를 의무적으로 장착하여야 하고, 시계비행방식에 의한 비행을 하여야 하므로 나침반, 시계, 속도계, 기압고도계를 갖추게 되어있다.

5.3 항공등화시설

경량항공기는 주간 시계비행을 하므로 대부분의 항공등화시설들을 활용할 기회가 거의 없으나, 진입각지시등과 지향신호등은 주/야간 구분 없이 사용된다.

5.3.1 진입각지시등(PAPI : Precision Approach Path Indicator)은 착륙하려는 항공기에 착륙 시 진입각의 적정 여부를 알려주기 위하여 활주로의 외측에 설치하는 등화를 말한다.

- 모든 활주로는 진입각지시등을 설치한다. 다만, 항공기 진입각에 따라 공항 운영상 불필요한 곳에는 설치하지 않을 수

있다.

- 진입각지시등은 주간·야간 운항에 모두 적합하여야 하며, 진입각은 진입 중인 항공기가 이용하기에 적절하여야 한다.
- 진입각지시등은 항공기 진입 방향에서 보았을 때 활주로의 좌측에 4개(간이형은 2개)의 다중램프를 균등한 간격으로 배열하여 설치한다.
- 진입각지시등의 색채 변화는 300m 이상 거리에서 조종사가 볼 수 있어야 한다.

5.3.2 지향신호등 : 모든 비행장의 관제탑에는 지향신호등을 갖추어야 하며, 무선통신두 절시의 연락방법인 빛총신호에 따라 적색, 녹색 및 백색신호를 보낸다. (표 5-1)

5.3.3 항공기 위치에 따른 진입각지시등

- ① 항공기가 정상 진입각보다 많이 낮을 때

에는 모든 진입각지시등은 적색

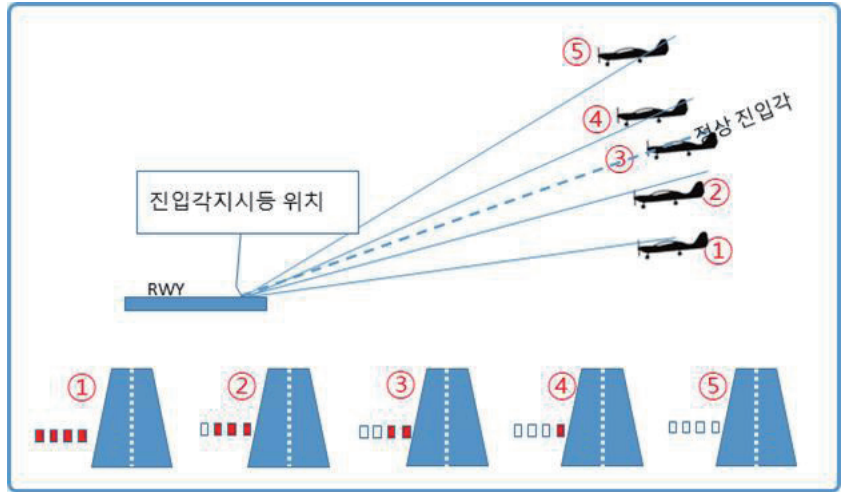
- ② 항공기가 정상 진입각보다 약간 낮을 때 활주로에 가까운 3개의 등은 적색, 나머지 1개는 백색(간이형은 2개 모두 적색)
- ③ 항공기가 정상 진입각 : 활주로에 가까운 2개의 등은 적색, 먼 2개는 백색(간이형은 각 1개)
- ④ 항공기가 정상 진입각보다 약간 높을 때 활주로에 가까운 1개의 등은 적색, 나머지 3개는 백색(간이형은 2개 모두 백색)
- ⑤ 항공기가 정상 진입각보다 많이 높을 때는 모든 진입각지시등이 백색 (그림 5-1)

5.4 항행안전무선시설

항행안전무선시설의 대부분은 계기 비행하는 항공기들을 위한 시설이지만, 레이더 시설은 모든 비행방식에 적용된다. 시계 비행하는 경

[표 5-1] 빛총신호의 종류 및 의미

신호의 종류	의미		
	비행 중인 항공기	지상에 있는 항공기	차량·장비 및 사람
연속되는 녹색	착륙을 허가함	이륙을 허가함	통과하거나 진행할 것
연속되는 적색	다른 항공기에 진로를 양보하고 계속 선회할 것	정지할 것	정지할 것
깜박이는 녹색	착륙을 준비할 것	지상 이동을 허가함	
깜박이는 적색	비행장이 불안정하니 착륙하지 말 것	사용 중인 착륙지역으로부터 벗어날 것	활주로나 또는 유도도에서 벗어날 것
깜박이는 흰색	착륙하여 계류장으로 갈 것	비행장 안의 출발지점으로 돌아 갈 것	비행장 안의 출발지점으로 돌아갈 것



[그림 5-1] 진입각지시등 예시

량항공기에는 트랜스폰더(Mode 3/A 및 Mode C SSR transponder) 1대를 의무적으로 장착하게 되어 있으며, 이는 지상의 레이더 시설과 연계된다.

5.4.1 1차(Primary) 및 2차(Secondary) 레이더

레이더는 운영상 기본 형태인 1차(Primary) 감시와 2차(Secondary)감시레이더로 구분한다.

1차(Primary)감시레이더는 레이더 탐지거리권 내에 있는 항공기에서 반사되어온 신호를 계산하여 방위와 거리정보를 지상의 관제사에게 제공하여 항공기를 유도/감시할 수 있도록 하는 장치이다.

2차(SSR : Secondary Surveillance Radar) 감시레이더는 일차감시레이더와 같이 설치되

어 운용되며, 송신기와 수신기로 구성된 SSR의 질문기(interrogator)와 경량항공기에 장착된 트랜스폰더(transponder)를 사용하는 감시레이더시스템을 말한다. 2차 레이더에서 질문하게 되면, 경량항공기에 장착된 트랜스폰더(Mode 3/A 및 Mode C SSR transponder)는 조종사가 장착한 트랜스폰더 코드와 기압고도계의 고도 자료를 2차 레이더로 송신한다. Mode 3/A는 항공기의 식별코드를 얻기 위한 Code이며, Mode C는 항공기의 고도정보를 얻기 위한 신호이다.

5.4.2 관제 업무에 따른 레이더 종류

항공교통관제에는 그 업무에 따라 여러 종류의 레이더가 있는데 그 종류는 다음과 같다.

- 항로감시레이더(ARSR : Air Route

- Surveillance Radar) : 항로감시레이더는 넓은 지역을 감시하는 것으로 방위각 360도, 통달범위는 200NM 이상, 고도 60,000ft, 안테나 회전수는 5~6 rpm으로 현시장치(Display)에 10초 또는 12초 내에 새로운 항적 자료를 보여준다.
- 공항감시레이더(ASR : Airport Surveillance Radar) : 공항감시레이더는 공항 주변의 공역에 있는 항공기의 진입 및 출발관제를 수행하는 것으로 방위각 360도, 통달범위는 60~70NM까지, 고도는 25,000ft, 안테나 회전수는 12~15 rpm으로 현시장치(Display)에 4초 또는 5초 내에 새로운 항적 자료를 보여준다.
 - 공항지상감시레이더(ASDE : Airport Surface Detection Equipment) : 공항지상감시레이더는 큰 규모의 공항에 있어 악천후 시 또는 관제탑의 위치가 활주로나 유도로등을 명료하게 육안으로 관측하기 곤란한 경우, 공항 지표면의 교통량을 감시하고 지상을 주행 중인 항공기와 차량 등을 관제하는데 사용하는 레이더이다. 방위각 360도, 통달범위는 6km, 안테나 회전수는 60 rpm으로 현시장치(Display)에 1초 내에 새로운 항적 자료를 보여준다.
 - 정밀접근레이더(PAR : Precision Approach Radar) : 정밀접근레이더(PAR)는 계기착륙시설(Instrument Landing System : ILS)의 예비용으로 사

용하는 경우가 많다. 공항감시레이더(ASR)에 의하여 진입활주로 연장선상 약 10NM까지 유도된 항공기는 다시 정밀접근레이더(PAR)에 의하여 활주로 착륙 전 가까운 거리까지 관제 유도된다. 활주로 진입방향에 고도 및 방위를 표시해 주는 2개의 레이더 안테나가 있는데, 그 레이더 안테나의 움직임은 공간을 입체적(AZ : 좌우, EL : 상하)으로 운동하여 현시장치(Display)에 1초 내에 새로운 항적 자료를 보여준다.

5.5 항공정보통신시설

항공정보통신시설은 전기통신을 이용하여 항공교통업무에 필요한 정보를 제공 또는 교환하기 위한 시설로 경량항공기 운영에 관련된 시설들은 다음과 같다.

- 항공고정통신시스템(AFTN/MHS) : 항공고정통신시스템은 각 국가의 고정된 지점에 위치한 AFTN 통신센터 및 가입자 간 항공정보(비행계획, NOTAM, 항공기상 등)를 교환하는 기능을 제공한다. 모든 항공정보는 Store-and-Forward(저장 및 전송) 방식으로 처리되어야 하며, 처리된 항공정보는 30일 이상 보존된다.
- 단거리이동통신시설(VHF/UHF Radio) : 단거리이동통신시설(VHF/UHF Radio)은

VHF/UHF 대역의 주파수를 이용하여 관제사와 조종사 간에 음성통신에 사용된다. VHF 주파대수는 118.0~136.975MHz, UHF 주파대수는 225~400MHz이다.

- 공항정보방송시설(ATIS) : 공항정보방송시설(ATIS)은 공항의 각종 항공정보를 음성에 의하여 반복적으로 제공하는 시설. VHF의 경우 118.0~136.975MHz, UHF의 경우 225~400MHz이다. 또한 전화로 정보를 제공하기도 한다. (ATIS 전화; 인천 032-743-2676, 김포 02-2660-2676, 김해 051-974-2676, 제주 064-797-2676)

5.6 표지시설 및 표지판

주간 시계 비행하는 경량항공기는 공항, 비행장, 이착륙장을 사용하게 되며, 이때 접하게 될 기본적인 표지시설 및 표지판의 의미에 대해서 알아보도록 한다.

5.6.1 비행장 표면 표지

(Airport Pavement Markings)

5.6.1.1 표지별 색채(Marking Colors)

- 백색 : 활주로의 표지는 백색이다. 백색으로 된 십자 모양에 적색 “H”를 사용하는 병원 헬기장을 제외하면 헬기장 착륙지역

을 정하는 표지는 백색이다.

- 황색 : 유도로, 항공기의 이용을 제한하는 지역(폐쇄지역과 위험지역), 대기지점(활주로 상에 있는 경우일지라도)의 표지는 황색이다.

5.6.1.2 활주로표지(Runway Markings)

- 활주로 지정자(Runway Designators) : 활주로의 번호와 문자는 항공기의 접근 방향으로부터 결정된다. 활주로 번호는 자북으로부터 측정한 활주로 중앙선의 지방위의 가장 가까운 10단위의 숫자로서 2자리를 표시하게 되는데, 예를 들어 활주로의 지방위가 187° 일 경우 마지막 자리의 수를 반올림한 “19” 두 자리 숫자만 활주로 상에 표시하게 된다. 평행 복수 활주로의 문자는 좌측(L), 우측(R), 중앙(C)을 의미한다.

5.6.2 활주로명칭표지판

- 활주로/유도로 또는 활주로/활주로 교차 지역의 활주로정지위치표지 옆에 활주로 명칭표지판 설치한다.
- 표지판은 적색바탕에 백색문자로 한다.



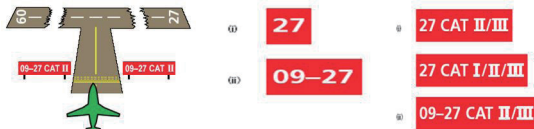
[그림 5-2] 활주로명칭표지판



[그림 5-4] 활주로정지위치표지판

5.6.3 CAT I, II, III, II/III 정지위치표지판

- 계기착륙시설(ILS)이 있는 곳에서 사용 중인 ILS를 보호하기 위하여, ILS 임계지역 및 민감지역의 활주로 정지위치표지 옆에 CAT I, II, III, II/III 정지위치표지판을 설치한다.
- 표지판은 적색바탕에 백색문자로 한다.



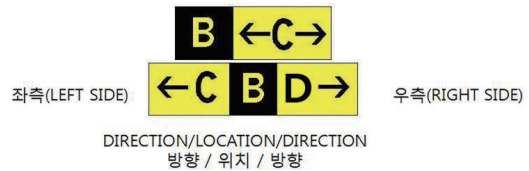
[그림 5-3] CAT I, II, III, II/III 정지위치표지판

5.6.4 활주로정지위치표지판

- 지상주행중인 항공기나 자동차가 장애물 제한표면을 침해하거나 무선시설 운영에 방해되지 않도록 활주로정지위치표지 옆에 설치한다.
- 계기착륙시설(ILS)의 임계지역/민감지역 또는 장애물 제한표면 쪽으로 진입하는 방향에서 보이도록 활주로 정지위치표지의 양쪽에 설치한다.
- 표지판은 적색바탕에 백색문자로 한다.

5.6.5 방향표지판(Direction sign)

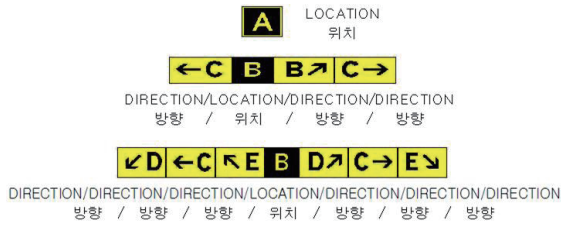
- 교차 부분에서 운항 상 유도로의 명칭과 방향을 표시한다.
- 유도로 방향에 적절한 화살표로 표시하여야 하며, 알파벳 또는 알파벳과 숫자로 구성한다.
- 인접방향표지판은 흑색수직선으로 경계를 표시하여야 한다.



[그림 5-5] 방향표지판

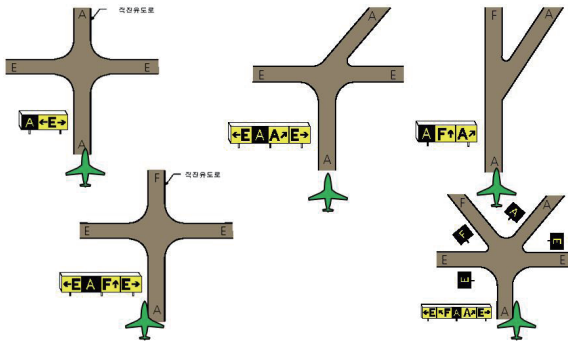
5.6.6 위치표지판(Location sign)

- 위치표지판은 일시정지위치에 설치하여야 하며, 표지판은 흑색바탕에 황색문자로 하고, 단독으로 설치되는 경우에는 표지판 외곽에 황색경계선을 표시한다.



[그림 5-6] 위치표지판

○ 유도로 교차지역에 설치되는 유도로 위치 표지판의 예는 아래 그림과 같다.



[그림 5-7] 교차로 지점 위치표지판

5.6.7 목적지표지판(Destination sign)

○ 항공화물지역, 일반 항공 등과 같이 공항에 특정한 목적지에 대한 방향을 표시하기 위하여 유도로 좌측에 설치한다.



[그림 5-8] 목적지표지판

[표 5-2] 인바운드 목적지(Inbound Destination)에 사용되는 약어

명칭	용어 설명
RAMP 또는 APRON	일반 주기, 서비스, 탑재지역
PARK 또는 PARKING	주기만을 위한 지역
CIVIL	공용비행장의 민항지역
MIL	공용비행장의 군용지역
CARGO	화물취급지역
INTL	국제선전용지역
RUNUP	Run-up지역
ACP	고도계 점검지침
VOR	VOR 체크포인트
FUEL	연료 또는 서비스 지역
HGR	격납고 또는 격납고지역

5.6.8 활주로탈출표지판(Runway exit sign)

- 활주로 출구를 나타낼 필요가 있는 곳에 설치한다.
- 활주로탈출표지판은 출구가 위치한 방향(활주로의 왼쪽 또는 오른쪽)에 설치한다.



[그림 5-9] 활주로 탈출 표지판

5.6.9 활주로개방표지판(Runway vacated sign)

- 조종사에게 활주로를 벗어나는 것이 필요한 곳에 설치한다.



[그림 5-10] 활주로개방표지판

5.6.10 중간이륙표지판

(Intersection take-off sign)

- 중간이륙을 위하여 이륙활주가용거리를 지시하기 위하여 운항 상 필요한 곳에 설치한다.
- 표시명은 이륙방향과 적절한 위치에 적절한 방향의 화살표와 이륙활주가용거리를 표시할 수 있는 숫자로 구성한다.



[그림 5-11] 중간이륙표지판

5.6.11 표지판 색상 (표 5-3)

[표 5-3] 표지판 색상

구분	면	기호(문자 또는 숫자)	테두리	
명령지시표지판	적색	백색	없음	
정보 표지판	방향표지판	황색	흑색	없음
	위치표지판	흑색	황색	황색(단독설치시)
	목적지표지판	황색	흑색	없음
	활주로탈출표지판	황색	흑색	
	활주로개방표지판	황색	흑색	

5.7 이착륙장 표지시설 및 표지판

5.7.1 이착륙장의 활주로 표지

- 활주로 표지는 활주로 표면이 아스팔트 포장인 경우에는 흰색 페인트 또는 도로용 플라스틱 삼각뿔과 같은 흰색 표지를 설치하여야 하며, 이들 두 가지를 모두 사용할 수 있다.

5.7.2 활주로 옆선 표지

- 활주로 옆선 표지(Runway side stripe marking)는 활주로 표면이 아스팔트 포장인 경우 길이 2m, 폭 50cm 직사각형으로 활주로와 평행하게 가장자리에 30m 간격으로 표시한다.
- 동력패러장 표지 : 양(兩)방향동력패러장의 직선부분 표면이 아스팔트 포장인 경우 길이 2m, 폭 50cm 직사각형으로 활주로와 평행하게 가장자리에 20m 간격으로

표시한다.

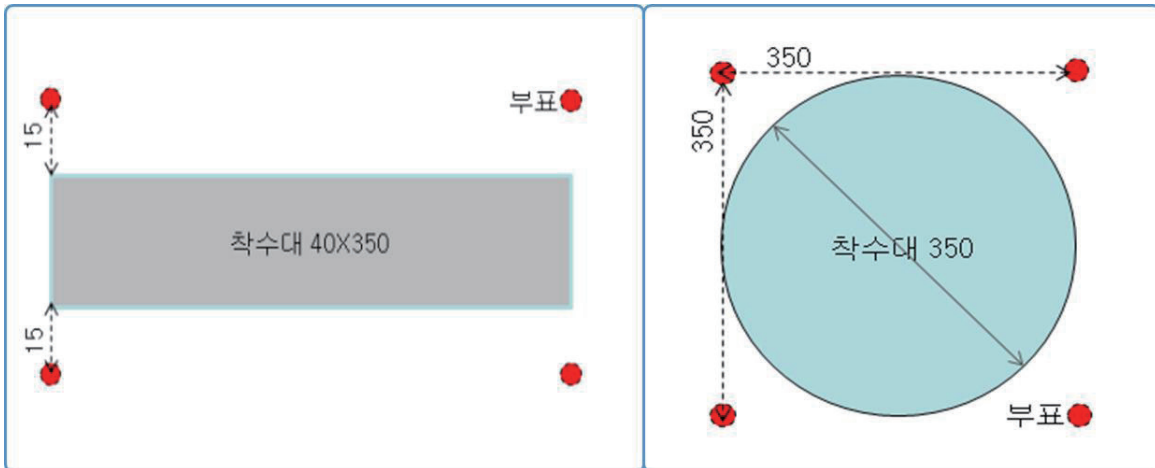
5.8 수상이착륙장 표지시설 및 표지판

5.7.3 활주로 시단 표지 등

- 시단표지는 활주로 표면이 아스팔트 포장인 경우 활주로 시단에 길이 10m 이상, 폭 30cm 이상 직선으로 표시한다.
- 시단이설 표지는 활주로 표면이 아스팔트 포장인 경우 길이 10m 이상, 폭 30cm 이상 점선으로 표시한다.
- 전(全)방향동력패러장 활주로의 가장자리는 폭 20cm 이상으로 표시한다.

5.8.1 착수대 표시

- 착수대 경계 표시를 위하여 착수대 외곽으로부터 15m 이상 이격하여 부표(浮標)를 설치하여야 한다. (그림 5-12)



[그림 5-12] 부표 위치 좌)양방향 착수대, 우)전방향 착수대

6.1 비행계획서의 제출

6.1.1 비행계획서의 제출

비행정보구역 안에서 비행을 하려는 자는 비행을 시작하기 전에 비행계획을 수립하여 관할 항공교통업무기관에 제출하여야 한다.

6.1.2 비행계획서의 내용

비행계획서에는 다음 각 호의 정보가 포함되어야 한다. 다만, 제9호부터 제14호까지의 사항은 지방항공청장 또는 항공교통센터장이 요청하거나 비행계획을 제출하는 자가 필요하다고 판단하는 경우에만 해당한다.

- (1) 경량항공기의 식별부호(등록부호)
- (2) 비행의 방식 및 종류
- (3) 경량항공기의 대수·형식 및 최대이륙중량 등급
- (4) 탑재장비
- (5) 출발비행장 및 출발 예정시간
- (6) 순항속도, 순항고도 및 예정항로
- (7) 최초 착륙예정 비행장 및 총 예상 소요 비

행시간

- (8) 교체비행장(시계비행방식에 따라 비행할 경우는 제외)
- (9) 시간으로 표시한 연료탑재량
- (10) 출발 전에 연료탑재량으로 인하여 비행 중 비행계획의 변경이 예상되는 경우에는 변경될 목적비행장 및 비행경로에 관한 사항
- (11) 탑승 총 인원(탑승수속상 불가피한 경우에는 해당 항공기가 이륙한 직후에 제출할 수 있다)
- (12) 비상무선주파수 및 구조장비
- (13) 기장의 성명(편대비행의 경우에는 편대 책임기장의 성명)
- (14) 낙하산 강하의 경우에는 그에 관한 사항
- (15) 그 밖에 항공교통관제와 수색 및 구조에 참고가 될 수 있는 사항

6.1.3 비행계획의 종료

경량항공기는 도착비행장에 착륙하는 즉시 관할 항공교통업무기관(관할 항공교통업무기관이 없는 경우에는 가까운 항공교통업무기관)에 다음 각 호의 사항을 포함하는 도착보고를

하여야 한다.

- (1) 경량항공기의 식별부호(등록부호)
- (2) 출발비행장
- (3) 도착비행장
- (4) 목적비행장(목적비행장이 따로 있는 경우)
- (5) 착륙시간

6.14 제출 서식

비행계획은 전화, 팩스 또는 정보통신망을 이용하여 제출할 수 있다. 팩스 또는 정보통신망을 이용하여 비행계획을 제출하는 때에는 항공안전법 시행규칙 별지 제71호 서식의 비행계

획서에 따른다.

6.15 비행계획서 제출처 및 제출시기

제출된 비행계획이 1시간 이상 지연될 때에는 비행계획을 수정하거나 새로운 비행계획을 제출하고 미리 제출된 비행계획은 취소하여야 한다.

[표 6-1] 비행계획서 제출처 및 제출시기

제출처	제출시기
서울지방항공청의 경우 : 승인서 비행조건에 명시된 지방출장소 인근항공정보실 제출로 변경됨 인근항공정보실은 아래와 같다. - 인천공항 (인천, 경기서부) 032-740-2261 - 김포공항 (서울, 경기동부) 02-2660-2145 - 청주공항 (충청남·북도) 043-210-6202 - 양양공항 (강원 영동) 033-670-7206 - 원주공항 (강원 영서) 033-344-0166 - 군산공항 (전라북도) 063-471-5820	출발 최소 60분전
부산지방항공청의 경우 - 김해공항 051-974-2214 - 대구공항 053-980-5203 - 광주공항 062-942-3737 - 여수공항 061-682-7886 - 울산공항 052-289-4740 - 울진공항 054-789-0373 - 포항공항 054-284-3456 - 사천공항 055-852-2568 - 무안공항 061-453-0737	
제주지방항공청의 경우 - 제주공항 064-746-0172	

■ 항공안전법 시행규칙 [별지 제7호서식]

FLIGHT PLAN 비행계획서			
PRIORITY 우선순위 <<≡ FF →	ADDRESSEE(S) 수신처		
FILING TIME 제출시간	ORIGINATOR 발신처		<<≡
SPECIFIC IDENTIFICATION OF ADDRESSEE(S) AND/OR ORIGINATOR 수신처 및 발신처의 특정 식별부호			
3 MESSAGE TYPE 전문종류 <<≡ (FPL)	7 AIRCRAFT IDENTIFICATION 항공기 식별번호	8 FLIGHT RULES 비행규칙	TYPE OF FLIGHT 비행의 종류
9 NUMBER 몇수	TYPE OF AIR CRAFT 항공기 형식	WAKE TURBULENCE CAT. 등급	10 EQUIPMENT 탑재장비
13 DEPARTURE AERODROME 출발비행장	TIME 출발예정시간	<<≡	
15 CRUISING SPEED 순항속도	LEVEL 고도	ROUTE 예정비행공로	
<<≡			
TOTAL EET			
16 DESTINATION AERODROME 목적비행장	HR MIN 시간 분	ALTN AERODROME 주 교체비행장	2ND. ALTN AERODROME 부 교체비행장
18 OTHER INFORMATION 기타정보	<<≡		
><<≡			
SUPPLEMENTARY INFORMATION (NOT TO BE TRANSMITTED IN FPL MESSAGE) 비행계획 전문에 포함되어 전송되지 않는 보충 정보			
19 ENDURANCE 연료탑재량	PERSON ON BOARD 탑승인원수	EMERGENCY RADIO 비상 무선통신장비	
HR MIN 시간 분	→ P /	→ R /	UHF VHF ELBA U V E
SURVIVAL EQUIPMENT/구급용구 POLAR DESERT MARITIME JUNGLE Polaire Desert Maritime Jungle	JACKETS/구명동의	LIGHT 등화	FLUORES 형광
→ S / P D M	→ J / L	F U V	
DINGHIES/구명보트 NUMBER 수량 CAPACITY 수용인원 COVER 덮개 COLOUR 색상	→ D / → → <<≡		
AIRCRAFT COLOUR AND MARKINGS 항공기 색상 및 무늬			
REMARKS 기타			
<<≡			
PILOT-IN-COMMAND 기장			
C / FILED BY/제출자 <<≡			
명단(별도첨부 가능) :			

[그림 6-1] 비행계획서 서식

6.1.6 비행계획서 인터넷 제출 방법

iARO ⇨ Login 좌측 Create for Flight Message ⇨ ULP FPL을 클릭하면 창이 생성 ⇨ 번호 순서대로 작성

6.1.6.1 인터넷 주소창 찾기

- 인터넷 주소창에 http://ubikais.fois.go.kr을 입력한다.
- 창이 활성화되면 8개의 메인메뉴 중 ⇨

6.1.6.2 항목별 설명 및 입력방법 (특수기호 사용불가)

The screenshot shows the 'FPL 작성' (FPL Creation) window. At the top right, there are buttons for 'Validate', 'Send', and 'Load'. The main form is titled 'FLIGHT PLAN' and contains the following fields and controls:

- 1** Priority: FF
- 2** Filing Time: 300615
- 3** Message Type: FPL
- 4** Flight Identity: HLC044
- 5** Flight Rules: V-시계비행
- 6** Flight Type: X-해당없음
- 7** Purpose: 항공이동
- 8** Aircraft Type: SAVA
- 9** Wake Turb. Cat.: L-Light
- 10** Equipment: V/C
- 11** 9 Number: 1
- 12** 13 Departure Aerodrome: ZZZZ
- 13** Time: 0530
- 14** 15 Cruising Speed: N0060
- 15** Flight Level: VFR
- 16** Route: DCT MOON GYEONG
- 17** 16 Arrival Aerodrome: ZZZZ
- 18** Total EET: 0200
- 19** 18 Other Information: NOTAM AND WEATHER CHECKED BY PILOT DEP/DANYANG DEST/GUMI
- 20** 17 NOTAM and Weather checked by pilot (checked)
- 19** 19 E/ 0400, P/ 002, R/ UHF, VHF, ELT, S/ Polar, Desert, Maritime, Jungle, J/ Light, Fluores, UHF, VHF, D/ Number, Capacity, Cover, Color, A/ WHITE, N/ 0112020959, C/ KIMWAMHO

At the bottom, there is a section for 'AMS Original Message' with a note: '* 전송(Send) 하기전에 오류검증(Validate)을 꼭 하십시오.'

[그림 6-2] 비행계획서 인터넷 제출 창
(출처 : 경량항공정보매뉴얼, 한국교통안전공단)

- ① 비행계획서를 제출하는 곳. 해당 항공정보실을 선택
- ② Flight Identity(항공기식별부호(최대7자리))
 - 호출부호가 없는 경우 등록기호를 기입한다. 예)HL-C555
- ③ Flight Rules 조종사가 비행하고자 하는 비행규칙 범주
 - 경량항공기 등은 주간 시계비행 [V-시계비행]
- ④ Flight Type(비행방식) 정기, 부정기, 일반, 군용기 등
 - 경량항공기 등은 [X-해당 없음]을 선택
- ⑤ Purpose(비행 목적) 항공이동, 기타 교육 등 찾아서 선택
- ⑥ Number(항공기 대수)는 비행기가 몇 대인가
- ⑦ Aircraft Type(항공기형식)은 2번 등록부호 기입 후
 - 우측 press버튼 누름(자동으로 생성됨 : DB 자료)
- ⑧ Wake Turb. Cat.(후방난기류범주)는 [L-Light] L을 선택
- ⑨ 통신장비 및 감시 장비 : VHF와 트랜스폰더가 있으면 [V/C]
 - 무전기만 있으면 [V/N], 트랜스폰더만 있으면 [N/C], 장비가 없으면 [N/N]
- ⑩ Departure Aerodrome은 ICAO 지명부호 4자리
 - RKJW(영암), RKLS(여주승진)
 - 지명부호가 배정되어 있지 않으면 ZZZZ(4자리)로 기입함
 - 출발비행장을 ZZZZ로 기입한 경우 18번 Other Information 란에 상세 설명한다. (예: DEP/NAJU)
- ⑪ Time(출발예정시간)은 UTC로 기입
 - 국내시간에서 9시간을 뺀다. 1430KST에 이륙한다면 UTC는 0530임
- ⑫ Speed는 5자리(첫자리는 단위, 나머지는 속도)
 - 단위는 노트 (Knots)로 기입 : MPH인 마일은 Knots로 환산해서 기록함
- ⑬ Flight Level은 100피트 단위의 비행고도를 기록
 - LEVEL(순항고도) : A050(오천피트), A005(오백피트)
- ⑭ Route는 비행경로 : 일반항공에서는 30분 간격의 직선 주요지점을 기록
 - 처음에 DCT 하고, 경량항공기 등은 승인받은 지점을 기록
 - [예문 1] 나주출발-합천경유-구미 착륙
 - 13번에 ZZZZ, 출발 ROUTE란에 DCT HAPCHEN, 16번에 ZZZZ 착륙
 - [예문 2] 나주출발-단양-합천경유-구미 착륙
 - ROUTE란에 DCT DANYANG, HAPCHEN

- [예문 3] 나주출발-단양경유/합천이착륙 경유-구미 착륙
 - ROUTE란에 DCT DANYANG, HAPCHEN 0100/0400
- ⑮ Arrival Aerodrome은 ICAO 지명부호 4자를 기입한다
 - 지명부호가 없으면 ZZZZ를 기입 (18번 OTHER INFORMATION란에 DEST/GUMI)
- ⑯ Total EET(총예상소요시간) 출발에서 도착까지 총 비행시간
 - TOTAL EET(ESTIMATED ELAPSED TIME) 이륙해서 착륙할 때까지의 중간 기착 시간 모두를 포함한 총 경과시간
 - 1st ALTN Aerodrome(교체비행장)은 목적비행장의 기상악화나 특별상황발생시 사용하는 교체비행장임
- ⑰ NOTAM과 WEATHER를 확인 체크했다고 확인하는 난
- ⑱ OTHER INFORMATION DEP/NAJU 또는 DEST/GUMI 등으로 기입
 - 기타정보란에는 지정된 순서대로 필요 정보를 기입한다.
 - 13번, 16번의 출/도착비행장을 ZZZZ로 표기한 경우 필히 DEP/NAJU, DEST/GUMI로 기입해야 한다.
 - OPR/NAJU AIRFIELD(운영자 지역)
 - TYP/SAVANNAH (Type of aircraft에서 약칭으로 사용한 경우)
 - NAV/GARMIN GPS296(특별 항행장비 등)
 - DOF/6자리 숫자 형식의 비행출발일 (YYMMDD, YY는 년, MM은 월, DD는 일을 표시), 120시간(5일) 전까지
 - RMK/관련 ATC기관의 요구사항이나 기타 필요사항 평문 작성
 - 그 외 통제구역 허가 번호나 비행계획 승인 허가 번호 등을 기록
- ⑲ 보충정보
 - E/ENDURANCE(연료탑재량) : E/0200(시간 및 분으로 표시된 연료탑재량)
 - P/는 PERSON ON BOARD(탑승인원) : → P/002(총탑승 인원 2명)
 - R/는 EMERGENCY RADIO(비상무선장비) : 해당 항목에 √표시
 - UHF(243.0MHZ), VHF(121.5MHZ), ELBA(ELT)
 - S/ SURVAL EQUIPMENT(생존장비) : 해당 항목에 √표시
 - P극지, D사막, M해상, J밀림
 - J/JACKETS(구명동의) : 해당 항목에 √표시
 - L조명부착, F형광재, U V 비상 무선장비 등
 - D / D I N G H I E S (구 명 보 트) : NUMBER(수량), CAPACITY(총 수용능력), COVER (덮 개 여부),

- COLOUR(색상)
- A/항공기색상 및 기호 : (예) WHITE AND RED / RED 등
- N/은 연락 가능 한 휴대폰 전화번호 기록
- C/는 조종사(작성자) 이름
- ㉔ 오류검증[Validate]을 클릭하여 이상 없을 경우 Send

6.2 사고발생시 조치사항

6.2.1 사고발생시 조치사항

- 인명구호를 위해 신속히 필요한 조치를 취할 것.
- 경량항공기로 인한 사고발생이나 목격 시에는 관할 지방항공청 및 항공·철도사고조사위원회에 신속히 사고내용을 통보할 것.
- 동일한 사고의 재발방지를 위한 정확한 원인규명이 될 수 있도록 임의 잔해이동 등 증거를 훼손하지 말 것.

6.2.2 사고발생시 통보

- 관할 지방항공청 1곳과 항공철도사고조사위원회에 각각 통보
- 항공철도사고조사위원회 전화 : 044-201-5445, 팩스 : 044-201-5433

- 서울지방항공청 항공안전과 (사고조사담당)
 - 전화 : 032-740-2146 (야간/휴일 : 032-740-2107/8)
 - 팩스 : 032-740-2149 (야간/휴일 : 032-740-2109)
- 부산지방항공청 항공안전과 (사고조사담당)
 - 전화 : 051-974-2147~8 (야간/휴일 : 051-974-2100)
 - 팩스 : 051-971-1219 (야간/휴일 : 051-971-1219)
- 제주지방항공청 안전운항과
 - 전화 : 064-797-1700
 - 팩스 : 064-797-1709

6.3 항공교통관제 업무

항공교통관제기관은 비행장관제업무(Aerodrome Control), 접근관제업무(Approach Control), 지역관제업무(Area Control Service)업무로 분류하고 있으며, 우리나라는 공군에서 운영하는 MCRC(Master Control and Report Center)중앙방공통제소라는 관제기관이 있다.

여압이 되지 않는 경량항공기가 운영되는 고도는 10,000ft 이하로 비행장관제업무와 접근관제업무범위에 해당된다. 지역관제업무(Area

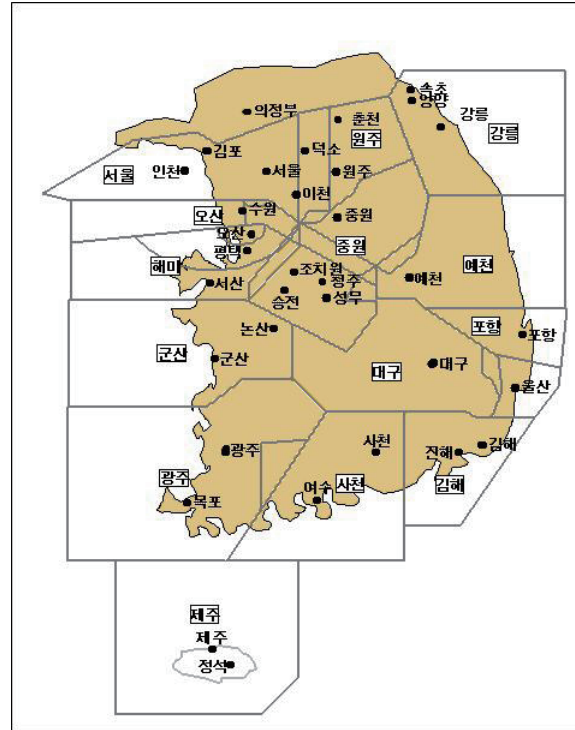
Control Service)의 경우 20,000ft 이상 계기 비행을 하는 항공기들을 관제한다.

6.3.1 비행장관제업무(Aerodrome Control)는 공항 또는 비행장 관제권내에 이·착륙 항공기 관제를 비롯하여, 이동지역내의 항공기 및 차량 이동을 통제한다.

- 관제권(Control Zone) : 이착륙 항공기의 비행안전을 위하여 공항 및 비행장 주위에 설정하는 공역
 - 운영기관 : 관제탑 (국토부, 국방부, 주한미군 등)
 - 범위 : 비행장 중심 반경 5NM, 지표~1,500ft/5,000ft
 - 운영현황 : 민·군 공항/비행장 35개소

6.3.2 접근관제업무(Approach Control)는 관제구를 포함한 접근관제구역내 항공기를 관제한다.

- 접근관제구역(Terminal Control Area)
 - 통상 한 개 또는 두 개 이상의 주요비행장 근처에 있는 항로 합류지점에 설정(14개 설정)
 - 고도는 AGL 700ft~7,000ft/22,000ft, 범위는 각 구역별로 상이
 - 운영기관은 항공교통센터로부터 구역, 업무범위, 사용고도 등을 협정으로 위임받아 각 접근관제소에서 운영 (국토교통부, 국방부, 주한미군)



[그림 6-3] 전국 14개 접근관제구역

6.3.3 공역분류 및 운영체계

6.3.3.1 항공법규에 의한 공역분류

- 제공하는 항공교통업무에 따라 관제공역과 비관제공역으로 구분되다.
 - 관제공역은 항공교통관제기관(관제탑, 접근관제소 등)의 통제 하에 관제를 받는 공간을 말하며,
 - 비관제공역은 항공교통관제기관의 통제 없이 자율적으로 사용하는 공간

6.3.3.3 공역 사용목적에 따른 구분

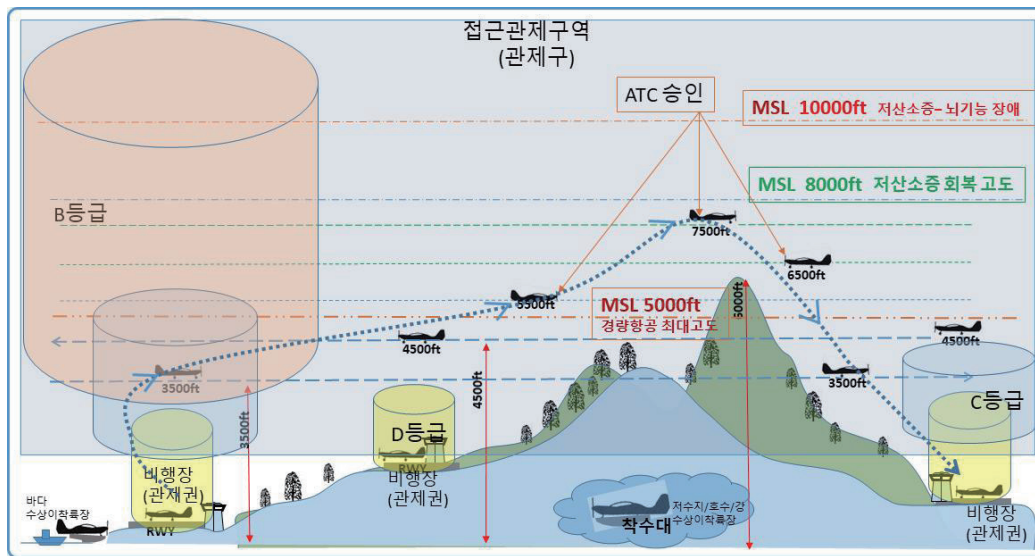
[표 6-2] 공역 사용목적에 따른 구분

구분		내용
관제 공역	관제권	이착륙 항공기의 비행안전을 위하여 공항 및 비행장 주위에 설정하는 공역 - 운영기관 : 관제탑
	관제구	접근관제구역 (Terminal Control Area) 고도는 AGL 700ft~7,000ft/22,000ft, 범위는 각 구역별로 상이
	비행장 교통구역	D등급에서 시계비행을 하는 항공기 간에 교통정보를 제공하는 공역
비관제 공역	조언구역	항공교통조언업무가 제공되도록 지정된 비관제공역
	정보구역	비행정보업무가 제공되도록 지정된 비관제공역
통제 공역	비행금지구역	안전, 국방상, 그 밖의 이유로 항공기의 비행을 금지하는 공역
	비행제한구역	항공사격·대공사격 등으로 인한 위험으로부터 항공기의 안전을 보호하거나 그 밖의 이유로 비행허가를 받지 않은 항공기의 비행을 제한하는 공역
	초경량비행장치 비행제한구역	초경량비행장치의 비행안전을 확보하기 위하여 초경량비행장치의 비행활동에 대한 제한이 필요한 공역
주의 공역	훈련구역	민간항공기의 훈련공역으로서 계기비행항공기로부터 분리를 유지할 필요가 있는 공역
	군작전구역	군사작전을 위하여 설정된 공역으로서 계기비행항공기로부터 분리를 유지할 필요가 있는 공역
	위험구역	항공기의 비행 시 항공기 또는 지상시설물에 대한 위험이 예상되는 공역
	경계구역	대규모 조종사의 훈련이나 비정상 형태의 항공활동이 수행되는 공역

6.3.3.3 제공하는 항공교통업무에 따른 구분

[표 6-3] 제공하는 항공교통업무에 따른 구분

구분	내용		
관제 공역	A등급	모든 항공기가 계기비행을 하여야 하는 공역	지역관제업무(ACC)
	B등급	모든 항공기에 분리 포함한 항공교통관제업무 제공	인천, 김포, 제주
	C등급	모든 항공기에 항공교통관제업무가 제공, • 접근관제소를 운영하는 공항 중심 반경 - 5 NM 이내(SFC~5,000ft AGL) - 5~10 NM(공항표고 1,000ft~5,000ft AGL)	광주, 사천, 김해, 원주, 대구, 예천, 강릉, 중원, 서산, 포항, 군산공항
	D등급	모든 항공기에 항공교통관제업무가 제공 • 최저항공로고도(MEA)이상 평균해면 20,000ft 이하의 모든 항공로 • 접근관제소를 운영하지 않는 공항 중심반경 - 5NM 이내 (SFC~관제권 상한고도)	청주, 서울, 수원, 성무, 양양, 평택, 울산, 여수, 무안, 목포, 정석, 진해, 이천, 울진, 속초, 오산, 논산
	E등급	계기비행에 항공교통관제업무 제공, 시계비행을 하는 항공기에 비행정보업무가 제공	
비관제 공역	G등급	모든 항공기에 비행정보업무만 제공되는 공역 • A, B, C, D, E 등급 이외의 비관제공역 - 영공(영토 및 영해) : 해면 또는 지표면으로부터 1,000ft 미만 - 공해상 : 해면에서 5,500ft 미만 - 평균해면 60,000ft AMSL을 초과하는 비관제공역	



[그림 6-4] 경량항공기 운항범위와 항공교통관제

6.4 항공 무선통화

6.4.1 항공 무선통화 일반

항공에서 사용하는 무선통화는 영어로 사용할 것을 권장하고 있으나, 상황에 따라 한국어를 사용하기도 한다.

6.4.1.1 국제민간항공기구(ICAO)의 Radio 송신기법

- 송신하기 전에 사용할 주파수가 혼신이 없는지 확인.
- 정상적인 대화 음성으로 분명하고 또렷하게 말한다.
- 평균속도는 분당 100단어를 초과하지 않도록 유지한다.
- 음량을 일정한 수준으로 유지한다.
- 숫자 전후로 약간의 간격을 두어 이해하기 쉽게 한다.
- “어(er)”와 같은 주저하는 용어의 사용을 피한다.
- 말하기 전에 송신 스위치를 충분히 눌러 송신이 완료될 때까지 스위치를 놓지 않으므로서 내용 전체를 송신할 수 있다.

6.4.1.2 관제사의 지시에 대한 조종사의 복창(Read Back)

조종사는 항공교통관제(ATC) 허가 중 안전과 관련된 다음의 사항에 대하여 관제사에게 복창(Read Back)을 하여야 한다.

- 사용 활주로 번호,
- 고도계 수정치,
- 활주로의 진입(Enter), 착륙(Land On), 이륙(Take Off), 활주로 가까이 대기(Hold Short Of), 횡단활주(Cross Taxi), 역주행(Backtrack)의 허가 및 지시 사항
- 2차 감시레이더 코드(관제사가 지시한 트랜스폰더 코드),
- 수평비행(Level)지시,
- 기수 및 속도 지시,
- 항공교통관제(ATC) 비행로 허가

6.4.2 국제민간항공기구 발음법(ICAO Phonetics)

국제민간항공기구(ICAO) 숫자·문자 발음법을 사용하여야 한다.

6.4.2.1 국제민간항공기구 음성 발음법

Letter	Word	Pronunciation
A	Alpha	<u>AL</u> FAH
B	Bravo	<u>BRAH</u> VOH
C	Charlie	<u>CHAR</u> LEE
D	Delta	<u>DELL</u> TAH
E	Echo	<u>ECK</u> OH
F	Foxtrot	<u>FOKS</u> TROT
G	Golf	GOLF
H	Hotel	HOH <u>TELL</u>
I	India	<u>IN</u> DEE AH
J	Juliet	<u>JEW</u> LEE <u>ETT</u>
K	Kilo	<u>KEY</u> LOH
L	Lima	<u>LEE</u> MAH
M	Mike	MIKE
N	November	NO VEM BER
O	Oscar	<u>OSS</u> CAH
P	Papa	PAH <u>PAH</u>
Q	Quebec	KEH <u>BECK</u>
R	Romeo	<u>ROW</u> ME OH
S	Sierra	SEE <u>AIR</u> RAH
T	Tango	<u>ANG</u> GO
U	Uniform	<u>YOU</u> NEE FORM
V	Victor	<u>VIK</u> TAH
W	Wiskey	<u>WISS</u> KEY
X	X-ray	<u>ECKS</u> RAY
Y	Yankee	<u>YANG</u> KEY
Z	Zulu	<u>ZOO</u> LOO

주) 발음에서 강조되는 음절에 밑줄

6.4.2.2 숫자

○ 숫자는 다음과 같은 발음을 사용하여 송신되어야 한다.

Numeral or numeral element	Pronunciation
0	ZE-RO
1	WUN
2	TOO
3	TREE
4	FOW-ER
5	FIFE
6	SIX
7	SEV-EN
8	AIT
9	NIN-ER
Decimal	DAY-SEE-MAL
Hundred	HUN-DRED
Thousand	TOU-SAND

○ 일반숫자

- 모든 숫자는 개별적으로 발음하여 송신, (예외 : 완전 정수의 백 단위, 천 단위 및 천 단위와 백 단위가 결합된 것을 제외)
- 천 단위와 완전 정수 백 단위의 결합은 천 단위 숫자를 각각 분리하여 단어 “Thousand”를 그리고 백 단위 숫자 다음에 단어 Hundred로 송신.

Number	Transmitted as	Pronounced as
10	ONE ZERO	WUN ZE-RO
75	SEVEN FIVE	SEV-EN FIFE
583	FIVE EIGHT THREE	FIVE AIT TREE
600	SIX HUNDRED	SIX HUN-DRED
5000	FIVE THOUSAND	FIFE TOU-SAND
7600	SEVEN THOUSAND SIX HUNDRED	SEV-EN TOU-SAND SIX HUN-DRED
11000	ONE ONE THOUSAND	WUN WUN TOU-SAND
18900	ONE EIGHT THOUSAND NINE HUNDRED	WUN AIT TOU-SAND NIN-er HUN-dred
38143	THREE EIGHT ONE FOUR THREE	TREE AIT WUN FOW-ER TREE

○ 소수점 포함

- 소수점을 포함한 숫자는 소수점을 단어 Decimal 또는 Point로 발음하여 적절한 순서로 송신되어야 한다.

Number	Transmitted as	Pronounced as
100.3	One Zero Zero Decimal Three	WUN ZERO ZERO DAY-SEE-MAL TREE
100.3	One Zero Zero Point Three	WUN ZERO ZERO PO-IN TREE

6.4.2.3 고도

- 100 또는 1,000단위로 “Hundred” 또는 “Thousand”를 적절히 붙여 각각 분리하여 읽는다.

숫자	읽기
10,000	“One Zero Thousand.” 또는 “Ten Thousand.”
11,000	“One One Thousand.” 또는 “Eleven Thousand.”
17,900	“One Seven Thousand Niner Hundred.” 또는 “Seventeen Thousand Niner Hundred.”

○ 비행방향별 고도

- 00°에서 179°까지 시계비행고도 :
3,500 / 5,500 / 7,500 / 9,500
- 180°에서 359°까지 시계비행고도 :
4,500 / 6,500 / 8,500

비행방향	고도	읽기
0~179°까지 시계비행고도	3,500	TREE Thousand FIFE Hundred
	7,500	SEVEN Thousand FIFE Hundred
180~359°까지 시계비행고도	4,500	FOWER Thousand FIFE Hundred
	6,500	SIX Thousand FIFE Hundred

○ 최저강하고도(MDA)

- MDA (Minimum Descent Altitude) 고도를 하나씩 각각 분리하여 읽는다.

MDA	읽기
MDA 1,320	“Minimum Descent Altitude, One Tree Too Zero.”
MDA 3000	“Minimum Descent Altitude, Tree Thousand.”

6.4.2.4 시간

- 일반적인 시간정보
 - 국제표준시간(UTC : Universal Time Coordinated)으로 시간 및 분의 4자리 단위로 각각 분리하여 읽는다.
- 요구시
 - UTC 형식의 4자리 분리된 시간 다음에 지역표준시간을 말한다.
 - 지역시간은 24시간 시스템, “Local”을 붙인다.
 - “Zulu”는 UTC를 표기하기 위하여 사용된다.

시간	UTC	읽기
9:20 A.M.	0920	Two Zero 또는 Zero Nine Two Zero
4:43 P.M.	1643	Four Three 또는 One Six Four Three
2230	0730 KST	“Two Two Three Zero 또는 Zero Seven Three Zero Local
1420	2320 KST	“One Four Two Zero 또는 Two Three Two Zero Local

6.4.2.5 비행장표고

- “Field Elevation”이란 말 다음에 분리된 숫자로 읽는다.

표고	읽기
17feet	“Field Elevation, One Seven.”
817feet	“Field Elevation, Eight One Seven.”

6.4.2.6 고도계 수정치

- “Altimeter” 또는 “QNH”란 말 다음에는 고도계 수정치를 분리된 숫자로 읽으며 “point”를 사용하지 않는다. (QNH : 관제탑에서 불러주는 값)

수정치	읽기
30.01	“Altimeter, Three Zero Zero One.”
1013	“QNH, One Zero One Three.”
29.92	“Altimeter, Two Niner Niner Two

6.4.2.7 지상풍

- “Wind”란 단어 다음에 풍향을 10° 단위로 분리된 숫자로, “at”란 말과 Knots로 지시된 풍속을 분리된 숫자로 읽는다.

풍향/풍속	읽기
030/15	“Wind Zero Three Zero at One Five.”
270/15~35	“Wind Two Seven Zero at One Five Gusts Three Five.”

주) Gust : 평균 풍속보다 10knot 이상의 차이가 있을 때 사용

6.4.2.8 기수방향

- “Heading” 다음에 각도를 3자리의 분리된 숫자로 읽고 “Degrees”는 생략한다.
 - 북쪽을 표시할 때는 Heading 360로 읽어야 한다.

기수 방향	읽기
5 degrees (005)	“Heading Zero Zero Five.”
30 degrees (030)	“Heading Zero Three Zero.”
360 degrees (360)	“Heading Three Six Zero.”

6.4.2.9 활주로

- “Runway” 다음에 활주로 번호를 분리된 숫자로 읽는다.
- 평행 활주로에서는 “L”, “R” 또는 “C”가 부여된 경우, “Left”, “Right” 또는 “Center”로 읽는다.

명칭	읽기
3	“Runway Three.” 또는 “Runway Zero Three.”
36	“Runway Three Six.”
32L	“Runway Three Two Left.”
14R	“Runway One Four Right.”

6.4.2.10 주파수

- 주파수는 분리된 숫자로 읽으며, 소수점은 “Point” 또는 “Decimal”로 읽는다.
- 소수점 아래 두 자리까지는 읽고, 이하 숫자는 생략한다.
- Ground 주파수대(121Mhz)의 경우, 소수점 이전은 생략하고 소수점과 숫자를 읽는다.

주파수	읽기
126.9MHz	“One Two Six Point Niner” 또는 “One Two Six Decimal Niner.”
Ground 121.75 MHz	“Point Seven five.”

6.4.2.11 속도

- 속도를 나타내는 숫자다음에 “Knots”를 붙여 읽는다.

속도	읽기
90	Niner Zero Knots
180	One Eight Zero Knots.”
485	Four Eight Five Knots

6.4.2.12 마일

- 마일 표시는 거리를 나타내는 분리된 숫자 다음에 “Mile”을 붙여 읽는다.

Traffic, One Three Zero, One Five Miles

Daegu, Three Two Zero Radial Two Five Miles

6.4.2.13 트랜스폰더 코드

- 4단위의 분리된 숫자로 읽는다.

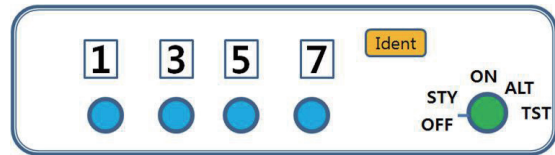
코드	읽기
1255	“One Two Five Five.”
2100	“Two One Zero Zero.”

6.4.2.14 항공교통관제기관 항공기지국 호출부호

- 항공기지국 지명 다음에 접미사를 붙여 식별. 접미사는 기관의 형태 또는 제공업무를 나타낸다.
- 상호 송/수신이 이루어져 혼동을 가져오지 않는다면 지명이나 호출부호는 생략한다.

기관 또는 업무	호출 접미사
Area Control Center	Control 또는 Center
Approach Control	Approach
Approach Control Radar Arrivals	Arrival
Approach Control Radar Departure	Departure
Aerodrome Control	Tower
Surface Movement Control	Ground
레이더 (일반적)	Radar
계류장관제	Apron
Aeronautical Station(비행정보소, FSS)	Radio

- OFF : 트랜스폰더 전원 차단
- SBY(Standby) : 장비 작동 전 예열
- ON : 트랜스폰더 전원 공급, Mode-3/A 작동, 항공기 위치 표시
- ALT : 고도 정보 자동 응답 (Mode-C)
- TST : 장비의 점검을 위한 기능 스위치



[그림 6-5] 트랜스폰더 기능스위치

6.5 트랜스폰더(Transponder)

○ 트랜스폰더는 1차 레이더(Primary Radar)의 단점을 보완하여 다수의 표적(targets) 중에서 특정 항공기를 보다 신속 정확하게 식별하기 위하여 트랜스폰더(Transponder)를 장착

(*) 트랜스폰더 = transmitter + responder = Transponder

- 모드 A : 네 개의 숫자 판, 조종사가 0~7까지 입력할 수 있으며 최대로 조합할 수 있는 코드는 4096(8×8×8×8)개.
- 일반적으로 시계 비행을 위한 트랜스폰더 코드 1200, 12**.

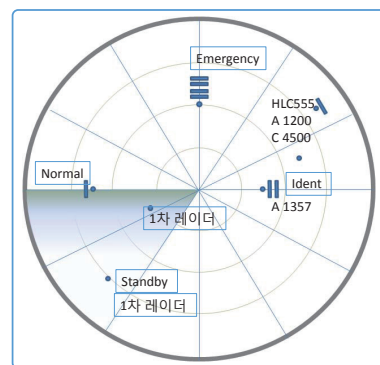
6.5.1 트랜스폰더의 기능 스위치 구성

6.5.2 식별 버튼(Ident Button)

레이더 관제사가 항공기의 정확한 위치를 식별하고자 할 때 조종사는 관제사가 지시한 코드를 맞추고 식별 버튼을 누른 후 “Ident”이라고 복창(Readback)한다. 관제사의 레이더 시현장치에는 항공기를 쉽게 식별할 수 있게 다른 항적보다 강한 빛으로 표시된다.

☎ HL-C555, Squawk 1357 And Ident.

➔ 1357 And Ident, HL-C555



[그림 6-6] 1차 및 2차 레이더 시현장치의 항적

6.5.3 트랜스폰더 운용

- 경량항공기는 비행 중에 트랜스폰더 기능 스위치를 ALT로 맞추어 놓아야 한다.
- 트랜스폰더의 코드(code)는 관제사로부터 지정받아 사용하며, 조종사는 코드(code)를 세팅할 경우 무의식적으로 비상 코드가 장입되지 않도록 특히 주의해야 한다.
 - (주) 코드를 세팅할 경우 무의식적으로 비상 코드가 장입되지 않도록, 네 개의 숫자 판 중 맨 우측의 변경이 필요한 숫자부터 세팅한다.
- 비상 코드(Emergency Code)
 - 7500 : 항공기 피랍(Hijacking)
 - 7600 : 무선 통신 두절(Communication Failure)
 - 7700 : 항공기 비상 상황 발생(Distress)

6.5.4 트랜스폰더 사용 용어

- Squawk : 관제사가 항공기의 위치를 식별하고자 할 때 트랜스폰더를 사용하는 용어로 “전송하라”는 의미이다. 트랜스폰더 해당 기능 스위치를 지시 또는 작동시키거나 코드를 지시한다.
 - Ex) Squawk Standby, Squawk Ident, Squawk Mayday, Squawk 1234,
- Squawk Ident : 항공기의 위치를 식별하기 위해서 트랜스폰더 식별 버튼을 누

를 것을 지시한다. 관제사의 “Squawk Ident” 지시가 있을 때 조종사는 “Ident” 이라고 복창하며 트랜스폰더의 “ident” 버튼을 누른다.

- Squawk Standby : 트랜스폰더의 기능 스위치를 대기 위치 “STY”에 놓아라.
- Squawk low/normal : 기능 스위치를 “low” 또는 “normal” 위치에 놓아라.
- Squawk Altitude : 자동고도보고 장치인 Mode-C를 작동시켜라.
- Stop Squawk : 트랜스폰더 전원을 꺼라.
- Squawk VFR : 트랜스폰더를 시계비행(VFR) 코드(1200)로 장입하라.

6.6 관제용어

- Abeam : 항공기 트랙으로부터 좌우로 대략 90° 정도에 위치한 상태.
- Acknowledge : 이 메시지를 수신하고 이해했는지를 알려 달라.
- Active Runway : 현재 이륙·착륙에 사용되는 활주로
- Advise Intentions : 당신의 의도를 알려 주시오.
- Affirm : Yes의 의미
- Affirmative : Yes의 의미
- Airborne Delay : 체공으로 인한 지연시간.

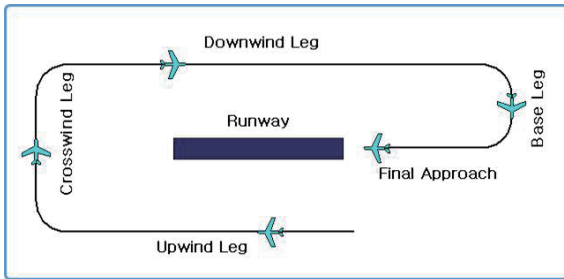
- Altimeter Setting : 현재 대기압으로 기압치 변화량을 조정
- Altitude Readout : Mode C 트랜스폰더로 송출된 항공기 고도로서 판독능력을 갖춘 레이더 시현장치에 100ft 단위로 전시.
- Approved : 요청사항에 대해 허가한다.
- Back-Taxi : 사용 활주로의 반대방향으로 지상 활주를 지시할 때, 사용되는 용어.
- Below Minimum : 현재의 기상이 비행을 위하여 규정에 명시된 최소 기상이하의 기상 일 때의 조언.
- Blind Transmission : 양방향 통신이 성립되지는 않았지만 호출되는 무선국이 그 방송을 수신한다고 여겨지는 상황에서 한 무선국에서 다른 무선국으로의 방송.
- Cancel : 이전에 허가했던 것을 취소한다.
- Check : 시스템이나 절차를 확인하라(통상 대답은 하지 않음).
- Cleared : 특정조건하에서 진행을 허가한다. (이륙/착륙/taxing등)
- Cleared As Filed : 항공기가 제출된 비행계획서의 비행로에 따라서 진행을 허가하는 것을 의미한다.
- Cleared To Land : 착륙항공기에 대한 항공교통관제(ATC)의 허가.
- Climb/Descend and Maintain : 현재의 고도에서 상승/강하하여 지정된 고도로 비행하라는 지시
- Climb/Descend at Pilot's Discretion : 조종사가 원하는 상승/강하시기와 상승/강하율로 상승/강하하여도 된다는 관제사의 승인.
- Confirm : 내가 수신한 내용이 정확한가? 또는, 나의 메시지를 정확하게 수신했는가?
- Contact : 000과 무선 교신하라.
- Correct : 정확하다.
- Correction : 통신 내용에 잘못된 부분이 발생되어, 수정된 내용 직전에 사용하는 용어.
- Cross (Fix) at (Altitude) : 조종사는 (Fix)지점을 지정된 고도(Altitude)로 통과.
- Cross (Fix) at or Above/Below (Altitude) : 조종사는 (Fix)지점을 지정된 고도(Altitude)보다 높게/낮게 통과하는 것을 의미.
- Disregard : 송신하지 않은 것으로 간주한다.
- Enter (Left/Right) Base : 비행장주 Base Leg의 연장선상으로 진입을 승인.
- Exit Without Delay : 신속하게 활주로를 벗어나라는 관제사의 지시.
- Expedite : 긴박한 상황으로 위험을 방지하기 위하여 신속한 이행이 요구될 때 사용되는 경고.
- Fix : 지면에 대한 시각 참조 지점, 항법을

- 위한 지리학적 위치 지점.
- Go Ahead : 전할 말을 하라.
- Heading : 항공기의 정면 방향, 항공기 세로축의 방향.
- Hold : 항공기로 하여금 대기를 지시하고자 할 경우에 사용.
- Hold For Release : 출발을 위한 대기시키는 조종사에게 출발허가가 원활하지 않음을 통보하기 위하여 사용한다. 기상 및 교통량과 같은 교통운용상의 이유 등으로 항공기를 지연시키기 위한 것.
- Hold For Wake Turbulence : 앞선 대형 항공기와의 시간 및 거리조정을 위하여 이륙하려는 항공기를 대기시킬 때 사용.
- Hold Short Of : 지상 이동 중인 항공기에게 다음 지시가 있을 때 까지 지정된 장소 또는 활주로 근처에 대기하라는 지시.
- Holding Point : 지상이동중인 항공기에게 다음 지시가 있을 때까지 현재의 장소에 대기하라는 지시.
- I Say Again : 전달내용을 분명히 강조하기 위해, 내용을 반복하여 송신할 때 사용하는 용어.
- Intersection : 두 개의 활주로, 활주도와 유도도가 교차하거나 만나는 지점을 나타낼 때 사용하는 용어.
- Intersection Departure : 활주로 끝이 아닌 활주로 교차점에서 부터 이륙을 위한 출발.
- Low Approach : 항공기가 활주로에 접지하지 않고 복행을 포함한 시계접근 또는 계기접근으로 비행장 활주로를 따라 접근 비행하는 기동
- Make Short Approach : 단거리 최종접근을 하기 위하여 조종사에게 비행 장주를 변경하도록 통보하는데 사용.
- Mile : “마일”은 별도로 명시하지 않는 한 해상마일(Nautical mile : NM, 1.852 km)을 뜻하며, 기상에서 시정과 관련된 경우는 법정마일(statute mile : SM, 1.61 km)을 뜻한다.
- Missed Approach Procedure : 접근을 계속할 수 없을 때 수행하는 절차
- Monitor : 주파수를 청취하기 바란다.
- Negative : NO, 또는 허가불허, 또는 그것은 정확하지 않다
- Option Approach : Touch-And-Go, Missed Approach, Low Approach, Stop-And-Go 및 Full Stop Landing을 조종사 요구에 의하여 임의로 선택하여 실시할 수 있는 접근.
- Position And Hold : 조종사에게 이륙 활주로 상의 이륙 위치로 활주하여 대기 지시를 발부할 때 사용하는 용어, 이륙을 허가하는 것은 아님
- Radar Contact : 관제사가 해당 항공기의 위치를 확인함.
- Read Back : 내 메시지의 일부나 전부를

- 정확하게 반복해보세요.
- Report : 정보를 나에게 전해 달라.
 - Reporting Point : 항공기의 위치가 보고 될 수 있는 특정한 지리학적 위치
 - Request : -..을 알고 싶다, ...을 얻고 싶다.
 - Roger : 당신의 마지막 송신을 모두 받았다. 잘 알았다.
 - Say Again : 마지막으로 송신한 내용의 전부나 일부를 다시 송신하십시오.
 - Speak Slower : 천천히 말씀해주세요.
 - Standby : 잠시 기다려라 그러면 내가 부르겠다.
 - Stop And Go : 항공기가 착륙하여 활주로 상에서 완전히 정지한 후, 동일 지점에서 이륙하는 절차.
 - Taxi Holding Position : 지상활주하는 항공기와 차량이 활주로와 적절한 안전간격을 유지하기 위하여 대기하도록 지정된 장소
 - Taxing : 이·착륙을 제외한 항공기 자체 동력을 이용한 비행장표면에서의 항공기 이동
 - Touch-And-Go : 항공기가 착륙하여 활주로 상에서 정지하거나 벗어남이 없이 다시 이륙을 행하는 항공기의 기동.
 - Traffic No Factor : 관제사가 이전에 발부한 교통정보조언에 대하여 항공기가 더 이상 영향을 주지 않음을 나타낸다.
 - Traffic No Longer Observed : 관제사가 이미 발부한 교통정보조언에 관련 항공기가 더 이상 레이더 시현장치에 전시되지 않으나 여전히 장애요소로 존재함을 의미.
 - Verify : 정보에 대한 확인을 요구할 때 사용하는 용어.
 - Verify Specific Direction of Takeoff (or Turns After Takeoff) : 항공기의 이륙방향, 또는 이륙 후의 선회방향 등을 확인하기 위하여 사용하는 용어. 주로 관제탑이 운용되지 않는 비행장에서 사용
 - VFR Flight : 시계비행규칙에 따라 행해지는 비행
 - Wilco : 당신의 메시지를 알아들었으며 그대로 따르겠다. 잘 알았다 (will comply의 축약형)
 - Words Twice : 메시지의 단어나 문장을 두 번 보내 달라.
 - Traffic Pattern : 활주로에 착륙하거나 지상활주 또는 이륙하는 항공기에 대하여 규정한 교통장주로서 Upwind Leg, Crosswind Leg, Downwind Leg, Base Leg, Final Approach로 구성된다.
 - Upwind Leg : 착륙활주로의 착륙방향과 일치하고 평행인 비행로.
 - Crosswind Leg : Upwind Leg의 끝에서 착륙활주로의 착륙방향과 직각을 이루는 비행로.
 - Downwind Leg : 착륙활주로의 착륙방

향과 반대 방향으로서 평행인 비행로.

- Base Leg : 착륙활주로의 방향과 직각을 이루는 비행로로서 통상적으로 Downwind Leg 끝에서부터 활주로 중심선의 연장선과의 교차점까지를 일컫는다.
- Final Approach : 착륙활주로의 연장선을 따라 착륙방향과 일치하는 비행로로서 통상 Base leg 끝에서부터 활주로까지를 일컫는다.



[그림 6-7] 활주로 교통장주

(주) 일반적으로 선회하는 패턴은 왼쪽으로 이루어져 있는데 이것을 “left-hand pattern”이라고 하며, 두 개 이상의 활주로가 있는 경우에는 왼쪽과 오른쪽을 동시에 사용하기 위해 “right-hand pattern”도 사용한다.

6.7 조업업무

6.7.1 안전 경보(Safety Alert)

- 관제사는 해당 항공기 위치 및 고도가 지

표/장애물 또는 다른 항공기에게 위험하게 근접한 상태에 가까워진다고 판단될 때, 해당 항공기에게 안전경보를 발부한다.

- 조종사가 해당 상황을 인식하고 이를 피하기 위한 조치를 취하고 있음을 관제사에게 통보하였을 때, 관제사는 추가 경보를 중단할 수 있다.

(주) 경보발부 후, 조치가 필요한 경우, 어떤 조치를 취할 것인가를 결정하는 것은 조종사 소관 사항. (조종사 책임)

6.7.1.1 지상 장애물에 대한 경보

- 관제사는 항공기가 지상 장애물에 위험스럽게 근접해 있다고 판단될 경우
- 관제용어 : (항공기 호출부호) Low Altitude Alert, Check Your Altitude Immediately. The MEA / MVA / MOCA / MIA in your area is (고도),
 - MEA : Minimum en Route (IFR) Altitude
 - MVA : Minimum vectoring Altitude
 - MOCA : Minimum obstruction clearance Altitude
 - MIA : Minimum IFR Altitude

☞ ex) HL-C555, low Altitude alert, check your Altitude immediately. The MOCA in your area is 3000feet. (HL-C5550)

계 저고도 안전경보 합니다. 즉시 당신의 고도를 확인 하십시오. 당신 지역의 장애물회피고도(MOCA)는 3,000ft입니다.)

→ ex) HL-C555, roger

관할 구역 내에 있거나 운항하고 있는 지역의 섹터/시설과 협의된 경우, 그 항공기 회피를 돕기 위하여 레이더 유도 지시를 발부한다. 레이더 유도가 불가능한 경우, 조종사에게 통보한다.

6.7.1.2 Immediately

- 긴급한 회피 조치가 필요 할 때는 용어 “Immediately”를 통신문 말미에 사용
- 관제용어 : Traffic Alert (항공기 호출부호) (상대 항공기 위치),
 - Advice You Turn Left/Right(항공기 기수),
 - Climb/Descend (적절한 고도지시) Immediately.

☎ ex) Traffic alert, HL-C555 2 O'clock 5 miles. advise you turn left Heading 280, immediately.

6.7.2 교통 조언(Traffic Advisories)

- 분리가 확보된 계기비행 항공기 또는 조종사가 교통조언 생략을 요구하는 경우를 제외하고, 표준분리 최저치 미만으로 근접하게 되리라 판단될 경우, 관제사는 자신의 관할 지역의 관제 주파수에 있는 모든 항공기(IFR / VFR)에게 교통조언을 발부 한다.
- 조종사 요구 시, 레이더 유도 할 항공기가

6.7.2.1 레이더 식별된 항공기에게(조종사 인지)

- 12시간 시각 기준으로 항공기로부터의 방위
- 항공기가 급격히 기동하여 “12시간 시각 기준”에 의한 교통조언을 정확히 발부할 수 없을 경우, 항공기 위치로부터 8방위(N, NE, E, SE, S, SW, W, NW)의 방향을 발부하여야 하며, 조종사 요구 시(또는 인지 시)중단한다.
- 항공기로부터 마일단위의 거리
- 항공기의 진행방향 또는 항공기의 상대적인 움직임
- 항공기의 기종 및 고도 (인지한 경우)
- 관제용어 : Traffic, (숫자) O'Clock, 또는 필요시, (방향) (숫자) Miles,
 - (진행방향 동/서/남/북) Bound 그리고/ 또는 (관련 항공기 움직임),
 - 관제사가 인지한 경우, (항공기 기종 및 고도),
 - 또는 (상대적인 항공기 고도)ft Above/ Below You,
 - 고도를 알 수 없을 때, Altitude

Unknown,

☎ ex) HL-C555, Traffic, 12 O'clock, 12miles, opposite Direction, 1000feet below you. (12시 방향 12마일, 반대방향(정면 접근) 당신보다 1000ft 낮음)

➔ ex) HL-C555, Traffic in sight, thank you. (항적 보았습니다, 감사합니다)

☎ ex) HL-C555, Traffic, 10 O'clock, 8miles, eastbound, Altitude unknown. (10시방향 8마일, 항적 동쪽방향으로 비행, 고도 모름)

➔ ex) HL-C555, Traffic in sight, 10 O'clock, below me.

6.7.2.2 레이더 식별된 항공기에게(조종사 미확인)

○ 관제사가 조난한 항공기를 조종사가 육안으로 확인하지 못한 경우,

○ 항적이 더 이상 영향을 미치지 않음 (Traffic is no factor)

○ 항적이 더 이상 레이더에 전시되지 않음 (Traffic No Longer Observed)

☎ ex) HL-C555, Traffic, no factor. (항적이 더 이상 영향을 미치지 않음)

☎ ex) HL-C555, Traffic no longer observed. (항적이 더 이상 레이더에 전시되지 않음)

☎ ex) HL-C555, 12 O'clock traffic no longer observed. (12시 방향 항적이 더 이상

레이더에 전시되지 않음)

☎ ex) HL-C555, Clear of traffic. (항적이 더 이상 영향을 미치지 않음)

6.8 비행장에서의 관제

6.8.1 처음 호출 및 수신감도

○ 처음 호출 시에는 상대방을 먼저 부르고 자신의 호출부호를 말한다.

➔ 관제기관 명칭/항공기 호출부호/필요시 항공기 위치/조종사 의도 및 요청사항 순서로 말한다.

➔ 00 Ground, HL-C555, VFR to 목적지, Request Departure Information

○ 수신감도 표현은 Unreadable, Readable, Readable But With Difficulty, Perfectly Readable 등으로 표현하며,

(주) UNREADABLE(들을 수 없음), READABLE NOW AND THEN(들을 수 있으나 중간에 음절이 끊김), READABLE BUT WITH DIFFICULTY(들을 수 있으나 이해하기 어려움)

○ 수신감도를 숫자로 표현할 경우

- 수신강도(5 > 4 > 3 > 2 > 1)와
- 잡음강도(1 > 2 > 3 > 4 > 5)를 0 by 0로 5등급으로 표현한다.

Ex) Your Radio Loud & Clear. 또는 Your

Radio 5 By 5

Your Radio Loud & Garble. 또는 Your

Radio 5 By 1

6.8.2 Initial Contact Radio Check(예시)

➔ 00 Tower, HL-C555

Ⓞ HL-C555, 00 Tower, Go Ahead.

➔ HL-C555, Radio Check, How Do You Read?

Ⓞ HL-C555, Reading You Loud & Clear. How Do You Read?

➔ Reading You Loud & Clear, 00 Tower

6.8.3 Taxi / Departure

6.8.3.1 Taxi

- 지상점검 완료 후 조종사는 출항에 필요한 모든 정보를 제공 받을 수 있도록 지상 활주 인가를 요청하고, 관할 Ground Control은 해당 비행장의 비행정보와 Taxi에 관한 지시를 한다.

➔ 00 Ground HL-C555, At Main Ramp, Request Taxi Instruction For Departure.

Ⓞ HL-C555, 00 Ground, Taxi To Runway 15, Via C then P, Altimeter 2993.

➔ Taxi To Runway 15, Via C then P, Altimeter 2993, HL-C555

- 지상활주(Taxiing) 우선권 : 관제탑과 교

신한 순서에 의해 지상 활주를 원칙으로 한다.

- 활주로 진입은 관제탑의 인가를 얻은 후에만 할 수 있다.

- 활주로의 변경 : 정배풍 성분 5kts이상 또는 항공기 안전상 필요할 경우, 관제탑의 지시에 의하여 활주로를 변경할 수 있다.

6.8.3.2 Departure

(관제주파수 전환 Ground. → Tower.)

➔ 00 Tower HL-C555, Holding Short Of Runway 15, Request Straight out departure to South.

→ Runway 15 직진출항의 경우 : Straight out departure to South.

→ Runway 15 선회출항의 경우 : Right Downwind departure to North.

→ Runway 15 장주진입의 경우 : Left/Right Closed Traffic.

Ⓞ HL-C555 00 Tower, Straight out departure to South Approved, Wind(150) At (07), Cleared for Take-Off.

➔ Straight out departure Approved, Cleared for Take-Off, HL-C555

6.8.3.3 이륙 후 xx접근관제기관을 Contact하는 경우

➔ 00 Tower HL-C555, Request Frequency

Change (또는 Leaving Your Control Zone)
 Ⓞ HL-C555, Frequency Change Approved
 (또는 Contact xx Approach 126.7 for radar advisory)

➔ Frequency Change Approved, HL-C555
 (조종사는 00 Tower 주파수로 변경 → xx Approach 126.7)

➔ xx Approach, HL-C555

☞ HL-C555, Go Ahead.

➔ HL-C555, Airborne 이륙장소, Going to 목 적지/ 3500', VFR TO MUAN AIRPORT

☞ HL-C555, Radar contact, maintain VFR

○ 고도변경요청

➔ xx Approach, HL-C555, Request climb 7500, for passing 지리산

☞ HL-C555, climb 7500, Approved,

○ 관제권을 벗어난 경우

☞ HL-C555, you are out of my airspace. radar service terminated. Frequency change approved

➔ HL-C555, leaving your frequency.

6.8.4 Arrival

6.8.4.1 접근관제→비행장관제 (Fix 'S' 또는 'N' 도착 전)

➔ 000 Approach, HL-C555, Going to Sierra(또는 November), Decent 1500ft

➔ 000 Approach, HL-C555, Approaching

Sierra(또는 November), Request Frequency Change.

☞ Frequency Change Approved, HL-C555

6.8.4.2 Local

(Fix 'S' 또는 'N'에서 inbound, Over Fix 'C')

➔ 00 Tower, HL-C555, Over(또는 Approaching / Passing) 'Sierra'(또는 'November'), 1000ft, Request Landing Instructions

Ⓞ HL-C555, 00 Tower, Runway 15, Wind 150 at 07, Altimeter 2992, Report Left (Right) Downwind,

➔ Report Left (Right) Downwind, Runway 15, HL-C555

6.8.4.3 장주

➔ 00 Tower, HL-C555, On(Entering) Left(Right) Downwind, For Full Stop, (또는 For Touch & Go, Stop And Go, Low Approach)

Ⓞ Cleared to land (또는 For Touch & Go, Stop And Go, Low Approach), HL-C555

6.8.5 착륙 후

○ 항공기가 착륙 후 유도로에 진입하면

Ⓞ HL-C555, Contact 00 Ground

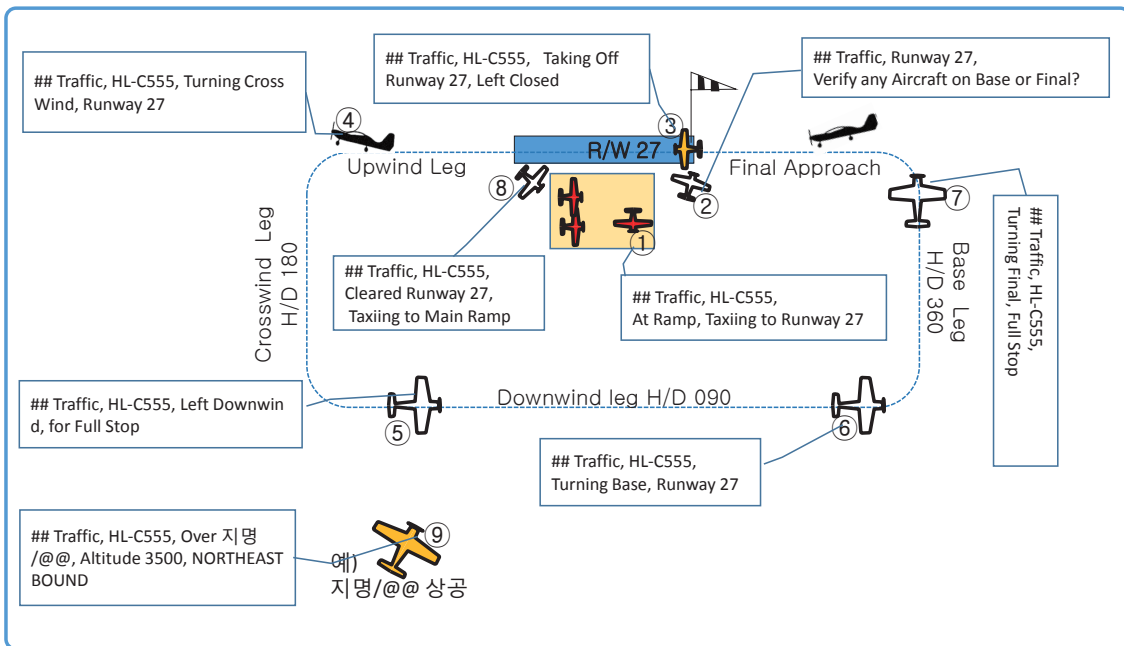
- ➔ Contact 00 Ground, HL-C555
- ➔ 00 Ground, HL-C555, Cleared Runway 15, Request taxi to Ramp
- Ⓞ HL-C555, Taxi To Ramp, Via 'A'
- ➔ Taxi To Ramp, Via 'A', HL-C555

6.9 Tower 비운영시 또는 Tower가 없는 이착륙장

- 항공기 교통정보 방송 및 운영절차 (Traffic Information Broadcasts by Aircraft(TIBA) and related operating procedures)

- 항공기 교통정보 방송(TIBA)은 관제구역 밖에서 항공교통업무기관이 제공한 충돌 위험정보를 보충할 필요가 있을 경우, 또는 정상적인 항공교통업무가 일시적으로 중단되었을 경우 적용된다.
- 방송시간 : 지정된 구역 또는 이착륙장을 진입하기 10분 전부터 해당 공역을 떠날 때까지 TIBA주파수를 계속 경청하여야 한다.
- 주파수 모니터 : 지정구역 또는 이착륙장에서 이륙하는 경량항공기는 이륙직후부터 해당 공역을 떠날 때까지 계속 경청하여야 한다.

(주) 항공관제기관과의 공지통신용으로 VHF가



[그림 6-8] Tower 비운영시 또는 Tower 없는 이착륙장에서의 항공기 교통정보 방송

사용되고, 항공기가 2대의 VHF 통신기를 탑재하고 있을 경우, 한 대는 해당 항공관제기관 주파수에 맞추고, 또 다른 한 대는 TIBA주파수에 맞추어야 한다.

○ 방송에 대한 응답 : 잠재적인 충돌위험이 느껴지지 않는 한 방송에 대한 응답을 하여서는 아니 된다.

○ 정상적인 위치보고절차 : 항공기 교통정보 방송(TIBA)을 시작하거나 또는 응답하기 위해 취한 조치에 관계없이, 항상 정상적인 위치보고절차를 계속하여야 한다.

(그림 6-8)

① 계류장 Station / Taxi 시작하기 전 / 이륙 활주로 Altimeter 확인 (그림 6-8)

→ ## Traffic, HL-C555, At Ramp, Taxiing to Runway 27

② 활주로 진입 전, Hold Line 전방 (그림 6-8)

→ ## Traffic, HL-C555, Runway 27, Verify any Aircraft on Base or Final?

③ 이륙 직전, 좌측 장주 쪽으로 비행할 것을 알림 (그림 6-8)

→ ## Traffic, HL-C555, Taking Off Runway 27, Left Closed Traffic

④ 이륙 상승 중, 장주비행 Cross Wind진입을 위한 선회 직전 알림 (그림 6-8)

→ ## Traffic, HL-C555, Turning Cross Wind,

Runway 27

⑤ Downwind 상에서 HL-C555의 위치 알림 (그림 6-8)

→ ## Traffic, HL-C555, Left Downwind, for Full Stop

⑥ Base 선회 직전 알림 (그림 6-8)

→ ## Traffic, HL-C555, Turning Base, Runway 27

⑦ Final 선회 직전 알림 (그림 6-8)

→ ## Traffic, HL-C555, Turning Final, Full Stop

⑧ Runway Clear 후 (그림 6-8)

→ ## Traffic, HL-C555, Cleared Runway 27, Taxiing to Main Ramp

⑨ 이착륙장 진입 또는 통과하는 경우 자신의 위치/고도/비행방향을 알림. (그림 6-8)

→ ## Traffic, HL-C555, Over 지명/@@, Altitude 3500, NORTHEAST BOUND

6.10 항법비행 통화

○ 000 Approach와 교신 후 비행추적업무를 제공받으며 비행할 수 있도록 관제기관과 교신

→ : 인천 Information, HL-C555

Ⓞ : HL-C555, 인천 Information, Go ahead.

→ : HL-C555, 17NM south of 해미 at 3,500'.
Request radar(or radar monitor) flight following to 합천.

Ⓞ : HL-C555, squawk Ident.

→ : Ident, HL-C555,

Ⓞ : HL-C555, radar contact your position
180 10NM from 해미

→ : That's correct, HL-C555,

Ⓞ : HL-C555, roger. Maintain VFR

→ : Maintain VFR, HL-C555

인천비행정보센터(FIS)

1. 호출부호 : 인천 information
2. 주파수 : 126.9 Mhz
3. 기능 : VFR 항공기 비행정보 획득 및 기상 악
화시 Radar Monitor 제공

7.1 조종사를 위한 비상지원 업무

7.1.1 트랜스폰더의 비상작동

조난(Urgency)이나 긴급(Distress)상태에 조우하였을 때, 조종사는 구두 또는 트랜스폰더 Mode 3/A에 Code 7700을 맞춤으로서 비상을 선포하고, 상세한 비상내용과 조종사의 결심을 통보한다. 통상 Code 7700은 레이더 포착 범위 내에서 지상의 경보장치를 자동으로 작동되고, 레이더 화면에 특이한 형태로 나타나게 해준다. ATC는 즉시 절차에 따라 비상조치를 가동하고 다른 모든 항적에 우선하여 비상항공기에 우선권을 부여할 것이다.

7.1.2 비상위치송신기(Emergency Locator Transmitter : ELT)

- ELT는 추락한 항공기의 위치를 발견하기 위하여 개발된 장비로서 모든 항공기에 장착하도록 되어있으나, 경량항공기의 필수 장비는 아니다.
- ELT는 내장된 건전지로 작동하며, 작동주파수는 121.5MHz, 243.0MHz 및 406MHz 중 하나로 작동된다.
- ELT는 수색 및 구조 항공기가 식별이 용이하도록 하향가청음(Downward Swept Audio Tone)이 발신된다.
- ELT는 충격에 의하여 작동하는 형식이 있고, 물에 잠기면 작동하는 형태가 있다. 한번 작동되면 48시간 지속적으로 신호를 방출한다.
- ELT의 오작동은 특수기동이나 거친 착륙(Hard Landing) 또는 지상에서 정비요원이 ELT 장비가 장착되어 있는 주변에서 다른 장비를 점검하거나, ELT를 이동할 때 취급 잘못으로 자주 발생한다.
- 조종사가 비행 중 121.5MHz 또는 243.0MHz ELT 신호(하향가청신호)를 청취하였다면, 해당 ATC기관에 다음의 사항을 통보하여야 한다. 가능하면 위치는 항법보조시설과 관련시켜 보고하도록 한다.
 - 최초로 신호를 들었을 때의 위치
 - 최종적으로 신호를 들었을 때의 위치
 - 대강도의 신호가 들렸던 위치
 - 비행고도 및 비상신호를 수신한 주파수(121.5MHz 또는 243.0MHz)

7.2 수색 및 구조

7.2.1 한국 내에서의 수색 및 구조

수색 및 구조는 ICAO Annex 12에 기술된 국제표준 및 권고방식을 따른다. 또한 수색구조 및 재난의 예방, 대비, 복구 등에 필요한 사항은 “재난 및 안전관리 기본법” 및 “수난구조법”에서 정하는 규정과 절차에 따라 수행된다.

7.2.2 구조조정본부(Rescue Coordination Center : RCC)

구조조정본부(RCC)는 SAR 업무를 조정하고 통제하기 위해 설치된 기관이다. 인천비행정보구역(Incheon FIR)내의 RCC 업무는 항공교통센터(ACC : Area Control Centre) 항공정보과에서 담당하고 있다.

7.2.3 비상 단계(Phase of Emergency)

항공기에 있어서 SAR이 요청되는 비상 단계는 다음과 같이 구분된다.

- 불확실한 단계(Uncertainty Phase) : 항공기와 탑승자의 안전이 불확실한 상황
- 경보 단계(Alert Phase) : 항공기와 탑승자의 안전이 염려되는 상황.
- 조난 단계(Distress Phase) : 항공기 및

탑승자가 중대하고 절박한 위험에 처해 있거나 긴급한 도움이 필요하다는 상당한 증거가 있는 상황.

7.2.4 비상 및 도착지연 항공기

- 항공교통센터(ACC : Area Control Centre)는 곤란에 처해 있거나, 도착지연 및 실종된 항공기에 대한 정보를 어떤 출처를 통해 접수하였을 때, SAR 시스템을 비상대기 시킨다.
- 레이더조연이 이루어지고 있는 상태에서 아무런 예고 없이 레이더 화면상에서 사라졌거나 통신이 두절되었다면 비상으로 간주할 것이다. 조종사는 관제기관으로부터 VFR 서비스를 지원받다가 이러한 상황이 발생되면 SAR가 시작될 것이라는 것을 염두에 두고 있어야 한다.
- 제출된 비행계획서는 도착지연 항공기를 판단하는데 시기나 효과적인 측면에서 가장 적절한 근거가 된다. SAR 기구에서 비행계획서의 정보는 수색계획을 수립하고, 수색활동을 하는데 대단히 중요하다.
- 매 비행 시 출항 전에(국지비행 또는 기타 비행) 목적지공항 및 직행(Direct)이 아닌 경우에는 경로를 출발지에서 누구에게라도 알려야 한다. 조종사가 어디로 비행하는지를 누구에게도 알리지 않고 생각 없이

이륙하기 때문에, 수색활동은 가끔 헛수고를 하게 되고 또 구조 활동은 때때로 지연된다. 조종사 자신의 안전을 위해서 비행계획을 제출해야한다.

- 통계자료에 의하면 “부상당한 생존자의 생존 가능성은 사고 발생 후 첫 24시간 동안에 약 80%가 결정된다. 한편 부상자의 생존 가능성은 첫 3일 이후 급격히 감소된다.”고 한다.

7.2.5 VFR 항공기 수색구조

- 확실한 안전을 보장받기 위해서는 관련기관에 VFR 또는 DVFR 비행계획서를 제출하여야 한다. 최대한으로 보호를 받기를 원한다면, 첫 착륙예정지점까지 비행계획서를 제출하고, 최종목적지 공항까지의 각 경로마다 다시 제출하는 것이다. 비행도중 여러 곳에 착륙하도록 계획되어 있으면서, 최종목적지 도착시간만을 기재한 장거리 비행계획서를 제출했을 경우에, 재난이 발생되면 다른 경로를 통하여 정확한 정보를 접수하지 않는 한 최종목적지 도착예정시간 후 30분이 지나서야 조종사를 찾기 시작할 가능성이 있다.
- 만일 계획된 목적지 이외의 다른 곳에 착륙하였다면 인근에 있는 관련기관에 착륙을 통보하고 원래의 행선지를 알려주어야 한다.
- 비행경로 도중에 착륙하여 30분 이상 지

체되었다면, 관련기관에 이 사실을 통보하여야 하며 원래의 행선지를 알려주어야 한다. 만일 최종목적지 도착예정시간으로부터 30분까지 통보가 없으면, 조종사를 찾기 위한 수색활동이 시작된다는 것을 염두에 두어야 한다.

- 최종목적지에 착륙 후, 관련기관에 즉시 비행계획을 종결시키는 것은 대단히 중요하다. VFR 또는 DVFR 비행계획서의 종결책임은 조종사에게 있다. 그것은 자동적으로 종결되지 않는다. 이러한 절차는 불필요한 수색활동을 위한 수고를 막을 수 있다.
- 육상이나 수상에서 구조활동의 신속도는, 조종사의 위치를 얼마나 빠르고 정확하게 파악하느냐에 달려있다. 비행계획대로 이행하였다면 구조는 신속히 이루어질 것이다.

7.3 조난 및 긴급 시 절차

7.3.1 비상 시 협조를 얻는 방법

조난(Distress) 및 긴급(Urgency) 상태에 처한 조종사는 도움을 받기 위하여 즉시 다음과 같은 조치를 취하여야 한다.

- 가능하면 보다 양호한 통신과 레이더 포착을 위해 고도를 상승한다. 그러나 관제공

역 내에서는 VMC를 유지할 수 없다면 사전 통보 없이 상승이나 강하해서는 안 된다.

- ATC 기관과 교신 후 조난 또는 긴급 상태임을 보고한다. 조난호출이나 조난메시지 송신은 반드시 항공기의 기장(PIC)이 하여야 한다. 조난호출은 서두에 “MAYDAY”를 3번 반복한다. 비상을 선포하면 ATC 기관이 상황을 인지하게 된다. 트랜스폰더는 특별한 지시가 없는 한 Squawk를 ATC가 지정한 Code에 맞추고 계속해서 작동시킨다(항상 “7700”에 맞출 필요는 없다).
- ATC 기관과 통신이 되지 않거나 비상상태임을 통보할 방법이 없다면, 트랜스폰더의 Squawk를 “7600”나 “7700”에 맞춘다.

7.3.2 주파수 사용(Frequencies to be Used)

최초 조난이나 긴급 상태의 호출은 현재 사용하고 있는 주파수로 한다. 그러나 조종사가 필요하다고 판단하면 비상주파수인 121.5MHz 또는 243.0MHz로 송신할 수 있다. 그 후에 ATC에서 지정한 주파수가 있다면 그것을 사용한다. 통신장애가 발생하면 통신소와 교신을 위하여 가용한 다른 주파수를 사용할 수 있다.

7.3.3 조난 또는 긴급호출(Distress and Urgency Call)

조난이나 긴급상태에 처해 있는 조종사는 다음과 같이 조난 또는 긴급호출을 한다.

- 조난의 경우 “MAYDAY”를 3번 반복하고, 긴급의 경우에는 “PAN-PAN”을 3번 호출한다. 항공기 호출부호를 3번 반복한다.
- 현재 사용하고 있는 주파수로 한다.

(주) 조난호출은 모든 통신에 절대적으로 우선한다. “MAYDAY”라는 용어는 사용하고 있는 주파수에서 무선통신을 중단하고 침묵을 유지하라는 명령이다. 이 호출은 어느 특정 통신소에 한하여 적용되는 것이 아니다.

(주) 긴급통신은 조난통신을 제외하고 모든 통신에 우선한다. “PAN-PAN”이라는 용어는 긴급통신 시에 다른 통신소가 간섭해서는 안 된다는 경고이다.

7.3.4 조난 또는 긴급 메시지

조난이나 긴급을 호출한 후에 조종사는 비상 내용의 내용과 조종사의 결심 등을 설명하기 위한 메시지를 가능하면 신속히 송신한다. 조난이나 긴급호출은 다음 순서에 의거하도록 한다.

- (1) MAYDAY/PAN-PAN.

(주) “EMERGENCY”라는 용어는 VHF나 UHF 주파수로 비상통보 시 사용한다.

- (2) 항공기 호출부호.
- (3) 현위치 및 침로(위치를 모르면 최근에 통

- 과한 지점을 기준으로 시간, 침로, 속도).
- (4) 고도, 그리고 분으로 환산한 연료잔량(체공시간).
 - (5) 항공기 기종.
 - (6) 조난 또는 긴급상태의 내용.
 - (7) 조종사의 결심.
 - (8) 탑승인원수.
 - (9) 기타 유용한 정보.

(주) 긴급상태란 곤란에 처한 항공기가 비행장과 같은 어떠한 적절한 곳까지 비행할 수 있는 상황을 의미하며, 반면에 조난상태란 적절한 비행장에 착륙할 수 없는 상황을 의미한다.

7.4 무선교신 후 절차

무선통신이 이루어진 후 조종사는 수신한 권고나 지시사항을 따라야 한다. 지시를 명확히 이해하지 못하였거나, 허가를 따를 수 없다면 질문하는데 주저하지 말아야 한다. 위치를 모르면 다음 조치를 취한다.

- (1) 장착되어 있다면 ELT와 같은 비상통신장비를 작동시킨다.
- (2) 지상 통신소에 방향탐지기(Direction Finding)가 있다면 조난호출 및 메시지송신에 이어서 송신단추를 10초 길이로 2번 누르고 호출부호를 송신한 후 “Over” 라

고 말하고 끝낸다. 조난이나 긴급통신을 방해할 수 있는 다른 무선통신소는 침묵을 지켜야 한다.

ex) All Stations stop transmission. We have an MAYDAY.

꼭 필요한 경우가 아니라면 다른 주파수나 다른 지상통신소를 변경하여서는 안 된다. 변경할 때에는 변경 전에 새로운 주파수나 다른 통신소를 현재 교신하고 있는 지상 무선 통신소에 통보하여야 한다. 만일 새로 배정받은 주파수나 통신소와 교신이 되지 않으면 바로 전에 사용했던 주파수나 무선통신소로 즉시 되돌아가야 한다.

7.5 육상불시착 또는 해상비상착수 시 사전조치

임박한 육상불시착 또는 해상비상착수 등의 조난상태에 있을 때, 수색 및 구조 기관에 도움이 되도록 다음의 추가적인 사전조치를 취하여야 한다.

- (1) 시간과 상황이 허락하면 조난 및 긴급상태 송신내용에 추가하여 아래 사항을 송신한다.
 - ELT 상태
 - 저명한 지형지물
 - 항공기의 색깔(표지)

- 탑승 인원수
 - 탑재 비상장구
 - SAR에 도움이 되는 모든 정보
- (2) 장착상태가 허용한다면 ELT를 작동시킨다.
- (3) 육상불시착 또는 해상비상착수 시에 화재의 위험이 없다고 판단되면, 무전통신기를 계속송신위치에 맞추어 놓는다.
- (4) 해상에 비상착수를 할 필요가 있을 때에는, 해상에 있는 선박 근처에 착수하도록 노력한다.
- (5) 수색항공기 또는 지상대원이 위치를 찾아내기가 어려울 것이라고 판단되는 곳이면, 추락 후 가능한 한 항공기에 있는 것이 가장 좋으며 수색항공기에게 신호할 방법을 강구하는 것이 좋다.

7.6 지상통신소 조치(Actions by Ground Station)

조난이나 긴급메시지를 접수한 지상통신소는 즉시 응답하고, 다음 항목을 포함한 메시지를 전달하며 필요하다면 해당 SAR 대원의 파견을 포함하여 협조절차를 밟는다.

- (1) 조난메시지를 전달한 항공기의 호출부호 - 3번 반복
- (2) 응답하는 통신소의 호출부호 - 3번 반복

- (3) Roger
- (4) MAYDAY
- (5) Out (통상 VHF나 UHF에서는 생략함)

7.7 다른 항공기 행동요령

○ 다른 항공기의 조난이나 긴급상태를 알게 된 조종사는 조난이나 긴급항공기의 송신을 경청하고 있다가 다음의 경우에는 통신소로 전달해 준다.

- (1) 조난상태에 있는 항공기가 스스로 조난신호를 송신하지 못하거나,
- (2) 또는, 조난항공기가 보낸 조난메시지를 지상통신소가 청취하지 못하고 있다고 간주될 때,
- (3) 또는, 추가로 조언을 해줄 사항이 있다고 판단한 경우.

○ 조난메시지를 전달할 때에는 다음의 순서로 호출한다.

- (1) MAYDAY RELAY - 3번
- (2) 긴급메시지를 전달하는 항공기의 호출부호 - 3번

○ 조난항공기가 다른 항공기의 통신에 의해 방해받고 있다면, 조난항공기 주변에 있는 다른 항공기는 필요하다고 판단되면, 방해하고 있는 항공기에게 침묵을 유지하라고 지시할 수 있다. 이와 같은 경우에는 자신의 항공기 호출부호 다음에 긴급신호

- 대신에 “DISTRESS”라는 용어를 사용한다.
- 조난당한 항공기를 알게 된 다른 항공기는 비록 구조 활동에 참여하는 것은 아니지만, 조난항공기를 감시하면서 추적하고 있다가 필요시 도움을 주어야 한다.
 - 조난당한 항공기의 진행을 감시하고 있는 항공기는 조난항공기가 사용하고 있는 동안에는 그 주파수로 송신을 하여서는 아니 된다.
 - 조난항공기를 따라서 추적한 항공기는 조난항공기가 비상처치를 잘하고 있으면 통상적인 조업업무만 수행한다. 어떤 경우에도 조난항공기를 방해하여서는 아니 된다.

7.8 무선통신고장 (Radio Communication Failure)

비행 중 항공교통관제기관과의 무선통신이 두절된 항공기의 조종사는 트랜스폰더를 장착한 경우에는 Squawk를 Mode 3/A에 Code 7600에 맞추고, 시계비행 상태를 유지하고 비행을 계속하여 가장 가까운 착륙가능 비행장/이착륙장에 착륙한 후 도착사실을 지체 없이 관계 항공교통관제기관에 통지하여야 한다.

8.1 항공정보 출판물

항공 정보 출판물은 “종합항공정보집(Integrated Aeronautical Information Package)”형태로 항공정보간행물 수정판(AIP amendment service)을 포함한 항공정보간행물(AIP), 항공정보간행물 보충판(AIP Supplements), 항공고시보(NOTAM), 비행 전 정보게시(PIB), 항공정보회람(AIC), 유효 항공고시보 대조표 및 목록(checklists and lists of valid NOTAM)으로 구성된 인쇄물 또는 전자적 매체 패키지 형태로 제공된다.

- 항공정보간행물(AIP: Aeronautical Information Publication) : 항공항행에 필수적이고 영구적인 성격의 항공정보를 수록한 간행물을 말한다. AIP는 일반사항(GEN), 항공로(ENR), 비행장(AD) 부분으로 구성하여야 한다.
- 항공정보간행물 보충판(AIP Supplement) : 3개월 이상의 장기간의 일시적인 변경 및 많은 분량의 본문 및/또는 그림을 포함하는 단기간의 정보사항에 대해서는 항공정보간행물 보충판으로 발간
- 항공정보 회람(AIC: Aeronautical

Information Circular) : 비행안전·항행·기술·행정·규정개정 등에 관한 내용으로서 항공고시보(NOTAM) 또는 항공정보간행물(AIP)에 의한 전파의 대상이 되지 않는 정보를 수록한 공고문을 말한다.

- 항공고시보(NOTAM) : 직접 비행에 관련 있는 항공정보의 발효기간이 일시적이며 단기간이거나 운영상 중요한 사항의 영구적인 변경 또는 장기간의 일시적인 변경사항이 짧은 시간 내에 고시가 이루어 질 때에는 신속히 항공고시보를 작성하여 발행한다.

8.2 항공정보시스템

8.2.1 항공정보시스템(국토교통부 항공정책실 제공)

국토교통부 항공정책실은 우편이나 항공고정통신망(AFTN)으로 제공하여 오던 항공정보(AIP, NOTAM)를 항공기 운전자 및 일반 국민도 실시간으로 확인할 수 있도록 홈페이지 형태의 전용시스템을 구축하여 제공하고 있다.

비행에 필요한 정보는 항공정보시스템

(Aeronautical Information Service System)을 통하여 얻을 수 있으며, 홈페이지 주소는 <http://ais.casa.go.kr>이다.

8.2.2 유비카이스(항공정보시스템, 서울지방항공청)

- 유비카이스(항공정보시스템)는 국제민간항공기구(ICAO)의 표준 및 권고사항인 부속서 15(Aeronautical Information Services)에서 규정한 항공정보를 인터넷을 통하여 실시간 제공하고자 구축한 시스템으로 홈페이지 주소는 <http://ubikais.fois.go.kr> 이다. 대한민국 비행정보구역(FIR)내 비행 관련 중요 숙지사항인 항공고시보(NOTAM), 공항의 주요 참고사항인 비행 전 정보게시(PIB), 기상상황, 공항교통정보, 비행계획서 접수 및 승인 등 항공기 운항 전반에 걸친 정보를 제공하고 있다.

8.2.3 공항정보방송시설(ATIS : Automatic Terminal Information Service)

공항의 각종 항공정보를 음성에 의하여 반복적으로 제공하는 항공정보통신시설. 또한, 전화로 정보를 제공하기도 한다. (인천 ATIS : 032-743-2676, 김포 ATIS : 02-2660-2676, 김해 ATIS : 051-974-2676, 제주 ATIS : 064-797-2676)

8.2.3.1 ATIS 포함 내용(Content)

공항/시설명, ATIS 음성문자코드(A~Z), 기상전문시간(UTC), 풍향·풍속, 시정·시정장애물, 현 기상 현상, 하늘 상태, 온도·이슬점, 고도계 수정치, 필요시 밀도고도조언(Density Altitude Advisory) 및 공식기상관측에 포함되는 기타 관련 참고자료 등으로 구성되어 있다. 풍향과 풍속, 고도계 수정치는 공인된 계기를 직접 판독한 자료이어야 한다. 온도와 이슬점은 가능할 경우 공인된 감지기를 직접 판독한 자료이어야 한다. 참고자료는 번개, 적란운 및 층적운을 포함한다.

(ex) Gimpo International Airport, Information Hotel, 0730 Zulu, Wind 320 At 12 Knots, Visibility 1000 Meters With Mist, RVR Runway 32 Right Touchdown 1700 Meters, Mid 2000 Meters, Roll out 1900 Meters, Cloud 2000 Feet Broken, 5000 Feet Overcast, Temperature 22 Centigrade, Dew Point 22, QNH 1016 Hectopascals 3002 Inches, Expect ILS DME Runway 32 Right Approach, Departure Runway 32 Left, Papa Taxiway Between Papa 1 And Papa 2 Closed Due To Construction, Flocks Of Birds Vicinity Airport, Use Caution When Landing And Take Off, Advice You Have Information Hotel

해설

* Gimpo International Airport : ATIS를 방송하는

공항명을 표시.

* *Information Hotel* : ATIS를 방송의 식별부호 H, (A~Z) 표시방법은 Alfa부터 차례로 Zulu까지 식별부호 표시.

* *Time 0730 UTC* : ATIS 방송시간을 UTC로 표시. (시간이 07시 30분 임을 표시)

* *Wind 320 At 12 Knots* : 풍향을 나타냄. (320° 방향으로 12knots 의 속도로 바람이 불고 있음을 표시)

* *Visibility 1 Thousand Meters With Mist* : 활주로의 수평시정을 표시하는 것으로 사람의 눈으로 볼 수 있는 거리를 표시. (열은 안개로 인하여 1,000m 까지 보임)

* *RVR Runway 32 Right Touchdown 1 Thousand 7 Hundred Meters, Mid 2 Thousand Meters, Roll out 1 Thousand 9 Hundred Meters* : 활주로 가시거리를 표시, 계기로 측정한 시계이며, 계기착륙 절차에 따른 시계를 나타냄. (32방향 활주로의 가시거리가 착륙 시 touchdown 지점에서 1,700m이며 활주로 중심에서 2,000m이고 활주중의 가시거리는 1,900m임을 표시)

* *Cloud 2 Thousand Feet Broken, 5 Thousand Feet Overcast* : 구름의 높이 및 양을 표시. (2,000ft에서 구름이 7~8단계 정도이고, 5,000ft에서는 구름이 상당히 많음을 표시)

* *Temperature 22 Centigrade* : 공항의 온도를 표시. (온도가 22°C)

* *Dew Point 22* : 활주로의 이슬점 온도를 표시.

(온도가 22°C)

* *QNH 1016 Hectopascals 3002 Inches* : 공항의 기압을 표시. (기압이 1016 헥토파스칼 임을 표시, Inches 단위를 사용하기도 함)

* *Expect ILS DME Runway 32 Right Approach* : 도착 활주로 진입방향이 32R 임을 표시. (ILS 계기착륙을 표시)

* *Departure Runway 32 Left* : 출발 활주로 방향 표시. (출발 활주로는 32L임을 표시)

* *Papa Taxiway Between Papa 1 And Papa 2 Closed Due To Construction* : 공항 유도로의 폐쇄정보를 알림. (P1과 P2 사이의 P 유도로가 공사로 인하여 폐쇄상태 표시)

* *Flocks Of Birds Vicinity Airport, Use Caution When Landing And Take Off* : 이/착륙시 새 떼가 있을지 모르니 조심하라는 경고 표시

* *Advice You Have Information Hotel* : 방송 식별기호를 재확인

8.3 항공정보간행물

(AIP : Aeronautical Information Publication)

항공정보간행물(AIP) : 항공항행에 필요한 영속적인 성격의 항공 정보를 수록하기 위하여 정부 당국이 발행하는 간행물

8.3.1 항공정보간행물 구성

항공정보시스템에 관련된 ICAO Annex 15에
서 제시한 AIP 항공정보간행물 구성은 총론
(General: GEN), 항로(En-Route: ENR) 그
리고 공항(Aerodrome: AD) 3부분으로 구성된
다.

- 총론(General: GEN)
 - GEN 0 머리말(Preface)
 - GEN 1 국내규정 및 기준(National regulations and requirements)
 - GEN 2 도표 및 부호(Tables And Codes)
 - GEN 3 업무(Services)
 - GEN 4 비행장, 헬기장 및 항공항행업무

사용료(Charges For Aerodromes /
Heliports And Air Navigation
Services)

- 항로 (En-Route: ENR)
 - ENR 0 항행(ENR)에 대한 목차(Table of contents)
 - ENR 1 일반 규칙 및 절차(General Rules And Procedures)
 - ENR 2 항공교통업무공역(Air Traffic Services Airspace)
 - ENR 3 ATS 항공로(ATS Routes)
 - ENR 3.5 기타항공로

** 관광비행로 : 이 비행로는 초경량비행장치 또는 경량항공기 비행이 많으므로 동 비행로 주변을 비행하는 항공기는 지정된 비행*

A I P Republic of Korea	ENR 3.5 - 1 1 MAY 2014
ENR 3.5 OTHER ROUTES	

1. 관광비행로

이 비행로는 초경량비행장치 또는 경량항공기 비행이 많으므로 동 비행로 주변을 비행하는 항공기는 지정된 비행 경로를 회피하거나 주의하여 비행하여야 한다.

1. TOURIST ROUTES

Aircraft which want to fly around 'tourist routes' have to beware of the published 'tourist routes', or avoid them. Because 'tourist routes' have a lot of traffic, Ultra light vehicle flight and light aircraft

Name 명칭	Flight routes coordinates 비행경로	Type of flight 비행방식	Remarks 비고
Danyang tourist route 단양 비행로	365623N 1281812E ↔ 365725N 1281958E ↔ 365847N 1282036E ↔ 365846N 1282219E ↔ 370018N 1282045E ↔ 370001N 1282312E ↔ 370148N 1282302E ↔ 370237N 1282450E ↔ 370337N 1282456E	VFR 시계비행	Fly at the right side of river 강을 중심으로 우측비행
Gumy tourist route 구미 비행로	360938N 1282306E ↔ 361135N 1282156E ↔ 361322N 1282140E ↔ 361456N 1282005E ↔ 361709N 1282021E		
Haman tourist route 함안 비행로	352008N 1282339E ↔ 352127N 1282302E ↔ 352140N 1282458E ↔ 352157N 1282543E ↔ 352313N 1282536E ↔ 352248N 1282822E ↔ 352347N 1283009E ↔ 352244N 1283321E		

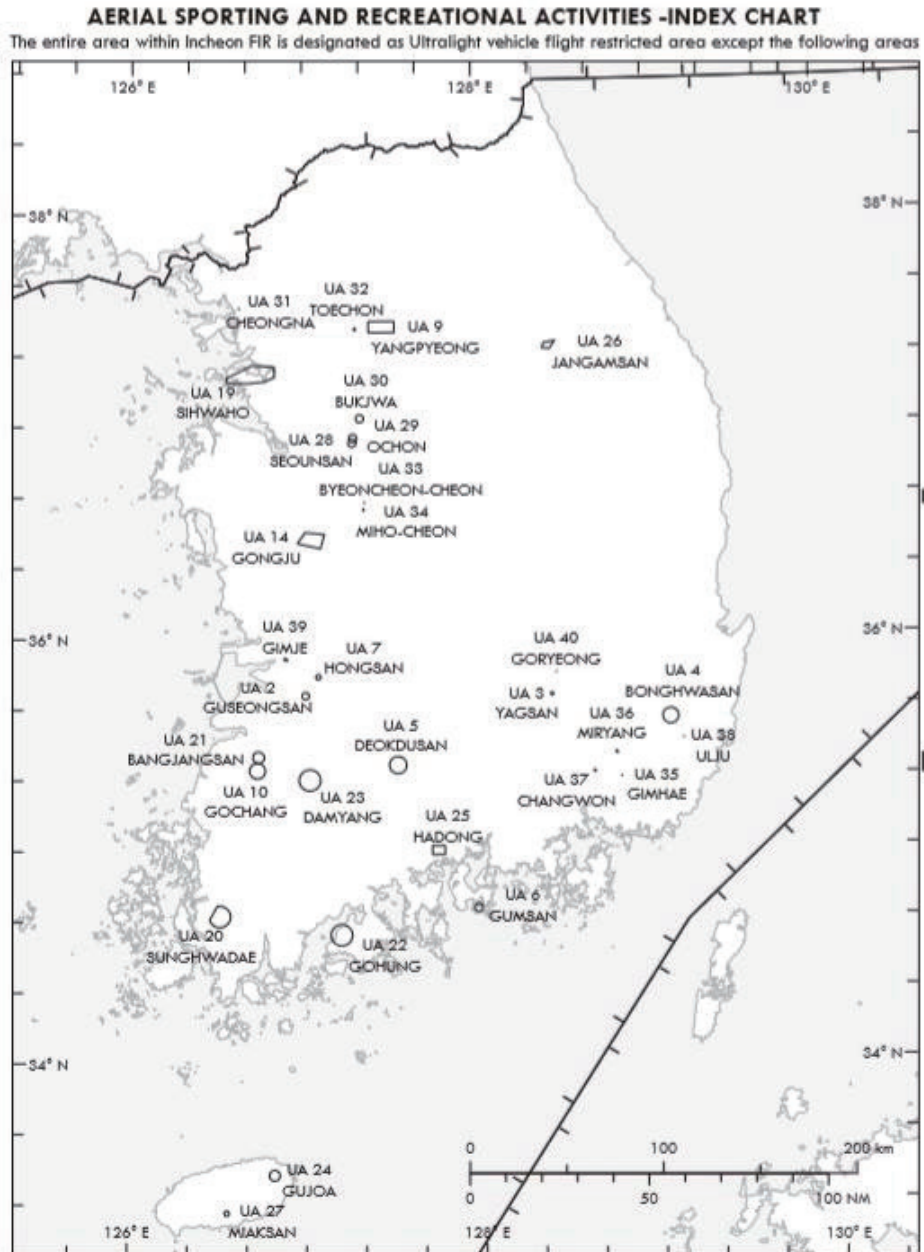
[그림 8-1] 경량항공기 관광비행로

경로를 회피하거나 주의하여 비행하여야 한다. 단양 비행로, 구미 비행로, 함안 비행로

- ENR 4 무선향행안전시설/시스템
- ENR 5 항행 경고 (Navigation Warnings)
- ENR 5.4 항공항행장애물 (Air navigation obstacles) : 항공항행에 영향을 주는 장애물로서 그 높이가 지상 100미터 이상인 장애물의 목록
- ENR 5.5 항공스포츠 및 레저 활동
- ENR 6 항공로 지도 (En-Route Charts)

[표 8-1] 초경량비행장치 비행공역 위치 및 범위

순번	공역	위치	수직범위	비고
1	UA 2	구성산	SFC-AGL500ft	행, 패러
2	UA 3	약산	SFC-AGL500ft	행, 패러
3	UA 4	봉화산	SFC-AGL500ft	행, 패러
4	UA 5	덕두산	SFC-AGL500ft	행, 패러
5	UA 6	금산	SFC-AGL500ft	행, 패러
6	UA 7	홍산	SFC-AGL500ft	행, 패러
7	UA 9	양평	SFC-AGL500ft	행, 패러
8	UA 10	고창	SFC-AGL500ft	
9	UA 14	공주	SFC-AGL500ft	
10	UA 19	시화호	SFC-AGL500ft	
11	UA 20	성화대	SFC-AGL500ft	이착륙장
12	UA 21	방장산	SFC-AGL500ft	이착륙장
13	UA 22	고흥	SFC-AGL500ft	행, 패러
14	UA 23	담양	SFC-AGL500ft	행, 패러
15	UA 24	구좌	SFC-AGL500ft	행, 패러
16	UA 25	하동	SFC-AGL500ft	행, 패러
17	UA 26	장암동	SFC-AGL500ft	행, 패러
18	UA 27	미악산	SFC-AGL500ft	행, 패러
19	UA 28	선산	SFC-AGL500ft	행, 패러
20	UA 29	옥천	SFC-AGL500ft	행, 패러
21	UA 30	북좌	SFC-AGL500ft	행, 패러
22	UA 31	*청나	SFC-AGL500ft	무인전용
23	UA 32	*퇴촌	SFC-AGL500ft	무인전용
24	UA 33	*병천	SFC-AGL500ft	무인전용
25	UA 34	*미호천	SFC-AGL500ft	무인전용
26	UA 35	*김해	SFC-AGL500ft	무인전용
27	UA 36	*밀양	SFC-AGL500ft	무인전용
28	UA 37	*창원	SFC-AGL500ft	무인전용
29	UA 37	*울주	SFC-AGL500ft	무인전용
30	UA 38	*김제	SFC-AGL500ft	무인전용
31	UA 40	*고령	SFC-AGL500ft	무인전용



[그림 8-2] 초경량비행장치 비행구역

- 비행장 (Aerodrome: AD)
 - AD 0 비행장(AD)에 대한 목차(Table of Contents)
 - AD 1 비행장/헬기장 - 소개
 - AD 1.5.2 경량항공기 이착륙장 인증상태
 - AD 2 비행장(AerodromeS)
 - AD 3 헬기장(Heliports)

(주) 우리나라는 ICAO Annex 15에서 제시한 AIP 항공정보간행물 구성을 충실히 따르고 있으나 공항(AD)부분에서 AD 3 HELIPTS 부분을 제외하고 있다.

8.4 항공고시보(NOTAM)

8.4.1 NOTAM에 대한 일반적 사항

- 항공고시보(NOTAM)의 정의 : 비행운항에 관련된 종사자들에게 반드시 적시에 인지하여야 하는 항공시설, 업무, 절차 또는 위험의 신설, 운영상태 또는 그 변경에 관한 정보를 수록하여 전기통신 수단에 의하여 배포되는 공고문을 말한다.
- 항공고시보(NOTAM)의 기간 : 항공고시보는 3개월 이상 유효해서는 안 된다. 만

A I P Republic of Korea		AD 1.5 - 28 SEP 201				
AD 1.6 STATUS OF AIRFIELD						
Airfield name	Coordinates	RWY			Management Agency	Telephone
		Dimension of RWY(m)	Direction	Surface of RWY		
Donghae Machinery & Aviation Airfield	363116N 1265610E	200 × 8	120/300	asphalt	Donghae Aviation School	+82-41-851-1500
Mujigae Sesang Airfield	373430N 1270848E	225 × 35	310/130	unpaved	MujigaeSesang (echorainbow)	+82-2-458-0803
Seung-jin Aviation Airfield	371322N 1273630E	240 × 16	26/08	asphalt	Seung-jin Aviation school	+82-10-2241-8248
Hapcheon Aviation School Airfield	353257N 1280704E	340 × 10	050/230	grass	Hapcheon-gun	+82-55-930-3383
Hwamyeong Light Sports Aircraft Airfield	351453N 1290028E	269 × 10	020/200	grass	Nakdong River Basin Environmental Office	+82-55-211-1785
Haman Light Aviation Aircraft Airfield	351954N 1282312E	250 × 10	090/270	grass	Haman-gun	+82-55-584-2133
Jangseong LSA Airfield	351643.1N 1264522.4E	340 × 10	040/220	grass	Hanyang Aviation co.LTD	+82-61-392-2676 +82-10-7168-5184
Changwon Light Aviation Aircraft Airfield	352365N 1283619E	275 × 10	140/320	grass	Changwon-si	+82-55-225-3165
GoheungMan Aircraft Airfield	343640N 1271221E	700 × 24	020/200	asphalt	Goheung-gun	+82-61-830-5428
Naju Light Aviation Aircraft Airfield	350132N 1264422E	275 × 10	170/350	unpaved	Korea unfortunate juvenile guidance association	+82-61-336-2675
Backun LSA Airfield	345912N 1265314E	340 × 10	030/210	grass	Backun Aviation co.LTD	+82-61-337-4140 +82-10-7155-2689
Damyang Airfield	352034N 1270148E	200 × 10	010/190	unpaved	Damyang Air	+82-61-381-6230
Yeongam Airfield	344157N 1263101E	850 × 20	330/150	asphalt	Shinhan Air co.LTD	+82-10-4866-4001

[그림 8-3] 국토교통부 인가받은 이착륙장 현황

일 공고되어지는 상황이 3개월을 초과할 것으로 예상되어진다면, 반드시 항공정보 간행물 보충판으로 발간되어야 한다.

8.4.2 항공고시보 발행기한(Time limit)

항공교통센터장은 이미 설정된 위험구역, 제한구역 또는 금지구역의 운영에 관한 사항과 일시적인 공역제한에 관한 사항은 긴급한 경우를 제외하고는 당해 공역 또는 공역을 운영 또는 제한하고자 하는 날로부터 최소한 7일 이전에 공고하여야 한다. 다만, 대규모 군사 훈련의 훈련을 위하여 일시적으로 공역을 제한하는 경우에는 최소한 3일(72시간) 전까지 공고하여야 한다.

항공교통센터장은 공고된 활동의 취소 또는 활동시간 또는 공역의 규모축소에 관한 사항은 가능한 한 24시간 전에 신속히 공고하여야 한다.

8.4.3 NOTAM 항목

8.4.3.1 항공고시보 일련번호

각 항공고시보에는 시리즈 표시 문자, 4자리 일련번호, 연도 표시 2자리 숫자를 부여하여 한다.(예, A0023/11)

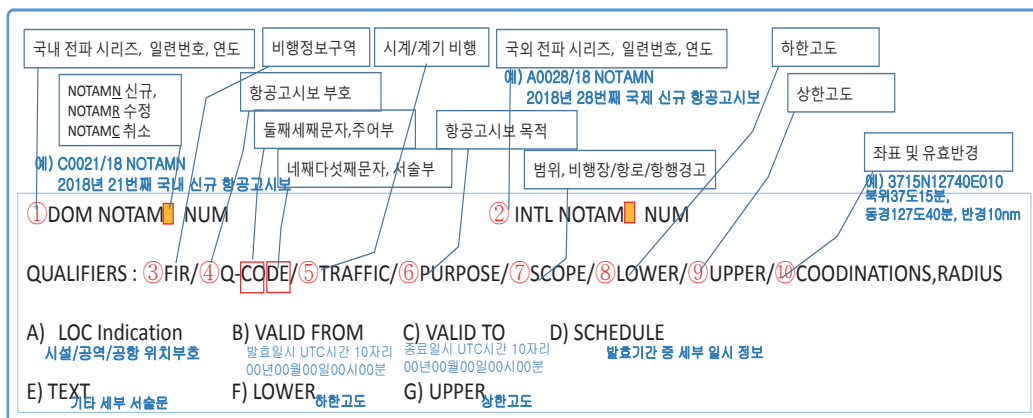
- DOM NOTAM NUM ① : 국내에 전파하는 C시리즈 항공고시보 번호
- INTL NOTAM NUM ② : 국외로 전파하는 A시리즈 항공고시보 번호
- NOTAMN (맨 뒷자리가 N(신규), R(수정노탐), C(취소노탐))

예) C0001/11 NOTAMN : 2011년도 첫 번째 국내 신규 항공고시보

예) A0023/11 NOTAMN : 2011년도 23번째 국제 신규 항공고시보

주) 각 항공고시보의 일련번호는 매년 1월1일 0000 UTC에 제1번부터 시작한다.

- A series : 중/장거리 비행에 관한 정보, 국제배포



[그림 8-4] NOTAM 형식 예

- C series : 국제민간항공에 사용되는 항공기를 제외한 정보, 국내배포
- D Series : 2012년부터 국내에서 C Series로 발행하는 항공고시보 중 공역 사항만 별도 분리 신설 운영, 국내배포
- G Series : 국내공항에 대한 “GPS 수신기 자동 무결성 감시” 오류 예측에 관한 정보, 국제배포
- H Series : 국내공항에 대한 “GPS 수신기 자동 무결성 감시” 오류 예측에 관한 정보, 국내배포
- S Series : 설빙고시보 양식에 의한 발행, 눈, 얼음, 진창 또는 결합하여 고여 있는 물로 인한 장애상태의 존재, 제거에 관한 항공고시보
- V Series : 화산재고시보 양식에 의한 발행, 화산활동, 화산분출 및 화산재 그룹의 변화에 관한 항공고시보
- Z Series : 위성항법시설(global navigation satellite system)에 관한 정보

8.4.3.2 QUALIFIERS : Q항목은 8개의 소항목으로 구성되고, 각 소항목을 사선으로 분리한다. 각 소항목에 입력할 사항이 없다면 사선 사이의 빈칸은 송신할 필요가 없다.

예) Q)RKRR/QRPCA/IV/BO/W/000/999/3731N12655E014

8.4.3.2.1 QUALIFIERS ③ : 비행정보구역(FIR)

- 해당 비행정보구역의 ICAO 위치부호를 기입하거나 만일 하나 이상의 비행정보구역이 해당된다면, 해당 국가의 ICAO 위치부호 처음 두 문자 다음에 XX”를 삽입하고, 통보대상인 항목 A)에 관련 비행정보구역의 ICAO 위치부호를 기재한다.
- 만일 한 국가가 여러 국가에 해당되는 비행정보구역에 관련된 항공고시보를 발행한다면, 발행하는 국가의 ICAO 위치부호 처음 두 문자 다음에 XX”를 삽입하고, 통보대상인 항목 A)에 관련 비행정보구역의 ICAO 위치부호를 기재하여야 한다.

예) Q)RKRR/ : 인천비행정보구역

8.4.3.2.2 QUALIFIERS ④ : Q-CODE(항공고시보 부호)

- Q코드는 총 5문자로 구성되며, 첫 번째 문자는 “Q”로 시작하여 이후 문자를 둘째 셋째는 주어부이고, 넷째 및 다섯째 문자는 서술부로서 주어부의 상태를 의미한다.
- 둘째 및 셋째 문자와 넷째 및 다섯째 문자의 조합은 항공정보업무지침(Doc 8126)의 항공고시보 부호 선택기준 및 국제민간항공기구 교범 국제민간항공기

구 약어 및 부호(ICAO Doc 8400, PANS-ABC)에 제시된 부호 또는 다음의 적절한 조합 중 하나를 기재한다.

- 주어부(둘째 및 셋째문자)가 항공고시보 부호 선택기준(Doc 8126) 또는 항공고시보 부호(Doc 8400)에 없다면, 둘째 및 셋째문자에 “XX”를 기재한다.(예 : QXXAK)
- 서술부(넷째 및 다섯째문자)가 항공고시보 부호 선택기준(Doc 8126) 또는 항공고시보 부호(Doc 8400)에 없다면, 넷째 및 다섯째 문자에 “XX”를 기재한다.(예 QFAXX)
- 운영상 중요한 정보를 포함하는 항공고시보가 AIRAC에 따라 발행되어지고 AIRAC AIP 수정판 또는 보충판의 발간을 알리기 위해 사용되어질 때, 항공고시보 부호의 넷째 및 다섯째 문자에 “TT”를 기재한다.
- 유효한 항공고시보의 대조표에 관한 항공고시보를 발행할 때에는 둘째, 셋째, 넷째 및 다섯째 문자에 “KKKK”를 기재한다.

8.4.3.2.3 QUALIFIERS ⑤ : 교통(Traffic) :

- I : IFR(계기비행)
- V : VFR(시계비행)
- K : 유효 항공고시보 대조표

예) Q)****/*****/IV/** : IFR(계기비행)과

VFR(시계비행) 해당

8.4.3.2.4 QUALIFIERS ⑥ : 목적(Purpose)

- N : 항공기 운영자의 즉각적인 주의를 위해 선정된 항공고시보
- B : 비행 전 정보 게시(PIB)를 위해 선정된 항공고시보
- O : 비행에 관한 항공고시보
- M : 기타 항공고시보
- K : 유효 항공고시보 대조표

예) Q)****/*****/*/BO/** : 비행 운영 및 비행 전 정보 게시(PIB)를 위해 선정된

8.4.3.2.5 QUALIFIERS ⑦ : 범위(Scope)

- A : 비행장
- E : 항공로
- W : 항행경고
- K : 유효 항공고시보 대조표

예) Q)****/*****/***/W/** : 항행경고 관련

8.4.3.2.6 QUALIFIERS ⑧ : 하한고도

(Lower limit)

- 하한고도는 항상 기재하여야 하며, 비행고도(FL)로만 표기하여야 한다. 항행경고 및 공역제한의 경우에는 기재된 값이 항목 F)에 기재된 값과 일치하여야 한다. 만일 특정 고도정보를 포함하지 않는다면, 기본값으로 하한고도에는 “000”를 기재한다.

예) Q)****/*****/**/**/000** : 하한고도
000 지표면의미

8.4.3.2.7 QUALIFIERS ⑨ : 상한고도(Upper Limit)

- 상한고도는 항상 기재하여야 하며, 비행고도(FL)로만 표기하여야 한다. 항행경고 및 공역제한의 경우에는 기재된 값이 항목 G)에 기재된 값과 일치하여야 한다. 만일 특정 고도정보를 포함하지 않는다면, 기본값으로 상한고도에는 “999”를 기재한다.

예) Q)****/*****/**/**/**/999** : 상한고도
999 무한대의미

8.4.3.2.8 QUALIFIERS ⑩ : 좌표 및 반경 (Coordinates, Radius)

- 위도 및 경도는 정확한 분(minute) 단위까지, 유효 반경은 nm 단위의 3자리로 기재한다.(예를 들면, 3800N12740E010). 좌표는 전체 유효지역을 둘러싸는 반경의 근사치 원의 중심점으로 기재하며 만일 항공고시보가 전체 비행정보구역/고고도비행정보구역 또는 하나 이상의 비행정보구역/고고도비행정보구역에 영향을 미친다면, 반경은 기본 값 “999”를 기재한다.

예) Q)****/*****/**/**/**/**/3731N1265
5E014 : 좌표중심 반경 14nm

8.4.3.3 항목A~G

8.4.3.3.1 항목 A : 시설, 공역 또는 보고되는 상황이 위치한 비행장 또는 비행정보구역의 ICAO Doc 7910(위치부호)에 포함되어 있는 위치부호를 기재하여야 한다. 해당되는 경우, 하나 이상의 비행정보구역/고고도비행정보구역을 표시할 수 있다. 이용 가능한 ICAO 위치부호가 없을 경우 ICAO Doc 7910, 제2부에 수록된 ICAO 국가문자 다음에 “XX”를 기재하고 항목 E)에 평문으로 해당 명칭을 기재한다.

예) A)RKRR : 비행장 또는 비행정보구역

8.4.3.3.2 항목 B : 년, 월, 일, 시간 및 분을 UTC로 표시한 10단위의 발효일시. 이 항목은 NOTAMN, NOTAMR 또는 NOTAMC가 효력을 발생하는 일시이다. NOTAMR이 새로운 정보를 공표하며 사전 항공고시보를 대체하는 경우 항목 B)가 새로운 정보를 교체하는 일시를 표기

예) B)1009202230 : 시간단위는 UTC 년, 월, 일, 시, 분의 10자리로 표시하고 이는 노탐의 효력이 발생하는 일시이다.

8.4.3.3.3 항목 C : 취소 항공고시보를 제외하고, 정보가 “PERM”이라는 약어를 사용해야만 하는 영구적인 것이 아니라면, 정보의 기간을 나타내는 일시그룹(년, 월, 일, 시 및 분을 나타내는 10자리의 그룹)을 반드시 기재하여야 한다. 만일 시간에 관한

정보가 불확실하다면, 약어 “EST”를 사용하여 대략적인 일시그룹을 기재하여야 한다. “EST”를 사용한 모든 항공고시보는 명시한 예상일시에 도래하기 전에 취소 또는 대체하여야 한다.

예) C)1009210055 : 월, 일, 시, 분의 의미는 같고 종료시간이다.

8.4.3.3.4 항목 D : 보고되는 위험요소, 시설의 운영상태 또는 상황이 항목 B)와 항목 C)에 명시된 일시 사이에서 특정 일시에만 발효되는 경우 항목 D)에 그러한 세부일시 정보를 기재하여야 한다. 만일 항목 D)에 200 문자를 초과하게 된다면, 그러한 세부일시 정보를 분리하여 연속되는 항공고시보로 제공하도록 하여야 한다.

예) D) 2230 TO 2250 AND 0010 TO 0055 : 원래 금지구역은 9월21일 아침 07:30L에 시작해서 21일(동일) 09:55L에 종료 하지만 실제 통제 세부일정은 07:30-07:50과 09:10-09:55L분 까지만 통제함.

8.4.3.3.5 항목 E : 필요한 ICAO 약어, 위치 부호, 식별부호, 지정어, 호출부호, 주파수, 숫자 및 평문으로 보완하여 서술된 항공고시보 부호를 사용하여야 한다. 항공고시보를 국제로도 배포하는 경우 평문으로 표현된 각 부분에 영문을 포함하여야 한다. 이 기재사항은 적절한 PIB 기재사항을

제공하기 위하여 명확하고 간결해야 한다. 취소 항공고시보의 경우에는, 정확하고 용이하게 확인할 수 있도록 참고사항 및 내용을 포함하여야 한다.

8.4.3.3.6 항목 F와 G : 이 항목은 일반적으로 항행경고 또는 공역제한 사항에 적용되며 PIB 기재사항의 일반적인 부분이다. 발효 또는 제한사항의 하한 및 상한 고도한계를 명확한 기준면 및 측정단위와 함께 기재하여야 한다.

예) F)SFC : Surface (지표면) = 하한고도

G)UNL) : Unlimited (무한대) = 상한고도

- 하한 및 상한 고도한계로 명확한 기준면과 측정단위가 사용된다.

- 하한 F 항의 경우 : SFC 지표면, 1000FT AMSL / AGL, FL150 등 사용

- 상한 G 항의 경우 : UNL 무한대, 5000FT AMSL / AGL, FL300 등 사용

8.4.4 Q-CODE 둘째와 셋째 문자

코드	의미
AGA : 등화시설 (L)	
LA	Approach lighting system (specify runway and type) 접근등화(활주로 및 형식)
LB	Aerodrome beacon 비행장 등대
LC	Runway centre line lights (specify runway) 활주로중심선등

제4부 항공교통 및 항법

LD	Landing direction indicator lights 착륙방향지시등
LE	Runway edge lights (specify runway) 활주로등(활주로)
LF	Sequenced flashing lights (specify runway) 연속섬광등(활주로)
LH	High intensity runway lights (specify runway) 고광도 활주로등(활주로)
LI	Runway end identifier lights (specify runway) 활주종단식별등(활주로)
LJ	Runway alignment indicator lights (specify runway) 활주정렬표시등(활주로)
LK	Category II components of approach lighting system (specify runway) 카테고리 II 접근등
LL	Low intensity runway lights (specify runway) 저광도 활주로등(활주로)
LM	Medium intensity runway lights (specify runway) 중광도 활주로등(활주로)
LP	Precision approach path indicator(specify runway) 진입각지시등
LR	All landing area lighting facilities 모든 착륙구역등화시설
LS	Stopway lights (specify runway) 정지등
LT	Threshold lights (specify runway) 시단등
LU	Helicopter approach path indicator 헬기장진입각지시등
LV	Visual approach slope indicator system (specify type and runway) 진입각지시등(VASIS)
LW	Heliport lighting 헬기장등
LX	Taxiway centre line lights (specify taxiway) 유도로중심선등(유도로)

LY	Taxiway edge lights (specify taxiway) 유도로등(유도로)
LZ	Runway touchdown zone lights (specify runway) 활주접지구역등
AGA : 이동지역(M)	
MA	Movement area 이동지역
MB	Bearing strength (specify part of landing area or movement area) 강도(착륙구역이나 이동지역)
MC	Clearway (specify runway) 개방구역(활주로)
MD	Declared distances (specify runway) 공시거리(활주로)
MG	Taxiway guidance system 지상활주유도장치
MH	Runway arresting gear (specify runway) 활주 제동장치(활주로)
MK	Parking area 주기구역
MM	Daylight markings (specify threshold, centre line, etc.) 주간표지(시단, 중심선 등 표기)
MN	Apron 계류장
MP	Aircraft stands (specify) 항공기 주기장
MR	Runway (specify runway) 활주로
MS	Stopway (specify runway) 정지로(활주로)
MT	Threshold (specify runway) 시단(활주로)
MU	Runway turning bay (specify runway) 활주 회전구역
MW	Strip (specify runway) 착륙대
MX	Taxiway(s) (specify) 유도로
AGA : 시설 및 업무(F)	

FA	Aerodrome 비행장
FB	Friction measuring device (specify type) 마찰계수측정장비(형태)
FC	Ceiling measurement equipment 운고측정장치
FD	Docking system (specify AGNIS, BOLDS, etc.) 접현시스템
FE	Oxygen (specify type) 산소
FF	Firefighting and rescue 소방 및 구조
FG	Ground movement control 지상이동통제
FH	Helicopter alighting area/platform 헬기정렬구역/플랫폼
FJ	Oils (specify type) 석유
FL	Landing direction indicator 착륙방향지시기
FM	Meteorological service (specify type) 기상업무
FO	Fog dispersal system 안개분산시스템
FP	Heliport 헬기장
FS	Snow removal equipment 제설장비
FT	Transmissometer (specify runway and, where applicable, designator(s) of transmissometer(s)) 시계측정장비
FU	Fuel availability 이용가능 연료
FW	Wind direction indicator 풍향지시기
FZ	Customs 세관
ATM : 공역구조(A)	

AA	Minimum altitude (specify en-route/crossing/ safe) 최저고도
AC	Control zone 관제권
AD	Air defence identification zone 방공식별구역
AE	Control area 관제구
AF	Flight information region 비행정보구역
AH	Upper control area 고고도관제구역
AL	Minimum usable flight level 최저사용비행고도
AN	Area navigation route 지역항법항공로
AO	Oceanic control area 대양관제구역
AP	Reporting point (specify name or coded designator) 보고지점
AR	ATS route ATS 항공로
AT	Terminal control area 접근관제구역
AU	Upper flight information region 고고도비행정보구역
AV	Upper advisory area 고고도조언구역
AX	Intersection 교차
AZ	Aerodrome traffic zone 비행장교통구역
ATM : 항공교통 및 VOLMET 업무(S)	
SA	Automatic terminal information service 공항정보방송시설
SB	ATS reporting office 항공교통업무취급소

제4부 항공교통 및 항법

SC	Area control centre 지역관제소(항공교통센터)
SE	Flight information service 비행정보업무
SF	Aerodrome flight information service 비행장비행정보업무
SL	Flow control centre 흐름관리센터
SO	Oceanic area control centre 대양 항공교통센터
SP	Approach control service 접근관제업무
SS	Flight service station 비행업무국
ST	Aerodrome control tower 비행장관제탑
SU	Upper area control centre 고고도관제센터
SV	VOLMET broadcast 비행중 항공기를 위한 기상정보 제공국
SY	Upper advisory service (specify) 고고도조언업무
ATM : 항공교통절차(P)	
PA	Standard instrument arrival (specify route designator) 표준계기도착절차(절차명칭 명기)
PB	Standard VFR arrival 표준 VFR도착절차
PC	Contingency procedures 우발절차
PD	Standard instrument departure (specify route designator) 표준계기출발절차(절차명칭 명기)
PE	Standard VFR departure 표준 VFR 출발절차
PF	Flow control procedure 교통흐름관리절차
PH	Holding procedure 체공절차

PI	Instrument approach procedure(specify type and runway) 계기접근절차(접근형식 및 활주로 명기)
PK	VFR approach procedure VFR 접근절차
PM	Aerodrome operating minima (specify procedure and amended minimum) 비행장 운항 최저치
PO	Obstacle clearance altitude (specify procedure) 장애물회피고도(절차 명기)
PP	Obstacle clearance height (specify procedure) 최저 장애물 회피고도(절차 명기)
PR	Radio failure procedure 통신두절절차
PT	Transition altitude 고도계전환고도
PU	Missed approach procedure (specify runway) 실패접근절차(활주로 명기)
PX	Minimum holding altitude (specify fix) 최저체공고도(픽스 명기)
PZ	ADIZ procedure 방공식별구역 절차
CNS : 통신 및 감시시설(C)	
CA	Air/ground facility (specify service and frequency) 공지시설(업무 및 주파수 명기)
CB	Automatic dependent surveillance – broadcast (details) 자동종속감시시설-방송
CC	Automatic dependent surveillance – contract (details) 자동종속감시시설-계약
CD	Controller-pilot data link communications (details) 관제사-조종사간 데이터통신시설
CE	En-route surveillance radar 항공감시레이더
CG	Ground controlled approach system 지상관제진입방식

CL	Selective calling system 선택호출장치	IY	Locator, middle (ILS) (specify runway) 중간 로케이터
CM	Surface movement radar 지상감시레이더	CNS : 위성항행시스템업무(G)	
CP	Precision approach radar (specify runway) 레이더시설(정밀접근레이더) (활주로 명기)	GA	GNSS airfield-specific operations (specify operation) 위성항법시설 비행장-특정운항
CR	Surveillance radar element of precision approach radar system(specify wavelength) 정밀접근레이더시스템의 감시레이더요소	GW	GNSS area-wide operations (specify operation) 위성항법시설 광대역 운항
CS	Secondary surveillance radar 레이더시설(2차 감시레이더)	CNS : 국지 및 항공로 항행시설(N)	
CT	Terminal area surveillance radar 국지감시레이더	NA	All radio navigation facilities (except...) 모든 무선항행시설
CNS : 계기(ILS) 및 극초단파 착륙시설(MLS)(I)		NB	Non-directional radio beacon 무지향표지시설
IC	Instrument landing system (specify runway) 계기착륙시설	NC	DECCA 데카항법(쌍곡선항법의 일환)
ID	DME associated with ILS ILS 관련 거리측정시설(DME)	ND	Distance measuring equipment 거리측정시설
IG	Glide path (ILS) (specify runway) 활공각제공시설(활주로 명기)	NF	Fan marker 팬마커
II	Inner marker (ILS) (specify runway) 내측마커(활주로 명기)	NL	Locator (specify identification) 로케이터(식별부호)
IL	Localizer (ILS) (specify runway) 로컬라이저(ILS) (활주로 명기)	NM	VOR/DME 전방향표지시설 및 거리측정시설
IM	Middle marker (ILS) (specify runway) 중간마커	NN	TACAN 전술항행표지시설
IN	Localizer (not associated with ILS) 로컬라이저(ILS 관련되지 않은)	NO	OMEGA 오메가항법
IO	Outer marker (ILS) (specify runway) 외측마커(ILS) (활주로 명기)	NT	VORTAC VOR과 TACAN 병설장비
IS	ILS Category I (specify runway) ILS 범주 I (활주로 명기)	NV	VOR 전방향표지시설
IT	ILS Category II (specify runway) ILS 범주 II (활주로 명기)	NX	Direction-finding station (specify type and frequency) 방향탐지국(형식 및 주파수 명기)
IU	ILS Category III (specify runway) ILS 범주 III (활주로 명기)	Navigation Warnings : 공역제한 (R)	
IW	Microwave landing system (specify runway) 계기착륙시설(마이크로파) (활주로 명기)	RA	Airspace reservation (specify) 공역유보
IX	Locator, outer (ILS) (specify runway) 외측 로케이터		

제4부 항공교통 및 항법

RD	Danger area (specify national prefix and number) 위험구역(국가접두사 및 번호)
RM	Military operating area 군훈련공역
RO	Overflying of... (specify) 통과비행
RP	Prohibited area (specify national prefix and number) 금지구역(국가접두사 및 번호)
RR	Restricted area (specify national prefix and number) 제한구역(국가접두사 및 번호)
RT	Temporary restricted area (specify area) 임시제한구역(구역 명기)
Navigation Warnings : 경고 (W)	
WA	Air display 에어쇼
WB	Aerobatics 곡예비행
WC	Captive balloon or kite 계류기구 또는 연
WD	Demolition of explosives 폭약폭발
WE	Exercises (specify) 훈련
WF	Air refuelling 공중급유
WG	Glider flying 글라이더 비행
WH	Blasting 발파
WJ	Banner/target towing 현수막/표적 계류
WL	Ascent of free balloon 자유기구 상승
WM	Missile, gun or rocket firing 미사일, 총포, 로켓발사
WP	parachute jumping exercise 낙하산강하훈련

WR	Radioactive materials or toxic chemicals (specify) 방사성물질 또는 독극물
WS	Burning or blowing gas 유연성의 가스
WT	Mass movement of aircraft 항공기의 대량이동
WV	Formation flight 편대비행
WW	Significant volcanic activity 중요 화산활동
WZ	Model flying 모형비행기 조종
기타(O)	
OA	Aeronautical information service 항공정보업무
OB	Obstacle (specify details) 장애물(상세하게)
OE	Aircraft entry requirements 항공기진입요구조건
OL	Obstacle lights on...(specify) ...장애등
OR	Rescue coordination centre 구조조정본부

8.4.5 Q-CODE 넷째와 다섯째 문자

코드	의미
유효성(A)	
AC	Withdrawn for maintenance 정비를 위한 철거
AD	Available for daylight operation 주간 운영에 이용가능
AF	Flight checked and found reliable 비행점검 및 신뢰성 확보

AG	Operating but ground checked only, awaiting flight check 비행점검을 기다리면서 지상점검만을 실시 후 운영함	CF	Operating frequency(ies) changed to 운영주파수를 ...로 변경됨
AH	Hours of service are now ... (specify) 업무시간은 지금부터	CG	Downgraded to ...로 강등된
AK	Resumed normal operation 운용재개	CH	Changed 변경된
AL	Operative (or reoperative) subject to previously published limitations/conditions 이전에 고시된 제한상태에 영향을 받는 운영 (또는 재운영)	CI	Identification or radio call sign changed to 식별부호 또는 무선호출부호가 ...로 변경됨
AM	Military operations only 군훈련용	CL	Realigned 조정된
AN	Available for night operation 야간운영에 이용가능	CM	Displaced 이설된
AO	Operational 운영	CN	Cancelled 취소된
AP	Available, prior permission required 사전허가 득한 후 이용	CO	Operating 운영하는
AR	Available on request 요청에 따라 이용	CP	Operating on reduced power 축소전력으로 운영하는
AS	Unserviceable 이용할 수 없는	CR	Temporarily replaced by ..로 일시적으로 교체된
AU	Not available (specify, reason if appropriate) 이용할 수 없는	CS	Installed 설치된
AW	Completely withdrawn 완전철거	CT	On test, do not use 시험중, 사용금지
AX	Previously promulgated shutdown has been cancelled 전에 고시된 일시폐쇄가 취소됨	위험요소(H)	
변경(C)		HA	Braking action is ... 제동상태 1) Poor 나쁜 2) Medium/Poor 중간/나쁜 3) Medium 중간 4) Medium/Good 중간/좋은 5) Good 좋은
CA	Activated 활성화	HB	Friction coefficient is...(specify friction measuring device used) 마찰계수
CC	Completed 완료된	HC	Covered by compacted snow to a depth of ...의 깊이로 굳은 눈으로 덮혀진
CD	Deactivated 비활성화된	HD	Covered by dry snow to a depth of ..의 깊이로 마른 눈으로 덮혀진
CE	Erected 건설된		

제4부 항공교통 및 항법

HE	Covered by water to a depth of ..의 깊이로 물로 덮혀진
HF	Totally free of snow and ice 눈과 얼음이 없음
HG	Grass cutting in progress 제초작업중
HH	Hazard due to (specify) ...로 인한 위험요소
HI	Covered by ice 얼음으로 덮힌
HJ	Launch planned... 발사계획
HK	Bird migration in progress (specify direction) 조류 이동중
HL	Snow clearance completed 제설작업 완료
HM	Marked by ...로 표시된
HN	Covered by wet snow or slush to a depth of ... 깊이로 젖은 눈 또는 녹기 시작한 눈으로 덮혀진
HO	Obscured by snow 눈으로 가려진
HP	Snow clearance in progress 제설작업 중
HQ	Operation cancelled...(specify balloon flight identification or project code name) ... 운영 취소된
HR	Standing water 고인 물
HS	Sanding in progress 모래가 날리는 중
HT	Approach according to signal area only 신호구역에 의한 경우에만 접근

HU	Launch in progress...(specify balloon flight identification or project code name, launch site, date/time of launch(es), estimated time passing 18 000 m (60 000\$), or reaching cruising level If at or below 18 000 m (60 000\$), together with estimated location, estimated date/ time of termination of the flight and planned location of ground contact, when applicable) 발사 준비 중
HV	Work completed 작업 완료
HW	Work in progress 작업 중
HX	Concentration of birds 조류집단
HY	Snow banks exist (specify height) 눈둑 존재
HZ	Covered by frozen ruts and ridges 언 홈과 이랑으로 덮힌

제한(L)	
LA	Operating on auxiliary power supply 보조동력장치 운영
LB	Reserved for aircraft based therein 항공기 아래 중간을 위해 유보된
LC	Closed 폐쇄
LD	Unsafe 위험한
LE	Operating without auxiliary power supply 보조동력장치 없이 운영
LF	Interference from ...간섭
LG	Operating without identification 식별없이 운영
LH	Unserviceable for aircraft heavier than ...보다 무거운 항공기는 업무제공 불가
LI	Closed to IFR operations 계기비행운항 폐쇄

LK	Operating as a fixed light 고정등으로 운영
LL	Usable for length of... and width of... ..길이와 폭에는 사용불가
LN	Closed to all night operations 모든 야간운항 폐쇄
LP	Prohibited to ...금지된
LR	Aircraft restricted to runways and taxiways 활주로와 유도로에 제한된 항공기
LS	Subject to interruption 간섭이 일어나기 쉬운
LT	Limited to ...로 제한된
LV	Closed to VFR operations 시계비행운항 폐쇄
LW	Will take place 일어날 것이다.
LX	Operating but caution advised due to ... 때문에 주의 조언에서 운영
기타(XX)	
XX	Plain language 평문

8.5 항공지도 및 기호

8.5.1 우리나라의 공항관련 지도 및 항로지도는 항공정보간행물(AIP)에 필요한 항공 정보를 수록하여 다음의 항공지도를 발간하고 있다.

- 비행장도(Aerodrome Chart) : 공항/비행장의 구조와 중요 지점에서의 주의 및 이행 사항, 방위 정보와 지상에서 이동할 경우에 적용되는 관제 절차 등에 대하여 제

시하고 있다.

- 항공기 주기/탑승교 항공도 (Aircraft Parking/Docking Chart) : 공항/비행장의 주기장 위치와 각 주기장이나 주기장으로 진입 시에 주의하여야 할 사항에 대하여 제시하고 있다.
- 항공기 지상이동 경로도 (Aircraft Ground Movement Chart) : 항공기의 원활한 지상 이동을 위하여 특정 활주로/주기장으로의 접근 경로나 속도 등에 대한 정보가 제공된다.
- 비행장 장애도 (Aerodrome Obstruction Chart) : 비행장 장애표면이 적용되는 구역 내의 주요한 장애물 등을 포함하여 작성된 항공도로서 지상의 장애물의 위치와 높이 등에 대한 정보가 제공된다.
- 터미널 구역도 (Terminal Area Chart, TMA) : 공항 인근 주요 지형지물에 대하여 기술하여 시계비행 조종사들에게 필요한 정보를 제공한다.
- 항공교통관제 감시 최저 고도 항공도 (ATC Surveillance Minimum Altitude Chart) : 관제레이더의 감시범위 제한에 따른 최저 고도를 나타낸다. 지형지물이나 기타 이유로 그 고도 이하로 내려갈 경우 위험하거나, 관제기관이 감시할 수 없게 된다.
- 시계 접근 절차도 (Visual approach procedure chart) : 계기비행(IFR) 항공

기가 계기접근절차의 일부분 또는 전부를 수행하지 않고 지형지물을 육안 참조하여 접근하고자 할 때의 절차와 기상 최저치 등을 규정하고 있다. 또한, 접근에 실패했을 때의 절차도 포함하고 있다.

- 기타 항공도(Other Charts) : 공항/비행장의 실정에 따라 지형지물에 의해 생기는 난기류를 표시한 항공도 또는 주변 조류 서식 환경 등에 대한 항공도 등이 있다.
- 항로지도(Enroute Chart) : 우리나라 항공정보간행물 ENR 6의 항로지도는 각 공

항별 접근관제소(Approach)의 주파수와 간단한 공항 정보도 함께 수록되어 있고, 비행 금지/비행 제한 구역 및 군 훈련 구역, 민간 훈련 구역, TMA 등에 대한 정보가 제공된다.

8.5.2 항공지도 기호(ICAO Chart Symbols)

- 항공도는 약속된 기호와 틀을 이용해 정보를 제공하고 있다. 각 기호(Symbol)에 대한 의미는 다음과 같다.

지세 (TOPOGRAPHY)		
1	Contours	
2	Approximate contours	
3	Relief shown by hachures	
4	Bluff, cliff or escarpment	
5	Lava flow	
6	Sand dunes	
7	Sand area	
8	Gravel	
9	Levee or esker	
10	Unusual land features appropriately labelled	
	Active volcano	
11	Mountain pass	
12	Highest elevation on chart	17456
13	Spot elevation	6975
14	Spot elevation (of doubtful accuracy)	6201
15	Coniferous trees	
16	Other trees	
17	Palms	
18	Areas not surveyed for contour information or relief data incomplete	

HYDROGRAPHY		
19	Shore line (reliable)	
20	Shore line (unreliable)	
21	Tidal flats	
22	Coral reefs and ledges	
23	Large river (perennial)	
24	Small river (perennial)	
25	Rivers and streams (non-perennial)	
26	Rivers and streams (unsurveyed)	
27	Rapids	
28	Falls	
29	Canal	
30	Abandoned canal Note: N Dry canal having landmark value.	
31	Lakes (perennial)	
32	Lakes (non-perennial)	
33	Salt lake	
34	Salt pans (evaporator)	
35	Swamp	
36	Rice field	
37	Spring, well or water hole	
	perennial	
	intermittent	
38	Reservoir	
39	Dry lake bed	
40	Wash	
41	Shoals	
42	Glaciers and ice caps	
43	Danger line (2 m or one fathom line)	
44	Charted isolated rock	
45	Rock awash	
46	Unusual water features appropriately labelled	

지형지물(CULTURE)

도심지역

47	City or large town	
48	Town	
49	Village	
50	Buildings	

고속도로 및 도로

57	Dual highway	
58	Primary road	
59	Secondary road	
60	Trail	
61	Road bridge	
62	Road tunnel	

기타

69	Pipeline	
70	Oil or gas field	
71	Tank farms	
72	Nuclear power station	
73	Coast guard station	
74	Lookout tower	
75	Mine	
76	Forest ranger station	
77	Race track or stadium	
78	Ruins	
79	Fort	
80	Church	
81	Mosque	
82	Pagoda	
83	Temple	

철도

51	Railroad (single track)	
52	Railroad (two or more tracks)	
53	Railroad (under construction)	
54	Railroad bridge	
55	Railroad tunnel	
56	Railroad station	

기타

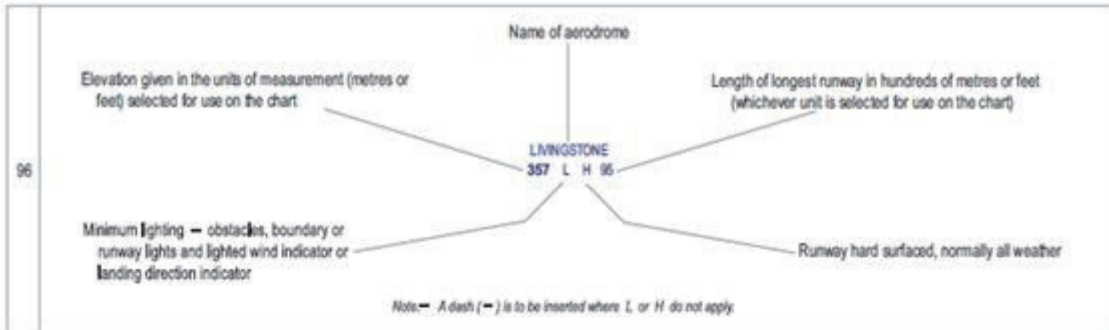
63	Boundaries (international)	
64	Outer boundaries	
65	Fence	
66	Telegraph or telephone line (when a landmark)	
67	Dam	
68	Ferry	

비행장

84	Civil	Land	
85	Civil	Water	
86	Military	Land	
87	Military	Water	
88	Joint civil and military	Land	
89	Joint civil and military	Water	
90	Emergency aerodrome or aerodrome with no facilities		
91	Abandoned or closed aerodrome		
92	Sheltered anchorage		
93	Aerodrome for use on charts on which aerodrome classification is not required e.g. Enroute Charts		
94	Heliport Note. N Aerodrome for the exclusive use of helicopters		

95 Note. N Where required by the function of the chart, the runway pattern of the aerodrome may be shown in lieu of the aerodrome symbol, for example:





AERODROME SYMBOLS FOR APPROACH CHARTS

97	Aerodromes affecting the traffic pattern on the aerodrome on which the procedure is based		98	The aerodrome on which the procedure is based	
----	---	--	----	---	--

RADIO NAVIGATION AIDS*

99	Basic radio navigation aid symbol Note - This symbol may be used with or without a box to enclose the data.		107	Collocated VOR and TACAN radio navigation aids	VORTAC								
100	Non-directional radio beacon	NDB		108	PLAN VIEW								
101	VHF omnidirectional radio range	VOR			Electronic								
102	Distance measuring equipment	DME			FRONT COURSE								
103	Collocated VOR and DME radio navigation aids	VOR/DME			BACK COURSE								
104	DME distance	Distance in kilometres (nautical miles) to DME			PROFILE								
105	VOR radial	Radial bearing from, and identification of, VOR		Electronic									
106	UHF tactical air navigation aid	TACAN		GLIDE PATH									
109	Radio marker beacon			Elliptical									
110	Compass rose	To be orientated on the chart in accordance with the alignment of the station (normally Magnetic North)		Bone Shape									
			<p>Compass rose to be used as appropriate in combination with the following symbols:</p>	<p>Note - Marker beacon may be shown by outline, or stipple, or both.</p>	<table border="1"> <tr> <td>VOR</td> <td></td> </tr> <tr> <td>VOR/DME</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TACAN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>VORTAC</td> <td></td> </tr> </table>	VOR		VOR/DME		TACAN		VORTAC	
VOR													
VOR/DME													
TACAN													
VORTAC													
			<p>Note - Additional points of compass may be added as required.</p>										

항공교통업무

111	Flight information region	FR		117	Air defence identification zone	ADIZ	
112	Aerodrome traffic zone	ATZ		118	Advisory route	ADR	
113	Control area Airway Controlled route	CTA AWY	Alternative 				
114	Uncontrolled route			119	Visual flight path	compulsory with radio communication requirement	
115	Advisory airspace	ADA				compulsory, without radio communication requirement	
116	Control zone	CTR				recommended	
120	Scale-break (on ATS route)		Alternative 				

		On request fly-by	Compulsory fly-by	On request flyover	Compulsory flyover
121	Reporting and fly-by/flyover functionality				
	Intersection INT				
	VORTAC				
	TACAN				
	VOR				
	VOR/DME				
	NDB				
	Waypoint WPT				

Note.—See 2.4.4 and 2.4.5

122	Change-over point To be superimposed on the appropriate route symbol at right angles to the route	COP		123	ATSMET reporting point	MRP	Compulsory		124	Final approach fix	FAF	
							On request					

공역등급

126	Airspace classifications		Aeronautical data in abbreviated form to be used in association with airspace classification symbols:							
		<table border="1"> <tr> <td>Type</td> <td>Name or call sign</td> <td>Radio frequency(ies)</td> <td>Airspace classification</td> <td>Vertical limits</td> </tr> <tr> <td>TMA</td> <td>DONLON</td> <td>119.1</td> <td>C 200m AGL - FL 245</td> <td></td> </tr> </table>		Type	Name or call sign	Radio frequency(ies)	Airspace classification	Vertical limits	TMA	DONLON
Type	Name or call sign	Radio frequency(ies)	Airspace classification	Vertical limits						
TMA	DONLON	119.1	C 200m AGL - FL 245							
127	Alternative									

공역 제한

128	Restricted airspace (prohibited, restricted or danger area)		Common boundary of two areas	
Note—The angle and density of rulings may be varied according to axis and the size, shape and orientation of the area.				
129	International boundary closed to passage of aircraft except through air corridor			

장애물

130	Obstacle		134	Exceptionally high obstacle (optional symbol)	
131	Lighted obstacle		135	Exceptionally high obstacle—lighted (optional symbol)	
132	Group obstacles		Note—For obstacles having a height of the order of 300 m (1 000 ft) above terrain.		
133	Lighted group obstacles		136	 Elevation of top (italics) 52 (15) Height above specified datum (upright type in parentheses)	

기타

137	Prominent transmission line		140	Wind turbine—unlighted and lighted	
138	Isogonic line or isogon		141	Wind turbines—minor group and group in major area, lighted	
139	Ocean station vessel (normal position)				

시각보조시설

142	Marine light		Note 1—Marine alternating lights are red and white unless otherwise indicated. Marine lights are white unless colours are stated.		
Note 2—Characteristics are to be indicated as follows:		Alt B F	Alternating Blue Fixed	Fl G Grp	Flashing Green Group
			Occ R SEC	Occluding Red Sector	sec (L) W
					Second Unwatched White
143	Aeronautical ground light		144	Lightship	

비행장도용 지도

145	Hard surface runway		154	Point light	
146	Pierced steel plank or steel mesh runway		155	Obstacle light	
147	Unpaved runway		156	Landing direction indicator (lighted)	
148	Stopway SWY		157	Landing direction indicator (unlighted)	
149	Taxiways and parking areas		158	Stop bar	
150	Helicopter alighting area on an aerodrome		159	Runway-holding position	Pattern A Pattern B
151	Aerodrome reference point ARP		Note—For application, see Annex 14, Volume I, 5.2.10.		
152	VOR check-point		160	Intermediate holding position	
			Note—For application, see Annex 14, Volume I, 5.2.11.		
153	Runway visual range (RVR) observation site		161	Hot spot	
			Note—Hot spot location to be circled		

비행장 장애물도 유형 A, B 및 C

	Plan	Profile		Plan	Profile	
162	Tree or shrub	✱	Identification number 	167	Terrain penetrating obstacle plane	
163	Pole, tower, spire, antenna, etc.	○		168	Escarpment	
164	Building or large structure	■		169	Stopway	SWY
165	Railroad	—+—+—+—		170	Cleanway	CWY
166	Transmission line or overhead cable	—T—T—T—				

공역 제한

PLAN VIEW		Electronic
171	Minimum sector altitude <i>Note—This symbol may be modified to reflect particular sector shapes.</i>	MSA
172	Terminal arrival altitude <i>Note—This symbol may be modified to reflect particular TAA shapes.</i>	TAA
173	Holding pattern	
174	Missed approach track	
PROFILE		
175	Runway	
176	Radio navigation aid <i>(type of aid and its use in the procedure to be annotated on top of the symbol)</i>	
177	Radio marker beacon <i>(type of beacon to be annotated on top of the symbol)</i>	
178	Collocated radio navigation aid and marker beacon <i>(type of aid to be annotated on top of the symbol)</i>	
179	DME fix <i>(distance from DME and the fix use in the procedure to be annotated on top of the symbol)</i>	
180	Collocated DME fix and marker beacon <i>(distance from DME and the type of beacon to be annotated on top of the symbol)</i>	

▶ 집필위원

신대원(한서대학교)

김도현(한서대학교)

김영철(한서대학교)

김웅이(한서대학교)

한경근(한서대학교)

▶ 연구 및 감수위원

강경환(대한민국항공회)

구성관(한서대학교)

김완호(경운대학교)

김정섭(한서대학교)

류재문(구미대학교)

류종현(초당대학교)

박원태(청주대학교)

박지수(스펙코어)

안영태(한국항공대학교)

양희곤(대한스포츠항공협회)

유희준(항공안전정책과)

이근영(한국교통대학교)

이기명(항공안전기술원)

이대우(부산대학교)

이동진(한서대학교)

임석훈(항공안전기술원)

조영식(LSA 항공)

홍덕곤(항공안전정책과)

▶ 기획 및 관리

국토교통부

김상도(항공안전정책관)

정의현(항공안전정책과장)

유희준(항공안전정책과)

강경범(항공안전정책과)

홍덕곤(항공안전정책과)

▶ 편집 및 디자인

뮤진트리

주소 | 서울시 마포구 토정로 135 (상수동) M빌딩

TEL | (02)2676-7117 FAX | (02)2676-5261

출판등록 | 2011년 4월 25일 제2015-000058호

ISBN 978-89-85682-42-8 95550

경량항공기 조종자 표준교재

발행일 | 초판 2019년 2월

발행처 | 국토교통부 항공안전정책과(세종특별자치시 도움6로 11)
