

# 항공업무용 무선설비의 체계적 관리를 위한 제도개선 연구

(최종보고서)

2020 . 12.

한국방송통신전파진흥원

이 보고서는 한국방송통신전파진흥원의 출연에 의한 재정지원으로 이루어졌으며, 한국방송통신전파진흥원의 의견과 다를 수 있습니다.

# 제 출 문

# 요 약 문

한국방송통신전파진흥원장 귀하

본 보고서를 항공업무용 무선설비의 체계적 관리를 위한 제도개선 연구에 관한 연구의 최종 연구 보고서로 제출합니다.

2020년 12월

위탁연구기관 : 조선대학교 산학협력단

위탁연구기관장 : 이 종 국

위탁연구책임자 : 오 순 수

참여 연구원 : 안 치 형  
김 동 우  
진 재 범  
이 승 민  
최 주 은

항공교통업무를 위해 사용하는 항공통신업무는 항공고정통신업무, 항공이동통신업무, 항공무선항행업무, 항공방송업무로 분류된다. 고정통신업무로 AFTN, AMHS, AIDC, 항공직통전화망, ATN 있고 이동통신업무로는 초단파대(VHF), 장파(HF), 데이터이동통신시설 등을 운용한다. 항행업무시 사용하는 통신 시설로 ADF, NDB, VOR 등 있으며 항행 방향지시에 도움을 준다.

항공 무선국은 항공기국과 항공국으로 구분하며, 항공기국은 항공기에 개설하여 항공이동업무를 하는 무선국, 항공국은 항공기국과 통신을 하기 위하여 육상에 개설하고 이동하지 아니하는 무선국을 의미한다. 지방항공청, 인천국제공항공사 등은 항공기 이·착륙·접근 관제, 공항 내부 이동체 식별 등을 위해 총 243국의 레이다를 운용하고 있다. 항행무선표지, 1·2차 감시레이다 등은 ICAO 권고에 따라 적합하게 운용하고 있으며, 공항지상감시레이다는 국토부 고시 「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」에는 이용 대역(Ku, K, KA, 필요시 X)을 규정하고 있다.

국내 항공산업은 1970년대 후반부터 항공기 정비사업에서 제조사업으로 들어섰다. 이후 1997년 기존 항공기 제작3사(삼성항공, 대우중공업, 현대우주항공)가 통합된 한국항공우주산업주식회사(KAI)가 출범하게 되었다. KAI 중심의 국내 항공산업은 군수 완제기 분야에서는 초음속 훈련기, 헬기 등 군수 개발경험 보유하고 있지만, 핵심부품은 아직 해외에 의존하고 있다. 민수사업에서는 초기에 생산납품 위주로 진행되었으나 현재는 RSP(Risk Share Partner) 방식으로 해외업체들과 개발 단계부터 함께 참여하는 수준까지 성장하였다. 현재 다양한 항공기 성능개량 사업과 개발 사업을 참여하면서 항공산업의 역량을 확대해 나가고 있다.

항공업무용 무선설비는 전파법에 따라 전자파적합성과 무선분야의 적합 인증을 받는다. 그 세부 시험방법은 KN DO-160과 『무선 설비 적합성 평가 시험방법 (KS X 3123:2019)』의 부속서 B(규정)를 따른다. 항공국과 항공기국의 무선설비는 전파법에 따라 검사를 받으며, 검사규정은 국립전파연구원의 (a) 『항공업무용

무선설비의 기술기준』과 중앙전파관리소 고시(전파관리과)의 『무선국 및 전파방송설비의 검사업무 처리기준』에 따른다. 이때 여객기나 헬기 등의 의무항공기국은 1년 또는 2년의 정기검사를 받으며, 항공기국은 5년의 검사주기를 갖는다.

항공업무용 무선설비의 관련 기준은 항공법과 전파법에 분포되어있는 상황이다. 국토부에서는 감항인증이라는것을 시행하고 있으며, 항공안전법 제27조제1항에 따라 국토교통부장관이 정하여 고시한 기술표준품 표준서를 따른다. 그러나 국내상황 등에 따라 일부는 누락되어 있어서 차후 관련 제품의 도입과 개발에 대비하여 보완이 필요하다.

미국의 항공전자장비의 품질인증에 관계되는 감항당국은 FAA가 해당 당국이나 무선과 관계하여서는 FCC가 있다. FCC는 전파기술을 이용하여 전파를 송.수신하는 장비에 대한 면허를 관장하는 부서로서 항공전자 부품 중 통신과 항법 장비의 인증에 적용된다. 항공업무용 무선설비의 기술기준은 연방규정집(CFR) Title 47 Chapter I Subchapter D Part 87(Aviation service)에서 규정하고 있다. 일본의 항공업무용 무선설비 규정은 검토하는 국내의 경우와 유사하게 전파법을 바탕으로 한 무선설비규칙과 항공법을 바탕으로 한 항공법 시행규칙으로 이분화 되어 규정하고 있다.

국제 민간 항공 기구(International Civil Aviation Organization, ICAO)는 유엔(UN) 산하의 전문기구로 국제 민간 항공에 관한 원칙과 기술을 개발하고, 제정해 항공분야 발달을 목적으로 한다. ICAO는 민간항공에 이용하는 모든 주파수에 대하여 국제민간항공협약의 부속서 제10권 항공통신(Aeronautical Telecommunications)과 제5권(Aeronautical Radio Frequency Utilization)에 규정하고 있다. RTCA(Radio Technical Commission for Aeronautics)는 항공 규격을 생성하는 비영리 단체이며, 항공기와 항공기 전자 시스템과 관련된 기술과 과학을 발전시켜 공익을 증진시키기 목적을 기반으로 한다. RTCA는 보통 미국 연방 항공국, 업체 연구 자료, 모의, 비행시험, 평가 자료 등을 모아서 MOPs(Minimum Operational Performance Standards)를 작성한다.

무지향표지시설(NDB)은 항공기에 방향과 식별에 대한 정보를 제공하는 기초적인 지상항법장치이다. 이 NDB의 기술 기준은 ICAO 부속서 10에 제 1권 Radio Navigation

Aids에 정의(Definition), 통달범위(Coverage), 방사전력의 제한(Limitations in radiated power), 무선 주파수(Radio frequencies), 식별(Identification), 송출특성(Characteristics of emissions), 로케이터의 위치(Sitting of locators), 감시(Monitoring)로 구분하여 수록되어 있다.

ADF 관련하여 RTCA MOPs DO-179에 자세하게 기재되어 있다. DO-179의 목차를 살펴보면, 1장과 2장만이 전파품질과 관계가 있으며, 시스템 관련 전파 품질 항목을 분석하기 위하여 ICAO 부속서와 RTCA MOPs 표준을 분석하였다. ICAO 부속서 10의 Volume 1에 ADF의 성능에 대하여 기재되어 있다. 부속서에는 무지향표지시설(NDB)로부터 전파신호와 90도 방향에서 도래하는 불필요한 신호의 존재에도  $\pm 5$ 도 초과의 에러를 가지면 안된다고 규정하고 있다. 여기서 ADF 반송파는 1,020 Hz 또는 400 Hz 이다. 시스템 performance은 6dB signal-plus-noise to noise ratio에 대하여 70uV/m를 갖도록 규정하고 있다.

항공업무용 기술기준(국립전파연구원 고시)상에 제12조 2차감시레이더, 제13조 거리측정시설, 제14조 VHF 해상이동업무대역을 이용하는 무선설비, 제16조 계기착륙시설, 제17조 전방향표지시설, 제18조 기상레이더, 제19조 항공기용 전파고도계, 제20조 위성항행시스템, 제21조 공항정보자동제공시설에 관한 국내 기술기준과 국제표준(ICAO 부속서, RTCA MOPs)을 비교하여 도표화 하였다. 대부분 국제표준과 연결되어 정리되어 있지만 몇몇 내용은 국제표준에서 찾을 수 없거나 부족한 내용이 발견되었으며 이에 따른 개선방안이 제시된다.

항공기 무선설비에 대한 무선국 검사 업무를 참관하여 검사절차 및 검사 진행 견학을 기반으로 무선설비별 자동화 버튼 프로그램 개발 및 항공기 무선설비 검사업무에 대한 개선안을 도출하였다. 항공기 내부의 무선설비 검사업무를 참관한 후 무선국 검사 업무 개선을 위한 항공기국 허가정보를 계측기와 연동하여 성능측정 효율성을 높이고 무선설비 시험검사 운영방안 개선에 대하여 제안을 하였다. 또한 국내 전파법과 항공법으로 나누어진 항공용 무선설비 인증제도에 대한 비교를 통하여 현재 국제표준과 연계되어 있지 않은 기술기준에 대한 분석 및 개선과 국내 기술기준의 통일화 및 상호대체 제도를 제안하였다.

## 제목 목차

<b>제 1 장 서론</b> .....	<b>1</b>
제 1 절 연구의 목적 및 방법 .....	1
가. 연구의 최종목표 .....	1
나. 연구의 내용 및 범위 .....	1
다. 연구의 추진체계 .....	2
라. 추진전략 및 방법 .....	2
마. 관련기관의 역할분담 및 협조방안 .....	2
제 2 절 연구의 기대효과 및 추진 실적 .....	3
가. 기술(정책)적 기대효과 .....	3
나. 산업·경제적 기대효과 .....	3
다. 활용 계획 .....	3
<b>제 2 장 항공업무용 무선설비에 대한 이용현황 및 관리제도 조사</b> .....	<b>6</b>
제 1 절 항공시스템 및 항공기 무선설비의 기능, 이용현황 조사 .....	6
가. 항공고정통신업무 .....	6
나. 항공이동통신업무 .....	8
다. 항공무선항행업무 .....	15
라. 항공업무용 무선설비 현황 .....	22
제 2 절 국내 항공 무선국 설치 및 운용(이용) 현황 .....	28
가. 항공 무선국 및 무선국 정의 .....	28
나. 항공 무선국 현황 및 허가 제원 .....	28
다. 항공 무선 통신 시스템 .....	29
라. 항공사별 항공기 탑재 통신 장비 현황 .....	31
마. 공항 무선통신용 레이더 현황 .....	31
바. 공항별 항공사 통신장비 현황 .....	33
사. 공항별 통신장비 현황 .....	35
제 3 절 국내 항공 관련 산업계의 개발 현황 .....	52
가. 4차 산업혁명에 따른 항공산업의 변화 .....	52

나. 시대별 국내 항공 개발 산업 동향 .....	53
다. 국내 항공산업 경쟁력 분석 .....	59
라. 한국우주항공산업 (Korea Aerospace Industries) 개발 현황 .....	60
제 4 절 국내 무선설비 적합성평가 및 무선국 검사 관련 제도 조사 .....	68
가. 국내 무선설비 적합성평가 관련 제도 조사 .....	68
나. 국내 무선국 검사 관련 제도 조사 .....	73
다. 항공업무용 무선설비의 인증기준 및 체계 .....	79
제 5 절 미국 등 해외 주요국의 무선설비 관리제도/현황 조사 .....	82
가. 미국의 무선설비 검사제도 .....	82
나. 무선설비 관리 기구 .....	86
다. 일본 및 유럽 무선설비 관리 .....	88
<b>제 3 장 항공업무용 무선설비 관련 국제 표준 분석</b> .....	<b>90</b>
제 1 절 항공분야의 국제 표준화 기구/절차/제도 동향 조사 .....	90
가. 국제 민간 항공 기구 .....	90
나. RTCA .....	95
다. FCC .....	98
제 2 절 무선설비(NDB)관련 전파 품질 항목 분석 .....	99
가. ICAO 국제조약 부속서 종류 및 내용 .....	99
나. ICAO 부속서 10 (Annex 10)의 구성 .....	100
다. Vol. I 에 포함된 항행안전무선시설의 기술 규격 .....	100
라. 무지향표지시설의 규격 분석 .....	100
제 3 절 무선설비 (ADF) 관련 전파 품질 항목 분석 .....	111
가. ICAO 국제민간항공협약서의 부속서 (Annex 10)의 주요내용 .....	111
나. RTCA의 DO-179의 주요 내용 .....	113
제 4 절 적용 항목 관련 국내 기술기준 대비표 작성 .....	121
가. 제12조 2차 감시레이더 .....	121
나. 제13조 거리측정시설 .....	128
다. 제14조 VHF 해상이동업무대역을 이용하는 무선설비 .....	131
라. 제16조 계기착륙시설 .....	132

마. 제17조 전방향표지시설 .....	161
바. 제18조 기상레이더 .....	167
사. 제19조 항공기용 전파고도계 .....	171
아. 제20조 위성항행시스템 .....	174
자. 제21조 공항정보자동제공시설 .....	180
<b>제 4 장 항공업무용 무선설비 관련 제도 개선방안 마련 .....</b>	<b>182</b>
제 1 절 항공업무용 무선설비 기술기준 개선방안 .....	182
제 2 절 무선국 검사업무 관련 개선방안 .....	184
제 3 절 무선설비 적합성평가업무 관련 개선방안 .....	188
제 4 절 관리제도 기술기준 개선안 및 국토부 규정과 비교분석 .....	192
<b>제 5 장 결론 .....</b>	<b>196</b>
<b>참 고 문 헌 .....</b>	<b>197</b>

## 표 목 차

[표 1.2.1.] 연구수행 실적 .....	5
[표 2.1.1.] VDL MODE .....	11
[표 2.1.2.] Urgency Attribute .....	14
[표 2.1.3.] NDB 구분 (FAA) .....	20
[표 2.1.4.] 항공업무용 무선설비의 기술기준 포함 설비 .....	23
[표 2.2.1.] 항공 무선기국 현황 .....	28
[표 2.2.2.] 항공 무선설비 현황 .....	29
[표 2.2.3.] 항공사별 항공기 탑재 통신장비 현황 .....	31
[표 2.2.4.] 공항레이더 운용 현황 .....	32
[표 2.2.5.] 공항별 항공사 업무용 간이 무전기 보유 현황 .....	33
[표 2.2.6.] 공항별 항공사 VHF송수신기(Company Radio) 보유 현황 .....	34
[표 2.2.7.] 인천국제공항의 무선통신시스템 운영 현황 .....	36
[표 2.2.8.] 김포국제공항의 무선통신시스템 운영 현황 .....	37
[표 2.2.9.] 김해국제공항의 무선통신시스템 운영 현황 .....	38
[표 2.2.10.] 제주국제공항의 무선통신시스템 운영 현황 .....	39
[표 2.2.11.] 청주국제공항의 무선통신시스템 운영 현황 .....	40
[표 2.2.12.] 대구국제공항의 무선통신시스템 운영 현황 .....	41
[표 2.2.13.] 무안국제공항의 무선통신시스템 운영 현황 .....	42
[표 2.2.14.] 양양국제공항의 무선통신시스템 운영 현황 .....	43
[표 2.2.15.] 울산공항의 무선통신시스템 운영 현황 .....	45
[표 2.2.16.] 광주공항의 무선통신시스템 운영 현황 .....	46
[표 2.2.17.] 여수공항의 무선통신시스템 운영 현황 .....	47
[표 2.2.18.] 포항공항의 무선통신시스템 운영 현황 .....	48
[표 2.2.19.] 사천공항의 무선통신시스템 운영 현황 .....	49
[표 2.2.20.] 원주공항의 무선통신시스템 운영 현황 .....	50
[표 2.2.21.] 군산공항의 무선통신시스템 운영 현황 .....	51
[표 2.3.1.] 항공기산업발전전략 .....	59
[표 2.4.1.] 무선 설비 적합성 평가 시험방법 .....	70

[표 2.4.2.] 『무선국 및 전파응용설비의 검사업무 처리기준』 제8조제1항 [별표2]의 성능검사중 항공기국 관련 사항 .....	75
[표 2.4.3.] 전파법시행령 제44조의 정기검가 주기 및 허가유효기관 및 규정 .....	76
[표 2.4.4.] 기술표준품 표준 (국토부 KTSO) 및 관련 RTCA DO표준 .....	81
[표 2.5.1.] 47 CFR Part 87의 구성 .....	87
[표 3.1.1.] 국제민간항공협약서의 부속서 (Annex) 의 내용 .....	91
[표 3.1.2.] Annex 10의 각 권의 주요 내용 .....	92
[표 3.3.1.] DO-179의 내용 (Table of Contents) .....	114
[표 3.4.1.] 2차 감시레이더의 기술기준 대비표(지상에 설치하는 2차감시레이더) .....	122
[표 3.4.2.] 2차 감시레이더의 기술기준 대비표(항공기에 탑재하는 트랜스폰더) .....	124
[표 3.4.3.] 2차 감시레이더의 기술기준 대비표(모드 S 확장 스쿼터) .....	127
[표 3.4.4.] 거리측정시설의 기술기준 대비표 .....	129
[표 3.4.5.] VHF 해상이동업무대역 무선설비 기술기준 대비표 .....	131
[표 3.4.6.] 계기착륙시설의 기술기준 대비표 .....	133
[표 3.4.7.] 전방향표지시설의 기술기준 대비표 .....	162
[표 3.4.8.] 기상레이더의 기술기준 대비표 .....	168
[표 3.4.9.] 항공기용 전파고도계의 기술기준 대비표 .....	172
[표 3.4.10.] 위성항행시스템의 기술기준 대비표 .....	175
[표 3.4.11.] 공항정보자동제공시설의 기술기준 대비표 .....	180
[표 4.3.1.] 항공 무선설비의 적합인증 대상기자재 .....	188
[표 4.3.2.] 중관소 고시에 명시된 항공기에 갖추어야하는 무선설비 .....	189
[표 4.3.3.] KS 3123의 부속서 구성 목차 .....	190
[표 4.4.1.] 항공업무용 무선설비(전파법 제45조) .....	192
[표 4.4.2.] 항공 무선설비 국내법 비교 .....	193
[표 4.4.3.] 항공법 및 전파법 연계성 .....	194

## 그림 목차

[그림 1.1.1.] 연구의 추진체계 .....	2
[그림 2.1.1.] 항공기 보잉737(B737NG)의 VHF 통신 시스템 .....	8
[그림 2.1.2.] 항공 장거리 통화에 이용되는 단파(HF) 성질 .....	9
[그림 2.1.3.] 항공기 보잉737(B737NG)의 HF 통신 시스템 .....	10
[그림 2.1.4.] CPDLC 구성도 .....	15
[그림 2.1.5.] ADF 내부 계통도 .....	16
[그림 2.1.6.] ADF 안테나 방사패턴 .....	17
[그림 2.1.7.] ADF 및 NDB 통신에서 사용되는 신호 .....	18
[그림 2.1.8.] 항공 내부 ADF 방향기 계기판 .....	19
[그림 2.1.9.] ADF에서의 방위각 결정 방법 .....	19
[그림 2.1.10.] NDB 구축된 사진 .....	20
[그림 2.1.11.] VOR 변조된 신호 성분 .....	21
[그림 2.1.12.] VOR 변조된 신호 스펙트럼 .....	21
[그림 2.1.13.] VOR 수신기의 계통도 .....	22
[그림 2.1.14.] 항공기내 조종석 모니터 및 VOR 지상장비 및 항공기 탑재장비 .....	24
[그림 2.1.15.] EPIRB 작동 순서 및 휴대용 무선설비 .....	24
[그림 2.1.16.] 공항 감시 레이더와 DME 시스템의 개념 .....	25
[그림 2.1.17.] VHF 기기와 계기착륙장치(ILS) .....	26
[그림 2.1.18.] VOR 및 기상 레이더 사용 과정과 실제 모습 .....	26
[그림 2.1.19.] 항공기 내부 전파고도계 모습과 Satellite Based Automatic System .....	27
[그림 2.2.1.] 항공 무선선로 종류 .....	30
[그림 2.3.1.] 4차 산업혁명시대의 항공산업 변화 전망 .....	52
[그림 2.3.2.] 국내 항공기 산업의 연대별 발전과정 .....	54
[그림 2.3.3.] 국내 최초의 군용기 500MD .....	54
[그림 2.3.4.] 국내 최초 독자모델 기동헬기 수리온과 최초 경비행기 창공-91 .....	56
[그림 2.4.1.] 『방송통신기가재등의 적합성평가에 관한 고시』 국립전파연구원 .....	68
[그림 2.4.2.] 『전자파적합성 시험방법』에 대한 국립전파연구원의 고시 .....	69
[그림 2.4.3.] 항공기 탑재기기의 전자파적합성 시험방법 표지와 목차 .....	69

[그림 2.4.4.] 한국산업표준(KS)의 개요 및 무선 설비 적합성 평가 시험방법	70
[그림 2.4.5.] 항공국 및 항공기국의 정의	73
[그림 2.4.6.] 『항공업무용 무선설비의 기술기준』 국립전파연구원(기술기준과)	74
[그림 2.4.7.] 항공용 무선설비의 국내 검사 규정	74
[그림 2.4.8.] 항공기국의 공중선 위치	78
[그림 2.4.9.] 국내 항공법규 체계	79
[그림 2.4.10.] 항공기 기술표준품 형식승인 기준 (국토부 KTSO)	79
[그림 2.5.1.] 유럽항공안전청의 인증규정 체계	89
[그림 3.1.1.] ICAO 홈페이지	91
[그림 3.1.2.] Annex 10의 구성	92
[그림 3.1.3.] RTCA 홈페이지 캡처	95
[그림 3.1.4.] RTCA 홈페이지에서 출판되는 형태들	96
[그림 3.1.5.] RTCA 홈페이지에서 MOP의 내용에 대한 설명	97
[그림 3.1.6.] RTCA의 문서 목록	97
[그림 3.1.7.] FCC의 47 CFR Part 87의 홈페이지	98
[그림 3.2.1.] ICAO 국제조약 부속서 종류 및 내용	99
[그림 3.2.2.] ICAO 부속서 10 (Annex 10)의 구성	100
[그림 3.2.3.] 부속서(Annex)내에 표준과 권고사항 구분 예	101
[그림 3.2.4.] NDB/ADF 설명 (FAA)	101
[그림 3.2.5.] NDB(좌) 및 ADF/NDB 방향 정보 수신(우) 예	102
[그림 3.2.6.] 안테나 Q가 복사 신호의 변조 깊이에 미치는 영향	108
[그림 3.2.7.] OM, MM, IM 설명도	109
[그림 3.3.1.] ICAO 국제민간항공협약의 부속서 10의 Volume 1의 목차 구분	111
[그림 3.3.2.] ICAO 국제민간항공협약의 부속서 10의 ADF 해당 구분	112
[그림 3.3.3.] ADF와 NDB의 파형	113
[그림 3.3.4.] DO-179의 전자판	113
[그림 3.3.5.] RTCA MOPs DO-179의 용어설명	116
[그림 3.3.6.] 주파수 오프셋에 따른 신호 레벨	118
[그림 3.3.7.] 주파수 오프셋에 따른 불필요신호 감도 레벨	118
[그림 3.3.8.] Cross-Modulation	119

[그림 3.3.9.] Inter-Modulation	119
[그림 3.3.10.] Intermodulation Signal	120
[그림 3.4.1.] 공항 감시 레이더	122
[그림 3.4.2.] VOR과 함께 설치된 DME	129
[그림 3.4.3.] 수색 및 구조업무를 행하는 항공기국	131
[그림 3.4.4.] 계기착륙시설 지상 시스템의 구성	132
[그림 3.4.5.] 계기착륙시설 구성	133
[그림 3.4.6.] (a): 전방향표지시설 원리, (b) 전방향표지시설 지상국	162
[그림 3.4.7.] 기상레이더 화면	168
[그림 3.4.8.] 항공기 전파고도 측정 구조도 및 고도계	172
[그림 3.4.9.] GNSS 사진	175
[그림 3.4.10.] ATIS 시스템 예시도	180
[그림 4.2.1.] 계측장비를 모델로 한 프로그램 예상안	184
[그림 4.2.2.] HF, VHF 등 무선송신기 장치 시험 검사 진행 사진촬영	185
[그림 4.2.3.] 항공기 내부의 ELT 시험검사 과정	185
[그림 4.2.4.] 항공기 기상레이더	186
[그림 4.3.1.] 한국항공우주산업(주) 제작 수리온 헬기의 경찰청 참수리헬기	191

## 제 1 장 서 론

### 제 1 절 연구의 목적 및 방법

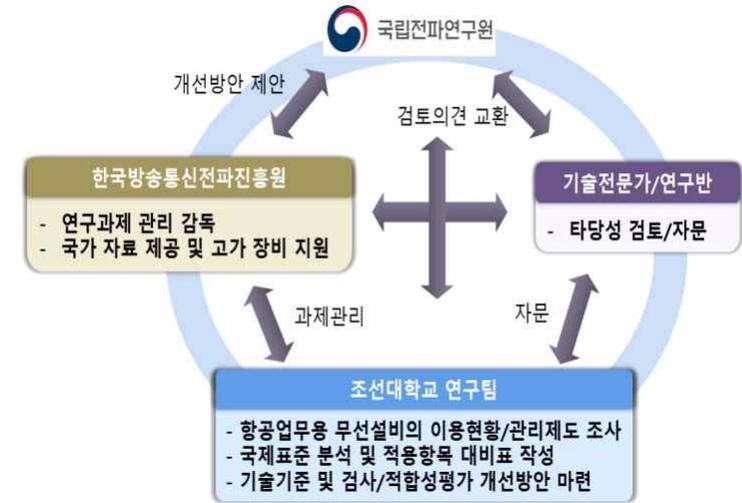
#### 가. 연구의 최종목표

- 항공업무용 무선설비의 체계적 관리를 위한 국제표준 분석 및 제도개선 방안을 도출한다.

#### 나. 연구의 내용 및 범위

- o 항공업무용 무선설비에 대한 이용현황 및 관리제도 조사를 아래와 같이 한다.
  - 항공시스템 및 항공기 무선설비의 기능, 이용현황 조사
  - 국내 항공 무선국 설치 및 운용 현황
  - 국내 항공 관련 산업계의 개발 현황
  - 국내 무선설비 적합성평가 및 무선국 검사 관련 제도 조사
  - 미국 등 해외 주요국의 무선설비 관리제도 및 현황 조사
- o 항공업무용 무선설비 관련 국제 표준 분석을 아래와 같이 한다.
  - 항공분야의 국제 표준화 동향 조사
  - 항공기국 탑재 무선설비 관련 전파 품질 항목 분석
  - 적용 항목 관련 국내 기술기준 대비표 작성
- o 항공업무용 무선설비 관련 제도 개선방안 마련을 아래와 같이 한다.
  - 항공업무용 무선설비 기술기준 개선방안
  - 무선국 검사업무 관련 개선방안
  - 무선설비 적합성평가업무 관련 개선방안
  - 관리제도 기술기준 개선안 및 국토부 규정과 비교분석

#### 다. 연구의 추진체계



[그림 1.1.1.] 연구의 추진체계

#### 라. 추진전략 및 방법

본 연구의 성공적인 수행을 위하여 추진체계에 맞추어 추진전략을 수립하면 다음과 같다. 각 분야는 유기적 협력에 의하여 인과관계가 형성되어 있으며, 최종적으로 항공업무용 무선설비 기술기준 개선방안 도출과 무선국 검사업무 관련 개선방안 도출 및 무선설비 적합성 평가업무 개선방안 도출을 최종 목표로 수행한다.

#### 마. 관련기관의 역할분담 및 협조방안

- o 본 연구는 한국방송통신전파진흥원(KCA)의 관리 감독 하에 연구과제를 수행하고, 과학기술정보통신부의 국립전파연구원의 정책에 반영하는 것을 과제 장기 목표로 한다.
- o 한국방송통신전파진흥원은 연구과제를 관리 감독하며, 과제의 원활한 수행을 위하여 국가자료를 제공하고 고가장비를 사용할 수 있도록 지원한다.

- 주관연구기관인 조선대학교 연구팀은 한국방송통신전파진흥원(KCA)의 관리 감독 하에 항공업무용 무선설비의 이용현황/관리제도 조사와 국제표준 분석 및 적용항목 대비표 작성과 기술기준 및 검사/적합성 평가 개선방안을 마련한다.
- 조선대학교 연구팀은 국내 기술연구반과 국외 표준화 국내연구반의 활발한 참석을 통하여 국내외 최신 동향 파악을 수행한다.

## 제 2 절 연구의 기대효과 및 추진 실적

### 가. 기술(정책)적 기대효과

- 무선설비의 시험방법을 개선하여, 전파 혼신 방지를 통한 주파수 관리와 국내 산업계의 활성화에 기여한다.
- 향후 민수용으로 개발 및 양산되는 항공기, 국내 여건상 준용으로 개발 후 파생형으로 민수용 판매 시 전파인증 업무에 대한 기술기준 적용과 인증과정의 절차에 대하여 실질적인 도움이 될 것으로 기대한다.

### 나. 산업·경제적 기대효과

- 규제를 통한 전파 혼신 방지를 위한 균형적인 시각을 유지하면서, 산업계의 기술 개발 등의 활성화에 규제가 걸림돌이 되지 않도록 적극적 지원에 기여한다.
- 항공기의 생산 및 개발 후 인증의 체계화를 통하여 항공산업의 발전 및 국외 수출 등의 경제적 이익에 기여한다.
- 항공용 의무무선설비에 대한 항공법의 감항관련 내용과 전파법의 전파인증에 대한 비교를 통하여 국제적 준용표준에 부합되는 제도개선에 기여한다.

### 다. 활용 계획

- 인명안전을 위한 항공업무용 무선설비의 기술기준 정비를 위한 기본 자료 활용한다.

우리나라의 무선통신기술 정책 마련을 위한 참고자료로 활용한다.

- ITU WRC-23의 의제에 대한 국제적 대응 시 참고자료로 활용한다.
- ITU, ICAO 등 국제기구의 지상업무(항공 포함) 분야 표준화 활동을 위한 대응방안 마련의 참고자료로 활용한다.

[표 1.2.1.] 연구수행 실적

연구 내용	가중치 (%)	추진 일정 (개월차)					완성도 (%)	
		1	2	3	4	5		
항공업무용 무선설비에 대한 이용현황 및 관리제도 조사	항공시스템/항공기 무선설비 기능, 이용현황 조사	5	●	→				100
	국내 항공 무선국 설치 및 운용 현황	5	●	→				100
	국내 항공 관련 산업계의 개발 현황	5	●	→				100
	국내 무선설비 적합성평가 및 무선국 검사 관련 제도 조사	5		●	→			100
	미국 등 해외 주요국의 무선설비 관리제도/현황 조사	5		●	→			100
항공업무용 무선설비 관련 국제 표준 분석	항공분야의 국제 표준화 동향 조사	7		●	→			100
	항공기국 탑재 무선설비 관련 전파 품질 항목 분석 (NDB, ADF)	8		●	→			100
	적용 항목 관련 국내 기술기준 대비표 작성	15			●	→		20
항공업무용 무선설비 관련 제도 개선방안 마련	항공업무용 무선설비 기술기준 개선방안	15			●	→		5
	무선국 검사업무 관련 개선방안	15			●	→		5
	무선설비 적합성평가업무 관련 개선방안	15			●	→		5
중간보고서 시점 연구진도								50 %

## 제 2 장 항공업무용 무선설비에 대한 이용현황 및 관리제도 조사

### 제 1 절 항공시스템 및 항공기 무선설비의 기능, 이용현황 조사

항공고통업무를 위해 사용하는 항공통신업무는 항공고정통신업무, 항공이동통신업무, 항공무선항행업무, 항공방송업무로 분류되며 내용은 다음과 같다.

#### 가. 항공고정통신업무

##### (1) 항공고정통신망(AFTN)

항공 고정 통신망이란 국제 민간 항공 기구(ICAO)의 주도로 구축되고 ICAO 가맹국의 책임하에 운용되는 세계적 규모의 항공 고정 전기 통신망을 일컫는다. 우리나라를 포함한 세계 각국의 국제 공항, 관제 기관 및 항공 회사 등이 이 망에 접속되어 있으며, 항공기의 운항에 필요한 정보 교환을 이 망을 통해 이용하고 있다. 이 망을 통해 송수신되는 정보는 조난 통신, 긴급 통신, 비행 계획 통신, 항공 관리 통보 등 국제 항공의 안전과 정상 운항에 관한 클래스 A 통보(Class A Message)와, 72시간 내에 출발하는 항공기의 적재 중량 및 탑승 인원 등에 관한 클래스 B 통보(Class B Message)의 2종으로 구분된다.

o 기술기준으로 다음과 같이 서술하고 있다.

- 국내외 항공전문 교환시스템(AMS)간에 데이터 신호 속도는 9,600bits/s 이상이어야 한다. 다만, 주 장비와 가입자 단말기간의 데이터 신호속도는 예외로 한다.
- 데이터 전송은 동기, 직렬전송 형식이어야 하고, 변조방식은 위상, 진폭변조이어야 한다.

##### (2) 항공정보교환망(AMHS)

o 국내외 항공정보기관 간 또는 가입자 상호간에 각종 항공정보를 제공할 수 있어

야 한다. 기술기준으로 다음과 같이 서술하고 있다.

- 통신 프로토콜은 ITU-T X.400 이어야 한다.
- 항공정보교환서버 (ATS message server)는 전문교환부 (MTA)와 전문저장부 (MS)로 구성되어야 한다.
- 전문교환부는 저장된 전문을 중계 또는 분배할 수 있어야 한다.
- 전문저장부는 접속된 가입자를 위하여 전문검색과 저장기능을 갖추어야 한다.
- 전문가입자부는 모든 가입자간의 접속기능을 갖추어야 한다.

### (3) 항공관제정보교환망(AIDC)

o 국내외 항공교통관제기관간의 관제를 위한 정보를 제공할 수 있어야 한다. 기술기준으로 다음과 같이 서술하고 있다.

- 전기통신에 의한 방식으로 접속하여 데이터통신을 할 수 있어야 한다.
- 지점대 지점간의 양방향 통신이 가능하여야 한다.
- 국제표준화기구(ISO)의 개방형 상호접속방식(OSI)의 통신표준 프로토콜을 사용하여야 한다.

### (4) 항공직통전화망(녹음기시설 및 음성통신제어시설을 포함한다)

o 국내외 관련 항공교통관제기관 및 항공정보제공기관 간에 항공교통업무에 필요한 각종 정보를 음성통신으로 제공할 수 있어야 한다. 기술기준으로 다음과 같이 서술하고 있다.

- 전기통신에 의한 방식으로 지점대 지점간의 양방향 통신이 가능하여야 한다.
- 레이더 관제 이양에 이용할 때에는 즉시 통화가 가능하여야 하고, 그 밖의 다른 용도로 통화할 때에는 15초 이내에 통신이 설정되어야 한다.
- 통화내용은 자동녹음장치에 의하여 녹음이 되어야 한다.

### (5) 항공종합통신망(ATN)

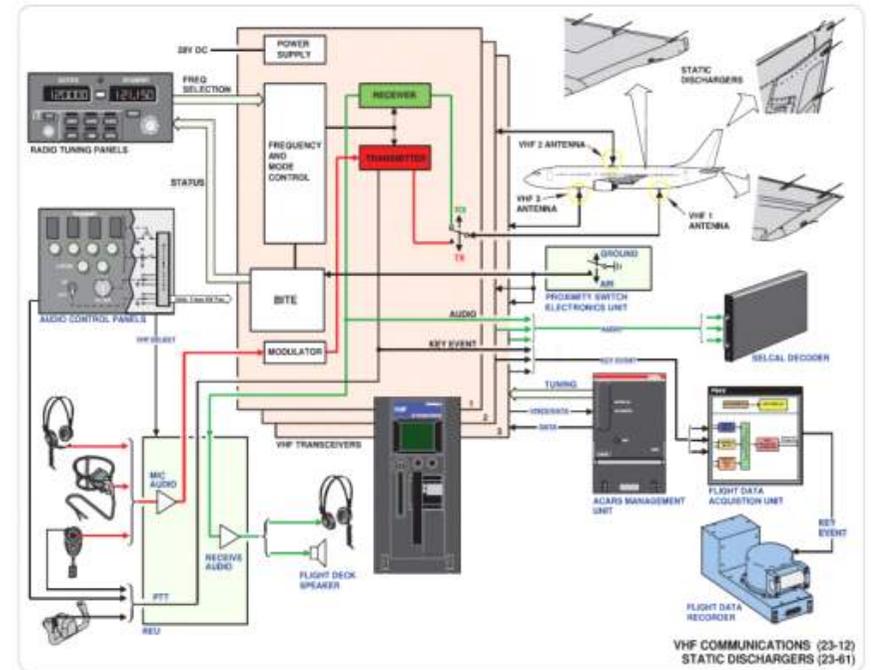
o 항공교통업무에 이용하는 각종 통신망간에 상호운용이 가능하게 항공관련 정보를

제공할 수 있어야 한다. 기술기준으로 다음과 같이 서술하고 있다.

- 국제표준화기구(ISO)의 개방형 상호접속방식(OSI)의 통신표준 프로토콜을 사용하여야 한다.
- 항공정보통신망은 로그인, 접속, 갱신, 지상전송, 등록에 대한 기능을 지원할 수 있어야 한다.
- 항공종합통신망의 명칭과 주소계획은 정보대상을 명확히 확인하기 위한 세계주소 표준화 방식을 지원하여야 한다.

## 나. 항공이동통신업무

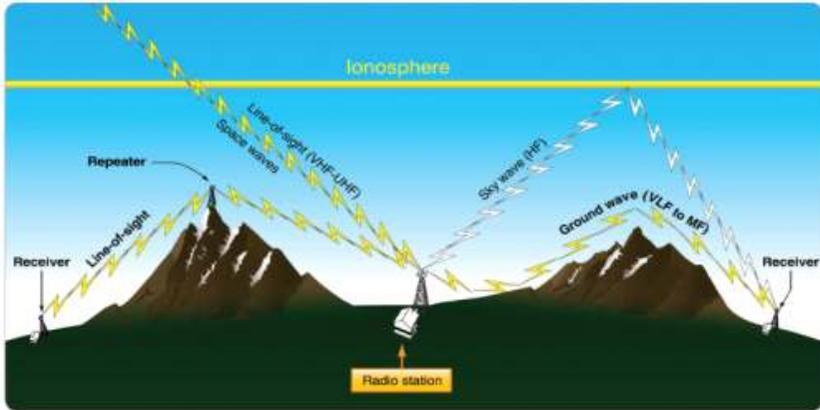
### (1) 단거리이동통신시설(VHF/UHF Radio)



[그림 2.1.1.] 항공기 보잉737(B737NG)의 VHF 통신 시스템

초단파대(VHF) 전파를 사용하는 항공이동무선통신은 항공교통관제통신, 운항관리 통신 등에 사용된다. VHF대의 전파통달은 직접파에 의한 가시거리 내의 전달이기에 통달거리리는 비행고도에 따라 정해지며 비행하는 항공기와 통신 통달거리리는 대략 400Km 정도이다. 채널 간격은 항공기가 증가함에 따라 통신량이 비약적으로 증가하는 주파수 수요를 충족하기 위하여, 단계적으로 좁혀왔으며, 현재는 12.5KHz(117.975~137.000MHz에서 총 1,520개 채널) 간격이 일반화되어 있다. 현재 추진하는 데이터링크가 실용화하더라도 당분간 현재의 채널 간격은 그대로 유지될 전망이다.

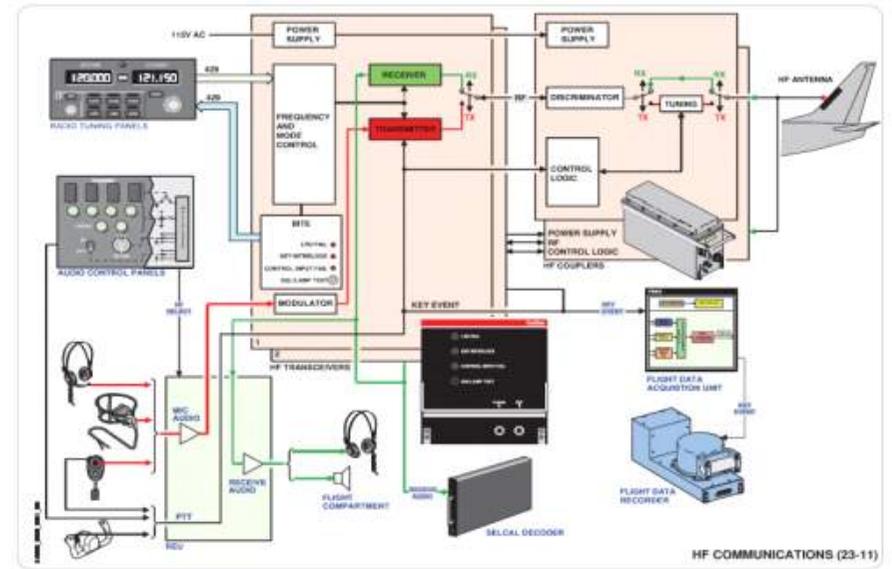
(2) 단파이동통신시설(HF Radio)



[그림 2.1.2.] 항공 장거리 통화에 이용되는 단파(HF) 성질

항공용 HF 통신은 음성통신의 품질이 양호한 VHF 통신의 단점인 가시거리 외 사용제한으로 원거리통신이 불가능한 통신지역, 즉 항공기가 대양상공이나 지상설비의 설치 불가능한 사막, 정글 상공 등을 비행할 때 지상과의 통신에 이용된다. HF통신은 HF대의 전파 특성으로 발생하는 혼신과 잡음이 존재하나 지금까지 유일한 대양상의 장거리 통신 수단이다. 주파수대의 전파 특성상 그 신뢰성은 매우 낮다. 일반적으로 각 비행정보구역(FIR)에 보통 1개소의 항공통신국이 존재한다. 그러

므로 HF를 이용한 항공통신망은 여러 개의 항공통신국으로 이루어지며 이러한 HF를 이용한 통신방식은 인공위성을 이용한 통신이 확대될 때 서서히 사라질 것으로 예상되지만, 인공위성의 통달거리 밖에 있는 양 극지방에서는 계속 사용될 전망이다.



[그림 2.1.3.] 항공기 보잉737(B737NG)의 HF 통신 시스템

(3) 초단파디지털이동통신시설(VDL)

항공이동통신용 초단파(VHF) 대역인 117.975~137.000MHz 사이의 채널을 이용하는 VHF 통신은 항공교통관제(ATC), 항공운항관리통신(AOC)에 중요한 무선통신 수단으로 사용되고 있다. 하지만 VHF 대역을 이용한 무선통신의 경우 비교적 양호한 음성통화 품질에도 불구하고 통달거리가 가시거리(LOS)로 제한되는 문제와 제한된 채널수(25KHz 대역폭 기준 700개)로 인하여 이용가능한 주파수자원이 한정되는 문제를 내포하고 있어 항공교통 증가에 따른 다양한 안전서비스제공에 한계가

있다. 이러한 문제점을 해결하고자 ICAO, AEEC, RTCA 등에 의해 (표 1)과 같이 다양한 방식의 VDL기술이 제안되었으며 일부는 현재 시범 운용 중에 있다.

- (1) VDL Mode 1: Aircraft Communication Addressing and Reporting System(ACARS)
- (2) VDL Mode 2: 데이터 전용, analog VHF radio 사용
- (3) VDL Mode 3: 데이터 및 음성 전송, analog VHF radio 사용
- (4) VDL Mode 4: 통신 및 항법, 감시용 데이터 전송

[표 2.1.1.] VDL MODE

구분	ACARS	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
주파수(MHz)	131.55	118~137	118~137	118~137	118~137
채널간격(KHz)	25	14	25	25	25
변조방식	AM-MSK	AM-MSK	D8PSK	D8PSK	GFSK or D8PSK
다중접속	non-persistent CSMA	p-persistent CSMA	p-persistent CSMA	TDMA	STDMA
Protocol	ACARS	AVLC	AVLC	AVLC	AVLC
데이터전송률	2.4 Kbps	2.4 Kbps	31.5 Kbps	31.5 Kbps	19.2 Kbps
서비스 유형	데이터	데이터	데이터	데이터, 음성(4.8Kbps)	데이터
응용분야	AOC/ATC	AOC/ATC	AOC/ATC	ATC	ATC
ICAO표준화	No	No	Yes	Yes	Yes
비고					감시용

(4) 단파데이터이동통신시설(HFDL)

HFDL은 항공 이동통신서비스 영역으로 할당된 2.85~22MHz사이의 주파수 대역에서, 주로 대양횡단이나 위성통신이 서비스되지 않는 극지방에서 주로 운용되며, SSB 디지털 변조 방식으로 3kHz 채널대역폭으로 2.4kbps까지의 처리량을 제공한다. 또한 무선주파수와 데이터 전송률에 따라 자동으로 적응/변화하는 프로토콜로 넓은 에러 감지 및 보정 알고리즘을 포함하기 때문에 HF 음성보다 전송 조건에 따른 민감도가 적다.

(5) 모드 S 데이터 통신시설

2차 감시레이더가 항공기와 감시시스템을 위한 정보를 교환할 때 부수적으로 관제 이외의 정보를 첨부하여 교환하는 통신방식으로 미국의 경우 1991년부터 설치가 시작되었으며 유럽과 일본에서도 설치를 추진하고 있다. 모드 S 데이터통신의 특징으로는 지대공의 경우 4Mbps, 공대지인 경우 1Mbps의 속도를 제공할 수 있다. 운용 주파수로 UHF 대역의 고정주파수 채널을 이용하며 업링크(지상에서 항공기)로는 1,030MHz, 다운링크(항공기에서 지상)로는 1,090MHz를 사용한다. 확장 스퀘터(Extended Squitter)는 자동종속감시(ADS-B)기능을 지원하고 ACAS를 강화하기 위해 설계된 모드 S 시스템의 추가적인 기능 확장으로 볼 수 있다. 확장 스퀘터는 항공기 위치, 속도, 식별ID와 관련된 정보를 제공하는 일련의 방송 메시지로 구성된다. 또한 현재의 모드 S 데이터링크와 동일 포맷을 사용하고 모드 S의 다운링크 주파수인 1,090MHz를 통해 운용된다. 이 모드 S 데이터링크도 차세대 항공통신망(ATN)의 하부구조로 이용된다. 이 통신망은 모드 S 레이더가 설치된 지역에서 레이더의 통달거리 내에 있는 항공기만 사용 가능하다.

(6) 항공이동위성통신시설[AMS(R)S]

항공이동위성서비스(AMSS) 시스템은 항공기의 하부시스템과 지상의 하부시스템 간을 정지궤도상의 인공위성과 지상국을 이용하여 직접 연결하는 세계적인 통신시스템이다. 이 시스템은 항공기에 탑재한 최종 이용자와 지상에 본부를 둔 최종이용

자 사이를 데이터 및 음성통신으로 지원하는 방식으로 항공기의 최종이용자는 항공기에 탑승한 승객은 물론이고 항공기의 탑재시스템이 포함되며, 지상의 최종이용자의 대표적인 예는 항공로관제소, 항공기를 운용하는 항공사 및 기타 공중통신망 가입자 등이 있다. AMSS 기능에 의해 서비스될 수 있는 통신은 크게 4가지로 나뉜다. 이들은 항공교통서비스(ATS), 항공운항관리(AOC), 항공업무통신(AAC) 및 항공여객통신(APC) 등이다.

(7) 관제사·조종사 간 데이터링크통신시설(CPDLC)

관제사·조종사 간 데이터링크통신은 공중/지상 음성 통화를 보충하는 데이터링크 시스템으로 쌍방향 항공교통관제 공중/지상 통신능력으로 보유하고 있다. 조종사/관제사의 복창과 재청취의 오류가 현저히 줄어들게 됨으로써 항공교통 시스템의 운용능력은 증가되고 연관된 항공교통 지연을 최소화할 수 있다. CPDLC의 원리적 운용기준은 데이터링크는 보조수단이며, 음성이 공중/지상 통신이 의미하는 관제사와의 주 통신수단이다. 참여하는 항공기는 메시지를 받거나 보내기 위해 적절한 CPDLC 항공전자장비(Avionics equipment)를 갖춰야 하며 하나의 CPDLC 구조는 4개의 ATC 데이터 링크 서비스를 제공한다. 여기에는 고도계설정(Altimeter Setting, AS), 통신전송(Transfer of Communications, TC), 최초교신(Initial Contact, IC)과 메뉴문자메시지(Menu Text messages, MT)가 있다.

항공 교통관제 기관은 항공기와 관제사-조종사 간 데이터링크통신(CPDLC)을 유지하지 않는 경우 또는 현재 항공기와 관제사-조종사간 데이터링크통신(CPDLC)을 유지하고 있는 항공교통관제기관으로부터 승인받은 경우에만 관제사-조종사 간 데이터링크통신(CPDLC)을 개시할 수 있다. 항공기가 관제사-조종사 간 데이터링크통신(CPDLC) 요청을 거부하였을 때, 다운링크메시지 “NOT CURRENT DATA AUTHORITY” 또는 메시지 “NOT AUTHORIZED NEXT DATA AUTHORITY”를 적절히 사용하여 거부이유를 알려야 한다. 운영내규는 거부이유를 관제사에 전 시되도록 하여야 하는지를 명시하여야 한다.

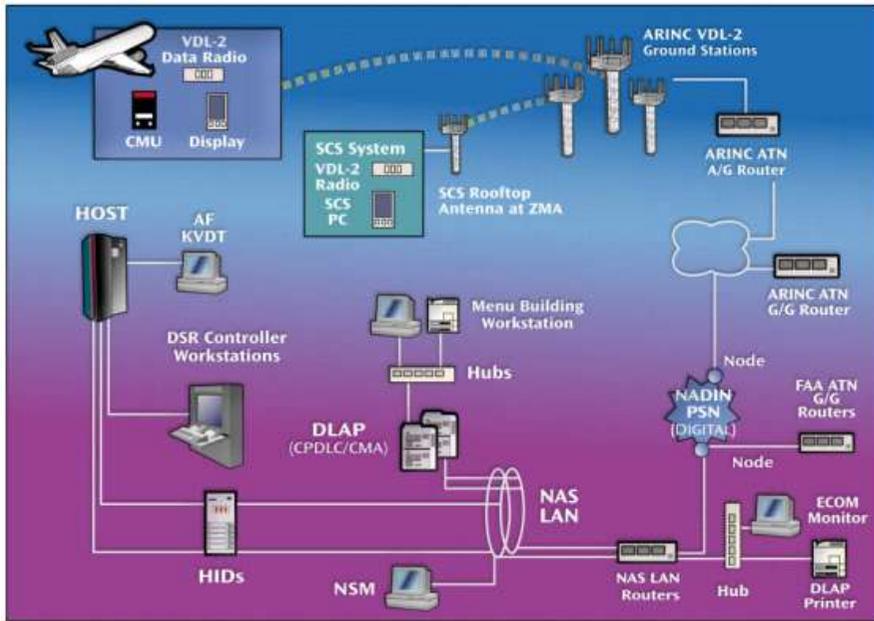
관제사 또는 조종사는 규정된 메시지, 자유문장메시지 또는 두 가지 조합 형태를

이용하여 관제사-조종사 간 데이터링크통신(CPDLC) 메시지를 구성하여야 한다. 본 시설 이용 시 장문메시지·다중허가로 구성된 메시지 또는 허가·정보로 혼합된 메시지의 경우를 제외하고 관제사 또는 조종사 간, 관제사-조종사 간 데이터링크통신(CPDLC)을 이용하여 교신한때는, 관제사-조종사 간 데이터링크통신(CPDLC)을 이용하여 응답하여야 하며, 음성을 이용하여 교신할 때는 음성을 이용하여야 한다. 관제사-조종사 간 데이터링크통신(CPDLC) 메시지가 음성답변을 요구하는 경우, 관제사-조종사 간 데이터링크통신(CPDLC) 통화가 적절하게 동조되게 하기 위하여 적합한 관제사-조종사 간 데이터링크통신(CPDLC)응답이 전송되도록 하여야 한다. 메시지는 메시지를 수신하는 관제사-조종사 간 데이터링크통신(CPDLC) 이용자의 메시지 취급기준을 기술하는 특성이 있다. 각 관제사-조종사 간 데이터링크통신(CPDLC) 메시지는 긴급(urgency), 경고(alert), 응답(response) 3가지 특성을 가진다.

통신망 또는 지상 관제사-조종사 간 데이터링크통신(CPDLC) 시스템 중단이 계획되었을 때, 영향을 받을 수 있는 모든 당사자에게 중단기간과 필요시 이용될 음성통신 주파수에 관한 세부사항을 NOTAM으로 고시하여야 하며 현재 항공교통관제기관과 교신 중에 있는 항공기에 음성 또는 관제사-조종사 간 데이터링크통신(CPDLC)을 이용하여 임박한 관제사-조종사 간 데이터링크통신(CPDLC) 서비스의 중단을 통보하여야 한다.

[표 2.1.2.] Urgency Attribute <uplink and downlink>

Type	Description	procedure
D	Distress	1
U	Urgent	2
N	Normal	3
L	Low	4
H	High	1
M	Medium	2
N	Low	3
N	No alerting required	4



[그림 2.1.4.] CPDLC 구성도

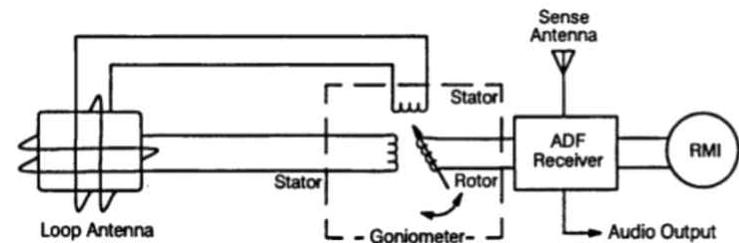
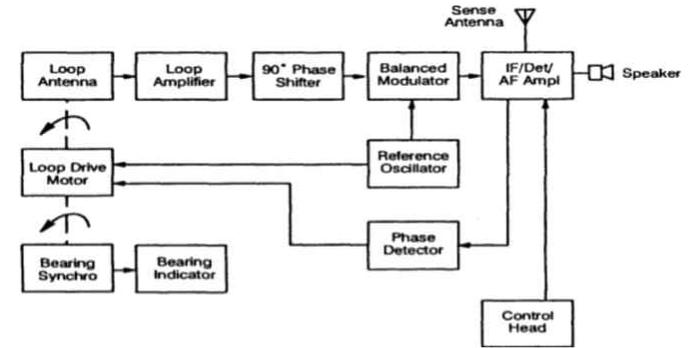
(8) 범용접속데이터통신시설(UAT)

범용 접속 데이터통신은 ADS-B 데이터링크 기술 중 뒤늦게 개발되었으며, ADS-B와 지대공 데이터 방송 기능을 지원하도록 설계되었다. UAT는 UHF주파수 대역인 978MHz를 사용하며, 광대역 데이터링크로서 단일 채널로 운용되며 데이터 전송률은 약 1Mbps/sec 정도로 매체 접속방식은 1초 단위의 프레임을 두 부분 (Segment)으로 시분할하여 다중접속이 가능하다. 개별 프레임의 전반부는 기상기반 방송서비스(TIS-B, FIS-B)에 할당되며 후반부는 ADS-B용으로 할당된다.

다. 항공무선항행업무

(1) 자동 방향 탐지기 (ADF)

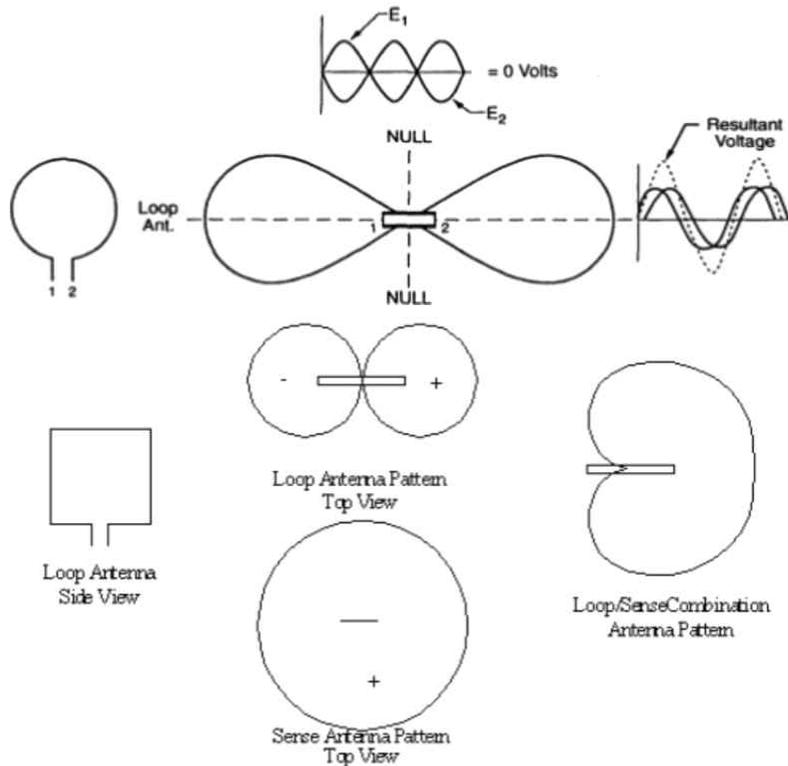
NDB(Non-Directional Radio Beacon)으로부터 수평면의 360 전방향으로 무지향성 발사된 전파를 수신하고 계기판을 통해 지시하게 한 방향 정보 제공 시설이다. ADF는 루프 Antenna의 8자특성과 수직 Antenna의 무지향성이 합쳐져서 이루어지는 하트형 특성을 이용, NDB 등 무선송신국의 방향을 ADF바늘이 자동적으로 지시하게 만든 기상의 계기이다. 무선표지시설의 지상국은 장파 또는 중파(L/MF)의 AM Signal과 1,020Hz의 변조주파수로 국시별(code identification)을 위한 가청 톤 (Audio Tone)을 발사하여 음성방송시설을 갖춘 곳도 존재한다. 주로 터미널에 위치시켜 놓은 것을 용도상으로 Homing 비콘 또는 Homer라 부르고, 항법용 NDB는 최초에는 200-415 kHz 주파수대에서 운영되었으며 Radio Range에 이어 주항로를 구성하는 시설로 널리 사용되었고 여러 가지 제한으로 인해 현재는 VOR로 대체되고 있다.



[그림 2.1.5.] ADF 내부 계통도

루프 수신안테나의 방사패턴 중 Null 위치로 ADF 방향 지시에 이용된다. EIRP의 최대지점에 비해 Null 부분 빔폭이 좀 더 좁기에 방향성을 찾기에 더 적합하다. 루

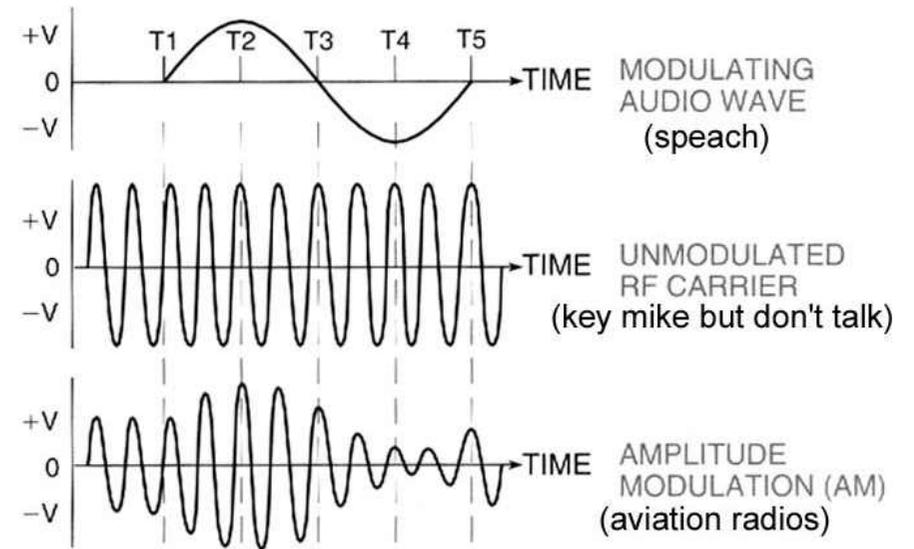
프 안테나의 수신전압은 전파의 도래방향과 평행일 때 최대가 되어 8자형의 패턴을 나타내며 두 개의 원형 패턴은 180도의 위상차를 형성한다. 8자형에서는 전파의 도래방향이 모호하므로 Sense 안테나의 전방향패턴을 합성하여 이러한 모호성을 제거한다. Sense 안테나의 전방향 패턴은 루프의 좌측 패턴(A)과 180도의 위상차를 나타내며 루프와 센스 안테나의 합성되어 전파의 도래방향을 확실하게 지시할 수 있게 한다.



[그림 2.1.6.] ADF 안테나 방사패턴

사용주파수는 190-1,750 kHz로서 1,020 Hz 혹은 400 Hz로 진폭 변조(AM)하여 Audio Tone을 발사하고 Automatic Keying System에 의해 국제 모스코드

(International Morse Code)로 알파벳 2문자 혹은 3문자를 3초에 3회 이상 균등한 간격으로 송신한다. (FAA 190-535 kHz)



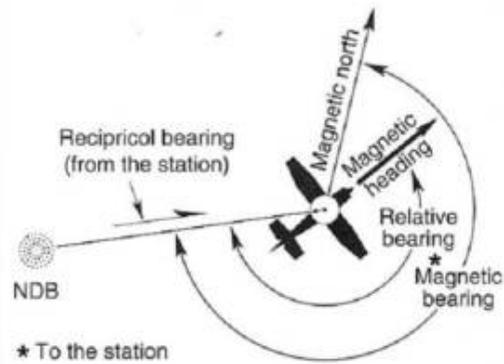
[그림 2.1.7.] ADF 및 NDB 통신에서 사용되는 신호

o ADF의 구성은 다음과 같다.

- Radio 수신기
- Receiver Control (Control Panel)
- Loop Antenna (Fixed, Rotatable, Automatic)
- Indicator (Azimuth Ind.)
- Dynamotor
- Sense Antenna
- Cable
- Power Source and Head set



[그림 2.1.8.] 항공 내부 ADF 방향기 계기판



[그림 2.1.9.] ADF에서의 방위각 결정 방법

(2) 무선 표지시설 (NDB)

NDB는 본래 국으로 비행해 들어갈 수 있도록 항공기에 방향정보를 제공해 줌으로 Homing에 이용되는 것이 일반적인 목적인데 그밖에 위의 출력별 구분에서 나타나는 용도를 포함해서 계기진입과정에서도 Holding Pattern과 ILS의 Marker에 설

치하는 등 아직도 각종 용도에 널리 이용되고 있다. NDB는 어느 것이든지 그의 유효통달 거리가 지상국의 송신출력에 크게 좌우되고 있으며 그밖에 유효거리와 관계되는 요구로는 항공기의 고도, 지형 등도 포함된다.



[그림 2.1.10.] NDB 구축된 사진

[표 2.1.3.] NDB 구분 (FAA)

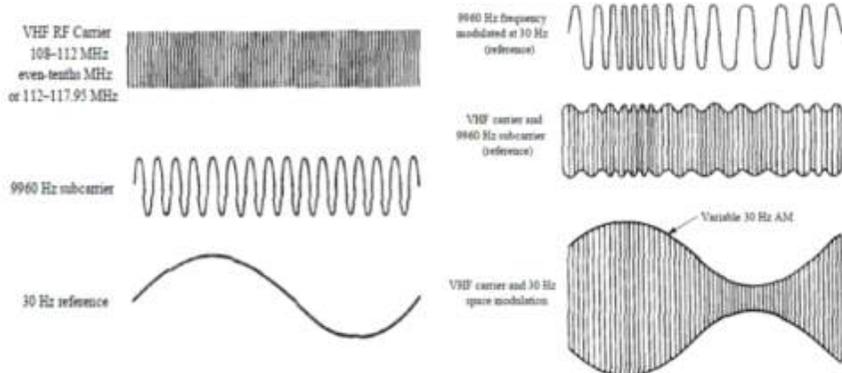
구분	용도	출력	유효거리
L (Compass Locator)	Compass Locator	25W 이하	15NM
MH (Medium Homing)	비행장부근	50W 미만	25NM
H (Homing)	항공로용	50-1,999W	50NM
HH (High Homing)	대양지역용	2,000W 이상	75NM

(3) 전 방향성 무선 표지(VOR)

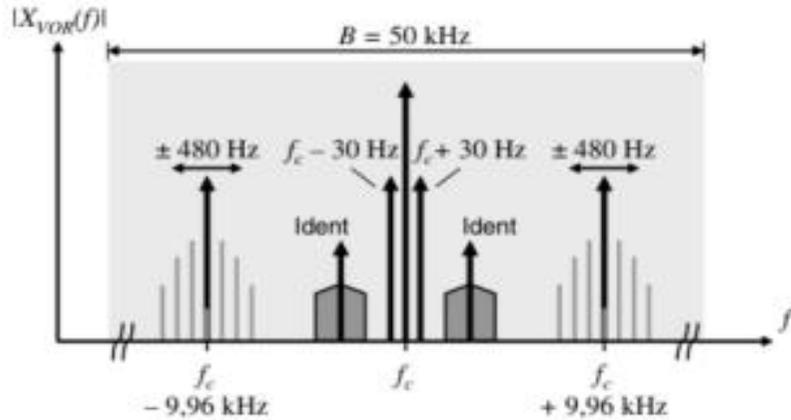
VOR(Very-high-frequency Omni-directional range)은 NDB나 Radio range에서 장파 또는 중파를 사용함으로써 밤새오드는 결점을 보완하기 위하여 개발된 것으로 1960년부터 ICAO에서 단거리용 국제표준 항행원조시설로 채용, NDB와 함께 항행을 위한 주 표지국으로 이용되는 시설이다. 또한, 세계적으로 널리 확장되어 이용되

고 있는 항행안전무선시설이다.

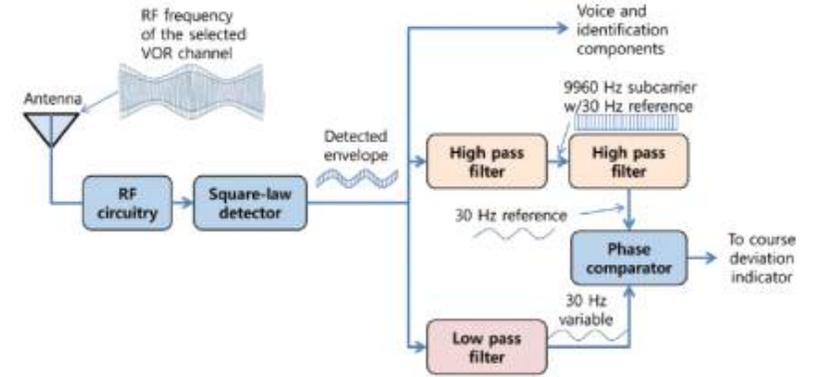
VOR 지상시설은 민항공의 국내항로에서는 주 항법시설이며 저주파수 시설에서 있었던 대기의 공간간섭이나 기타 제한이 제거된 항법시스템이다. VOR 수신기는 VHF 신호를 복호하면 주파수 변조된 기준 신호의 포락선이 일정하지 않고 마치 30Hz로 AM 변조된 것과 같이 변화되는 FM 신호를 수신한다. 이로부터 다음과 같이 복조한다.



[그림 2.1.11.] VOR 변조된 신호 성분



[그림 2.1.12.] VOR 변조된 신호 스펙트럼



[그림 2.1.13.] VOR 수신기의 계통도

#### 라. 항공업무용 무선설비 현황

1914년 제1차대전이 발발되기까지 항공기의 발달은 90mph 정도의 복엽기 시대였으나 대전이 끝날 시기에는 140~155mph의 속도, 1,000마일의 항속거리, 24,000피트의 고공으로 상승할 수 있는 단계로, 항공기형태도 단엽의 전 급속 비행기로 발전하였다. 그 후 항행안전시설의 이용은 1921년 미국 네브라스카주의 North Platte와 시카고 간 우편항공이 야간에 이루어지게 되면서 현실화되었고 이에 힘입어 1925년에는 정기민간 항공수송이 개시되기에 이르렀다.

현재 항공기의 다양한 이용에서 어떻게 안전하고 신속하게 항공기를 한곳에서 다른 곳으로 항행시킬 수 있는가 하는 문제는 각종 지상의 항행안전시설과 이를 이용하는 조종사의 운항능력으로 집약되었다.

[표 2.1.4.] 항공업무용 무선설비의 기술기준 포함 설비

조항	무선설비 명
제8조	중단파, 단파대 무선전화 및 단파대 데이터링크 장치
제9조	초단파 무선전화 및 단파대 데이터링크 장치
제10조	비상위치지시용 무선표지설비
제11조	항공기용 휴대무선설비
제12조	2차감시레이더 등
제13조	거리측정시설
제14조	VHF 해상이동업무대역을 이용하는 무선설비
제15조	무선표지국의 변조도 및 종합왜율
제16조	계기착륙시설
제17조	전방향표지시설
제18조	기상 레이더
제19조	항공기용 전파고도계
제20조	위성항행시스템
제21조	공항정보자동제공시설
제22조	무인항공기용 지상제어 무선설비

항공법 제40조, 시행규칙 제122조에 따르면, 항공기에 설치 운용하여야하는 무선설비는 (1) 비행 중 항공교통관제기관과 교신할 수 있는 초단파(VHF) 또는 극초단파(UHF)무선전화 송수신기 각 2대, (2) 기압고도에 관한 정보를 제공하는 2차감시항공교통관제 레이더용 트랜스폰더 1대, (3) 자동방향탐지기(ADF) 1대, (4) 계기착륙시설(ILS) 수신기 1대, (5) 전방향표지시설(VOR) 수신기 1대, (6) 거리측정시설(DME) 수신기 1대, (7) 비행 중 뇌우 또는 잠재적인 위험 기상조건을 탐지할 수 있는 기상레이더 또는 악기상 탐지장비 1대, (8) 비상위치지시용 무선표지설비(ELT) 1대 또는 2대로 규정하고 있다.

중단파대, 단파대 무선전화 및 단파대 데이터링크 장치: 항공기국의 무선설비로서 A3E전파 117.975 MHz 부터 137 MHz 까지의 주파수대의 전파를 사용하는 무선설비다.



[그림 2.1.14.] 항공기내 조종석 모니터 및 VOR 지상장비 및 항공기 탑재장비

(출처: <https://nbaa.org/aircraft-operations/communications-navigation-surveillance-cns/data-link/controller-pilot-data-link-communications-illustrates-nextgens-success-2/>)

비상위치지시용 무선표지설비 (EPIRB, Emergency Position Indication Radio Beacon) 선박이나 항공기가 조난상태에 있고 수신시설도 이용할 수 없음을 표시하는 것으로, 수색과 구조작업 시 생존자의 위치결정을 용이하게 하도록 무선 표지신호를 발신하는 무선설비 시스템이다.

항공기용 휴대무선설비: 소형, 경량으로서 1인이 용이하게 운반할 수 있고A3E 전파 121.5 MHz 및 243 MHz을 수신할 수 있는 것의 수신 감도는 1,000 Hz의 변조주파수로서 30 % 변조시킨 신호로 20 μW의 수신기 입력전압을 가할 때에 출력의 신호대 잡음비는 6 dB 이상이다.



[그림 2.1.15.] EPIRB 작동 순서 및 휴대용 무선설비

(출처 : <http://blog.naver.com/lth3312/10127689811>)

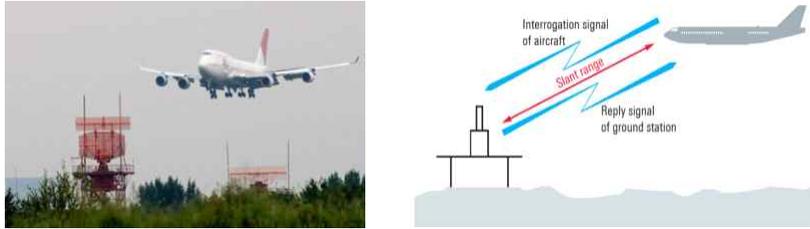
<https://generalaviationnews.com/2017/07/18/garmin-debuts-all-in-one-portable-ads-b-and-siriusxm-aviation-receiver/>

출처 : <https://www.49ercommunications.com/bk-radio-kng-flight-helmet-adapter.html>

2차감시레이더: 지상에서의 질문 전파 방사에 대응해서 항공기의 ATC 트랜스폰더로부터 송출되는 응답 전파를 근거로 항공기의 식별과 고도 등의 정보를 획득하여

레이더 스크린상에 표시하기 위한 레이더이다.

거리측정시설 (DME): 962 MHz ~ 1213 MHz 주파수 대역에서 펄스 기반 항법 신호를 제공하며 항공기에서 지상에 있는 무선국에 전파를 보내어 전파의 왕복소요 시간을 거리로 환산하여 무선통신국과 항공기간의 거리를 측정하는 시스템이다.



[그림 2.1.16.] 공항 감시 레이더와 DME 시스템의 개념

(출처 : <https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=rits&logNo=103379060&proxyReferer=https:%2F%2Fwww.google.com%2F>)  
출처: [https://www.rohde-schwarz.com/kr/applications/tacan-dme-application-card\\_56279-393025.html#media-gallery-6](https://www.rohde-schwarz.com/kr/applications/tacan-dme-application-card_56279-393025.html#media-gallery-6))

VHF 해상이동업무대역을 이용하는 무선설비: 초단파대 해상이동업무용 주파수 대역에서 수색 및 구조업무를 행하는 항공기국의 통신에 사용하는 무선설비이다.

계기착륙시설(ILS): 항공기의 안전한 착륙을 위하여 지상에 설치하는 시설로 활주로 옆으로 놓인 시설은 착륙 방향을 나타내며, 로컬라이저(LOC)는 항공기 착륙시 활주로 중심을 유도해주며 글라이드 슬로프(GS)는 안정적인 하강을 위해 하향각을 2.5~3도로 유도하는 기능을 한다.



[그림 2.1.17.] VHF 기기와 계기착륙장치(ILS)

(출처 : 해상·항공및지상망의안전한무선통신환경마련을위한기술기준연구(전파기준)(최종).pdf)  
(출처 : <http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=happys7&logNo=220538492173>)

전방향표지시설 (VOR): 항공기의 안전운항을 위하여 지상에 설치하여 방위정보를 제공하는 시설로 전방향으로 무선신호를 발신하여 각 신호를 일정한 방향을 표시하거나 또는 항공기가 무선신호를 따라 비행할 수 있는 항공로를 표시한다.

항공 기상레이더: 구름이나 미세한 물방울에 반사 및 산란해서 돌아온 전파를 수신하여 구름의 상태를 관측하는 레이더이다.

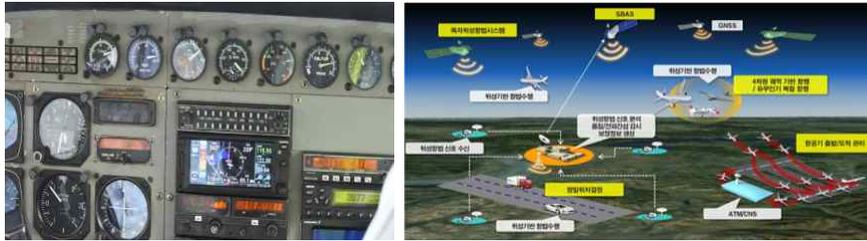


[그림 2.1.18.] VOR 및 기상 레이더 사용 과정과 실제 모습

(출처: <https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=veganclaire&logNo=220344780572&proxyReferer=https:%2F%2Fwww.google.com%2F>)  
(출처 : <https://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=rits&logNo=118932732>)

항공기용 전파고도계: 비행 중의 항공기에서 전파를 방사(radiation)하여 지표면으로부터의 고도(절대 고도)를 측정하는 장치로 비행기의 동체 밑에 있는 송신 안테나에서 지상을 향해 전파를 방사하고 지표면에서 반사하여 되돌아오기까지의 소요 시간에 의해 절대 고도를 측정하는 시스템이다.

위성항행시스템 (GNSS): 세계적으로 GPS를 비롯한 위성항법시스템 정확도와 신뢰성을 높일 수 있는 새로운 시스템 개발을 진행 중이며, SBAS(Satellite Based Automatic System)는 GPS에서 발생하는 오차를 3m 이내로 보정해주는 초정밀 위성항법보강시스템이다.



[그림 2.1.19.] 항공기 내부 전파고도계 모습과 Satellite Based Automatic System  
 (출처 :<https://www.aircraftcompare.com/blog/automatic-direction-finder/>) <https://m.blog.naver.com/karipr/221379921285>

제 2 절 국내 항공 무선국 설치 및 운용(이용) 현황

가. 항공 무선기국 및 무선국 정의

- 항공 무선국은 항공기국과 항공국으로 구분한다.
- 항공기국이란 항공기에 개설하여 항공이동업무를 하는 무선국을 의미한다.
- 항공국이란 항공기국과 통신을 하기 위하여 육상에 개설하고 이동하지 아니하는 무선국을 의미한다.
- 항공이동업무란 항공기국과 항공국간 또는 항공기국 상호 간의 무선통신 업무를 의미한다.

나. 항공 무선기국 현황 및 허가 제원

대한항공 148국(전체 37.9%), 아시아나 85국 (전체21.8%), 저가항공사 62국 (15.9%) 등 차지하며 A-380은 대한항공 10국, 아시아나 2국 보유 중이다. (2014년 기준)

[표 2.2.1.] 항공 무선기국 현황

구 분		국수(국)	비율(%)	A-380(국)	A-380(%)
대형 항공사	대한항공	148	37.9	10	83.3
	아시아나	85	21.8	2	16.7
저가 항공사	제주항공	17	4.4	-	-
	에어부산	13	3.3	-	-
	진에어	12	3.1	-	-
	이스타항공	11	2.8	-	-
	티웨이항공	9	2.3	-	-
기 타		95	24.4	-	-
합 계		390	100	12	100

항공기의 무선설비는 통신설비(HF, VHF), 항법설비(ATC, TCAS, RADME,

WR), 구명설비(ELT), 수신전용(ILS, VOR) 등 구성되며 안전한 비행을 위해 대부분의 장비는 복수로(2.3중화) 설치되어 있다.

[표 2.2.2.] 항공 무선설비 현황

구분	무선설비	전파형식	주파수(MHz)	출력	공중선형식	비고
1	HF	2K80H3E 2K80J3E	2 ~ 21	125W 400W	NOTCH	통신설비
2	VHF	5K00A3E 6K00A3E 14K0A3D	118 ~ 137	30W	BLADE	"
3	ATC	13M5M1D	1,090	500W	BLADE	항법설비
4	TCAS	18M0V1D	1,030	540W	CONICAL	"
5	DME	1M00PON	1,025 ~ 1,150	800W	BLADE	"
6	WR	1M50PON	9,345	150W	FLAT PLATE	"
7	RA	110MFXN	4,300	600mW	CONICAL	"
8	ELT	3K20A3X 16K0G1B	121.5, 243 406	250mW 5W	BLADE WHIP	구명설비

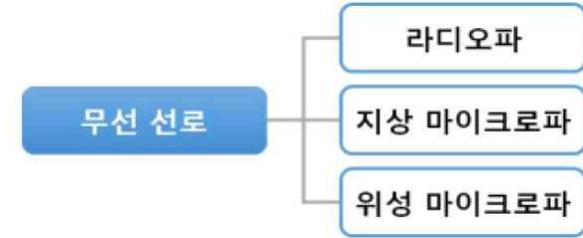
다. 항공 무선 통신 시스템

무선선로의 종류는 [그림 2.2.1.] 같이 라디오파(radio wave), 지상 마이크로파(terrestrial microwave) 및 위성 마이크로파(satellite microwave)가 있다. 라디오파는 단방향 형 무선선로이며, 지상 마이크로파는 포물선모양의 접시형 안테나를 이용하고, 위성 마이크로파는 지상에서 마이크로파를 이용하여 위성으로 쏘아 올린(uplink) 신호를 위성에서 증폭하고 이를 다시 다른 주파수로 송신(downlink)하는 무선 통신 수단이다.

각 선로별 특성을 살펴보면, 라디오파는 30MHz~1GHz의 주파수 범위를 이용하고 라디오나 TV 등 공중파 방송에 사용되며, 지상 마이크로파는 300~3,000MHz 주파수 영역을 사용하고 유선 설치가 곤란할 때 사용하는데 PCS, 무선 LAN이 대표적이며 광대역, 다중, 장거리 통신이 가능하고 TV공중파 방송, 레이더, 인공위성, 무선 LAN 등에 활용됨. 또한, 위성마이크로파는 정지위성을 사용하는데 국제통신용 1:1, 1:N 통신이 가능하고, 송수신 범위가 넓음. 3~30GHz의 주파수 범위를 이용하며 대용량의 고품질통신이 가능하고 국제전화, TV 공중파 방송 등에 활용

되나 기후에 의한 전송 손실이 발생할 수 있고 정보의 전송 지연이 발생할 수 있는 문제점이 있다.

[그림 2.2.1.] 항공 무선선로 종류



무선통신시스템은 유선통신시스템에 비하여 지형이나 기후조건에 관계없이 전송이 가능하며, 수신 범위가 넓어 많은 사람에게 데이터 전달이 가능하나 수신기만 보유하면 통신감청이 가능하여 보안에도 매우 불리하다. 또한, 시스템 고장빈도가 많고 통신에러 빈도가 높으며 외부 노이즈 영향이 크다.

공항에서 사용 중인 무선통신시스템은 대부분 아날로그 방식 또는 통신 용량이 제한적이다. 또한 음성중심이고 협대역일 뿐만 아니라 상세데이터를 미사용하고 있고 멀티미디어 통신이 곤란함으로 사건현장 실시간 비디오 전송 또는 화상통신에 어려움이 있는 등 데이터용량을 많이 필요로 하는 최신 통신서비스에 많은 제약이 있다. 특히 음성통신의 경우 음성의 불명확으로 인한 의사전달에 오류가 발생할 수 있으며, 장거리 HF통신은 외부혼신의 유입으로 통신의 질이 매우 낮다.

ACARS(Aircraft Communication Addressing & Reporting System) 시스템은 항공기사전출발허가(PDC, Pre Departure Clearance), 디지털공항자동방송(DATIS, Digital Automatic Terminal Information System) 및 항공행정관리통신(AAC, Aeronautical Administrative Communications), 항공운항통제(AOC, Aeronautical Operational Control), 항공여객통신(APC, Aeronautical Passenger Communications) 서비스에 이용된다.

한편, 국제적으로 사용되고 있는 이동전화시스템을 살펴보면 유럽의 GSM 방식, 일본의 PDC방식, 북미의 TDMA방식과 CDMA방식 등 국가별로 여러방식이 사용되고 있다. UN 산하 기구인 국제통신연합(ITU)을 중심으로 세계표준방식을 택하여

전 세계 어디에서나 휴대단말기 하나로 통신을 가능하게 하자는 취지 아래 표준화 작업을 추진하였으나 단일 규격으로는 합의를 보지 못하고 멀티모드규격으로 결정되었다.

라. 항공사별 항공기 탑재 통신 장비 현황

국내 8개항공사에서 보유하고 있는 항공기는 총313대이며, 이중 ACARS를 탑재한 항공기는 총279대로 김포국제공항을 비롯한 국내 7개 공항에서 운용중이고, ADS-B를 탑재한 항공기 총265대와 GATE LINK를 탑재한 항공기 총66대는 인천국제공항에서 운용 중에 있다.

항공사별 항공기 탑재 통신장비 현황은 [표 2.2.3.] 과 같다.

[표 2.2.3.] 항공사별 항공기 탑재 통신장비 현황 (단위 : 대)

항공사	항공기 보유수	항공기 통신장비		
		ACARS	ADS-B	GATE LINK
대한항공	155	155	140	45
아시아나항공	85	84	81	6
제주항공	20	7	6	
진에어	15	15	15	15
에어부산	14	10	9	
이스타항공	12	2	7	
티웨이항공	10	4	7	
에어인천	2	2		
계	313	279	265	66

※ ACARS 서비스 공항 : 인천, 김포, 김해, 제주, 울산, 대구, 광주

※ ADS-B 서비스 공항 : 인천

※ GATE LINK 서비스 공항 : 인천

마. 공항 무선통신용 레이더 현황

지방항공청, 인천국제공항공사 등은 항공기 이·착륙·접근 관제, 공항 내부 이동체 식별 등을 위해 총 243국의 레이더를 운용하고 있다.

[표 2.2.4.] 공항레이더 운용 현황

대역	중심주파수(MHz)	용도	중심주파수 기준 최대 이용 대역폭(MHz)	무선국 수
75MHz	75MHz 등 1파	마커비콘	0.0065	17
108~118MHz	108.1MHz, 109MHz 등 42파	항공무선표지 (ILS/VOR 등)	0.021	57
329~335MHz	329.3MHz, 330.2MHz 등 18파	항공무선표지 (ILS/VOR 등)	0.03	28
960~1215MHz	979, 981MHz 등 79파	항공무선표지 (ILS/VOR 등)	0.7	56
1030MHz	1030MHz 등 1파	2차감시레이더, MLAT	27.7	32
1090MHz	1090MHz 등 1파	2차감시레이더, MLAT, ADS-B	27.7	129
2.7~2.9GHz	2.725GHz, 2.74GHz 등 21파	1차 감시레이더	6	11
9.0~9.2GHz	9.03GHz, 9.11GHz 등 19파	공항지상감시레이더	60	4
9.3~9.45GHz	9.3GHz, 9.42GHz, 9.438GHz 등 3파	공항지상감시레이더	60	2
15.9GHz, 16.4GHz	15.9GHz, 16.4GHz 등 2파	공항지상감시레이더	100	1

항행무선표지, 1·2차 감시레이더 등은 ICAO 권고에 따라 적합하게 운용하고 있으며, 공항지상감시레이더는 9GHz대역을 중심으로 운용 중이나, 제주공항이 레이더 1기를 15GHz대역에서 운용 중이다. 공항지상감시레이더는 ICAO 권고에 포함되지 않았으나, 주요 항공무선헤행시설 법적 근거인 국토부 고시 「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」에는 이용 대역(Ku, K, KA, 필요시 X)을 규정하고 있다. 현재 국내 법령에 따라 X 및 Ku 대역을 이용하고 있어, 향후 수요는 국토부와 협의를 통해 단일 대역으로 유도 검토를 필요로 하고 있다.

바. 공항별 항공사 통신장비 현황

o 업무용 간이 무전기 (Walkie Talkie)보유 현황

국내 8개 항공사에서 보유중인 무전기는 총1,399대로 여객 및 화물처리, 지상조업 업무 등의 용도로 전국 15개 공항에서 운용중이며, TRS는 총 1,542대로 인천국제공항 등 6개 공항에서만 운용중이다.

공항별 항공사 업무용 간이 무전기 보유 현황은 [표 2.2.5.] 과 같다.

[표 2.2.5.] 공항별 항공사 업무용 간이 무전기 보유 현황 (단위 : 대)

공항	대한항공		아시아나		제주항공		진에어		에어부산		이스타		티웨이		에어인천		계		
	무 전 기	T R S																	
인천		619	465			21		76				27	29	15			8	494	766
김포	4	280	160			35	5	40	31		37		25					262	355
김해		190	67			11		11	80									147	212
제주		98	77			9		42	29			40	36					142	189
청주	17		15			3		3			30							62	6
대구	20		23			14							19					62	14
무안	8		15										11					34	-
양양						9												9	-
울산	17		11															28	-
광주	23		35									12						70	-
여수	12		15															27	-
포항	9																	9	-
사천	10		15															25	-
원주	10																	10	-
군산	9										9							18	-
계	139	1,187	898	-	-	93	14	172	140	-	76	67	132	15	-	8		1,399	1,542

o 항공사 VHF 송수신기 (Company Radio) 보유 현황

국내 8개 항공사에서 보유중인 VHF송수신기(Company Radio)는 총53대로 항공기 출발보고, 긴급환자발생보고 등 항공기와 항공사 간 통신용으로 전국 14개 공항에서 운용중이다.

공항별 항공사 VHF송수신기(Company Radio) 보유 현황은 [표 2.2.6.]와 같다.

[표 2.2.6.] 공항별 항공사 VHF송수신기(Company Radio) 보유 현황 (단위 : 대)

공항별	대한항공	아시아나	제주항공	진에어	에어부산	이스타	티웨이	에어인천	계
인천	2	2	1	1		1	1	1	9
김포	2	2	1	1	1	1			8
김해		1	1	1	1				4
제주	1	1	1	1	1	1	1		7
청주	1	1	1	1		1			5
대구	1	1	1				1		4
무안	1	1					1		3
양양									-
울산	1	1							2
광주	1	1					1		3
여수	1	1							2
포항	1								1
사천	1	1							2
원주	1								1
군산	1					1			2
계	15	13	6	5	3	5	5	1	53

사. 공항별 통신장비 현황

o 인천국제공항

- 인천국제공항은 기본적으로 CAT-IIIb 운영을 위한 통신시스템을 갖추고 있으며, ADS-B 시스템 운영으로 이동지역을 운행하는 50대의 지상이동장비와 ADS-B 시스템을 탑재한 265대의 국적항공기 및 외국항공기에 서비스 제공하고 있다.
- Air Side 통제 및 공항시설관리를 위하여 다른 공항에서는 일반 무전기를 사용하는 것과 달리 2,696대의 TRS를 사용하고 있으며, 기상시설로 AMOS외에 기상레이더(TDWR) 및 저고도돌풍경보장치(LLWAS) 가 운영되고 있고, ACARS 시스템을 탑재한 279대의 국적항공기 및 외국항공기에 ACARS 서비스를 제공하고 있다.
- 항공기에 매뉴얼 정보 업로드 등을 위하여 인천국제공항당국에서 제공하는WiFi 시스템을 이용하여 GATE LINK 서비스를 제공함으로써 GATE LINK시스템을 탑재한 66대의 국적항공기 및 외국항공기에 통신서비스를 제공하고 있음.
- 인천국제공항의 무선통신시스템 운영 현황은 [표 2.2.7.]과 같다.

[표 2.2.7.] 인천국제공항의 무선통신시스템 운영 현황

용도별	시설명	형식	수량(대)	출력(W)	주파수(MHz)	제작사	설치년도	관리주체	
항공관제용	관제통신(ATIS포함)	VHF 송신기	PAE-5325	14	25	118.2외 6중	PAE	1996	공사
			PAE-5350	16	50	128.2외 7중	PAE	1996	공사
			OTE-D100	8	25	118.8외 3중	OTE	2008	공사
				4	50	128.650외 1중	OTE	2008	공사
		VHF 수신기	PAE-5000	30	-	118.2외 10중	PAE	1996	공사
			OTE-D100	12	-	118.8외 6중	OTE	2008	공사
		UHF 송신기	PAE-5425	2	25	231.8	PAE	1996	공사
			PAE-5450	10	50	230.25외 8중	PAE	1996	공사
			OTE-D100	4	25	226.9외 1중	OTE	2008	공사
				2	50	344.2	OTE	2008	공사
	UHF 수신기	PAE-5000	12	-	231.8외 5중	PAE	1996	공사	
		OTE-D100	6	-	2236.9외 2중	OTE	2008	공사	
	ADS-B	차량국	Mosquito	50	50	1090	Thales	2008	공사
공항관리용	Air Side 통제 및 공항시설 관리	TRS	23K0D7W GMTX4322A	2,696	1,3	851,384외 10중	Motorola	2007 ~ 2008	파워텔
항공사업무용	업무용 간이 무전기	TRS	MTP-850	766	1	383.9375 등	Motorola	2007	항공사
		무전기	GP-328	494	4	446.0125 등	Motorola	2010	항공사
	Company Radio	VHF송 수신기	5325/5100	9	25	124.35 등	PAE	1997	항공사

o 김포국제공항

- 김포국제공항은 기본적으로 CAT-Ⅲa 운영을 위한 통신시스템을 갖추고 있음. 우리나라의 ACARS시스템 센터를 운영하고 있으며, 전국 7개 공항에서 ACARS서비스를 할 수 있는 기반을 제공하고 있다. ACARS시스템을 탑재한 279대의 국적항공기 및 외국항공기에 ACARS서비스를 제공하고 있다.
- 인천국제공항과는 달리 Air Side 통제를 위하여 VHF/FM 무전기 47대와 공항시설관리를 위하여 UHF/FM 무전기 255대를 사용하고 있다. 국내에서 유일하게 HF통신시설을 갖추고 있어 항공기의 장거리통신서비스를 제공하고 있다.
- 김포국제공항의 무선통신시스템 운영 현황은 [표 2.2.8.]와 같다.

[표 2.2.8.] 김포국제공항의 무선통신시스템 운영 현황

용도별	시 설 명	형식	수량 (대)	출력 (W)	주파수 (MHz)	제작사	설치 년도	관리 주체			
항공관제용	관제통신 (ATIS포함)	VHF송신기	B6350	28	25	118.1 등	PAS	2011	공사		
		VHF수신기	B6100	28	-	118.1 등	PAS	2011	공사		
		UHF송신기	B6450	8	25	233.3 등	PAS	2011	공사		
		UHF수신기	B6200	8	-	233.3 등	PAS	2011	공사		
공항공관제용	레이더	Micro Wave	AL23F	2	0.03	22.7GHz 등	Alcoma	2011	공사		
		Air Side 통제 (VHF/FM)	휴대국	GP328+	42	4.8	170.0125 등	Motorola	2013	공사	
공항공관제용	공항공관제용	기지/고청국	M8668 GM3688	5	25	170.0125 170.025	Motorola	2012	공사		
		공항공관제용	공항공관제용	차량국	GM3688외	56	10	170.0125 등	Motorola	2003외	공사
				휴대국	P8268	132	4	451.150 등	Motorola	2013	공사
				기지국(중계기)	R8200	5	10	451.150 등	Motorola	2012	공사
				차량국	M8668외	62	10	456.150 등	Motorola	2003외	공사
항공사업무용	업무용 간이 무전기	TRS	MPT-850	355	1	383.9375 등	Motorola	2007	항공사		
		무전기	GP-328	262	4	446.0125 등	Motorola	2010	항공사		
		Company Radio	VHF 송수신기	T6TR	8	25	131.15 등	PAE	2010	항공사	

o 김해국제공항

- 김해국제공항은 기본적으로 CAT- I 운영을 위한 통신시스템을 갖추고 있음. 기상 시설로 AMOS 외에 WP(Wind Profiler)가 운영되고 있으며, ACARS 서비스도 제공되고 있다.
- 김해국제공항의 무선통신시스템 운영 현황은 [표 2.2.9.]과 같다.

[표 2.2.9.] 김해국제공항의 무선통신시스템 운영 현황

용도별	시 설 명	형식	수량 (대)	출력 (W)	주파수 (MHz)	제작사	설치 년도	관리 주체				
항공관제용	관제통신 (ATIS포함)	VHF송신기	PAE 5325	6	25	118.1외 9종	PAE	2002	공사			
			T6T	4			PAE	2006				
			OTE-DT100	10			SELEX	2014				
		VHF수신기	PAE 5100	6	-	118.1외 9종	PAE	2002	공사			
			T6R	4			PAE	2006				
			OTE-DRR100	10			SELEX	2014				
		UHF송신기	PAE 5425	4	25	233.3외 7종	PAE	2002	공사			
			T6T	2			PAE	2006				
			OTE-DT100	10			SELEX	2014				
		UHF수신기	PAE 5200	4	-	233.3외 7종	PAE	2002	공사			
			T6R	2			PAE	2006				
			OTE-DT100	10			SELEX	2014				
공항공관제용	레이더	Micro Wave	XP-4	1	0.08	19.245GHz등	Digital MW	2003	공사			
		Air Side 통제 (VHF/FM)	차량국	VX-4204	7	10	138~174	버텍스	06,09,10	공사		
				VX-2500V	4	10		베리텍	06,08			
				MD788	6	10		하이테라	13			
				XiR-M8668	5	10		Motorola	11,13,15			
		휴대국	VX-829	6	4.8	138~174	버텍스	10,11	공사			
			X1p	10	4.8		하이테라	13				
		공항공관제용	공항공관제용	차량국	VX-4207	12	10	403~470	버텍스	06,09,10	공사	
					VX-2500U	3	10		403~470	베리텍		06,08
					XiR-M8668	3	10			Motorola		13,15
				휴대국	VX-824	3	4	403~470	버텍스	10,11	공사	
					X1p	4	4		하이테라	13		
XiR-P6620	61				4	Motorola	15					
항공사업무용	업무용 간이 무전기	TRS	MTP-850	212	1	383.9375등	Motorola	2007	항공사			
		무전기	GP-328	147	4	446.0125등	Motorola	2010	항공사			
		Company Radio	VHF 송수신기	6K00-A3EJN	4	25	129 등	PAE	2009	항공사		

○ 제주국제공항

- 제주국제공항은 기본적으로 CAT-II 운영을 위한 통신시스템을 갖추고 있다. 기상시설로 AMOS 외에 LLWAS 시스템이 운영되고 있으며, ACARS 서비스도 제공되고 있다.
- 제주국제공항의 무선통신시스템 운영 현황은 [표 2.2.10.]와 같다.

[표 2.2.10.] 제주국제공항의 무선통신시스템 운영 현황

용도별	시 설 명	형식	수량 (대)	출력 (W)	주파수 (MHz)	제작사	설치 년도	관리 주체	
항공관제용	관제통신 (ATIS포함)	VHF송신기	TS-4910	20	25	118.100 외 9Ch.	BECKER	2004	공사
		VHF수신기	RS-4910	20	-	118.100 외 9Ch.	BECKER	2004	공사
		UHF송신기	TS-3930	10	25	236.600 외 4Ch.	BECKER	2004	공사
		UHF수신기	RS-3930	10	-	236.600 외 4Ch.	BECKER	2004	공사
	레이더	Micro Wave	MW	2	0.06	18GHz대	장산IT	2007	공사
공항관리용	Air Side 통제 (VHF/FM)	차량국	PM-100등	20	20	169.45 등	UNIMO외 2	2001	공사
		휴대국	MZ-100등	43	4			2007	공사
	공항시설 관리 (UHF/FM)	차량국	IC-F210등	21	20	456.15 등	ICOM외 2	2001	공사
		휴대국	MZ-400등	74	4			2006	공사
항공사업무용	업무용 간이무전기	TRS	MPT-850	189	1	383.9375 등	Motorola	2007	항공사
		무전기	GP-328	142	4	446.0125 등	Motorola	2010	항공사
	Company Radio	VHF송수신기	5325/5100	7	25	124.35 등	PAE	1997	항공사

○ 청주국제공항

- 청주국제공항은 기본적으로 CAT-I 운영을 위한 통신시스템을 갖추고 있다.
- 청주국제공항의 무선통신시스템 운영 현황은 [표 2.2.11.]와 같다.

[표 2.2.11.] 청주국제공항의 무선통신시스템 운영 현황

용도별	시 설 명	형식	수량 (대)	출력 (W)	주파수 (MHz)	제작사	설치 년도	관리 주체	
항공관제용	VHF송신기	PAE 5325	4	10/25	118.7외 1중	PAE	1999	공사	
		MARU-510VT	2	25	128.85	KAC	2010	공사	
	VHF수신기	PAE 5100	4		118.7 외 1중	PAE	1999	공사	
		MARU-510VR	2		128.85	KAC	2010	공사	
	UHF송신기	MARU-510UT	2	25	305.5	KAC	2010	공사	
	UHF수신기	MARU-510UR	2		305.5	KAC	2010	공사	
공항관리용	공항시설 관리 (UHF/FM)	차량국	8K50F3EJN	4	10	451.15(RX) 456.15(TX) 456.225	Motorola	2006	공사
		휴대국	8K50F3EJN	20	4	451.15(RX) 456.15(TX) 456.225	Motorola	2006	공사
항공사업무용	업무용 간이무전기	TRS	MPT-850	6	1	383.9375 등	Motorola	2007	항공사
		무전기	GP-328	62	4	446.0125 등	Motorola 등	2010	항공사
	Company Radio	VHF송수신기	T6TR	5	25	131.15 등	PAE	2010	항공사

o 대구국제공항

- 대구국제공항은 기본적으로 CAT-I 운영을 위한 통신시스템을 갖추고 있으며, ACARS 서비스(PDC제외)도 제공되고 있다.
- 대구국제공항의 무선통신시스템 운영 현황은 [표 2.2.12.]와 같다.

[표 2.2.12.] 대구국제공항의 무선통신시스템 운영 현황

용도별	시설명	형식	수량(대)	출력(W)	주파수(MHz)	제작사	설치년도	관리주체	
항공관제용	VHF송신기	5325M	4	10	118.2외 1종	PAE	1999	공사	
		MARU-510VT	2	25	126.75	KAC	2010	공사	
	VHF수신기	5100M	4	-	118.2외 1종	PAE	1999	공사	
		MARU-510VR	2	-	126.75	KAC	2010	공사	
	UHF송신기	MARU-510UT	2	25	240.65	KAC	2012	공사	
	UHF수신기	MARU-510UR	2	-	240.65	KAC	2012	공사	
	이동형 VHF송수신기	FSM71M	1	6	118.20 120.25 1277.65	독일	2004	공사	
공항시설관리(UHF/FM)	차량국	UM-400K	1	10	456.150 456.225	유니모 테크놀로지	2011	공사	
	기지국	VX-2500U	1	10	"	HK	2013	공사	
	휴대국	GM(P)-300	3	4	"	Motorola	2009	공사	
		GM(P)-2100	20	4	"	"	2009	공사	
	AH-203N	5	4	200 대역	에어텍	2009	공사		
항공사업무용	업무용 간이 무전기	TRS	MPT-850	14	1	383.9375 등	Motorola	2007	항공사
		무전기	GP-328	62	4	446.0125 등	Motorola	2010	항공사
	Company Radio	VHF송수신기	T6TR	4	25	131.15 등	PAE	2010	항공사

o 무안국제공항

- 무안국제공항은 기본적으로 CAT-I 운영을 위한 통신시스템을 갖추고 있다.
- 무안국제공항의 무선통신시스템 운영 현황은 [표 2.2.13.]와 같다.

[표 2.2.13.] 무안국제공항의 무선통신시스템 운영 현황

용도별	시설명	형식	수량(대)	출력(W)	주파수(MHz)	제작사	설치년도	관리주체	
항공관제용	관제통신(ATIS포함)	VHF송신기	T6T	10	10 25(atis)	118.250외 4종	PAE	2005	공사
		VHF수신기	T6R	10	-	118.250외 4종	PAE	2005	공사
		UHF송신기	PAE B5425	8	10 25(atis)	243.000외 3종	PAE	2005	공사
		UHF수신기	PAE B5425	8	-	243.000외 3종	PAE	2005	공사
공항관리용	Air Side 통제(VHF/FM)	기지국	GM-3688 등	2	10	170.0125	Motorola	2012	공사
		차량국	GM-950I 등	16	10	170.0125	Motorola	2011-2013	공사
		휴대용	GP-3188 등	13	4.8	170.0125	Motorola	2006-2012	공사
	공항시설관리(UHF/FM)	기지국	GM-3688	1	10	451.150외 2종	Motorola	2014	공사
이동중계국		GM-3688	1	10	456.150외 1종	Motorola	2013	공사	
차량국		GM-950I 등	16	10	451.150외 2종	Motorola	2011-2013	공사	
휴대용		GP-328PLUS	22	4	451.150외 2종	Motorola	2006-2014	공사	
항공사업무용	업무용 간이 무전기	무전기	GP-28	34	4	446.0125 등	Motorola	2010	항공사
		Company Radio	VHF송수신기	T6TR	3	25	131.15 등	PAE	2010

o 양양국제공항

- 양양국제공항은 기본적으로 CAT- I 운영을 위한 통신시스템을 갖추고 있으며, 기상시설로 AMOS 외에 LLWAS 시스템이 운영되고 있다.
- 양양국제공항의 무선통신시스템 운영 현황은 [표 2.2.14.]과 같다.

[표 2.2.14.] 양양국제공항의 무선통신시스템 운영 현황

용도별	시 설 명	형식	수량 (대)	출력 (W)	주파수 (MHz)	제작사	설치 년도	관리 주체		
항공관제용	관제통신	송신기	TA-7425	1CH (2대)	10	118.85	JOTRON	2001 (2002)	서항청	
			1CH (2대)	25	121.50					
			1CH (2대)	10	123.15					
		수신기	RA-7202	2대	-	118.85				
			2대	-	121.50					
			2대	-	123.15					
	송신기	PAE5325B	1CH (2대)	10	124.375	PAE	2003	서항청		
		수신기	PAE5100	2대	-					
	송신기	TA-9001C	1CH (2대)	10	240.40 243.00	JOTRON	2001 (2002)	서항청		
			1CH (2대)	25						
		수신기	RA-9201C	2대					-	
	공항관리용	Air Side 통제 (VHF/FM)	기지국	GM-3688	1대	20	170.0125	Motorola	2008	서항청
GM950+				1대	10	-			공사	
차량국			GM3688	6대	10	2003(2대)			2011 2014	공사
						2007(2대)				
						-				
						-				
		-								
휴대국		GP2100	1대	5	2006			2002	공사	
					2007					
휴대국 (협력사)		GP3188	2대	7대	2008			2008		
					2008					

용도별	시 설 명	형식	수량 (대)	출력 (W)	주파수 (MHz)	제작사	설치 년도	관리 주체			
항공관제용	공항시설 관리 (UHF/FM)	중계국	GM3688	2대	10	456.15/ 456.225	Motorola	2007	공사		
		기지국	GM3688	2대	10			2007	공사		
		차량국	GM3688	11대	10		Motorola	2007 2008 2011 2014	공사		
								GM950i		1대	2002
								GM3188		2대	2006
		휴대국 (공사)	GP328+	10대	4.8		Motorola	2008	공사		
								GP3188		1대	2008
		휴대국 (협력사)	GP3188	24대	4		Motorola	2008	공사		
								GP300		5대	1996 1997
		항공사업무용	업무용 간이 무전기	무전기	GP-28	9	4	446.0125 등	Motorola	2010	항공사

○ 울산공항

- 울산공항은 기본적으로 CAT-I 운영을 위한 통신시스템을 갖추고 있으며, 기상시설로 AMOS 외에 WP(Wind Profiler) 시스템이 운영되고 있고, ACARS 서비스도 제공되고 있다.
- 울산공항의 무선통신시스템 운영 현황은 [표 2.2.5.]과 같다.

[표 2.2.15.] 울산공항의 무선통신시스템 운영 현황

연도	시 설 명	형식	수량 (대)	출력 (W)	주파수 (MHz)	제작사	설치 년도	관리 주체
연간	관제통신 (ATIS포함)	VHF송신기	2	25	118.75외 5종	JOTRON	2003	공사
		PAE T6T	2	25	118.75외 5종	PAE	2007	
		MARU510VT	4			공사	2011	
		VHF수신기	2	-	118.75외 5종	JOTRON	2003	공사
		PAE T6R	2	-	118.75외 5종	PAE	2007	
		MARU510VR	4			공사	2011	
		UHF송신기	2	25	232.40외 5종	JOTRON	2003	공사
		PAET6T	2	25	232.40외 5종	PAE	2007	
		MARU510UT	4			공사	2011	
		UHF수신기	2	-	232.40외 5종	JOTRON	2003	공사
		PAET6R	2	-	232.40외 5종	PAE	2007	
		MARU510UR	4			공사	2011	
연간	Air Side 통제 (VHF/FM)	차량국	14	10	170.0125	연화엠텍	2013	공사
		휴대국 (기지국)	10	5	170.0125	연화엠텍	2013	공사
	공항시설 관리 (UHF/FM)	차량국	6	10	456.150	연화엠텍	2011	공사
		휴대국 (기지국)	16	5	456.150	연화엠텍	2011	공사
연간	업무용 간이 무전기	무전기	28	4	446.0125 등	Motorola	2010	항공사
	Company Radio	VHF송수신기	2	25	131.15 등	PAE	2010	항공사

○ 광주공항

- 광주공항은 기본적으로 CAT-I 운영을 위한 통신시스템을 갖추고 있으며, ACARS 서비스(PDC제외)도 제공되고 있다.
- 광주공항의 무선통신시스템 운영 현황은 [표 2.2.16.]과 같다.

[표 2.2.16.] 광주공항의 무선통신시스템 운영 현황

연도	시 설 명	형식	수량 (대)	출력 (W)	주파수 (MHz)	제작사	설치 년도	관리 주체		
연간	관제통신 (ATIS포함)	VHF송신기	4	25/15/10/10	124.0외 3종	KAC	2010	공사		
		T6T	1	10	128.875	PAE	2006	공사		
		VHF수신기	4	-	124.0외 3종	KAC	2010	공사		
		T6R	1	-	128.875	PAE	2006	공사		
		UHF송신기	1	10	234.7	PAE	2006	공사		
		UHF수신기	1	-	234.7	PAE	2006	공사		
		연간	공항시설 관리 (UHF/FM)	기지국	1	10	456.150(TX) 451.150(RX)	Motorola	2003	공사
				차량국	7	10	456.150(TX) 451.150(RX)	Motorola	2013	공사
				휴대국	18	4.8/4	456.150(TX) 451.150(RX)	Motorola	2004	공사
				업무용 간이 무전기	무전기	70	4	446.0125 등	Motorola	2010
연간	Company Radio	VHF송수신기	3	25	131.15 등	PAE	2010	항공사		

o 여수공항

- 여수공항은 기본적으로 CAT-I 운영을 위한 통신시스템을 갖추고 있으며, 기상시설로 AMOS 외에 WP(Wind Profiler) 시스템이 운영되고 있다.
- 여수공항의 무선통신시스템 운영 현황은 [표 2.2.17.]와 같다.

[표 2.2.17.] 여수공항의 무선통신시스템 운영 현황

용도별	시설명		형식	수량(대)	출력(W)	주파수(MHz)	제작사	설치년도	관리주체
항공관제용	관제통신(ATIS포함)	VHF송신기	6K00A3EJN	5	20	121.5외 4중	JOTRON	2003	공사
				1	25	128.275	KAC	2012	
				5	20	121.5외 4중	JOTRON	2003	
				1	25	128.275	KAC	2012	
				4	20	243.0외 3중	JOTRON	2003	
				4	20	243.0외 3중	JOTRON	2003	
공항관리용	Air Side 통제(VHF/FM)	기지국	8K50F3E	1	20	170.0125	㈜마그나박스 Motorola	1994~2015	공사
		육상이동국		28	10 5				
	공항시설관리(UHF/FM)	기지국	8K50F3E	1	10	456.150			
		육상이동국		34	10 4.8				
항공사업무용	업무용간이무전기	무전기	GP-328	27	4	446.0125 등	Motorola	2010	항공사
	Company Radio	VHF송수신기	T6TR	2	25	131.15 등	PAE	2010	항공사

o 포항공항

- 포항공항은 기본적으로 정밀운영을 위한 통신시스템을 갖추고 있다.
- 포항공항의 무선통신시스템 운영 현황은 [표 2.2.18.]와 같다.

[표 2.2.18.] 포항공항의 무선통신시스템 운영 현황

용도별	시설명		형식	수량(대)	출력(W)	주파수(MHz)	제작사	설치년도	관리주체
항공관제용	관제통신(ATIS포함)	VHF송신기	PAE5325 외 1종	6	25	118.05외 2중	PAE	1999	공사
		VHF수신기	PAE 5100M	4	-	118.05외 1중	PAE	1999	공사
		UHF송신기	TA-7425	2	25	317.375	JOTRON	2003	공사
		UHF수신기	-	-	-	-	-	-	-
		Air Side 통제(VHF/FM)	차량국	GM-950i 외 2종	5	10	170.0125외 1중	Motorola	1996
공항관리용	Air Side 통제(VHF/FM)	휴대국	GP-308 외 1종	7	5	170.0125외 1중	Motorola	1994	공사
		차량국	-	-	-	-	-	-	
	공항시설관리(UHF/FM)	휴대국	SP-7400	6	5	456.150	MAXON	2011	공사
		업무용간이무전기	무전기	GP-328	9	4	446.0125 등	Motorola	2010
항공사업무용	Company Radio	VHF송수신기	T6TR	1	25	131.15 등	PAE	2010	항공사

o 사천공항

- 사천공항은 기본적으로 비정밀운영을 위한 통신시스템을 갖추고 있다.
- 사천공항의 무선통신시스템 운영 현황은 [표 2.2.19.]과 같다.

[표 2.2.19.] 사천공항의 무선통신시스템 운영 현황

용도	시 설 명	형식	수량 (대)	출력 (W)	주파수 (MHz)	제작사	설치 년도	관리 주체	
항공관제용	VHF송신기	PAE 5325	4	25	126.2 134.1	PAE	1998	공사	
	VHF수신기	PAE5100M	4	-	126.2 134.1	PAE	1998	공사	
항공관리용	기지국	VX-2500VR-V04	1	10	170.025	Motorola	2006	공사	
			차량국	1	10	170.025	Motorola	2006	공사
	이동국	ATS-100R-V050	3	4.8	170.025	에어테크	2006	공사	
		XiR P6620	3	4.8	170.025	Motorola	2014	공사	
	공항시설 관리 (UHF/FM)	휴대국	PF-400NW	2	4	444.025~ 444.125 (0.025MHz 간격)	유니모	2005	공사
			ATS-400CR-V050	4	4.8	400 D-대역 (11파)	에어테크	2006	공사
XiR P6620			6	4.8	456.150	Motorola	2014	공사	
항공사업무용	업무용 간이 무전기	무전기 GP-328	25	4	446.0125 등	Motorola	2010	항공사	
	Company Radio	VHF송수신기 T6TR	2	25	131.15 등	PAE	2010	항공사	

o 원주공항

- 원주공항은 기본적으로 정밀운영을 위한 통신시스템을 갖추고 있다.
- 원주공항의 무선통신시스템 운영 현황은 [표 2.2.20.]과 같다.

[표 2.2.20.] 원주공항의 무선통신시스템 운영 현황

용도	시 설 명	형식	수량 (대)	출력 (W)	주파수 (MHz)	제작사	설치 년도	관리 주체	
항공관제용	관제통신 (ATIS포함)	VHF송신기	TA7410	2	10	118.325	Jotron	1999	공사
		VHF수신기	RA7202	2	-	118.325	Jotron	1999	공사
공항시설 관리 (UHF/FM)	차량국	GM3688	2	10	456.225	Motorola	2012	공사	
		휴대국	GP318 SMP418	14	4	456.225	Motorola	2004	공사
항공사업무용	업무용 간이 무전기	무전기 GP-328	10	4	446.0125 등	Motorola	2010	항공사	
	Company Radio	VHF송수신기 T6TR	1	25	131.15 등	PAE	2010	항공사	

o 군산공항

- 군산공항은 기본적으로 CAT-I 운영을 위한 통신시스템을 갖추고 있다.
- 군산공항은 무선통신시스템 운영 현황은 [표 2.2.21.]와 같다.

[표 2.2.21.] 군산공항의 무선통신시스템 운영 현황

영도별	시설명		형식	수량(대)	출력(W)	주파수(MHz)	제작사	설치년도	관리주체
공항관리용	공항시설관리(UHF/FM)	휴대국	8K50F3E	6	4.0	456.150	유니모	2007	공사
		휴대국	8K50F3E	8	4.8	456.150	유니모	2012	공사
항공사업무용	업무용간이무전기	무전기	GP-328	18	4	446.0125	Motorola	2010	항공사
	Company Radio	VHF송수신기	T6TR	2	25	131.15 등	PAE	2010	항공사

제 3 절 국내 항공 관련 산업계의 개발 현황

가. 4차 산업혁명에 따른 항공산업의 변화

글로벌 항공산업은 4차 산업혁명 시대를 맞아 IoT, AI 등을 기반으로 항공산업 제조기반과 결합하면서 빠르게 변화중이다. 항공기는 자동차, 선박과 함께 중요한 mobility 플랫폼으로 진화중이며, 향후 개인용 비행기(PAV) 등 항공기는 자율주행차, 스마트 선박 등과 연계 통합된 mobility 솔루션으로 발전 할 가능성이 크다.



[그림 2.3.1.] 4차 산업혁명시대의 항공산업 변화 전망

o 기술 측면 - 친환경·스마트화

종전에는 장거리, 대량수송 중심의 대형 항공기 플랫폼 개발, 즉 엔진의 추력 및 운항거리 향상, 신뢰성 확보 등이 주력이었으나, 향후 친환경·스마트화된 항공기 플랫폼 혁신이 중요해지고 있다. 구체적으로는 엔진에서는 고효율 엔진, 하이브리드형 엔진, 전기추진 방식 등으로 진화를 할 예정이며, 항공전자 분야에서는 센서, 무선 통신 네트워크 등 connectivity 확산, 비행제어 및 항법 고도화 기술이 발전될 예정이다. 또한, 탄소복합재 및 타이타늄 등 경량 신소재 개발로부터 친환경(저소음, 저공해) 및 무인화 기술이 종합적으로 구현될 예정이다.

o 시장 측면 - 새로운 시장의 출현, 글로벌 supply chain 재편

종전에는 글로벌 메이저 기업 중심으로 독과점적 항공기, 부품 시장이 형성되어

대규모 운송(Hub-to-Hub) 중심의 정형화된 완제품 시장, 소수 OEM 중심의 수직, 계층적 supply chain이 구축되었다. 그러나 향후 드론, PAV등 신시장과 새로운 틈새시장 출현이 예상되며 글로벌 부품시장(공급망)도 재편될 전망이다.

신시장으로 드론, PAV등이 새로운 mobility 플랫폼으로 대두되며, 엔지 MRO 서비스 등 제품과 결합한 다양한 비즈니스 모델들이 아래 예시와 같이 확산될 예정이다.

- 드론 : 재난대응·안전, 농·임업, 인프라관리, 토목·건축 등 서비스 제공
- PAV : 자율비행 기반의 개인 맞춤형 이동(on demand mobility) 서비스 제공
- 엔진 MRO : 수명주기 정비(MRO시장의 40%) -> 예측정비, 최적운항 솔루션 확산 등
- 또한, ICT 기술과 융합된 스마트 캐빈, 유인기의 무인화 시장 등이 출현될 전망이며, OEM의 전략적 선택(구매선 다변화 등), RSP 방식의 보편화 등 새로운 supply chain 형성이 예상

o 생태계 측면 - 생태계 융합 촉진, 생산시스템 혁신

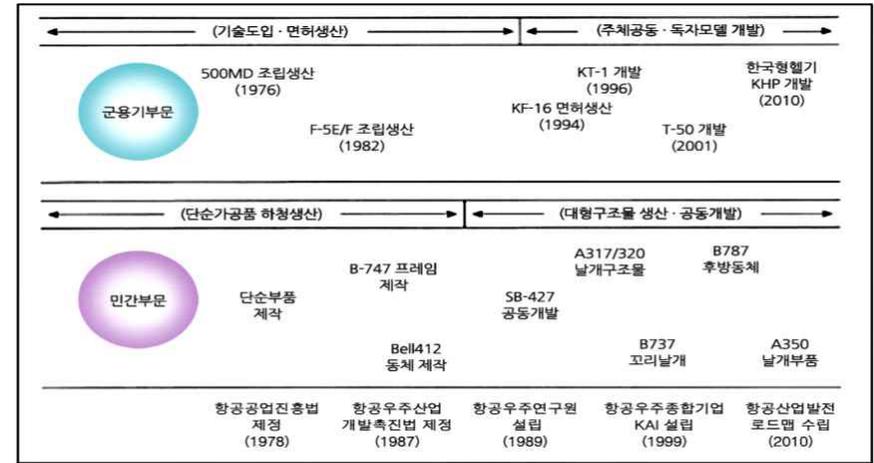
중전에는 항공산업내에 거대기업화, 대규모 생산시스템으로 경쟁력을 확보해 온 폐쇄적 생태계였다면 향후 4차 산업혁명에 대응하기 위한 생태계 융합 및 유연생산 방식이 확산 될 예정이다. 즉, ICT와 다양한 서비스 등 이중 생태계간 융합이 촉진 될 것이고, 품질 및 생산성 향상, 비용 절감을 위해 스마트공장, 3D 프린팅, CPS(cyper-physical system)설계 등 새로운 생산기법이 확산 될 예정이다.

나. 시대별 국내 항공 개발 산업 동향

o 초기 50, 60년대

우리나라의 항공기산업은 한국전쟁 중이던 1951년에 태동 하였다. 이전까지 미 공군에 의존하던 창정비(overhaul)를 국내에서 독자적으로 수행하게 되면서 항공기술의 축적이 시작된 시점이기 때문이다. 1960년대까지는 대부분 군용기에 대한 일 반정비, 검사수리, 엔진창정비 등이 중심이었으며, 부분적으로 부품을 제작하거나 기초소재 등을 제작하여 자체적으로 조달하는 수준이었다. 그러나 1962년 당시 진해에 있던 제81항공 수리창이 대구공군기지로 이전하면서 창정비 작업이 본격화 되었으며, 주한 미군의 군용기에 대한 창정비를 주문받게 됨으로써 국제수준의 정

비능력을 인정을 받게 되었다. 기체부문의 조립제작은 1954년 부활호를 시작으로 1963년 북좌클라이더. 1972년 PL-2(새매호) 등을 통해 시도되었으나 모두 조립수준으로 머물렀다. 다만, 완제품 조립과정을 통해 부분적인 설계 및 제작기술이 습득 되었다는 점에서 의의가 있다.



[그림 2.3.2.] 국내 항공기 산업의 연대별 발전과정

o 1970년대: 항공기 조립기술의 도입

1970년대 들어 우리나라의 항공기술은 정비단계를 벗어나 조립생산의 단계로 접어들었다. 이전까지는 항공기술의 축적은 군용기에 대한 창정비에 집중되어 있었다. 1978년에는 항공공업진흥법의 제정을 계기로 정부의 산업육성정책이 수립되었다. 이를 계기로 미국의 휴즈사(Hughes)로부터 다목적 군용헬기인 500MD의 면허생산을 받아 조립생산이 시작되었다. 대한항공(주)은 1999년까지 모두 308대를 생산하였다. 공군에 비해 기술적으로 낙후되어 있던 민간부문에서는 1979년부터 대한항공(주)이 미 공군의 전투기 F-4의 정비를 수주 받음으로써 현대적 의미의 정비서비스 시장이 비로소 형성되기 시작했다.



[그림 2.3.3.] 국내 최초의 군용기 500MD

o 1980년대: 면허생산을 통한 산업의 정착

우리나라 항공기생산의 출발점이 된 500MD헬기의 조립생산에 이어 1980년대 들어서면서 전투기의 면허 생산이 시작되었다. 당초 FX계획으로 명명된 이 프로젝트는 1982년 제1호기가 시험비행에 성공하였으며, ‘제공호’로 명명되어 최초의 국산전투기로 탄생하였다. 한편 엔진부문에서도 군용제트엔진의 창제비와 F5-E/F 전투기용 제트엔진에 대한 GE의 면허생산을 시작하여 일부부품의 국산화가 이루어졌다. 한편, 정부는 항공기산업의 성장잠재력과 인공위성개발의 필요성에 따라 항공기산업에 우주부문을 추가하여 항공우주산업의 개념을 정립하였다. 이에 따라 1987년에는 기존의 항공공업진흥법을 폐지하고, 항공우주산업개발 촉진법을 제정함으로써 항공우주분야가 독자적인 산업으로 발전할 수 있는 제도적 기반이 마련되었다. 이 기간 동안 항공우주산업 육성을 위한 기본계획수립, 범부처 정책조정을 위한 항공우주산업 정책심의위원회 설립 등이 이루어졌다. 1989년에는 항공우주산업과 과학분야의 연구개발을 담당하는 국가연구기관으로 한국항공우주연구원(KARI)이 설립되었다.

o 1990년대: 독자모델의 군용기 개발

그동안 축적된 항공기술을 기반으로 1990년대에 들어 독자모델의 항공기개발이 본격화되었다. 대표적인 성과로는 KTX로 명명된 국책사업으로 추진된 군용훈련기

KT-1 개발이다. 이 기종은 훈련기 및 저속통제기에 대한 공군소요를 충족하고 독자설계능력의 기반을 구축하기 위해 독자적으로

개발된 기본훈련기다. 우리나라 공군에 85대가 납품된 이외에도 인도네시아 등에 판매됨으로써 국제적으로 성능을 인정받았다. 기본훈련기 H발에 이어 두 번째로 훈련기 KTX-2의 개발이 추진되었다. 종합항공기 제작사인 한국 항공우주산업(주)(KAI)이 미국의 록히드마틴(Lockheed Martin)사와의 기술제휴로 개발 하였으며, 국내의 삼성항공, 대한항공, 대우중공업, LG넥스원(주) 등이 참여하였다. 개발에 성공한 국내 최초의 초음속비행기인 T-50고등훈련기는 2001년 시험비행에 이어 2005년 양산체제가 구축되었다<sup>21)</sup> 이를 계기로 우리나라는 세계 12번째로 초음속항공기 개발에 성공한 국가가 되었다. 2011년 인도네시아에 대한 수출을 계기로 해외 시장진출을 시작하였다.

한편 전투기부문에서는 미국과의 면허생산방식의 협력사업이 추진되었다. 차세대 전투기사업으로 알려진 KFP사업이 1991년부터 시작되어 KF-16이라는 명칭으로 1998년까지 완제기와 조립생산, 면허생산 등의 방식으로 모두 120대가 생산되었다. KF-16 전투기사업은 그동안 항공기산업이 구축해온 500MD헬기와 F-SE/F계공호 제작 등을 통해 습득된 핵심기술이 후속사업인 T-50개발로 이어지게 되었다는 점에서 의의가 있다.

헬리콥터부문에서는 MD-500 조립생산의 후속사업으로 중형헬기개발에 연이어 성공 하였다. 한국형 경량헬기개발사업인 KLH사업, 한국형 다목적헬기개발사업인 KMH사업, 이를 대폭 개선한 한국형헬기사업 KHP사업 등이 대표적이다. KHP사업으로 개발된 첫 한국형기동헬기(KUH) 수리온은 2010년 초도비행에 성공하였으며, 2012년부터 500MD를 대체하여 육군에 인도되었다.

o 1990년대: 독자모델개발과 산업구조개편

우리나라의 민간항공기 개발은 1990년대 들면서 경비행기를 중심으로 뒤늦게 시작되었다. 1980년대에 민간부문에서 대한항공의 초경량비행기 개발이 있기는 했으나 실험적 성격의 시도에 머물렀다. 정부로부터 공식인증을 받은 최초의 민간 항공기는 1991년 개발이 완료되어 최초비행이 이루어진 5인승의 다목적 경비행기인 창공 91이다. 이 독자모델의 개발은 대한항공(주)에 의해 주도되었다. 당시 개발을 위



[그림 2.3.4.] 국내 최초 독자모델 기동헬기 수리온과 최초 경비행기 창공-91

해 설립된 항공우주연구조합에는 한국화이바(주), 삼선공업이 참여하여 각각 부품 개발을 담당했다. 경제성이 미흡하여 개발·제작이후 양산으로 이어지지는 못하였다. 한편, 군용헬기의 정비와 면허생산으로 축적된 기술을 기반으로 민간용 헬기부문에서도 독자모델 개발이 시도되었다. 1996년 삼성항공(주)(현 KAI로 통합)은 미국의 벨사(Bell)와 8인용 쌍발 경헬기인 SB427의 공동개발을 추진하여 미얀마 등 해외에 일부판매 하였으나 세계시장의 진입에는 실패하였다.

우리나라의 항공기산업은 1990년대 말 합병을 통해 종합제작사인 한국항공우주산업(주)(KAI)을 중심으로 재편되었다. 이에 앞서 1992년 한·중 수교로 인한 경제협력의 일환으로 중국과 100인승 급의 중형여객기 공동개발이 논의되면서 국내 항공기산업계의 도약이 기대되었다. 그러나 최종 조립장 등의 역할분담에 대한 이견으로 1996년 중단되었다. 당시 국내에서는 대한항공(주) 외에도 삼성항공(주)과, 대우중공업, 현대우주항공(주) 등이 설립되어 중형여객기 개발사업의 참여를 준비하였다. 이어서 추진된 네덜란드의 포커사(Faker), 이탈리아·프랑스의 ATR사와의 중형기 공동개발사업도 1999년까지 모두 무산되었다. 중형여객기 국제공동개발의 백지화에 이어 1997년 IMF금융위기가 이어지면서 항공기산업은 심각한 위기를 맞이하였다. 당시 정부의 산업구조조정정책에 따라 대한항공(주)을 제외한 삼성항공과 대우중공업, 현대우주항공 등 항공기제작사들은 1999년 한국항공우주산업(주)(KAI)으로 통합되었다. 현재 KAI는 국내의 군용항공기 전문화업체로 지정되어 체계개발 및 생산 사업을 전담하고 있다. 한편, 부품산업은 지속적으로 국제공동 생산부문에서 시장 지위를 확대하였다.

o 2000년대: 국제협력과 글로벌 시장진출

우리나라의 항공기산업은 2000년대 들어서 독자적인 항공기개발 뿐 아니라 핵심기술의 획득을 통해 해외시장에 진출하였다. 이미 개발에 성공한 기본훈련기 KT-1, 고등훈련기 T-50 초음속고등훈련기의 해외수출, 보잉사 및 에어버스사와의 부품 공급 계약체결, 미국과의 항공안전협정(Bilateral Aviation Safety Agreement; BASA)체결 등의 국제협력을 통해 글로벌 시장에 진출하고 있다. 헬리콥터 부문에서는 다목적 헬기개발사업(KHP)의 성과로 한국형 기동헬기(KUH)를 독자적으로 개발하는 성과를 거두었다.

정부는 2010년대 들어 항공기산업 발전을 위한 로드맵을 마련하였다. 민항기 등 완주기 수출국으로의 도약과 항공기참여 기업 확대를 목표로 추진전략을 수립함으로써 2020년 항공기산업 선진국의 진입을 준비하고 있다. 현재 정부가 추진하고 있는 4대 전략과 추진과제는 [표 2.3.1]과 같다

오늘날 국내산업계는 독자적인 항공기개발 단계에 접어들어 있다. 1990년대 초까지 창정비와 면허생산 중심의 단순한 조립생산에 머물렀으나 이후 독자모델 항공기의 개발이 성공적으로 이루어졌다. 2000년대 들어서면서 IMF금융위기(1997)를 계기로 추진된 산업계의 구조조정으로 안정적인 산업구조로 재편되었으며, 부품소재와 독자 모델의 군용기개발에 연이어 성공하였다. 오늘날에는 스텔스 등의 첨단기술과 대형여객기 분야를 제외한 분야에서 일정수준의 설계·개발 기술과 시험평가 기술이 축적되어 있으며, 정부의 지속적인 산업육성정책이 힘입어 항공선진국의 진입을 목표로 하고 있다. [그림 4-2]에서 보는 바와 같이 우리나라는 현재 미국과 유럽, 일본과 중국 등에 이어 브라질, 대만, 인도네시아 등과 함께 중급기종의 항공기를 독자적으로 개발하는 단계에 있다. 기술부문 별로는 생산과 시험평가, 기체설계와 체제종합부문이 비교적 높은 수준으로 평가되는 반면, 핵심부품의 개발, 비행안전과 추진제 등에 대한 인증, 설계분야 등에 있어서는 선진국에 비해 낮은 수준에 머물고 있다.

기체구조물과 성능개발, 완주기 제작을 담당하는 한국항공우주산업(주)(KAI)이 중심으로 부품제작 및 MRO, 엔진정비 등을 수행하는 대한항공, 한화테크윈, LIG넥스원 등의 대기업그룹과 각종 부품을 개발·제작하는 현항공산업(주), (주)도담시스템즈 등의 중소기업 등 약 100개의 기업들이 산업에 참여하고 있다. 그리고 한국항공우주연구원(KARI), 국방과학연구소(ADD) 등의 연구기관들이 민·군용항공기에

대한 기술개발과 설계·품질인증 등에 참여하고 있어 유기적인 관계를 형성하고 있다.

[표 2.3.1.] 항공기산업발전전략

전략 1. 완제기개발을 통한 시장선점 및 기술 확보	
· 기종별 전략 차별화 및 민·군용기 균형개발	· 민간항공기 수출과 전략 군용기 개발로 발전기반 구축
· 미래형 비행체 선도개발로 기술과 시장의 선점	· 탐색개발과 본개발의 분리를 통한 개발위험 분산
전략 2. 핵심부품 및 정비 서비스(MRO) 수출의 활성화	
· 대형여객기 국제공동개발의 참여확대	· 민간항공기 부품 수출의 산업화 역량강화
· 항공정비서비스(MRO)의 산업화	
전략 3. 항공기술 R&D 투자효율성 제고	
· World Leader급의 10대 항공 핵심기술 선정	· 핵심기술의 확보
전략 4. 선진국 수준의 인프라 구축	
· 항공기산업 맞춤형 금융지원제도확립	· 지역별 항공클러스터 육성
· 우수인력 확보 및 원활한 인력공급	

다. 국내 항공 산업 경쟁력 분석

o 기술 측면 - 핵심역량은 미흡, ICT 등 기반 기술 강점

군수 완제기 분야에서는 초음속 훈련기, 헬기 등 군수 개발경험 보유하고 있지만, 핵심부품은 해외에 의존하고 있다. 민수용은 완제기 개발경험과 설계·체계통합 경협이 부족하다.

부품에서는 엔진항전 핵심·역량 미흡하며 ICT 기술기반 보유하고 있다. 기체구조에서는 부분품, 판넬 등을 생산하고 있으며 일부 설계 역량을 확보중이나, 전반적인 시스템 설계 및 체계 통합역량이 미흡하다. 군수용 엔진개발을 통해 역량을 축적중이며, 민수용은 주로 단품을 제작하는 수준으로 모듈단위의 설계제작·경험이 부족하다. 항공전자분야에서는 군수 사업으로 개발경험이 축적중이나 민수용 핵심기술은 해외에 의존, 세계수준의 ICT·디스플레이 기술 기반 보유하고 있다.

국내 중대형 드론 기술은 세계 7위 기술 경쟁력을 보유했으나, 상업화를 위한 핵심 기술은 부족한 현실이다. PAV는 수직 이착륙 기술, 유무인 혼용기술 등 요소기술 보유중이지만, 전기 분산추진, 자율비행, 안전운항 기술 등의 개발이 필요하다.

o 시장 측면 - 4차 산업혁명으로 신시장 출현, 후발국의 도전 직면

2016년 국내 생산은 51억불, 수출은 25억불로 세계시장 점유율 0.8% 수준의 시장이다. 생산은 해외 민항기 부품 수출, T-50 등 군수완제기 생산, MRO 성장 등으로, 향후 연평균 13% 수준으로 꾸준하게 성장이 예상된다.

군수 중심의 완제기 시장은 T-50, KT-1 등을 중심으로 중동·동남아 시장 진출을 모색하고 있다. 민수용 시장은 보잉·에어버스 중심의 독과점 구조와 시장 진입장벽 등을 고려하면 경제성이 불투명한 상황이다.

부품시장은 기체구조물 가공품을 중심으로 수출이 증가세에 있으나, 후발국의 절충 교역 연계기체구조 경쟁격화, 저가 수주 등은 향후 위협으로 우려가 된다. 특히, 인도·중국 등은 자국의 항공기 대량 수주와 연계, 기체부품 대량으로 수주를 하고 있다. 부가가치가 높은 엔진은 단품위주로 시장에 진출하고 있으며, 항전의 경우 국내 군수시장에 치중하고 있다.

서비스 시장은 항공 운항수요 증가로 국내 MRO 시장도 성장할 것으로 전망되나, 자가 정비 항공사 제외 시 대형 정비업체 부족으로 해외에 의존한다. 국내 항공정비 시장 규모는 2015년 3.5조원에서 2025년 5.2조원 성장을 예상된다.

o 생태계 측면 - 중소기업 기반 취약, 타 업종간 융합 미흡

새로운 비즈니스 모델 창출을 위한 융합 생태계가 미흡하다. 특히 기체구조물·단품은 ICT융합이 제한적이며, 항전분야는 국내 군수중심 개발로 민간차원의 융합이 미진하다. 드론은 인공지능, VR, 통신 등이 적용되어 고부가가치화가 가능한 분야이나, 드론 제작기업 자체개발 관행으로 기술융합이 지연되고 있다.

대기업 중심의 항공 산업 생태계, 드론 부품 생태계가 미조성 되어 있다. 중소기업은 장기회임의 항공 산업 특성으로 자금 확보가 어렵고, 설비·기술도 부족, 대기업에 의존하고 있다. 국내 전체 항공 산업 매출액 중 주요 3사 비중이 약 83% 차지하고 있다.

라. 한국우주항공산업 (Korea Aerospace Industries) 개발 현황

o KAI 역사

대한민국의 항공 산업은 1970년대 후반부터 항공기 정비 사업에서 제조 사업으로 들어섰다. 이후 정부는 1980년대 후반 KT-1 기본훈련기 탐색개발을 시작으로 1990

년대 후반 T-50 고등훈련기 개발에 착수하면서 본격적인 항공기 개발시대를 열었다. 그러나 1990년대에 들어서면서 아직은 협소한 항공시장에서 4개에 달하는 업체가 과당경쟁을 하게 되자 기술 분산과 물량 부족 등으로 항공 산업 전체가 고사 위기에 몰렸다. 이를 타개하기 위해 1996년 말부터 항공 산업 통합에 대한 논의가 시작되었고 1997년 말 IMF사태를 거치며 정부 주도 산업구조조정 일환으로 항공기 제작3사(삼성항공, 대우중공업, 현대우주항공)가 통합됨으로써 한국항공우주산업주식회사, 즉 KAI가 출범하게 되었다.

하지만 KAI의 설립 초기 외자유치가 무산되고 채권단의 출자전환도 지연되면서 매우 어수선한 분위기였다. 회사는 탄생했지만 단지 물리적으로 통합된 조직은 서로 동질성을 확보하기 어려웠고, 경영 안정화를 위해서는 어디서부터 손을 대야 할지 막막한 실정이었다. 항공통합법인으로서 독립된 경영을 위해서는 무엇보다 탄탄하게 사업 기반을 다져야 했고, 항공 3사로부터 이어받은 사업들을 성공적으로 수행하며 생존을 모색해야 했다. KAI의 경영 상황은 최악의 수준까지 떨어져 내렸고 독자 생존에 대한 의구심이 커져만 가는 가운데 회사가 매각될 위기마저 닥쳤다. 그런 와중에도 KAI의 모든 구성원들은 주어진 사업을 성공리에 수행하며 제2의 창업 선언을 통한 새로운 도약의 발판을 마련해 나갔다.

KAI는 2007년 재무구조 개선을 계기로 경영불안의 주요 요인들이 해소되면서 발전의 기반을 닦을 수 있게 되었다. 특히 2007년 방산 최대 규모인 KT-1T의 터키수출 계약이 성사되어 항공기 수출이 본격화되었고, T-50B 및 KC-100 등 새로운 항공기의 개발도 시작되었다. 하지만 심혈을 기울여 추진했던 T-50의 아랍에미리트와 싱가포르에 대한 수출이 무산되는 아픔이 있었고, 주주사의 지분매각을 통한 대한항공의 인수합병 시도로 어려움을 겪기도 하였다. 하지만 KAI는 이 모든 난관을 극복하고 그동안 닦아온 기반을 토대로 협력업체들과 상생협약을 체결하여 항공산업의 저변을 확대함은 물론 사회공헌 활동에도 적극적으로 나서 대한민국 최초로 산학이 연계된 예비에이션 센터를 건립함으로써 대한민국 교육기부의 효시기업이 되었다. 이어서 사업의 자신감을 반영한 KOSPI 신규 상장을 통해 독자생존이 가능한 기업으로 성장하게 되었다.

고난과 시련을 극복하고 새롭게 도약한 데 이어 성장의 시기를 연 상징적인 열쇠는 초음속기 수출시대의 개막이라 할 수 있다. KAI는 T-50 수출시대를 열어 나가는 한편 고정익 사업 중심에서 회전익, 무인기, 위성, MRO 등으로 사업을 확대해 나

가고 있으며, 우리의 기술로 영공을 수호한다는 의지를 담은 한국형전투기 사업에 착수하면서 명실 공히 항공기 체계종합업체로서의 위상을 높여 나가고 있다. 또한 국민기업의 염원을 담아 사회공헌활동을 본격화하면서 지역사회와 함께하는 지속가능기업으로 성장해나가고 있다. 비약적인 성장에 앞서 시련과 아픔도 있었지만 제7기 경영시대를 맞이하여 대대적인 혁신과 투명경영을 표방하고 또 한 번의 위대한 도약을 위한 준비에 매진하고 있다.

#### o KAI 개발현황

##### - KFP(KF-16) 개발

대한민국 공군의 공군력 증강 및 항공산업 발전이라는 두 개의 커다란 목표 달성을 위해 추진된 한국형 전투기 생산 산업인 KFP(Korean Fighter Program) 사업은 미국 록히드마틴의 F-16 전투기를 한국형으로 개조 생산하여 공군에 공급하는 사업으로 1, 2차 사업을 통해 총 000대가 도입 및 생산되었다. 1차 사업은 1985년 4월 본 계약을 체결하고 1995년 5월 국내 조립 1호기 납품을 시작으로 2000년 4월까지 000대를 도입 및 생산 납품하였고, 2차 사업은 2003년 6월 000호기 납품을 시작으로 2004년 8월에 최종 000호기를 납품하여 사업을 종료하였다. KFP 사업은 국내 항공산업 발전에 커다란 이정표를 찍은 중요한 사업으로 그 의미가 크다. KFP 사업은 완제기 개발을 위한 기반 기술과 생산, 시험평가 운용에 대한 제반 지식과 정보를 확보함으로써 이후 KT-1, T-50 독자 개발 및 생산이 가능한 수준으로 발전하는 밑거름이 되었다.

KAI는 KFP 사업을 통해 훗날 항공 완제기 생산의 메카가 되는 항공기 최종조립 공장을 확보하게 되고, 록히드마틴과 호환성을 염두에 두고 항공기 제작을 위한 생산정보시스템(MIS)으로 SAMIS라는 전용 시스템을 구축하였다.

##### -KT-1, KA-1 개발

공군의 기본훈련기 KT-1은 우리나라가 최초로 독자 개발한 군용항공기로서 국내 완제기 개발사업의 효시가 되었다. 1988년 국방과학연구소 주도로 국내 굴지의 기업들이 공동 참여하여 탐색개발을 착수하였으며, 대우중공업 항공사업본부가 진행하던 개발 사업을 항공 3사 통합을 통해 KAI가 주계약업체로서 개발 및 양산사업을 마무리하였다. 본 사업은 공군에서 운용하고 있던 T-41B 초등훈련기와 T-37C

중등훈련기의 노후화에 따른 대체기종개발 사업으로 출발하였고, 우수한 성능을 바탕으로 T-50 고등훈련기와 함께 대한민국의 공군 정예 조종사를 키워내는 첨병이 되었다. KT-1과 T-50의 우수한 성능은 초등 중등 고등 훈련 등 3단계로 구성된 공군의 전투기 조종사 양성과정을 기본훈련, 고등훈련의 2단계로 단축하여 조종사 양성기간을 획기적으로 단축시키는 효과를 가져왔다. KT-1은 2000년 KA-1 전술통제기 파생형 개발로 이어지고, 2001년 인도네시아 공군과 7대의 해외 수출 계약을 체결함으로써 국산항공기의 해외 완제기 수출시장에 진입하는 쾌거를 일구어냈다.

- T-50, TA-50, FA-50 개발

‘골든이글’이라 불리는 T-50 고등훈련기는 디지털 비행제어, 최신 항전장비를 갖춘 대한민국 공군 전투기 조종사를 양성하는 최적의 첨단 초음속 훈련기다. T-50의 개발은 공군의 기존 고등훈련기인 T-33이나 TF-5B 기종이 노후화되면서 새로운 고등훈련기의 필요성이 제기되면서 시작되었다. T-50(KTX-2)로 명명된 고등훈련기 개발 사업은 한국 공군의 KFP 사업과 연계한 국내 항공산업발전계획의 일환으로 절충교역을 활용하여 시작되었다. T-50 사업은 탐색개발, 체계개발, 양산 및 수출단계로 진행되었다. 탐색개발은 국방과학연구소 주도로 1992년부터 1995년까지 T-50 형상을 연구하는 개념설계가 진행되었다. T-50 초기 형상은 미국 포트워스에서 한국과 미국 제너럴 다이내믹스의 공동설계팀이 연구하였고 당시 30~40여 명 규모의 삼성항공 연구진이 참여하였다. 1995년 국방부는 T-50 체계개발 사업 관리를 공군 사업관리, 개발방식을 업체주도(주계약업체: 삼성항공) 국제협력개발로 결정하여 T-50 체계개발 단계부터 업체주도로 개발, 생산, 수출이 가능하게 되었다. T-50 체계개발은 1997년부터 2005년까지 8년 동안 2가지 형상(고등훈련기 T-50, 전술입문훈련기 TA-50)을 기본 상세설계하고 시제기 4대(T-50 2대, TA-50 2대)를 제작하여 지상 및 비행시험을 수행하여 성능을 입증하는 사업이었다.

2001년 10월에는 T-50 시제 1호기가 출고되었고 2002년 8월 20일 T-50 1호기 초도비행에 성공하였다. 이어서 T-50 시제기 4대를 활용하여 2006년 1월까지 1,411회의 비행시험을 무사히 완수하고 체계개발을 종료하였다. 비행시험과 병행하여 2003년부터 양산을 추진하여 2005년 하반기부터 한국 공군에 납품되었다. FA-50 경공격기는 한국 공군이 운용 중인 F-5 계열 기종의 노후화에 따른 대체전력 확보를 위해 개발이 추진되어 TA-50 형상에 고성능 레이더, 데이터 링크, 정밀유도무기,

최신 항전장비 등을 탑재하는 개조개발을 수행하였다. 2008년부터 개발이 진행되었으며 2013년 FA-50 양산 1호기 납품을 시작으로 2016년까지 초도 및 후속양산 물량을 한국 공군에 납품하였다. T-50 및 FA-50은 국내뿐 아니라 해외로부터 그 성능이 입증되어 초음속 수출기 시대를 활짝 열어 나갔다. 2011년 5월 25일 T-50i 인도네시아 수출 계약을 필두로 2013년 12월 12일에는 FA-50IQ의 이라크 수출, 2014년 3월 38일에는 FA-50PH 필리핀 수출, 2015년 9월 17일에는 FA-50TH 태국 수출의 쾌거를 이루어냈다. 훈련기 세계 최대 시장인 미국 수출이 좌절되는 아픔이 있었지만 T-50은 현재까지 동급 최강의 훈련 성능을 자랑하는 군용기로서 세계 시장을 꾸준히 열어나갈 것이다.

- KUH-1, KUH-1 파생형 개발

한국형헬기개발사업(KHP)은 육군에서 운용 중인 노후화된 기동헬기 UH-1H, 500MD 대체 및 헬기산업 육성을 위해 방위사업청과 지식경제부(현 산업통상자원부)가 공동 주관하고 3개 개발주관기관(KAI, 국방과학연구소, 한국항공우주연구원)이 참여한 연구개발 국책사업이다. 한반도 지형 특성을 고려하여 군의 작정수행능력을 증대시킨 다목적 헬기 KUH-1 개발을 통해 우리나라는 세계 11번째 헬기 개발 국가가 되었다. KUH-1은 2006년 6월 개발에 착수하여 설계와 시제기 생산을 동시에 진행하는 동시공학 설계개념을 적용하여 약 6년이라는 짧은 기간에 개발에 성공하는 쾌거를 이루어냈다. KUH-1은 개발 이후 상륙기동헬기, 의무후송전용헬기, 경찰청 헬기, 산림청 헬기, 제주소방헬기, 해양경찰청헬기 등 다양한 파생형 개발로 이어져 헬기 국산화 및 다변화에 박차를 가하고 있다.

- KC-100, KT-100 개발

KC-100은 KAI가 개발한 최초 민항기로서 개발과정에서 국토교통부가 안전인증제에 따라서 인증하였으며 이후 항공기 개발과정과 실적을 통해 미국과의 상호항공 안전협정(BASA : Bilateral Aviation Safety Agreement)이 체결되었다. 이는 국내 최초로 미 연방항공청(FAA)의 형식승인 기준에 부합되게 개발되었음을 의미한다. KC-100 항공기는 기체의 90% 이상이 국내기술로 제작되었으며, 항공기 본체는 탄소복합 신소재 적용으로 경량화 하였다. 조종실에는 최신식 전자항법장비가 탑재되어 비행 안정성을 확보하였고 최첨단 엔진출력 조절장치 탑재로 연료소비 효율이

동급 항공기 대비 약 10% 정도 향상되었다. 고도 7,620 내에서 최고 시속 363km로 비행할 수 있고, 최대 비행거리가 1,850km에 달해 한 번의 연료 주입으로 우리나라는 물론 일본 전 지역과 중국 중부내륙 지역까지 비행이 가능하다. 2014년 6월부터는 KC-100의 일부 시스템을 개조 개발한 KT-100을 공군 사관생도들을 위한 비행 실습용 훈련기로 납품함으로써 대한민국 공군 조종사를 키워내는 최초의 입문훈련기로 활용하고 있다.

#### - LCH, LAH 개발

소형민수헬기(LCH : Light Civil Helicopter) 및 소형무장헬기(LAH : Light Armed Helicopter) 개발 사업은 세계 헬기 역사상 유래를 찾기 힘든 민수 군수 헬기를 동시에 개발하는 사업이다. LCH 체계개발 사업은 세계 시장에서 경쟁력 있는 소형민수헬기 개발을 목표로 산업통상자원부 주관으로 KAI가 양산을 주도하는 사업이다. LAH 체계개발 사업은 육군의 노후 공격헬기 500MD, AH-1S의 대체를 위해 군 요구도를 충족하면서도 개발 구성품의 민군겸용 활용을 극대화한 경제적 방어능력을 채택하여 방위사업청 주관으로 KAI가 양산을 주도하는 사업이다. KAI는 KUH-1 개발 경험을 기반으로 LCH/LAH 연계 동시 체계개발 추진 사업을 성공적으로 완수하여 수리온과 함께 세계 헬기 시장을 두드릴 수 있는 포트폴리오를 완성해 나갈 것이다.

#### - KF-X 개발

KF-X 사업은 한국 공군의 장기 운용 전투기(F-4, F-5) 도태에 따른 전투기 전력 공백을 최소화하고 미래전장 운용개념에 부합되는 성능을 갖춘 다목적 한국형전투기를 개발하는 사업으로 KAI와 인도네시아가 공동으로 개발에 참여하는 국제공동연구개발 사업이다. 미래 전장 운용개념을 목표로 함에 따라 소요군 요구사항을 고려하여 개방형 플랫폼을 적용하고 천음속 아음속영역의 우수한 전투기동성능을 위해 고기동 구현 비행 제어 알고리즘 및 고기동 적합 구조 강도를 적용한다. 또한 지능화된 전장 상황인식 및 통제를 위한 항공전자 아키텍처를 적용하며 주요 센서 장비의 국산화 개발 및 무장 통합기술을 확보하여 우리나라의 독자적 성능개량이 가능한 최첨단 전투기를 개발하는 사업이다.

#### - 지원체계 개발

종합군수지원(ILS : Integrated Logistics Support) 업무는 무기체계의 효과적이고 경제적인 군수지원을 보장하기 위하여 소요제기, 설계, 개발, 획득, 운영 및 폐기 시까지 전 과정에 소요되는 제반 군수지원요소를 종합 관리하는 활동이다. 즉, 무기체계의 전력화 운영 전순환기동안 효율적인 정비 보급지원을 통하여 유지비용을 최소화시키는 동시에 최상의 가동상태로 운용 가능하도록 하기 위함이다. 군수지원사업의 요소는 운용자 정비개념을 고려한 수리수준분석 기반의 LSA(Logistic Support Analysis) 정보 및 자료제공, 야전급 자동시험장비(ATE : Automatic Test Equipment)를 비롯한 전용 지원 장비 개발, 비행교범을 비롯한 책자교범 및 전자식 기술도서 개발 및 시험 전용장비 개발, 설계 특성을 감안한 동시조달수리부속(CSP : Concurrent Spare Parts) 소요를 산출하는 것이다.

#### - 훈련체계 개발

KAI는 항공기 개발과 함께 조종사와 정비사의 체계적인 교육훈련을 수행하기 위한 각종 훈련매체를 개발하고 있다. 훈련체계는 정예 조종사 양성을 위한 비행훈련체계와 정비사의 기술적인 능력과 정비능력 향상을 위한 정비훈련체계, 그리고 비행훈련체계와 정비훈련체계 운영을 효율적으로 관리하기 위한 훈련관리체계로 구성된다. 현재 LAH/LCH, KF-X 체계개발 사업에서 항공기 개발과 동시에 훈련 체계를 병행하여 개발하고 있으며 한 단계 진일보한 기술적 도약을 이루어가고 있다.

#### - 무인기 개발

우리나라의 무인기 역사는 1991년 군단급 정찰용무인항공기(RQ-101) 개발을 시작으로 본격화되었다. KAI는 국방과학연구소 사업관리 하에 RQ-101 개발의 주 계약업체가 되어 개발과 양산에 성공하였다. 무인기 시장은 초소형항공기와 드론까지 미래 산업의 판도를 바꿀만한 폭발적인 변화를 예고하고 있어 이에 대한 철저한 준비와 도전이 필요하다.

#### - 우주 위성 개발

우주개발 사업은 1989년 우주 분야의 인력 양성과 위성기술 전수를 위해 운영된 영국 서리대학과의 공동연구 프로그램을 통해 개발된 '우리별 1호'로부터 시작되었다.

이후 1996년 과학기술처에서 ‘국가 우주개발 중장기 계획’이 수립되고 2007년 과학기술부가 ‘우주개발진흥기본계획’을 수립하면서 본격적인 개발이 시작되었다. 위성 사업은 한반도 주변 관측을 목적으로 1999년 발사된 다목적실용위성(아리랑) 1호가 국내 우주개발 사업의 효시가 되었고 정지궤도 복합위성, 달 탐사궤도선, 군 정찰위성은 물론 한국형발사체 개발까지 영역이 확대되고 있다. KAI는 우주개발 사업 초기 위성체 중심으로 사업을 수행하였으나 점차 개발영역을 넓혀 차세대 중형위성, 군 정찰 위성의 체계종합 주관업체로 선정되고 한국형발사체(KSLV-II)의 총조립 업체로 선정되어 국가 우주개발 사업의 핵심 업체로 부상하고 있다.

- 민수&성능개량 개조 정비 사업

KAI의 민수사업은 초기에는 생산납품 위주로 진행되었으나 현재는 RSP(Risk Share Partner) 방식으로 해외업체들과 개발 단계부터 함께 참여하는 수준까지 성장하였다. 또한 P-3CK, C-130H, 헬기 FLIR, E-737 AEW&C(Airborne Early Warning & Control) 등의 성능개량 사업과 P-3CK, PACAF(PACific AirForce) F-16 창정비 사업 등의 개조 및 정비 사업에도 참여하여 사업의 영역을 확대해 나가고 있다.

제 4 절 국내 무선설비 적합성평가 및 무선국 검사 관련 제도 조사

가. 국내 무선설비 적합성평가 관련 제도 조사

『전자파 제58조의 2(방송통신기자재등의 적합성 평가)에 관한 고시』에 따라 모든 방송통신기자재등은 적합 인증을 받아야한다. 따라서 그림과 같이 항공업무용 무선설비의 기기도 적합성평가의 대상기자재이며, 세부 항목은 전자파 적합성과 무선이다. 이때의 기기부호는 A 이다.

[별표 1]

**적합성평가 대상기자재**  
(제3조 관련)

1. 해상업무용 무선설비의 기기 <중략>

2. 항공업무용 무선설비의 기기

대상기자재	적합성평가기준 적용분야				적합성평가 유형				기기 부호	기타사항
	전자파 적합성	무선	유선	전자파 인체보호		적합 인증	적합등록			
				전자파 흡수율	전자파 강도		지정 시험 기관	자기 시험		
가. 의무항공기국에 시설하는 무선설비의 기기	○	○				○			A	

[그림 2.4.1.] 『방송통신기자재등의 적합성평가에 관한

고시』 국립전파연구원(정보통신적합성평가과), [별표 1] 적합성평가대상기자재 (제3조)

시험 방법으로써, 『전자파적합성 시험방법』에 대한 국립전파연구원의 고시에 따라 제2장 세부시험방법의 제4조 (대상기기별 세부시험방법)에서 ㉞항을 적용한다. 그 항의 내용은 “항공기 탑재기기의 전자파적합성 시험방법은 별표 21의 KN 160을 적용한다” 이다.



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 온도⑧</li> <li>3. 전원 전압을 정격 전압의 -10 %에서 -20 %까지 변화시켰을 경우</li> <li>4. 전원 전압을 정격 전압의 -20 %에서 0 V까지 매분 정격 전압의 2 % 비율로 변화시켰을 때의 시험의 경우</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 안테나 공급전력의 허용 편차(참고문헌 [3] '무선 설비 규칙'의 '제9조 제1항')</li> <li>• 안테나 공급전력의 비율(참고문헌 [4] '항공 업무용 무선 설비의 기술 기준'의 '제5조 제1항')</li> <li>• - 온도 시험 조건 ⑧로 시험을 하였을 때의 값이 상온 상습이고 정격 전압 때의 값의 70 % 이상일 것.</li> <li>• 수신 설비로부터 부차적으로 발생하는 전파의 세기(참고문헌 [3] '무선 설비 규칙'의 '제12조 제1항')</li> <li>• 수신 장치의 감도 특성은 상온 상습, 정격 전압 때의 값에서 6 dB 이상 저하되지 아니할 것.</li> </ul>
항공기용 단속과대 무선 전파 장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 항공기용 양측과대 무선 전파 장치의 환경적 조건을 적용하였을 때</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시동 15분 후에 정상 동작함을 확인</li> <li>• 주파수 허용 편차(참고문헌 [3] '무선 설비 규칙'의 '제5조')</li> <li>• 점유 주파수 대역폭의 허용치(참고문헌 [3] '무선 설비 규칙'의 '제6조')</li> <li>• 스푸리어스 영역 불요발사의 허용치(참고문헌 [3] '무선 설비 규칙'의 '제8조')</li> <li>• 안테나 공급전력의 허용 편차(참고문헌 [3] '무선 설비 규칙'의 '제9조 제1항')</li> <li>• 안테나 공급전력의 비율(참고문헌 [4] '항공 업무용 무선 설비의 기술 기준'의 '제5조 제1항')</li> <li>• 반송파 전력 및 기타의 성능(참고문헌 [4] '항공 업무용 무선 설비의 기술 기준'의 '제8조 제1항')</li> <li>• 수신 설비로부터 부차적으로 발생하는 전파의 세기(참고문헌 [3] '무선 설비 규칙'의 '제12조 제1항')</li> </ul>
탐재 DME	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 항공기용 양측과대 무선 전파 장치의 환경적 조건을 적용하였을 때</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시동 후 1분 이내에 정상 동작함을 확인</li> <li>• 주파수 허용 편차(참고문헌 [3] '무선 설비 규칙'의 '제5조')</li> <li>• 스푸리어스 영역 불요발사의 허용치(참고문헌 [3] '무선 설비 규칙'의 '제8조')</li> <li>• 안테나 공급전력의 허용 편차(참고문헌 [3] '무선 설비 규칙'의 '제9조 제1항')</li> <li>• 질문 신호의 고주파 에너지의 분포, 질문 신호의 발사 간격(참고문헌 [4] '항공 업무용 무선 설비의 기술 기준'의 '제13조 제1항 제1호 라목 및 바목')</li> <li>• 질문 신호의 특성, 질문 신호의 발사 수(참고문헌 [4] '항공 업무용 무선 설비의 기술 기준'의 '제13조 제1항 제1호 가목 및 바목')</li> <li>• 수신 장치의 감도, 한 신호에서의 감쇠량, 실효 선택도, 디코더의 특성, 신호 강도 선택 특성, 거리 기억 기능(참고문헌 [4] '항공 업무용 무선 설비의 기술 기준'의 '제13조 제1항 제2호')</li> <li>• 시험 종료 후 안테나의 조건 확인(참고문헌 [4] '항공 업무용 무선 설비의 기술 기준'의 '제13조 제1항 제1호 아목')</li> <li>• 수신 설비로부터 부차적으로 발생하는 전파의 세기(참고문헌 [3] '무선 설비 규칙'의 '제12조 제1항')</li> </ul>
ATC 트랜스폰더 기기(4096의 응답 코드로 된 응답 신호를 송신하는 것에 한함)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 항공기용 양측과대 무선 전파 장치의 환경적 조건을 적용하였을 때</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주파수 허용 편차(참고문헌 [3] '무선 설비 규칙'의 '제5조')</li> <li>• 스푸리어스 영역 불요발사의 허용치(참고문헌 [3] '무선 설비 규칙'의 '제8조')</li> <li>• 응답 신호의 구성, 특별 위치 식별 펄스의 발사(참고문헌 [4] '항공 업무용 무선 설비의 기술 기준'의 '제12조 제2항 제1호')</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 안테나 공급전력, 펄스의 특성, 응답 회수, 응답 지연 시간, 응답 신호 지터, 응답 특성, 사이드로브(sidelobe)의 억압 특성(참고문헌 [4] '항공 업무용 무선 설비의 기술 기준'의 '제12조 제2항 제2호')</li> <li>• 수신 설비의 감도(참고문헌 [4] '항공 업무용 무선 설비의 기술 기준'의 '제12조 제2항 제3호')</li> <li>• 시험 종료 후 안테나의 조건 확인(참고문헌 [4] '항공 업무용 무선 설비의 기술 기준'의 '제12조 제2항 제1호 마목')</li> <li>• 수신 설비로부터 부차적으로 발생하는 전파의 세기(참고문헌 [3] '무선 설비 규칙'의 '제12조 제1항')</li> </ul>
--	--	--	---

나. 국내 무선국 검사 관련 제도 조사

항공국 및 항공기국의 정의는 전파법시행령에 따라 다음과 같다. 항공국은 항공기국과 통신을 하기 위하여 육상에 개설하고 이동하지 아니하는 무선국을 말하며, 다만, 선박상 또는 지구 위성상에 개설하는 경우에는 이동하는 무선국을 포함한다. 항공기국은 항공기에 개설하여 항공이동업무를 행하는 무선국을 의미한다.

전파법시행령	
[시행 2000. 4. 1.] [대통령령 제16775호, 2000. 4. 1., 전부개정]	과학기술정보통신부(전파정책기획과), 044-202-4933, 4934 과학기술정보통신부(전파기획과), 044-202-4953 방송통신위원회(방송지침정책과-방송총무 주피수), 02-2119-1433
<b>제1장 총칙</b>	
<p>□ 제1조 (목적) 이 영은 전파법에서 위임한 사항과 그 시행에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.</p> <p>□ 제10조 (무선국의 분류) 법 제19조제6항의 규정에 의하여 무선국은 다음 각호와 같이 분류한다.</p> <p>5. 항공국 : 항공기국과 통신을 하기 위하여 육상에 개설하고 이동하지 아니하는 무선국. 다만, 선박상 또는 지구위성상에 개설하는 경우에는 이동하는 무선국을 포함한다.</p> <p>11. 항공기국 : 항공기에 개설하여 항공이동업무를 행하는 무선국</p>	

[그림 2.4.5.] 전파법시행령의 항공국 및 항공기국의 정의

항공국과 항공기국의 무선설비가 검사를 받아야하는 법적 규정은 『전파법 제24조(검사)』의 “무선설비가 기술기준 등에 적합한지 여부에 대하여 검사를 받아야 한다”에 존재한다.

항공용 무선설비의 국내 검사 규정은 국립전파연구원의 (a) 『항공업무용 무선설비의 기술기준』과 중앙전파관리소 고시(전파관리과)의 『무선국 및 전파응용설비의 검사업무 처리기준』이 존재한다.

전파법	
[시행 2017. 7. 26.] [법률 제14839호, 2017. 7. 26. 전부개정]	과학기술정보통신부(전파정책기획과), 044-202-4933, 4934 방송통신위원회(방송지침정책과-방송총무 주피수), 02-2119-1433
<p>□ 제24조(검사) ① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 무선설비가 운용될 경우 과학기술정보통신부장관에게 준공신고서를 하고 그 무선설비가 기술기준 및 무선설비자의 자격·정원배치기준에 적합하지 않은 여부에 대하여 검사(이하 “준공검사”라 한다)를 받아야 한다. 다만, 제19조의2제1항제3호에 따라 신고하고 개설할 수 있는 무선국 중 대통령령으로 정하는 경우에는 표준수를 방법으로 검사(이하 “표준검사”라 한다)할 수 있다. &lt;개정 2007. 12. 21., 2008. 2. 29., 2010. 7. 23., 2013. 3. 23., 2017. 7. 26.&gt;</p> <p>1. 제19조제4항에 따라 무선국 개설허가 또는 변경허가를 받은 자</p> <p>2. 제22조의2제1항에 따라 제19조의2제1항제3호 또는 제4호에 해당하는 무선국의 개설신고 또는 변경신고를 한 자</p> <p>② 과학기술정보통신부장관은 제1항 각 호의 어느 하나에 해당하는 자로부터 허가증 또는 무선국 신고증명서에 적힌 준공허가의 연장신청을 받은 경우 그 사유가 합당하다고 인정하면 준공허가증을 연장할 수 있다. 이 경우 총 연장기간은 1년을 초과할 수 없다. &lt;개정 2006. 6. 13., 2010. 7. 23., 2013. 3. 23., 2017. 7. 26.&gt;</p> <p>③ 과학기술정보통신부장관은 제1항, 제5항 또는 제6항에 따라 검사한 결과 그 무선설비가 제45조에 따른 기술기준에 적합하고 무선설비자의 자격과 정원이 제19조에 따른 자격·정원배치기준에 적합하면 지체 없이 검사를 받은 자에게 검사증명서를 발급하여야 한다. 다만, 검사한 결과가 적합하지 아니한 무선국의 경우에는 대통령령으로 정하는 기한 내에 재검사를 받아야 한다. &lt;개정 2006. 6. 13., 2010. 7. 23., 2013. 3. 23., 2015. 12. 22., 2017. 7. 26.&gt;</p> <p>④ 과학기술정보통신부장관은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 무선국에 대하여 5년의 범위에서 무선국별로 대통령령으로 정하는 기간마다 정기검사를 실시하여야 한다. &lt;개정 2006. 6. 13., 2010. 7. 23., 2013. 3. 23., 2017. 7. 26.&gt;</p> <p>1. 제19조제4항에 따라 개설허가를 받은 무선국</p> <p>2. 제22조의2제1항에 따라 개설신고를 한 무선국(제19조의2제1항제3호 또는 제4호에 해당하는 무선국에 한한다)</p> <p>⑤ 과학기술정보통신부장관은 무선국이 있는 선박이나 항공기가 외국에 출항하는 경우나 그 밖에 전파의 효율적 이용이나 관리를 위하여 특히 필요한 경우에는 무선설비의 기술기준, 무선설비자의 자격과 정원, 그 밖에 필요한 사항 등을 검사할 수 있다. &lt;개정 2006. 6. 13., 2013. 3. 23., 2017. 7. 26.&gt;</p> <p>⑥ 삭제. &lt;2010. 7. 26.&gt;</p> <p>⑦ 제1항 각 호의 부분 단서에 따른 무선국 표준검사의 결과, 불합격률이 일정 기준을 초과하는 중 대통령령으로 정하는 경우에는 표준검사를 받지 아니한 무선국에 대하여도 같은 할 부분에는 따른 검사를 받아야 한다. &lt;신설 2010. 7. 26.&gt;</p> <p>⑧ 과학기술정보통신부장관은 전파의 효율적인 이용이나 관리를 위하여 필요한 경우에는 제19조제5항에 따라 주파수 사용승인을 받아 개설된 무선국이 사용승인서에 적힌 대로 개설되어 운용되고 있는지를 검사할 수 있다. &lt;신설 2014. 6. 3., 2017. 7. 26.&gt;</p> <p>⑨ 제1항, 제4항, 제5항 및 제6항에 따른 검사의 대상·시기·방법 및 절차에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다. &lt;신설 2010. 7. 23., 2014. 6. 3., 2015. 12. 22.&gt;</p> <p>[폐지법률 2007. 12. 21.]</p>	

[그림 2.4.6.] 『항공업무용 무선설비의 기술기준』 국립전파연구원(기술기준과)

항공업무용 무선설비의 기술기준	
[시행 2013. 1. 1.] [국립전파연구원고시 제2012-25호, 2012. 12. 25. 일부개정]	국립전파연구원(기술기준과), 051-330-4823
<p>□ 제1조(목적) 이 고시는 「전파법」 제45조 「전파법시행령」(이하 “법령”이라 한다), 제123조제1항제1외2호에 따라 항공업무용 무선설비의 기술기준을 규정함을 목적으로 한다.</p> <p>□ 제2조(적용범위) 이 고시에서 정하는 기술기준은 「항공법」 제40조에 따라 항공기에 설치하여야 하는 무선설비, 그 통신상대 무선국의 무선설비 및 기타 항공업무용 무선설비에 대하여 이를 적용한다.</p>	

(a)

무선국 및 전파응용설비의 검사업무 처리 기준	
[시행 2016. 11. 9.] [중앙전파관리소고시 제2016-5호, 2016. 11. 9. 일부개정]	중앙전파관리소(전파관리과), 02-3400-2221
<b>제1장 총칙</b>	
<p>□ 제1조(목적) 이 고시는 전파법(이하 “법”이라 한다) 제24조, 제24조의2 및 같은 법 시행령(이하 “법령”이라 한다) 제31조, 제42조, 제42조의2, 제44조, 제45조, 제45조의2에서 정하는 바에 따라 표준검사의 검사관할구역 표준모집기간, 인명구조 및 재난안전 무선국의 종류, 무선국 및 전파응용 설비의 검사업무 절차 및 기준, 검사의 면제 등에 관한 사항을 규정함을 목적으로 한다.</p>	

(b)

[그림 2.4.7.] 항공용 무선설비의 국내 검사 규정 (a) 『항공업무용 무선설비의 기술기준』 국립전파연구원 고시 (b) 『무선국 및 전파응용설비의 검사업무 처리기준』 중앙전파관리소 고시(전파관리과)

다음 표는 『무선국 및 전파응용설비의 검사업무 처리기준』 제8조제1항 [별표2]의 성능 검사 중 항공기국 관련 사항이다. 송신장치에 대한 공통적용항목은 주파수허용편차, 점유주파수대역폭, 불요발사의 허용치, EIRP (ERP), 반송파역압비, 변조도

및 주파수 편이, 인접채널 누설전력 등이며, 수신장치의 경우는 수신설비의 부차적인 전파발사이다.

[표 2.4.2.] 『무선국 및 전파이용설비의 검사업무 처리기준』 제8조제1항 [별표2]의 성능검사 중 항공기국 관련 사항

검사방법·기준 및 성적	
구분	검사항목
공통적용(무선국 한)	1. 송신장치 가. 주파수허용편차 나. 점유주파수대폭 다. 불요발사의 허용치 라. 안테나공급전력, 등가등방복사전력(EIRP) 및 실효복사전력(ERP) 마. 반송파역압비(단측과대무선설비에 한함) 바. 번조도 및 주파수편이 사. 인접채널 누설전력 2. 수신장치 가. 수신설비의 부차적인 전파발사 3. 종합시험
개별적용	항공기국 및 무선표지국 주파수 전환장치 수신전용 장치 항공기용구멍무선설비(ELT), 항공기용휴대무선설비, 거리측정장치, ATC트랜스폰더, 전파고도계 및 공중충돌방지장치(TCAS), 레이다

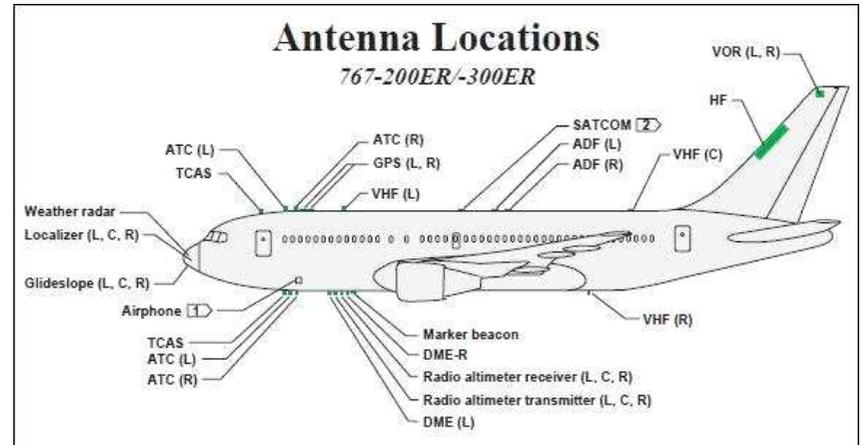
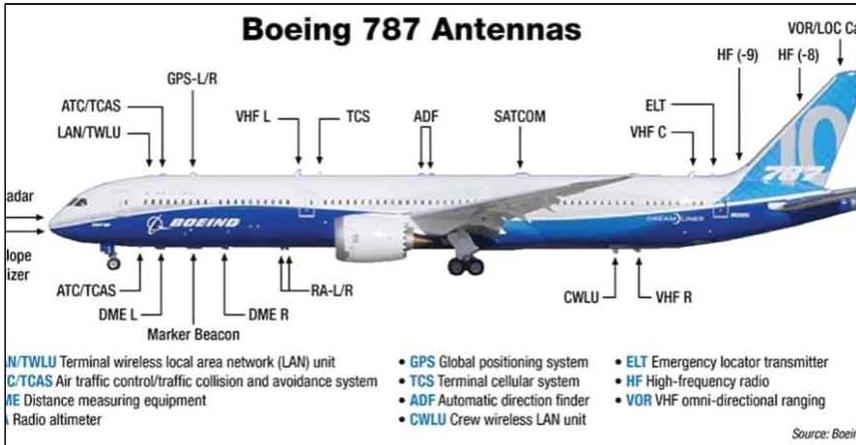
항공용 무선설비의 허가 및 검사 유효기간은 다음과 같다. 규정은 전파법시행령의 제44조에 명시되어있다. 여객기나 헬기 등의 의무항공기국은 1년 또는 2년의 정기검사를 받으며, 항공기국은 5년의 검사주기를 갖는다.

[표 2.4.3.] 전파법시행령 제44조의 정기검사 주기 및 허가유효기관 및 규정

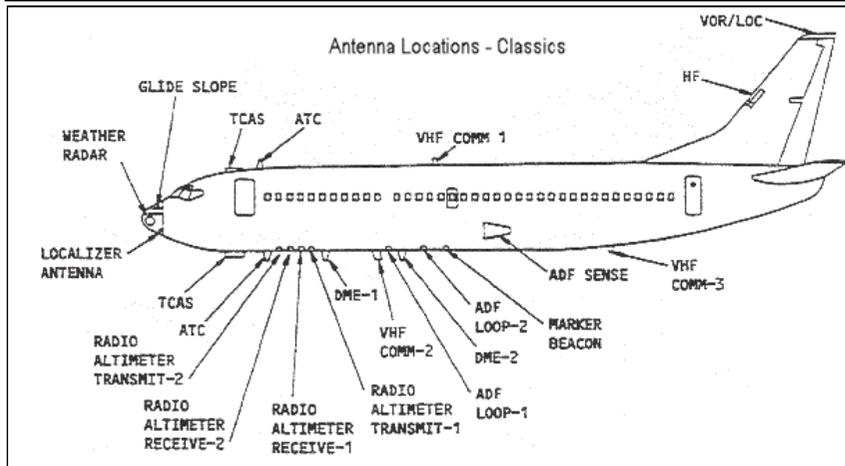
전파법시행령	
[시행 2000. 4. 1.] [대통령령 제16775호, 2000. 4. 1., 전부개정]	
<b>제44조(정기검사의 유효기간)</b> ① 법 제24조제4항 각 호 외의 부분에서 "대통령령으로 정하는 기간"이란 다음 각 호의 구분에 따른 기간을 말한다. <개정 2013. 3. 23., 2017. 3. 29., 2017. 7. 26.>	
1. 다음 각 목에 따른 무선국: 1년	가. 의무선박국(제2호가목 및 나목에 따른 의무선박국은 제외한다)
	나. 의무항공기국(제2호다목에 따른 의무항공기국은 제외한다)
	다. 실험국
	라. 실용항시항공
2. 다음 각 목에 따른 무선국: 2년	가. 송출수 40톤 미만인 여객의 의무선박국
	나. 「선박안전법 시행령」 제2조제1항제3호기목에 따른 필수구역 안에서만 운항하는 선박(여객선 및 여객은 제외한다)의 의무선박국
	다. 「항공안전법」 제2조제1호 및 제2호에 따른 헬리콥터 및 경량항공기의 의무항공기국
3. 제36조제1항제2호의2 및 제3호에 따른 무선국: 3년	
4. 제36조제1항제2호에 따른 무선국: 5년	다만, 인명구조 및 재난 관련 무선국으로서 「국민기술훈련법」에 규정된 무선국은 2년으로 한다.

국종	항공기 종별	정기 검사주기	허가 유효기간	비고
의무항공기국	항공기(여객기 등)	1년	무기한	
	회전익항공기(헬기) 경량항공기	2년	무기한	
항공기국	상기 이외	5년	5년	

다음 그림은 항공기국의 공중선 위치를 나타낸다. 위치는 항공기국별로 조금씩 다른 것을 알 수 있다. 일례로 ADF가 보잉 787과 767기종은 위쪽에 위치하지만, 중간 그림은 아래쪽에 위치함을 알 수 있다.

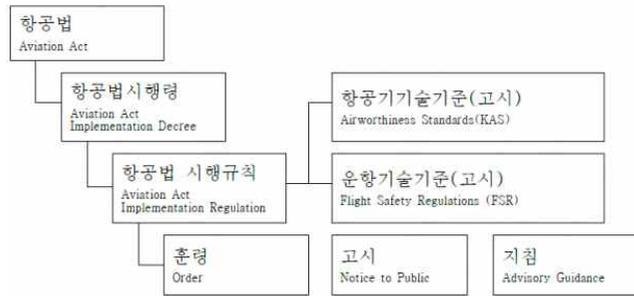


[그림 2.4.8.] 항공기국의 공중선 위치



다. 항공업무용 무선설비의 기준 및 체계

항공업무용 무선설비의 기준은 항공법과 전파법에 분포되어있는 상황이다. 항공법에서는 제3조~제24조, 항공법 시행규칙에서는 제17조~제68조에서 항공기에 관해서 다루고 있다. 국토부에서는 감항인증(堪航認證, Airworthiness Certification)이라는 것을 시행하고 있다. 감항인증은 항공기가 설계 단계부터 도태시까지 전 수명주기 동안 비행안정성이 있다는 것을 정부가 인증하는 것으로, 군용항공기 감항인증 제도는 2009년도에 관련 법률을 제정하여 시행하고 있다. 감항인증의 기준으로 그림과 같이 항공안전법 제27조제1항에 따라 국토교통부장관이 정하여 고시한 기술표준품 표준서를 따른다.



[그림 2.4.9.] 국내 항공법규 체계 (출처: 2020년 경상대 석사학위논문)

여기서 RTCA DO-179가 누락되어 있으며, 영문명칭은 "Minimum Operational Performance Standards for Automatic Direction Finding (ADF) Equipment"으로 써, 자동방향탐지장치이다.

또한 RTCA DO-173도 누락되어있으며, 영문명칭은 "Minimum Operational Performance Standards for Airborne Weather and Ground Mapping Pulsed Radars"이다. 군용기에 주로 탑재되는 장치이다. 또한 RTCA DO-346 "Minimum Operational Performance Standards (MOPS) for the Aeronautical Mobile Airport Communication System (AeroMACS)"도 누락되어있다.



[그림 2.4.10.] 항공기 기술표준품 형식승인 기준 (국토교통부)

[표 2.4.4.] 기술표준품 표준 (국토부 KTSO) 및 관련 RTCA DO표준(출처: RRA 연구보고서)

번호	기술표준품	
KTSO-C34e	328.6~335.4MHz 무선주파수 영역에서 작동하는 항공용 계기착륙장치(ILS) 활공각 수신 장비 (ILS Glide Slope Receiving Equipment Operating Within the Radio Frequency Range of 328.6-335.4MHz)	RTCA DO-192
KTSO-C35d	항공기용 무선표시기 수신장비 (Airborne Radio Marker Receiving Equipment)	RTCA DO-143
KTSO-C36e	108-112 MHz 무선주파수 영역에서 작동하는 항공기용 ILS 로컬라이저 수신 장비 (Airborne ILS Localizer Receiving Equipment Operating Within the Radio Frequency Range of 108-112 MHz)	RTCA DO-195
KTSO-C40c	108-117.95 MHz 무선주파수 영역에서 작동하는 항공용 VOR 수신장비 (VOR Receiving Equipment Operating Within the Radio Frequency Range of 108-117.95MHz)	RTCA DO-196
KTSO-C66c	960-1,215 MHz 무선주파수 영역에서 작동하는 거리측정장치(DME) (Distance Measuring Equipment (DME) Operating within the Radio Frequency Range of 960~1,215 Megahertz)	RTCA DO-189
KTSO-C87	항공용 근거리 전파고도계 (Airborne Low-range Radio Altimeter)	부록
KTSO-C91a	비상위치 송신기 [Emergency Locator Transmitter (ELT) Equipment]	RTCA DO-183
KTSO-C11d	항공교통관제 레이더 비콘 시스템/모드 S(ATCRBS/ Mode S) 탑재용 장비 (Air Traffic Control Radar Beacon System/Mode Select (ATCRBS /Mode S) Airborne Equipment)	RTCA DO-181E
KTSO-C126	406 MHz 비상위치 송신기 (406 MHz Emergency Locator Transmitter)	RTCA DO-204
KTSO-C166b	1,090MHz 무선 주파수에서 운용되는 확장 스퀘터 방송형 자동종속감시(ADS-B) 및 방송형 교통정보서비스(TIS-B) 장비 (Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance - Broadcast(ADS-B) and Traffic Information Service - Broadcast(TIS-B) Equipment Operating on the Radio Frequency of 1090 Megahertz(MHz))	RTCA DO-260B
KTSO-C169a	117.975-137.000 MHz 무선주파수 영역에서 작동하는 VHF 무선 통신 송수신 장비 (VHF Radio Communications Transceiver Equipment Operating Within Radio Frequency Range 117.975 To 137.000 Megahertz)	RTCA DO-186B
KTSO-C170	1.5-30MHz 무선주파수 영역에서 작동하는 고주파 무선 통신장비 [High Frequency(HF) Radio Communications Transceiver Equipment operating within the Radio Frequency Range 1.5 to 30 Megahertz]	RTCA DO-163
-	(누락: 자동방향탐지장치(ADF))	RTCA DO-179
-	(누락: 항공기상 및 지표매핑 플스레이다)	RTCA DO-173
-	(누락: 공항 이동 통신시스템)	RTCA DO-346

제 5 절 미국 등 해외 주요국의 무선설비 관리제도/현황 조사

가. 미국의 무선설비 검사제도

o 개요

1934년 제정된 통신법에 따라 미국 의회에 설치된 통신관계위원회(FCC)는 주로 정부관계 이외의 통신을 관리하고 있으며, 군용통신이나 정부관계 기관사이의 통신은 NTIA(National Telecommunications and Information Administration)에서 관할하고 있다. 또한 이 분야의 책임분야를 조정하는 기관으로 ITAC가 있다. FCC의 주요업무는 10KHz ~ 3,000GHz 의 주파수대역을 효율적으로 사용할 수 있도록 하는 것이다. FCC규정에 해당하는 무선기기는 FCC규정의 기술기준에 적합하여야 하며, 판매나 사용 이전에 FCC에 의해 인증을 받아야 한다. FCC의 기술적 요구사항은 무선통신에 장애를 줄 수 있는 성능요건이나 잠정적으로 전파장애를 초래할 수 있는 성능까지 규제하고 있다. 또한 FCC OST Bulletin No.61에 기록된 제품별 인증 절차에 따라, 제품별로 형식 검인증 제도를 실시하고 있다.

o 무선설비 형식검정제도

현재 FCC의 형식검정은 Type Approval, Type Acceptance, Certification, Notification, Verification, Registration으로 구분되며, Verification 과 Registration 을 제외하고 FCC ID와 FCC GRANT를 발급받아야 하며, Registration 의 경우 FCC GRANT를 발급받아야 한다.

o 인증 절차

① Grantee Code 및 Manufacture Code 신청

신청자의 성명이나 명칭 및 소재지의 주소(Grantee Name, Address), 제조자의 성명이나 명칭, 주소(Manufacture Address), 제품명을 기재해서 FCC에 신청하며, 규정된 양식이 없으므로 영문편지를 사용해서 신청한다. Grantee Code 및 Manufacture Code 신청서를 신청한 후, ID Code의 발급까지는 약 한달 정도가 소요된다.

## ② 시험 의뢰

공인 시험기관에 시험을 의뢰하는 경우에는 공인시험기관에서 정한 양식의 시험 의뢰서와 영문신청서, 수검기기 1대, 사진, 회로도, 계통도, 기관부품배열도 등을 첨부해서 신청한다.

## ③ 인증 신청

공인시험기관에서 시험성적서를 발급받은 경우, 시험성적서와 FCC Form 731의 신청서, 수검기기 1대, 사진, 회로도, 계통도, 기관부품배열도 등을 첨부해서 신청한다.

### o 형식 검인증의 구분과 대상기기

#### ① Type Approval

FCC LAB 에서만 시험이 가능한 것으로 FCC ID와 FCC GRANT를 발급 받아야 한다. 수검기기와 기기설명서를 포함한 신청서를 제출하고 이 시점 이후에는 이상의 제품을 인정하지 않는다.

##### i. 대상기기

Type Approval의 대상기기는 모두 민간에 이양되었으므로 현재에는 Type Approval에 해당하는 기기는 없다.

##### ii. Type Approval의 절차

형식승인 절차는 신청자가 신청자의 명칭 및 주소 등을 기재해서 FCC ID 코드신청을 하면, FCC는 FCC ID 코드를 발급한다. 성능시험결과 수검기기가 FCC 기술기준에 적합한 경우, FCC 인증서를 신청자에게 발급하며, 수검기기와 FCC 기술기준에 적합하지 않은 경우에는 불합격을 통지한다.

#### ② Type Acceptance

FCC 규정 Part 15에서 허용되지 않는 송신기류에 적용되는 것으로 다른 규정의 적용을 받는다. FCC LAB에서 시험하지 않고 신청자가 제출한 시험성적서와 신청서에 대한 검토 및 평가를 실시한다.

##### i. 대상기기

대상 기종은 주로 전문지식과 기술향상을 위한 무선기기 중에서 국내 공중 고정무선 업무용 송신기의 31종이다.

##### ii. Type Acceptance 의 절차

형식승인 절차는 신청자가 신청자의 명칭 및 주소 등을 기재해서 FCC ID 코드신청을 하면, FCC는 FCC ID코드를 발급한다. FCC ID코드를 발급받은 신청자는 공인 시험기관에서 정한 시험의뢰서와 수검기기, 사진 등을 공인시험기관에 제출하고 공인시험기관으로부터 시험성적서를 발급 받으며, 시험성적서와 명문신청서, 사진 등을 첨부해서 FCC에 제출한다. FCC는 제출된 서류를 심사해서 수검기기에 대한 성능시험의 수행여부를 결정한다. 성능시험이 불필요하다고 인정되는 경우에는 FCC 인증서를 발급하며, 성능시험이 필요하다고 인정되는 경우에는 수검기기를 제출받아 성능시험을 수행한다. 성능시험을 수행한 결과, FCC 기술기준에 적합한 경우에는 FCC 인증서를 발급하며, 부적합한 경우에는 불합격을 통지한다. FCC 인증서를 발급받은 신청자는 FCC ID 코드를 형식검정 대상기기에 부착한다.

#### ③ Certification

Certification 은 FM, TV 수신기외에 30~1,000MHz 에서 동작하면서 Notification 과 Verification의 적용을 받지 않는 기기에 적용된다. FCC에서 직접시험하지 않고, 신청자가 제출한 시험성적서와 신청서에 대한 검토 및 평가를 실시하며, FCC ID와 FCC GRANT를 발급받아야 한다.

##### i. 대상기기

대상기기는 주로 저전력 송신기류 및 30-80 MHz에서 사용가능한 수신기류로서 EBS Decoder 외 12종으로 다음과 같다.

##### ii. Certification의 절차

Certification 의 인증절차는 Type Approval과 동일하다.

#### ④ Notification

시험성적서 없이 기기의 전후, 측면사진과 FCC 요구사항대로 시험에 따르고 있다는 것을 서술한 신청서로 FCC에 신청하며, 시험한 결과는 제조자가 보관한다.

##### i. 대상기기

대상기기는 주로 방송취취용 수신기외에 Verification 에서 명시되지 않은 수신기류로서 야생동물 추적용 송신기 외 17 종이다.

##### ii. Notification의 인증 절차

Notification의 인증 절차는 신청자가 신청자의 명칭 및 주소 등을 기재해서 FCC ID코드 신청을 하면, FCC 는 FCC ID 코드를 발급한다. FCC ID코드를 발급받은 신청자는 시험성적서를 제외한 영문신청서와 사진 등과 FCC 요구사항대로 시험에 따르고 있다는 것을 서술한 신청서를 FCC 에 제출한다. 또한, 신청자는 공인시험기관에서 시험한 결과를 보관하고 FCC 의 요구가 있는 경우에는 제출하여야 한다. Notification 인증 신청서를 접수하면 FCC는 제출된 서류를 심사해서 수검기에 대한 성능시험의 수행여부를 결정한다. 성능시험이 불필요하다고 인정되는 경우에는 FCC 인증서를 발급하며, 성능시험이 필요하다고 인정되는 경우에는 기기를 제출받아 성능시험을 수행한다. 성능시험을 수행한 결과, FCC 기술기준에 적합한 경우에는 FCC 인증서를 발급하며, 부적합한 경우에는 불합격을 통지한다. FCC 인증서를 발급받은 신청자는 FCC ID 코드를 형식검정 대상기기에 부착한다.

#### ⑤ Verification

Verification은 FM 방송, TV 방송 수신기나 A 급 계산기기 등에 요구된다. 제조자는 FCC ID 나 FCC GRANT를 발급받을 필요는 없다.

##### i. Verification의 인증 절차

Verification의 인증은 FCC에 의한 심사 없이 공인 시험기관에 의해 시험의 결과만을 보관하는 것으로 수행된다. 보관한 시험의 결과는 FCC의 요구가 있는 경우에 제출하여야 하며, 필요시 FCC는 시험결과와 제출이나 성능 시험을 위해 수검기기의 제출을 요구할 수 있다.

#### ⑥ Registration

주로 전화기에 접속되는 기기에 요구되며 FCC LAB 에서 시험을 하지 않고 신청자가 제출한 시험성적서와 신청서에 대한 검토 및 평가를 실시한다. 전화기, FAX, MODEM 에 적용되며 FCC GRANT를 발급 받아야 한다.

##### 나. 무선설비 관리 기구

##### o 연방통신위원회 (FCC)

항공전자 장비의 품질인증에 관계되는 감항당국은 FAA가 해당 당국이나 무선과 관계하여서는 FCC가 있다. FCC는 전파기술을 이용하여 전파를 송.수신하는 장비에 대한 면허를 관장하는 부서로서 항공전자 부품 중 통신과 항법 장비의 인증에 적용된다.

미국의 항공업무용 무선설비 기술기준은 먼저 일반적인 운용 요건 및 절차, 주파수에 대해 규정하고 있는 것이 특징이다. 또한 무선설비별로 구분하여 기술기준을 규정하고 있는 것이 아니라 무선국별로 분류하여 각각의 업무범위, 주파수, 자격 등을 규정하고 있다.

항공업무용 무선설비의 기술기준은 연방규정집(CFR) Title 47 Chapter I Subchapter D Part 87(Aviation service)에서 규정하고 있다.

[표 2.5.1.] 47 CFR Part 87의 구성

Part	Subpart
Part 87 - 비행업무 (Aviation service)	Subpart A - 일반 정보(General Information)
	Subpart B - 신청 및 면허(Applications and Licenses)
	Subpart C - 운용 요건 및 절차(Operating Requirements and Procedures)
	Subpart D - 기술조건(Technical Requirements)
	Subpart E - 주파수(Frequencies)
	Subpart F - 항공기국(Aircraft Stations)
	Subpart G - 항공 조언국(Aeronautical Advisory Stations (Unicom))
	Subpart H - 멀티컴 항공국(Aeronautical Multicom Stations)
	Subpart I - 항공 항로국 및 항공 고정국(Aeronautical Enroute and Aeronautical Fixed Stations)
	Subpart J - 비행 시험국(Flight Test Stations)
	Subpart K - 비행 지원국(Aviation Support Stations)
	Subpart L - 항공 시설 이동국(Aeronautical Utility Mobile Stations)
	Subpart M - 항공탐사 및 구조국(Aeronautical Search and Rescue Stations)
	Subpart N - 비상통신(Emergency Communications)
	Subpart O - 공항 관제탑국(Airport Control Tower Stations)
Subpart P - 운용 고정국(Operational Fixed Stations)	
Subpart Q - 무선 측위 업무국(Stations in the Radiodetermination Service)	
Subpart R - 예비조항(Reserved)	
Subpart S - 자동 기상국(Automatic Weather Stations (AWOS/ASOS))	

Part 87은 항공 업무의 기술적 조건(Subpart D)을 통해 출력 및 방사, 주파수 안정도, 방사 대역폭, 전파형식, 방사 제한 등을 기술하고 있으며 국내 기술 기준과 달리 무선설비 별로 구분되어 있지 않고 국종, 사용 주파수, 전파형식 등에 따라 기술적 항목을 구분하고 있다.

FCC는 주파수 주관청으로 미국 내 항공 무선설비에 대한 적합성평가 제도는 국내 전파법에 따른 적합성평가와 유사성을 갖는다.

o 연방항공청 (FAA)

미 연방항공청(FAA, Federal Aviation Administration) 청장의 권한은 교통부 장관의 권한, FAA의 모든 기능, 권한 및 의무의 수행에 대한 최종 권한자로 인사권, 예산권, 법규(FAR), 훈령(Order), 지침(Circular), Bulletin 제/개정 권한을 갖는다.

FAA는 14 CFR Part 21을 통해 항공기 감항성에 관련된 내용을 법제화 하고 있으며 Part 21은 형식증명, 제작증명, 감항증명, 부가형식증명, 부품 등제작자증명 등의 인증절차를 규정하고 있다. Part 23, 25, 27, 29, 33, 34, 35 및 36은 항공기, 엔진, 프로펠러, 환경에 대한 기술기준을, Part 91, 119, 121, 125, 135 등에서는 항공기 운

항과 관련된 기준을 규정하고 있다.

미국 정부는 항공기 감항성 확보를 위해 항공기 수입을 엄격히 통제하고 있는데 타 제작업체의 소속 국가가 미국과 상호항공안전협정(BASA : Bilateral Aviation Safety Agreement)을 체결하지 않을 경우 미국 시장으로 진입을 제한하고 있다. 따라서 세계 각국은 미국과 상호항공안전협정을 체결하고 있거나 체결하기 위해 노력을 기울이고 있다.

미국 항공청은 항공 무선설비에 대해 TSO(Technical Standard Order) 인증을 수행하고 있으며 이를 위한 세부 기술기준 및 시험방법으로 RTCA DO 표준을 따르도록 하고 있다. 이러한 TSO 인증에서는 요구되는 환경적 조건이 만족함을 증명하는 Advisory Circular를 발행하고 있으며 이를 위한 시험방법으로 DO-160 표준이 적용된다.

다. 일본 및 유럽 무선설비 관리

일본의 비상위치지시용 무선표지설비의 기술기준은 무선설비규칙 제 45조의2에 규정되어 있다. 일본의 경우 우리와 마찬가지로 비상위치지시용 무선표지설비의 세부 기술기준을 무선설비규칙에 규정하고 있으며, 국제조약의 개정에 따라 이를 반영하기 위하여 무선설비규칙을 개정하고 있다.

일본의 무선설비를 관장하는 법률은 전파법이다. 일본 전파법 제 28조(전파의 질), 제 29조(수신설비의 조건), 제 38조(그 밖의 기술기준), 제 100조(고주파이용설비)의 위임에 따라 구체적인 사항은 총무성령이 무선설비규칙으로 위임하고 있다.

일본 국토교통성의 항공법 제 38조에 따라 항공보안시설의 설치를 위해 국토교통 대신의 허가가 필요하며, 항공보안무선시설의 설치기준은 항공법 시행규칙 제 99조에서 규정하고 있다. 따라서 일본의 항공업무용 무선설비 규정은 제 3장 제3절에서 검토하는 국내의 경우와 유사하게 전파법을 바탕으로 한 무선설비규칙과 항공법을 바탕으로 한 항공법 시행규칙으로 이분화 되어 규정하고 있다.

유럽항공안전청(EASA : European Aviation Safety Agency)을 통해 기본 규정인 EC(European Commission) No. 1592/2002를 준수하여 항공기 등의 설계 및 제작을 책임지고 있다. 또한, 개정된 EC No. 216/2008를 적용하여 유럽항공안전청의 역할을 항공 운용, 조종사 자격, 제3국 항공기에까지 확대하여 유럽연합 내 항공기 등에 대한 감항성 및 감항당국 역할을 수행하고 있다. EC 규정을 이행하는 규정으로 No.

748/2012이 있고 이것의 첨부로 인정 절차를 규정하는 Part 21과 항공기, 장비품 등의 인증기준(CS : Certification Specifications)이 있으며 또 다른 이행규정으로 No. 2942/2003이 있다.



[그림 2.5.1.] 유럽항공안전청의 인증규정 체계

### 제 3 장 항공업무용 무선설비 관련 국제 표준 분석

#### 제 1 절 항공분야의 국제 표준화 기구/절차/제도 동향 조사

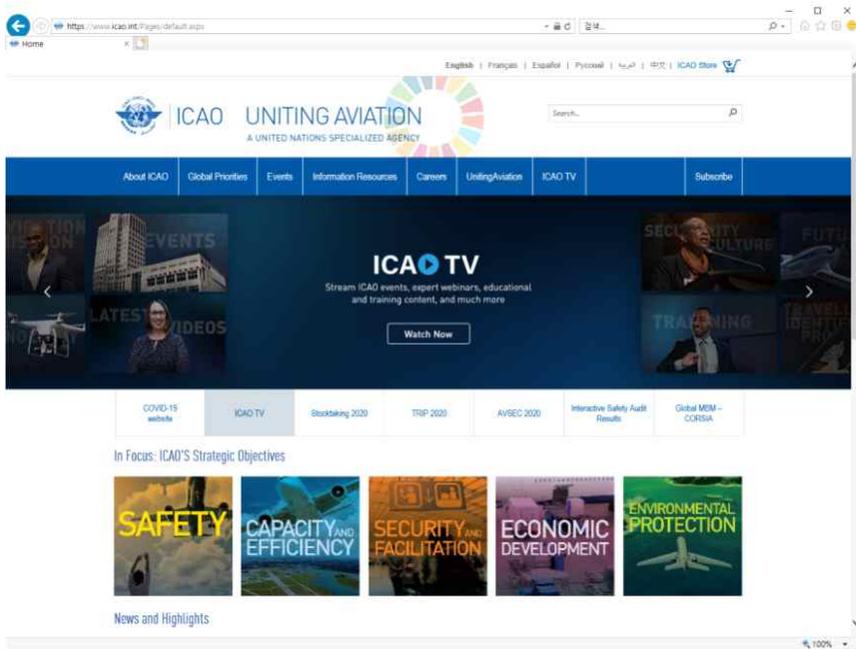
##### 가. 국제 민간 항공 기구

국제 민간 항공 기구(International Civil Aviation Organization, ICAO)는 유엔(UN) 산하의 전문기구이다. 제2차 세계 대전 때에 민간 항공기의 발전에 따라서 1944년 국제민간항공조약 (통칭 시카고 조약)에 근거해 1947년 4월 4일에 발족하였다. 국제 민간 항공에 관한 원칙과 기술을 개발하고, 제정해 항공분야 발달을 목적으로 한다.

시카고 조약 (시카고 협약)이란 1944년 시카고 국제회의에서 채택된 민간항공 운영을 위한 기본조약으로 52개국이 체결한 것을 말하며, 우리나라는 1952년 가입하였다.

ICAO는 본문 96개 조항으로 된 국제민간항공협약서와 제1~18까지의 부속서(Annex)를 내놓고 있다. 이중 분야별 부속서에서 명기한 안전성, 정확성, 효율성을 위한 국제표준을 수록한 각종 규격이나 기준, 지침을 내놓고 있는데 각 회원국에 대해 결코 강요하지 않고 항상 권고(Recommendation)라는 표현을 사용하고 있다. 그러나 말이 권고이지 이것은 어디까지나 엄격한 지침이자 거의 헌법적이다.

ICAO는 민간항공에 이용하는 모든 주파수에 대하여 국제민간항공협약의 부속서 제 10권 항공통신(Aeronautical Telecommunications)과 제5권 (Aeronautical Radio Frequency Utilization)에 규정하고 있다.



[그림 3.1.1.] ICAO 홈페이지 (https://www.icao.int)

국제민간항공협약서 (Convention on International Civil Aviation)의 부속서 (Annex)의 내용은 다음과 같다. 협약은 국가 간 조약의 수준이므로 준용을 권고하고 있다. 여기서 Annex 10은 Volume 1~5로 구성되어 있으며 그 내용은 다음과 같다.

[표 3.1.1.] 국제민간항공협약서의 부속서 (Annex)의 내용

Annex	내용
1	항공종사자 면허(Personnel Licensing),
2	항공규칙(Rules of the Air),

3	국제항공항행용 기상업무(Meteorological Service for International Air Navigation),
4	항공도(Aeronautical Charts),
5	공중 및 지상업무에 상용하기 위한 측정단위(Unit of Measurement to be Used in Air and Ground Operation),
6	항공기 운항(Operation of Aircraft),
7	항공기 국적 및 등록기호(Aircraft Nationality & Registration Marks),
8	항공기의 감항성(Airworthiness of Aircraft),
9	출입국 간소화(Facilitation),
10	항공통신(Aeronautical Telecommunication),
11	항공교통업무(Air Traffic Service),
12	수색 및 구조(Search and Rescue),
13	항공기 사고조사(Aircraft Accident and Incident Investigation),
14	비행장(Aerodromes),
15	항공정보업무(Aeronautical Information Services),
16	환경보호(Enviromental Protection),
17	항공 보안(Security),
18	위험품 항공안전 수송(The Safe Transport of Dangerous Goods By Air)

**ANNEX 10 to the Convention on International Civil Aviation**

**Aeronautical Telecommunications (Volumes I, II, III, IV and V)**

Three of the most complex and essential elements of international civil aviation are aeronautical communications, navigation and surveillance. These elements are covered by Annex 10 to the Convention.

Annex 10 is divided into five volumes:

- Volume I — Radio Navigation Aids
- Volume II — Communications Procedures including those with PANS status
- Volume III — Communication Systems
  - Part 1 — Digital Data Communication Systems
  - Part 2 — Voice Communication Systems
- Volume IV — Surveillance Radar and Collision Avoidance Systems
- Volume V — Aeronautical Radio Frequency Spectrum Utilization

[그림 3.1.2.] Annex 10의 구성

[표 3.1.2.] Annex 10의 각 권의 주요 내용

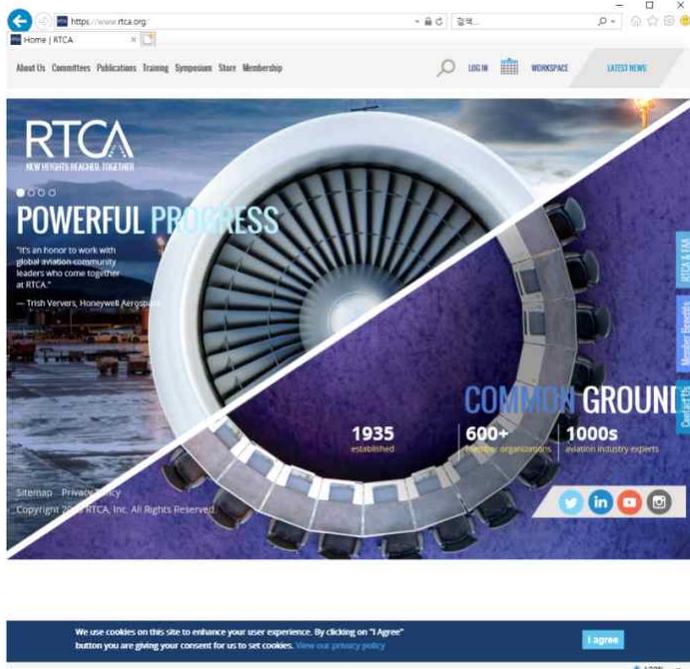
Volume	주요 내용
--------	-------

I	<p>The five volumes of this Annex contain Standards and Recommended Practices (SARPs), Procedures for Air Navigation Services (PANS) and guidance material on aeronautical communication, navigation and surveillance systems.</p> <p>Volume I of Annex 10 is a technical document which defines for international aircraft operations the systems necessary to provide radio navigation aids used by aircraft in all phases of flight. The SARPs and guidance material of this volume list essential parameter specifications for radio navigation aids such as the global navigation satellite system (GNSS), instrument landing system (ILS), microwave landing system (MLS), very high frequency (VHF) omnidirectional radio range (VOR), non-directional radio beacon (NDB) and distance measuring equipment (DME). The information contained in this volume includes aspects of power requirements, frequency, modulation, signal characteristics and monitoring needed to ensure that suitably equipped aircraft will be able to receive navigation signals in all parts of the world with the requisite degree of reliability.</p>
II	<p>Volumes II and III cover two general categories of voice and data communications that serve international civil aviation. They are the ground-ground communication between points on the ground and the air-ground communication between aircraft and points on the ground. The air-ground communication provides aircraft with all necessary information to conduct flights in safety, using both voice and data. An important element of the ground-ground communication is the aeronautical fixed telecommunication network (AFTN), a worldwide network organized to meet the specific requirements of international civil aviation. Within the AFTN category, all significant ground points, which include airports, air traffic control centres, meteorological offices and the like, are joined by appropriate links designed to serve aircraft throughout all phases of flight. Messages originated at any point on the network are routed as a matter of routine to all points required for the safe conduct of flight. In Volume II of Annex 10, general, administrative and operational procedures pertaining to aeronautical fixed and mobile communications are presented.</p>
III	<p>Volume III of Annex 10 contains SARPs and guidance material for various air-ground and ground-ground voice and data communication systems, including aeronautical telecommunication network (ATN), aeronautical mobile-satellite service (AMSS), secondary surveillance radar (SSR) Mode S air-ground data link, very high frequency (VHF) air ground digital link (VDL), aeronautical fixed telecommunication network (AFTN), aircraft addressing system, high frequency data link (HFDL), aeronautical mobile service, selective calling system (SELCAL), aeronautical speech circuits and emergency locator transmitter (ELT).</p>
IV	<p>Volume IV of Annex 10 contains SARPs and guidance material for secondary surveillance radar (SSR) and airborne</p>

	<p>collision avoidance systems (ACAS), including SARPs for SSR Mode A, Mode C and Mode S, and the technical characteristics of ACAS.</p>
V	<p>In Volume V of Annex 10, SARPs and guidance material on the utilization of aeronautical frequencies are defined. The International Telecommunication Union (ITU) has set up a framework in which the demands for radio spectrum from individual States are balanced with the interests of different radio service users to produce a planned radio environment incorporating interference-free, effective and efficient radio spectrum use. Volume V contains information on the assignment planning of individual aeronautical radio stations operating or planned to operate in different frequency bands.</p>

나. RTCA

RTCA(Radio Technical Commission for Aeronautics)는 항공 규격을 생성하는 단체이다. RTCA는 비영리법인으로 항공기와 항공기 전자 시스템과 관련된 기술과 과학을 발전시켜 공익을 증진시키기 위한 목적으로 설립되었다. 보통 미국 연방 항공국, 업체 연구 자료, 모의, 비행시험, 평가 자료 등을 모아서 RTCA가 MOPS를 작성하도록 한다. 본부는 Washington, DC이다.



[그림 3.1.3.] RTCA 홈페이지 사진

다음 그림은 RTCA 홈페이지에서 출판되는 형태들이며, MOP에 대한 설명과 문서 목록을 나타낸다. MOP에 대한 RTCA의 설명은 MOPS는 설비의 설계자, 제작자, 설치자, 사용자에게 유용한 표준을 제공한다고 한다.

### Standards & Guidance Materials

RTCA produces minimum performance standards and guidance materials that are requested by the FAA and become a partial basis of FAA regulations for aviation systems and equipage. They are produced by committees of volunteers representing the interested and relevant stakeholders. Since 1935, RTCA has had a long and successful track record of producing high quality standards, including the following:

- **Operational Services and Environment Definition (OSED)**  
Documenting the environment in which systems and equipment will operate
- **Operational, Safety & Performance Requirements (SPR)**  
Safety Assessments and Ops Performance Assessments (Communication, Navigation, Surveillance)
- **Interoperability Requirements (IRR)**  
Assuring all components of the Air Traffic Architecture (airborne and ground-based components; pilots and controllers; domestic and international) are all able to work together seamlessly to provide safe and efficient air travel and services
- **Minimum Aviation System Performance Standards (MASPS)**  
Assuring end-to-end, systems will perform their intended functions within a defined airspace
- **Minimum Operational Performance Standards (MOPS)**  
Assuring equipment will perform its intended functions

[그림 3.1.4.] RTCA 홈페이지에서 출판되는 형태들

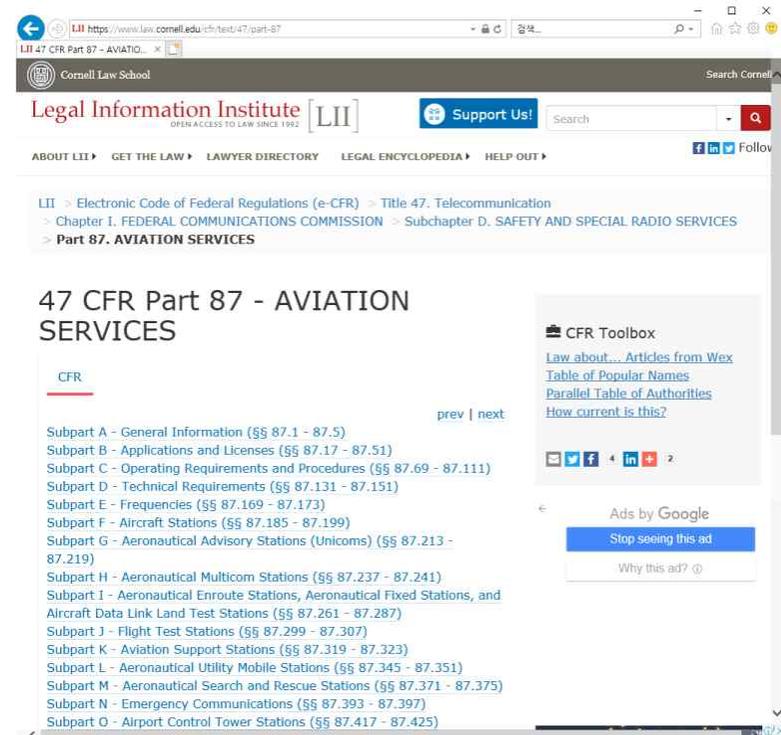
MOPS provide standards for specific equipment(s) useful to designers, manufacturers, installers and users of the equipment. The word "equipment" used in MOPS includes all components and units necessary for the system to properly perform its intended function(s). MOPS provide the information needed to understand the rationale for equipment characteristics and requirements stated, describe typical equipment applications and operational goals, and establish the basis for required performance under the standard. Definitions and assumptions essential to proper understanding are provided as well as installed equipment tests and operational performance characteristics for equipment installations. Compliance with RTCA MOPS is recommended as one means of assuring the equipment will perform its intended function(s) satisfactorily under all conditions normally encountered in routine aeronautical operations. MOPS may be implemented by one or more regulatory documents and/or advisory documents and may be implemented in part or in total.

[그림 3.1.5.] RTCA 홈페이지에서 MOP의 내용에 대한 설명

[그림 3.1.6.] RTCA의 문서 목록

다. FCC

항공업무용 무선설비의 기술기준은 연방규정집(CFR: Code of Federal Regulations)의 Title 47 (Telecommunication)의 Chapter I (FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION)의 Subchapter D (SAFETY AND SPECIAL RADIO SERVICES)의 Part 87 (Aviation service)에서 규정하고 있다.



[그림 3.1.7.] FCC의 47 CFR Part 87의 홈페이지

(출처: <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47>)

제 2 절 무선설비(NDB)관련 전파 품질 항목 분석

가. ICAO 국제조약 부속서 종류 및 내용

구분	내용
부속서 1(Annex 1)	항공종사자 자격(Personnel Licensing)
부속서 2(Annex 2)	항공법규(Rules of the Air)
부속서 3(Annex 3)	항공기상(Meteorological Service for International Air Navigation)
부속서 4(Annex 4)	항공지도(Aeronautical Charts)
부속서 5(Annex 5)	항공측정단위(Units of Measurement to be Used in Air and Ground Operations)
부속서 6(Annex 6)	항공기운항(Operation of Aircraft)
부속서 7(Annex 7)	항공기국적 및 등록(Aircraft Nationality and Registration Marks)
부속서 8(Annex 8)	항공기감항성(Airworthiness of Aircraft)
부속서 9(Annex 9)	출입국간소화(Facilitation)
부속서 10(Annex 10)	항공통신(Aeronautical Telecommunications)
부속서 11(Annex 11)	항공교통업무(Air Traffic Services)
부속서 12(Annex 12)	수색 및 구조(Search and Rescue)
부속서 13(Annex 13)	항공기사고조사(Aircraft Accident and Incident Investigation)
부속서 14(Annex 14)	비행장(Aerodromes)
부속서 15(Annex 15)	항공정보업무(Aeronautical Information Services)
부속서 16(Annex 16)	환경보호(Environmental Protection)
부속서 17(Annex 17)	항공보안(Security)
부속서 18(Annex 18)	위험물 수송(The Safe Transport of Dangerous Goods by Air)

[그림 3.2.1.] ICAO 국제조약 부속서 종류 및 내용

나. ICAO 부속서 10 (Annex 10)의 구성

권	제목	구성	발행
1	Radio Navigation Aids	3장, 부록 2개 578페이지	2006. 7. (6th Edition)
2	Communication Procedures including those with PANS status	8장 104페이지	2001. 7. (6th Edition)
3	Communication Systems	17장 (Part I-12장, Part II-5장) 260페이지	2007. 7. (2th Edition)
4	Surveillance and Collision Avoidance Systems	7장 216페이지	2014. 7. (5th Edition)
5	Aeronautical Frequency Spectrum Utilization	4장 42페이지	2013. 7. (3th Edition)

[그림 3.2.2.] ICAO 부속서 10 (Annex 10)의 구성

다. Vol. I 에 포함된 항행안전무선시설의 기술 규격

- o Specification for ILS
- o Specification for precision approach radar system
- o Specification for VHF omnidirectional radio range (VOR)
- o Specification for non-directional radio beacon (NDB)
- o Specification for UHF distance measuring equipment (DME)
- o Specification for en-route VHF marker beacons (75 MHz)
- o Requirements for the Global Navigation Satellite System (GNSS)
- o System characteristics of airborne ADF receiving systems

라. 무지향표지시설의 규격 분석

(Specifications for non-directional radio beacon, NDB)

- Annex 내용은 국제 표준(Standards)와 권고사항(Recommended practise)로 구성되어 있다.
- 국제 표준은 관련국들이 의무적으로 적용해야 한다.
- 권고사항은 자국에 적용하는 다른 대안이 있는 경우를 제외하고 가능한 따르도록 권고되는 사항이다.

3.4.4 Radio frequencies

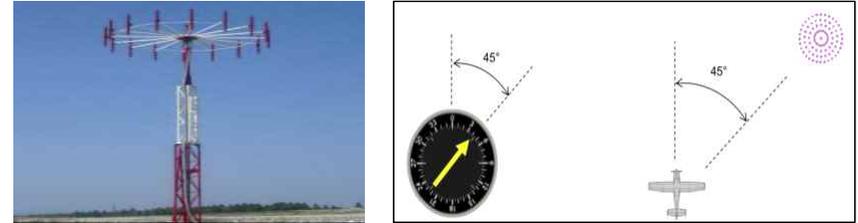
3.4.4.1 The radio frequencies assigned to NDBs shall be selected from those available in that portion of the spectrum between 190 kHz and 1 750 kHz.

3.4.4.2 The frequency tolerance applicable to NDBs shall be 0.01 per cent except that, for NDBs of antenna power above 200 W using frequencies of 1 606.5 kHz and above, the tolerance shall be 0.005 per cent.

3.4.4.3 **Recommendation.**— Where two locators are used as supplements to an ILS, the frequency separation between the carriers of the two should be not less than 15 kHz to ensure correct operation of the radio compass, and preferably not more than 25 kHz in order to permit a quick tuning shift in cases where an aircraft has only one radio compass.

3.4.4.4 Where locators associated with ILS facilities serving opposite ends of a single runway are assigned a common frequency, provision shall be made to ensure that the facility not in operational use cannot radiate.

[그림 3.2.3.] 부속서(Annex)내에 표준과 권고사항 구분 예



[그림 3.2.5.] NDB(좌) 및 ADF/NDB 방향 정보 수신(우) 예

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION  
FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION

CHAPTER 2. NDB/ADF SYSTEM

20. **NDB/ADF SYSTEM DESCRIPTION.** The NDB/ADF System is a short distance air navigation system. The ground component provides properly equipped aircraft with bearing and identification referenced to the selected ground component. The system provides navigation signals to all civil and military aviation for the safe and efficient conduct of aircraft operations, exercise of air traffic control, and use of airspace. The NDB is an International Civil Aviation Organization standard navigation aid. The NDB/ADF System has been allocated radio spectrum in the aeronautical radionavigation service. The primary purpose of the NDB/ADF System is for navigation. While other services may be provided by the system, they are less important than the navigation information. The identification signal is an integral part of the navigation signal since, without the identification, the navigation information cannot be validated.

[그림 3.2.4.] NDB/ADF 설명 (FAA)

(1) 정의 (Definition)

- o 정격 통달범위의 평균 반경(Average radius of rated coverage)
  - 정격 통달범위(rated coverage)와 동일한 영역을 가진 원의 반경이다.
- o 유효 통달범위 (Effective coverage)
  - 동작(operation) 특성이 충분한 정보의 정확도(identification)와 방향(bearings)을 인식할 수 있는 무지향표지시설(NDB) 주변 영역이다.
- o 로케이터 (Locator)
  - 최종접근(final approach)시에 보조 장치로 사용되는 장파(LF)와 중파(MF)대역의 무선표지시설(NDB)이다.
  - 주) 로케이터는 보통 18.5~46.3km(10~25NM)의 평균 정격 범위 반경을 가진다.
  - \* LF (Low Frequency), MF (Middle Frequency): 보통 Long Wave(장파) 와 Medium Wave(중파)라고도 하고 항공에서는 주로 LF(400 또는 1020Hz), MF(190kHz ~ 535kHz) 주파수 대역을 주로 사용함.
  - \* NM (Nautical Mile): 해상 마일이라고 하며, 1NM = 1.852 km 임.
    - o 정격 통달범위(Rated coverage)
      - 무선 표시기(radio beacon)가 위치한 지역에 따라 지정된 최소한의 지상파(ground wave) 수직방향 전계 강도 값을 초과하는 무지향표지시설(NDB)의 주변영역이다.
  - \* rated coverage 와 effective coverage (Attachment C 6.2)
    - rated coverage는 NDB에서 최소 전계강도가 70 μV/m이 되는 영역으로 NDB의 특성을 확인할 수 있다. 이 정격 통달범위에 영향을 미치는 요소로는 주파수, 방사

전력, 전파경로상(NDB와 전파세기가 최소가 되는 외곽영역지점 사이경로)의 전도도(conductivity)이다.

- effective coverage는 특정 시간에 유용한 정보를 수신할 수 있는 NDB 주의 영역이다. 이 유효 통달 범위는 NDB로부터 수신된 정보신호 강도와 ADF에서 수신되는 노이즈 강도의 비(SNR)로 제한된다. 이 노이즈대비 신호 비율이 특정값 이하로 떨어지면 필요한 정보(bearing&identification)를 얻을 수 없다. 그러므로 고려되어야 하는 요소는 rated coverage의 요소들 이외에 수신기의 대역폭, 대기 노이즈 세기, 다른 장비에 의한 전파간섭, 수신기와 관련된 항공기내의 전기적인 노이즈 등 신호를 방해하는 요소들이다.

- rated coverage와 effective coverage의 관계는 정격 통달영역내 전계 최소지점에서 NDB에서 받는 신호가 주위 노이즈의 총합보다 어느 수준 이상으로 높으면 rated coverage와 effective coverage는 매우 유사할 것이다.

- 일반적으로 effective coverage는 주위 노이즈 요소들을 고려함으로, 내부의 전계 강도는 rated coverage 내의 최소 전계강도인 70  $\mu\text{V}/\text{m}$ 보다 더 높다.

## (2) 통달범위 (Coverage)

o 무지향표지시설(NDB)의 정격 범위(rated coverage)에서 최소 전계 강도는 70  $\mu\text{V}/\text{m}$  이어야 한다.

- 주1) 특히 위도 30°N 에서 30°S 사이에서 요구되는 전파 강도에 대한 지침은 첨부자료 C (Attachment C)의 6.1에 수록되어 있으며, 관련 ITU 조항은 무선 규정의 제8장 제35조, 제4장 제B부에 수록되어 있다.

- 주2) 해당 지역의 비정상적인 결과를 피하기 위해 전계 강도가 측정되는 장소와 시간의 선택이 중요하다. 무선 표시기(beacon) 주변의 항공 경로 위치가 운용상 매우 중요하다.

\* 위도 30°N에서 30°S 사이의 NDB 전계강도 요구사항 (Atchment C 6.1)

- 30°N에서 30°S 사이의 위도에 위치한 NDB의 정격 통달 범위 내에서 만족스러운 서비스를 얻기 위해서는 최소 전계강도가 120  $\mu\text{V}$ 이어야 한다. 단, 몇년 동안 NDB의 운용에 대한 실제 경험으로 최소 70  $\mu\text{V}$ 인 전계강도도 충분하다는 지역은 제외한다.

- 다음과 같은 특정 지역에서는 최소 전계강도가 경우가 120  $\mu\text{V}$  이상이어야 한다.

: 인도네시아와 파푸아 뉴기니, 미얀마, 말레이 반도, 태국, 라오스 인민 민주 공화국, 민주 캄푸체아, 베트남 및 오스트레일리아 북부

: 카리브해 및 남아메리카 북부 지역

: 중앙 및 남아프리카 공화국

- 120  $\mu\text{V}/\text{m}$ 인 전계 강도는 현재까지 실무 경험에 기초하며 기술적으로 바람직한 것과 경제적으로 제공할 수 있는 것을 절충한 것이다.

o 무지향표지시설(NDB)의 정격 통달범위(rated coverage)에 대한 모든 고지(Notifications) 또는 공포(Promulgations)는 평균 반경(average radius)을 기준으로 해야 한다.

- 주1) 정격 통달범위의 변화가 일주기적으로(diurnally), 계절적으로(seasonally) 상당히 큰 경우에는 무선표시기(radio beacon)의 등급 적용(classification)에서 이 변화를 고려해야 한다.

- 주2) 정격 통달범위(rated coverage)의 평균 반경(average radius)이 46.3~278km(25~150NM)인 무선표시기(beacon)는 정격 통달범위 평균 반경에 46.3km(25NM)의 가장 가까운 배수로 지정될 수 있으며(designated), 278km(150NM) 이상의 정격 통달범위의 무선 표시기(beacon)는 92.7km(50NM)의 가장 가까운 배수로 지정될 수 있다.

o 무지향표지시설(NDB)의 정격 범위가 다양한 운영상의 중요한 구역(sectors)에서 실질적으로(materially) 다른 경우에, 그 등급 체계는 정격 범위의 평균 반경과 각 구역의 각도 한계에 따라 표현되어야 한다.

- 구역(sector)의 통달범위 반경과 각도 한계는 무선표시기(beacon)로부터 시계방향으로 하는 자침 방위 (magnetic bearing)로서 표현되어 진다.

- 이러한 방법으로 무지향표지시설(NDB)의 등급화가 요구되는 경우에는 구역(sector)의 수는 최소한으로 유지되어야 하며 가급적 2개를 초과해서는 안 된다.

## (3) 방사전력의 제한 (Limitations in radiated power)

- 무지향표지시설(NDB)에서 방사되는 전력은 (다른 항공기나 무선국에 전파 간섭을 피하기 위하여) 규정된 정격 통달범위를 확보하는데 필요한 전력량보다 2dB 이상 초과하면 안된다. 단, 지역적으로 합의되었거나 다른 시설에 유해한 간섭이 발생

하지 않는 경우에는 방사 전력을 증가시킬 수 있다.

#### (4) 무선 주파수 (Radio frequencies)

o 무지향표지시설(NDB)에 할당된 무선 주파수는 190kHz와 1,750kHz 사이에서 사용할 수 있는 주파수로 선택되어야 한다.

o 무지향표지시설(NDB)에 적용되는 주파수 허용오차는 0.01% 이다. 단, 1,606.5kHz 이상의 주파수를 사용하면서 안테나 출력이 200W 이상인 무지향표지시설(NDB)의 경우 허용오차는 0.005%이다.

o 2개의 로케이터(Locator)가 계기착륙시설(ILS)의 보조용으로 사용되는 경우, 항공기에 탑재된 무선 나침반(radio compass)의 정확한 동작을 보장하기 위해 두 로케이터의 반송파 사이의 주파수 분리는 15kHz 이상이어야 한다. 또한, 항공기가 하나의 무선 나침반(radio compass)을 가지고 있는 경우에는 빠른 주파수 동조(quick tuning shift)를 위하여 25kHz 이하의 주파수 간격을 유지하여야 한다.

o 단일 활주로의 양쪽 끝에서 운용되는 계기착륙시설(ILS)과 관련된 로케이터(Locator)들에 동일한 주파수가 할당되는 경우에는 운용되지 않는 시설에서 전파 방사가 되지 않도록 하여야 한다.

#### (5) 식별(Identification)

o 개별 무지향표지시설(NDB)는 분당 약 7개 단어(word)에 해당하는 속도로 전송되는 2개 또는 3개의 문자(letter)로 구성된 국제 모스 코드(Morse Code)에 의하여 식별되어야 한다.

o 완전한 식별(complete identification)을 위하여 적어도 30초마다 한 번씩 신호가 전송되어야 한다. 단, 무선 표시기 식별신호가 반송파의 OOK(on/off keying)로 이루어지는 경우, 식별을 위한 신호는 약 1분 간격으로 전송되어야 한다. 또한 운용에 바람직하다고 판단되는 경우, 특정 무지향표지시설(NDB)국에서 더 짧은 간격의 신호 식별 송신이 가능하다.

o 무선 표시기의 식별 신호가 반송파의 OOK(on/off keying)로 이루어지는 경우를 제외하고, 식별 신호는 매 30초 마다 최소한 3회 전송되어야 하고, 같은 시간 안에서 그 간격이 균등해야 한다.

o 정격 통달범위(rated coverage)의 평균 반경이 92.7km(50NM) 이하인 무지향표지

시설(NDB)이 주로 비행장(aerodrome) 근처에서 접근(approach) 및 대기(holding) 지원용으로 사용되는 경우, 식별신호는 일정한 간격으로 30초마다 최소 3회 전송되어야 한다.

o 식별신호에 사용되는 변조 톤(modulating tone)의 주파수는 1,020Hz  $\pm$ 50Hz 또는 400Hz  $\pm$ 25Hz 이어야 한다.

- 주) 사용할 수치의 결정은 첨부자료 C(Attachment C)의 6.5 사항을 고려하여 지역적으로 이루어진다.

\* 변조주파수의 선택 고려사항 [Attachment C 6.5]

- ADF 수신기가 협대역일수록 선택성 특성(selectivity characteristics)이 개선된다. 수신기에 의한 오디오 측대역의 감쇠가 신호의 유효 변조 깊이를 감소시키고, 만족스러운 식별 거리를 결과적으로 감소시킨다. 이러한 상황에서는 400Hz가 1020Hz보다 더 나은 식별 서비스를 제공할 것으로 간주된다. 그러나 대기 소음이 높은 조건에서 주파수가 1020Hz일 경우 더 쉽게 읽을 수 있는 신호를 제공할 수도 있다.

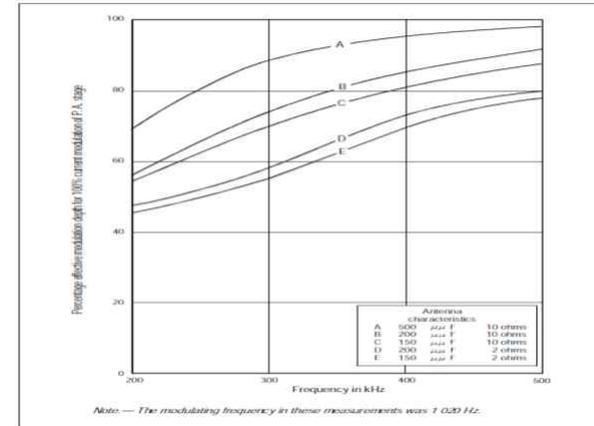
#### (6) 송출 특성 (Characteristics of emissions) \*emission: rf radiation

- 주) 동시 식별과 음성 변조를 포함하는 식별(identification)에 대해 사양 이외에 무지향표지시설(NDB)에서 활용할 수 있는 추가 변조의 사용 또는 변조 유형 변경을 할 수 있다.(not intended to preclude). 단, 이 추가 변조가 공중 방향 탐색기(direction finder)와 함께 사용되는 무지향표지시설(NDB)의 운영 성능에 중요한 영향을 미치지 않는 경우와 이 변조가 다른 NDB 서비스에 유해한 간섭을 일으키지 않아야 한다.

o 아래 B 사항을 제외하고, 모든 NDB는 중단 없이(uninterrupted) 반송파를 방사(radiate)해야 하며 진폭 변조 톤(NON/A2A)의 OOK(on/off keying)방식에 의해 식별되어야 한다.

o 만약 무지향표지시설(NDB)이 무선표지(beacon)의 밀도가 높은 지역에 위치하고 있거나 요구되는 정격 통달범위가 아래 각 호와 같은 이유로 달성 불가능한 지역에 있고, 대기(holding)와 접근(approach) 및 착륙용 보조용으로 전부 또는 부분적인 역할을 하거나 평균 전격 통달범위 반경이 92.7km(50NM) 미만인 경우 무지향표지시설(NDB)은 무변조 반송파(NON/A1A)의 OOK변조에 의해 식별되어야 한다.

- 가) 라디오 방송국의 무선 간섭
  - 나) 높은 대기 소음
  - 다) 현지 조건
- o OOK방식으로 오디오 변조톤이 식별되는 무지향표지시설(NDB)의 변조도는 실용적으로 95%에 가깝게 유지되어야 한다.
    - o OOK방식으로 오디오 변조톤이 식별되는 무지향표지시설(NDB) 경우에, 식별 중송출 특성은 무지향표지시설이 정격 통달범위 한계에서 만족스러운 식별을 보장될 수 있도록 해야 한다.
      - 주1) 전술한 요건은 식별 시 적절하게 방사되는 반송파 전력의 유지와 함께 실제 가능한 높은 비율의 변조가 필요하다.
  - 주) 반송파에 대해  $\pm 3$  kHz의 방향 탐색기(direction-finder) 통과 대역을 사용하면 정격 통달적용 범위 한계에서 6 dB의 신호 대 잡음비는 일반적으로 전술한 요건을 충족한다.
  - 주) 변조 깊이와 관련된 몇 가지 고려사항은 첨부자료 C의 6.4에 수록되어 있다.
    - \* 변조 깊이 [Attachment C 6.4]
      - 변조의 깊이(modulation depth)를 95%에 가깝게 유지해야 한다고 명시할 때, NDB에서 일반적으로 사용되는 주파수를 사용하는 경우 소형 안테나들이 사이드밴드의 감쇠로 인해 NDB 시스템의 효과적인 변조 깊이(effective modulation depth)에 영향을 미칠 수 있다는 점에 유의해야 한다.
      - 이 주파수에서 안테나의 길이는 한 파장보다 작은 길이를 갖는 것이 일반적이므로, 안테나가 높은 리액티브성분과 높은 Q 특성을 갖게 된다.
      - 이 영향은 아래 그림 C-19에 나타나 있다. 그림 C-19는 한 국가가 실시한 측정 결과이다. 이러한 측정에서 변조 주파수는 1020Hz였다. 더 낮은 변조 주파수를 사용하면 효과가 더 적을 것이다.
      - 감쇠를 줄이기 위해 안테나의 Q를 줄이려고 시도해야 한다. 이것은 용량성과 저항을 증가시킴으로써 두가지 방법으로 수행될 수 있다.
      - 안테나에 추가 저항을 삽입하면 전원이 낭비되는 반면 용량(capacity)을 증가시키지 않는다. 또한 용량을 증가시키는 효과는 시스템 전체의 전압을 감소시켜 절연 문제를 감소시키는 것이다.



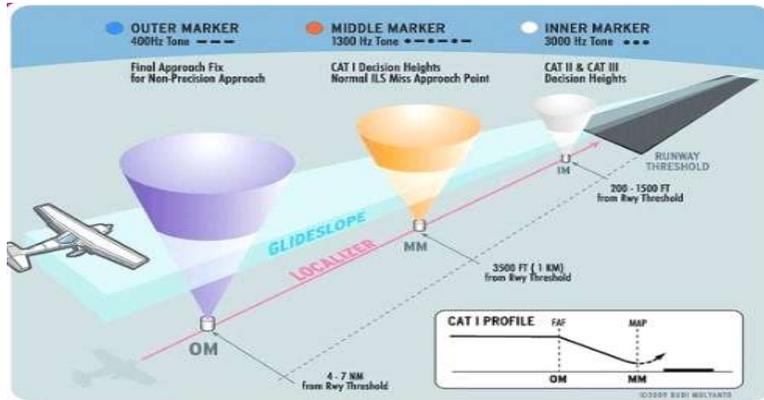
[그림 3.2.6.] 안테나 Q가 복사 신호의 변조 깊이에 미치는 영향

- 이러한 이유로, 이른바 우산 탑 용량에서와 같이 상당 하중(top load)을 사용하여 안테나 용량을 늘리는 것이 바람직하다.
  - o 식별 신호가 방사되고 있을 동안에, NON/A2A 송출 특성을 갖는 NDB의 반송파 전력은 낮아지면 안 된다. 단, 무지향표지기(NDB)의 정격 통달범위의 평균 반경이 92.7 km(50 NM)를 초과하는 경우에는 1.5 dB 이하의 전력 저하를 허용 할 수 있다.
  - o 필요하지 않는 음성 주파수 변조는 반송파 진폭의 5% 미만이어야 한다.
    - 주) 무선 표지(beacon) 송출에서 루프 스위칭 주파수와 같거나 비슷한 오디오 주파수 또는 루프 스위칭 주파수의 두 번째 고조파에 해당되는 주파수에 의한 변조가 되는 경우, 비행체의 자동 방향 탐색 장비(ADF)의 성능에 대한 신뢰성이 심각하게 의심될 수 있다. 현재 사용되는 장비의 루프 스위칭 주파수는 30Hz와 120Hz 사이에 있다.
  - o (전파 간섭 최소를 위하여) 송출(emission) 대역폭과 불필요한 송출(spurious emission)은 기술수준과 서비스 특성이 허용되는 최저치로 유지되어야 한다.
- (7) 로케이터의 위치 (Sitting of locators)
- o 계기착륙시설(ILS)의 보조용으로 로케이터를 사용하는 경우, 외측 및 중간(outer and middle) 마커비콘(marker beacon)의 위치는 활주로 중심선과 거의 평행을 이루

도록 활주로 중심 연장선상과 같은 방향에 위치하도록 하여야 한다.

o 계기착륙시설(ILS)의 보조용으로 한개의 로케이터만 사용되는 경우에는 외측 마커(outer marker beacon) 위치에 놓여야 한다.

o 계기착륙시설(ILS) 없이 최종 접근(final approach)용으로 사용되는 경우에는 항공항행서비스절차(PANS-OPS(Doc 8168))에 규정된 장애물 이격기준을 고려하여 계기착륙시설(ILS)이 설치될 때 적용되는 동등한 위치를 로케이터의 위치로 선택해야 한다.



[그림 3.2.7.] OM, MM, IM 설명도

(8) 감시 (Monitoring)

o 무지향표지시설(NDB)은 다음 조건중 하나라도 존재하는 경우에 지정된 장소에서 정보를 발생하도록 하여야 한다.

- A) 방사된 반송파의 전력이 정격 통달범위에서 요구되어지는 값보다 50% 이하인 경우
- B) 식별신호의 전송이 비정상인 경우
- C) 감시장비가 비정상 작동하거나 중단되는 경우

o 무지향표지시설(NDB)이 항공기 수신장비인 자동방향탐지기(ADF)의 스위칭 주파수에 인접된 주파수를 갖는 전원으로 작동할 경우와 전원공급 주파수가 전파 복사시에 변조 발생을 유발할 가능성이 있도록 설계된 경우에 반송파의 전원 공급 변조

가 5%를 초과시 이를 감지할 수 있도록 감시(monitoring) 기능을 갖춰야 한다.

o 로케이터가 서비스를 제공하는 시간동안 위 A, B, C에 규정된 로케이터의 기능을 지속적으로 점검할 수 있도록 감시기능을 갖춰야 한다.

o 로케이터 이외에 무지향표지시설(NDB)의 서비스 시간 동안에도 위 위 A, B, C에 규정된 로케이터의 기능을 지속적으로 점검할 수 있도록 감시기능을 갖춰야 한다.

제 3 절 무선설비 (ADF) 관련 전파 품질 항목 분석

가. ICAO 국제민간항공협약서의 부속서 (Annex 10)의 주요내용

ICAO는 민간항공에 이용하는 모든 주파수에 대하여 국제민간항공협약의 부속서 제10권 항공통신(Aeronautical Telecommunications)에 대하여 규정하고 있다. 그리고 Annex 10은 Volume 1~5로 구성되어있다. 다음 그림은 ICAO 국제민간항공협약의 부속서 10의 ADF 해당 구문이다.

TABLE OF CONTENTS		Page
Foreword.....		(vii)
CHAPTER 1. Definitions .....		1-1
CHAPTER 2. General provisions for radio navigation aids.....		2-1
2.1 Standard radio navigation aids.....		2-1
2.2 Ground and flight testing.....		2-2
2.3 Provision of information on the operational status of radio navigation services.....		2-3
2.4 Power supply for radio navigation aids and communication systems.....		2-3
2.5 Human Factors considerations.....		2-3
CHAPTER 3. Specifications for radio navigation aids.....		3-1
3.1 Specification for ILS.....		3-1
3.2 Specification for precision approach radar system.....		3-25
3.3 Specification for VHF omnidirectional radio range (VOR).....		3-28
3.4 Specification for non-directional radio beacon (NDB).....		3-32
3.5 Specification for UHF distance measuring equipment (DME).....		3-36
3.6 Specification for en-route VHF marker beacons (75 MHz).....		3-57
3.7 Requirements for the Global Navigation Satellite System (GNSS).....		3-58
3.8 [Reserved].....		3-72
3.9 System characteristics of airborne ADF receiving systems.....		3-72
3.10 [Reserved].....		3-73
3.11 Microwave landing system (MLS) characteristics.....		3-73

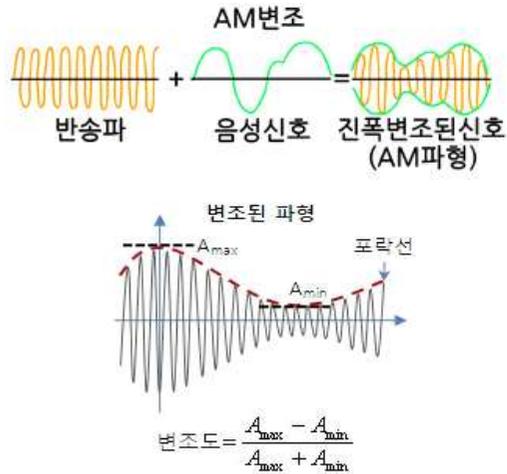
[그림 3.3.1.] ICAO 국제민간항공협약의 부속서 10의 Volume 1의 목차 구문

3.8 (Reserved)	
<b>3.9 System characteristics of airborne ADF receiving systems</b>	
3.9.1 Accuracy of bearing indication	
3.9.1.1 The bearing given by the ADF system shall not be in error by more than plus or minus 5 degrees with a radio signal from any direction having a field strength of 70 microvolts per metre or more radiated from an LF/MF NDB or locator operating within the tolerances permitted by this Annex and in the presence also of an unwanted signal from a direction 90 degrees from the wanted signal and:	
23/11/06	3-72
Chapter 3 <span style="float: right;">Annex 10 — Aeronautical Communications</span>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>a) on the same frequency and 15 dB weaker; or</li> <li>b) plus or minus 2 kHz away and 4 dB weaker; or</li> <li>c) plus or minus 6 kHz or more away and 55 dB stronger.</li> </ul>	
<i>Note. — The above bearing error is exclusive of aircraft magnetic compass error.</i>	
3.10 (Reserved)	

[그림 3.3.2.] ICAO 국제민간항공협약의 부속서 10의 ADF 해당 구문

여기서 부속서에 의하여 규정된 허용 편차내에서 운영되는 locator 또는 장파대/중파대(LF/MF) 무지향표지시설(NDB)로부터 방사된 70uV/m 이상의 field 강도를 갖는 어떤 방향으로부터 전파신호와 원하는 신호와 90도 방향에서 도래하는 아래 a) 또는 b) 또는 c) 의 불필요 신호의 존재에도 ±5도 초과의 에러를 가지면 안된다고 규정하고 있다. 여기서 ADF 반송파는 1,020 Hz 또는 400 Hz (MOPs에 해당, 변조도 30%)이다.

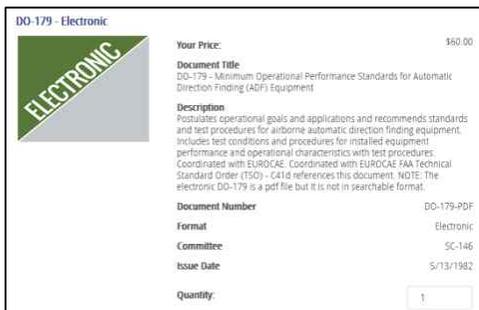
- a) 동일 주파수이고 15dB 약함
- b) ± 2kHz 이격되고 4dB 약함
- c) ± 6kHz 이격되고 55dB 약함



[그림 3.3.3.] ADF와 NDB의 파형

나. RTCA의 DO-179의 주요 내용

DO-179는 Minimum Operational Performance Standards for Automatic Direction Finding (ADF) Equipment의 약자로써, RTCA/DO-137(1968년 11월 승인)과 RTCA/DO-142 (1970년 1월8일 승인)를 대체하였다. DO-179의 최신버전은 1982년 5월 13일 승인된 것이다. (2020년 9월 17일 현재)



[그림 3.3.4.] DO-179의 전자판

[표 3.3.1.] DO-179의 내용 (Table of Contents)

Chapter	Sub-Chapter	
1.0	Purpose and Scope	1.1 Introduction
		1.2 System Overview
		1.3 Operational Applications
		1.4 Operational Goals
		1.5 Assumption
		1.6 Test Procedure
		1.7 Definition of Terms
2.0	Automatic Direction Finding Equipment Performance Equipments and Test Procedures	2.1 Overview Requirements
		2.2 Equipment Performance - Standard Conditions
		2.3 Equipment Performance - Environmental Condition
		2.4 Equipemnt Test Procedure
3.0	Installed Equipment Performance	3.1 Test Conditions
		3.2 Equipement Installation
		3.3 Minimum Installed Equipement Performance
4.0	Operational Characteristics	4.1 Required Operational Characteristics
		4.2 Test Procedure for Operatonal Characteristics

DO-179의 목차를 살펴보면, 1장과 2장만이 전파품질과 관계가 있으며, 아래와 같이 정리하였다.

(1) 1장

o 1.1 Introduction

- ADF(automatic direction finding) equipment는 미국의 NDB 환경안에서 동작하는 것을 전제로 한다. (유럽은 다른 환경이므로 EUROCAE를 참고해야함)

o 1.2 System Overview

- ADF는 NDB 신호의 도착 방향을 탐지하고 자동적으로 지시한다.

- 방향은 magnetic bearing 또는 항공기의 방위측에 상대적인 방위각(relative bearing)으로 파일럿에게 표시한다.

- MCW 또는 CW 전송을 모니터링하기 위하여 사용된다.

- NDB가 ILS(instrument landing system)의 일부로 사용 시, compass locator라고 부른다.

- 1960년대에 NDB는 VOR/DME/TACAN의 광범위한 구현으로 쓸모없게 될 것으로 생각되었으나, VOR 등이 제공하지 못하는 기능 (저가)을 제공하는 이유로 급격

한 증가를 가져온다.

- NDB 주파수 정체가 장기 문제임. 해결방안은 출력을 낮추고 주파수를 재분배하거나, ADF의 선택도를 높이거나, NDB의 가청주파수 190~535 kHz의 제거, 1,020 Hz의 표시(identification, 인식) 신호 주파수를 낮추는 방안이다.

#### o 1.3 Operational Applicaitons

- 음성제공 (535-1605 kHz)은 시장의 요구로 인하여 계속 제공 한다.

#### o 1.4 Operational Goals

- 선택도: ADF는 모든 간섭신호로부터 보호를 하기 위하여 선택도가 높아야한다.  
- Spurious, cross modulation, intermodulation: 파일럿을 방해하지 않아야 한다.  
- 방위각 정확도: 안테나 매칭의 변화 (icing condition)나 수신기의 detune (in-flight 운동 변화)에도 방위각 정확도 (bearing accuracy)는 유지되어야 한다.

#### o 1.5 Assumptions

- 최소 field 강도: 50 uV/m (미국) (beacon 송신기 출력 70uV/m의  $1/\sqrt{2}$ )  
- receiver: signal-plus-noise to noise ratio (S+N)/N= 3dB 은 acceptable한 값이다.  
- measurement method: 6 dB (S+N)/N이 더 정확하다.  
- 따라서 시스템 performance: 70uV/m (6dB signal-plus-nise to noise ratio)  
- 10 dB desired/undesired signal ratio (입력단 to detector): 3도 방위각 에러 발생한다.  
- NDB/ADF는 경고나 flag를 요구하지 않으며, 조종사는 identification과 needle을 모니터하고 판단해야 한다. (두 개 인식 신호의 수신 또는 아무런 신호가 없는 경우나 바늘의 비정상적인 변화가 있을 경우 신뢰성이 없을 수 있음)  
- ADF: NDB 지상국의 표시가 파일럿에게 음성적이다.  
- 주요 용어 정의

**Automatic Direction Finder Function** - An operational mode in which navigation information is presented on a bearing display that is automatically controlled to indicate the direction of arrival of radio waves. In addition, the identification of the NDB ground station is audible to the pilot.

**CW Receiver Function** - An operational mode in which the output is an audio signal derived from the on and off keying of the ground station. Simultaneous bearing information to indicate the direction of arrival of the radio waves may be presented on a bearing display.

**MCW Receiver Function** - An operational mode in which received amplitude modulated or equivalent signals provide an audio output signal.

**Quadrantal Error** - Angular error of a measured bearing caused by disturbances due to the characteristics of the airframe.

**Rated Audio Output Power** - The manufacturer's maximum specified audio output power that is obtained with a standard input signal with a field strength of 1000 microvolts per meter.

**Signal-Plus-Noise to Noise Ratio (CW)** - This ratio shall be determined with the receiver beat frequency oscillator "ON," and with the carrier "ON" and "OFF," for "SIGNAL + NOISE" and "NOISE," respectively.

**Signal-Plus-Noise to Noise Ratio (MCW)** - This ratio shall be determined with the carrier "ON" and the modulation "ON" and "OFF", for "SIGNAL + NOISE" and "NOISE," respectively.

**Standard Input Signal** - Unless otherwise specified, the RF signal shall be modulated 30% at 400 Hz.

[그림 3.3.5.] RTCA MOPs DO-179의 용어설명

(2) 2장

o 2.1 General Requirements

o 2.2 Equipment performance - standard condition

- equipment의 분류: Category A, B
- Category A: 유럽 및 지중해 (European-Mediterranean Area(EUM)) 및 동일장비 사용지역 (190~850 kHz, 1615~1799 kHz)
- Category B: 미국 및 동일 장비 사용지역 (190~535 kHz, 1,615~1,799 kHz)
- 주파수 튜닝 분해능(resolution): 주파수 지시기(indicator)는 1,000 Hz보다 크지 않은 단계로 지시(indicate)해야 한다.
- 지상국 interoperability: 수신기는 반송주파수가 0.01% 만큼 차이 나는 지상국 송신기와 운용해야한다.
- 수신감도(sensitivity) (MCW): 표준 입력 신호의 레벨은 70 uV/m를 초과하면 안된다. (표준입력신호는 6dB의 signal-plus-noise to noise ratio를 가짐)
- 수신감도(CW): 무변조 RF입력신호의 레벨은 70 uV/m를 초과하면 안된다.
- 방위각(bearing) 정확도: 850kHz 이하에서는 3도보다 크지 않고, 850KHz 초과시에 8도보다 크지 않아야한다. (입력신호 전계강도가 70uV/m~0.2 V/m 내에서 적용됨) (무변조 신호 및 400~1,000Hz의 80%까지 변조된 신호에도 적용됨)
- 가청(audio) 주파수 응답: 음성 주파수 범위(350 Hz~1,100Hz)에서 700 Hz 기준 값으로부터 6dB이상 변하지 않아야한다.
- 부하임피던스에 대한 음성 출력 레벨 변화: 부하 임피던스값이 50%까지 변할 때, 출력신호의 변화는 3dB를 초과하지 않아야한다. 200%까지 변할 때, 왜곡이 10%를 초과하지 않아야한다.
- 왜곡: 결합 잡음과 왜곡은 정격 음성 출력에서 25%를 초과하지 않아야한다. (입력신호는 400Hz에서 85% 변조된 1,000uV/m)
- AGC 특성: RF 입력레벨이 100uV/m에서 0.2V/m로 증가할때, 음성출력은 8 dB 초과 증가하면 안되고, 2dB 미만으로 감소하면 안된다.
- 수신기 선택도(selectivity, MCW receiver function):

kHz Above and Below the Selected Frequency	Signal Level in dB Above That at the Selected Frequency
0	0
1.0	0
1.5	6.0
2.0	12.0
3.0	27.0
4.0	42.0
5.0	57.0
6.0	72.0
7.0	greater than 80.0

[그림 3.3.6.] 주파수 오프셋에 따른 신호 레벨

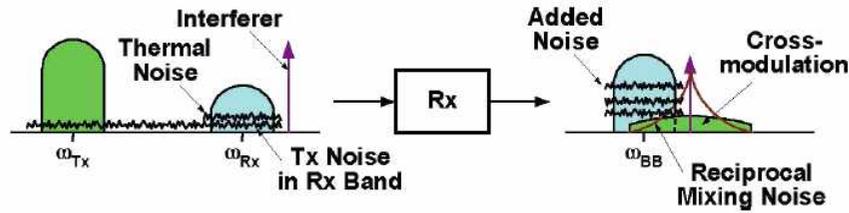
- 수신기 선택도(ADF function): 소스 90도 방향으로 도래하는 불필요 신호가 다음의 주파수 차이가 나고 최소 전계를 초과할 경우에도, 방위각 정확도 조건을 초과하면 안된다.

Frequency Difference	Minimum Field Strength Ratio
+1 kHz	-10 dB
+1.5 kHz	- 4 dB
+2 kHz	2 dB
+3 kHz	17 dB
+4 kHz	32 dB
+5 kHz	47 dB
+6 kHz	62 dB
+7 kHz	greater than 70 dB

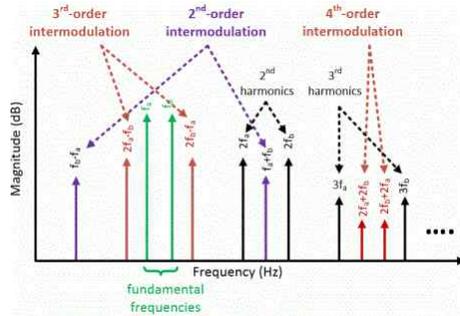
[그림 3.3.7.] 주파수 오프셋에 따른 불필요신호 감도 레벨

- Spurious response: 50 kHz~150MHz (제외: tuned 주파수의 10kHz 이상 및 이하)에서 80 dB(공조주파수 190~850 kHz), 60 dB(850 kHz 이상)
- Cross modulation: 불요 신호에 의한 청각(aural) 출력신호는 정격 음성 출력 전력의 90%를 초과하지 말아야 한다.  
(desired RF 신호: 100uV/m ~ 0.2 uV/m)  
(불요 RF신호: 주파수 550kHz~150MHz일 경우 100uV/m~1V/m, 주파수 50~550kHz일 경우 100uV/m~0.2V/m)
- Intermodulation : signal 1과 2의 적용은 정격 가청(audio) 출력 전력의 90% 이하여야 한다.

Inter-modulation과 cross-modulation의 차이는 변조가 일어나는 신호의 소스원에 따라 분류된다. Inter-modulation은 원래 원하는 신호의 주파수대역 안에서 여러 tone들의 조합에 의해 발생하는 변조잡음을 지칭하기 위한 것이다. 즉 원하는 수신 신호 혹은 송신 신호중에서 내부적으로 발생한다. 반면 cross-modulation은 자체적인 주파수자원 내부가 아닌, 전혀 상관없는 주파수원이 들어와서 발생하는 inter-modulation현상을 지칭하는 말이다.



[그림 3.3.8.] cross-modulation



[그림 3.3.9.] inter-modulation

SIGNAL	FREQUENCY RANGE	SIGNAL LEVEL	MODULATION
1	50 to 550 kHz, excluding the frequency band from 10 kHz above to 10 kHz below the frequency to which the receiver is tuned.	100 microvolts per meter to 0.2 volt per meter	NONE
	550 kHz to 150 MHz	100 microvolts per meter to 0.4 volt per meter	NONE
2	50 to 550 kHz, excluding the frequency band from 10 kHz above to 10 kHz below the frequency to which the receiver is tuned.	100 microvolts per meter to 0.2 volt per meter	30% at 400 Hz
	550 kHz to 150 MHz	100 microvolts per meter to 0.4 volt per meter	30% at 400 Hz

[그림 3.3.10.] intermodulation signal

- Direction Finder Operation with beat frequency oscillator: 비트주파수오실레이터가 사용되는 경우, RF신호의 레벨이 70uV/m에서 0.2V/m까지 변할 때 방위에러가 없어야한다.

제 4 절 적용 항목 관련 국내 기술기준 대비표 작성

본 절에서는 항공업무용 무선설비의 기술기준에 기술된 무선설비 기준 대비 ICAO Annex 10 또는 RCTA MOPs 표준간의 대비표를 작성하였다. 기술기준은 국립전파연구원고시 제2018-9호 (2018. 7. 2. 일부개정)을 기준으로 하였다.

가. 제12조(2차감시레이더 등)

공항에서 레이더는 주로 비행 중에 있는 항공기의 위치와 고도를 파악하기 위한 장비로 공항감시레이더(ASR)·2차감시레이더(SSR)·공항면탐지레이더(ASDE)·정밀 접근레이더(PAR)·항공로감시레이더(ARSR)·해상감시레이더(ORSR)등이 있다. 공항 감시레이더(1차감시레이더)를 ASR (Airport Surveillance Radar), 2차감시레이더를 SSR (Secondary Surveillance Radar)이라고 부른다.

먼저 ASR(1차)에서 공항으로 접근하고 있는 항공기의 기체에 전파를 쏘아서 반사되어오는 ‘시간차이’와, 레이더의 ‘회전각도’에 의해 그 항공기의 위치를 산출해 낸다. 물론 그 이전에 항공로감시레이더(ARSR)에서 전송되는 데이터를 통해 대략적인 내용을 파악하고 있지만 말하자면 보다 구체적으로 재확인하는 셈이다. 다음으로 2차감시레이더(SSR)에서 항공기에 설치돼있는 응답장치(ATC Transponder)에 질문전파(1,030 MHz)를 내보내고 그로부터 응답전파(1,090MHz)를 받아 해독하여 해당 항공기의 식별기호, 비행고도, 거리, 방향, 비상신호 등 항공관제에 필요한 데이터를 알아낸다. 지상에서 이에 대한 질문을 행하는 레이더를 2차감시레이더라고 한다. 그러나 항공교통량이 늘어남에 따라 근접해있는 여러 대의 항공기를 동시에 식별해낼 수 없는 등 중전 SSR 시스템 상에 문제점이 나타나면서 운용에 한계가 있어 1997년 국제민간항공기구(ICAO)는 기능이 강화된 새로운 “SSR 모드S”를 표준화시켰다.

“SSR 모드S”에서는 질문전파를 일괄 질문전파와 개별질문전파로 나누어서 보낸다. “SSR 모드S”에 대해 응대기능을 갖춘 항공기는 불필요한 응답을 하지 않아도 되도록 질의-응답 내용을 필요한 부분만 선택해서 내보내기 때문에 복수의 항공기가 동시에 근접하더라도 이를 모두 한꺼번에 처리할 수 있게 됐다. 공항감시레이더 중 1차에 해당하는 ASR과 2차에 해당하는 SSR은 모두 붉은 계열의 색깔로 칠해져

있다. 그중에서 ASR은 그림에서 보듯이 옆으로 길면서 약간 둥근 모양으로 크고 SSR은 옆으로 직사각형이다. 대부분의 공항에는 1·2차감시레이더(ASR·SSR)가 병설되는데 1차(ASR) 안테나는 아랫부분에, 2차(SSR) 안테나는 윗부분에 설치된다. 그러나 ASR, SSR가 따로 따로 있는 곳도 있다.



[그림 3.4.1] 공항 감시 레이더 (아래쪽 둥근모양이 1차감시레이더(ASR)이고, 위쪽이 2차 감시레이더(SSR))(출처: <https://m.blog.naver.com/>)

[표 3.4.1] 2차 감시레이더의 기술기준 대비표 (지상에 설치하는 2차감시레이더)

국내 기술기준	국제표준
① 지상에 설치하는 2차감시레이더 (이하 “질문기”라 한다)의 기술적 조건은 다음 각 호와 같다.	
1. 발사 전파는 질문신호 및 Side Lobe를 억압하기 위한 전파(이하 “억압신호”라 한다)로 구성할 것	<ICAO Annex 10 Volume IV Surveillance and Collision Avoidance Systems>
2. 질문신호는 2 개 또는 3 개의 펄스로 구성하고, 억압신호는 1 개 또는 2 개의 펄스로 구성할 것	
3. 질문신호의 Mode(이하 “질문 Mode”라 한다)별 특성 및 억압신호특성은 별표 2와 같을 것	
4. 항공기의 위치는 지시기의 표시면에서 극좌표로 표시될 것	
5. 다음의 정밀도를 가질 것	

가. 모드 A/C에서 거리측정 오차는 250 m 이내이고, 방위측정 오차는 0.15 도 이내일 것	<GMST 2007> 6.2 For a monopulse radar In range : 0.03 NM rms In azimuth : 0.07 degrees rms or 0.14 degrees 2 σ for random errors.
나. 모드 S에서 거리측정 오차는 100 m 이내이고, 방위측정 오차는 0.06 도 이내일 것	13At 50 NM range the 0.14 degree error results in a position error of 0.12 NM. At 100 NM range : 0.24NM, At 200 NM : 0. 48 NM At 250 NM : 0.60 NM
6. 질문신호 및 억압신호는 다음 조건에 적합할 것	
가. 모드A/C에서 질문신호 송신횟수는 매초 450 회 이하일 것	3.1.1.8.1 Interrogation repetition frequency. The maximum interrogation repetition frequency shall be 450 interrogations per second
나. 모드A/C/S 일괄 질문신호 등의 송신횟수는 매초 250 회 이하일 것	3.1.2.11.1.1.1 The interrogation repetition rate for the Mode A/C/S all-call, used for acquisition, shall be less than 250 per second.
다. 모드S에서 동일 항공기에 대한 질문신호는 400 μs미만의 간격으로 송신하지 않을 것. 단, 응답을 필요로 하지 않을 경우는 제외한다.	3.1.2.11.1.2.1 Interrogations requiring a reply. Mode S interrogations requiring a reply shall not be transmitted to a single aircraft at intervals shorter than 400 microseconds.
7. 안테나에서 발사하는 전파는 수직편파일 것	3.1.1.3 POLARIZATION Polarization of the interrogation, control and reply transmissions shall be predominantly vertical.
8. 질문기의 송신 주파수는 1030 Mhz 이고 주파수 허용 편차는 다음과 같을 것	3.1.1.1.1 The carrier frequency of the interrogation and control transmissions shall be 1 030 MHz. 3.1.2.1.1 Interrogation carrier frequency. The carrier frequency of all interrogations (uplink transmissions) from ground facilities with Mode S capabilities shall be 1 030..
가. 모드 A/C : ±0.2 Mhz 이하	3.1.1.1.2 The frequency tolerance shall be plus or minus 0.2 MHz.
나. 모드 S : ±0.01 Mhz 이하	(3.1.2.1.1) plus or minus 0.01 MHz, except during the phase reversal, while maintaining the spectrum requirements of 3.1.2.1.2.
9. 질문기의 모드 S에 대한	Figure 3-2

방사특성은 별표 2와 같을 것	
------------------	--

[표 3.4.2] 2차 감시레이더의 기술기준 대비표 (항공기에 탑재하는 트랜스ponder)

② 항공기에 탑재하는 2차감시레이더용 트랜스ponder(이하 "응답기"라 한다)의 기술적 조건은 다음 각 호와 같다.	
1. 일반조건	
가. 질문신호를 수신하면 응답신호를 자동적으로 송신할 수 있을 것. 다만, 특별위치 식별펄스(SPI)는 수동으로 발생할 수 있을 것	3.1.1.6.3 Special position identification pulse (SPI). In addition to the information pulses provided, a special position identification pulse shall be transmitted but only as a result of manual (pilot) selection. When transmitted, it shall be spaced at an interval of 4.35 microseconds following the last framing pulse of Mode A replies only
나. 응답신호를 구성하는 Framing펄스, 정보펄스 및 특별위치식별펄스(SPI)는 별표 3에 표시하는 특성에 따를 것	3.1.1.7.12.1 Identification. The reply to a Mode A interrogation shall consist of the two framing pulses specified in 3.1.1.6.1 together with the information pulses (Mode A code) specified in 3.1.1.6.2.
다. 모드 A, 모드 S의 항공기 식별정보 질문신호에 대한 응답신호는 별표 3에 표시하는 펄스군의 조합에 따를 것	Note. - The Mode A code designation is a sequence of four digits in accordance with 3.1.1.6.6. 3.1.1.7.12.1.1 The Mode A code shall be manually selected from the 4 096 codes available.
라. 모드 C, 모드 S의 항공기 고도정보 질문신호에 대한 응답신호는 별표 3에 표시하는 펄스군의 조합에 따를 것	3.1.1.7.12.2 Pressure-altitude transmission. The reply to Mode C interrogation shall consist of the two framing pulses specified in 3.1.1.6.1 above. When digitized pressure-altitude information is available, the information pulses specified in 3.1.1.6.2 shall also be transmitted.
마. 안테나에서 발사하는 전파는 수직편파이고 수평면에서의 지향특성은 무지향성일 것	3.1.1.3 POLARIZATION Polarization of the interrogation, control and reply transmissions shall be predominantly vertical.
바. 모드 A에서 특별위치식별펄스(SPI)의 발사는 15초에서 30초까지 동안 계속할 수 있을 것	3.1.1.7.13 Transmission of the special position identification (SPI) pulse. When required, this pulse shall be transmitted with Mode A replies, as specified in 3.1.1.6.3, for a period of between 15 and 30 seconds.
사. 응답기의 모드 S에 대한	3.1.2.10.4.1 Radiation pattern. The

방사특성은 별표 3과 같을 것		radiation pattern of Mode S antennas when installed on an aircraft shall be nominally equivalent to that of a quarter-wave monopole on a ground plane.
2. 송신장치의 조건		
가. 모드A/C 송신장치		
구 별	조 건	
송신주파수	1090 MHz	3.1.1.2 REPLY CARRIER FREQUENCY (AIR-TO-GROUND) 3.1.1.2.1 The carrier frequency of the reply transmission shall be 1 090 MHz.
주파수 허용 편차	±3 MHz	3.1.1.2.2 The frequency tolerance shall be plus or minus 3 MHz.
안테나 공급 전력	전 펄스열로 응답할 때, 그 응답회수가 매초 1,200 회 이하에서 침투전력 18.5 dBW 이상 27 dBW 이하일 것	3.1.1.7.11.1 The peak pulse power available at the antenna end of the transmission line of the transponder shall be at least 21 dB and not more than 27 dB above 1 W, except that for transponder installations used solely below 4 500 m (15 000 ft), or below a lesser altitude established by the appropriate authority or by regional air navigation agreement, a peak pulse power available at the antenna end of the transmission line of the responder of at least 18.5 dB and not more than 27 dB above 1 W shall be permitted.
나. 모드 S 송신장치		
구 별	조 건	
송신주파수	1090 MHz	3.1.2.2.1 Reply carrier frequency. The carrier frequency of all replies (downlink transmissions) from transponders with Mode S capabilities shall be 1090 plus or minus 1 MHz
주파수 허용 편차	±1 MHz	
안테나 공급 전력	송신 주파수의 침투전력은 27 dBW 이하일 것	3.1.1.7.11.1 The peak pulse power available at the antenna end of the transmission line of the transponder shall be at least 21 dB and not more than 27 dB above 1 W, except that for transponder installations used solely below 4 500 m (15 000 ft), or below a lesser altitude established by the appropriate authority or by regional air navigation agreement, a peak pulse power

		available at the antenna end of the transmission line of the transponder of at least 18.5 dB and not more than 27 dB above 1 W shall be permitted.
3. 수신장치의 조건		
가. 모드A/C 수신장치		
구 별	조 건	
감 도	입력단자에 가한 질문신호의 펄스 P1 및 펄스 P3의 진폭이 같고, 응답율이 90 %로 되는 경우 해당 질문신호 펄스 P1의 침투포락선전력은 - 77 dBm 이상에서 - 69 dBm 이하의 범위이며, 질문 Mode를 변경할 때의 변동폭은 1 dB 이내일 것	3.1.1.7.5.1 The minimum triggering level of the transponder shall be such that replies are generated to at least 90 per cent of the interrogation signals when: a) the two pulses P1 and P3 constituting an interrogation are of equal amplitude and P2 is not detected; and b) the amplitude of these signals is nominally 71 dB below 1 mW, with limits between 69 dB and 77 dB below 1 mW.
나. 모드 A/C/S 수신장치		
구 별	조 건	
감 도	1) 응답율이 90 %가 될 경우의 질문신호의 침투전력은 (-)77 dBm에서 (-)74 dBm 까지의 값일 것. ( 2) 및 3)에서도 동일하다 ) 2) 응답율이 99 %이상일 경우의 질문신호의 침투전력은 해당 수신장치의 최대감도보다 3 dB 높은점에서 - 21 dBm 까지의 값일 것. 3) 응답율이 10 %이하가 될 경우의 질문신호의 침투전력은 -81 dBm 이하일 것	3.1.2.10.1 Transponder sensitivity and dynamic range. Transponder sensitivity shall be defined in terms of a given interrogation signal input level and a given percentage of corresponding replies. Only correct replies containing the required bit pattern for the interrogation received shall be counted. Given an interrogation that requires a reply according to 3.1.2.4, the minimum triggering level, MTL, shall be defined as the minimum input power level for 90 per cent reply-to-interrogation ratio. The MTL shall be - 74 dBm ±3 dB for Mode S interrogations (interrogations using P6), and as defined in 3.1.1.7.5.1 b) for Mode A and C, and inter-mode interrogations. The reply-to-interrogation ratio of a Mode S transponder shall be: a) at least 99 per cent for signal input levels between 3 dB above MTL and - 21 dBm; and b) no more than 10 per cent at signal input levels below -81 dBm.

[표 3.4.3] 2차 감시레이더의 기술기준 대비표  
(모드 S 확장 스퀘터(Extended Squitter))

③ 모드 S 확장 스퀘터(Extended Squitter)의 기술적 조건은 다음 각 호와 같다.	
1. 일반적 조건	
가. 모드 S 확장 스퀘터는 모드 S 데이터링크를 이용할 것	Detailed technical provisions for Mode S extended squitter receivers can be found within RTCA DO-260B/EUROCAE ED-102A, "Minimum Operational Performance Standards for 1 090 MHz Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance - Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services - broadcast (TIS B)."
나. 모드 S 확장 스퀘터 지상수신기는 ADS-B 메시지를 처리할 수 있을 것	
다. GNSS와 동기된 협정세계시(UTC)를 사용할 것	5.2.3.5.1 Precision time reference. Receiving systems intended to generate ADS-B and/or TIS-B reports based on the reception of surface position messages, airborne position messages, and/or TIS-B messages shall use GNSS UTC measured time for the purpose of generating the report time applicability for the following cases of received messages:
라. 데이터 갱신주기는 1 초 이내일 것	3.1.2.8.9.1 a) 6.2 messages per second averaged over 60 seconds for nominal aircraft operations with no emergency and no ACAS RA activity, while not exceeding 11 messages being transmitted in any 1-second interval;
마. 보고정보는 위치정보, 식별부호 등을 포함할 것	3.1.2.3.2.1.4 PI: Parity/interrogator identifier. This 24-bit (33-56) or (89-112) downlink field shall have parity overlaid on the interrogator's identity code according to 3.1.2.3.3.2 and shall appear in the Mode S all-call reply, DF = 11 and in the extended squitter, DF = 17 or DF = 18.
바. 주소체계는 24 비트, 데이터통신용 하향링크 데이터포맷(DF)은 17 또는 18을 사용할 것	
2. 송신장치의 조건	
가. 송신주파수는 1090 ±1 Mhz 이내일 것	Table 5-1. ADS-B Class A equipment characteristics
나. 송신장치의 출력은 다음과 같을 것	

<table border="1"> <thead> <tr> <th>감시분류</th> <th>최소출력 (dBm)</th> <th>최대출력 (dBm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A0</td> <td>19.5</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>A1</td> <td>21.0</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>21.0</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td>23.0</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>B0</td> <td>19.5</td> <td>27.0</td> </tr> <tr> <td>B1</td> <td>21.0</td> <td>27.0</td> </tr> <tr> <td>B2-LINE</td> <td>9.5</td> <td>19.5</td> </tr> <tr> <td>B2</td> <td>19.5</td> <td>27.0</td> </tr> <tr> <td>B3</td> <td>19.5</td> <td>27.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>* 감시분류는 국제민간항공협약 부속서 10.48.2의 송신기준을 따른다.</p>	감시분류	최소출력 (dBm)	최대출력 (dBm)	A0	19.5	27	A1	21.0	27	A2	21.0	27	A3	23.0	27	B0	19.5	27.0	B1	21.0	27.0	B2-LINE	9.5	19.5	B2	19.5	27.0	B3	19.5	27.0	<p>다. 송신장치의 방사특성은 별표 3의 모드 S 응답기 방사특성과 같을 것</p> <p>라. 송신장치의 응답펄스 형태는 별표 3의 모드 S 응답펄스 형태와 같을 것</p> <p>3. 수신장치의 조건</p> <p>가. 사용주파수는 1090 ±3 Mhz 이내일 것</p> <p>나. 수신한계레벨(MTL)은 다음과 같을 것</p>
감시분류	최소출력 (dBm)	최대출력 (dBm)																													
A0	19.5	27																													
A1	21.0	27																													
A2	21.0	27																													
A3	23.0	27																													
B0	19.5	27.0																													
B1	21.0	27.0																													
B2-LINE	9.5	19.5																													
B2	19.5	27.0																													
B3	19.5	27.0																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>감시분류</th> <th>권장공용응답기(MR)</th> <th>수신한계레벨 (dBm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A0</td> <td>10</td> <td>-72</td> </tr> <tr> <td>A1</td> <td>20</td> <td>-78</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>40</td> <td>-78</td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td>90</td> <td>-84 (수신폭률 15 dB일 때 -87 dBm)</td> </tr> </tbody> </table> <p>* 감시분류는 국제민간항공협약 부속서 10.48.2의 송신기준을 따른다.</p>	감시분류	권장공용응답기(MR)	수신한계레벨 (dBm)	A0	10	-72	A1	20	-78	A2	40	-78	A3	90	-84 (수신폭률 15 dB일 때 -87 dBm)	<p>Table 5-3. Reception performance for airborne receiving systems</p>															
감시분류	권장공용응답기(MR)	수신한계레벨 (dBm)																													
A0	10	-72																													
A1	20	-78																													
A2	40	-78																													
A3	90	-84 (수신폭률 15 dB일 때 -87 dBm)																													

나. 제13조(거리측정시설)

거리 측정 장비(DME: Distance Measuring Equipment)는 항행 중인 항공기에 연속하여 거리를 파악해서 자기의 위치를 정확히 결정할 수 있다. DME 주파수는 항공기에서 VOR 및 ILS 주파수 선택 시 주파수 1,025~1,150MHz로 송신하면 지상국에서는 50µsec 후에 주파수 UHF 960 ~1,215 MHz로 항공기에 응답하면 항공기의 수신기는 전파의 왕복시간을 계산하여 거리를 계산한다. DME의 최대 탐지 거리는 399.99노티칼 마일 (NM)이다. 대부분의 경우에 DME 안테나는 그림과 같이 블레이드 안테나(Blade antenna)로 동체 중심선의 하면(underside)에 설치되어 전파를 송신 및 수신한다.



[그림 3.4.2] VOR과 함께 설치된 DME ((출처) <http://www.ace.or.kr>)

[표 3.4.4] 거리측정시설의 기술기준 대비표

제13조(거리측정시설) ① 항공기에 설치하는 거리측정시설(DME)은 항공기의 정상적인 운항 상태에서 다음 조건에 적합할 것	<RTCA DO-189>
1. 공통조건	
가. 질문을 위한 전파(이하 “질문신호”라 한다)는 펄스쌍이어야 하고 그 특성은 별표 4와 같을 것	
나. 지표에 설치된 항공용 DME(이하 “지상 DME”라 한다) 또는 육상에 설치된 항공용 TACAN(이하 “지상 TACAN”라 한다)으로부터 그 식별을 위한 전파(이하 “식별신호”라 한다)를 수신하고 가정주파수로 변화하는 것일 것	
다. 가시거리가 370.4 km 이내에서 그 거리의 3 %와 0.9 km의 둘 중 하나의 높은 값 이내의 오차(지상 DME 또는 TACAN에 의한 허용 오차를 포함한다)로 측정할 수 있을 것	2.2 DME/N Performance 2.2.1 At distances from the transponder from 0 nmi to that for which the equipment is designed, the total error of the airborne equipment shall not exceed, on a 95 % probability basis, ±0.17 nmi, or ±0.25% of the distances.
라. 지정주파수에서 +250 MHz까지의 주파수대에 포함된 고주파에너지는 전고주파에너지의 90 % 이상일 것	Not Found in ICAO/MOPs
마. 질문신호의 발사간격은 불규칙할 것	Not Found in ICAO/MOPs
바. 질문신호의 발사수는 추적(거리를 연속하여 측정하고 있는 상태를 말한다)하는 동안은 매초 평균 30	Not Found in ICAO/MOPs

쌍 이내로 하고, 수색(질문신호를 송신하여 추적에 도달할 때까지의 상태를 말한다)하는 동안은 매초 150 쌍을 초과하지 않을 것		
사. 질문신호의 제2펄스 발사 후 50 μs (허용편차는 1 μs로 한다)를 경과한 시각을 기준으로 하여 측정할 것		Not Found in ICAO/MOPs
아. 안테나는 그 수평면에 대한 지향특성이 만족할 만한 무지향성이고, 또한 그 발사하는 전파의 편파면이 수직일 것		Not Found in ICAO/MOPs
자. 지시기는 다음과 같을 것		Not Found in ICAO/MOPs
2. 수신장치의 조건		
② 지상에 설치하는 DME의 기술기준은 다음 각 호와 같다.		
1. 공통조건		Not Found in ICAO/MOPs
2. 송신장치의 조건		Not Found in ICAO/MOPs
		<ICAO Annex 10 Volume I> 3.5.4.1.5.1 The peak EIRP should not be less than that required to ensure a peak pulse power density of approximately minus 83 BW/m <sup>2</sup> at the maximum specified service range and level.
3. 수신장치의 조건		Not Found in ICAO/MOPs
4. 안테나의 조건		Not Found in ICAO/MOPs
구 별	조 건	<RTCA DO-189>
이 득	수평면에 대한 안테나 이득의 평균치는 가능한 한 4 dB 이상	2.2.17.2 The gain of a vertical matched resonant quarter wave half-dipole antenna on a large conductive ground plane is 5 dB relative to an isotropic antenna.
수평면에 대한 지향 특성	무지향성(최대 이득과 최소이득의 차는 가능한 한 4 dB 이내일 것)	2.2.17.2 The difference between the maximum and minimum field strength in the horizontal plane shall not exceed 6 dB when the antenna is mounted at the center of a 1.2 meter (4 ft) diameter (or larger) flat circular ground plane.
수직면에 대한 지향 특성	1. 주복사방향은 수평에 가까울 것 2. 주복사각도의 폭은 가능한 6 도 이상	Not Found in ICAO/MOPs
전파의 편파면	수직	2.2.17.1 Polarization The antenna shall be predominantly vertically polarized.

		2.2.17.3 The voltage standing wave ratio produced on the antenna transmission line by the antenna shall not exceed 2:1 over the entire DME frequency band ~.
5. 감시장치 및 제어장치의 조건		Not Found in ICAO/MOPs

주파수 전환을 5 초 이내에 행할 수 있을 것	수치값은 상이함. - M.628 : Technical characteristics for search and rescue radar transponders에 관련한 내용은 존재하지만, 수치값은 상이함.
4. 안테나공급전력을 1 W 이하까지 용이하게 저하할 수 있는 것이어야 할 것	
5. 변조 주파수는 3 kHz 이내일 것	
6. 주파수편이는 ±5 kHz 이내일 것	
7. 주파수편이가 규정된 값을 초과하는 것을 방지하는 자동제어 장치를 설치하여야 할 것. 다만, 안테나공급전력 1 W 이하의 송신장치는 제외한다.	

다. 제14조(VHF 해상이동업무대역을 이용하는 무선설비)

VHF 해상이동업무대역을 이용하는 무선설비는 전과규칙 부록 제18호의 VHF 해상이동업무대역에서 수색 및 구조업무를 행하는 항공기국의 통신에 사용하는 무선설비를 말한다.



[그림 3.4.3] 수색 및 구조업무를 행하는 항공기국 (출처) <https://en.wikipedia.org>

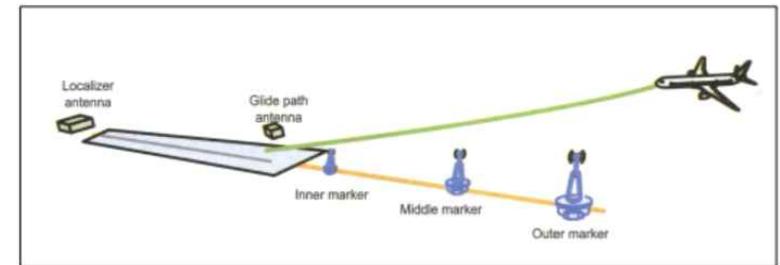
[표 3.4.5] VHF 해상이동업무대역 무선설비 기술기준 대비표

제14조(VHF 해상이동업무대역을 이용하는 무선설비) 「해상업무용 무선설비의 기술기준」 별표 1의 초단파대 해상이동업무용 주파수 대역에서 수색 및 구조업무를 행하는 항공기국의 통신에 사용하는 무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다.	
1. 송신장치는 위상변조 또는 옥타브(OCTAVE) 6 dB의 프리앰프시특성을 가진 주파수 변조의 것일 것	- Not Found in ICAO/MOPs - RECOMMENDATION ITU-R M.1478-3 Protection criteria for Cospas-Sarsat search and rescue instruments in the band 406-406.1 MHz 에서 유사내용이 존재하지만,
2. 송신안테나는 방사되는 전파의 편파면이 수직이고, 해당 무선국의 안테나(이동국에 한한다)의 지향 특성은 수평면 무지향성 일 것	
3. 무선전환은 송신장치 또는 수신장치의	

라. 제16조(계기착륙시설)

“계기착륙시설(ILS)”이라 함은 항공기에 대하여 그 착륙강하 직전 또는 착륙강하 중에 수평과 수직의 유도도를 주고, 정점에서 착륙 기준점까지의 거리를 표시 하는 무선항행방식을 말한다.

계기착륙시설(ILS, Instrument Landing System)은 활주로 접근 및 착륙 유도용 국제표준 시설로서 시계가 불량한 상태에서도 항공기의 착륙이 가능하도록 항행정보 신호를 송신하는 무선시설이다. 즉, 낮은 구름과 저시정상태의 기상에서 비행장에 진입하고 착륙하는 항공기에 대해 전파로 항공기의 강하경로정보(수평과 수직정보)를 제공해 주고 착륙점까지의 거리를 알려줌으로써 항공기를 안전하게 활주로로 유도한다.



[그림 3.4.4] 계기착륙시설 지상 시스템의 구성

계기착륙시설은 활주로 중심선의 지시정보를 제공하는 방위각 제공시설(Localizer), 착륙 활공각 정보를 제공하는 활공각 제공시설(Glide Path), 위치정보를 제공하는 마커비콘(Marker Beacon)으로 구성되어 있으며, 모든 공항 및 항공기에

탑재되어 운항되고 있으므로 국제규정에 부합하여야 한다.



(a)

(b)

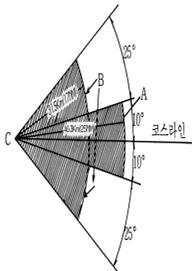
(c)

[그림 3.4.5.] 계기착륙시설 구성 ((a): 로컬라이저, (b): 글라이드 패스, (c): 마커비콘)

[표 3.4.6] 계기착륙시설의 기술기준 대비표

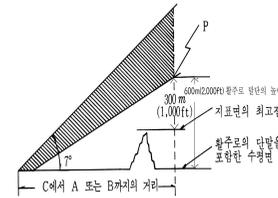
국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
제16조(계기착륙시설) 항공기의 안전한 착륙을 위하여 지상에 설치하는 계기착륙시설(ILS)의 기술기준은 다음 각 호와 같다.	The instrument landing system (ILS) conforming to the Standards contained in Chapter 3, 3.1;
1. 로컬라이저	3.1.3 VHF localizer and associated monitor
가. 유효범위는 별표 6과 같을 것	3.1.3.3 Coverage Note.— Guidance material on localizer coverage is given in Attachment C, 2.1.10 and Figures C-7A, C-7B, C-8A and C-8B.

(1) 수평면



국내 기술 기준

(2) 수직면



주1. 수평면 및 수직면에서 최소의 유효범위는 사선부분으로 한다.

주2. 전계강도는 유효범위 내에서 미터당 40  $\mu V$  이상일 것

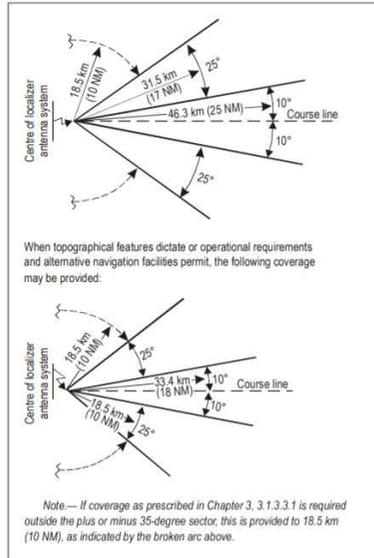
주3. 지형상 할 수 없는 경우 또는 운용상 지장이 없는 경우는 C에서 A까지의 거리는 33.3 km, C에서 B까지의 거리는 18.3 km로 할 수 있다.

주4. (C)는 로컬라이저의 안테나 복사체의 중심부로 한다.

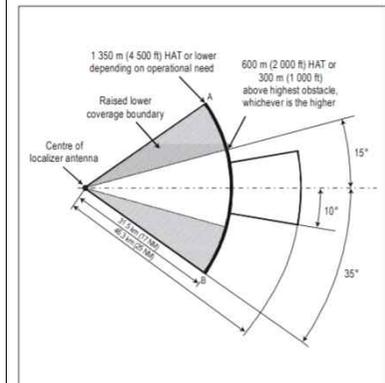
주5. (P)는 A 또는 B의 수직상에 대한 점으로서 활주로의 말단을 포함한 수평면으로부터 600 m 또는 중간진입공역 또는 최종진입공역 내 지표면의 최고점에서 300 m의 둘 중 어느 쪽이든 높은 쪽의 높이 이상일 것

국제표준 기술기준

(ICAO Annex 10 Volume I)



Figures C-7A

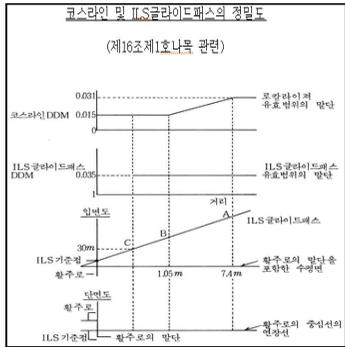


Figures C-7B

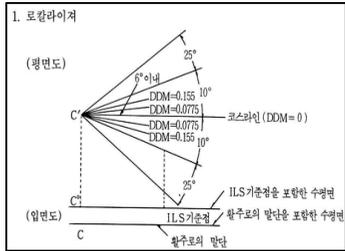
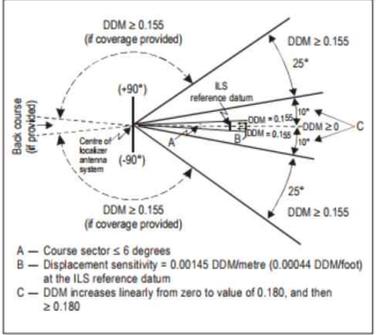
국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
	<div data-bbox="577 228 952 563" data-label="Diagram"> <p style="font-size: small;">D = Distances and azimuths specified in 3.1.3.3.1</p> <p style="font-size: x-small;">Note.— The point P is either 600 m (2 000 ft) above the elevation of the threshold, or 300 m (1 000 ft) above the elevation of the highest point within the intermediate and final approach areas, whichever is the higher.</p> </div> <p data-bbox="696 571 837 595" style="text-align: center;">Figures C-8A</p> <p data-bbox="568 627 967 839">3.1.3.3.1 The localizer shall provide signals sufficient to allow satisfactory operation of a typical aircraft installation within the localizer and glide path coverage sectors. The localizer coverage sector shall extend from the centre of the localizer antenna system to distances of:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="568 842 967 895">46.3 km (25 NM) within plus or minus 10 degrees from the front course line;</li> <li data-bbox="568 898 967 975">31.5 km (17 NM) between 10 degrees and 35 degrees from the front course line;</li> <li data-bbox="568 978 967 1383">18.5 km (10 NM) outside of plus or minus 35 degrees from the front course line if coverage is provided; except that, where topographical features dictate or operational requirements permit, the limits may be reduced down to 33.3 km (18 NM) within the plus or minus 10-degree sector and 18.5 km (10 NM) within the remainder of the coverage when alternative navigational means provide satisfactory coverage within the intermediate approach area. The localizer signals shall be receivable at the distances specified at and above a height of 600 m (2 000 ft) above the elevation of the threshold, or 300 m (1</li> </ul>

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
	<p data-bbox="1688 228 2103 651">000 ft) above the elevation of the highest point within the intermediate and final approach areas, whichever is the higher, except that, where needed to protect ILS performance and if operational requirements permit, the lower limit of coverage at angles beyond 15 degrees from the front course line shall be raised linearly from its height at 15 degrees to as high as 1 350 m (4 500 ft) above the elevation of the threshold at 35 degrees from the front course line. Such signals shall be receivable, to the distances specified, up to a surface extending outward from the localizer antenna and inclined at 7 degrees above the horizontal.</p> <p data-bbox="1688 654 2103 790">Note.— Where intervening obstacles penetrate the lower surface, it is intended that guidance need not be provided at less than line-of-sight heights.</p> <p data-bbox="1688 793 2103 954">3.1.3.3.2 In all parts of the coverage volume specified in 3.1.3.3.1, other than as specified in 3.1.3.3.2.1, 3.1.3.3.2.2 and 3.1.3.3.2.3, the field strength shall be not less than 40 microvolts per metre (minus 114 dBW/m<sup>2</sup>).</p> <p data-bbox="1688 957 2103 1061">Note.— This minimum field strength is required to permit satisfactory operational usage of ILS localizer facilities.</p> <p data-bbox="1688 1064 2103 1332">3.1.3.3.2.1 For Facility Performance Category I localizers, the minimum field strength on the ILS glide path and within the localizer course sector from a distance of 18.5 km (10 NM) to a height of 60 m (200 ft) above the horizontal plane containing the threshold shall be not less than 90 microvolts per metre (minus 107 dBW/m<sup>2</sup>).</p> <p data-bbox="1688 1335 2103 1361">3.1.3.3.2.2 For Facility Performance</p>

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
	<p>Category II localizers, the minimum field strength on the ILS glide path and within the localizer course sector shall be not less than 100 microvolts per metre (minus 106 dBW/m<sup>2</sup>) at a distance of 18.5 km (10 NM) increasing to not less than 200 microvolts per metre (minus 100 dBW/m<sup>2</sup>) at a height of 15 m (50 ft) above the horizontal plane containing the threshold.</p> <p>3.1.3.3.2.3 For Facility Performance Category III localizers, the minimum field strength on the ILS glide path and within the localizer course sector shall be not less than 100 microvolts per metre (minus 106 dBW/m<sup>2</sup>) at a distance of 18.5 km (10 NM), increasing to not less than 200 microvolts per metre (minus 100 dBW/m<sup>2</sup>) at 6 m (20 ft) above the horizontal plane containing the threshold. From this point to a further point 4 m (12 ft) above the runway centre line, and 300 m (1 000 ft) from the threshold in the direction of the localizer, and thereafter at a height of 4 m (12 ft) along the length of the runway in the direction of the localizer, the field strength shall be not less than 100 microvolts per metre (minus 106 dBW/m<sup>2</sup>).</p> <p>Note.— The field strengths given in 3.1.3.3.2.2 and 3.1.3.3.2.3 are necessary to provide the signal-to-noise ratio required for improved integrity.</p>
<p>나. 코스라인 (수평면에서 DDM (Difference in Depth of Modulation): 일정 수신점에서 2개의 변조신호 변조도의 큰 값과 작은 값과의 차를 100으로 나눈 것을 말한다. 이하 같다)의 값이 0이 되는 점의 레직에 있어서 활주로의 중심에 가</p>	<p>Course line - The locus of points nearest to the runway centre line in any horizontal plane at which the DDM is zero.</p> <p>DDM - Difference in depth of</p>

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)																						
<p>장 근접한 것을 말한다. 정밀도는 코스라인을 평균화하여 직선으로 간주하고 설계치에 일치하도록 조정할 경우 해당 직선상에 대한 DDM의 값이 가능한 별표 7의 값 이내일 것</p> <p>(별표 7)</p>  <p>주1. 코스라인을 평균화하여 직선으로 간주할 때 ILS 기준점(활주로의 중심선과 활주로의 말단과의 교점의 수직상공에 있는 점으로서 ILS 글라이드패스의 직선부분을 연장상인 것을 말한다. 이하 같다)을 포함한 수평면에서, 당해 직선과 ILS 기준점과의 거리가 10.5 m 이내일 것</p> <p>주2. ILS 글라이드패스를 평균화하여 직선으로 간주할 때 당해 직선과 수평면의 각도는 설계치를 기준으로 7.5 % 이내일 것</p> <p>주3. (A)는 활주로의 말단을 포함한 수평면에서 당해 활주로의 말단에서 항공기의 진입방향에 7.4 km 거리의 점 수직상공으로 ILS 글라이드패스와 교점으로 한다.</p> <p>주4. (B)는 활주로 말단을 포함한 수평면에서 당해 활주로 말단에서 항공기의 진입방향에 1.05 km의 거리의 점 수직상공</p>	<p>modulation. The percentage modulation depth of the larger signal minus the percentage modulation depth of the smaller signal, divided by 100.</p> <p>3.1.3.4 Course structure</p> <p>3.1.3.4.1 For Facility Performance Category I localizers, bends in the course line shall not have amplitudes which exceed the following:</p> <table border="1" data-bbox="1691 534 2072 805"> <thead> <tr> <th>Zone</th> <th>Amplitude (DDM) (95% probability)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Outer limit of coverage to ILS Point "A"</td> <td>0.031</td> </tr> <tr> <td>ILS Point "A" to ILS Point "B"</td> <td>0.031 at ILS Point "A" decreasing at a linear rate to 0.015 at ILS Point "B"</td> </tr> <tr> <td>ILS Point "B" to ILS Point "C"</td> <td>0.015</td> </tr> </tbody> </table> <p>3.1.3.4.2 For Facility Performance Categories II and III localizers, bends in the course line shall not have amplitudes which exceed the following:</p> <table border="1" data-bbox="1691 957 2072 1364"> <thead> <tr> <th>Zone</th> <th>Amplitude (DDM) (95% probability)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Outer limit of coverage to ILS Point "A"</td> <td>0.031</td> </tr> <tr> <td>ILS Point "A" to ILS Point "B"</td> <td>0.031 at ILS Point "A" decreasing at a linear rate to 0.005 at ILS Point "B"</td> </tr> <tr> <td>ILS Point "B" to the ILS reference datum</td> <td>0.005</td> </tr> <tr> <td>and, for Category III only:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ILS reference datum to ILS Point "D"</td> <td>0.005</td> </tr> <tr> <td>ILS Point "D" to ILS Point "E"</td> <td>0.005 at ILS Point "D" increasing at a linear rate to 0.010 at ILS Point "E"</td> </tr> </tbody> </table>	Zone	Amplitude (DDM) (95% probability)	Outer limit of coverage to ILS Point "A"	0.031	ILS Point "A" to ILS Point "B"	0.031 at ILS Point "A" decreasing at a linear rate to 0.015 at ILS Point "B"	ILS Point "B" to ILS Point "C"	0.015	Zone	Amplitude (DDM) (95% probability)	Outer limit of coverage to ILS Point "A"	0.031	ILS Point "A" to ILS Point "B"	0.031 at ILS Point "A" decreasing at a linear rate to 0.005 at ILS Point "B"	ILS Point "B" to the ILS reference datum	0.005	and, for Category III only:		ILS reference datum to ILS Point "D"	0.005	ILS Point "D" to ILS Point "E"	0.005 at ILS Point "D" increasing at a linear rate to 0.010 at ILS Point "E"
Zone	Amplitude (DDM) (95% probability)																						
Outer limit of coverage to ILS Point "A"	0.031																						
ILS Point "A" to ILS Point "B"	0.031 at ILS Point "A" decreasing at a linear rate to 0.015 at ILS Point "B"																						
ILS Point "B" to ILS Point "C"	0.015																						
Zone	Amplitude (DDM) (95% probability)																						
Outer limit of coverage to ILS Point "A"	0.031																						
ILS Point "A" to ILS Point "B"	0.031 at ILS Point "A" decreasing at a linear rate to 0.005 at ILS Point "B"																						
ILS Point "B" to the ILS reference datum	0.005																						
and, for Category III only:																							
ILS reference datum to ILS Point "D"	0.005																						
ILS Point "D" to ILS Point "E"	0.005 at ILS Point "D" increasing at a linear rate to 0.010 at ILS Point "E"																						

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
<p>으로 ILS 클라이드패스와 교점으로 한다.</p> <p>주5. (C)는 설계상의 ILS 클라이드패스의 직전부분의 연장선과 활주로의 말단보다 30 m 높은 수평면과의 교점으로 한다.</p>	<p>Note 1.— The amplitudes referred to in 3.1.3.4.1 and 3.1.3.4.2 are the DDMs due to bends as realized on the mean course line, when correctly adjusted.</p> <p>Note 2.— Guidance material relevant to the localizer course structure is given in 2.1.4, 2.1.6 and 2.1.7 of Attachment C.</p> <p>3.1.3.6 Course alignment accuracy</p> <p>3.1.3.6.1 The mean course line shall be adjusted and maintained within limits equivalent to the following displacements from the runway centre line at the ILS reference datum:</p> <p>a) for Facility Performance Category I localizers: plus or minus 10.5 m (35 ft), or the linear equivalent of 0.015 DDM, whichever is less;</p> <p>b) for Facility Performance Category I localizers: plus or minus 7.5 m (25 ft);</p> <p>c) for Facility Performance Category II localizers: plus or minus 3 m (10 ft).</p> <p>3.1.3.6.2 Recommendation.— For Facility Performance Category II localizers, the mean course line should be adjusted and maintained within limits equivalent to plus or minus 4.5m (15 ft) displacement from runway centre line at the ILS reference datum.</p> <p>Note 1.— It is intended that Facility Performance Categories I and II installations be adjusted and maintained so that the limits specified in 3.1.3.6.1 and 3.1.3.6.2 are reached on very rare occasions. It is further intended that design and operation of the total ILS ground system be of sufficient integrity to accomplish this aim.</p> <p>Note 2.— It is intended that new Category</p>

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
<p>다. 유효범위내에서 편위감도(임의의 수평면에서 기준선으로부터 횡방향거리의 편위와 그것이 따른 DDM의 값의 변화분과의 비를 말한다. 이하 같다) 및 각도 편위감도(기준선에서의 각도편위와 그것에 따른 DDM의 값의 변화분과의 비를 말한다. 이하 같다)는 별표 8과 같을 것</p> <p>(별표 8)</p>  <p>주1. 코스라인을 기준으로 하는 편위감도는 반 코스구역(코스라인을 포함한 수평면에서 DDM의 값이 0.0775 이하인 선형장 지역으로서 코스라인을 포함한다. 이하 별표 9와 같다)내로 C에서 ILS 기준점까지의 거리와 같은 점에서 매 미터 0.00145(허용편차는 ±17 %로 한다)일 것</p>	<p>I installations are to meet the requirements of 3.1.3.6.2.</p> <p>Note 3.— Guidance material on measurement of localizer course alignment is given in 2.1.3 of Attachment C.</p> <p>3.1.3.7 Displacement sensitivity</p>  <p>Figure.9 Difference in depth of modulation and displacement sensitivity</p> <p>3.1.3.7.1 The nominal displacement sensitivity within the half course sector shall be the equivalent of 0.00145 DDM/m (0.00044 DDM/foot) at the ILS reference datum except that for Category I localizers, where the specified nominal displacement sensitivity cannot be met, the displacement sensitivity shall be adjusted as near as possible to that value. For Facility Performance Category I localizers on runway codes 1 and 2, the nominal displacement sensitivity shall be achieved at the ILS Point "B". The maximum course sector angle shall not exceed six degrees.</p> <p>Note.— Runway codes 1 and 2 are defined in Annex 14.</p> <p>3.1.3.7.2 The lateral displacement sensitivity shall be adjusted and maintained within the limits of plus or minus:</p>

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
<p>주2. 코스라인의 양측에서 DDM의 값은 0에서 0.18 까지는 각도 편위에 대하여 직선적으로 증가하여야 하고, 0.18 되는 각도에서 10 도까지의 각도 범위 내에서 0.18 이상일 것</p> <p>주3. 코스라인에서 양측에 각각 10 도를 초과 35 도까지의 각도의 범위 내에서 DDM값은 0.155 이상일 것</p> <p>주4. (C)는 로칼라이저의 안테나의 복사체 중심부로 한다.</p>	<p>a) 17 percent of the nominal value for Facility Performance Categories I and II;</p> <p>b) 10 percent of the nominal value for Facility Performance Category III.</p> <p>3.1.3.7.3 Recommendation.— For Facility Performance Category II – ILS, displacement sensitivity should be adjusted and maintained within the limits of plus or minus 10 per cent where practicable.</p> <p>Note 1.— The figures given in 3.1.3.7.1, 3.1.3.7.2 and 3.1.3.7.3 are based upon a nominal sector width of 210 m (700 ft) at the appropriate point, i.e. ILS Point “B” on runway codes 1 and 2, and the ILS reference datum on other runways.</p> <p>Note 2.— Guidance material on the alignment and displacement sensitivity of localizers using two radio frequency carriers is given in 2.7 of Attachment C.</p> <p>Note 3.— Guidance material on measurement of localizer displacement sensitivity is given in 2.9 of Attachment C.</p> <p>3.1.3.7.4 The increase of DDM shall be substantially linear with respect to angular displacement from the front course line (where DDM is zero) up to an angle on either side of the front course line where the DDM is 0.180. From that angle to plus or minus 10 degrees, the DDM shall not be less than 0.180. From plus or minus 10 degrees to plus or minus 35 degrees, the DDM shall not be less than 0.155. Where coverage is required outside of the plus or minus 35 degrees sector, the DDM in the area of the coverage, except in the back course sector, shall not be less than 0.155.</p> <p>Note 1.— The linearity of change of</p>

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
<p>라. 식별신호는 모오스부호에 따라 매분 6회 이상 동일한 간격으로 (송신 속도는 1분간에 약 구문 7어로 한다) 송신하는 것일 것</p>	<p>DDM with respect to angular displacement is particularly important in the neighbourhood of the course line.</p> <p>Note 2.— The above DDM in the 10–35 degree sector is to be considered a minimum requirement for the use of ILS as a landing aid. Wherever practicable, a higher DDM, e.g. 0.180, is advantageous to assist high speed aircraft to execute large angle intercepts at operationally desirable distances provided that limits on modulation percentage given in 3.1.3.5.3.6 are met.</p> <p>Note 3.— Wherever practicable, the localizer capture level of automatic flight control systems is to be set at or below 0.175 DDM in order to prevent false localizer captures.</p> <p>3.1.3.9.4 The identification signal shall be transmitted by dots and dashes at a speed corresponding to approximately seven words per minute, and shall be repeated at approximately equal intervals, not less than six times per minute, at all times during which the localizer is available for operational use. When the transmissions of the localizer are not available for operational use, as, for example, after removal of navigation components, or during maintenance or test transmissions, the identification signal shall be suppressed. The dots shall have a duration of 0.1 second to 0.160 second. The dash duration shall be typically three times the duration of a dot. The interval between dots and/or dashes shall be equal to that of one dot plus or minus 10 per cent. The interval between letters shall not be</p>

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
	less than the duration of three dots.
<p>마. 송신설비의 조건</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 복사 특성 : 복사된 전파는 90 Hz 및 150 Hz 변조신호에 따라 진폭변조된 합성진계특성을 가져야 하고, 유효범위 이내의 코스라인에서 송신안테나를 향하여 코스라인 좌측에는 90 Hz에 의한 변조도가 150 Hz에 의한 변조도보다 크고, 우측에서는 그 반대일 것</li> <li>- 변조신호(주파수허용편차): ±2.5 %</li> <li>- 변조신호(변조도): 코스라인상에서 18 % 이상 22 % 이하</li> <li>- 변조신호(고주파 함유율): 10 % 이하</li> <li>- 변조신호(위상특성): 별표 9와 같을 것</li> <li>- 식별신호(주파수): 1,020 Hz(허용편차는 ±50 Hz로 한다)</li> <li>- 식별신호(변조방식): 진폭변조(A2A 변조)</li> <li>- 식별신호(변조도): 5 % 이상 15 % 이하</li> <li>- 발사하는 전파의 편파면: 수평(수집편파성분은 코스라인상에 있는 항공기가 옆으로 20 도 경사진 때 DDM의 변화가 0.016 이하 일 것)</li> </ul>	<p>3.1.3.1 General</p> <p>3.1.3.1.1 The radiation from the localizer antenna system shall produce a composite field pattern which is amplitude modulated by a 90 Hz and a 150 Hz tone. The radiation field pattern shall produce a course sector with one tone predominating on one side of the course and with the other tone predominating on the opposite side.</p> <p>3.1.3.1.2 When an observer faces the localizer from the approach end of a runway, the depth of modulation of the radio frequency carrier due to the 150 Hz tone shall predominate on the observer's right hand and that due to the 90 Hz tone shall predominate on the observer's left hand.</p> <p>3.1.3.1.3 All horizontal angles employed in specifying the localizer field patterns shall originate from the centre of the localizer antenna system which provides the signals used in the front course sector.</p> <p>3.1.3.2 Radio frequency</p> <p>3.1.3.2.1 The localizer shall operate in the band 108 MHz to 111.975 MHz. Where a single radio frequency carrier is used, the frequency tolerance shall not exceed plus or minus 0.005 percent. Where two radio frequency carriers are used, the frequency tolerance shall not exceed 0.002 percent and the nominal band occupied by the carriers shall be symmetrical about the assigned frequency. With all tolerances applied, the frequency separation between the carriers shall not be less than 5 kHz nor more than 14 kHz.</p> <p>3.1.3.2.2 The emission from the localizer shall be horizontally polarized.</p>

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
	<p>The vertically polarized component of the radiation on the course line shall not exceed that which corresponds to a DDM error of 0.016 when an aircraft is positioned on the course line and is in a roll attitude of 20 degrees from the horizontal.</p> <p>3.1.3.2.2.1 For Facility Performance Category II localizers, the vertically polarized component of the radiation on the course line shall not exceed that which corresponds to a DDM error of 0.008 when an aircraft is positioned on the course line and is in a roll attitude of 20 degrees from the horizontal.</p> <p>3.1.3.2.2.2 For Facility Performance Category III localizers, the vertically polarized component of the radiation within a sector bounded by 0.02 DDM either side of the course line shall not exceed that which corresponds to a DDM error of 0.005 when an aircraft is in a roll attitude of 20 degrees from the horizontal.</p> <p>3.1.3.2.3 For Facility Performance Category III localizers, signals emanating from the transmitter shall contain no components which result in an apparent course line fluctuation of more than 0.005 DDM peak to peak in the frequency band 0.01 Hz to 10 Hz.</p> <p>3.1.3.5 Carrier modulation</p> <p>3.1.3.5.1 The nominal depth of modulation of the radio frequency carrier due to each of the 90 Hz and 150 Hz tones shall be 20 per cent along the course line.</p> <p>3.1.3.5.2 The depth of modulation of the radio frequency carrier due to each of the 90 Hz and 150 Hz tones shall be within the limits of 18 and 22 percent.</p> <p>3.1.3.5.3 The following tolerances shall</p>

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
	<p>be applied to the frequencies of the modulating tones:</p> <p>a) the modulating tones shall be 90 Hz and 150 Hz within plus or minus 2.5 percent;</p> <p>b) the modulating tones shall be 90 Hz and 150 Hz within plus or minus 1.5 per cent for Facility Performance Category II installations;</p> <p>c) the modulating tones shall be 90 Hz and 150 Hz within plus or minus 1 per cent for Facility Performance Category III installations;</p> <p>d) the total harmonic content of the 90 Hz tone shall not exceed 10 per cent; additionally, for Facility Performance Category III localizers, the second harmonic of the 90 Hz tone shall not exceed 5 percent;</p> <p>e) the total harmonic content of the 150 Hz tone shall not exceed 10 per cent.</p> <p>3.1.3.5.3.1 Recommendation.— For Facility Performance Category I — ILS, the modulating tones should be 90 Hz and 150 Hz within plus or minus 1.5 per cent where practicable.</p> <p>3.1.3.5.3.2 For Facility Performance Category II localizers, the depth of amplitude modulation of the radio frequency carrier at the power supply frequency or its harmonics, or by other unwanted components, shall not exceed 0.5 percent. Harmonics of the supply, or other unwanted noise components that may intermodulate with the 90 Hz and 150 Hz navigation tones or their harmonics to produce fluctuations in the course line, shall not exceed 0.05 percent modulation depth of the radio</p>

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
	<p>frequency carrier.</p> <p>3.1.3.5.3.3 The modulation tones shall be phase-locked so that within the half course sector, the demodulated 90 Hz and 150 Hz wave forms pass through zero in the same direction within:</p> <p>a) for Facility Performance Categories I and I localizers: 20 degrees; and</p> <p>b) for Facility Performance Category II localizers: 10 degrees, of phase relative to the 150 Hz component, every half cycle of the combined 90 Hz and 150 Hz wave form.</p> <p>3.1.3.9.2 The identification signal shall be produced by Class A2A modulation of the radio frequency carrier or carriers using a modulation tone of 1020 Hz within plus or minus 50 Hz. The depth of modulation shall be between the limits of 5 and 15 percent except that, where a radiotelephone communication channel is provided, the depth of modulation shall be adjusted so that the ratio of peak modulation depth due to radiotelephone communications to that due to the identification signal modulation is approximately 9:1 (see 3.1.3.8.3.2). The emissions carrying the identification signal shall be horizontally polarized. Where two carriers are modulated with identification signals, the relative phase of the modulations shall be such as to avoid the occurrence of nulls within the coverage of the localizer.</p> <p>3.1.3.3.3 Recommendation.— Above 7 degrees, the signals should be reduced to as low a value as practicable.</p> <p>Note 1.— The requirements in 3.1.3.3.1, 3.1.3.3.2.1, 3.1.3.3.2.2 and 3.1.3.3.2.3 are based on the assumption that the aircraft is heading directly toward the facility.</p>
<p>바. 양각이 7도 이상의 방향에서 전파의 복사는 가능한 억압될 것</p>	

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
<p>사. 감시장치 및 제어장치의 조건 (1) 감시장치는 다음의 상태(해당 상태를 감시하는 부분이 고장인 상태를 포함한 다)가 계속될 경우 그 내용을 표시할 수 있을 것 (가)코스라인을 평균화하여 직선으로 간주한 때 해당 직선과 ILS기준점과의 거리가 허용치를 초과한 상태 (나)안테나공급전력이 50% 이하인 상태 (다)편위감도가 허용치를 초과한 상태</p>	<p>3.1.3.11 Monitoring 3.1.3.11.2 The conditions requiring initiation of monitor action shall be the following: a) for Facility Performance Category I localizers, a shift of the mean course line from the runway centre line equivalent to more than 10.5 m (35 ft), or the linear equivalent to 0.015 DDM, whichever is less, at the ILS reference datum; b) for Facility Performance Category I localizers, a shift of the mean course line from the runway centre line equivalent to more than 7.5 m (25 ft) at the ILS reference datum; c) for Facility Performance Category II localizers, a shift of the mean course line from the runway centre line equivalent to more than 6 m (20 ft) at the ILS reference datum; d) in the case of localizers in which the basic functions are provided by the use of a single-frequency system, a reduction of power output to a level such that any of the requirements of 3.1.3.3, 3.1.3.4 or 3.1.3.5 are no longer satisfied, or to a level that is less than 50 per cent of the normal level (whichever occurs first); f) change of displacement sensitivity to a value differing by more than 17 percent from the nominal value for the localizer facility.</p>
<p>(2)제어장치는 (1)의 경우 또는 해당 제어장치가 고장인 경우 10초 이내에 전파의 발사 또는 변조신호 및 식별신호의 송신을 정지할 수 있을 것</p>	<p>3.1.3.11.3.1 The total period referred to under 3.1.3.11.3 shall not exceed under any circumstances: 10 seconds for Category I localizers; 5 seconds for Category II localizers; 2 seconds for Category III localizers.</p>
<p>아. 로칼라이저에서 동시에 2개 주파수의 전파를 사용하는 것의 기술기준은 가목부터 사목에 불구하고 다음과 같을 것</p>	<p>3.1.3.3.4 When coverage is achieved by a localizer using two radio frequency carriers, one carrier providing a</p>

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
<p>(1)“가”, “다”, “라” 및 “마”에 규정하는 조건과 같다.  (2)코스송신기의 전파는 주로 활주로 방향에 합성된 전계분포를 구성하여야하고, 클리어런스 송신기의 전파는 주로 코스송신기 전파에 의해 구성된 코스구역의 외측에서 합성된 전계분포를 구성하는 것일 것. 이 경우 유효범위의 코스구역 내에서 코스송신기 전파의 강도는 클리어런스 송신기 전파의 강도에 비하여 10 dB 이상일 것</p>	<p>radiation field pattern in the front course sector and the other providing a radiation field pattern outside that sector, the ratio of the two carrier signal strengths in space within the front course sector to the coverage limits specified at 3.1.3.3.1 shall not be less than 10 dB. Note.— Guidance material on localizers achieving coverage with two radio frequency carriers is given in the Note to 3.1.3.1.2 and in 2.7 of Attachment C. 3.1.3.3.5 Recommendation.— For Facility Performance Category II localizers, the ratio of the two carrier signal strengths in space within the front course sector should not be less than 16 dB.</p>
<p>(3)송신설비의 조건</p>	<p>3.1.5 UHF glide path equipment and associated monitor</p>
<p>(가)코스송신기의 90Hz 및 150Hz의 주파수의 변조신호의 위상은 클리어런스 송신기의 90Hz 및 150Hz의 주파수와 변조신호의 위상과 각각 20도 이내에서 일치할 것  (나)코스송신기의 전파를 변조하는 식별신호 및 클리어런스 송신기의 전파를 변조하는 식별신호의 상대적 위상은 유효범위내에서 전계가 합성되어 0인 점이 생기지 않는 것일 것</p>	<p>3.1.3.5 Carrier modulation 3.1.3.5.3.4 With two-frequency localizer systems, 3.1.3.5.3.3 shall apply to each carrier. In addition, the 90 Hz modulating tone of one carrier shall be phase-locked to the 90 Hz modulating tone of the other carrier so that the demodulated wave forms pass through zero in the same direction within: a) for Categories I and I localizers: 20 degrees; and b) for Category II localizers: 10 degrees, of phase relative to 90 Hz. Similarly, the 150 Hz tones of the two carriers shall be phase-locked so that the demodulated wave forms pass through zero in the same direction within: 1) for Categories I and I localizers: 20 degrees; and 2) for Category II localizers: 10 degrees, of phase relative to 150 Hz. 3.1.3.5.3.5 Alternative two-frequency localizer systems that employ audio</p>

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
	phasing different from the normal in-phase conditions described in 3.1.3.5.3.4 shall be permitted. In this alternative system, the 90 Hz to 90 Hz phasing and the 150 Hz to 150 Hz phasing shall be adjusted to their nominal values to within limits equivalent to those stated in 3.1.3.5.3.4.
(4)양각이 7도 이상의 방향에서는 전파의 복사는 가능한 억압될 것	3.1.3.3.3 Recommendation. – Above 7 degrees, the signals should be reduced to as low a value as practicable.
(5)감시장치 및 제어장치는 다음 조건에 적합할 것 (가)감시장치는 다음에 계기하는 상태(해당 상태를 감시하는 부분이 고장인 상태를 포함한다)가 계속될 경우 그 내용을 표시할 수 있을 것 1)코스라인을 평균화하여 직선으로 간주할 때 해당 직선과 ILS기준점과의 거리가 허용치를 초과한 상태	
2) 안테나공급전력이 80% 이하인 상태	3.1.3.11 Monitoring e) in the case of localizers in which the basic functions are provided by the use of a two-frequency system, a reduction of power output for either carrier to less than 80 percent of normal, except that a greater reduction to between 80 percent and 50 percent of normal may be permitted, provided the localizer continues to meet the requirements of 3.1.3.3, 3.1.3.4 and 3.1.3.5;
3) 편위감도가 허용치를 초과한 상태 (나)제어장치는 "(가)"의 경우 또는 해당 제어장치가 고장인 경우 10초 이내에 전파의 발사는 변조신호 및 식별신호의 송신을 정지할 수 있을 것	
자. 수신설비의 간섭 내성 성능	3.1.4 Interference immunity performance for ILS localizer receiving systems
(1)계기착륙시설(ILS)의 로컬라이저 수신	3.1.4.1 The ILS localizer receiving

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)																				
장비는 다음에 따라 레벨을 갖는 VHF FM 방송신호에 따라 야기되는 3차 상호 변조로부터 발생된 두 신호에 대하여 다음의 내성성을 제공할 것  (가)107.7-108.0MHz 주파수대의 VHF FM 음성방송 신호일 때 $2N_1 + N_2 + 72 \leq 0$ (나)107.7MHz 이하의 주파수 범위의 VHF FM 음성방송 신호일 때 $2N_1 + N_2 + 3(24 - 20 \log \frac{\Delta f}{0.4}) \leq 0$ $N_1, N_2$ : 로컬라이저 수신기 입력단에서 두개의 VHF FM 음성 방송 전력(dBm) $\Delta f = 108.1 - f_1$ , $f_1$ : 108.1 MHz에 가까운 VHF FM 음성 방송 주파수로서, $N_1$ 의 주파수	system shall provide adequate immunity to interference from two-signal, third-order intermodulation products caused by VHF FM broadcast signals having levels in accordance with the following: $2N_1 + N_2 + 72 \leq 0$ for VHF FM sound broadcasting signals in the range 107.7 - 108.0 MHz and $2N_1 + N_2 + 3(24 - 20 \log \frac{\Delta f}{0.4}) \leq 0$ for VHF FM sound broadcasting signals below 107.7 MHz, where the frequencies of the two VHF FM sound broadcasting signals produce, within the receiver, a two-signal, third-order intermodulation product on the desired ILS localizer frequency. $N_1$ and $N_2$ are the levels (dBm) of the two VHF FM sound broadcasting signals at the ILS localizer receiver input. Neither level shall exceed the desensitization criteria set forth in 3.1.4.2. $\Delta f = 108.1 - f_1$ , where $f_1$ is the frequency of $N_1$ , the VHF FM sound broadcasting signal closer to 108.1 MHz.																				
(2)계기착륙시설(ILS) 로컬라이저 수신 장비는 아래 표의 주파수대역별 최대 레벨의 VHF FM 방송신호에 대하여 적절한 내성 성능을 가질 것	3.1.4.2 The ILS localizer receiving system shall not be desensitized in the presence of VHF FM broadcast signals having levels in accordance with the following table:																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>주파수 (주)(MHz)</th> <th>수신기 입력단에서의 불요 신호의 최대 레벨(dBm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>88~102</td> <td>+15</td> </tr> <tr> <td>104</td> <td>+10</td> </tr> <tr> <td>106</td> <td>+5</td> </tr> <tr> <td>107.9</td> <td>-10</td> </tr> </tbody> </table>	주파수 (주)(MHz)	수신기 입력단에서의 불요 신호의 최대 레벨(dBm)	88~102	+15	104	+10	106	+5	107.9	-10	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Frequency (MHz)</th> <th>Maximum level of unwanted signal at receiver input (dBm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>88-102</td> <td>+15</td> </tr> <tr> <td>104</td> <td>+10</td> </tr> <tr> <td>106</td> <td>+5</td> </tr> <tr> <td>107.9</td> <td>-10</td> </tr> </tbody> </table>	Frequency (MHz)	Maximum level of unwanted signal at receiver input (dBm)	88-102	+15	104	+10	106	+5	107.9	-10
주파수 (주)(MHz)	수신기 입력단에서의 불요 신호의 최대 레벨(dBm)																				
88~102	+15																				
104	+10																				
106	+5																				
107.9	-10																				
Frequency (MHz)	Maximum level of unwanted signal at receiver input (dBm)																				
88-102	+15																				
104	+10																				
106	+5																				
107.9	-10																				
	Note 1. – The relationship is linear between adjacent points designated by the above frequencies.																				

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
107.9      -10	
* 주 : 위의 명기된 주파수 이외의 값은 비례적으로 적용한다.(예: 105 MHz 인 경우 +7.5 dBm)	Note 2.- Guidance material on immunity criteria to be used for the performance quoted in 3.1.4.1 and 3.1.4.2 is contained in Attachment C, 2.2.2.
2. 글라이드 패스 가. 유효범위는 별표 6과 같은 것	3.1.5 UHF glide path equipment and associated monitor 3.1.5.3 Coverage
주 1. 수평면 및 수직면에서 최소의 유효범위는 사선부분으로 한다.	Figure 10. Glide path coverage
주 2. 전계강도는 유효범위 내에서 m당 400 μV 이상일 것	3.1.5.3.1 The glide path equipment shall provide signals sufficient to allow satisfactory operation of a typical aircraft installation in sectors of 8 degrees in azimuth on each side of the centre line of the ILS glide path, to a distance of at least 18.5 km (10 NM) up to 1.75 θ and down to 0.45 θ above the horizontal or to such lower angle, down to 0.30 θ, as required to safeguard the promulgated glide path intercept procedure.
주 3. (R)은 ILS 글라이드패스 직선부분을 연장선이 활주로의 중심선과 교차되는 점으로 한다. 별표 8과 같다.	3.1.5.3.2 In order to provide the coverage for glide path performance specified in 3.1.5.3.1, the minimum field strength within this coverage sector shall be 400 microvolts per metre (minus 95 dBW/m2). For Facility Performance Category I glide
주 4. (θ)는 설계상의 ILS 글라이드 패스와 수평면이 만든 각도로 한다.	

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)								
	paths, this field strength shall be provided down to a height of 30 m (100 ft) above the horizontal plane containing the threshold. For Facility Performance Categories II and III glide paths, this field strength shall be provided down to a height of 15m (50 ft) above the horizontal plane containing the threshold.								
나. ILS 글라이드패스(활주로의 중심선을 포함한 수직면에서 DDM의 값이 0인 점의 제적이 있어서 지표면에 가장 근접하는 것을 말한다. 이하 같다)의 정밀도는 ILS글라이드패스를 평균화하여 직선으로 간주하고 설계치에 가능한 일치하도록 조정된 경우 해당 직선상에 대한 DDM의 값은 가능한 별표 7의 값 이내일 것	3.1.5.4 ILS glide path structure 3.1.5.4.1 For Facility Performance Category I - ILS glide paths, bends in the glide path shall not have amplitudes which exceed the following to ILS Point "C"								
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>zone (DDM probability)</th> <th>Amplitude (95 %)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Outer limit of coverage</td> <td>0.035</td> </tr> </tbody> </table>	zone (DDM probability)	Amplitude (95 %)	Outer limit of coverage	0.035				
zone (DDM probability)	Amplitude (95 %)								
Outer limit of coverage	0.035								
	3.1.5.4.2 For Facility Performance Categories I and II - ILS glide paths, bends in the glide path shall not have amplitudes which exceed the following:								
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>zone</th> <th>Amplitude (DDM) (95% probability)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Outer limit of coverage to ILS Point "A"</td> <td>0.035</td> </tr> <tr> <td>ILS Point "A" to ILS Point "B"</td> <td>decreasing at a linear rate</td> </tr> <tr> <td>ILS Point "B" to ILS reference datum</td> <td>0.023</td> </tr> </tbody> </table>	zone	Amplitude (DDM) (95% probability)	Outer limit of coverage to ILS Point "A"	0.035	ILS Point "A" to ILS Point "B"	decreasing at a linear rate	ILS Point "B" to ILS reference datum	0.023
zone	Amplitude (DDM) (95% probability)								
Outer limit of coverage to ILS Point "A"	0.035								
ILS Point "A" to ILS Point "B"	decreasing at a linear rate								
ILS Point "B" to ILS reference datum	0.023								
	Note 1.- The amplitudes referred to in 3.1.5.4.1 and 3.1.5.4.2 are the DDMs due to bends as realized on the mean ILS glide path correctly adjusted.								
주1. 코스라인을 평균화하여 직선으로 간주할 때 ILS 기준점(활주로의 중심선과 활주로의 말단과의 교점)의 수직상공에 있는 점으로서 ILS 글라이드패스의 직선부분을 연장선인 것을 말한다. 이하 같다)을 포함한 수평면에서, 당해 직선과 ILS 기준점과의 거리가 10.5 m 이내일 것									
주2. ILS 글라이드패스를 평균화하여 직선으로 간주한 때 당해 직선과 수평면의 각도는 설계치를 기준으로 7.5 % 이내일 것									
주3. (A)는 활주로의 말단을 포함한 수평면에서 당해 활주로의 말단에서 항공기의 진입방향에 7.4 km 거리의 점 수직상공으로 ILS 글라이드패스와 교점으로 한다.									
주4. (B)는 활주로 말단을 포함한 수평면									

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
<p>에서 당해 활주로 말단에서 항공기의 진입방향에 1.05 km의 거리의 점 수직상공으로 ILS 클라이드페이스와 교점으로 한다.</p> <p>주5. (C)는 설계상의 ILS 클라이드페이스의 직전부분의 연장선과 활주로의 말단보다 30 m 높은 수평면과의 교점으로 한다.</p>	
<p>다. 유효범위내에서 각도 편위감도는 별표 8과 같을 것</p>	<p>3.1.5.6 Displacement sensitivity</p>
	<p>3.1.5.6.1 For Facility Performance Category I –ILS glide paths, the nominal angular displacement sensitivity shall correspond to a DDM of 0.0875 at angular displacements above and below the glide path between <math>0.07 \theta</math> and <math>0.14 \theta</math>.</p> <p>Note.—The above is not intended to preclude glide path systems which inherently have asymmetrical upper and lower sectors.</p>
<p>주1. ILS 클라이드페이스 상하에 각각 <math>0.07 \theta</math> 에서 <math>0.14 \theta</math> 까지의 각도 범위 내에서 DDM의 값이 0.0875(허용편차는 25%로 한다)일 것</p>	<p>3.1.5.6.2 Recommendation.—For Facility Performance Category I –ILS glide paths, the nominal angular displacement sensitivity should correspond to a DDM of 0.0875 at an angular displacement below the glide path of <math>0.12 \theta</math> with a tolerance of plus or minus <math>0.02 \theta</math>. The upper and lower sectors should be as symmetrical as practicable within the limits specified in 3.1.5.6.1.</p>
<p>주2. ILS 클라이드페이스의 하측에서 DDM의 값은 0 에서 0.22 까지는 각도 편위에 대하여 완만하게 증가하여야 하고, 수평면에서 <math>0.3 \theta</math> 이상의 각도에서 0.22 일 것</p>	<p>3.1.5.6.3 For Facility Performance Category I –ILS glide paths, the angular displacement sensitivity shall be as symmetrical as practicable. The nominal angular displacement sensitivity shall correspond to a DDM of 0.0875 at an angular displacement of:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>0.12 \theta</math> below path with a tolerance of plus or minus <math>0.02 \theta</math>;</li> <li><math>0.12 \theta</math> above path with a tolerance of plus <math>0.02 \theta</math> and minus <math>0.05 \theta</math></li> </ol>
<p>주3. (<math>\theta</math>)는 설계상의 ILS 클라이드페이스와 수평면이 만든 각도로 한다.</p>	<p>3.1.5.6.4 For Facility Performance Category II –ILS glide paths, the nominal angular displacement sensitivity shall correspond to a DDM of 0.0875 at angular displacements above and below the glide path of <math>0.12 \theta</math> with a tolerance of plus or minus <math>0.02 \theta</math>.</p>

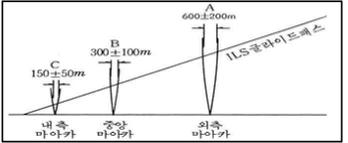
국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
	<p>shall correspond to a DDM of 0.0875 at angular displacements above and below the glide path of <math>0.12 \theta</math> with a tolerance of plus or minus <math>0.02 \theta</math>.</p>
	<p>3.1.5.6.5 The DDM below the ILS glide path shall increase smoothly for decreasing angle until a value of 0.2 DDM is reached. This value shall be achieved at an angle not less than <math>0.30 \theta</math> above the horizontal. However, if it is achieved at an angle above <math>0.45 \theta</math>, the DDM value shall not be less than 0.2 at least down to <math>0.45 \theta</math> or to such lower angle, down to <math>0.30 \theta</math>, as required to safeguard the promulgated glide path intercept procedure.</p> <p>Note.—The limits of glide path equipment adjustment are pictorially represented in Figure C-11 of Attachment C.</p>
	<p>Figure C-11. Glide path-difference in depth of modulation</p>
	<p>3.1.5.6.6 For Facility Performance Category I –ILS glide paths, the angular displacement sensitivity shall be adjusted and maintained within plus or minus 25 per cent of the nominal value selected.</p>
	<p>3.1.5.6.7 For Facility Performance Category I –ILS glide paths, the angular displacement sensitivity shall</p>

국내 기술 기준		국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
		be adjusted and maintained within plus or minus 20 per cent of the nominal value selected. 3.1.5.6.8 For Facility Performance Category II – ILS glide paths, the angular displacement sensitivity shall be adjusted and maintained within plus or minus 15 per cent of the nominal value selected.
라. 송신설비의 조건		3.1.5.1 General
구 별	조 건	3.1.5.1.1 The radiation from the UHF glide path antenna system shall produce a composite field pattern which is amplitude modulated by a 90 Hz and a 150 Hz tone. The pattern shall be arranged to provide a straight line descent path in the vertical plane containing the centre line of the runway, with the 150 Hz tone predominating below the path and the 90 Hz tone predominating above the path to at least an angle equal to 1.75 $\theta$ .
복 사 특 성	복사된 전파는 90 Hz 및 150 Hz의 주파수의 변조신호에 따라 진폭변조된 합성전계특성을 가져야 하고 유효범위 내에서 ILS글라이드패스의 상측에서는 90 Hz에 의한 변조도가 150 Hz에 의한 변조도보다 크고, 하측에서는 그 반대일 것	3.1.5.2 Radio frequency 3.1.5.5.1 The nominal depth of modulation of the radio frequency carrier due to each of the 90 Hz and 150 Hz tones shall be 40 percent along the ILS glide path. The depth of modulation shall not deviate outside the limits of 37.5 per cent to 42.5 percent. 3.1.5.5.2 The following tolerances shall be applied to the frequencies of the modulating tones: a) the modulating tones shall be 90 Hz and 150 Hz within 2.5 per cent for Facility Performance Category I – ILS; b) the modulating tones shall be 90 Hz and 150 Hz within 1.5 per cent for Facility Performance Category I – ILS; c) the modulating tones shall be 90 Hz and 150 Hz within 1 per cent for Facility Performance Category II – ILS;
변 조 신 호	주파수 허용 편차	$\pm 2.5$ %
	변조 도	ILS 글라이드패스 상에서 37.5 % 이상 42.5 % 이하
	고조파 함유율	10 % 이하
	위 상 특 성	별표 9와 같을 것
발사하는 전파의	수평	

국내 기술 기준		국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
편파면		d) the total harmonic content of the 90 Hz tone shall not exceed 10 percent: additionally, for Facility Performance Category II equipment, the second harmonic of the 90 Hz tone shall not exceed 5 per cent; e) the total harmonic content of the 150 Hz tone shall not exceed 10 percent. 3.1.5.5.2.1 Recommendation. – For Facility Performance Category I – ILS, the modulating tones should be 90 Hz and 150 Hz within plus or minus 1.5 per cent where practicable. 3.1.5.5.2.2 For Facility Performance Category II glide path equipment, the depth of amplitude modulation of the radio frequency carrier at the power supply frequency or harmonics, or at other noise frequencies, shall not exceed 1 percent. 3.1.5.5.3 The modulation shall be phase-locked so that within the ILS half glide path sector, the demodulated 90 Hz and 150 Hz wave forms pass through zero in the same direction within: a) for Facility Performance Categories I and I – ILS glide paths: 20 degrees; b) for Facility Performance Category II – ILS glide paths: 10 degrees, of phase relative to the 150 Hz component, every half cycle of the combined 90 Hz and 150 Hz wave form. Note 1. – The definition of phase relationship in this manner is not intended to imply a requirement for measurement of phase within the ILS half glide path sector. Note 2. – Guidance material relating to such measures is given at Figure C-6 of Attachment C.
마. 감시장치는 다음의 상태(해당 상태를 감시하는 부분이 고장인 상태를 포함한다)가 계속될 경우 그 내용을 표시할 수 있을 것		3.1.5.7 Monitoring 3.1.5.7.1 The automatic monitor system shall provide a warning to the designated control points and cause

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
<p>(1) ILS글라이드패스를 평균화하여 직선으로 간주할 때 해당 직선과 수평면이 만드는 각도가 허용치를 초과할 때</p> <p>(2)안테나공급전력이 50% 이하일 때</p> <p>(3)"(1)"의 직선과 해당 직선의 하측에서 DDM이 0.0875인 직선(DDM이 0.0875인 점의 궤적을 평균화하여 직선으로 간주할 때의 것으로 한다. "(4)"에서와 같다)과의 각도가 "(1)"의 각도의 설계치의 0.0375<math>\theta</math>이상 일 때</p> <p>(4)"(1)"의 직선의 하측에서 DDM이 0.0875인 직선과 수평면이 만드는 각도가 "(1)"의 각도의 설계치의 0.7475<math>\theta</math>이하일 때</p>	<p>radiation to cease within the periods specified in 3.1.5.7.3.1 if any of the following conditions persist:</p> <p>a) shift of the mean ILS glide path angle equivalent to more than minus 0.075 <math>\theta</math> to plus 0.10 <math>\theta</math> from <math>\theta</math>;</p> <p>b) in the case of ILS glide paths in which the basic functions are provided by the use of a single-frequency system, a reduction of power output to less than 50 percent of normal, provided the glide path continues to meet the requirements of 3.1.5.3, 3.1.5.4 and 3.1.5.5;</p> <p>c) in the case of ILS glide paths in which the basic functions are provided by the use of two-frequency systems, a reduction of power output for either carrier to less than 80 per cent of normal, except that a greater reduction to between 80 per cent and 50 per cent of normal may be permitted, provided the glide path continues to meet the requirements of 3.1.5.3, 3.1.5.4 and 3.1.5.5;</p> <p>d) for Facility Performance Category I – ILS glide paths, a change of the angle between the glide path and the line below the glide path (150 Hz predominating) at which a DDM of 0.0875 is realized by more than the greater of:</p> <p>i) plus or minus 0.0375 <math>\theta</math>; or</p> <p>ii) an angle equivalent to a change of displacement sensitivity to a value differing by 25 per cent from the nominal value;</p> <p>e) for Facility Performance Categories II and III – ILS glide paths, a change of displacement sensitivity to a value differing by more than 25 percent from the nominal value;</p>

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
<p>바. 제어장치는 진호의 경우 또는 해당 제어장치가 고장인 경우 6초 이내에서 진파의 발사를 정지할 수 있을 것</p>	<p>f) lowering of the line beneath the ILS glide path at which a DDM of 0.0875 is realized to less than 0.7475 <math>\theta</math> from horizontal;</p> <p>g) a reduction of DDM to less than 0.175 within the specified coverage below the glide path sector.</p> <p>Note 1.– The value of 0.7475 <math>\theta</math> from horizontal is intended to ensure adequate obstacle clearance. This value was derived from other parameters of the glide path and monitor specification. Since the measuring accuracy to four significant figures is not intended, the value of 0.75 <math>\theta</math> may be used as a monitor limit for this purpose. Guidance on obstacle clearance criteria is given in the Procedures for Air Navigation Services – Aircraft Operations (PANS-OPS) (Doc 8168).</p> <p>Note 2.– Subparagraph f) and g) are not intended to establish a requirement for a separate monitor to protect against deviation of the lower limits of the half-sector below 0.7475 <math>\theta</math> from horizontal.</p> <p>Note 3.– At glide path facilities where the selected nominal angular displacement sensitivity corresponds to an angle below the ILS glide path which is close to or at the maximum limits specified in 3.1.5.6, it may be necessary to adjust the monitor operating limits to protect against sector deviations below 0.7475 <math>\theta</math> from horizontal.</p> <p>Note 4.– Guidance material relating to the condition described in g) appears in Attachment C, 2.4.12.</p> <p>3.1.5.7.3.1 The total period referred to under 3.1.5.7.3 shall not exceed under any circumstances:</p> <p>6 seconds for Category I – ILS glide paths;</p>

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)								
	2 seconds for Categories II and III – ILS glide paths.								
<p>3. 마아커 비콘 가. 유효범위는 별표 6과 같을 것</p>  <p>주1. 수직면에 대한 유효범위는 A, B, C에서 거리로 나타낸 부분으로 하다.</p> <p>주2. 전계강도는 유효범위 이내에서 최소한 3 mV/m 이상 되어야 하고 유효범위의 양단에서 1.5 mV/m 일 것</p>	<p>3.1.7.3 Coverage</p> <p>3.1.7.3.1 The marker beacon system shall be adjusted to provide coverage over the following distances, measured on the ILS glide path and localizer course line:</p> <p>a) inner marker (where installed): 150 m plus or minus 50 m (500 ft plus or minus 160 ft);</p> <p>b) middle marker: 300 m plus or minus 100 m (1 000 ft plus or minus 325 ft);</p> <p>c) outer marker: 600 m plus or minus 200 m (2 000 ft plus or minus 650 ft).</p> <p>3.1.7.3.2 The field strength at the limits of coverage specified in 3.1.7.3.1 shall be 1.5 millivolts per metre (minus 82 dBW/m<sup>2</sup>). In addition, the field strength within the coverage area shall rise to at least 3.0 millivolts per metre (minus 76 dBW/m<sup>2</sup>).</p> <p>Note 1.— In the design of the ground antenna, it is advisable to ensure that an adequate rate of change of field strength is provided at the edges of coverage. It is also advisable to ensure that aircraft within the localizer course sector will receive visual indication.</p> <p>Note 2.— Satisfactory operation of a typical airborne marker installation will be obtained if the sensitivity is so adjusted that visual indication will be obtained when the field strength is 1.5 millivolts per metre (minus 82 dBW/m<sup>2</sup>).</p>								
<p>나. 송신설비의 조건</p> <table border="1" data-bbox="156 1284 526 1380"> <tr> <td>구</td> <td>별</td> <td>조</td> <td>건</td> </tr> <tr> <td>변</td> <td>주</td> <td>외측마아커</td> <td>400 Hz(허용편차는</td> </tr> </table>	구	별	조	건	변	주	외측마아커	400 Hz(허용편차는	<p>3.1.7.2 Radio frequency</p> <p>3.1.7.2.1 The marker beacons shall operate at 75 MHz with a frequency tolerance of plus or minus 0.005 per cent and shall utilize horizontal polarization.</p>
구	별	조	건						
변	주	외측마아커	400 Hz(허용편차는						

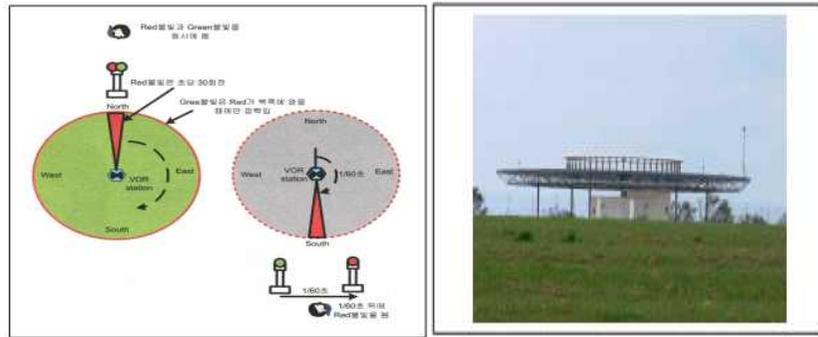
국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
	3.1.7.4 Modulation
	3.1.7.4.1 The modulation frequencies shall be as follows:
과수	±2.5 %로 한다)
	중양마아커 1,300 Hz( " )
	내측마아커 3,000Hz( " )
조	변 조 도 91 % 이상 99 % 이하
	고조파함유율 15 % 이하
신	
호	외측마아커 장음의 반복
	중양마아커 교차하는 단음과 장음의 반복
성	내측마아커 단음의 반복
	송신 속도 표준단음은 매초 6 회, 장음은 매초 2 회
	안테나의 지향특성 상공으로 가능한 선형
	발사하는 전파의 편 파 면 수 평
	다. 감시장치는 다음의 상태가 발생할 경우 그 내용을 표시할 수 있을 것 (1)발사된 전파가 변조되지 아니한 상태 또는 변조신호의 구성이 이상인 상태 (2)안테나공중전력이 50% 이하인 상태 (3)변조도가 50% 이하인 상태
	3.1.7.4.2 The depth of modulation of the markers shall be 95 percent plus or minus 4 percent.
	3.1.7.5 Identification
	3.1.7.5.1 The carrier energy shall not be interrupted. The audio frequency modulation shall be keyed as follows:
	a) inner marker (when installed): 6 dots per second continuously;
	b) middle marker: a continuous series of alternate dots and dashes, the dashes keyed at the rate of 2 dashes per second, and the dots at the rate of 6 dots per second;
	c) outer marker: 2 dashes per second continuously. These keying rates shall be maintained to within plus or minus 15 percent.
	3.1.7.7 Monitoring
	3.1.7.7.1 Suitable equipment shall provide signals for the operation of an automatic monitor. The monitor shall transmit a warning to a control point if either of the following conditions arise:
	a) failure of the modulation or keying;
	b) reduction of power output to less than 50 percent of normal.
	3.1.7.7.2 Recommendation.— For each marker beacon, suitable monitoring equipment should be provided which will indicate at the appropriate location a

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
	decrease of the modulation depth below 50 percent.

마. 제17조(전방향표지시설)

“전방향표지시설(VOR)”이라 함은 108 MHz 내지 118 MHz 주파수의 전파를 전 방향에 발사하는 회전식 무선표지업무를 행하는 설비를 말한다.

전방향표지시설(VOR, VHF Omnu Range)은 항공기 항로상의 주요지점에 설치되어 유효거리 이내의 모든 항공기에 지상 무선국으로부터의 방위각 정보를 제공함으로써 정확한 항로를 비행하도록 하는 무선시설이다. 즉, 지상 전방향표지시설 무선국에 의해 제공되는 일정한 방위각을 따라 비행함으로써 하나의 전방향표지시설 무선국으로부터 다음으로 무선국으로 항공기를 안전하게 유도하게 된다.



(a)

(b)

[그림 3.4.6.] (a): 전방향표지시설 원리, (b) 전방향표지시설 지상국

[표 3.4.6] 전방향표지시설의 기술기준 대비표

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
제17조(전방향표지시설) 항공기의 안전운	3.3 Specification for VHF

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
항을 위하여 지상에 설치하여 방위정보를 제공하는 전방향표지시설(VOR)의 기술기준은 다음 각 호와 같다.	omnidirectional radio range (VOR)
1. 공통조건 가. 기준위상신호 및 가변위상신호를 연속하여 송신할 수 있을 것	3.3.1 General 3.3.1.3 The reference and variable phase modulations shall be in phase along the reference magnetic meridian through the station.
나. 기준 및 가변위상신호의 위상은 자북 방향에서 일치하여야 하고, 기타 방향에서는 자북을 기준으로 하여 그방향에 상당하는 위상차를 유지하여야 하며, 그 오차는 ±2도 이내일 것	3.3.3.2 The ground station contribution to the error in the bearing information conveyed by the horizontally polarized radiation from the VOR for all elevation angles between 0 and 40 degrees, measured from the centre of the VOR antenna system, shall be within plus or minus 2 degrees.
다. 식별신호는 2개 또는 3개의 문자로 구성된 국제 모오스부호에 의해 적어도 30초마다 1회 (송신속도는 1분간 약 구문 7어로 한다) 송신할 수 있을 것	3.3.6.5 The identification signal shall employ the International Morse Code and consist of two or three letters. It shall be sent at a speed corresponding to approximately 7 words per minute. The signal shall be repeated at least once every 30 seconds and the modulation tone shall be 1 020 Hz within plus or minus 50 Hz.
2. 송신설비의 조건 가. 주반송파 (1)변조방식: 변조신호에 따라 공간상의 어느 지점에서 관측하더라도 진폭 변조하는 것일 것 (2)변조신호: 1. 표준 VOR 가. 기준 위상신호에 따라 주파수 변조된 부반송파 나. 가변위상신호 2. 도플러 VOR 가. 기준 위상신호 나. 가변위상신호에 따라 주파수 변조된 부반송파 (3)변조신호의 주파수 배열:	3.3.5 Modulations of navigation signals 3.3.5.1 The radio frequency carrier as observed at any point in space shall be amplitude modulated by two signals as follows: a) a subcarrier of 9 960 Hz of constant amplitude, frequency modulated at 30 Hz: 1) for the conventional VOR, the 30 Hz component of this FM subcarrier is fixed without respect to azimuth and is termed the "reference phase" and shall have a deviation ratio of 16 plus or minus 1 (i.e. 15 to 17); 2) for the Doppler VOR, the phase of the 30 Hz component varies with

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
<p>별표 10과 같다</p> <p>(4) 변조도: 다음 양각의 구별에 따라 제(2)의 각 변조 신호별 변조도는 다음과 같다.</p> <p>1. 양각이 5 도까지 25 % 이상 35 % 이하</p> <p>나. 부반송파</p> <p>(1) 주파수: 9,960 Hz(허용편차는 1 %로 한다)</p> <p>(2) 변조방식: 변조신호에 따라 공간상의 어느 지점에서 관측하더라도 주파수 변조하는 것일 것</p> <p>(3) 변조신호: 표준 VOR에서는 기준위상 신호이며, 도플러 VOR에서는 가변위상 신호일 것</p> <p>(4) 변조지수: 16(허용편차는 1로 한다)</p> <p>(5) 잔류진폭 성분의 변조도: 표준 VOR에서는 5 % 이하 도플러 VOR에서는 안테나에서 300 m 이상의 거리에서 40 % 이하</p> <p>(6) 고조파의 강도: 기본파의 강도를 0 dB로 하여 각각 다음과 같을 것</p> <p>제2차 고조파 -30 dB 이하 제3차 고조파 -50 dB 이하 제4차 고조파 이상의 고조파 -60 dB 이하</p> <p>다. 기준위상신호 및 가변위상신호</p> <p>(1) 주 파 수: 30 Hz(허용편차는 1 %로 한다.)</p> <p>(2) 위상특성: 별표 11과 같다</p> <p>라. 식별신호</p> <p>(1) 변조주파수: 1,020 Hz(허용편차는 ±50 Hz로 한다.)</p> <p>(2) 변조방식: 진폭변조, 10 % 이하(단, 통신채널이 없는 경우 20 %까지 허용할 수 있다.)</p> <p>마. 발사하는 전파의 편파면:</p>	<p>azimuth and is termed the "variable phase" and shall have a deviation ratio of 16 plus or minus 1 (i.e. 15 to 17) when observed at any angle of elevation up to 5 degrees, with a minimum deviation ratio of 1 when observed at any angle of elevation above 5 degrees and up to 40 degrees;</p> <p>b) a 30 Hz amplitude modulation component:</p> <p>1) for the conventional VOR, this component results from a rotating field pattern, the phase of which varies with azimuth, and is termed the "variable phase";</p> <p>2) for the Doppler VOR, this component, of constant phase with relation to azimuth and constant amplitude, is radiated omni-directionally and is termed the "reference phase".</p> <p>3.3.5.2 The nominal depth of modulation of the radio frequency carrier due to the 30 Hz signal or the subcarrier of 9,960 Hz shall be within the limits of 28 per cent and 32 percent.</p> <p>3.3.5.5 The subcarrier modulation mid-frequency shall be 9,960 Hz within plus or minus 1 percent.</p> <p>3.3.5.6</p> <p>a) For the conventional VOR, the percentage of amplitude modulation of the 9,960 Hz subcarrier shall not exceed 5 percent.</p> <p>b) For the Doppler VOR, the percentage of amplitude modulation of the 9,960 Hz subcarrier shall not exceed 40 percent when measured at a point at least 30 m (1 00 ft) from the VOR.</p> <p>3.3.5.7 Where 50 kHz VOR channel</p>

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)										
<p>수평</p> <p>1. 표준 VOR</p> <p>2. 도플러 VOR</p> <p>주1. 공간에서 변조신호의 주파수 배열이 되는 것으로 한다. "이하 같다"</p> <p>주2. (fc)는 주반송파의 주파수를 표시한다. "이하 같다"</p> <p>주반송파의 전력과 30 Hz 진폭변조성분의 측파대 전력의 합</p> <p>주 : 남북방향에서 주반송파의 전력과 30 Hz의 진폭변조성분의 측파대 전력의 합이 최대가 되는 시각과 부반송파의 주파</p>	<p>spacing is implemented, the sideband level of the harmonics of the 9,960 Hz component in the radiated signal shall not exceed the following levels referred to the level of the 9,960 Hz sideband:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Subcarrier</th> <th>Level</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9 960 Hz reference</td> <td>0 dB</td> </tr> <tr> <td>2nd harmonic</td> <td>-30 dB</td> </tr> <tr> <td>3rd harmonic</td> <td>-50 dB</td> </tr> <tr> <td>4th harmonic and above</td> <td>-60 dB</td> </tr> </tbody> </table> <p>3.3.6 Voice and identification</p> <p>3.3.6.5 The identification signal shall employ the International Morse Code and consist of two or three letters. It shall be sent at a speed corresponding to approximately 7 words per minute. The signal shall be repeated at least once every 30 seconds and the modulation tone shall be 1,020Hz within plus or minus 50Hz.</p> <p>3.3.6.6 The depth to which the radio frequency carrier is modulated by the code identification signal shall be close to, but not in exceeds of 10 per cent except that, where a communication channel is not provided, it shall be permissible to increase the modulation by the code identification signal to a value not exceeding 20 percent.</p> <p>3.3.6.1 Recommendation. - If the VOR provides a simultaneous communication channel ground-to-air, the modulation depth of the code identification signal should be 5 plus or minus 1 per cent in order to provide a satisfactory voice quality.</p> <p>3.3.3.1 The emission from the VOR shall be horizontally polarized. The vertically polarized component of the radiation shall be as small as possible.</p> <p>3.3.6.1 If the VOR provides a simultaneous communication channel ground-to-air, it shall be on the same</p>	Subcarrier	Level	9 960 Hz reference	0 dB	2nd harmonic	-30 dB	3rd harmonic	-50 dB	4th harmonic and above	-60 dB
Subcarrier	Level										
9 960 Hz reference	0 dB										
2nd harmonic	-30 dB										
3rd harmonic	-50 dB										
4th harmonic and above	-60 dB										

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
수편이가 최대가 되는 시각이 185 $\mu$ s 이 내의 차로 일치할 것	radio frequency carrier as used for the navigational function. The radiation on this channel shall be horizontally polarized.
3. 감시장치는 다음의 상태(감시하는 부 분이 고장인 상태를 포함한다)가 계속될 경우 그 내용을 표시할 수 있을 것	3.3.7.1 Suitable equipment located in the radiation field shall provide signals for the operation of an automatic monitor. The monitor shall transmit a warning to a control point, and either remove the identification and navigation components from the carrier or cause radiation to cease if any one or a combination of the following deviations from established conditions arises:
가. 방위각이 해당 장치의 기준치보다 1 도 초과한 상태	a) a change in excess of 1 degree at the monitor site of the bearing information transmitted by the VOR;
나. 제2호가목(2)의 각 변조신호별 주반 송파의 변조도가 각각 해당 장치의 기준 치보다 15% 이상 저하한 상태다. 식별신 호가 송신될 수 없는 상태	b) a reduction of 15 percent in the modulation components of the radio frequency signals voltage level at the monitor of either the subcarrier, or 30 Hz amplitude modulation signals, or both.
4. 제어장치는 상태가 발생하고부터 30초 이하의 시간이 계속된 경우에 또는 해당 제어장치의 고장인 경우 전파 발사 또는 변조신호 및 식별신호의 송신을 정지할 수 있을 것	3.3.7.2 Failure of the monitor itself shall transmit a warning to a control point and either: a) remove the identification and navigation components from the carrier; or b) cause radiation to cease.
5. 수신설비의 간섭 내성 성능	3.3.8 Interference immunity performance for VOR receiving systems
가. 전방향표지시설(VOR)의 수신 장비는 다음에 따라 레벨을 갖는 VHF FM 방송 신호에 따라 야기되는 3차 상호변조로부 터 발생된 두 신호에 대하여 다음의 내 성성능을 제공할 것	3.3.8.1 The VOR receiving system shall provide adequate immunity to interference from two signal, third-order intermodulation products caused by VHF FM broadcast signals having levels in accordance with the following:
(1) 107.7~108.0MHz 주파수대의 VHF FM 음성방송 신호일 때 $2N_1 + N_2 + 72 \leq 0$	$2N_1 + N_2 + 72 \leq 0$ for VHF FM sound broadcasting signals in the range 107.7 - 108.0 MHz

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)																				
(2) 107.7MHz 이하의 주파수 범위의 VHF FM 음성방송 신호일 때 $2N_1 + N_2 + 3(24 - 20 \log \frac{\Delta f}{0.4}) \leq 0$	$2N_1 + N_2 + 3(24 - 20 \log \frac{\Delta f}{0.4}) \leq 0$ for VHF FM sound broadcasting signals below 107.7 MHz, where the frequencies of the two VHF FM sound broadcasting signals produce, within the receiver, a two-signal, third-order intermodulation product on the desired VOR frequency. N1 and N2 are the levels (dBm) of the two VHF FM sound broadcasting signals at the VOR receiver input. Neither level shall exceed the desensitization criteria set forth in 3.3.8.2. $\Delta f = 108.1 - f_1$ , where $f_1$ is the frequency of N1, the VHF FM sound broadcasting signal closer to 108.1 MHz.																				
- $N_1, N_2$ : 전방향표지시설 수신기 입력단 에서 두개의 VHF FM 음성 방송 전력(dBm) - $\Delta f = 108.1 - f_1$ , $f_1$ : 108.1 MHz에 가까운 VHF FM 음성 방송 주파수로서 $N_1$ 의 주파수																					
나. 전방향표지시설(VOR)의 수신 장비는 아래 표의 주파수대역별 최대 레벨의 VHF FM 방송신호에 대하여 적절한 내 성 성능을 가질 것	3.3.8.2 The VOR receiving system shall not be desensitized in the presence of VHF FM broadcast signals having levels in accordance with the following table:																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>주파수(주) (MHz)</th> <th>수신기 입력단에서의 불요 신호의 최대 레벨(dBm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>88~102</td> <td>+15</td> </tr> <tr> <td>104</td> <td>+10</td> </tr> <tr> <td>106</td> <td>+5</td> </tr> <tr> <td>107.9</td> <td>-10</td> </tr> </tbody> </table>	주파수(주) (MHz)	수신기 입력단에서의 불요 신호의 최대 레벨(dBm)	88~102	+15	104	+10	106	+5	107.9	-10	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Frequency (MHz)</th> <th>Maximum level of unwanted signal at receiver input (dBm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>88-102</td> <td>+15</td> </tr> <tr> <td>104</td> <td>+10</td> </tr> <tr> <td>106</td> <td>+5</td> </tr> <tr> <td>107.9</td> <td>-10</td> </tr> </tbody> </table>	Frequency (MHz)	Maximum level of unwanted signal at receiver input (dBm)	88-102	+15	104	+10	106	+5	107.9	-10
주파수(주) (MHz)	수신기 입력단에서의 불요 신호의 최대 레벨(dBm)																				
88~102	+15																				
104	+10																				
106	+5																				
107.9	-10																				
Frequency (MHz)	Maximum level of unwanted signal at receiver input (dBm)																				
88-102	+15																				
104	+10																				
106	+5																				
107.9	-10																				

바. 제18조(기상레이더)

기상 레이더는 조종사에 대해 비행 전방의 기상상태를 지시기에 알려주는 장치를 말한다.

항공기의 진로 기상 상황을 계속 관찰하면서 안전 비행을 가능하게 하는 기상레이더의 중요성은 더 높아지고 있다. 원리는 구름이나 비에 대해 반사되기 쉬운 주파수 대(X-밴드)인 9,375MHz를 이용하며 안테나에서 방사된 펄스가 전파상의 물체(비나 구름)와 충돌하면 비나 구름 중의 수분의 밀도 또는 습도에 따라 레이더 전파의 반사 현상이 달라진다. 이 반사파를 수신 증폭하여 그것을 지시기에 표시되며 영상은 예를 들어 반사파가 강할수록 밝아지고 반사파가 약할 때는 어둡게 표시된다. 반사파의 세기를 처리하여 색으로 표시한다. 기상 레이더에 사용하고 있는 주파수는 X-밴드(주파수 9,375MHz)와 C-밴드(주파수 5,400MHz) 대역을 주로 사용하고 있다. 강우량이 많을 때는 C밴드가 감쇄가 작기 때문에 악천후 영역의 전방에 강우지역이 있는 경우에는 더욱 우수하다. 한편 전방에 강우지역 면적이 크지 않거나 강우량이 적은 구름의 경우에는 X-밴드의 경우가 유효거리가 길어서 더 우수하다. 안테나의 직경이 일정한 경우에 빔의 폭은 주파수에 반비례하기 때문에 C-밴드보다는 X-밴드의 경우가 빔 폭이 좁아져 방위 분해능이 커지므로 비구름이나 천둥구름의 징조를 정확히 알 수 있다. 기상 레이더의 신호는 반사파의 강도에 따라 다른 색상으로 나타낸다. 반사파의 강도 순서에 따라 적, 황, 녹, 흑으로 표시되며 난기류는 붉은 자색으로 표시된다. 기상레이더의 지시 방식으로는 과거에는 계획 위치 표시(PP: Plan Position Indication) 지시방식이 사용되었으나, 대부분 최근 디지털 항공기에서는 그림 3-9와 같이 항법정보 표시기(ND: navigation display)에 기상레이더 화면에 칼라로 디스플레이 한다.



[그림 3.4.7.] 기상레이더 화면

[표 3.4.7] 기상레이더의 기술기준 대비표

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (RTCA-DO 173)
제18조(기상레이더) 항공기용 기상레이더는 그 항공기의 항행 중 통상의 상태에서 다음 각 호의 기술기준에 적합하여야 한다.	2.0 airborne weather and ground mapping radar requirements
1. 지시기의 조건 가. 표시면의 유효면은 해당 표시면에 있어서 그 항공기의 위치를 기준으로 하여 기수방향에서 5cm 이상으로 하고, 기수방향에 대해 좌우 40도의 방향에서 각각 3.8cm 이상일 것  나. 표시면에 있어서 목표의 영상을 구성하는 휘점의 직경은 해당 표시면에 있어서 그 항공기의 위치로부터 기수방향 유효면의 가장자리까지 길이의 1/50 이하일 것  다. 최대거리 범위는 해당 기기의 정격측정범위를 초과하여 해당 측정범위의 250%까지일 것  라. 최대거리 범위에 있어서의 2 이상, 그외의 거리범위에 있어서는 1 이상의 거리 Marker (표시면에 있어서 그 항공기의 위치를 중심으로 하여 전기적으로	2.2.1.2 size of display for conventional directly-viewed display systems, the maximum trace length shall be at least two inches for the "dead-ahead" indication, and at least one and one-half inches for indications at the +40 and -40 from dead-ahead.  the apparent spot size shall be sufficiently small to permit the dead-ahead trace to be resolved into at least 50 equal increments.  2.2.1.3 indicator range scale at least one range scale shall display a maximum range of between 100% and 250% of that for which the system is designed to be used.  2.2.1.4 range markers any range scale capable of displaying

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (RTCA-DO 173)
나타낸 원호의 휘선에 의해서 거리를 가리키는 것을 말한다. 가) 표시면의 유효면 가장자리까지 동일한 간격으로 고정하여 표시할 것	the maximum range for which the system is designed shall be provided with at least two range markers and all other range scales shall be provided with at least one range marker
2. 다음과 같은 정밀도를 가질 것 가. 표시면에서 항공기로부터 목표물까지의 거리 지시값은 허용오차가 실제거리의 10% 또는 1.9km중 큰값 이내의 오차로 측정할 수 있을 것  나. 그 항공기가 수평으로 비행하고 있는 상태에서 목표의 방향을 5도 이내의 오차로서 측정할 수 있을 것	2.2.2.9 indicated distance error the error in indicated distance measured at the pulse edge shall not exceed 10% of the actual target distance, or one nm, whichever is greater.  2.2.2.8 bearing accuracy with zero pitch-and-roll signals applied to the scanner, the indicator sweep line shall indicate the angular position of the antenna beam center to within $\pm 5^\circ$ .
3. 송신하는 펄스폭은 $10\mu s$ 또는 반복주기의 25%의 어느쪽이든 큰값 이하일 것	2.2.2.5 pulse duration pulse duration the duration of the transmitted pulse shall not exceed 2.5% of the time base range in use or $20\mu s$ ec, whichever is greater.
4. 수신장치의 조건	2.2.2.12 receiver selectivity the receiver bandwidth between the points where the receiver response is 3 dB down shall not be less than $0.7/T$ MHz, where T is the pulse duration in $\mu sec$ .  2.2.2.11 frequency control the difference in frequency between that of the transmitted signal and the radio frequency to which the receiver local oscillator is tuned shall be maintained within limits which produce a receiver output within 3 dB of maximum output when the equipment is operating with the antenna for which it is designed.  2.2.2.6 sensitivity time control (STC)

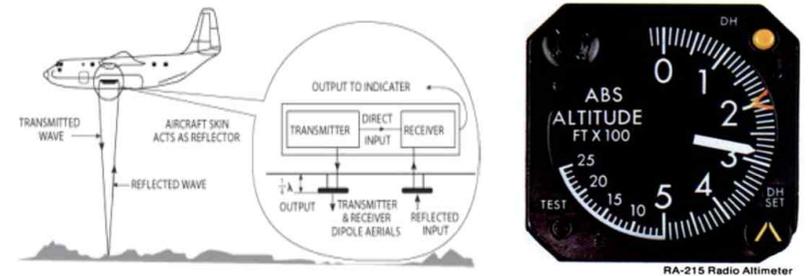
국내 기술 기준		국제표준 기술기준 (RTCA-DO 173)
구별	조건	characteristics when functioning in the weather(precipitation) mode, the sensitivity of the receiver shall increase automatically at a rate proportional, within 3dB, to the second power of time during the period from $37\mu sec$ following the trailing edge of each transmitted pulse to a time representing at least one-tenth of the maximum distance displayed of 5 nm, whichever is greater for weather targets.
통과대역폭	3 dB 이하의 폭은 다음에 계산하는 식에 따라 구해진 값 이상일 것 $B = 1.2 \text{ MHz/T}$  T: 송신하는 펄스의 펄스폭(단위 $\mu s$ )으로 한다	
주파수 제어특성	장치의 출력이 해당장치의 최대출력에 비하여 -3 dB 이내	
수신기능의 회복 시간	송신장치에 있어서 펄스 발사 후 3.7 km의 거리에 있는 목표를 표시할 때까지의 시간 이내	
시간적 감도제어의 특성	송신장치에 있어서 펄스 발사 후 $37\mu s$ 를 경과하고부터 최대거리 범위의 10% 또는 9.25 km의 어느 폭이든 지면 거리에 있는 목표를 표시하기까지의 시간에 있어서 억압된 감도 회복의 비율은 시간의 자승에 비례(허용 편차는 3 dB로 한다)할 것	
5. 안테나의 조건 가. 안테나의 주복사방향은 기수방향에 대해 좌우 40도 이상의 각도 범위내에서 연속하여 10초 이내에서 왕복할 수 있게 변화할 것 나. 수평면 및 수직면의 주복사 각도의 폭은 수평면에 있어서 8도이하, 수직면에 있어서 10도 이하일 것. 단, 해당 기기가 기상관측이외의 지형을 표시하기 위하여 사용하는 경우는 수직면에 있어서 폭을 10도 이상으로 할 수 있을 것		2.2.2.2 beam tilting means shall be provided for adjustment of the beam tilt. the extent of this adjustment shall be such that the axis of the beam may be set to positions from at least $10^\circ$ below to at least $10^\circ$ above a plane perpendicular to the axis of rotation of the antenna  2.2.2.3 antenna stabilization stabilization of the antenna is not

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (RTCA-DO 173)
경사(Tilt)각도 (안테나의 최대복사 방향이 해당 안테나의 회전축에 대한 수직면이 되는 각도를 말한다)는 최대치가 10도 이상이며, 그 범위 내에서 임의의 값으로 설정할 수 있을 것	required. however, when antenna stabilization is provided, the maximum vertical deviation of the scanning beam shall not exceed, in degrees, one-half of the vertical beam height, or 2.5°, whichever is the greater, when the beam tilt is set to 0°. this requirement shall be met under conditions equivalent to the aircraft vertical axis having any attitude over the solid angle range of ±15° from the true vertical, (i.e., combined pitch/roll demands with a vector sum not greater than ±15°). additionally, this requirement shall be met when the deviation from true vertical of horizontal occurs in any direction at rates up to 10° per second.
라. 안테나의 자세 제어장치를 갖는 것에 있어서 해당 안테나의 최대복사 방향은 그 항공기의 수직축의 경사가 수직선에 대하여 15도 이내이며, 또한 매초 10도 이내로 변화할 경우에 있어서 경사(Tilt)각도를 0도로 설정하였을 때 해당 각도에서 양측에 2.5도(주복사 각도 폭의 1/2이 해당 2.5도를 초과할 때는 해당 주복사각도 폭의 1/2)의 각도의 범위내로 유지될 것	

사. 제19조(항공기용 전파고도계)

“전파고도계”라 함은 지상으로부터의 항공기의 고도를 결정하기 위하여 지상에서 전파의 반사를 이용하는 항공기상의 무선항행장치를 말한다.

전파고도계는 비행 중의 항공기에서 전파를 방사(radiation)하여 지표면으로부터의 고도(절대 고도)를 측정하는 장치. 비행기의 동체 밑에 있는 송신 안테나에서 지상을 향해 전파를 방사하고 지표면에서 반사하여 되돌아오기까지의 소요시간에 의해 절대 고도를 측정한다. 주파수 변조된 연속파를 방사하는 주파수 변조(FM)형 고도계와 펄스를 방사하는 펄스형 고도계가 있다. 전자는 저고도용, 후자는 고고도용이며 주파수는 1,600~1,660MHz 또는 4,200~4,400MHz가 쓰인다.



[그림 3.4.8.] 항공기 전파고도 측정 구조도 및 고도계

[표 3.4.9] 항공기용 전파고도계의 기술기준 대비표

국내 기술기준	국제표준 (RTCA DO-155)			
항공기용 전파고도계중 저고도용 전파고도계의 기술기준은 다음 각 호와 같다.				
1. 저고도용 전파고도계는 그 항공기의 항행 중 통상의 상태에서 다음 기술기준에 적합할 것	2.1 Accuracy of pilot's display, Table 1			
가. 항공기의 비행고도에 따라 오차는 다음과 같을 것				
		Column 1	Column 2	
	Altitude (Ft)	- Pilot's display	- Precision Equipment output	
	Sink rate (Ft/Sec)			
구분	오차			
항공기의 비행고도	표시고도			
150 m 이하	비행고도의 5 % 이내	± 5 Ft	± 3 Ft	
150 m 초과 750 m 이하	비행고도의 7 % 이내	± 5 %	± 3 %	
		± 7 %	± 5 %	

<p>나. 지시기는 다음 조건에 적합할 것</p> <p>(1) 항공기의 주차륜의 저면에서 지표까지의 높이(Foot를 단위로 한다)를 신속하게 측정할 수 있을 것</p>	<p>2.4 Time constant</p> <p>When the equipment is abruptly subjected to an altitude change of not more than 10% of the indicated altitude or 20 ft, whichever is smaller, the transfer function time constant of the precision equipment output shall not exceed 0.1 second. Further, for transients of 20 ft or less at lose lock and at altitudes above 200 ft if the system does lose lock it shall reacquire the signal in less than one second.</p> <p>2.5 Rate data</p> <p>The equipment need not provide a rate data output as a condition of compliance with this minimum performance standard. However, those altimeters which do have rate outputs shall comply with the following requirements regarding range and accuracy for at least 95% of all observations for heights from the terrain th the antenna in the range from :</p> <table border="1" data-bbox="524 869 969 1061"> <thead> <tr> <th>Altitude (Ft)</th> <th>Range (Ft/Sec)</th> <th>Accuracy (Ft/Sec)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3 to 100</td> <td>0 - 15</td> <td><math>\pm \left( \frac{1.5ft+0.01h}{sec} + 0.1(r) \right)</math></td> </tr> <tr> <td>100 to 200</td> <td>0 - 20</td> <td><math>\pm \left( \frac{2.0ft+0.01h}{sec} + 0.1(r) \right)</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>Where : h = altitude in feet (r) = absolute value of rate (Feet/Sec)</p>	Altitude (Ft)	Range (Ft/Sec)	Accuracy (Ft/Sec)	3 to 100	0 - 15	$\pm \left( \frac{1.5ft+0.01h}{sec} + 0.1(r) \right)$	100 to 200	0 - 20	$\pm \left( \frac{2.0ft+0.01h}{sec} + 0.1(r) \right)$
Altitude (Ft)	Range (Ft/Sec)	Accuracy (Ft/Sec)								
3 to 100	0 - 15	$\pm \left( \frac{1.5ft+0.01h}{sec} + 0.1(r) \right)$								
100 to 200	0 - 20	$\pm \left( \frac{2.0ft+0.01h}{sec} + 0.1(r) \right)$								
<p>(2) 장치가 고장에 의해 표시되지 않는 경우 또는 고도표시가 유효하지 않는 경우는 그 내용을 표시할 수 있을 것</p>	<p>2.6 Failure warning system</p> <p>Warning conditions</p> <p>A failure warning system shall be incorporated in the equipment to indicate to pilot, and to any system which may be utilizing the altimeter data, the existence of the following conditions :</p>									

	<p>(1) Loss of power</p> <p>(2) Loss of signal or altitude sensing capability when within the manufacturer's stated operating altitude range.</p> <p>Warning indications characteristics</p> <p>An indication plainly discernible under all normal flight conditions shall be provided. If a flag is used, it shall be as large as practicable commensurate with the display.</p>
<p>(3) 진입한계 고도표시장치가 있는 경우 표시고도가 진입한계 고도 이하로 되었을 때 그 내용을 표시할 수 있을 것</p>	<p>2.1 Accuracy of pilot's display (b)</p> <p>Further, the equipment shall continue to function and provide altitude information which exhibits no errors in excess of <math>\pm 20\%</math> of the indicated altitude for 95% all observations at bank angles from 20° to 30°</p>
<p>2. 동작시험장치가 있는 경우 해당 동작시험장치는 가능한 한 150 m 이하의 고도에 상당하는 신호를 송출할 수 있을 것</p>	

아. 제20조(위성항행시스템)

“위성항행시스템(이하 “GNSS”라 한다)”이라 함은 항행에 필요한 성능을 지원하기 위하여 보정된 하나 이상의 위성배치·항공기용수신기·시스템 무결성 감시기능을 포함하는 전 세계적 위치 및 시간 결정 시스템을 말한다.

GNSS(Global Navigation Satellite System: 위성항법시스템)는 범지구적인 측위 정보 서비스 시스템으로 위성에서 발신한 전파를 이용하여 언제, 어디서, 누구에게나 정밀한 측위정보를 제공한다. 이러한 GNSS의 기본적인 측위 개념은 궤도상에 수십개의 위성군을 일정한 형상으로 배치하여 항상 전 지구를 커버할 수 있도록 하여 지구상의 사용자에게 언제 어디서나 위치, 항법, 시각정보를 제공할 수 있도록 하는데, 이를 위해서는 배치된 위성을 일정한 형상으로 유지하고, 통신 링크를 통해 위성의 정확한 궤도 정보를 실시간으로 탑재된 원자시계로 동기 시켜 송출한다. 위성의 궤도정보와 수신된 신호의 도달 시각차를 측정하여 삼각측량방법으로 사용자의 3차원 위치를 실시간으로 결정할 수 있도록 한다.



[그림 3.4.9.] GNSS 사진

[표 3.4.10] 위성항행시스템의 기술기준 대비표

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
제20조(위성항행시스템) 위성항행시스템(GNSS)의 기술기준은 다음 각 호와 같다.	the global navigation satellite system (GNSS) conforming to the Standards contained in Chapter 3, 3.7;
1. 공통조건 가. 위성항행시설의 항행업무는 지상시설, 위성 및 항공기에 탑재된 다음 각호의 장비들의 다양한 결합에 의해 제공되어야 한다.  (1) SPS를 제공하는 GPS (2) CSA를 제공하는 GLONASS (3) ABAS (4) SBAS (5) GBAS (6) 항공기 GNSS 수신기  나. GNSS 구성요소들과 장애가 없는 GNSS 이용자 수신기의 결합은 별표 12에 정의된 공간신호 성능 요구조건을 충족시켜야 한다.	3.7.2 General 3.7.2.1 Functions 3.7.2.1.1 The GNSS shall provide position and time data to the aircraft. Note.— These data are derived from pseudo-range measurements between an aircraft equipped with a GNSS receiver and various signal sources on satellites or on the ground. 3.7.2.2 GNSS elements 3.7.2.2.1 The GNSS navigation service shall be provided using various combinations of the following elements installed on the ground, on satellites and/or on board the aircraft: a) Global Positioning System (GPS) that provides the Standard Positioning Service (SPS) as defined in 3.7.3.1;

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
	b) Global Navigation Satellite System (GLONASS) that provides the Channel of Standard Accuracy (CSA) navigation signal as defined in 3.7.3.2; c) aircraft-based augmentation system (ABAS) as defined in 3.7.3.3; d) satellite-based augmentation system (SBAS) as defined in 3.7.3.4; e) ground-based augmentation system (GBAS) as defined in 3.7.3.5; f) ground-based regional augmentation system (GRAS) as defined in 3.7.3.5; and g) aircraft GNSS receiver as defined in 3.7.3.6.
2. GNSS 구성요소의 성능조건  가. ABAS의 성능 (1)하나 이상의 다른 GNSS 구성요소와 결합된 ABAS 기능과 ABAS 기능을 위해 사용된 두 개의 결합없는 GNSS 수신기와 결합없는 항공기 시스템은 별표 12에 정의된 공간신호 성능 요구조건을 충족시켜야 한다.	3.7.3.3 Aircraft-based augmentation system (ABAS)  3.7.3.3.1 Performance. The ABAS function combined with one or more of the other GNSS elements and both a fault free GNSS receiver and fault-free aircraft system used for the ABAS function shall meet the requirements for accuracy, integrity, continuity and availability as stated in 3.7.2.4.
나. SBAS의 성능 (1) 하나 이상의 다른 GNSS 구성요소와 결합된 SBAS와 결합 없는 수신기는 별표 12에 정의된 공간신호 성능 요구조건에 적합할 것  (2) 반송파 주파수는 1,575.42MHz 일 것  (3) 출력신호의 최소 95% 전력은 중심주파수(L1)에서 ±12MHz 대역내에 포함되어야 할 것. SBAS 위성에 의한 송신 신호의 대역폭은 최소 2.2MHz 일 것  (4) 각 SBAS 위성의 송신신호 레벨은 장애물이 없는 5도 이상 양각의 3dBi 선형	3.7.3.4 Satellite-based augmentation system (SBAS) 3.7.3.4.1 Performance. SBAS combined with one or more of the other GNSS elements and a fault-free receiver shall meet the requirements for system accuracy, integrity, continuity and availability for the intended operation as stated in 3.7.2.4.  3.7.3.4.2 RF characteristics 3.7.3.4.2.1 Carrier frequency. The carrier frequency shall be 1,575.42 MHz. 3.7.3.4.2.2 Signal spectrum. At least 95 per cent of the broadcast power shall be

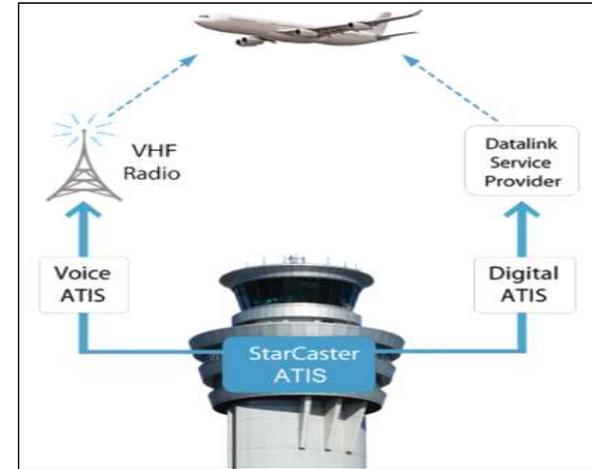
국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
<p>편파 안테나에 대한 수신 레벨이 -161dBW~-153dBW 범위가 될 수 있도록 충분한 신호를 송신할 것</p> <p>(5) 송신 신호는 우선회 원형편파일 것</p> <p>(6) 송신되는 신호는 500 symbols/s의 항행메시지와 1023비트의 의사랜덤잡음코드(Pseudo Random Noise)를 모듈로-2덧셈(Modulo-2 addition) 후에 1.023 Mchips/s의 속도로 BPSK 변조할 것</p>	<p>contained within a <math>\pm 12</math> MHz band centred on the L1 frequency. The bandwidth of the signal transmitted by an SBAS satellite shall be at least 2.2 MHz.</p> <p>3.7.3.4.4.3 Signal power level. Each SBAS satellite shall broadcast navigation signals with sufficient power such that, at all unobstructed locations near the ground from which the satellite is observed at an elevation angle of 5 degrees or higher, the level of the received RF signal at the output of a 3 dBi linearly polarized antenna is within the range of -161 dBW to -153 dBW for all antenna orientations orthogonal to the direction of propagation.</p> <p>3.7.3.4.4.4 Polarization. The broadcast signal shall be right-hand circularly polarized.</p> <p>3.7.3.4.4.5 Modulation. The transmitted sequence shall be the Modulo-2 addition of the navigation message at a rate of 500 symbols per second and the 1 023 bit pseudo-random noise code. It shall then be BPSK-modulated onto the carrier at a rate of 1.023 megachips per second.</p>
<p>다. GBAS의 성능</p> <p>(1) 하나 이상의 다른 GNSS 구성 장비와 결합된 GBAS와 결합 없는 GNSS수신기는 별표 12에 정의된 공간 신호 성능 요구조건에 적합할 것</p> <p>(2) 송신 주파수 범위는 108~117.975MHz 이어야 하며, 가장 낮은 채널은 108.025MHz, 가장 높은 채널은 117.950MHz로 할당하여야 하며, 채널 간격은 25kHz 일 것</p> <p>(3) GBAS 데이터는 10,500 symbols/s의 속도로 D8PSK 변조시켜 3비트 심볼로 송신할 것</p>	<p>3.7.3.5.3.2 GBAS positioning service. The GBAS positioning service area shall be that area where the data broadcast can be received and the positioning service meets the requirements of 3.7.2.4 and supports the corresponding approved operations.</p> <p>3.7.3.5.4.1 Carrier frequency. The data broadcast radio frequencies used shall be selected from the radio frequencies in the band 108 to 117.975 MHz. The lowest assignable frequency shall be 108.025 MHz and the highest assignable frequency shall be 117.950 MHz. The separation between assignable frequencies (channel spacing) shall be 25 kHz.</p> <p>3.7.3.5.4.2 Access technique. A time</p>

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
	<p>division multiple access (TDMA) technique shall be used with a fixed frame structure. The data broadcast shall be assigned one to eight slots.</p> <p>3.7.3.5.4.3 Modulation. GBAS data shall be transmitted as 3-bit symbols, modulating the data broadcast carrier by D8PSK, at a rate of 10,500 symbols per second.</p>
<p>(4) 송신 전계강도 및 편파는 다음과 같을 것</p> <p>(가) GBAS/H는 수평편파 신호로 송신되어야 하고, GBAS/H의 실효방사전력(ERP)은 GBAS 통달범위 내에서 <math>215\mu W/m</math> (<math>-99dBW/m^2</math>)의 최소 전계강도와 <math>0.350V/m</math> (<math>-35dBW/m^2</math>)의 최대 전계강도를 갖는 수평으로 편파된 신호를 제공하여야 하며, 전계강도는 동기화와 버스트(burst)의 모호성 해결의 기간동안 평균값으로 측정되어야 할 것</p> <p>(나) GBAS/E는 타원편파 신호로 송신되어야 하고, 타원편파 신호가 송신될 때 수평편파의 성분은 (가)항의 요건을 충족시켜야 하고, 실효방사전력(ERP)은 GBAS 통달범위 내에서 <math>136\mu W/m</math> (<math>-103dBW/m^2</math>)의 최소 전계강도와 <math>0.221V/m</math> (<math>-39dBW/m^2</math>)의 최대 전계강도를 갖는 수직편파 신호를 제공하여야 하며, 전계강도는 동기화와 버스트(burst)의 모호성 해결의 기간동안 평균값으로 측정되어야 할 것. 수평편파와 수직편파간의 위상 편차는 국제민간항공 조약 부속서 10에서 규정하는 최소 신호 전력이 전파통달 거리 내에서 수평편파와 수직편파가 확보되도록 할 것.</p>	<p>3.7.3.5.4.4.1 GBAS/H</p> <p>3.7.3.5.4.4.1.1 A horizontally polarized signal shall be broadcast.</p> <p>3.7.3.5.4.4.1.2 The effective radiated power (ERP) shall provide for a horizontally polarized signal with a minimum field strength of 215 microvolts per metre (<math>-99</math> dBW/m<sup>2</sup>) and a maximum field strength of 0.350 volts per metre (<math>-35</math> dBW/m<sup>2</sup>) within the GBAS coverage volume. The field strength shall be measured as an average over the period of the synchronization and ambiguity resolution field of the burst. The RF phase offset between the HPOL and any VPOL components shall be such that the minimum signal power defined in Appendix B, 3.6.8.2.2.3 is achieved for HPOL users throughout the coverage volume.</p> <p>3.7.3.5.4.4.2 GBAS/E</p> <p>3.7.3.5.4.4.2.1 Recommendation. - An elliptically polarized signal should be broadcast whenever practical.</p> <p>3.7.3.5.4.4.2.2 When an elliptically polarized signal is broadcast, the horizontally polarized component shall meet the requirements in 3.7.3.5.4.4.1.2, and the effective radiated power (ERP) shall provide for a vertically polarized signal with a minimum field strength of 136 microvolts per metre (<math>-103</math> dBW/m<sup>2</sup>) and a maximum field</p>

국내 기술 기준	국제표준 기술기준 (ICAO Annex 10 Volume I)
	<p>strength of 0.221 volts per metre (-39 dBW/m<sup>2</sup>) within the GBAS coverage volume. The field strength shall be measured as an average over the period of the synchronization and ambiguity resolution field of the burst. The RF phase offset between the HPOL and VPOL components, shall be such that the minimum signal power defined in Appendix B, 3.6.8.2.2.3 is achieved for HPOL and VPOL users throughout the coverage volume.</p> <p>3.7.3.5.4.5 Power transmitted in adjacent channels. The amount of power during transmission under all operating conditions when measured over a 25 kHz bandwidth centred on the <i>i</i>th adjacent channel shall not exceed the values shown in Table 3.7.3.5-1 (located at the end of section 3.7).</p>
(5) 25kHz 주파수 대역폭의 임의의 인접채널에 대한 송신전력은 별표 13에서 규정한 값들을 초과하지 아니 할 것	3.7.3.5.4.5 Power transmitted in adjacent channels. The amount of power during transmission under all operating conditions when measured over a 25 kHz bandwidth centered on the <i>i</i> th adjacent channel shall not exceed the values shown in Table 3.7.3.5-1 (located at the end of section 3.7).
(6) 스푸리어스 방사 및 대역외 방사를 포함하는 불요 방사는 별표 14에서 규정한 레벨들에 적합하여야 하고, VDB(VHF Data Broadcast) 고조파 신호 또는 불연속 신호(discrete signal)에서의 전체 출력은 -53dBm 이하일 것	3.7.3.5.4.6 Unwanted emissions. Unwanted emissions, including spurious and out-of-band emissions, shall be compliant with the levels shown in Table 3.7.3.5-2 (located at the end of section 3.7). The total power in any VDB harmonic or discrete signal shall not be greater than -53 dBm.

자. 제21조 공항정보자동제공시설

“공항정보자동제공시설(이하 “ATIS”라 한다)”이라 함은 도착 또는 출발하는 항공기에 대하여 일상적인 공항정보를 24 시간 또는 정해진 시간단위로 자동으로 제공하는 설비를 말한다.



[그림 3.4.10.] ATIS 시스템 예시도

[표 3.4.11] 공항정보자동제공시설의 기술기준 대비표

항공기의 안전한 운항을 위하여 공항, 기상 정보 등을 자동으로 제공하는 공항정보자동제공시설(ATIS)의 기술기준은 다음 각 호와 같다.	
1. 일반조건	Annex 10, Vol. 3, I-1-2 Automatic terminal information service (ATIS). The automatic provision of current, routine information to arriving and departing aircraft throughout 24 hours or a specified portion thereof. Data link-automatic terminal information service (D-ATIS). The provision of ATIS via data link. Voice-automatic terminal information
가. 공항자동정보제공시설은 데이터를 입력하면 주장치에서 음성합성 처리되어 VHF 무선송신기를 통하여 방송이 되어야 한다.	

	service (Voice-ATIS). The provision of ATIS by means of continuous and repetitive voice broadcasts.
나. 장치는 주·예비 장치로 구성하여야 하며, 장애 발생시(전원장치 포함) 예비장비로 절체할 수 있어야 하고 장애사항을 청각 또는 시각으로 표시하여야 한다.	Not Found in ICAO/MOPs
다. 낙뢰로부터 장비를 보호할 수 있도록 각종 통신회선의 양쪽에는 낙뢰 보호 장치를 설치하여야 한다.	Not Found in ICAO/MOPs
2. ATIS의 VHF 무선 송수신 장치는 제9조의 기술기준을 준용한다.	Not Found in ICAO/MOPs

## 제 4 장 항공업무용 무선설비 관련 제도 개선방안 마련

### 제 1 절 항공업무용 무선설비 기술기준 개선방안

본 절에서는 앞장에서 기술한 항공업무용 무선설비의 기술기준 대비 ICAO 또는 MOPs 표준간의 비교를 기준으로 개선방안을 제시하였다. 대체적으로 국내기준에 대한 ICAO Annex 10 또는 RTCA MOPs 표준이 상호간 연결이 되고 있다. 그러나 거리측정오차 및 방위측정오차는 GMST 문서에서 찾을 수 있었으며 Annex 10의 문서를 면밀히 분석할 필요가 있다.

#### 가. 제12조(2차감시레이더 등)

2차감시레이더 부분은 해당 무선설비의 변화에 따라 규정도 추가되었는데, ICAO Annex10 규정의 일부는 포함하고 일부는 배제하는 모순된 형태이다. 따라서 무선설비의 송신 및 출력 특성을 위주로 재편성할 필요가 있다.

#### 나. 제13조(거리측정시설)

거리측정시설에 대하여 ICAO Annex10에는 개념정도만 기술되어있으며, 세세한 값은 RTCA DO-189에 기술되어있다. 그러나 앞장의 표에서 알 수 있듯이 몇몇 항은 ICAO 또는 RTCA MOPs에서 찾을 수 없으며, 몇몇항은 큰 차이를 보인다. 아울러 ICAO에서는 EIRP로 83 dBW/m<sup>2</sup>로 규정하고 있으나 국내 규정에는 기재되어 있지 않다. 따라서 거리측정시설에 대한 국제기술기준을 ICAO Annex 10과 RTCA DO-189에 맞추어 재편성할 필요가 있다.

#### 다. 제14조(VHF 해상이동업무대역을 이용하는 무선설비)

VHF 해상이동업무대역을 이용하는 무선설비에 관한 규정은 ICAO/MOPs에서 포함되어 있지 않다. 반면에, ITU-R 권고서 ITU-R M.628과 ITU-R M.1478에 유사한 내용이 존재하지만, 수치값은 상이하다. 따라서 향후 추가적인 연구를 통하여 비교분석이 필요하다.

#### 라. 제16조(계기착륙시설)

계기착륙시설에 관한 국내기술기준 대부분은 ICAO Annex10 과 연결되어 기술되어 있다. 세세한 수치정보도 Annex10 내에 포함되어 있는 것과 연관되어 충분히 기술되었다.

마. 제17조(전방향표지시설)

전방향표지시설에 관한 국내기술기준 대부분은 ICAO Annex10 과 연결되어 기술되어 있다. 세세한 수치정보도 Annex10 내에 포함되어 있는 것과 연관되어 충분히 기술되었다.

바. 제18조(기상레이더)

기상레이더에 관한 국내기술기준은 ICAO Annex10에는 찾아볼 수 없으며, RTCA DO 173과 연결되어 기술되어 있다. DO 173 내에 포함되어 있는 정보에 비해 국내기술기준은 요점만 기술되어 있어 향후 추가 항목에 대한 검토가 필요하다.

사. 제19조(항공기용 전파고도계)

전파고도계에 관한 국내기술기준은 ICAO Annex10에는 찾아볼 수 없으며, RTCA DO-155와 연결되어 기술되어 있다. DO-155에는 고도계 관련 약 70 페이지 분량으로 자세하게 기재되어 있으나 국내항공무선설비 기술기준 19조는 중요한 부분만 고시되어 있다.

아. 제20조(위성항행시스템)

위성항행시스템에 관한 국내기술기준 대부분은 ICAO Annex10 과 연결되어 기술되어 있다. 세세한 수치정보도 Annex10 내에 포함되어 있는 것과 연관되어 충분히 기술되었다.

자. 제21조(공항정보자동제공시설)

공항정보자동제공시설에 관한 국내기술기준 부분적으로 ICAO Annex10 과 연결되어 기술되어 있다. 공항정보자동제공시설의 통신 주파수는 VHF 무선송신기를 통하여 방송되므로 국내기술기준 제9조 VHF 무선 송수신 장치를 참고하여 작성된 것으로 판단된다.

제 2 절 무선국 검사업무 관련 개선방안

본 절에서는 항공기 무선설비 검사방법에 대한 개선방안을 서술하였다. 항공기 무선설비 검사기관인 한국방송통신전파진흥원(서울본부)에 협조를 받아 성능 측정 등 검사하는 것을 참관할 수 있었고 검사관으로부터 전문적인 자문을 기반으로 수행하였다.

가. 항공기국 허가정보를 계측기와 연동할 수 있는 프로그램 개발

항공기국 무선설비 검사 시 공항 내 계류 중인 항공기를 검사관 한 명이 국내 규정에 맞춰 검사를 진행하는 걸 볼 수 있었다. HF, VHF, ATC, TCAS, DME, W/R, RA, ELT등 주파수허용 편차부터 점유주파수대폭 불요발사의 허용치 측정, 안테나 공급전력 및 등가등방복사전력 실패복사전력(ERP)등 다양한 측정을 혼자서 처리하다 보니 좀 더 시간을 줄일 수 있는 방안으로 계측기에 항공사별(대한항공, 아시아나 등), 기종별, 무선설비별(HF, VHF, RA 등), 측정메뉴(프로그램)를 구현하여 성능검사 시 주파수 입력, 메뉴 변경 등의 시간을 단축하여 좀 더 효율적인 측정이 가능할 것으로 예상되어지며, 허가 DATA를 계측기에 업로드하여 검사 대상 장치에 대한 정보를 확인하고 측정값을 입력할 수 있도록 반영하여 검사보고서 작성 등에 대한 시간을 단축할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 항공용 무선설비의 허가 및 검사 유효기간은 여객기나 헬기 등의 의무항공기국은 1년 또는 2년의 정기검사를 받으며 항공기국은 5년의 검사주기를 갖게 되는데, 이런 프로그램이 구현된다면 정기검사 시 반복적인 작업을 좀 더 수월하게 할 뿐 아니라 혹시나 생길 수 있는 휴먼에러를 줄일 수 있다는 장점도 있기 때문에 업무의 능률을 높이고 무선국 검사관의 부담을 줄일 수 있을 거라고 판단되어진다.



[그림 4.2.1] 계측장비를 모델로 한 프로그램 예상안



[그림 4.2.2.] HF, VHF 등 무선송신기 장치 시험 검사 진행 사진촬영



[그림 4.2.3.] 항공기 내부의 ELT 시험검사 과정

#### 나. 항공기 무선설비 검사업무 운영방안 개선

항공기 검사업무의 가장 어려운 점 중 하나로 검사 일정 조율을 들 수 있다. 항공기 특성상 운행 일정에 맞추어 공항에 계류하거나 정비 시에 주로 검사가 진행되는데 이를 위해서는 지방본부에서 공항 간의 거리도 장거리이며 검사를 위해 장시간 대기하는 사례가 잦다고 들었다. 이를 해결하기 위해 공항공사(김포, 인천) 내에 임시 출장검사소를 운영하여 항공기 집중 검사기간에 맞추어 일부 인력을 배치하는 것이다. 출장검사소에는 PC, 프린터, 간이침대, 부대품 등을 비치하여 놓고 검사보고서 작성, 민원 업무, 무선설비 성능점검 등의 업무를 수행한다면 검사를 위해 대기하는 시간을 좀 더 효율적으로 이용하고 장거리 이동 등으로 인한 피로도 누적 등의 문제를 해결 할 수 있을 것으로 보인다.

또한 항공기 무선설비 성능검사 중 MCDU 조작을 위해 일부 정비사의 협조가 필요한 장치도 있다. (예를 들어, HF, VHF, TCAS 등) 원활한 검사업무 수행을 위해서

항공기, 정비사, 검사관의 일정이 합일되어야 하지만, 현실적으로 그 시간은 대부분 비규칙적으로 정해지는 것으로 보인다. 이를 해결하기 위해 항공사에서는 집중 검사 기간에 고정적으로 지원가능한 정비사를 일부 지정하여 항공기 위치로의 이동, 비행 스케줄 확인, 무선설비 동작 등의 검사업무를 보조할 수 있도록 지원해야 할 것이다.

항공기 무선설비 검사업무 운영방안 개선 실행을 위해서 KCA와 항공사에서는 각각 검사업무, 지원을 위한 전문 인력을 양성하고 공항공사에서는 통제 출장검사소 설치 등 관계기관 간의 적극적인 협조를 통해야만 가능할 것으로 보인다.

#### 다. 기상레이더의 현장 시험방법의 수립

항공기 기상레이더는 대류 날씨의 강도를 조종사에게 표시하는 데 사용되는 레이더 유형이다. 현대 기상 레이더는 대부분 도플러 레이더로 강우의 강도뿐만 아니라 빗방울의 움직임을 감지할 수 있다. 일반적으로 10cm 또는 5cm 범위의 펄스를 보내며 물방울에 의해 반사된다.

기상레이더는 이득과 출력이 높기 때문에 항공기 검사업무 시 항공기 전면에 인원이 없는지 확인하고 종합시험을 통해 출력을 방사하는 형태로 테스트 하고 있다. 짧은 펄스를 사용하는 방식이지만, 만일 전면부 사무실 등에 전자기기가 존재할 경우 영향을 받을 수 있다.



[그림 4.2.4] 항공기 기상레이더

따라서 기상레이더의 현장 시험방안 수립을 위하여 항공기 탑재 기상레이더로부터 방사된 파가 건물안의 전자기기에 얼마만큼 영향을 미치는 지에 대한 실험을 수행한 후, 그 결과를 바탕으로 현장에서 안전하게 시험할 수 있는 방안의 수립이 필요하다고 판단된다.

### 제 3 절 무선설비 적합성 평가업무 관련 개선방안

#### 가. 국내 현황

무선설비 적합성평가 업무의 국내현황은 2018년도 국립전파연구원의 보고서 「인명안전 무선설비의 적합성 평가방법 개선방안 연구」를 참고하였으며 그 내용은 아래와 같다.

항공업무용 무선설비 중에서 적합성평가를 받아야 하는 대상 기자재는 「방송통신기자재등의 적합성평가에 관한 고시」의 별표 1 적합인증 대상기자재에 따라, 표 40과 같이 의무항공기국에 시설하는 무선설비의 기기 및 단측과대 전파를 사용하는 무선국용 무선전화의 송신 장치 및 수신 장치의 기기이다.

[표 4.3.1] 항공 무선설비의 적합인증 대상기자재

대상 기자재		적합성평가기준 적용분야	
		전자파적합성	무선
의무항공기국에 시설하는 무선설비의 기기		○	○
단측과대 전파를 사용하는 무선국용 무선 전화의 송신장치 및 수신장치의 기기	1. 항공 이동 업무의 기기	○	○

여기서, 의무항공기국이란 전파법 제22조(주파수 사용승인 및 무선국 개설허가의 유효기간) 2항에 언급된 바와 같이, “항공안전법에 따라 항공기 또는 경량항공기에 의무적으로 개설하여야 하는 무선국”으로 정의되어 있다.

항공안전법에서는 항공기에 대해, 제51조(무선설비의 설치·운용 의무) 및 동법 시행규칙 제107조(무선설비)에 따라 총 8종의 무선설비를 설치·운용하도록하고 있다. 또한, 경량항공기에 대해 항공안전법 제120조(경량항공기 무선설비등의 설치·운용 의무), 동법 시행규칙 제297조(경량항공기의 의무무선설비)에 따라 총 2종의 무선설비를 설치·운용하도록 하고 있다. 이러한 내용은 아래 표와 같이 중앙전파관리소 고시 「무선국의 운용 등에 관한 규정」 별표 7의 2에 명시되어 있다.

항공업무용 무선설비의 적합성평가에 적용되는 기준은 「항공업무용 무선설비의 기술기준」과 「무선설비 규칙」이며 세부 시험방법은 KS 표준 3123 「무선 설비 적합성 평가 시험방법」을 적용하게 된다.

KS 3123은 항공 무선설비뿐만 아니라, LTE 시스템을 제외한 모든 분야의 무선설비에 대한 시험방법을 포함하고 있으며, 부속서 A의 환경적 조건의 구분, 부속서 B의 대상 기자재별 적합성 평가 적용, 부속서 C의 적합성 평가 항목별 시험방법 등으로 구성되어 있다. 아울러, 기존 시험방법 체계에 적용하기 어려운 새로운 무선설비에 대해서는 신규 부속서를 추가하는 방식으로 개정되고 있다. 아래표는 KS 3123 시험방법 표준의 부속서 구성 목차를 나타낸다.

[표 4.3.2] 중관소 고시에 명시된 항공기에 갖추어야하는 무선설비

구분	무선설비
항공기국	1. 비행 중 항공교통관제기관과 교신할 수 있는 초단파(VHF) 또는 극초단파(UHF) 무선전화 송수신기 2. 기압고도에 관한 정보를 제공하는 2차 감시 항공교통관제 레이더용 트랜스폰더 3. 자동방향탐지기(ADF) 4. 계기착륙시설(ILS) 수신기 5. 전방향표지시설(VOR) 수신기 6. 거리측정시설(DME) 수신기 7. 기상레이더 또는 악기상 탐지장비 8. 비상위치지시용 무선표지설비(ELT)
경량 항공기국	1. 비행 중 항공교통관제기관과 교신할 수 있는 초단파(VHF) 또는 극초단파(UHF) 무선전화 송수신기 2. 기압고도에 관한 정보를 제공하는 2차 감시 항공교통관제 레이더용 트랜스폰더

적합성평가를 위해 적용되는 무선설비의 환경적 조건과 전기적 시험 항목은 부속서 B에 명시되어 있고 환경적 조건은 진동, 충격, 연속 동작, 온도, 습도가 있으며, 전기적 시험 항목은 세부 기술기준 및 무선설비 규칙에서 명시된조건으로, 주파수 허용편차, 점유주파수대역폭의 허용치, 스퓨리어스 발사의 허용치, 안테나공급전력의 허용편차, 부차적 전파발사와 같이 전파의 품질 관련 항목이 대표적이다.

[표 4.3.3] KS 3123의 부속서 구성 목차

구분	무선설비
부속서 A	환경적 조건의 구분
부속서 B	대상 기자재별 적합성 평가 적용 구분
부속서 C	적합성 평가 항목별 시험방법
부속서 D	복사측정에 의한 적합성 평가 항목별 시험방법
부속서 E	전파법 시행령 제25조제4호에 따른 무선설비의 경격전압 적용
부속서 F	전파법 시행령 제25조제4호에 따른 무선설비의 안테나 이득 및 시험단자 적용
부속서 G	무선랜을 포함한 무선접속시스템용(WAS) 특정소출력 무선기기 및 무선데이터 통신 시스템용 특정소출력 무선기기의 무선랜 적합성평가 항목별 시험방법
부속서 H	RFID/USN용 무선설비의 적합성평가 항목별 시험방법
부속서 I	TVWS 데이터통신용 무선기기의 가용채널 데이터베이스 접속연동기능 시험방법
부속서 J	전파법 시행령 제25조 제4호에 따른 무선설비 중 20GHz이상의 주파수를 사용하는 무선설비의 적합성 평가 항목별 복사시험방법
부속서 K	체내이식용 무선설비의 적합성 평가 시험방법
부속서 L	전계강도 및 자계강도 무선기기 시험방법
부속서 M	지능형교통시스템용 무선설비의 적합성평가 항목별 시험방법

#### 나. 개선방안

최근 국내 항공업체에서는 군용으로 개발된 헬기를 소방, 산림 등 다양한 용도로 보급을 추진함에 따라 헬기 탑재 무선설비의 적합성평가를 수행하게 되었다. 앞절에서 기술한바와 같이 의무항공기 탑재 무선설비를 「방송통신기자재 등의 적합성평가에 관한 고시」의 별표1에 따라 적합인증 대상(EMC 및 무선)으로 규정된다. 그러나 고시 제18조(적합성평가 면제의 세부범위 등)에 따라 수입항공기 탑재 기자재, 군용 기자재 등은 적합인증 대상에서 면제된다.

따라서 이 헬기를 군용이 아닌 민간용으로 판매시에는 적합인증 대상이 되는 것은 형평성의 문제가 존재한다. 더구나 헬기의 적합인증을 위한 국내 시험소의 인력 및 장비의 수준이 만족스럽지 못하다. 그동안 항공기의 생산은 군용에 한정되어 있어서 수요가 적었으며 이에 따라 장비의 수급 및 인력의 숙련도의 준비가 부족한 상황이다.

향후 항공산업의 성장에 맞추어 인증을 위한 인력 및 장비의 확충이 필요하며,

동시에 외국에서 인증된 기기에 대한 국내 면제를 실시하는 방안의 타당할것으로 판단된다. 다만, 인증제도 사례의 조사·분석을 골자로 별도 연구과제를 추진할 필요가 있다.



[그림 4.3.1] 국내 항공업체 개발 헬기

#### 제 4 절 관리제도 기술기준 개선안 및 국토부 규정과 비교분석

##### 가. 국내 관리제도 기술기준 비교

항공기용 무선설비는 동일 장비에 대한 국가별, 관리 부처별 다른 기준을 갖추고 있다. 국내는 과학기술정보통신부 산하 국립전파연구원 주관으로 항공업무용 무선설비의 기술기준, 무선설비 규칙, 무선설비 적합성 평가 시험방법 등이 관리되며, 국토교통부 주관으로는 항공정보통신시설의 설치 및 기술기준, 항행안전무선시설의 설치 및 기술기준, 항공기 기술기준, 기술표준품 등의 기술기준이 관리된다.

과학기술정보통신부의 전파법은 모두 항공기용 탑재 무선설비에 대한 기술기준이며 전파법 제45조 '항공업무용 무선설비의 기술기준'을 적용하여 [표 4.4.1.]의 무선설비에 대한 기술기준을 관리하고 있다.

[표 4.4.1.] 항공업무용 무선설비 (전파법 제45조)

조항	무선설비 명
제8조	중단파, 단파대 무선전화 및 단파대 데이터링크 장치
제9조	초단파 무선전화 및 단파대 데이터링크 장치
제10조	비상위치지시용 무선표지설비
제11조	항공기용 휴대무선설비
제12조	2차감시레이더 등
제13조	거리측정시설
제14조	VHF 해상이동업무대역을 이용하는 무선설비
제15조	무선표지국의 변조도 및 종합왜율
제16조	계기착륙시설
제17조	전방향표지시설
제18조	기상 레이더
제19조	항공기용 전파고도계
제20조	위성항행시스템
제21조	공항정보자동제공시설
제22조	무인항공기용 지상제어 무선설비

국토교통부의 항공법에 포함되는 항공기용 무선설비 이외에 항공기 자체 및 지상 시설품들은 RTCA DO 표준 기반의 기술표준품(KTSO) 형식승인을 받아야 한다.

[표 4.4.2.]는 국내 전파법 및 항공법에 따른 기술기준에 대한 비교를 보여준다. 전파법은 국제표준 준용으로 ITU 전파규칙, ICAO 부속서 10, 일본무선설비 규칙을 기반으로 하며, 항공법은 국제표준 준용으로 ICAO 부속서 10과 RTCA 표준을 기반으로 무선설비를 관리하고 있다.

[표 4.4.2.] 항공 무선설비 국내법 비교

전파법		항공법	
기술기준	적용분야	기술기준	적용분야
항공업무용 무선설비의 기술기준	항공기 탑재 무선설비	항공정보통신시설의 설치 및 기술기준	지상시설
무선설비 규칙		항행안전무선시설의 설치 및 기술기준	
무선설비 적합성 평가 시험방법		항공기 기술기준	항공기
		기술표준품	항공기 탑재 무선설비

항공법에서는 기술기준 성능조건과 환경조건 모두 국제적 준용표준을 적용하고 있으며, TSO 인증품목은 국가가 인증하는 것으로 각 나라는 상호인증하여 항공기에 장착 및 감항인증을 받게 된다. 반면, 전파법 기반의 무선설비 적합성평가 시험방법에는 국제표준과 일부 연관되어 있지 않은 내용이 있으며 이는 일본규정으로 추정된다. 성능조건 및 시험방법도 차이가 있으며 이는 각 나라별 전파환경과 전파인증 목적상 차이가 있을 수 있다. 즉, 항공분야 선진국인 미국의 FCC 및 FAA 인증을 받은 제품이 국내 인증기준을 통과 못하는 경우가 발생할 수 있다.

[표 4.4.3.] 항공법 및 전파법 연계성

구분	항공안전법	전파법
법	51조 무선설비의 설치·운용 의무 * 국토교통부령으로 정하는 무선설비를 설치·운용하여야 한다. 제27조 기술표준품 형식 승인	58조의 2-12 방송통신기자재의 관리
시행령		77조의 2-14 무선설비 적합인증 / 적합등록 * 위임행정규칙
시행규칙	107조 무선설비 · 초단파(VHF) 또는 극초단파(UVHF) 무선전화 · 2차감시 항공교통관제 레이더용 트랜스폰더 · 자동방향탐지기(ADF) · 계기착륙장치(ILS) 수신기 · 전방향표지시설(VOR) 수신기 · 거리측정시설(DME) 수신기 · 기상레이더(국제선) · 비상위치지시용 무선표지설비(ELT)	「과학기술정보통신부령」 무선설비규칙
고시	「법 제27조 위임행정규칙」 · 항공기 기술표준품 형식승인 기준 · 항공기 기술표준품 형식승인 절차규정	「행정규칙」 방송통신기자재등의 적합성평가에 관한 고시 「전파통신 표준」 무선설비 적합성평가 시험방법  항공업무용 무선설비의 기술기준 제8조 중단파대, 단파대 무선전화 및 단파대 데이터링크 장치 제9조 초단파대 무선전화 및 데이터링크 장치 제10조 비상위치지시용 무선표지설비 제11조 항공기용 휴대무선설비 제12조 2차 감시레이더 등 제13조 거리측정시설 제14조 VHF 해상이동업무대역을 이용하는 무선설비 제16조 계기착륙시설 제17조 전방향표지시설 제18조 기상레이더 제19조 항공기용 전파고도계 제20조 위성항행시스템 제21조 공항정보 자동제공시설 제22조 무인항공기 지상제어용 무선설비

[표 4.4.3.]은 항공법과 전파법 인증 절차 및 상호 연계되는 내용을 구분한 것이다. 항공법에 명시된 항공기 무선설비는 항공법에 따라 기술표준품 형식승인을 받아야 하며 동시에 전파법에 따라 전파인증을 받아야 한다.

#### 나. 국내 관리제도 기술기준 개선안

앞서 언급되었듯이 국내 항공 무선설비 인증을 위하여 항공법과 전파법 모두 만족하여야 하며 이 두 법은 서로 연계가 되어 있다. 즉 동일품목에 대해서 인증을 하는 경우 서로 다른 기준이 적용되어 인증과정에서의 국가적인 인증인력 및 비용에 대한 비효율성뿐만 아니라 국제표준에 맞는 대상이 인증을 받지 못하는 상황이 발생할 수 있다.

항공선진국인 미국의 경우 FAA와 FCC는 기관별 상호 인정하여 대체 인증하는 사례도 있으며, 특히 환경조건은 기준 자체가 동일하다. 반면 국토교통부의 기술기준은 미국 FAA의 기술기준과 동일한 기준인 KTSO를 적용하고 있으며 세부 기술기준 및 시험방법을 RTCO DO 표준을 따르도록 하고 있다. 반면 과학기술정보통신부(국립전파연구원) 주관의 기술기준은 미국 FCC의 기술기준인 FCC 47 CFR을 기술기준으로 하며 성능시험으로는 일부분 일본무선설비규칙을 이용하는 것으로 추정된다. 국내 항공산업 발전을 위한 관리제도 기술기준 개선방안으로 우선 현재 국제표준과 연계되어 있지 않는 항공용 무선설비 기술기준 항목에 대하여 국제표준과 연계가 필요하다. 또한, 국내 기술기준의 통일화 및 상호 대체 인증 제도를 마련하여 국내 항공분야 중소기업에 대한 인증지원 뿐만 아니라 인증 효율성 향상이 필요하다.

## 제 5 장 결 론

본 연구는 항공업무용 무선설비에 대한 현황 조사, 무선설비 관련 국제 표준 분석 및 국내 제도 개선방안으로 크게 3가지로 구분되어 진다. 먼저 국내 항공 무선설비 현황조사를 위하여 국내 무선국 설치 및 운영현황과 시대별 국내 항공 산업계의 개발 현황에 대한 조사를 하였으며, 국내 항공 산업의 핵심기술에 대한 한계성과 함께 군용산업에서 점진적으로 민수분야로 확대되어 나가는 산업의 발전을 확인하였다. 또한 국내 및 주요 항공선진국의 무선설비 관리제도에 대한 조사를 통하여 국내 항공 산업 발전을 위한 국제 표준화 제도 적용의 필요성을 확인하였다.

항공용 무선설비 관련 국제표준 분석으로는 ICAO 부속서(Annex 10) 내에 국제표준으로 되어있는 NDB와 ADF에 대한 전파품질 항목 분석을 하였다. 또한, 국내 항공업무용 무선설비의 기술기준(전파법 제 45조)에 속해있는 제12조 2차 감시레이더, 제13조 거리측정시설, 제14조 VHF 해상이동업무대역을 이용하는 무선설비, 제16조 계기착륙시설, 제17조 전방향표지시설, 제18조 기상레이더, 제19조 항공기용 전파고도계, 제20조 위성항행시스템, 제21조 공항정보자동제공시설에 대한 기술기준을 국제표준항목과 비교하는 기술기준 대비표를 작성하였다. 일부 항목에서는 국제표준 문서상에 없는 내용이 발견되어 향후 국제기술기준과 연계를 하는 개선작업의 필요성을 확인하였다.

마지막으로 완성된 무선설비 기술기준표를 기반으로 각 시설에 대한 개선방안을 제안하였으며, 실제 항공기 내부의 무선설비 검사업무를 참관한 후 무선국 검사 업무 개선을 위한 항공기국 허가정보를 계측기와 연동하여 성능측정 효율성을 높이고 무선설비 시험검사 운영방안 개선에 대하여 제안을 하였다. 또한 기상레이더의 현장 시험방법 수립의 중요성을 제시하였다. 무선설비 적합성 평가에 대한 개선사항으로 외국에서 인증된 기기에 대한 국내 인증 면제에 대한 연구과제 제안을 하였다. 그리고 국내 전파법과 항공법의 비교를 통하여 현재 국제표준에 연계되어 있지 않은 기술기준에 대하여 추가적인 국제표준화 연구 제안과 향후 국제표준화 완료 후 두 기술기준(전파법, 항공법)의 통일화 및 상호 대체 인증제도에 대한 필요성을 제안하였다.

## 참고문헌

- [1] 현대 항행안전시설, 한국항공대학교출판부, 유병선, 송병흠, 최진국, 정원경 공저
- [2] 2017 해상항공기술기준체계정비및전파품질향상방안연구-수정\_최종
- [3] 2018 인명안전 무선설비의 적합성 평가방법 개선방안 연구
- [4] 2008 해상·항공등무선설비기술기준연구
- [5] 2011 해상항공업무용주파수및기술기준정비방안연구
- [6] 2012 국내외 인명안전용 무선설비의 기술기준에 관한 조사분석 연구
- [7] 2016 해상·항공및지상망의안전한무선통신환경마련을위한기술기준연구
- [8] 2020 항공 의무무선설비의 국내인증 개선에 대한 연구
- [9] 2020년 경상대 석사학위논문, 김대홍
- [10] 항공기 탑재기기 전자파적합성 시험방법안
- [11] 무선설비적합성평가시험방법
- [12] 2016\_해상·항공및지상망의안전한무선통신환경마련을위한기술기준연구
- [13] 2018\_ 인명안전 무선설비의 적합성 평가방법 개선방안 연구
- [14] ICAO 협약 부속서 Annex 10, Volume 1
- [15] RTCA DO-179, Minimum Operational Performance Standards for Automatic Direction Fining (ADF) Equipment