

방송통신 무선설비 기술기준 연구

2009. 12.

제 출 문

본 보고서를 「방송통신 무선설비 기술기준에 관한 연구」 과제의
최종 보고서로 제출합니다.

2009. 12. 31

연구책임자 : 고영철(기준연구과 전파기술담당)
연구원 : 박래현(기준연구과 전파기술담당)
 주은정(기준연구과 전파기술담당)
 임재우(기준연구과 전파기술담당)
 조성돈(기준연구과 전파기술담당)
 이장규(기준연구과 전파기술담당)
 김진명(기준연구과 전파기술담당)

요 약 문

해상업무용 무선설비 기술기준에서는 인말세트 선박지구국, 선박레이더, 항로표지용 자동식별장치 등의 설비에 대한 기술기준 개정(안)을 마련하였으며, 항공업무용 무선설비 기술기준에서는 자동종속감시용방송시설(ADS-B)에 대한 기술기준(안)을 마련하였다. 또한, 위성휴대통신용 무선설비 및 70 GHz 대역 고정점대점 통신을 위한 기술기준을 마련하였으며, 디지털 무전기 기술 도입을 위한 기술기준 개정(안)을 작성하였다.

지상망 무선국 주파수지정 타당성 검토는 총 49건 119국을 수행하였으며, 항공업무, 이동통신 등 신규 주파수 이용에 따른 간섭분석 등 전파지정 타당성 검토를 수행하였다.

선박의 조난, 구조 시 필수적으로 요구되는 해상이동업무용 식별부호(MMSI : Maritime Mobile Service Identity)의 전파지정 기준 개정안을 마련하는 한편 관련 국제등록 업무를 전파관리소 등으로 확대 강화방안을 제시하였다. 특히, 대량의 지상주파수 국제등록을 실현하기 위한 관련 전산화 알고리즘을 설계하고 개발토록 하였으며, 개발된 국제등록 전산 소프트웨어를 이용하여 ITU 등록업무 능력을 향상시켜서 해상, 항공업무용 주요 무선국 주파수의 국제등록업무를 추진하였다.

무인항공시스템의 안전한 운용 및 새로운 항공이동업무의 원활한 도입을 위한 관련 스펙트럼 소요량 산출연구와 타 업무와의 공유 및 후보대역 검토 등 WRC-12 의제 관련 연구를 활발히 수행하였으며, ITU, IMO 및 ICAO 등 지상업무 관련 국제 표준화 활동에 참여하여 최신 국제동향을 파악하고 이를 국내 기술기준 및 표준화 연구에 반영하였다.

SUMMARY

Under the terms of 'Technical Regulation for the Radio Equipment of Maritime Service', we established adequate provisions for Inmarsat ship station, Shipborne radar and Automatic Identification System in marine Aids to Navigation services. Under the terms of 'Technical Regulation for the Radio Equipment of Aeronautical Service', we established adequate provisions for Automatic Dependent Surveillance - Broadcasting system. Additionally we established provisions for global mobile personal communications by Thuraya satellite, Fixed Point-to-Point communication system and digital Trunked Radio System.

In 2009, interference analyses for terrestrial radio station frequency assignment were performed 49 cases(119 stations) for aeronautical services and mobile communications, etc.

We established provision for Maritime Mobile Service Identity of the Regulation for Radio Identification Regulation and proposed the enhanced method for performing international registration by CRMO. Especially, we urged to design and develop for a large quantity terrestrial frequency international registration at once and registered maritime & aeronautical station frequency on ITU using developed international registration software.

We studied about the spectrum requirements, sharing with other services and considering candidate frequency bands, etc. about WRC-12 agenda items for the safe operation of Unmanned Aircraft Systems and facilitate introduction of new aeronautical mobile service. In order to improve domestic technical regulations rapidly and study international standard tendency, we attended ITU-R SG5, International Maritime Organization and International Civil Aviation Organization meetings.

제1장 서론	9
제2장 무선설비 기술기준 연구	11
제1절 해상업무용 무선설비 기술기준	11
제2절 항공업무용 무선설비 기술기준	30
제3절 사업용 및 기타업무용 무선설비 기술기준	40
제3장 무선국 허가를 위한 전파간섭 분석	63
제1절 지상 주파수 간섭분석 및 지정검토 업무체계	64
제2절 주파수 지정검토 및 현장조사 사례 분석	66
제4장 지상망 국제등록 관련 연구	94
제1절 지상망 국제등록 업무체계 개선방안	94
제2절 국제등록 전산기능 강화	100
제3절 국내 주요 무선국 주파수 국제등록 추진	107
제5장 국제 표준화 대응 연구	114
제1절 국내 ITU-R 연구위원회 지상업무 분과 활동	114
제2절 해상 및 항공업무 분야 국제 표준화 동향	124
제6장 결론	127
참고문헌	128
[부록 1] 해상이동업무용 식별부호 개정 사례	132
[부록 2] ITU 통고 양식	136

표 목 차

[표 2-1] 인말새트 서비스 종류	13
[표 2-2] 인말새트 Mini-M형 서비스별 제원	17
[표 2-3] 인말새트 Fleet형 서비스 제원	18
[표 2-4] 인말새트 FleetBroadband형 서비스 제원	19
[표 2-5] 인말새트 FleetPhone형 서비스 제원	19
[표 2-6] ADS-B 관련 ICAO 규정	37
[표 2-7] ADS-B 관련 FAA 규정	38
[표 2-8] ADS-B 관련 RTCA 표준	39
[표 2-9] Thuraya 위성 서비스 제원	41
[표 2-10] 주요국가 밀리미터파대역 주파수할당 현황	48
[표 2-11] 디지털 무전기 특성 비교	53
[표 2-12] TETRA 규격 비교	55
[표 2-13] DMR 시스템 분류	55
[표 2-14] 무전기 관련 무선국 허가 현황	57
[표 2-15] 미국의 TRS 주파수 분배 현황	57
[표 2-16] 국내외 무전기 규격 비교	58
[표 2-17] 디지털 무전기 기술기준(안)	61
[표 3-1] 변경 마스크 특성	82
[표 3-2] Long pulse 주파수변별특성	83
[표 4-1] 국내 무선국 허가현황 분석	97

그 립 목 차

[그림 2-1] 인말새트 서비스 통신망 구성	12
[그림 2-2] 인말새트 통신위성 제원	12
[그림 2-3] 인말새트 A형 장비	14
[그림 2-4] 인말새트 B형 장비	14
[그림 2-5] 인말새트 C형 장비	15
[그림 2-6] 인말새트 D, D+형 장비	16
[그림 2-7] 인말새트 Mini-M형 장비	16
[그림 2-8] 선박국용 레이더 장비	20
[그림 2-9] 해상업무 관련 국제기구 간 협조체계	21
[그림 2-10] AIS 시스템 통신망	26
[그림 2-11] ADS-B 시스템을 이용한 감시개념	32
[그림 2-12] ADS-B 데이터 링크 인터페이스	34
[그림 2-13] Thuraya 위성의 서비스 범위	42
[그림 2-14] APCO P25의 상호 호환성	54
[그림 3-1] '09년 주파수 지정검토 현황분석	63
[그림 3-2] 주파수 지정 절차	65
[그림 3-3] 대기 중을 전파하는 빔 볼륨의 크기	68
[그림 3-4] 지구곡률과 대기의 수직밀도에 따른 레이더빔의 고도	69
[그림 3-5] 안테나 및 마스터	77
[그림 3-6] 강우레이더 펄스 신호 특성	77
[그림 3-7] 강우레이더 펄스 특성	78
[그림 3-8] 강우레이더 스펙트럼 마스크	78
[그림 3-9] 강우레이더 방사특성 비교	82
[그림 3-10] 강우레이더 수신필터 특성	83
[그림 3-11] 마스크의 필터 특성	83
[그림 3-12] 해수면관측레이더 운용계획(한국해양연구원)	84

[그림 3-13] 제주시 애월읍 측정현장	85
[그림 3-14] 제주시 구좌읍 측정현장	85
[그림 3-15] 무인항공기 비행시험 구역	90
[그림 3-16] 무인항공시스템 운용 개념도	90
[그림 4-1] 국종별 국제등록 분포	95
[그림 4-2] 일본의 국종별 국제등록 분포	96
[그림 4-3] 러시아의 년도별 국제등록 추이	96
[그림 4-4] 국제등록 업무추진 개선(안) 업무흐름도	99
[그림 4-5] 국제등록 전산기능 흐름도	100
[그림 4-6] 대상 무선국 업로딩 전산 기능	101
[그림 4-7] 영문무선국명 등 전자서식 변환기능	102
[그림 4-8] 중복좌표 선별기능	103
[그림 4-9] 등록무선국 주파수 선별기능	103
[그림 4-10] 필수항목 누락체크 기능	104
[그림 4-11] 좌표오류 무선국 선별기능	105
[그림 4-12] 오류회신 처리기능	106
[그림 4-13] BR IFIC 업로딩 기능	106
[그림 4-14] 등록대상 항공국 분포현황	112
[그림 4-15] ITU 기 등록 현황(257파)	113
[그림 5-1] ITU-R 연구반 및 SG5 분과 작업반 구조	114

제1장 서론

방송통신기술의 디지털화 및 해상 및 항공 업무에서 데이터 통신의 도입 등 융합서비스의 출현과 육상, 해상, 항공 등 모든 분야에서 더 빠르고 안전하게 많은 정보를 전달하고자 하는 요구에 따라 전 세계에 신기술의 개발 및 새로운 서비스의 제공이 활발하게 진행되고 있다.

이에 따라 서비스가 종료된 인말새트 A형의 기술기준을 삭제하고 새로 제공되는 인말새트 서비스에 대한 기술기준을 추가하였으며 선박레이더 기술기준을 국제 규정에 적합하게 정비하고 항로표지용 자동식별장치의 기술기준을 신설하는 등 해상업무용 무선설비 기술기준을 제·개정 하였으며 국제민간항공기구(ICAO)에서 추진하고 있는 차세대항공항행시스템(CNS/ATM)을 구현하기 위한 기술 중 하나인 자동종속감시용방송시설(ADS-B)에 관련된 기술기준을 신설하는 등 항공업무용 무선설비 기술기준을 정비하였다. 또한 Thuraya 위성을 이용하여 신규로 서비스되는 위성휴대통신용 무선설비 기술기준을 신설하였으며, 대용량의 데이터 전송을 위한 70 GHz 대역 밀리미터파 통신의 사용을 위해 고정 점대점 통신용 설비의 기술기준을 개정하였고, 국내에 디지털 무전기 도입을 위한 기술기준(안)을 마련하였다.

‘09년도 지상망 무선국 주파수지정 타당성 검토는 총 49건 119국 수행하였으며, 항공업무, 이동통신 등 신규 주파수 이용에 따른 간섭분석을 수행하였다. 항공업무와 이동통신(4G 실험국)이 전년도와 비슷한 비중으로 전체의 64%를 차지했으며, 그 이유로는 국내 항공사(진에어, 제주항공, 이스타항공, 에어부산 등)의 항공업무가 안정화에 들어서면서 업무활성화로 인한 무선국 신청이 증가하였으며, 차세대이동통신 시스템(와이브로, LTE) 기술 개발을 위한 실험국 개설은 작년과 마찬가지로 수요가 많았다.

지상망 국제등록을 원활하게 추진 할 수 있는 업무체계를 설계하였으며, 이를 위해 해상, 항공 업무용 주요 무선국의 국제등록을 위한 세부 등록서식 및 관련 규정을 정리하였다. 선박의 조난, 구조 시 필수적으로 요구되는 해상 이동업무용 식별부호(MMSI : Maritime Mobile Service Identity)의 전파지정

기준 개정안을 마련하는 한편 관련 국제등록 업무를 전파관리소 등으로 확대 강화하는 방안을 제시하였다. 특히, 대량의 국제등록을 실현하기 위한 관련 전산화 기능 알고리즘을 설계하고 개발토록 하였으며, 개발된 국제등록 전산 소프트웨어를 이용하여 해상, 항공업무용 주요 무선국 주파수를 ITU에 대량 등록을 추진하였다.

신속하고 정확한 국제 규정의 국내 도입과 지상망 전파간섭 분석기술 및 보호기준의 분석, 무인항공시스템의 안전한 운용 및 새로운 항공이동업무의 원활한 도입을 위한 스펙트럼 소요량 산출 및 후보주파수 검토 등 해상 및 항공업무 관련 WRC-12 의제 분석 등을 위해 ITU-R 지상업무 연구반인 SG5의 국제 활동에 참여하였으며 국제해사기구(IMO) 및 ICAO의 동향 파악을 통해 국제 동향의 국내 반영 및 그에 따른 대응방안 마련 등 국제 표준화 활동에 주력하였다.

제2장 무선설비 기술기준 연구

제1절 해상업무용 무선설비 기술기준

해상업무에서 이용하는 무선통신은 아날로그에서 디지털로 전환하고 있으며 음성통신에서 데이터 통신으로 변화함에 따라 해상 무선통신은 국제해사기구(International Maritime Organization: IMO) 및 국제전기통신연합(International Telecommunication Union: ITU)을 통해 새로운 서비스의 도입이 급격히 진행되고 있다. 특히 해상에서 사용하는 무선설비는 전세계 해상조난 및 안전제도(GMDSS)에 따라 국제 규정에 적합하여야 하며 이를 위해 국내에서도 변화하는 국제 규정을 국내 기술기준에 신속하게 반영하여 해상 무선통신의 원활한 서비스를 제공하고자 해상업무용 무선설비 기술기준을 정비하였다.

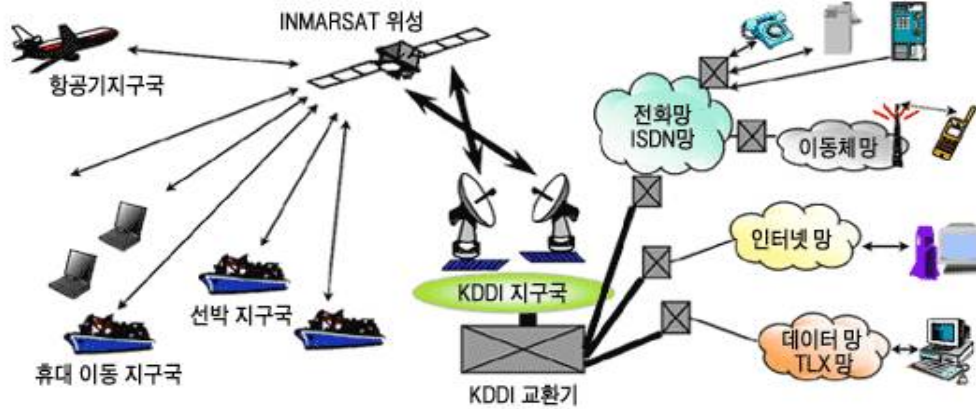
해상 무선설비 중 아날로그 서비스 종료에 따라 제공되지 않는 인말새트 A형의 기술기준을 삭제하였으며 더불어 신규 서비스 되는 인말새트 설비의 기술기준을 신설하여 인말새트(Inmarsat) 선박지구국 기술기준을 현행화 하였으며, 선박레이더 기술기준은 다양한 종류의 선박레이더가 보급되고 있어 이에 펄스형 레이더에 국한되지 않도록 하였으며 내용 및 구성을 국제 규정 체계에 적합하게 전면 개정하였고, 선박용 자동식별장치 뿐만 아니라 선박의 안전운행을 위해 항로표지용 자동식별장치를 도입하기 위해 관련 기술기준을 신설하였다.

1. 인말새트 선박지구국

가. 인말새트 개요

(1) 개요

인말새트는 적도상공 35,785km의 정지궤도에 있는 4개의 온라인 인말새트 통신위성과 1개의 예비 인말새트 위성 및 KDDI의 해안지구국을 통해 태평양(POR), 대서양(AOR-E, AOR-W), 인도양(IOR) 지역의 선박과 육상간, 선박 상호간, 육상의 이동지구국간 및 항공기와 지상간의 전화, 팩스 및 데이터를 이용할 수 있는 서비스로 통신망 구성 및 통신위성의 제원은 다음과 같다.



<그림 2-1> 인말새트 서비스 통신망 구성



<그림 2-2> 인말새트 통신위성 제원

인말새트는 육상용, 해상용 및 항공용으로 나누어 서비스되고 있으며 그 종류는 다음 표와 같다.

<표 2-1> 인말새트 서비스 종류

육상용	해상용	항공용
GAN(M4)	Inmarsat B	Aero C
BGAN	Inmarsat C / Mini-C	Mini-M Aero
IsatPhone	Inmarsat M / Mini-M	Aero L
LandPhone	Inmarsat D / D+ /	Aero I
GSPS	IsatM2M	Aero H / H+
	Fleet	Swift64
	FleetBroadband	SwiftBroadband
	FleetPhone	

(2) 인말새트 기구 역사

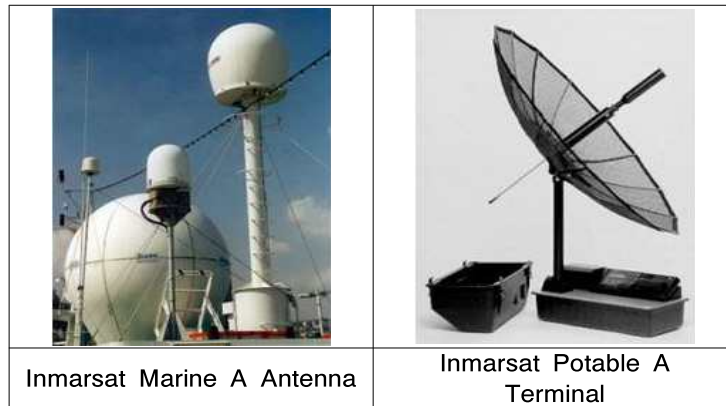
인말새트는 UN산하 기관인 IMO 주도로 1979년 국제해사위성기구(International Maritime Satellite Organization)의 형태로 출발하였고, 이후 서비스 제공 범위를 해상에서 항공 및 육상으로 확대하여 1994년부터 국제 이동위성기구(International Mobile Satellite Organization)라는 이름으로 병행 사용하다가, 1999년에 Inmarsat Venture Ltd로 민영화 되었으며, 현재는 Inmarsat PLC(Public Limited Company)로 개편되었다.

기존에 제공하고 있던 해상 조난/안전 통신 등 공익성을 갖는 서비스의 지속성을 유지하기 위하여 인말새트사와는 별도로 IMO산하에 IMSO를 두어 감독하도록 하였다.

나. 인말새트 서비스 종류

(1) 인말새트 A

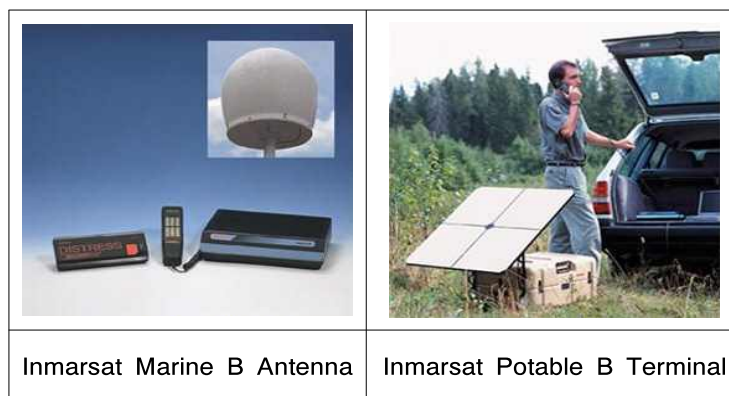
- o 1982년부터 서비스된 최초의 인말새트 설비로 아날로그 통신 방식으로 주로 선박 위성 통신으로 사용되었으나, 2008년부터 공식적으로 서비스가 중단됨
- o 고품질 전화, 텔렉스, 팩스, 데이터 서비스를 지원하며, 해상용은 약 1.2m의 파라볼라 안테나 구조로 선박국용 위성 안테나는 인말새트 단말기 중에서 가장 크며, 일반적으로 대형 선박에서 많이 이용됨



<그림 2-3> 인말세트 A형 장비

(2) 인말세트 B

- 인말세트 A 서비스와 유사하나 디지털 통신으로 고품질의 음성(16kbps), 텔렉스, 팩스(9.6kbps) 및 64kbps(HSD)까지의 데이터 서비스를 제공하며, 조난 통신(GMDSS)의 기능을 포함하고 있음



<그림 2-4> 인말세트 B형 장비

(3) 인말세트 C

- 1991년부터 사용된 축적 데이터 서비스를 제공하는 단말기로 무지향성 안테나를 사용하는 소형 위성 단말기임

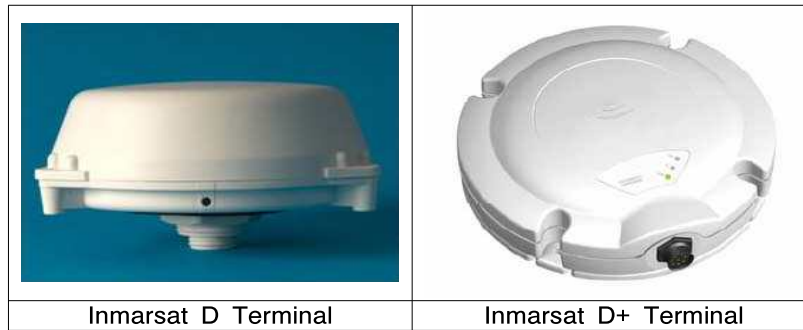
- o 600bps 속도를 갖는 양방향 축적 전송 데이터 서비스로 텔렉스를 사용할 수 있으나(Real Time 전송이 아니라 저장을 한 후에 보내기 때문에 약간의 시간차가 날 수 있음), 음성은 지원되지 않음
- o 최근 GMDSS 요구조건인 EGC(Enhanced Group Call) 서비스를 충족하고 주로 문자 전송에 이용되며, 요즘은 부가 통신으로 컴퓨터에 연결하여 사용함



<그림 2-5> 인말새트 C형 장비

(4) 인말새트 D, D+

- o 단문 메시지 통신을 위한 인말새트 전용 통신 서비스로 아주 작은 크기의 D / D+ 위성이동통신 단말기를 이용하여 짧은 메시지를 송수신 할 수 있음
- o GPS 안테나가 내장되어 있어 위치 정보 이용 및 정보를 다수에게 전달하는 일 대 다 다중 통신, 장거리 이동 차량 및 선박 등의 이동 관리를 위한 정보 전송/추적 및 SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition) 등에 많이 사용됨
- o 인말새트 D 서비스는 단방향, D+ 서비스는 양방향 단문 메시지 통신을 제공함



<그림 2-6> 인말새트 D, D+형 장비





(5) 인말새트 Mini-M

- o Mini-M 장비는 전통적인 위성 통신 장비에 비해 작고 저렴하며, 전화(4.8 kbps), 팩스(2.4 kbps), 데이터(2.4 kbps) 전송 등의 서비스를 지원하며, 인말새트 A, B, M, C 서비스가 Global Beam을 사용하는 반면, Mini-M은 지원하는 서비스 모두 Spot Beam을 사용함
- o Mini-M의 개발로 육상에서도 본격적인 인말새트 서비스를 이용하는 계기가 되었으며, 용도에 따라 선박용, 해상용, 고정용, 차량용 등이 개발되었음
- o 적은 위성 대역폭을 이용하고 있어 통화 요금이 저렴하며, SIM (Subscriber Identity Module)을 삽입해서 이용할 수 있어 단말기 소유자의 요금에 구속됨 없이 공동으로 사용할 수 있음



<그림 2-7> 인말새트 Mini-M형 장비




<표 2-2> 인말세트 Mini-M형 서비스별 제원

	Portable	Marine	Voyager	Provident
Size	57mm(H), 260mm(W)	260mm(H), 275mm(W)	140mm(H), 275mm(W)	525mm(H), 525mm(W)
Weigh	1.0kg	3.8kg	3.0kg	4.5kg
Power	Receive : 0.5W Transmit : 12W	Receive : 15W Transmit : 50W	Receive : 15W Transmit : 30W	Receive : 0.5W Transmit : 12W
				

(6) 인말세트 Fleet

- o 기존의 Mini-M이 제공하지 못했던 Global 커버리지를 제공하는 Fleet 서비스는 F33, F55, F77 서비스로 분류되어 있으며, 선박의 크기, 운항지역과 요구하는 데이터 전송속도에 맞추어 서비스를 선택할 수 있음
- o Fleet 77은 2002년부터 서비스 하였으며, 인말세트 A, B 보다 소형 단말기를 이용하여 64kbps 데이터(최고 128kbps)를 해상에서 이용할 수 있음
- o Fleet 55는 2003년에 서비스를 시작하였으며, F77에 비해 소형 단말기로 GMDSS 기능은 제공되지 않으나, Sopt Beam으로 64kbps 고속 데이터 서비스를 제공함
- o Fleet 33은 2003년부터 서비스를 시작하였으며, 인말세트 Mini-M 정도의 소형 단말기로 9.6kbps의 데이터 및 MPDS(Mobile 서비스를 제공하여 소형 선박에서 사용하기 편리하게 구성되어 있음

<표 2-3> 인말새트 Fleet형 서비스 제원

구 분	Fleet 33	Fleet 55	Fleet 77
Global Services	Voice 4.8kbps	Voice 4.8kbps	Voice 4.8 / 64kbps Fax 9.6kbps Data 64 / 128kbps MPDS
Spotbeam Services	Voice 4.8kbps Fax 9.6kbps Data 9.6kbps V42bis/V44 MPDS(asymmetric)	Voice 4.8 / 64kbps Fax 9.6kbps Data 64kbps MPDS	Voice 4.8 / 64kbps Fax 9.6kbps Data 64 / 128kbps MPDS
제품사진			

(7) 인말새트 FleetBroadband

- o ECDIS(전자차트시스템)의 인터넷을 통한 자동 업데이트, 선박/엔진의 원격접속 관리, 기상정보의 실시간 접속 조회, 선박에 설치된 화상 카메라를 이용한 원격 감시, 사건·사고 발생 시 신속한 사진, 비디오 전송 등 선박관리의 효율성 증대를 위하여 도입되었음
- o FleetBroadband 단말기는 해상에서의 광대역 인터넷 서비스를 제공하는 최신의 인말새트 해상통신 서비스로, FB500과 FB250 위성터미널의 런칭으로 모든 선박에서 안정된 고속의 IP 통신 서비스를 이용할 수 있게 되었음
- o 3G 이동통신에 기반한 FleetBroadband 통신서비스는 기존의 인말새트 시스템과는 달리 인말새트사의 최신 4세대 위성을 이용한 해상통신 서비스를 제공함으로써, 위성 인터넷 접속과 위성전화를 동시에 접속하여 사용할 수 있음


<표 2-4> 인말새트 FleetBroadband형 서비스 제원

구 분	FB250	FB500
Voice	4kbps	
Data	최대 264kbps 32, 64, 128 kbps 지원	최대 432kbps 32, 64, 128, 256 kbps 지원
ISDN	N/A	64kbps
SMS	3G 표준	
Size & Weight	28cm / 2.5kg	68cm / 18kg
제품사진		

(8) 인말새트 FleetPhone

- o FleetPhone 서비스는 저비용의 고정형 단말기를 이용하는 해상 위성 통신서비스로서, 비교적 작은 규모의 선박을 대상으로 한 서비스이며, 단말기는 무지향성 안테나와 핸드셋이 내장된 본체로 구성되어 있음
- o 현재 FleetPhone은 아시아, 아프리카, 중앙아시아에서 사용할 수 있으며, 2010년부터 세계 전역에 서비스를 제공할 예정임

<표 2-5> 인말새트 FleetPhone형 서비스 제원

구 분	FleetPhone
Size / Weight	82 x 221 x 231 mm / 1.3kg
Antenna	Omni-directional Beam width : 180 degrees G/T : -23.5 to 24.5 dbW
EIRP	(burst) 5 to 6 dbW
제품사진	

2. 선박국용 레이더

가. 선박국용 레이더 개요

(1) 개요

선박국용 레이더는 선박에서 사용하기 위해 설계된 레이더 장치로써, 해상상의 장애물, 다른 선박, 해안 등을 탐지하고 그 위치와 자기 선박으로부터의 거리, 방향을 평면 위치 표시기(PPI) 위에 표시하도록 되어 있다.

사용 가능한 주파수는 2.92 GHz 이상 3.1 GHz 이하 및 9.32 GHz 이상 9.5 GHz 이하의 주파수를 사용하여 목표물을 상대 위치에 평면으로 표시하는 펄스파 레이더가 주로 사용되고 있다.



<그림 2-8> 선박국용 레이더 장비

(2) 기술기준 개정 추진배경

현재 국내 선박레이더 기술기준은 개정 전('08.7.1) 일본 선박 기술기준과 유사하며, 2008년 7월 1일부터 시행된 IEC 시험표준(IEC 62388, 62288)이 반영되어 있지 않으므로, 국제적인 기술 동향의 조화 및 다양한 응용에 대응하기 위하여 선박국용 레이더 기술기준의 현행화가 필요하다.

또한, 전 세계적으로 새로운 전파형식의 레이더가 개발되어 실용화되고 있으나 우리나라의 기술기준은 1940년대에 개발된 펄스파 레이더(PON 전파 형식)로만 한정되어 있어 FMCW(Frequency Modulated Continuous Wave) 레이더 등 다양한 레이더의 시장접근이 어려우므로 이를 개선하기 위해 선박 레이더 기술기준을 개정할 필요가 있다.

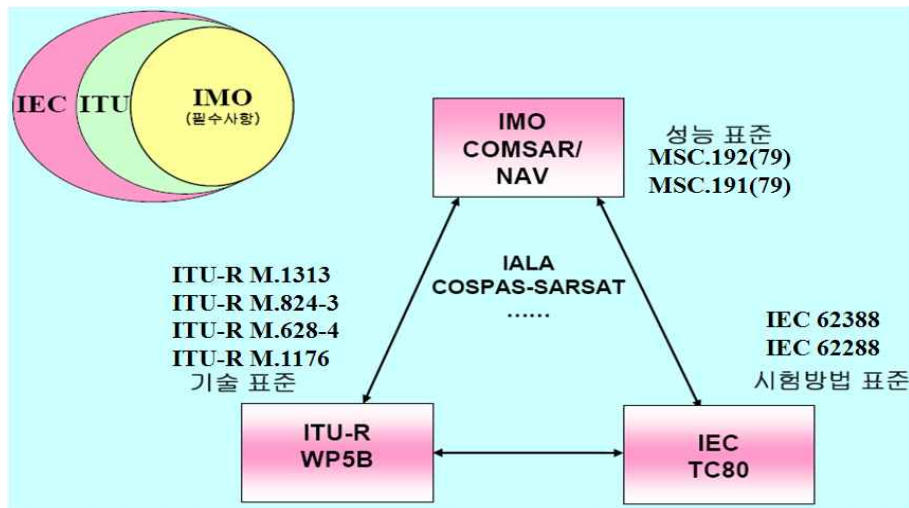
나. 선박국용 레이더 기술 및 표준화 동향

(1) 개요

해상안전 및 해상보안을 포함하여 항해에 관련된 해상무선통신 시스템에 관련된 국제기구로서는 IMO, ITU-R, IEC(국제전기기술위원회, International Electrotechnical Commission) 등이 있다.

IMO는 해상무선통신시스템의 도입 및 성능기준에 관련된 국제기구이며, ITU-R은 IMO에서 도입필요성이 논의된 장비 및 시스템들에 대한 주파수 분배 문제를 포함한 기술기준 및 세부사항에 대한 표준을 개발하고 있으며, IEC에서는 장비의 기술표준과 관련하여 주로 환경시험 및 성능시험에 관한 기준을 정하고 있다.

해상이동업무에 사용되는 무선설비는 IMO의 SOLAS(International Convention for the Safety of Life at Sea) 및 ITU의 전파규칙(Radio Regulation) 등 국제조약규정에 적합해야 하며, 시스템이 특정 국가나 지역 이외에 국제적으로 상호 운용되어야 하므로 이를 확인하기 위한 국제기구(IEC 등)에 의해 제정된 시험 표준에 적합해야 한다. 따라서 이러한 국제기구들은 최근 해상통신서비스의 현대화를 위해서 긴밀히 협조하고 있다.



<그림 2-9> 해상업무 관련 국제기구 간 협조체제

(2) IMO 성능 표준

- IMO에서 정의하고 있는 선박국용 레이더의 성능 기준은 두가지로 레이더 설비에 대한 개정된 성능 기준과 선박 항해용 지시기상 항해 정보 표시를 위한 성능 기준이 있음
 - IMO Resolution MSC.192(79) : 2004, Revised performance standards for radar equipment
 - IMO Resolution MSC.191(79) : 2004, Performance standards for the presentation of navigation related information on shipborne navigation displays
- 레이더 설비에 대한 개정된 성능 표준
 - 선박 레이더 장치는 다른 이동 물체, 장애물, 위험한 항행 물체 및 해안선 등의 위치를 자신의 선박을 중심으로 표시를 제공해서 항해 및 충돌을 피하는데 도움을 주어야 함
 - 레이더는 EPFS(Electronic Position-fixing System)를 통한 자신의 선박 위치와 지형 기준 데이터로부터 레이더 화상, 목표 물체 추적 정보, 위치 데이터 등을 종합해서 표시해야 함
 - AIS 정보의 종합 및 표시가 레이더를 보완하기 위해 제공되어야 하며, 전자 항해 지도와 벡터 차트 정보의 특정 부분 표시기능이 항행 원조와 위치 감시를 위해 제공될 수 있음
 - 항해의 안정성 향상을 위한 레이더의 기능적 요구사항으로 지형과 다른 고정 위험요소의 명확한 표시가 필요하며 충돌 회피를 위하여 위험요소를 감지할 수 있고, 선박 간에 정보 전달 기능이 있어야 함
 - 레이더 시스템에 대한 운영 요구 사항

주파수 대역	중심 주파수	지정주파수대폭	특 징
2.92GHz ~ 3.1GHz (X-Band)	3.050GHz	100MHz 이내	추적을 위한 높은 식별력 및 고감도
9.32GHz ~ 9.5GHz (S-Band)	9.375GHz, 9.410GHz, 9.415GHz, 9.445GHz	110MHz 이내	악조건(안개, 비 및 해상 클러터)에서 목표물을 추적할 수 있는 성능 보장

- 탐지 성능 요구 사항

목 표 물	목표물 높이 (m)	탐지 거리 (NM)	
		X-Band	S-Band
해변	60 (암벽)	20	
	6 (암벽)	8	
	3 (암벽)	6	
해변 (> 5,000t SOLAS ships)	10	11	
해변 (> 500t SOLAS ships)	5	8	
레이더 반사기 설치 선박	4	5	3.7
레이더 반사기 설치 항로용 부이	3.5	4.9	3.6
항로용 부이	3.5	4.6	3
레이더 반사기 미설치 10m 선박	2	3.4	3

(3) ITU 기술 표준

- ITU-R에서 권고하고 있는 선박국용 레이더의 특성과 관련된 권고는 다음과 같음
 - ITU-R Recommendation M.628-4 : Technical characteristics for search and rescue radar transponders
 - ITU-R Recommendation M.824-3 : Technical parameters of radar beacons (racons)
 - ITU-R Recommendation M.1176 : Technical parameters of radar target enhancers
 - ITU-R Recommendation M.1460-1 : Technical and operational characteristics and protection criteria of radiodetermination radars in the 2900-3100 MHz band
 - ITU-R Recommendation M.1796 : Characteristics of and protection criteria for terrestrial radars operating in the radiodetermination services in the frequency band 8500-10500 MHz

o 어선을 포함한 IMO 등록 선박 레이더의 송수신기 특성

특성	2900~3100 MHz (ITU-R M.1460-1, Annex 1, 5)		9200~9500 MHz (ITU-R M.1796, Annex 1, 2, table2, System S4)	
	최대	최소	최대	최소
안테나				
빔폭(°)				
수평	4.0	1.0	2.3	0.75
수직	30.0	24.0	26.0	20.0
부엽(sidelobe) 감쇄(dB)				
± 10° 이내	28	23	31	23
± 10° 이상	32	31	40	30
이득(dB)	28	26	32	27
회전율(rpm)	60	20	60	20
송신기				
최대출력(kW)	75	30	50	5
주파수(MHz)	3,080	3,020	9,445±30	9,375±30
펄스 지속시간(μs)	1.2	0.05	1.2	0.03
펄스반복주파수(Hz)	4,000	375	4,000	375
수신기				
중간주파수(IF)(MHz)	60	45	60	45
IF 대역폭(MHz)				
Short pulse	28	6	28	6
medium/long pulse	6	2.5	6	2.5
잡음지수(dB)	8.5	3	8.5	3.5

(4) IEC 시험 표준

- o IEC에서 정의하고 있는 선박국용 레이더의 규정은 2개로 2008년 7월 1일 이후에 설치되는 레이더는 아래 규정에 적합해야 함
 - IEC 62388 : 2007, Shipborne radar - Performance requirements, methods of testing and required test results
 - IEC 62288 : 2008, Presentation of navigation-related information on shipborne navigational displays - General requirements, methods of testing and required test results

o IEC 62388 및 62288의 주요 개정 항목

- 1000톤급 이상의 선박은 레이더의 유효직경을 340mm에서 320mm로 변경 (현행 입수 가능한 23.1인치의 LCD사이즈에 맞춤)
- 500톤급 이상은 유효직경 250mm의 레이더가 필요(개정 전은 1000톤급 이상)
- 최소 목표 포착수 증가(180mm 10개→20개, 250mm 10개→30개, 320mm 20개→40개)

구분 \ 총톤수	500톤 미만	500톤 이상 10,000톤 미만	10,000톤 이상
최소지름	180 mm	250 mm	320 mm
최소면적	195×195 mm	270×270 mm	340×340 mm
목표자동수집	선택	선택	필수
레이더 최소목표포착수	20	30	40
동작AIS 최소목표포착수	20	30	40
휴지AIS 최소목표포착수	100	150	200
시험 기능	선택	선택	필수

- 물표의 탐지성능 향상

기 준	현 행	신 규
해안선(높이 6m)	7nm	8nm
해안선(높이 3m)	없음	6nm
SOLAS선(높이 10m)	7nm	11nm
SOLAS선(높이 5m)	없음	8nm
레이더반사탑재 소형선	없음	5nm(X-band), 3.7nm(S-band)
리플렉터 부착 부이	2nm	4.9nm(X-band), 3.6nm(S-band)
소형선(길이 10m)	없음	3.4nm(X-band), 3.0nm(S-band)

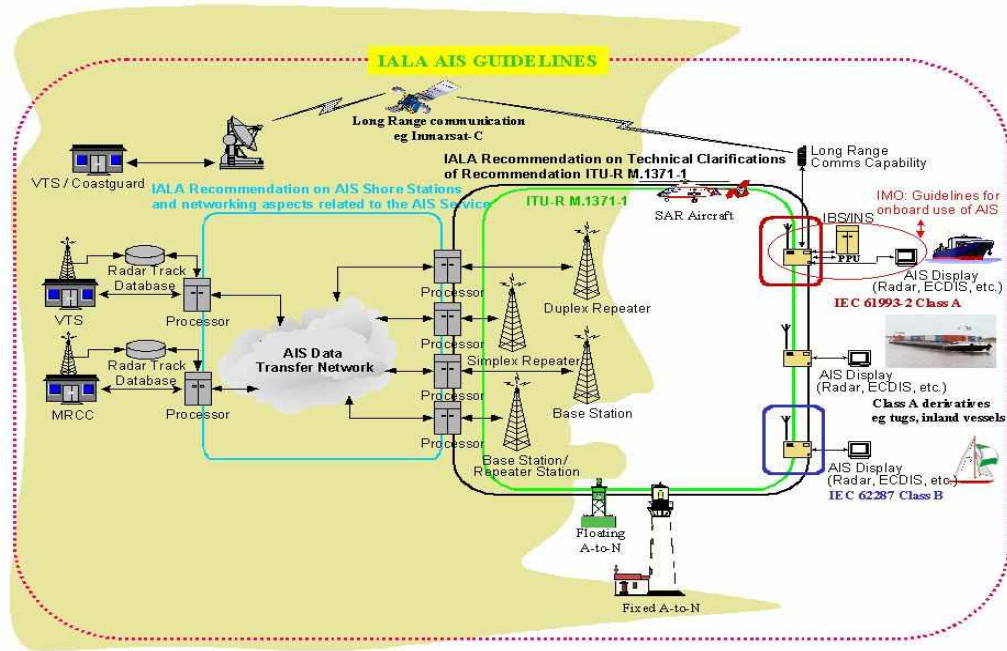
3. 항로표지용 자동식별장치

가. 개요

자동식별장치(Automatic Identification System)란 161.975 MHz와 162.025 MHz 주파수의 전파를 사용하여 위치, 항로, 속력 등의 정보를 주기적으로 갱신하여 제공하는 시스템으로 선박에 설치하는 선박자동식별장치와 부표 및 등대 등에 설치하는 항로표지용 자동식별장치로 구분할 수 있다.

기존 해상업무용 무선설비 기술기준에는 SOLAS에 의해 300톤 이상의 선박 및 여객선과 연근해에서 운항하는 5톤 이상의 선박에 의무적으로 탑재하게 되어있는 선박자동식별장치의 특성만 포함하고 있으나 안전한 선박의 운항을 위하여 부표 등에 자동식별장치를 장착하여 사용할 수 있도록 하기 위하여 항로표지용 자동식별장치의 기술기준을 추가하여 개정하였다.

항로표지는 누구나 식별하기 쉽고 일정한 장소에 고정되어 있어야 하며, 신뢰성이 높고 IMO, IALA(국제항로표지협회), ITU 및 IEC에서 정한 국제 기준에 적합하여야 한다.



<그림 2-10> AIS 시스템 통신망

나. 항로표지용 자동식별장치 관련 국제 규정

- o IMO Res. MSC.74(69) Annex 3 : Recommendation performance standards for an universal shipborne automatic identification system
- o ITU-R Recommendation M.1371-3 : Technical characteristics for an automatic identification system using time division multiple access in the VHF maritime mobile band
- o IALA Recommendation A-126 : The Use of the Automatic Identification System (AIS) in Marine Aids to Navigation Services
- o IEC 62320-2 : Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Automatic identification system - Part 2: AIS AtoN Stations - Operational and performance requirements, methods of testing and required test results

다. 항로표지용 자동식별장치의 기술기준

- ② (항로표지용 자동식별장치) 선박자동식별장치와 동일한 주파수의 전파를 사용하는 항로표지용 자동식별장치의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 일반조건

가. 제58조제1호나목, 다목, 바목 및 타목의 조건에 적합할 것

나. 통신방식은 다음 중 하나일 것

- (1) 형식 1은 송신 전용이며 고정접속시분할다중접속(FATDMA) 방식으로 동작할 것
- (2) 형식 2는 형식 1에 추가하여 단일 채널로 운용되는 자동식별장치 수신기를 포함하고, VHF 데이터링크(VDL)를 통해 원격 구성 및 제어될 것
- (3) 형식 3은 VHF 데이터링크를 통해 완전히 동작하는 2개의 자동식별장치 수신기를 포함하고, 고정접속시분할다중접속(FATDMA) 방식과 임의접속시분할다중접속(RATDMA) 방식으로 동작할 수 있을 것.

다. 송신 메시지는 적어도 메시지 6(주소지정 이진메시지), 8(방송이진메시지) 및 21(항로표지 보고)을 포함할 것.

라. 항로표지용자동식별장치의 메시지 송신방식은 다음 중에서 선택 가능할 것

- (1) 모드 A : 매 보고 주기마다 채널 1(161.975MHz)과 채널 2(162.025MHz)에서 다음 그림과 같이 교차하여 송신하고 메시지 21의 내용은 매 송신 시 갱신될 것



- (2) 모드 B : 동일 메시지를 채널 1(161.975MHz)과 채널 2(162.025MHz)에서 다음 그림과 같이 재빨리(보통 4초간의 간격) 연속해서 송신할 것



- (3) 모드 C : 다음 그림과 같이 하나의 채널만을 이용하여 송신하고 메시지 21의 내용은 매 송신 시 갱신될 것.



- 마. 송·수신되는 정보를 자체적으로 검사할 수 있는 기능을 갖출 것
- 바. 가상 항로표지식별장치정보를 자체정보와 함께 전송할 것
- 사. 시험을 위해 10초 이상의 무변조 반송파 및 표준신호 '010101..' 및 '00001111..'를 제공할 수 있을 것

2. 송신장치의 조건

- 가. 제58조제1항제2호가목, 나목, 라목 및 바목에서 자목까지의 조건에 적합할 것
- 나. 공중선전력은 12.5W 이하로 하며, 허용편차는 $\pm 1.5\text{dB}$ 이내 일 것.
- 다. 변조방식은 GMSK/FM이고, 변조지수는 0.5일 것

3. 수신장치의 조건

- 가. 제58조제1항제3호 가목에서 라목 및 바목의 조건에 적합할 것. 단, 형식 2의 수신장치는 가목, 다목 및 라목의 조건보다 10dB 완화된 값을 갖도록 한다.

제2절 항공업무용 무선설비

1. 자동종속감시용방송시설(ADS-B)

현재 세계는 정보기술과 교통수단의 급속한 발달로 세계가 하나의 경제 구역이 되어 글로벌 마켓이 형성되고 있으며, 세계 어디에서든지 어느 나라 상품이든 손쉽게 구매가 가능하게 되었다. 글로벌 마켓의 중요한 견인차 역할을 하고 있는 것은 항공 교통의 발달이며 항공 교통의 발달로 수출입 물량 뿐 아니라 관광 수요가 급증하게 되었으며, 이런 항공 수요의 폭발적 증가로 항공기 밀집에 따른 충돌사고 위험 가능성이 증가하게 되었다.

이러한 문제로 항공 분야 선진국인 미국 및 유럽지역 국가들은 항공기 운항 증가에 따른 위험 요소들을 해소하고 항공기들의 항행을 위한 공역을 확대하기 위하여 국제민간항공기구(ICAO)에 새로운 비행 개념인 'Free Flight' 개념을 제안하였으며 ICAO에서는 'Free Flight' 개념을 실현하기 위한 방안으로 차세대항공항행시스템(CNS/ATM)에 대한 연구를 추진하고 있다.

차세대항공항행시스템(CNS/ATM)은 항공기의 이착륙 및 항행 관제를 위하여 현재 사용되고 있는 통신(Communication), 항법(Navigation), 감시(Surveillance) 시스템들을 위성 및 데이터링크 기술을 기반으로 자동화하여 부족한 공역의 이용 효율을 개선하고 항공기의 항행안전을 확보하고자 하는 것이다. 자동종속감시용방송시설(ADS-B)은 CNS/ATM을 구현하기 위한 주요 기술 중 하나로 레이더의 감시 기능을 개선하기 위하여 새로 개발된 차세대 자동감시시스템이다.

ADS-B는 항공기가 자체 확보한 각종 정보를 데이터 링크를 통해 주위로 송신하면, 주위에 있는 다른 항공기, 지상의 관제기관 등에서 이들 정보를 수신하여 활용하는 감시시스템으로, 항공기로부터의 ADS-B 메시지 전송에 의존하는 자동종속감시시스템으로 본 연구에서는 현재 개발된 ADS-B 시스템들이 어떤 것이 있는지를 살펴보고 ICAO 및 주요 항공 선진국들의 추진 동향을 분석하여 국내 기술기준(안)을 제시하고자 한다.

가. ADS-B 소개

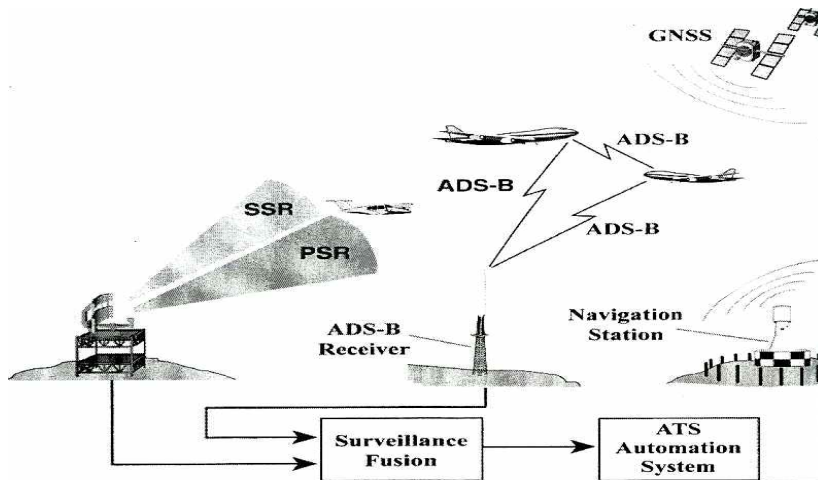
ADS-B는 항공기가 확보한 정보를 데이터 링크를 통해 주위로 송신하면, 주위에 있는 다른 항공기, 지상의 수신장치 등에서 이들 정보를 수신하여 활용하는 시스템으로, 항공기로부터 자동 송신된 ADS-B 메시지에 의존하는 자동종속감시용 방송시스템이다. ADS-B 보고문에는 항공기 ID, 위치 및 항공기에 탑재된 장비에 의해 측정된 정보들을 포함한다.

ADS-B 보고는 지상의 통제 없이 항공기에 탑재된 장비에 의해 자동으로 송신되며 이 메시지는 가시거리 범위 내에 있는 항공기 또는 지상 수신기에 의해 수신된다. ADS-B 송신기들은 항공기 또는 지상 차량에 탑재되어 상태 벡터(수직·수평 위치, 수평·수직 속도)를 주기적으로 송신하여 향상된 공역의 사용과, 축소된 상승 한계/가시성의 제한 및 향상된 지상 감시와 충돌 관리와 같은 한층 강화된 안전성을 제공한다.

ATN 또는 ACARS 시스템과는 달리, ADS-B에서는 수신자가 데이터를 수신 하였다는 것을 송신자에게 응답하지 않는다. 따라서 송신 항공기는 수신자가 ADS-B 메시지를 수신하여 처리하고 있다고 하여도 알 수 없다. 수신에 대한 응답이 없기 때문에 ADS-B 메시지의 손실은 불가피하다. 그러나 예상되는 수신 데이터율을 만족할 수 있게 전송율이 선택되어 지며, 운용 어플리케이션은 이러한 요소들을 고려하여 설계된다.

ADS-B의 메시지 송신 주기는 다른 시스템보다 짧기 때문에 송신하는 횟수가 많고, 그 만큼 응답하는 수가 많을 수 있기 때문에, 각각의 ADS-B 보고에 대하여 응답하게 하는 ADS-B 시스템을 설계하기는 어렵다.

ADS-B를 이용한 항공기 감시 개념은 <그림 2-11>과 같다.



<그림 2-11> ADS-B 시스템을 이용한 감시 개념

<그림 2-11>에서와 같이 항공기에서는 ADS-B 메시지를 송신하면, 송신 항공기와 가시거리 범위 내에 있는 다른 항공기 또는 지상 ADS-B 수신기는 이 메시지를 수신하여 필요에 따라 활용한다. 지상관제 자동화시스템은 ADS-B 지상 수신기가 수신한 메시지를 다른 감시 시스템과 융합(fusion)하여 항공기 감시 등 항공교통 관리를 위하여 활용한다.

ADS-B 시스템의 장·단점을 비교하면 다음과 같다.

구 분	세 부 내 용
장 점	<ul style="list-style-type: none"> - 공대공 감시 능력 (ASAS 및 free flight enabler) 강화 - 설치 및 확장의 유연성 - 항공기 4차원 위치정보 뿐만 아니라 항공기의 비행정보 확보 가능 - 탑승교에서 탑승교 사이 전 비행 과정을 통한 감시 능력 제공 - 지상 관제시스템에 항법 정보 제공 능력 - 레이더시설에 비해 설치비용이 저렴 - 음영지역 완전제거 가능
단 점	<ul style="list-style-type: none"> - 항공기 시스템의 높은 신뢰성이 요구됨

ADS-B 데이터 링크는 방송(Broadcast) 형식으로 이루어지며 현재 민간 항공 분야에서 고려되고 있는 ADS-B용 데이터 링크는 아래와 같이 3가지로 구분된다.

1090 ES (1090 Extended Squitter)	VDL-M4 (VHF Data Link Mode 4)	UAT (Universal Access Transceiver)
<ul style="list-style-type: none"> - 기존 SSR 모드 S 확장 방식 - ICAO 표준(Annex 10) - 아태지역 표준으로 추진 중 	<ul style="list-style-type: none"> - 새로운 시스템 - ICAO 표준(Annex 10) - VHF 특성상 간섭에 민감 	<ul style="list-style-type: none"> - 새로운 시스템 - ICAO 표준 없음 - 미국에서 사용 중
<ul style="list-style-type: none"> - 1090MHz(단일채널) - Random Access 	<ul style="list-style-type: none"> - 108~137MHz(멀티채널) - Timeslot Access - 19.2 kbps 	<ul style="list-style-type: none"> - 978MHz(단일채널) - Timeslot Access - 1 Mbps

o 1090MHz Extended Squitter(ES)

1090MHz Extended Squitter(ES) 데이터링크 기술은 항공기 이차감시 레이더(SSR)와 함께 널리 사용 중인 Mode-S 기술을 확장시켜 개발됐다. 따라서 1090 ES 관련기술은 Mode-S 기술과 유사성이 많다. 쉽게 말하면 1090MHz를 채널을 통해 송출되는 ADS-B 메시지가 Mode-S Extended Squitter(ES) 포맷으로 구성된다는 뜻이다. Extended Squitter 메시지는 112비트 길이이며 그 중 24비트는 패리티로 사용된다. 이전의 Mode-S Squitter는 56비트 메시지를 사용했기 때문에 여기에 Extended란 의미가 붙여지게 된 것이다. 따라서 현재 운영중인 항공기의 MODE-S 탑재 장비에 ADS-B 어플리케이션 소프트웨어 업그레이드 및 배선을 수정 및 보완하면 ADS-B를 사용할 수 있기 때문에 대형 항공사들은 장착 비용의 최소화하기 위해 1090MHz Extended Squitter(ES)를 선호하고 있다.

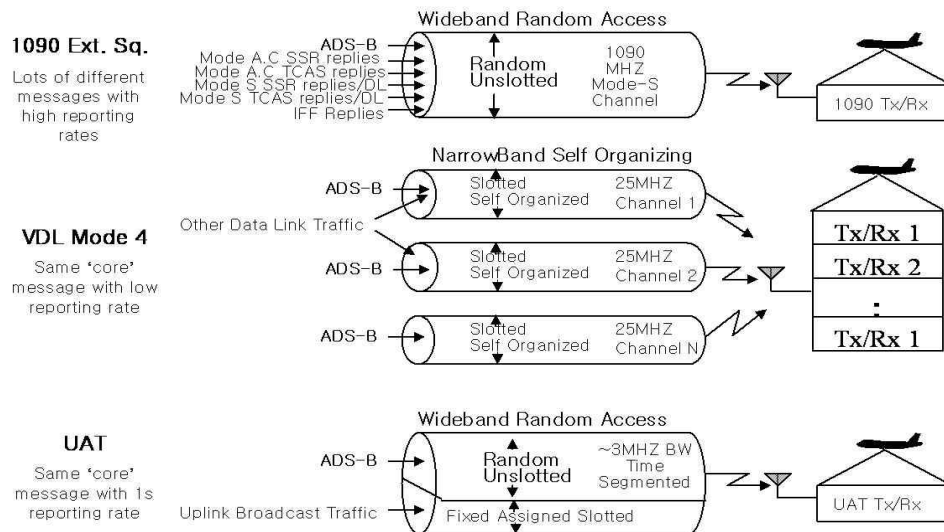
o VHF Data Link(VDL) Mode 4

VDL Mode 4 기술은 1980년대 말부터 스웨덴에서 개발되기 시작했으며 단일 채널을 사용하는 다른 ADS-B 데이터 링크들과 달리 다채널을 사용한다. 두 개의 분리된 25kHz 범세계 공용채널을 사용하며 항공교통량이 복잡한 지역에서는 채널을 더 추가해 운영할 수 있도록 유연성을 제공한다. VDL Mode 4 매체접속은 시분할 다중접속방식으로 데이터 전송률은 19.2 kbit/sec이나 VHF 운영주파수 특성상 타 항공기 시스템으로부터 간섭에 민감하다는 문제점이 있다.

o Universal Access Transceiver(UAT)

ADS-B 데이터링크 기술 중 가장 최근에 개발된 UAT는 미국에서 GA(general aviation) 항공기를 지원하고 향후 ADS-B 서비스를 제공하기 위해 MITRE 회사의 독립적인 연구와 개발 프로젝트를 통해 개발되고 있다. 초기 개발단계에서부터 공중과 지상기반의 방송 애플리케이션을 감시 및 주변상황인식 기능을 지원하는 최적화된 설계를 추진했다. UAT는 광대역 다목적 데이터링크로 전 세계적으로 단일 채널 상에서 운용되도록 고안됐으며 데이터 전송률은 대략 1Mbit/sec 정도다. 그러나 UAT는 현재 항행 보조시설에 배정된 주파수대역에서 운영되고 있으며 아직까지 유럽의 동의를 받지 못하고 있는 실정이다.

앞에서 살펴 본 데이터 링크들의 특성을 그림으로 표시하면 <그림 2-12>와 같다.



<그림 2-12> ADS-B 데이터 링크 인터페이스

ICAO, FAA 및 Eurocontrol 등에서는 ADS-B 도입을 위한 데이터 링크로 위에서 설명한 3가지 방식 중 1,090MHz ES를 사용하기로 결정하였으며, VDL 모드 4와 UAT는 향후에 시스템이 성숙된 후에 도입하기로 결정하였다.

나. ADS-B 시스템 구성·운영

ADS-B는 항공교통관제를 저 비용으로 구현할 수 있는 시스템으로 조종사와 지상 관제사가 정보를 공유하여 감시범위를 확장함으로써 'Free Flight'를 실현하는 것을 목표로 하고 있으며, ADS-B 의미는 다음과 같다.

- o Automatic : 비행기 조종사의 기기조작이나 수신측의 정보요구 등의 과정 없이 자신의 위치정보 등을 주기적으로 자동 송신
- o Dependent : GPS 수신 신호 등을 이용한 의존적인 위치정보 사용
- o Surveillance : 레이더와 같은 감시기능을 가짐
- o Broadcast : 불특정 다수에게 방송 형태의 주기적 정보 제공

ADS-B 시스템은 1·2차 감시레이더의 감시기능을 보완 또는 대체할 수 있는 시스템으로 2차 감시레이더와 같이 운용이 가능하여야 한다.

ADS-B 장비는 그 기능에 따라 세 가지 클래스로 분류된다. 먼저 송신과 수신능력을 모두 갖춘 클래스 A, 송신 기능만을 제공하는 클래스 B 그리고 수신 기능만을 제공하는 클래스 C이다.

항공기용 ADS-B(클래스 A의 경우) 장비는 다음 기능을 갖추어야 한다.

- o 항행에 필요한 비상용 데이터 및 인터페이스(GNSS, LORAN 등)
- o GNSS 신호 처리 기능
- o 다른 항공기의 ADS-B 메시지 처리 기능
- o 유사시 조종사가 참여할 수 있는 인터페이스
(to allow pilot entry of fields such as the Call Sign or emergency status)
- o 데이터 처리기 또는 디스플레이 장치 등 응용 설비

지상의 ADS-B 장비(클래스 C의 경우)는 ADS-B 메시지 수신기능을 기본으로 갖추어야 하고, 레이더를 통해 수집된 자료와 ADS-B 수신 메시지를 종합하여 응용 시스템에 제공하며 다음 서비스를 제공하게 된다.

- 항공 교통 정보의 표시(Cockpit Display of Traffic Information: CDTI)
- 항공기 충돌 회피
- 공역관리(공역 감시 및 조정)
- ATS 모니터링 등

클래스 A, 클래스 B, 클래스 C를 세분하면 다음과 같다.

클래스 A는 A0, A1, A2, A3로 구분되며 클래스 A0 는 10 NM 이내의 범위에서 최소한의 메시지(ID, 위치 등) 제공 능력이 요구되고, 클래스 A1 은 20 NM 이내에서 충돌 방지를 위한 기능이 요구되며, 클래스 A2 는 40 NW 로 범위가 확장되는 동시에 TS 및 TC 보고 기능이 요구된다. 마지막으로 클래스 A3 는 90 NW 범위 이내에서 이 모든 메시지 생성 및 전송이 가능해야 한다. 장치의 서비스 가능 범위에 따라 다른 출력 기준을 가지게 되나, 최대 출력은 27 dBW 로 같고, 이는 현행 국내 무선설비규칙 2차감시 레이더의 최대 출력 허용치와 동일하다. 클래스 A0 장치는 송신기능 뿐만 아니라 수신기능을 포함한다.

클래스 B는 B0, B1, B2, B3로 구분되며 ADS-B 신호의 송신만 가능한 클래스 B에 해당하는 장치 중 클래스 B0, B1 장치는 요구 성능 기준치가 각각 클래스 A0, A1 송신장치 기준과 동일하고, 클래스 B2 장치는 지상 차량에만 해당이 되며, 출력기준에 따라 클래스 B2와 B2LOW 로 나뉜다. 클래스 B2 장치는 공항을 중심으로 5 NM 범위에서 높은 정확도를 가져야 한다. 클래스 B3 장치는 ADS-B 기능을 갖춘 지상의 시설물에만 해당되며, ATS를 통해 안전 위험요소로 확인된 건물들으로써, RTCA에서는 서비스 영역을 20 NM 범위 이내로 정하고 있다.

클래스 C 에 해당하는 장치는 ADS-B 메시지 수신 장비로써, 상태벡터(State Vector), 모드 상태(Mode-Status), 대기속도(ARV) 등 ADS-B 메시지 처리가 가능해야 하고, 지상의 ATS(Air Traffic System) 수신 장치에 대한 내용만을 포함한다.

다. ADS-B 관련 기술동향

항공교통 관련 기관 및 단체들은 FAA, EUROCONTROL, RTCA 등이 있으며 이 기관들의 표준화 결과들이 ICAO 표준의 기반이 된다. 이 절에서는 ICAO 및 관련 단체들의 표준화 동향을 살펴보고자 한다.

(1) 국제민간항공기구(ICAO)

1947년 출범한 ICAO는 1980년대 초부터 기존 항행안전시설의 구조적인 문제점을 해결하기 위한 연구를 수행하였으며 1991년 제10차 ICAO 항행회의에서 인공위성과 첨단 디지털 기술을 이용하는 신개념의 차세대항행시스템(CNS/ATM) 개념을 정립하였다.

ADS-B 시스템은 CNS/ATM 전환계획 중 하나로 한정된 공역의 이용 효율을 개선하고 항공기 충돌위험을 해소할 수 있는 차세대 자동항행감시 시스템이며 관련 ICAO 규정들은 다음과 같다.

<표 2-6> ADS-B 관련 ICAO 규정

문서번호	내 용
Annex10 Vol.4	Surveillance Radar and Collision Avoidance Systems
Doc 9816	Manual on VHF Digital Link (VDL) Mode 4 (2004)
Doc 9861	Manual on UAT (2008)
Doc 9871	Technical Provisions for Mode S Services and Extended Squitter (2008)

먼저 항공기 감시 및 충돌회피와 관련된 내용을 담고 있는 Annex10 Vol.4에서는 5장에 모드 S 확장 스쿼터의 일반적 조건에 해당하는 내용을 개념적으로 간략히 서술하고 있다. ADS-B IN과 OUT의 개념 및 기능을 서술하고, ADS-B 보고형태에 대해 각 보고형태별로 담고 있는 내용과 장치의 분류기준(클래스)을 소개하고 있다.

Annex10 Vol.4가 모드 S 확장 스쿼터의 일반적 조건을 기술하였다면, Doc 9871은 구체적인 기술적 조건에 대해 정리하고 있다. 송신장치의 레지스터

포맷 및 프로토콜과 그에 관련된 요구사항 등을 정의하고 있다. version1에는 항공기 위치정보의 정확도를 표시해주는 데이터가 세분화되었고, 지상의 ATM 시설에서 공중으로 방송되는 교통정보(TIS-B)에 대한 내용이 포함되어있다.

(2) 미연방항공국(FAA)

FAA(Federal Aviation Administration)의 TSO는 미국 항공기 생산업체가 만족해야하는 최소성능표준으로 C166a, C166b는 1090 MHz를 사용하는 ADS-B 장비에 대한 내용을 담고 있다. C166b는 C166a의 개정안으로써 RTCA/Do-260A의 내용을 기본으로 RTCA/Do-260B를 통해 개정된 기준을 준용하도록 하고 있다. C166a와 C166b는 ADS-B 클래스 A(A0, A1, A2, A3)와 클래스 B(B0, B1 - B2, B3는 항공기용이 아니므로 제외됨)에 해당하는 장비들이 갖추어야 할 기능과, ADS-B 메시지를 이용하는 어플리케이션에 대한 규정(RTCA/Do-243, RTCA/Do-249, RTCA/Do-259 준용)을 포함하고 있다.

<표 2-7> ADS-B 관련 FAA 규정

문서번호	내 용
TSO C166a	Extended squitter ADS-B and TIS-B equipment operating on the radio frequency of 1090 MHz(2006)
TSO C166b	Extended squitter ADS-B and TIS-B equipment operating on the radio frequency of 1090 MHz(2009)

※ TSO : Technical Standard Order

(3) 항공무선통신기술위원회(RTCA)

RTCA(Radio Technical Commission for Aeronautics)는 항공 규격을 생성하는 비영리법인 단체로 항공기와 항공기 전자 시스템과 관련된 기술과 과학을 발전시켜 공익을 증진시키기 위한 목적으로 설립되었다. 보통 미국의 연방항공국과 관련 업체들의 연구자료 및 모의비행 시험평가 자료 등을 모아서 MOPS(Minimum Operational Performance Standards)를 작성한다.

RTCA의 ADS-B 시스템 최소 성능규격에 관한 문서는 다음과 같은 것들이 있다.

<표 2-8> ADS-B 관련 RTCA 표준

문서번호	내 용	비 고
DO-242	MASPS for ADS-B (1998)	
DO-242A	MASPS for ADS-B (2002)	
DO-260	1090 MHz ADS-B/TIS-B MOPS (2006.6)	
DO-260A	1090 MHz ADS-B/TIS-B MOPS (2006.12)	FAA TSO C166A (2006)

※ MASPS : Minimum Aviation System Performance Standards

- ADS-B MASPS, Revision A: published June 25, 2002 as RTCA DO-242A
Change 1 to DO-242A, published December 13, 2006
- 1090MHz ADS-B/TIS-B MOPS, Revision A: published April 10, 2003 as RTCA DO-260A
Change 1 to DO-260, published June 27, 2006
Change 1 to DO-260A, published June 27, 2006
Change 2 to DO-260A, published December 13, 2006
(Also see FAA TSO C166A, published December 21, 2006)

라. 항공업무용 무선설비 기술기준 개정

항공업무용 기술기준 개정 내용은 크게 두 가지로 볼 수 있다. 하나는 자동종속감시용방송시설(ADS-B)에 대한 신규조항 추가이고 다른 하나는 항공업무용 무선설비규칙 전반에 대한 내용수정 작업이다. 자동종속감시용방송시설(ADS-B)에 대한 신규조항 추가는 현재 2차감시레이더에 대한 조항인 제70조에 제3항으로 2차감시레이더 모드 S 기능을 이용하는 모드 S 확장 스쿼터(Extended Squitter)의 기술적 조건인 장치별 출력, 불요발사 등을 ICAO 규정 중 중요한 부분들을 추가하였다. 항공업무용 무선설비규칙 수정은 기술기준 내용 중 ICAO 부속서 내용과 해석상 차이가 있는 내용이나 중복되는 내용들을 정리하여 수정하였다. 개정(안) 내용 중 주요 내용은 다음과 같다.

- 자동종속감시용방송시설(ADS-B)에 대한 기술기준 신설
 - 2차감시레이더(SSR) 규정에 ADS-B에 대한 기술기준 신설
 - SSR 모드 S에 ADS-B 기능이 보강된 「모드 S 확장 스퀘터(Extended Squitter)¹⁾」에 대한 기술적 조건을 무선설비규칙 제70조제3항에 신설
 - 주요 개정내용

- ▶ 데이터 갱신주기 및 보고정보 내용 등 ADS-B에 대한 일반적 조건 추가
- ▶ 송신장치의 출력, 주파수허용편차, 스펙트럼 특성 및 수신한계레벨 등 ADS-B에 대한 기술적 조건 추가

- 신규 용어추가, 중복되는 내용 삭제 및 각 조문 문구정리 등
 - 신설되는 규정에 대한 용어정의 추가, 중복되는 내용 삭제 및 ICAO 규정에 맞게 각 조문 문구정리 등 항공업무용 기술기준 수정·보완
 - 주요 개정내용

- ▶ 신설되는 규정에 대한 용어정의 추가(제2조)
 - 자동종속감시용방송시설(ADS-B), 공항정보자동제공시설(ATIS)²⁾
- ▶ 중복내용 등 불합리한 내용 삭제(제78조제2호)
 - 라목 'SBAS 무선주파수 특성' 삭제(나목 'SBAS의 성능'과 중복)
 - 마목 'GBAS 데이터제공 특성' 삭제(다목 'SBAS의 성능'과 중복)
- ▶ 알기 쉬운 법령 정비기준 및 ICAO 등의 국제규정 내용을 참고하여 쉬운 표현으로 각 조문 문구정리 등
(제62조~제64조, 제66조, 제71조, 제74조, 제75조, 제78조, 제79조)

제3절 전기통신 사업용 및 기타업무용 무선설비 기술기준

1. 위성휴대통신 기술기준 개정

가. 개요 및 추진 배경

위성휴대통신(Global Mobile Personal Communications by Satellite)이란 휴대용 단말기를 이용해 전세계 어디서나 시간과 장소에 구애받지 않고 음성

1) 모드 S 확장 스퀘터(Extended squitter) : 항공기에 탑재되는 2차감시레이더(SSR) 응답기의 모드 S 기능을 이용한 ADS-B

2) 공항정보자동제공시설(ATIS) : 공항에 도착 또는 출발하는 항공기에 대하여 일상적인 공항정보를 24시간 또는 정해진 시간단위로 자동으로 제공하는 설비

및 데이터통신을 가능하게 하는 차세대 위성통신으로 고도 약 500 km에서 20,000 km 상공에서 지구를 일정한 주기로 공전하는 수십개의 비정지궤도(Non-GEO) 위성을 이용하여 서비스하는 위성 이동통신으로 기지국 건설이 힘든 산간이나 도서지역, 극지방 및 바다 등 세계 어느 곳에서도 통신이 가능하게 되었다.

1998년 최초로 이리듬이 전 세계적으로 GMPCS 서비스를 시작한 이래로 글로벌스타와 오브콤 등 많은 업체들이 GMPCS 서비스를 시작하였으나 위성을 이용하여 통화하기 때문에 전세계 어디서나 하나의 단말기로 통화가 가능하다는 장점에도 불구하고 위성전파가 도달하지 못하는 지하에서 사용이 불가능하고 단말기 및 통신요금이 비싸며, 글로벌 통신을 가능하게 한 차세대 이동통신인 IMT-2000의 출현 등으로 인해 그 수요는 많지 않다.

국내의 경우 148~150.05 Mhz(상향) 및 137~138 Mhz(하향)에서 코리아오브콤이 저궤도 위성(825 km)을 통해 저속 데이터 서비스를 제공하고 있으며 1610~1618.25 Mhz(상향) 및 2484~2500 Mhz(하향)에서 LG데이콤이 글로벌스타의 저궤도 위성(1414 km)을 통해 음성 및 데이터 서비스를 제공하고 있으며 2009년에 아태위성산업이 GMPCS 사업자로 새로 선정되어 Thuraya 위성을 사용하여 서비스를 시작하였으며 이에 따라 전기통신사업용 무선설비 기술 기준 제86조 위성휴대통신용 무선설비에 Thuraya 위성 송신장치의 조건을 추가하여 개정하였다.

나. Thuraya 위성의 특성

Thuraya 위성은 아랍에미레이트의 소유 위성으로 2008년 1월에 발사되었으며 운용궤도는 동경 98.5도, 수명은 12년이며 주파수 특성 및 서비스 영역은 다음과 같다.

<표 2-9> Thuraya 위성 서비스 제원

주파수(MHz)		출력(W)	서비스영역	대역폭(MHz)
상향(LHCP)	하향(CR편파)			
1625.5~1660.5	1525~1559	17	200개의 spot beam	
6425~6725	3400~3625	125 (TWTA)		25, 50



<그림 2-13> Thuraya 위성의 서비스 범위

다. Thuraya 위성을 이용한 위성휴대통신 송신장치의 기술기준

제86조 본문을 “148MHz~150.05MHz, 1610MHz~1618.25MHz, 1655.7MHz~1658.9MHz 주파수의 전파를 사용하는 위성휴대통신용 무선국의 무선설비는 다음 각 호와 같다.”로 하고 제3호를 다음과 같이 신설한다.

3. 1655.7MHz~1658.9MHz 주파수의 전파를 사용하는 송신장치의 조건

가. 통신방식은 시분할 다중접속방식을 사용하는 복신방식일 것

나. 송신에 사용되는 전파형식은 G7W일 것

다. 발사하는 전파의 주파수허용편차는 지정주파수의 $\pm 10 \times 10^{-6}$ 이내일 것

라. 발사하는 전파에 허용되는 점유주파수대폭의 값은 31.25kHz 이내일 것

마. 송신설비의 불요발사의 허용치는 다음 값을 초과하지 않을 것

(1) 30MHz 초과 1000MHz 미만의 주파수 대역

주파수대(MHz)	전계강도(dB(μ V/m))	측정대역폭(kHz)
30~230	30(주5)	120
230~1000	37(주5)	120

* 주5 : 송신설비로부터 10m 떨어진 지점에서 측정한 준첨두값임

(2) 1000MHz 이상의 주파수 대역(1626.5MHz 초과 1662.5MHz 미만의 주파수 대역 제외)

주파수대역 (MHz)	반송파를 송신하는 경우		반송파를 송신하지 않는 경우	
	등가등방 복사전력(dBW)(주6)	측정 대역폭(kHz)	등가등방복사 전력(dBW)(주7)	측정 대역폭(kHz)
1000 ~ 1525	-61	1000	-77	100
1525 ~ 1559	-61	1000	-97(주6)	100
1559 ~ 1600	-70	1000(주8)	-77	100
1600 ~ 1605	-70	1000	-77	100
1605 ~ 1612.5	-70 ~ -58.5(주9)	1000	-77	100
1612.5 ~ 1616.5	-55 ~ -50(주9)	1000	-77	100
1616.5 ~ 1621.5	-50 ~ -46(주9)	1000	-77	100
1621.5 ~ 1624.5	-60	30	-77	100
1624.5 ~ 1625	-60 ~ -57.5(주9)	30	-77	100
1625 ~ 1625.125	-57.5 ~ -57.2(주9)	30	-77	100
1625.125 ~ 1625.8	-57.2 ~ -50(주9)	30	-77	100
1625.8 ~ 1626	-50 ~ -47(주9)	30	-77	100
1626 ~ 1626.2	-47 ~ -40(주9)	30	-77	100
1626.2 ~ 1626.5	-40	30	-77	100
1662.5 ~ 1665.5	-60	30	-77	100
1665.5 ~ 1670.5	-60	100	-77	100
1670.5 ~ 1680.5	-60	300	-77	100
1680.5 ~ 1690.5	-60	1000	-77	100
1690.5 ~ 2250	-60	3000	-77	100
2250 ~ 12750	-60(주10,11,12)	3000	-77	100

* 주6 : 평균값 측정기법을 사용함

* 주7 : 1000MHz ~ 1525MHz, 1559MHz ~ 1626.5MHz 및 1662.5MHz ~ 12750MHz 주파수에서는
첨두값 측정기법을 사용함

- * 주8 : 1573.42MHz ~ 1580.42MHz 주파수에서 평균 측정시간은 20ms 임
- * 주9 : 주파수에 대해 선형적(dBW)으로 이어짐
- * 주10 : 3263MHz ~ 3321MHz 주파수에서 단 한 주파수에서는 측정대역폭 300kHz 에서의 등가등방복사전력 값이 위 표의 값을 초과할 수 있으나, -38dBW 를 초과하지 않을 것
- * 주11 : 4894.5MHz ~ 4981.5MHz, 6526MHz ~ 6642MHz 및 8175.5MHz ~ 8302.5MHz 각 주파수에서 단 한 주파수에서는 측정대역폭 300kHz 에서의 등가등방복사전력 값이 위 표의 값을 초과할 수 있으나, -48dBW 를 초과하지 않을 것
- * 주12 : 9789MHz ~ 9963MHz 주파수에서 단 한 주파수에서는 측정대역폭 300kHz 에서의 등가등방복사전력 값이 위 표의 값을 초과할 수 있으나, -59dBW 를 초과하지 않을 것

(3) 1626.5MHz 이상 1662.5MHz 미만의 주파수 대역

(가) 반송파를 송신하는 경우

이격주파수(kHz)(주13)	등가등방복사전력(dBW)(주6)	측정 대역폭(kHz)
0 ~ 25	0 ~ -15(주9)	3
25 ~ 125	-15 ~ -50(주9)	3
125 ~ 425	-50	3
425 ~ 1500	-50 ~ -65(주9)	3
1500 ~ 36000	-65	3

- * 주13 : 점유주파수대폭의 양쪽 끝에서 이격된 주파수

(나) 반송파를 송신하지 않는 경우에는 측정대역폭 100kHz 에서의 등가등방복사전력 첨두값이 -77dBW 를 초과하지 않을 것

바. 제1호자목의 조건을 만족할 것

사. 송신에 사용되는 전파의 편파는 좌선원편파일 것

2. 70/80GHz 고정 점대점 통신용 무선설비

최근 이동통신, 무선인터넷 등 전파통신 기술의 발달에 따라 고품질 멀티미디어 서비스에 대한 수요가 급격히 증가하고 있으며, 이러한 멀티미디어 통신의 수요를 수용하기 위해서는 유선 및 무선구간으로 형성되어 있는 기존 백본망의 전송 효율이 향상되어야 한다. 이제까지의 백본망은 광 통신이 주류를 이루어 왔으며 마이크로웨이브 통신시스템이 백업망으로 사용되어 왔다. 그러나

대용량의 데이터 전송 수요가 증가함에 따라 새로운 광대역 무선전송시스템이 필요하게 되었으며 밀리미터파 통신이 이러한 요구에 부응할 수 있을 것이다.

밀리미터파 통신은 대기 및 수분에 의한 신호의 높은 감쇠 특성으로 이용에 제한이 많으나 안테나 지향성이 커서 주파수 재 사용률이 높고 대용량 데이터 전송이 가능하며 작은 시스템 구현이 용이하다. 밀리미터파 대역 중 60GHz(57~64GHz) 대역은 이미 용도미지정대역(FACS)으로 허용되고 있고 70/80GHz 대역은 60GHz 대역과 비교할 때 상대적으로 산소 감쇠 특성이 낮아 Gbps급 데이터를 수 km 거리까지 전송할 수 있다. 또한 직진성이 강해 점 대 점(Point to Point) 통신에 적합하며 빔폭이 적어 보안성도 우수하다. 이러한 특징으로 밀리미터파 대역은 무한한 잠재 시장을 가진 전파자원으로 빌딩 간 사내통신이나 광케이블 구축이 어려운 산간, 도서 지역 통신에 유용하게 활용될 수 있다.

본 보고서에서는 70/80GHz 대역 고정점대점 통신용 주파수에 대한 국내외 기술동향을 분석하여 국내에 적합한 기술기준(안)을 제시하고자 한다.

가. 70/80GHz 대역 무선설비 기술기준 동향

(1) 미국 연방통신위원회(FCC) 규정

FCC는 산업체의 요구에 의하여 2003년 11월에 기술기준을 마련하였다. 분배된 주파수 대역은 71~76GHz, 81~86GHz 대역으로서 각 5GHz씩 총 10GHz 대역을 임의로 채널폭을 설정하여 사용할 수 있도록 하였다. 최대 송신출력은 3W(5dBW), 안테나 이득을 감안한 유효복사전력(EIRP)은 55dBw 그리고 최대 전력밀도(Spectral density)는 150mW/100MHz로 제한하고 있다. 또한 초기 기술기준에서는 주파수 이용 효율을 높이고 전송거리를 확대하기 위하여 안테나 빔폭(0.6도) 및 이득(50dBi)을 엄격하게 마련하였으나 2005년에 빔폭은 1.2도, 이득은 43dBi로 완화하였다. 세부 내용은 다음과 같다.

- o 공중선 전력(CFR 47 Part 101.113 Transmitter power limitations)
 - 등가등방복사전력(EIRP) 55dBw 이하 (다만, 공중선 전력은 3W 이하이고 전력 밀도는 150mW/100MHz 이하일 것)
- o 공중선 절대이득(CFR 47 Part 101.115 Directional antennas)
 - 최소 안테나 이득 43dB 이상
 - 공중선 빔폭(반치각) 1.2° 이내
- o 주파수 허용편차(CFR 47 Part 101.107 Frequency tolerance)
 - 규제하지 않음(면제)
 - ※ ITU-R 권고 SM.1045-1 Frequency tolerance of transmitters
 - 30-275GHz 대역 고정업무에서는 150ppm 이내로 제한
- o 점유주파수대폭(CFR 47 Part 101.109 Bandwidth)
 - 5GHz 이내(세부 채널배치 기준에 따라 다양하게 적용)
- o 불요발사
 - ▶ 대역외 영역 불요발사(CFR 47 Part 101.111 Emission limitation)
 - $A=11+0.4(S-50)+10\log(B)$**
 - A : 감쇠량(dB_c), B : 점유주파수대폭(MHz)
 - S : 점유주파수대폭에 대한 중심주파수로부터의 이격주파수의 백분율(%)
 - 다만, 감쇠량이 56dB 이상이거나 불요발사 절대전력이 -13dBm/MHz 이하인 경우에는 적용하지 아니한다.
 - ▶ 스퓨리어스 발사(CFR 47 Part 101.111 Emission limitation)
 - $A=43+10\log(P)$ 또는 80 dB_c의 값 중 덜 엄격한 값**
 - A : 감쇠량(dB_c), P : 평균전력(W)

(2) 유럽연합(EN) 규정

ECC는 2009년에 71~76GHz 및 81~86GHz 주파수 대역을 고정 점대점 통신용으로 확정하였다. 각 대역에서 단일 채널은 250MHz 대역폭을 가지며 각각의 5GHz 대역 경계에서는 125MHz의 보호 대역을 가져야 한다.

유럽은 ETSI에서 2006년에 71~76GHz 및 81~86GHz 대역에서 고정업무를 위한 무선기기와 안테나에 대한 규격을 마련하여 ETSI-TS-102-524의 문서로 확정하였다. 세부 내용은 다음과 같다.

- 공중선 전력(ETSI TS 102 524 4.6.2.3 Out power limitation)
 - 등가등방복사전력(EIRP) 45dBw 이하(다만, 공중선 전력은 1W(30dBm) 이하일 것)
- 공중선 절대이득(TS 102 524 4.6.2.4 Minimum antenna gain)
 - 최소 안테나 이득 43dBi 이상
- 주파수 허용편차(TS 102 524 4.6.1 Radio frequency tolerance)
 - 150ppm 이내로 제한
- 점유주파수대폭(TS 102 524 4.3.1 Radio equipment)
 - 250MHz(19개 채널, 보호대역 125MHz)
- 불요발사
 - ▶ 대역외 영역 불요발사(TS 102 524 4.6.2.2 EIRP Spectrum density mask)
 - ※ EIRP density mask로 적용(ITU-R SM.1541-1에 적합)

나. 70/80GHz 대역 무선설비 기술동향

무선전송시스템은 광섬유 기반의 전송시스템에 비해서 전송속도가 현저히 속도가 느렸으나, 최근 빠른 FPGA, 고속의 A/D 및 D/A 변환기 등 밀리미터파 소자의 개발과 50GHz 대역 이상의 밀리미터파 대역에서 상대적으로 넓은 대역폭을 사용함으로써 속도가 10Gbps에 이르는 무선 고속 전송시스템의 개발이 이루어지게 되었다. 따라서 광섬유 기반의 전송시스템의 설치가 어려운 장소에 이를 대체하는 고속 전송시스템으로 자리를 잡게 되었다. 밀리미터파 전송시스템은 가시거리(Line of Sight)에서 사용되며, 낮은 마이크로파 주파수 대역에 비해 대기 감쇠가 상대적으로 심하기 때문에 근거리용으로는 사용된다.

주요 이용 사례로는 고정국간 중계나, 빌딩간 통신시 대용량(1.25~2.5Gbps) 고정통신을 제공할 수 있으며, 광케이블이 미 포설된 도심지역 인터넷망 구축, 하천 등에 의해 이격된 지역 간 통신망 구축, 네트워크 긴급 복구지원 등에 적용이 가능하다. 현재 국제적으로 할당된 주파수 현황을 보면 다음 표와 같다.

<표 2-10> 주요 국가 밀리미터파 대역 주파수 할당 현황

구분	할당 주파수 대역
미국	57-64GHz, 71-76/81-86GHz, 92-95GHz
유럽	57-59GHz, 64-66GHz, 71-76/81-86GHz
러시아	71-76/81-86GHz
호주	59-64GHz, 71-76/81-86GHz

70/80GHz 대역은 점대점으로 전송하고자 하는 경우 60GHz 대역에 비해 대기 감쇠량이 적어 전송거리가 늘어날 수 있는 장점이 있어 1km 이상의 거리를 안정적으로 전송하는 것이 가능하다. 이러한 광대역 특성을 이용하여 밀리미터파 시스템은 광섬유를 사용한 기본망을 사용하되 광섬유 케이블 설치가 어려운 분기점에 무선 자가망을 설치하면 광섬유 케이블의 설치비용과 비교할 때 경제적이다.

국내 밀리미터파 대역 무선전송 서비스는 현재 60GHz 대역 1.25Gbps급에서 향후 70/80/90GHz 대역 10Gbps급까지 주파수 및 전송속도가 향상된 시스템이 개발될 예정이다. ETRI에서는 현재 1.25Gbps급 전송시스템, 송수신기, 부품 등도 개발 중에 있으며, 70/80GHz 대역의 각 대역마다 5GHz 정도 가용 대역을 이용하여 10Gbps 급 데이터를 전송하는 데 사용할 수 있는 안테나/RF/IF 기술을 개발하고 있다. 주요 개발 기술에는 능동부품으로 MMIC, 주파수 합성기가 있으며, 수동부품으로 평판형 안테나, 필터 등이 있다. 또한, 작고 저렴한 모듈 구현을 위하여 밀리미터파 패키징, interconnection 기술도 개발하고 있다.

미국에서는 이미 시스템이 개발되어 상용화된 제품이 Loea, Proxim 등의 회사에서 출시되고 있다. Loea사에서 개발된 70/80GHz 대역 Ethernet 시스템은 1.25Gbps급의 전송속도를 제공하며 Proxim을 비롯한 다른 회사들에서도 유사한 성능을 갖는 제품들이 출시되고 있다. 향후 QAM 등의 변조방식을 적용하는 시스템으로 개발된다면 10Gbps 이상의 보다 빠른 전송속도를 제공할 수 있을 것으로 예상된다. 호주의 CSIRO(Commonwealth Scientific

and Industrial Research Organization)는 80GHz 대역에서 다중채널 전송방식을 이용한 6Gbps급 전송 단방향 전송시험을 실시하고, 양방향 시스템을 개발 중이다.

다. 70/80GHz 대역 고정점대점통신용 무선설비 기술기준 개정

70/80GHz 대역 무선설비에 대한 국내외 기술동향을 분석한 결과 국내 산업 활성화 및 수출 증대 등을 위하여 미국, 유럽의 기술기준을 수용할 수 있도록 기술기준(안)을 마련하였다. 주파수 대역폭은 향후 기술 발전에 따른 수요를 고려하여 5GHz로 정하였다.

기술기준(안)은 70/80GHz 대역 수요가 60GHz 용도 미지정 무선기기의 이용거리 확대를 위한 것임을 고려하여 무선설비규칙 제101조 「UWB 및 용도미지정 무선기기」를 「UWB, 용도미지정 및 고정점대점통신용무선기기」로 수정하여 제3항에 고정점대점통신용 무선기기에 대한 기술적 조건을 추가하였다. 세부 기술적 조건은 아래와 같다.

○ 공중선 전력

공중선전력은 주파수 수요를 고려하여 3W 이하로 정하였으며 다른 무선국에 혼신을 주지 않기 위하여 등가등방복사전력 55dBw와 전력밀도 150mW/100MHz에 대한 조건을 추가하였다.

○ 공중선 절대이득

공중선 절대이득은 세계 각 국에서 공통적으로 적용하고 있는 43dBi를 최소 이득으로 정하였으며, side lobe에 의한 혼신영향 감소를 위하여 공중선 빔폭(반치각)을 1.2° 이내로 제한하였다.

○ 주파수 허용편차

주파수 허용편차는 국제 기준인 ITU-R 권고 SM.1045-1 기준에 따라 150ppm 이내로 정하였다.

○ 점유주파수대폭

점유주파수대폭은 향후 기술발전에 따른 대역폭에 대한 수요 및 다양한 기술 적용을 위한 유연성 등을 고려하여 5GHz 이내로 정하였다.

○ 불요발사

- 대역외 영역 불요발사

대역외 영역 불요발사는 공중선 전력 기준을 미국 FCC 기준을 적용함에 따라 적용의 편의 등을 고려하여 미국 기준을 적용하였다.

▶ FCC CFR 47 Part 101.111 Emission limitation

$$A=11+0.4(S-50)+10\log(B)$$

A : 감쇠량(dBc)

B : 점유주파수대폭(MHz)

S : 점유주파수대폭에 대한 중심주파수로부터의 이격주파수의 백분율(%)

다만, 감쇠량이 56dB 이상이거나 불요발사 절대전력이 -13dBm/MHz 이하인 경우에는 적용하지 아니한다.

- 스퓨리어스 발사

스퓨리어스 발사는 현행 무선설비규칙 별표 4(스퓨리어스 영역 불요발사의 허용치)를 적용하였으며, 현행 기준의 70dBc 부분은 계산식에 의한 기준 적용시 보다 엄격한 기준임으로 아래 국내 기준 중 계산식만을 스퓨리어스 발사 기준으로 정하였다.

< 70/80GHz 고정점대점통신용 무선설비 기술기준(안) >

무선설비규칙(현행)	무선설비규칙 개정(안)						
<p>제101조 (UWB 및 용도미지정 무선기기)</p> <p>① UWB 기술을 사용하는 무선기기는 다음 각 호의 조건에 적합하여야 한다. <생략></p> <p>② 57~64GHz 주파수대역의 전파를 사용하는 용도 미지정 무선기기는 다음 조건에 적합하여야 한다. <생략></p> <p><신설></p>	<p>제101조 (UWB, 용도미지정 및 고정점대점통신용 무선기기) ① <현행유지></p> <p>② <현행유지></p> <p>③ 71~76GHz, 81~86GHz 주파수대역의 전파를 사용하는 고정점대점통신용 무선기기는 다음 조건에 적합하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 공중선 전력은 3W 이하 일 것 다만, 등가등방복사전력은 55dBw 이하이고 고 전력밀도는 150mW/100MHz 이하일 것 2. 공중선 절대이득은 최소 43dBi 이상이고 공중선 빔폭의 반치각은 1.2 이내일 것 3. 주파수허용편차는 $\pm 150 \times 10^{-6}$ 이내일 것 4. 점유주파수대폭은 5GHz 이내일 것 5. 각 주파수 대역에서 1MHz 분해대역폭으로 측정한 불요발사는 다음 값 이하일 것 <table border="1"> <tr> <th>구 분</th><th>불 요 발 사 허 용 치</th></tr> <tr> <td>대역외발사</td><td> $A = 11 + 0.4(S - 50) + 10 \log(B)$ A : 감쇠량(dB_c) B : 점유주파수대폭(MHz) S : 점유주파수대폭에 대한 중심주파수로부터의 이격주파수의 백분율(%) 다만, 감쇠량이 56dB 이상이거나 불요발사 절대전력이 -13dBm/MHz 이하인 경우에는 적용하지 아니한다. </td></tr> <tr> <td>스플리어스발사</td><td> $A = 43 + 10 \log(P)$ A : 감쇠량(dB_c) P : 평균전력(W) </td></tr> </table>	구 분	불 요 발 사 허 용 치	대역외발사	$A = 11 + 0.4(S - 50) + 10 \log(B)$ A : 감쇠량(dB _c) B : 점유주파수대폭(MHz) S : 점유주파수대폭에 대한 중심주파수로부터의 이격주파수의 백분율(%) 다만, 감쇠량이 56dB 이상이거나 불요발사 절대전력이 -13dBm/MHz 이하인 경우에는 적용하지 아니한다.	스플리어스발사	$A = 43 + 10 \log(P)$ A : 감쇠량(dB _c) P : 평균전력(W)
구 분	불 요 발 사 허 용 치						
대역외발사	$A = 11 + 0.4(S - 50) + 10 \log(B)$ A : 감쇠량(dB _c) B : 점유주파수대폭(MHz) S : 점유주파수대폭에 대한 중심주파수로부터의 이격주파수의 백분율(%) 다만, 감쇠량이 56dB 이상이거나 불요발사 절대전력이 -13dBm/MHz 이하인 경우에는 적용하지 아니한다.						
스플리어스발사	$A = 43 + 10 \log(P)$ A : 감쇠량(dB _c) P : 평균전력(W)						

3. 디지털 무전기

무전기란 전파를 매체로 송수신 장치를 통해 음성이나 데이터를 전달하는 통신 수단을 말한다. 이동전화가 출현하기 전까지만 해도 전파에 목소리를 실어 전송할 수 있는 유일한 수단이었으며 PTT(Push-to-Talk) 버튼 하나로 즉각적인 통화를 가능하게 함으로 신속한 의사결정이 필요한 곳에서 업무 연락용으로 사용되어 왔다. 무선전신(無線電信)이 개발되면서 전파통신의 역사가 시작되었으며 1930년대 처음으로 자동차용 무전기의 개발을 시작으로 2차 세계대전을 통하여 일반인들에게 알려지기 시작하였다.

1971년 NASA에서 달 탐사를 위하여 FM 무전기를 사용하였으며 1978년에는 주파수 이용효율을 높일 수 있는 주파수공용무선시스템이 선보였고 1991년에 최초의 디지털 무선시스템인 ASTRO 양방향 무전기가 선보였다. 국내는 6.25 전쟁으로 미군을 통해서 소개되었으며 1975년경에 국제전자에서 국산 무전기를 개발하였다. 1992년에 생활용 무전기가 선보이면서 크고 작은 업체들 간의 기술경쟁을 통한 국내 무전기 시장이 활성화되기 시작하였다.

무전기는 산업발전을 위한 사회의 기본 인프라로써 뿐만 아니라 국가의 공공안전망으로 국민 생활 편의의 중요수단으로의 역할을 담당해 오고 있다. 무전기는 1982년 일반인에게 보급이 허용되었고 산업현장 등에서 통화료 부담 없이 사용할 수 있어 현재까지 널리 이용되고 있다.

최초의 재래식 방식은 음성위주의 서비스를 제공하였으나, 디지털 방식으로 기술이 진화하면서 데이터 서비스의 제공이 가능해 졌다. 현재 국내에서 이용되고 있는 무전기는 300MHz, 800MHz 대역 주파수공용통신용 무선설비를 제외하면 대부분 아날로그 방식을 사용하고 있다.

본 보고서에서는 업무용 무전기에 적용되고 있는 각 종 기술을 검토하고 ETSI 표준기술인 DMR 기술을 국내에 도입하기 위하여 주요 국가의 현황을 바탕으로 디지털 무전기에 대한 기술기준(안)을 마련하여 제시하고자 한다.

가. 디지털 무전기 소개

디지털 무전기는 재래식 아날로그 무전기가 공공안전용 무전기로 진화하는 과정에서 주파수 이용 효율성, 보안성 등의 성능향상을 위해 CQPSK, $\pi/4$ DQPSK, M16QAM 방식 등 디지털 변조방식을 사용하는 무전기로써 1970년대 개발된 FM 무전기가 등장한 이후 주파수 이용효율을 개선한 주파수 공용무선시스템(TRS)이 1978년에 등장하였고 디지털 무전기는 1991년에 디지털 TRS는 1994년에 개발되었다.

특히 디지털TRS 기술은 아날로그 방식에 비해 높은 통화품질 및 데이터 보안, 기지국 및 단말기의 소형화, 주파수 이용효율 향상 등 우수한 성능을 갖고 있으며, 국제 개방형 표준에 의한 PSTN, Intranet, Internet은 물론 다른 TRS시스템과의 호환성을 제공한다. 또한, 우수한 보코딩 방식과 에러정정 방식 등 디지털 신호처리 기법을 적용하여 통화음질이 향상되었으며, 암호화 기술을 적용하여 통신의 보안기능이 강화되었고, 기지국 및 단말기의 소형 경량화로 사용자 편익이 향상되었다.

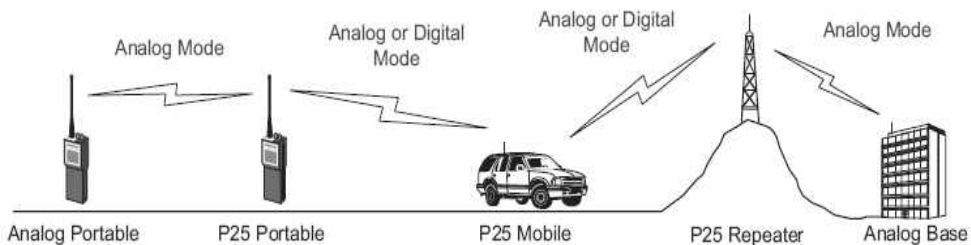
대표적인 디지털 무전기 표준 방식은 유럽의 TETRA, 미국의 APCO Project 25가 있고, 국제 표준 기술이 아님에도 널리 이용되는 모토로라 독자 기술인 iDEN이 있다. 아래 표에서 주요 디지털 무전기에 대한 특성을 비교 하였으며 세부내용은 기술 방식별로 기술하였다.

<표 2-11> 디지털 무전기 특성 비교

구 분	TETRA 방식	APCO-P25 방식	iDEN 방식
안정성	단말기 간 직접통화 단말기를 통한 중계기능	TETRA와 유사	단말기간 직접통화 단말기를 통한 중계기능 부재
재난 대응성	동적 그룹통화, 비상통화 기능 우수	TETRA와 유사	동적 그룹통화, 비상통화 기능 미흡
주파수 효율성	TDMA (1:4)	FDMA Phase I (1:2) FDMA Phase II (1:4)	TDMA (1:6)

o APCO-P25

APCO P25(Association of Public safety Communications Officials international - Project 25)는, TIA(Telecommunications Industry Association), NASTD(National Association of State Telecommunications Directors)에서 공동으로 개발한 공개 표준으로 인터페이스, 동작 성능에 대하여 정의하고 있으며 육상이동무선국(Land Mobile Radio)에 대한 표준이다. APCO P25는 Phase I, II, III로 나누어져 있으며 Phase I은 12.5 kHz 대역폭의 아날로그와 디지털 혼합형인 C4FM(Continuous 4 level FM) 변조방식을 사용하며, Phase II는 FDMA, TDMA 표준으로 6.25 kHz 대역 효율을 갖는다. Phase III는 MESA(Mobility for Emergency and Safety Applications)로 알려져 있으며, 광대역 재난무선통신망 구축을 목적으로 초고속 데이터 서비스를 위해 ETSI와 TIA가 공동으로 표준화 작업을 진행 중이다. APCO P25는 아날로그와 디지털, 주파수공용통신방식이 혼합된 기술이다. P25는 개방형 표준으로써 서로 다른 장비도 상호 연동이 가능하며, P25 Phase I의 경우 FM 표준 라디오와 호환이 가능하고, Phase II 장비 또한 Phase I과 호환이 가능하다.



<그림 2-14> APCO P25의 상호 호환성

o TETRA

유럽의 주파수공용통신 기술표준인 TETRA는 1995년 ETSI에 의해 최초 표준화 되었으며, 주로 정부기관이나 군용 또는 긴급통신용(경찰, 소방, 의료 기관 등)으로 고안되어, 1997년 상용화된 이후 현재 전 세계 재난통신망 시장을 주도하고 있다. TETRA 시스템의 세부 규격은 아래 표와 같다.

<표 2-12> TETRA 규격 비교

	TETRA Release I	TETRA Release II	비고
Network Access	TDMA	TDMA	
동작 대역	380MHz & 800MHz	Multi-Band 형태(~1GHz)	
변조방식	$\pi/4$ DQPSK	$\pi/8$ D8PSK, 4QAM/16QAM/64QAM	Adaptive & Variable
Data 전송 속도	7.2 ~ 36kbps	54 ~ 690kbps	30 ~ 400kbps(Normal)
채널 대역폭	25kHz(음성: 4-slots)	+25kHz, 50kHz, 100kHz, 150kHz	Multi-Carrier 방식
Vocoder 방식	ACELP(4.567kbps)	+3GPP/GSM AMR(4.75kbps), ITU 4kbps, NATO CODEC 등	음질 향상 및 Full-duplexing 방식 고려 중
동작 전압	+ 7.2 VDC	+ 3.7 VDC	Low voltage 동작
단말기 집적화	Hybrid 형태(Discrete)	Integration 형태	RFIC, MODEM 칩 등
Channel Coding	Convolutional Code	+Turbo Coding	병렬연접길쌈부호(PCCC)
Channel 추정	-	Pilot Symbol	
망 연동	-	-Release I과의 Backward 호환 -타 시스템과의 로밍, 연동 기능	2G/3G(IMT-2000) 이동 통신
서비스 범위	음성, 데이터, 정지영상	+Data Base, Graphic, 동영상	

PCCC: Parallel Concatenated Convolutional Code

Release II 는 Release I의 고속데이터 전송에 대한 요구를 충족시키기 위해 표준화가 진행되고 있는 기술로써 데이터 속도가 최대 690 kbps 이다. Release II 는 Release I 과 호환이 가능하고, 이동통신 망과의 연동도 가능하다.

o DMR(Digital Mobile Radio)

PMR(Private Mobile Radio)은 유럽에서 저가의 워키토키 시장부터 공공 안전 분야까지 사용되고 있는 아날로그 시스템이며, 전통적인 아날로그 방식으로는 사용자의 요구를 만족시키기 어려워 디지털 방식의 PMR이 등장하게 되었다. DMR은 ETSI가 정의한 유럽의 새로운 PMR 표준이다.

일반적인 디지털 무선 프로토콜은 커버리지가 축소되어 디지털 전환에 어려움이 있으나 DMR 기술은 12.5 kHz 대역을 사용하는 FM 무전기와 같은 커버리지 확보가 가능하여 TETRA 표준을 대체할 수 있는 기술로 평가받고 있다.

<표 2-13> DMR 시스템 분류

Tier 1	Tier 2	Tier 3
비허가 (digital PMR 446)	허가 (DMO 또는 중계방식 사용)	허가 (주파수공용방식)

유럽의 DMR 표준은 위의 표에서와 같이 세 가지로 나누어져 있으며, 446.1~446.2 MHz 대역은 허가 없이 사용이 가능하다. 현재 국내에서 도입하고자하는 방식은 Tier 2에 해당한다. Tier 2는 2-slot TDMA방식을 사용하며 RF 대역폭은 12.5 kHz이고, 4FSK 변조방식을 사용한다.

DMR은 짧은 통화연결 대기시간, 쌍방향 통화, 공중망과의 연동성, 다양한 보코더 적용 가능성 등의 특징이 있으며, 기존 아날로그 시스템과 동일한 복사전력을 사용하여 좀 더 확장된 커버리지를 얻을 수 있고 단말기 간 직접 통신 및 중계시스템을 이용한 통신이 가능하며, 단일주파수를 이용한 단방향 통신 및 쌍방향통신을 할 수 있다.

DMR은 중앙제어장치를 이용하는 TRS 시스템보다 망 구축 비용이 훨씬 적게 소요되며 TDMA 방식의 디지털 기술을 이용함으로써 기존 아날로그 방식에 비해 주파수 이용효율 및 다양한 어플리케이션 제공 측면에서 우수한 기술이다.

나. 무전기 이용현황

국내에서 무전기를 사용하기 위해서는 면허를 받아야만 사용이 가능하며 이 면허 방식에 따라 업무용 무전기, 간이무전기, 생활무전기로 구분된다. 업무용 무전기는 공식면허 절차인 허가를 받아야만 사용할 수 있으며, 간이한 절차에 따른 허가를 받는 것이 간이무선국이다. 생활무선국은 허가 없이 형식등록만 받으면 사용할 수 있다. 업무용 무전기는 주로 138~174, 335.4~470 MHz 대역 주파수를 많이 이용하며 간이무선국은 146, 222, 422, 423, 444 MHz 대역의 특정 주파수로 한정되어 있으며 생활국용 무선국은 27MHz 대역과, 400MHz 대역을 주파수를 이용한다.

앞에서 언급한 무전기들은 모두 아날로그 방식으로 디지털 방식 무전기에 대한 도입이 시급하다. 국내 무전기 생산업체는 유니모테크놀로지, 이테크, 에어텍 정보통신, 원어텍, NK 정보통신 등 소규모 업체로 주로 아날로그 방식의 무전기를 생산하고 있다.

한국전파진흥원 통계에 따르면 국내 무전기 시장은 아래 표에서와 같이 해마다 꾸준히 증가하고 있어 한정된 주파수 자원을 효율적으로 이용하기 위해서는 다양한 방식의 디지털 기술의 도입이 필요하다.

<표 2-14> 무전기 관련 무선국 허가 현황

(단위: 국)

구 분	2006년	2007년	2008년
간이무선국	291,539	317,942	353,544
자가 TRS	49,058	62,907	93,167
업무용 무전기	30,169	31,969	33,537
계	370,766	412,818	480,248

미국의 LMR(Land Mobile Radio)은 공공기관이나 산업현장 등에서 재난 통신 및 업무 연락용 등으로 사용되며 이러한 통신망들은 독립적으로 구성되나 PSTN이나 셀룰러 시스템과 같은 공중망과 연동도 가능하다. LMR은 PLMR(Private Land Mobile Radio)이라고도 불리우며, 유럽에서는 PMR/PAMR이라는 용어로 사용된다. 미국의 LMR 업체로는 Thales, Harris Corporation, Motorola, Raytheon, Tyco Electronics 등이 있으며 주파수 분배 현황은 아래와 같다.

<표 2-15> 미국의 TRS 주파수 분배 현황

주파수(MHz)	대역폭(MHz)	용도
769~775, 799~805	12	공공안전
809.750~821, 854.750~869	22.5	공공안전, 공중망
896~901, 935~940	10	공중망

유럽의 PMR(Private Mobile Radio)은 근거리 기지국 또는 중앙 지휘부와 통신이 필요한 산업분야의 수요에 의해 최초 개발되었으며, 응급무선통신용으로 이용되고 있다. PMR은 하나 이상의 기지국과 다수의 이동국으로 구성되는 주파수공용시스템(trunked system)으로 개발되어 유럽에서는 TETRA라는 이름으로 널리 알려져 있고, 개별통화, 그룹통화는 물론 PTT(Push-To-Talk) 기능을 지원하고 통화연결시간(call set-up time)이 셀룰러 시스템에 비해 짧다는 특징을 갖다.

PMR은 기본적으로 면허를 받아 사용하도록 되어있으나, PMR446은 6개의 아날로그 채널을 가지며, 유럽의 대부분 국가에서 비면허로 사용이 가능하다. 유럽에서 380~390/390~399.9MHz, 410~430MHz, 450~470MHz, 870~876/915~921MHz 대역을 사용할 수 있으며 380~385MHz, 390~395MHz 대역은 공공안전용 주파수로만 사용하고 있다. 기본적인 PMR과 달리 공중망에의 접속이 가능한 PMR 시스템이 있으며 이 시스템을 PAMR(Public Access Mobile Radio)라고 한다.

TETRA는 상업용과 공공용 무전기에 대하여 증가하는 기술적 요구사항을 만족시키기 위해 ETSI에서 개발한 PMR/PAMR 시스템이며 DMR은 아날로그 PMR을 디지털 방식으로 전환하기위해 ETSI에서 개발한 방식이다.

다. 디지털무전기 기술기준 동향

디지털 무전기 관련 규정은 국내 기술기준을 기반으로 유럽 ETSI 기준과 미국 FCC 기준을 살펴보았다. 국내에서는 무선설비규칙 제107조에서 아날로그 무전기에 대한 RF 특성에 대한 기술적 조건들을 정하고 있으며 유럽은 ETSI TS 102 361-1과 EN 300 113에서 미국은 FCC CFR 47 Part 90에서 정하고 있다. 세부 RF 특성에 대한 조건은 아래 표와 같다.

<표 2-16> 국내외 무전기 규격 비교

구 분	국내 규정 (무선설비규칙)	유럽 ETSI 규정 (DMR)	미국 FCC 규정 (digital PLMR)
관련 규격	▶ 무선설비규칙 제107조 (F1D, G1D, F2D, G2D, F3E 및 G3E 전파를 사용하는 무선설비)	▶ ETSI TS 102 361-1, EN 300 113	▶ CFR 47 Part 90
주파수 범위	138~174MHz, 335.4~470MHz	30~1000MHz	150~174MHz, 421~512MHz
주파수 허용편차	▶ 제3조(주파수허용편차) ▶ 별표 2 - BS/FS/MS · 138~174MHz(±6ppm) ※ 2W 이하일 경우(±8ppm) · 335.4~470MHz(±3ppm) ※ 2W 이하일 경우(±4ppm)	▶ TS 102 361-1(10.1.3) - BS · 50~300MHz(±2ppm) · 300~600MHz(±1ppm) - MS · 50~600MHz(±2ppm)	▶ Part 90.213 - BS(FS) · 150~174MHz(±2.5ppm) · 421~512MHz(±1.5ppm) - MS · 150~174MHz(±5ppm) · 421~512MHz(±2.5ppm)

구 분	국내 규정 (무선설비규칙)	유럽 ETSI 규정 (DMR)	미국 FCC 규정 (digital PLMR)
점유주파수대역폭	▶ 제4조(주파수대역폭의 허용치) ▶ 별표 3 - 8.5kHz	▶ 8.5kHz	▶ Part 90.209 - 8.5kHz/11.5kHz
스퓨리어스영역에서의 불요발사	▶ 제5조(스퓨리어스영역 불요발사의 허용치) ▶ 별표 4 - $43+10\log(PY)$ or 70dBc	▶ EN 300 113-1(7.5) - 9kHz~1GHz($0.25\mu W$ (-36dBm)) - 1GHz~4GHz($1\mu W$ (-30dBm))	▶ Part 90.210 - fc~5.625kHz : 0dB - 5.625~12.5kHz : 7.27(f _d -2.88kHz)dB - 12.5kHz이상 : 50+10log(P) or 70dB
인접채널 누설전력	▶ 무선설비규칙 제107조 - 60dB 이하	▶ EN 300 113-1(7.4) - 60dB 이하	

(1) 국내 기술기준

국내 업무용 무전기 관련 규정은 무선설비규칙 제107조에서 정하고 있으며 현행 기준은 주파수 변조 방식의 아날로그 업무용 무전기에 대한 규정으로 디지털 방식에는 적용할 수 없으므로 디지털 무전기를 위한 기술기준의 마련이 필요하다. 현행 아날로그 무전기에 대한 세부 기술적 조건은 아래와 같으며 주파수허용편차, 공중선전력 허용편차, 점유주파수대폭 등 전파의 질과 관련된 공통 기준은 무선설비규칙 제3조에서 제6조까지의 조항에서 정하고 있다.

○ 주파수 허용편차

- 제3조(주파수허용편차) 별표 2

구분	고정국(단위 : ppm)		육상국/기지국		이동국/육상이동국	
	2W 이하	2W 초과	2W 이하	2W 초과	2W 이하	2W 초과
138~174MHz	8	6	8	6	8	6
335.4~470MHz	4	3	4	3	4	3

○ 공중선전력 허용편차

- 제6조(전력) 별표7

별표7 8호 '그 밖의 송신설비' (하한 50%, 상한 20%)

- 점유주파수대폭
 - 제4조(주파수대폭의 허용치) 별표3
 - 제107조제6호 관련 : 사용주파수대는 그 전파형식에 따라 별표3에 명시된 점유주파수대폭 8.5kHz 또는 16kHz에 지정된 주파수 대역 이내일 것
- 인접채널누설전력
 - 제107조제5호 60dBc
- 불요발사
 - 제5조(스푸리어스영역 불요발사의 허용치) 별표4
 - 별표4 11호의 ‘그 밖의 업무 및 무선설비’ : $43+10\log(PY)$ 또는 70dBc중 덜 엄격한 값

(2) 미국 연방통신위원회(FCC) 기준

미국의 PLMR(Private Land Mobile Radio) 규정은 CFR 47 Part 90에서 정하고 있으며, 사용주파수 범위는 150~174MHz, 421~512MHz 대역이며 주파수허용편차, 점유주파수대역폭 등의 RF 조건은 다음과 같다.

○ 주파수허용편차(Part 90.213)

주파수 범위	고정, 기지국	이동국	
		2W 이상	2W 미만
150-174	5 ^{5,11}	5 ⁶	50 ^{4,6}
421-512	2.5 ^{7,11,14}	5 ⁸	5 ⁸

- 5 150-174 MHz 대역, 12.5kHz 채널의 고정, 기지국에서는 2.5ppm
- 6 150-174 MHz 대역, 12.5kHz 채널의 이동국 및 이동국 저출력(2W 이하) 5ppm
- 7 421-512 MHz 대역, 12.5kHz 채널의 고정, 기지국에서는 1.5ppm
- 8 421-512 MHz 대역, 12.5kHz 채널의 이동국에서는 2.5ppm

○ 점유주파수대역폭(Part 90.209)

- 8.5kHz/11.5kHz

○ 스푸리어스영역에서의 불요발사(Part 90.210)

- fc~5.625kHz : 0dB
- 5.625~12.5kHz : 7.27(fd-2.88kHz)dB
- 12.5kHz이상 : $50+10\log(P)$ or 70dB

(3) 유럽연합(EN) 기준

유럽은 ETSI TS 102 361-1, EN 300 113 규정을 따르고 있으며 디지털무전기(DMR, Digital Mobile Radio)에 대한 사용주파수 범위는 30MHz~1GHz 대역이며 주파수허용편차, 점유주파수대역폭 등의 RF 조건은 다음과 같다.

- 주파수허용편차(TS 102 361-1(10.1.3))
 - 기지국(BS) : 50~300MHz(± 2 ppm), 300~600MHz(± 1 ppm)
 - 이동국(MS) : 50~600MHz(± 2 ppm)
- 점유주파수대역폭 : 8.5kHz 이내
- 스푸리어스영역에서의 불요발사(EN 300 113-1(7.5))
 - 9kHz~1GHz($0.25\mu W$ (-36dBm))
 - 1GHz~4GHz($1\mu W$ (-30dBm))
- 인접채널누설전력(EN 300 113-1(7.4)) : 60dB 이하

라. 디지털무전기 기술기준 개정(안)

국내 업무용 무전기에 대한 규정인 무선설비규칙 제107조는 아날로그 방식에 대한 규정이며 향상된 성능과 주파수 이용효율의 개선을 위하여 디지털 무전기에 대한 기술기준이 필요하다. 이에 미국 FCC와 유럽 ETSI 규정을 분석하였으며 그 결과 다음과 같이 기술기준(안)을 제시하고자 한다.

<표 2-17> 디지털 무전기 기술기준(안)

구 분	기술적 조건	비 고
주파수 범위	138 ~ 174 MHz, 335.4 ~ 470 MHz	
전파형식	F7D, F7E, FXD, FXE	
주파수 허용편차	$\pm 1.5 \times 10^{-6}$	FCC,ETSI 규정 참조
점유주파수 대역폭	8.5 kHz 이하	
공중선전력	고정국 및 이동중계국 : 25W 이하 이동국 : 10W 이하	아날로그 기준 참조
불요발사	기본파로부터 감쇠가 50+10log(PY) 또는 70 dBc 중 덜 엄격한 값	FCC 규정 참조
인접채널 누설전력	기본파의 반송파전력보다 60 dB 이상 낮은 값	ETSI 규정 참조

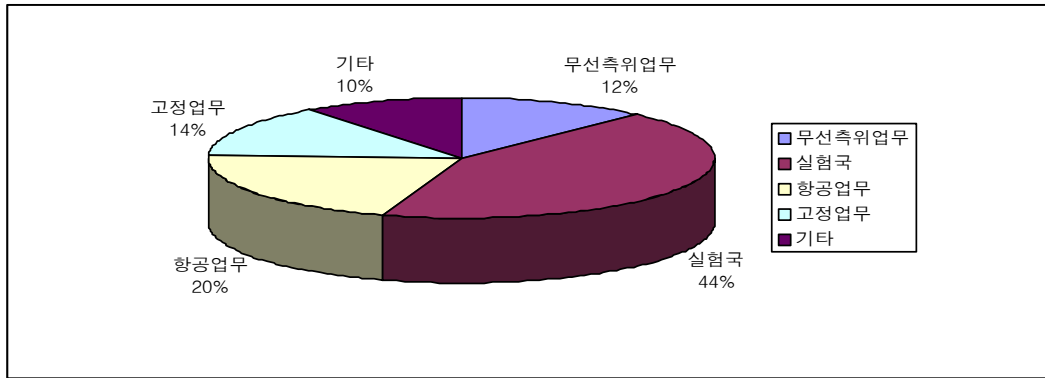
디지털 무전기의 전면 도입을 위해서는 무전기에 대한 주파수 재배치가 필요함으로 이번 연구에서는 주파수 정비 없이 기존 아날로그 주파수를 공유하여 이용 범위 내에서 기술기준(안)을 마련하였다. 따라서 사용 주파수와 점유주파수대역폭은 현행 기준 범위 내에서 정하였으며 공중선전력, 불요발사, 인접채널누설전력 등은 간섭을 최소화하기 위하여 엄격하게 규정하였다.

< 디지털 무전기 기술기준(안) 신·구 조문 대비표 >

무선설비규칙(현행)	무선설비규칙 개정(안)
<p>제107조(F1D, G1D, F2D, G2D, <u>F3E 또는 G3E</u> 전파를 사용하는 무선설비) F1D, G1D, F2D, G2D, F3E 또는 G3E 전파를 사용하는 단일통신로의 무선국의 송신장치(다중통신로의 것을 제외한다)의 기술기준은 다음 각 호와 같다. 다만, 실험국, 아마추어국, 주파수공용무선전화의 무선국, 허가받지 아니하고 개설할 수 있는 무선국, 간이무선국을 제외한다.</p> <p>1~6. (생략)</p> <p style="text-align: center;"><신설></p>	<p>제107조(F1D, G1D, F2D, G2D, <u>F3E, G3E, F7D, F7E, FXD 또는 FXE</u> 전파를 사용하는 무선설비) ① F1D, G1D, F2D, G2D, F3E 또는 G3E 전파를 사용하는 단일통신로의 무선국의 송신장치(다중통신로의 것을 제외한다)의 기술기준은 다음 각 호와 같다. 다만, 실험국, 아마추어국, 주파수공용무선전화의 무선국, 허가받지 아니하고 개설할 수 있는 무선국, 간이무선국을 제외한다.</p> <p>1~6. (현행과 같음)</p> <p>② <u>138MHz 이상 174MHz 이하 또는 335.4MHz 이상 470MHz 이하의 주파수대에서 F7D, F7E, FXD 또는 FXE 전파를 사용하는 무선국의 송신장치 기술기준은 다음 각 호와 같다. 다만, 실험국, 아마추어국, 주파수공용무선전화의 무선국, 허가받지 아니하고 개설할 수 있는 무선국, 간이무선국용 무선설비를 제외한다.</u></p> <p>1. <u>공중선전력은 다음의 조건에 적합할 것</u> 가. 고정국 및 이동중계국은 25W 이하일 것 나. 이동국은 10W 이하일 것</p> <p>2. <u>주파수허용편차는 $\pm 1.5 \times 10^{-6}$ 이내일 것</u></p> <p>3. <u>점유주파수대폭의 허용치는 8.5kHz 이하일 것</u></p> <p>4. <u>스퓨리어스영역에서의 불요발사는 $50 + 10\log(PY)$ 또는 70dBc 중 덜 엄격한 값 이내일 것</u></p> <p>5. <u>인접채널 누설전력은 기본파의 반송파전력보다 60dB 이상 낮은 값일 것</u></p>

제3장 무선국 허가를 위한 전파간섭 분석

‘09년도 지상망 무선국 주파수지정 타당성 검토는 총 49건 119국 수행하였으며, 아래와 같이 항공업무, 이동통신 등 신규 주파수 이용에 따른 간섭 분석을 수행하였다. (무선측위업무6, 실험국21, 항공업무10, 고정업무7, 기타5)



<그림 3-1> '09년 주파수 지정검토 현황 분석

항공업무와 이동통신(4G 실험국)이 전년도와 비슷한 비중으로 전체의 64%를 차지했으며, 그 이유로는 국내 항공사(진에어, 제주항공, 이스타항공, 에어부산 등)의 항공업무가 안정화에 들어서면서 업무활성화로 인한 무선국 신청이 증가하였으며, 차세대이동통신 시스템(와이브로, LTE) 기술 개발을 위한 실험국 개설은 작년과 마찬가지로 수요가 많았다.

무선측위국의 기상(강우)레이더 허가신청이 많았으며 주요 개설목적은 급변하는 기상환경으로 인한 폭우, 폭설 등 인명안전을 위하여 신속히 기상상태를 측정하기 위함으로 S밴드의 주파수를 사용하며 대출력의 고성능 레이더를 높은 위치에 설치하여 일정범위(반경 약100km)내의 기상환경을 실시간으로 측정하는 무선국으로, 한반도 주요 위치에 설치할 예정으로 해당 부처에서 계획 중이며, 그로 인한 전파간섭 및 주파수 부족을 해결하기 위하여 레이더 특성을 파악을 위하여 ITU(국제전기통신연합)의 권고사항 등을 면밀히 검토하여 전파간섭을 분석하였다.

제1절 지상 주파수 간섭분석 및 지정 검토 업무체계

<주파수 지정 절차>

- 중앙전파관리소는 무선국 주파수 지정 요청(본부) 및 주파수 이용 타당성 검토 의뢰(전파연구소)
- 전파연구소는 주파수 이용의 기술적 타당성을 본부에 통보
- 본부는 중앙전파관리소의 지정 요청, 전파연구소의 타당성 검토 결과를 참고해 주파수 지정 여부를 최종 판단하고 그 결과를 전파관리소 및 전파연구소 등에 통보
 - 전파관리소는 최종판단에 따라 무선국 지정
 - 전파연구소는 무선국 전파간섭 분석 등에 활용
 - 전파연구소(전파업무정보화담당)는 전파방송통합관리시스템의 전파지정기준 관리에 활용

1. 전파관리소에서 전파연구소로 주파수지정 타당성 검토 요청

- 가. 전파관리소는 무선국 허가시 전파지정기준이 적용되지 않는 경우 전파연구소로 주파수지정 타당성 검토를 요청(예 : 실험국, 항공국, 무선측위국 등)
- 나. 본부에 주파수 지정요청, 전파연구소에 지정을 위한 타당성 검토 요청

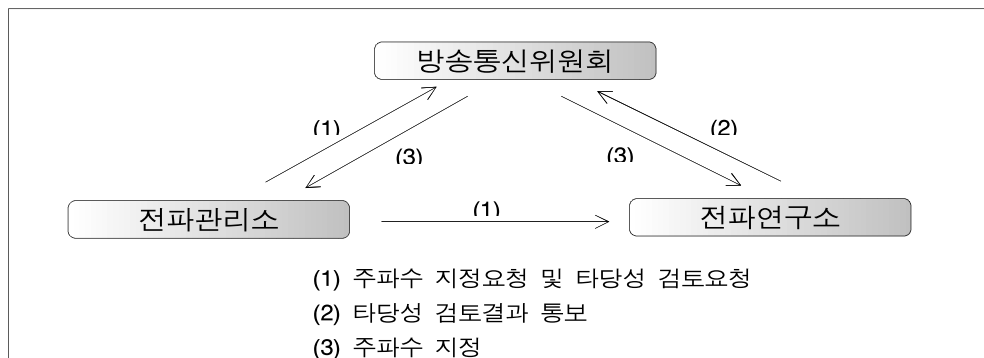
2. 전파연구소에서 주파수 지정타당성 검토 수행

- 가. 전파연구소는 무선국 개설목적, 주파수, 출력의 적정성을 조사 분석하여 적정 주파수 및 출력 등 주파수 지정 타당성을 검토
 - (1) 무선국 개설 목적의 적정성 검토
 - 무선국 개설 목적 및 통신사항 등의 적정성 검토
 - 희망주파수가 희망업무에 적합한지의 여부 검토
 - 주파수이용 중장기계획 부합성 및 무선국 개설 필요성의 검토
 - 무선국 개설 허가조건에 대한 검토(전파법 제21조 제2항 및 시행령 제32조)

(2) 적정 주파수 및 출력 검토

- 전파방송관리통합정보시스템(RBMS)으로 적정주파수 검토
 - 주파수 분배표의 국제 및 국내 분배의 적정성 확인
 - 허가된 기 무선국의 주파수 이용현황을 분석하여 주파수 재사용 여부 검토 또는 적정주파수 탐색
 - 군 및 비밀무선국 주파수 이용현황 분석
 - ※ 항공관련 무선국은 ICAO관련 규정 검토가 필요
- 주파수자원분석시스템(SMI)를 활용하여 혼신 및 적정 출력 분석
 - 희망주파수에 대한 혼신 및 혼변조 분석
 - 수동적인 인접주파수와 간섭여부 분석
 - 군 주파수 및 비밀무선국과의 간섭여부 분석
 - 전계강도 산출로 무선국업무에 따른 적정출력 검토
 - 안테나 각도 및 주변지형 지물에 따른 적정출력 분석
 - ※ 필요시 현장조사를 실시하여 무선국 주변의 전파환경을 조사

3. 전파연구소에서 주파수 지정 타당성 검토결과를 본부에 제출
 - 무선국 설치 시 및 실측자료를 토대로 전파간섭 분석 및 적정의견 작성
4. 본부에서 전파관리소로 주파수 지정 통보
 - 정책 및 주파수 이용계획, 지정기준 등을 검토하여 전파관리소에 주파수 지정통보
5. 전파관리소에서 신청기관/인에게 무선국을 허가
 - 본부의 무선국 지정통보에 따라 각 전파관리소는 무선국을 허가



<그림 3-2> 주파수 지정 절차

제2절 주파수 지정검토 및 현장 조사 사례 분석

1. 비슬산(경북 청도) 강우레이더 시스템 현장조사

한강홍수통제소 및 기상청의 S밴드(2700 - 2900 MHz) 기상레이더 주파수 수요가 급증함에 따라 간섭분석 등 신규 주파수 지정시 필요한 RF 특성 등 기술적 사항을 조사함

※ 기상청 2파, 통제소 5파의 S밴드 신규 주파수가 소요될 예정

가. 조사 내용

(1) 비슬산 강우레이더 관측소 시스템 현황

(가) 시스템 일반 : 제조사는 중국 METSTAR사의 WSR-98D/S의 도플러 기상레이더로 안테나, 송수신기, 제어기, 분석 S/W 등으로 구성

※ 본 레이더는 S밴드 기상레이더에 관한 권고(ITU-R M.1464-1) 중 Radar G 타입에 해당

(나) 안테나 시스템 : 레이돔 형태로 1도의 빔폭을 가진 S밴드 반사체와 페데스탈, 안테나 제어유닛으로 구성

- 타입 : Fiberglass Skinfoam
- 편파 : Linear Horizontal & Vertical
- 직경 : 8.54 m / 레이돔 직경: 11.8 m
- 빔폭 : 1도(3dB)
- 이득 : 44dBi 이하

(다) 송신 시스템 : 피크 전력 800 kW의 클라이트론 증폭기를 사용
수직, 수평편파의 2중 편파를 방사함

- 주파수 범위 : 2700 ~ 3000 MHz
- Peak Pulse Power : 800 kW
- Long Pulse Length : 4.5 us
- Short Pulse Length : 1.0 us
- PRF for Long Pulse : 250 to 452 Hz
- PRF for Short Pulse : 250 to 1304 Hz

(라) 수신 시스템 : 높은 선택도와 선형 필터를 통해 얻어진 중간주파수를 신호처리를 통해 관측데이터를 생성후 레이더 분석 소프트웨어를 해석함

- Superheterodyne 방식 Digital 수신기
- Noise Figure : 2 dB 이하
- IF 주파수 : 57.55 MHz
- LNA Input for Long Pulse : -115 dBm
- Effective Dynamic Range : 95 dBm

(2) 간섭분석 관련 레이더 RF 특징 조사

(가) 출력

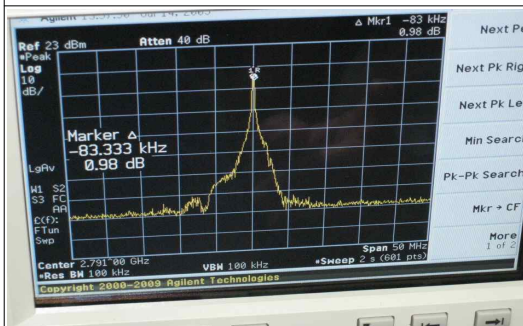
- 2중 편파 송신 : 각 편파당 325 kW 송출되며 실제 최대출력이 아래와 같이 770kW이하로 측정됨



송신부



이중편파 도파관



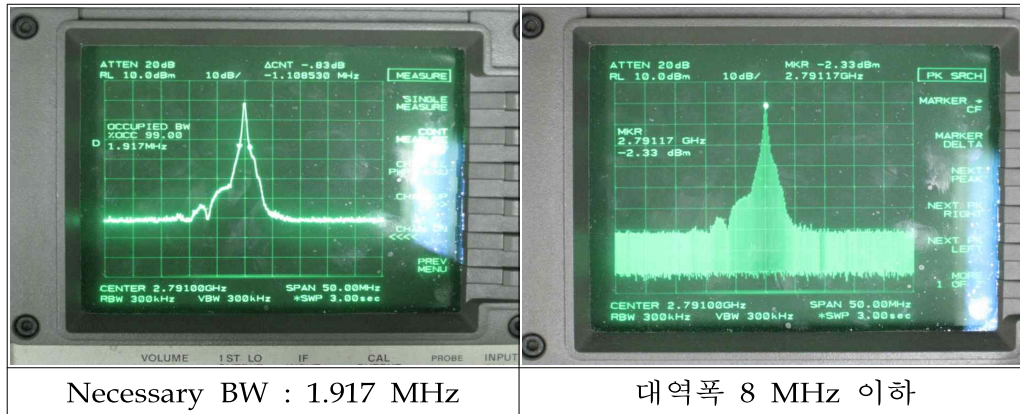
송신신호 스펙트럼



출력 측정결과

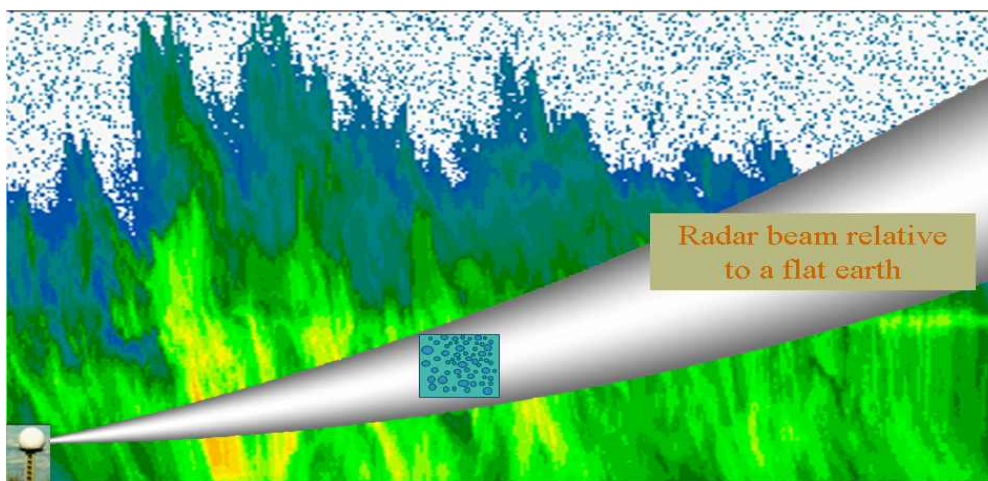
(나) 대역폭

- Necessary Bandwidth와 Out of Band Emission Region을 포함한 대역폭으로 정의되며 본 레이더의 신청 대역폭은 아래와 같이 8MHz이하로 측정됨



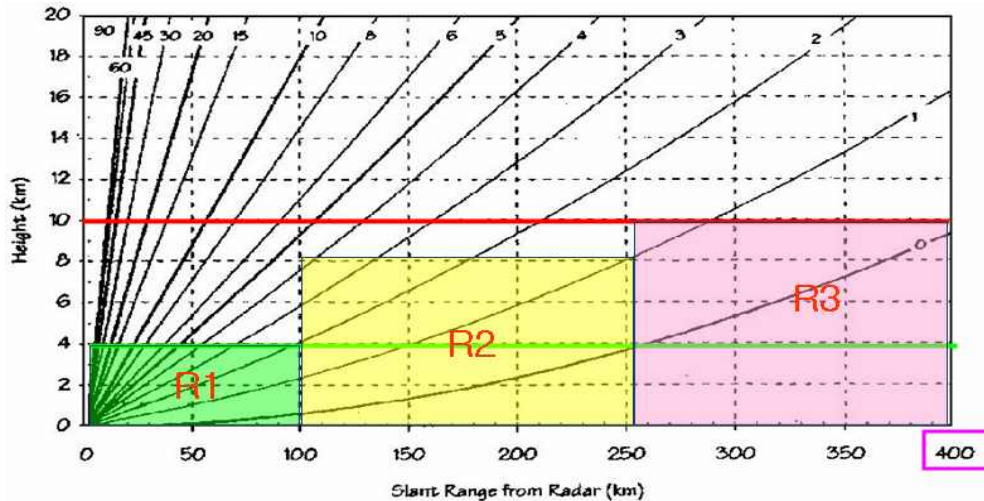
(다) 송신 신호형태

- 레이더 안테나에서 방사된 전파는 대기 중을 전파되면서 거리에 따라 빔 볼륨이 아래 그림과 같이 커짐



<그림3-3> 대기 중을 전파하는 빔 볼륨의 크기

- 레이더 빔의 고도는 지구곡률 및 대기의 수직밀도 구조에 따라 거리에 비례하여 아래 그림과 같이 높아짐



<그림3-4> 지구곡률과 대기의 수직밀도에 따른 레이더 빔의 고도

- 거리별로 크게 3가지 거리영역 즉 R1, R2, R3로 구분됨
- R3는 지구곡률 및 대기중 강우의 분포를 고려할 때 강우감시 모드로 사용할 수 있는 거리로 400~480Km 정도
- R2는 강우현상을 정성적(Qualitatively)으로 활용하는 거리로 약 250km
- R1은 강우량을 정량적(Quantitatively)으로 산출할 때 활용하는 거리로 약 100km 정도

※ 강우레이더에서 지상강우량 산출시 유효거리를 100km로 제한하는 것은 여러 가지 오차 요인을 줄여 정확도를 높이기 위함

2. 기상/강우레이더용 S-밴드 주파수 검토 사례

가. 국제·내 분배



나. 무선국종 검토

- 한강홍수통제소에서 신청한 레이더는 소백산 주변의 강우량 및 기상 상태를 24시간 관측하는 무선측위국로서 통신사항이 전파법 시행령 제9조의 규정에 의한 무선국의 개설 목적에 적정
 - 무선측위업무 : 무선측위를 위한 무선통신 업무로 분류함
(전파법 시행령 26조)
 - 무선측위 : 전파의 전파특성을 이용하여 위치·속도 및 기타 사물의 특징에 관한 정보를 취득하는 것(전파법 시행령 2조)

다. S-밴드 레이더 주파수 지정기준 검토

- 현 전파지정기준은 동 기상/강우레이더를 수상을 포함하는 기상상의 관측과 조사를 위한 무선통신업무로 해석하여 기상원조업무(기상원조국)로 분류하고 있으나, 무선측위업무(무선측위국)로 변경하는 것이 바람직함

○ S 밴드 기상 레이더 전파지정 현황

구분	주파수 (MHz)	사용자	전파형식 출력, 국종	사용 지역	비고
①	2 7XX	기상청	8M00P0N 850kW 무선측위국	구덕산(부산)	관악 레이더 일부공유 및 공공 무선국과 공유
②	2 7XX	"		관악산(서울)	구덕 레이더 일부공유 및 공공 무선국과 공유
③	2 7XX	"		오성산(군산)	Clean Band
④	2 7XX	"		성 산(제주)	항공항행 무선국과 공유
⑤	2 8XX	"		고 산(제주)	공공 무선국과 공유
⑥	2 8XX	"		강 릉(강원)	Clean Band
⑦	2 8XX	"		광덕산(강원)	공공 무선국과 공유
⑧	2 8XX	"		진 도(전남)	공공 무선국과 공유
⑨	2 7XX	홍수통 제소		비슬산(경북)	공공 무선국과 공유

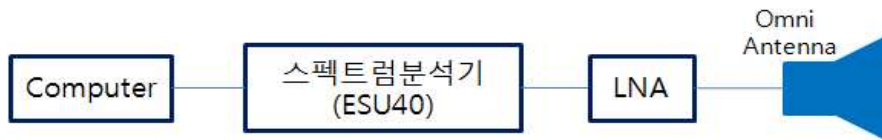
라. 향후 기상/강우 레이더 주파수 수요검토

- 2012년까지 S밴드(2700-2900MHz, RR 5.423) 기상레이더 주파수 수요가 급증할 것으로 예상됨
 - 기상청 2파 신청(현재 8파 운용)
 - 통제소 5파 신청(현재 1파 운용)

구분	산명	소속	사용지역	경도/위도	해발고 (m)	도입/교체 예상시기
1	소백산	한강 홍수 통제소	충북 단양군	128°XX'XX" 36°XX'XX"	1,408	2010년
2	모후산		전남 화순군	127°XX'XX" 35°XX'XX"	915	2011년
3	가리산		강원도 홍천군	127°XX'XX" 37°XX'XX"	1,003	2012년
4	검단산		경기도 하남시	127°XX'XX" 37°XX'XX"	634	2012년
5	서대산		충남 금산군	127°XX'XX" 36°XX'XX"	897	2012년
6	백령도	기상청		124°XX'XX" 37°XX'XX"	185m	2011년
7	면봉산			128°XX'XX" 36°XX'XX"	1,129m	2014년

마. 소백산 레이더 사이트 전파환경 분석

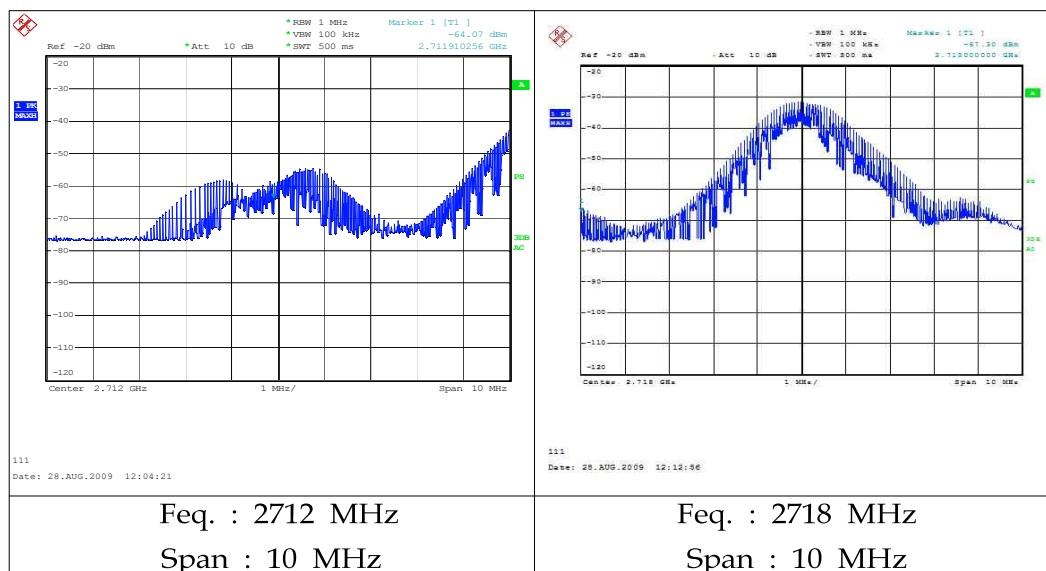
- (1) 간섭 및 주파수 공용 가능성을 분석하기 위해 소백산 레이더 사이트에서 전파환경을 조사함
- (2) 소백산(연화봉) 강우레이더 구축 사이트 현황
 - 장소(주소) : 충북 단양군 대강면 용부원리 산13-1, 연화봉 정상
(128도 XX분 XX초XX, 36도 XX분 XX초XX)
 - 연화봉은 (주)KT의 고정 M/W 중계국이 있는 곳으로 해발 1400m 고지에 위치함
- (3) S-밴드 전파환경 측정
 - (가) 측정 시스템 구성
 - 전방위(0°~360°) 전파신호를 측정하기 위해 무지향성 안테나와 LNA 및 스펙트럼분석기로 전파환경 측정시스템을 아래 그림과 같이 구성하였음

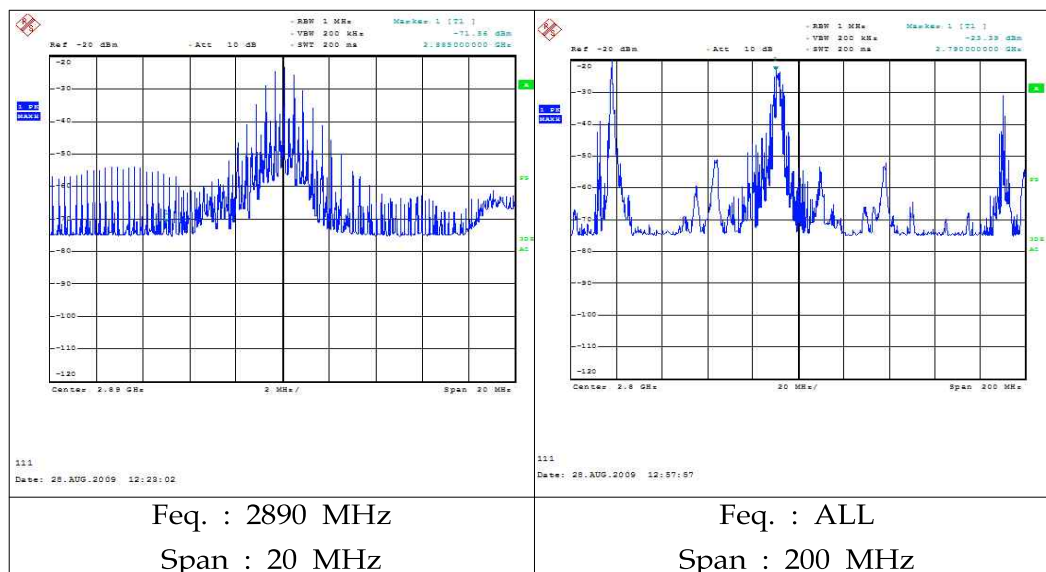
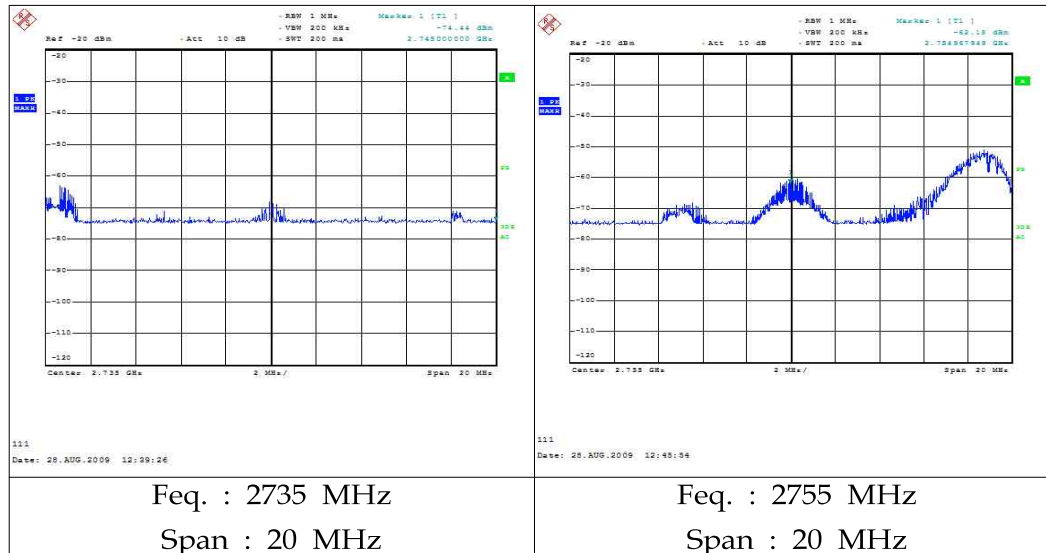


- Antenna Gain(2.8GHz) : +2 dBi (Omni)
- LNA(2.8GHz) : Gain +18 dB
- Cable Loss : -2 dB

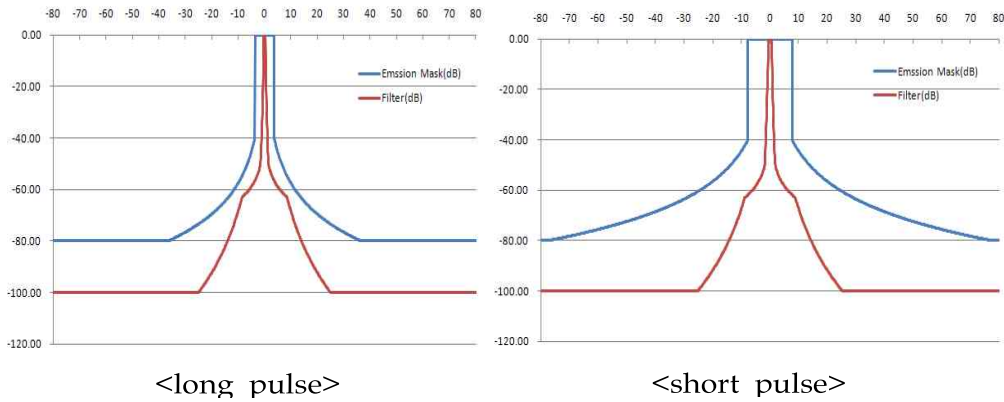
(나) 측정 데이터

- 실제 레이더 운용환경을 고려하여 전방위 가시권이 확보되는 KT 중계소 옥탑에 측정시스템을 구축하였음
 - 최대누적 측정(Max hold) 방식으로 burst 타입의 레이더 신호를 측정하였음
 - 스펙트럼분석기의 RBW(Resolution Band Width)는 운용 레이더 펄스폭(pulse width)이 1~4.5us 인 점을 고려하여 1 MHz로 설정하여 narrow 신호를 측정할 수 있도록 함
- ※ $RBW \geq 2/\text{펄스폭(pulse width)}$





- 운용모드에 따라 송신기의 불요발사 마스크와 수신기 필터특성이 서로 다르므로 각 운용모드에 대한 주파수 이격별 주파수별 변별 특성은 다음과 같음



주파수 이격 [MHz]	주파수별변별 [dB]
1.0	0.0
2.0	0.0
3.0	0.0
3.5	-1.49
4.0	-16.5
4.5	-37.49
5.0	-47.72

<long pulse>

주파수 이격 [MHz]	주파수별변별 [dB]
3.0	0.0
6.0	0.0
7.0	-0.02
7.5	-1.63
8.0	-5.05
8.5	-22.78
9.0	-39.42
9.5	-42.39

<short pulse>

- 그러나, 실제 레이더의 점유대역폭은 불요발사 기준치의 40dB대역폭에 비해 매우 작으므로 더 적은 주파수 이격에서도 충분한 주파수 변별 특성을 얻을 수 있을 것으로 예상됨

3. 레이더 간섭분석 방법<ITU-R 권고 M.1461>

가. 레이더 간섭분석의 이론

(1) 권고 개요

- o 레이더와 다른 시스템 간의 간섭분석 절차 및 방법을 정의함

(2) 레이더 간섭신호 정의

- 고출력(수십 kW이상) 송신 신호와 고이득 안테나(30 - 45dBi)를 이용하는 레이더 시스템을 고려하여 피크 전력 I 는 다음과 같이 정의됨

$$I = P_T + G_T + G_R - L_T - L_R - L_P - FDR$$

여기서 I : 레이더 펄스의 피크전력

P_T : 레이더 송신 피크전력

G_T : 주빔 송신 안테나 이득

G_R : 수신 안테나 이득

L_T : 레이더 삽입손실

L_R : 피간섭원 삽입손실

L_P : 송신, 수신안테나 전파경로 손실

FDR : 주파수별 변별 특성

- 간섭 수신한계 레벨은 수신단이 간섭으로 인해 성능 열화되는 레벨을 의미하며 다음과 같이 정의됨

$$I_T = I/N + N$$

여기서 I/N 은 잡음대비 간섭신호 비이며,

$N = -144 \text{ dBm} + 10 \log B_{IF}(\text{kHz}) + NF$ 로 수신부의 잡음비로 정의되며 NF 는 수신단의 noise figure(dB)를 나타냄

- 통상 전파경로손실 모델은 육상에서의 간섭분석 위해 최악의 간섭 시나리오를 고려하여 자유공간손실로 다음과 같이 정의함

$$L(d) = 32.5 + 20\log_{10}(f) + 20\log_{10}(d) + A_h$$

여기서 A_h 는 클러터 손실(clutter loss)로 간섭원과 피 간섭원 간 가시영역 전파에 의한 경로 손실뿐만 아니라 간섭원과 피간섭원의 다양한 전파 환경을 반영하기 위한 부가 경로 손실도 고려될 수 있으며, 아래와 같은 수식으로 정의됨

$$A_h = 10.25 \times e^{-d' \left(1 - \tanh \left[6 \left(\frac{h}{h_a} - 0.625 \right) \right] \right)} - 0.33$$

여기서 d 는 클러터 중심 위치에서 안테나까지의 거리로 단위는 km 이다. h 는 지면으로부터의 안테나 높이, h_a 는 클러터의 평균 높이를 나타냄

나. 송/수신(필터) 스펙트럼 마스크 영향 분석

- (1) 통상 레이더는 자기 송신신호 만의 선택적 수신을 위해 선택도가 우수한 수신필터를 갖는다. 이는 작은 주파수 이격에도 자기 주파수 이외의 간섭신호를 급감시킬 수 있으며, 이를 통한 주파수 이용효율을 높일 수 있다.
- (2) 이러한 주파수 이격을 통한 간섭 저감효과인 주파수 변별 특성은 ITU-R 권고서 SM.337-5에서 수신기 선택도 곡선에 따라 결정되는 외부 간섭신호에 대한 FDR(Frequency Discrimination Rate)로 정의된다.
 - FDR은 중심 주파수 차이에 의한 OFR(Off-Frequency Rejection)과 송수신 대역폭 차이로 인한 OTR(On-Tune Rejection)로 구분됨

$$FDR(\Delta f) = OTR + OFR(\Delta f)$$

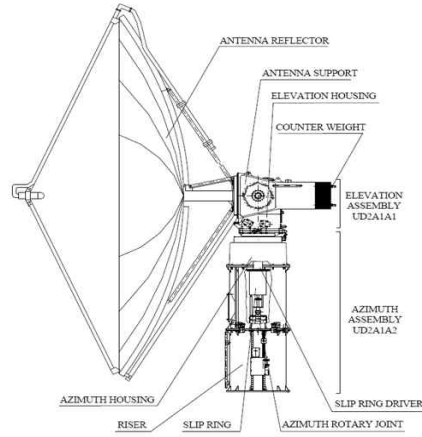
- 일반적으로 OFR의 경우 송신기의 방사 스펙트럼 특성과 수신기의 필터 특성에 따라 다르며, 각각은 아래의 식으로 계산됨

$$OTR = 10 \log \frac{\int_0^{\infty} P(f) |H(f)|^2 df}{\int_0^{\infty} P(f) df}$$

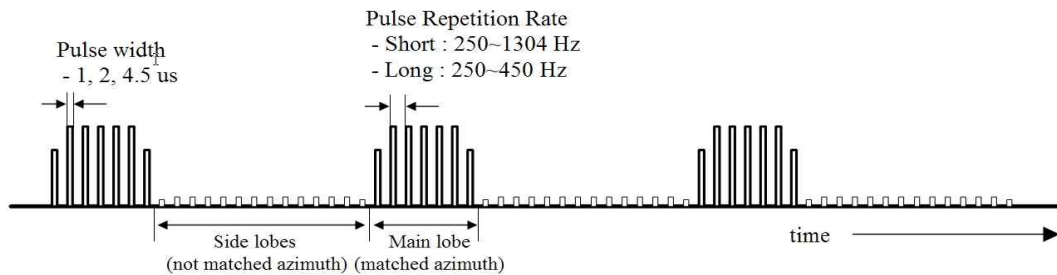
$$OFR(\Delta f) = 10 \log \frac{\int_0^{\infty} P(f) |H(f + \Delta f)|^2 df}{\int_0^{\infty} P(f) |H(f)|^2 df}$$

다. 강우 레이더 스펙트럼 마스크 특성

- (1) 레이더 송신신호는 관측 범위 따라 펄스폭과 펄스반복률을 가변시켜 송신신호를 변화시킬 수 있음

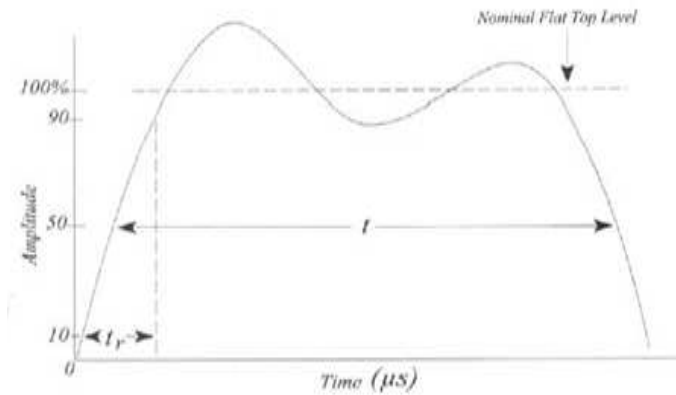


<그림3-5> 안테나 및 마스터

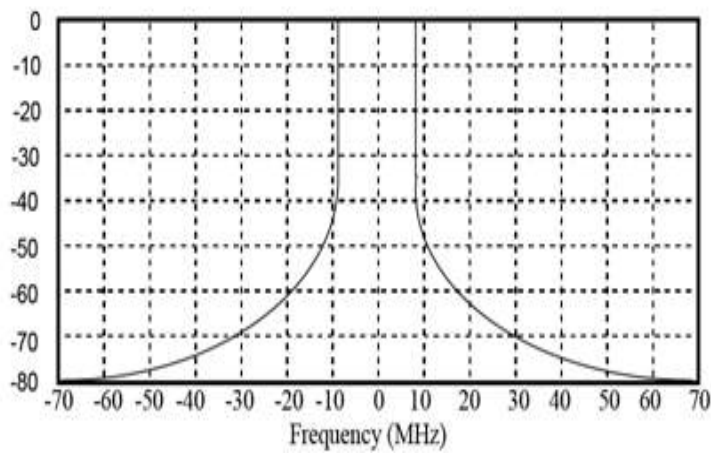


<그림3-6> 강우레이더 펄스 신호 특성

- (2) 소백산 강우레이더(WSR-98D/SD)는 NTIA의 “Manual of Regulations and Procedures for Federal Radio Frequency Management”의 스펙트럼 규격 중 2.7~2.9 GHz 대역 고정 레이더에 대한 마스크인 Criteria D의 대역외 발사기준을 만족 ($t_r = 1\mu s$, $t_f = 0.1\mu s$ 기준)



<그림3-7> 강우레이더 펄스 특성



<그림3-8> 강우레이더 스펙트럼 마스크

(가) 일반적인 기상레이더에 대한 불요발사 마스크를 적용하기 위해 ITU-R 권고서 M.1541의 부속서 8에서 제시하고 있는 레이더의 대역외(Out-of-Band)영역 불요발사 기준치를 적용하여 분석함

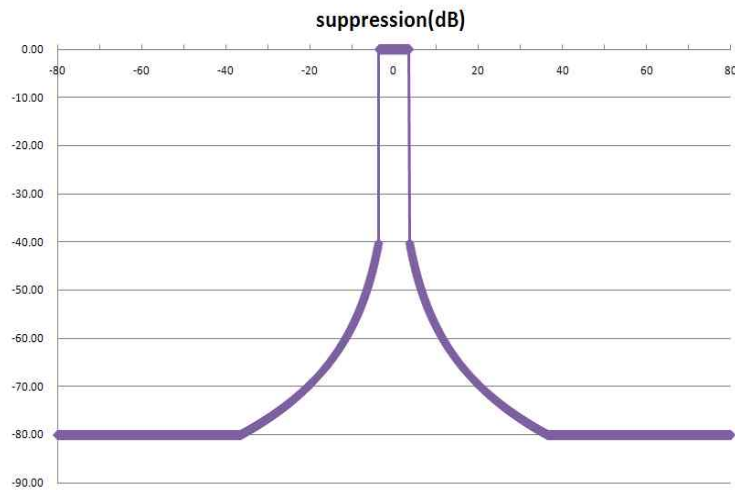
(나) 1차 레이더의 대역외 발사 기준치는 송신파형 스펙트럼의 40dB 대역폭을 기준으로 주어지며, 계산식은 다음과 같이 주어짐

$$B_{-40} = \frac{K}{\sqrt{t \cdot t_r}} \text{ or } \frac{64}{t} \quad (\text{여기서, } K \text{는 } 100\text{kW} \text{ 이상이므로 } 6.2)$$

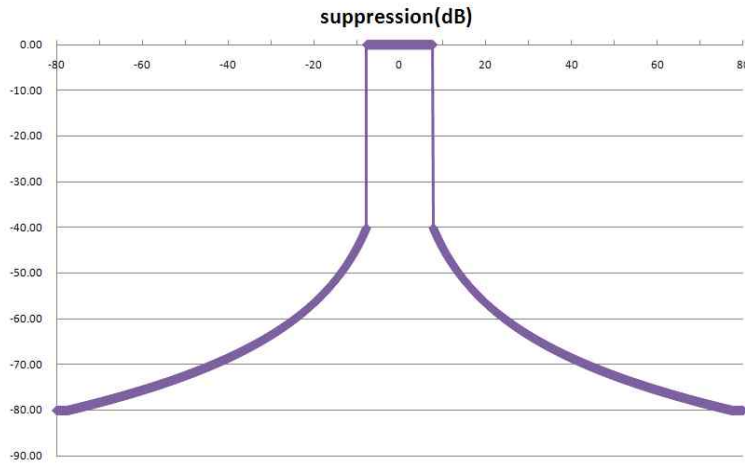
(다) 소백산 레이더의 펄스특성에 따른 40dB 대역폭은 다음과 같음

운용모드	t [us]	t _r [us]	B ₋₄₀ [MHz]
long pulse	4.5	0.16	7.31
short pulse	1.0	0.16	15.5

(라) 40dB/decade의 롤오프(roll-off)특성을 적용한 short pulse와 long pulse 운용모드에 대한 불요발사 마스크는 다음과 같음



[long pulse type에서의 불요발사 마스크]



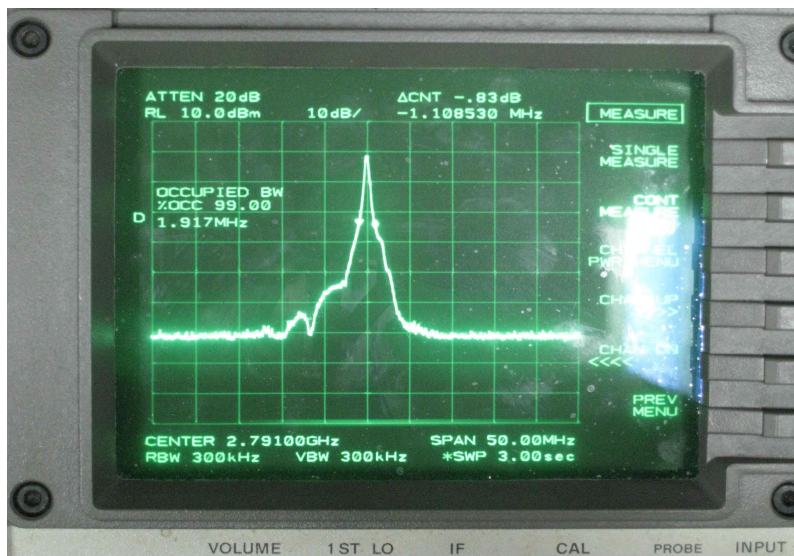
[short pulse type에서의 불요발사 마스크]

(3) 레이더 스펙트럼 마스크 측정

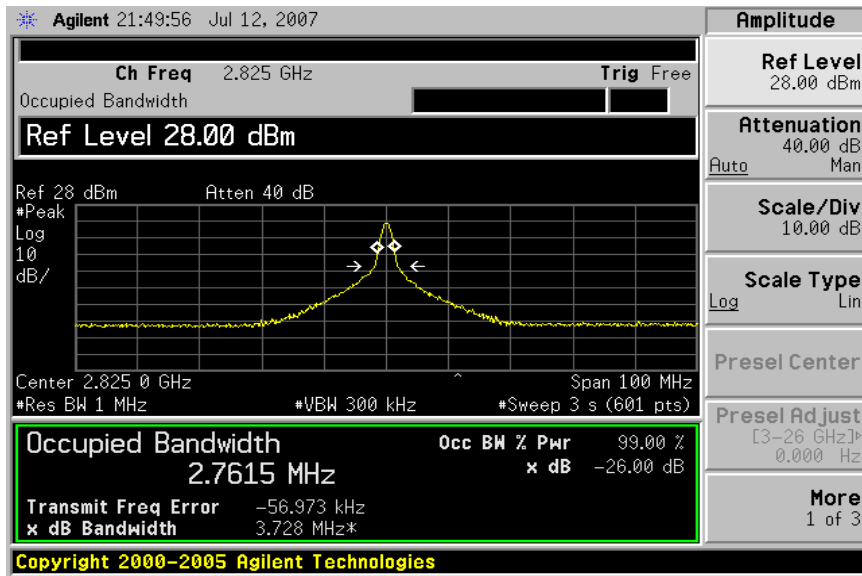
(가) 실제 레이더의 송신 스펙트럼 특성을 확인하기 위해 기 구축되어 운용 중인 한강홍소통제소의 비슬산 강우레이더와 기상청의 관악산 기상레이더의 스펙트럼 마스크를 측정함

(나) 비슬산 강우레이더는 이중편파 도플러 특성 관측을 지원하는 최신의 레이더로 시스템 사양은 아래와 같음

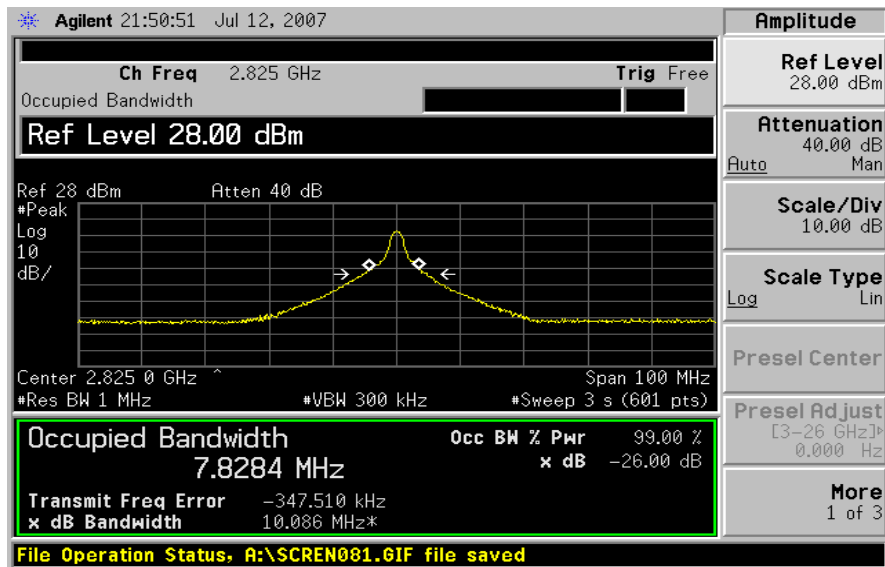
- 주파수 범위 : 2700 ~ 3000 MHz
- Peak Pulse Power : 800 kW
- Long Pulse Length : 4.5 us
- Short Pulse Length : 1.0 us
- PRF for Long Pulse : 250 to 452 Hz
- PRF for Short Pulse : 250 to 1304 Hz
- Long pulse 운용시 점유주파수 대역폭은 아래 그림과 같이 2 MHz 이하로 측정되었음



(다) 기상청 기상레이더의 스펙트럼 마스크는 아래와 같음

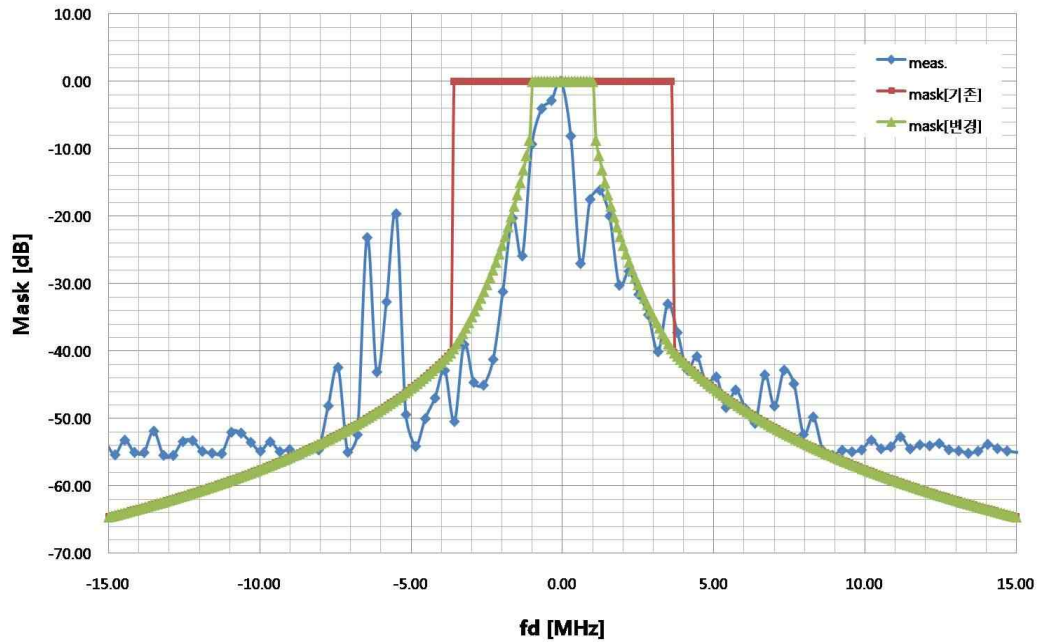


<Long pulse 송신 스펙트럼 마스크>



<Short pulse 송신 스펙트럼 마스크>

(라) 실제 레이더의 점유대역폭은 불요발사 기준치의 40dB대역폭에 비해 매우 작으므로 더 적은 주파수 이격에서도 충분한 주파수 별변 특성을 얻을 수 있을 것으로 예상됨

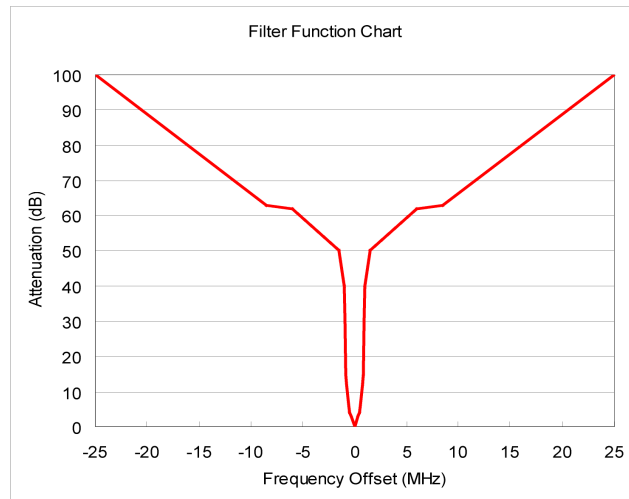


<그림3-9> 강우레이더 방사특성 비교

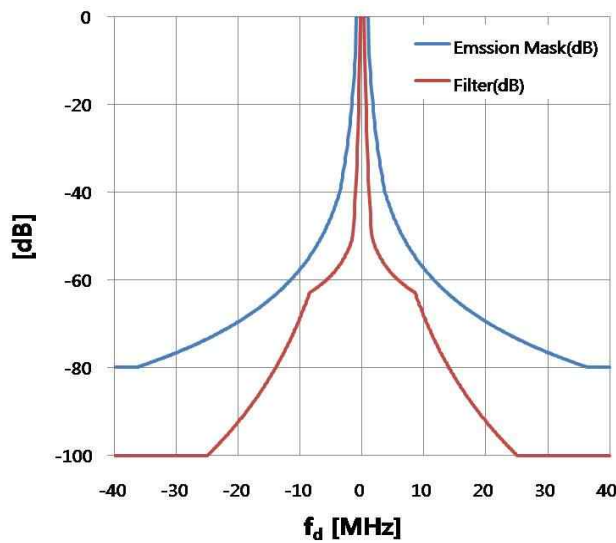
<표3-1> 변경마스크 특성

f_d [MHz]	마스크 [dB]
$ f_d \leq 1$	0
$1 < f_d \leq 3.65$	-60 dB/decade
$3.65 < f_d \leq 36.5$	-40 dB/decade
$36.5 < f_d $	-80

(마) 레이더 수신부의 수신 필터 특성은 소백산 강우레이더의 IF 필터 특성으로 적용(3dB 대역폭은 각각 0.6MHz, 1.2MHz)



<그림3-10> 강우레이더 수신필터 특성



<그림3-11> 마스크와 필터 특성

주파수 이격 [MHz]	주파수별 변별특성[dB]
0.5	-0.01
1	-2.17
1.25	-6.24
1.5	-14.40
2	-23.16
2.5	-29.37
3	-34.27
4	-41.09
6	-47.74
8	-52.17
10	-56.40

<표3-2>long pulse 주파수변별특성

4. 해수면 단파대 레이더 전파환경측정 조사

가. 배경

- (1) 한국해양연구원에서 해양환경 변화관측과 해상유출사고에 대응하기 위하여 해역의 표층흐름을 관측할 수 있는 무선국(실험국)신청
- (2) 대전, 전주, 제주해안지역에 신청함에 따라 전파간섭이 최소가 될 것으로 판단되는 제주지역의 전파환경을 측정함
- (3) 그 외 국립해양조사원에서 2010년에 단파대 레이더를 설치예정



<그림3-12> 한국해양연구원, 해수면관측 레이더 운용계획

나. 조사 내용

(1) 신청무선국 설치 장소 현황

- 두 지역 모두 해수면과의 장애물은 없음



<그림3-13> 제주시 애월읍 측정현장



<그림3-14> 제주시 구좌읍 측정현장

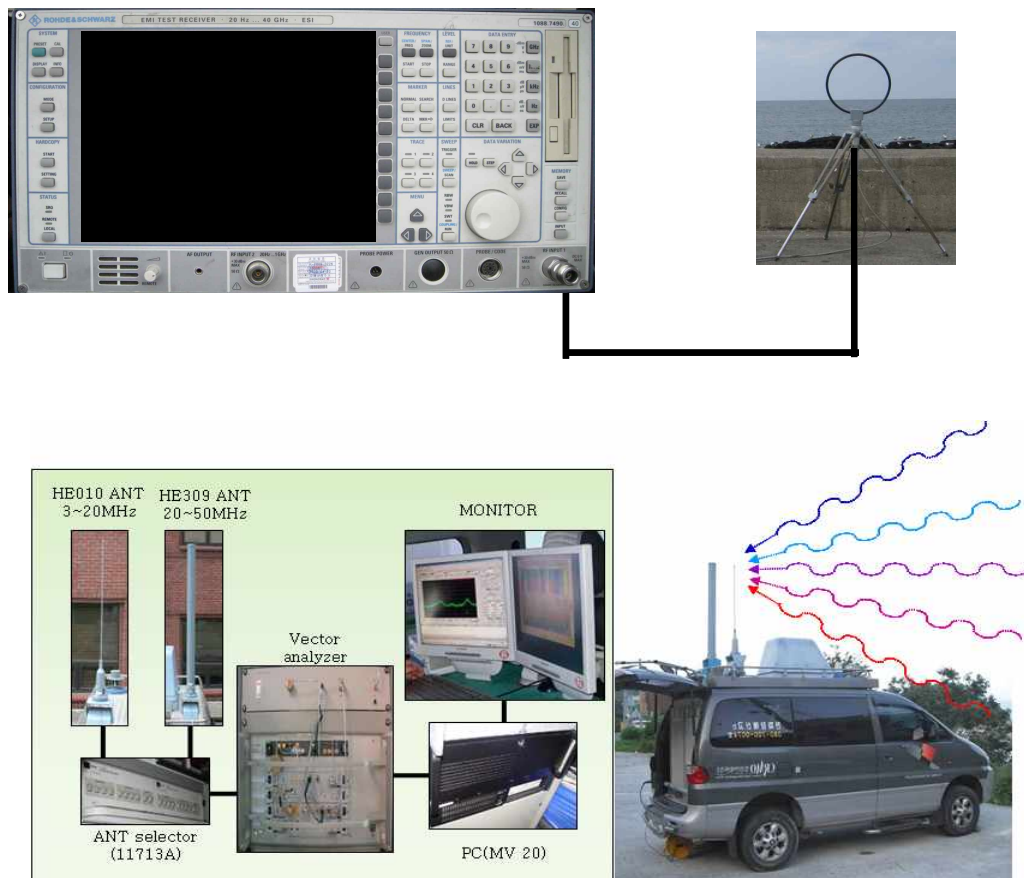
(2) 단파대 측정

(가) EMI TEST Receiver, 측정차량시스템 등 2개의 시스템으로 반복측정

(나) 측정장비

- Rohde & Schwarz, EMI TEST Receiver(20Hz~40GHz)
- 측정차량시스템(RAMOS)
- Rohde & Schwarz 단파대 루프 안테나(9kHz~30MHz)
- Rohde & Schwarz HE010 안테나(10kHz~100MHz)

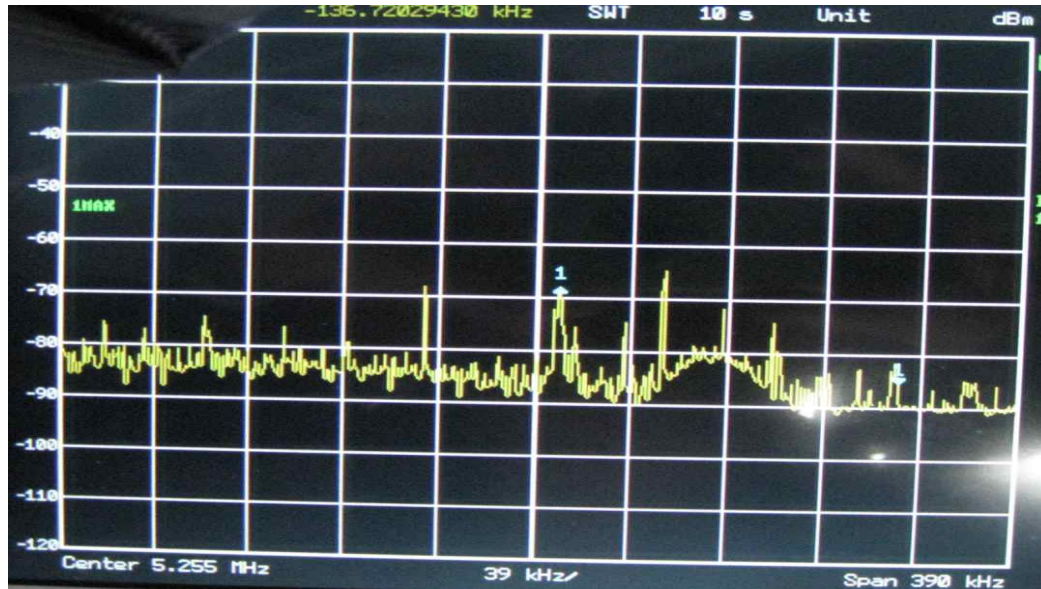
(다) 측정시스템 구성도



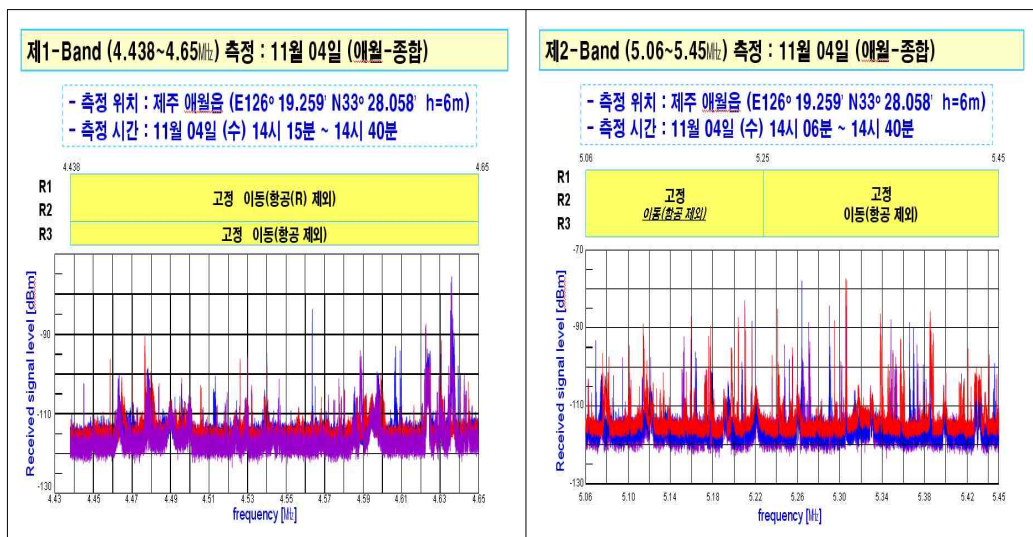
(3) 측정 결과

(가) 애월지역

- EMI TEST Receiver & 루프 안테나

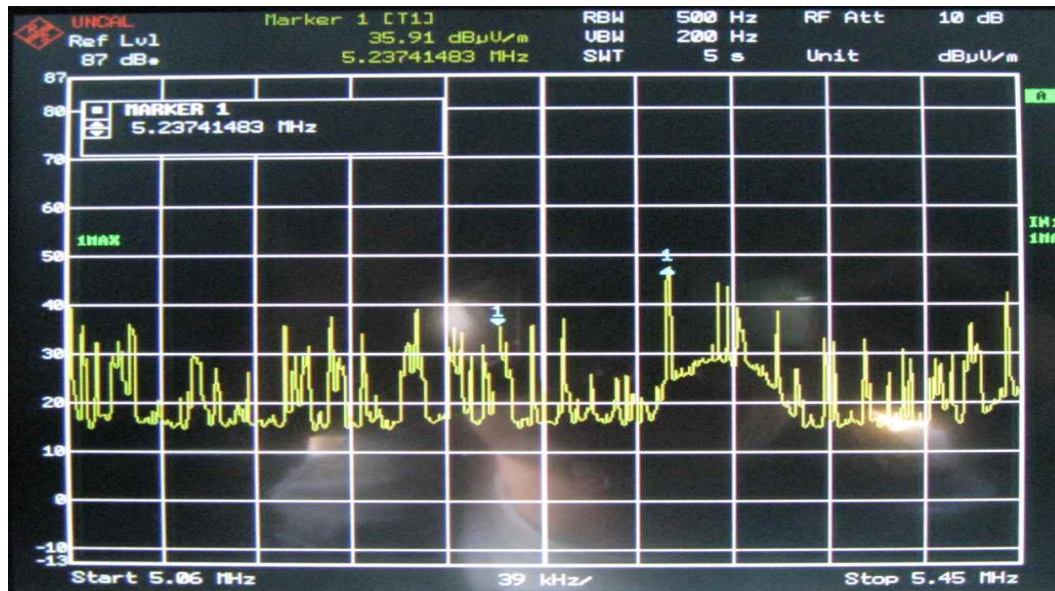


- 측정차량시스템 & ACTIVE ROD 안테나

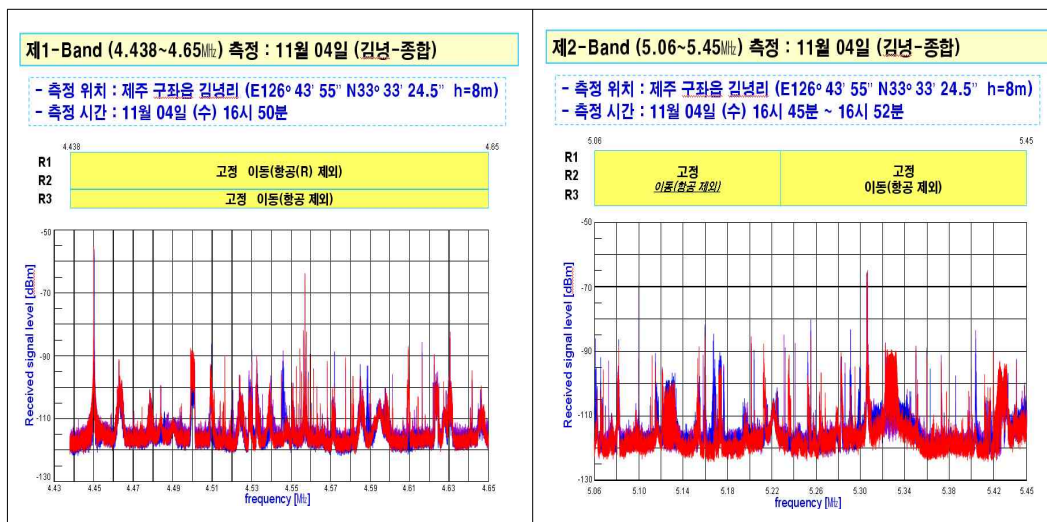


(나) 김녕지역

- EMI TEST Receiver & 루프 안테나



· 측정차량시스템 & ACTIVE ROD 안테나



다. 결과 분석

- 4MHz~5MHz대에서 해상이동, 방송 등 명확하지 않은 신호들이 많이 유입됨
- 국내 허가되지 않은 주파수뿐만 아니라 해외 전파도 유입됨
- 4MHz~5MHz대 전 구간에 걸쳐서 전파가 랜덤하게 끊임없이 유입되고 있음
- 위 측정데이터를 근거로 한국해양연구원에서 신청한 4MHz~5MHz대 해수면 단파대 레이더의 주파수 지정 타당성 검토에 활용

5. 무인항공용 실험국주파수 지정 타당성 검토사례

가. 개요

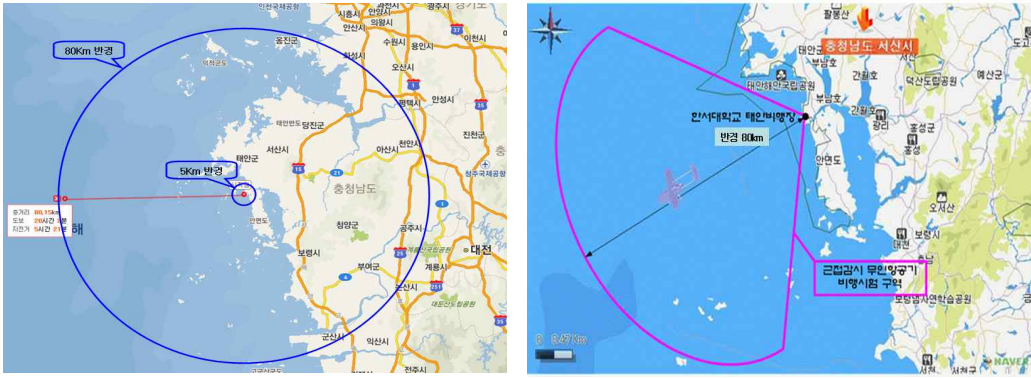
- 대전전파관리소로부터 (주)대한항공 한국항공기술연구원에서 허가 신청한 근접감시용 무인항공기와 지상통제장비간의 통신시스템 성능 시험을 위한 실험국에 대한 주파수 지정 타당성 검토 의뢰가 있어, 전파법 제21조제2항 제1호 및 제4호 규정에 의거 검토함

나. 실험국 개설 사유

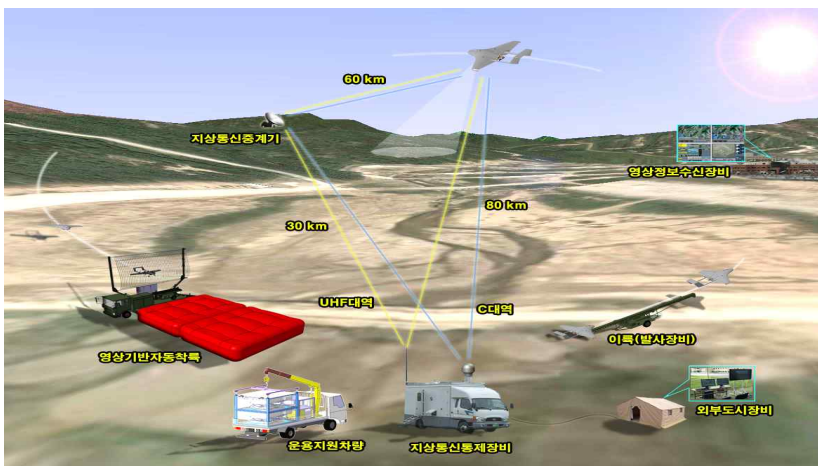
- 근접감시용 무인항공기와 지상관제소간에 무선통신망을 구성하고, 무인항공기 비행시험을 통해 비행제어, 영상 및 비행 정보 수집·처리 등의 시스템 성능시험을 하기 위해 실험국을 개설하고자 함

다. 무인항공기 비행시험 구역 및 시스템 운영 개념

- 무인항공기 비행시험 구역(태안비행장 반경 80km, 운항고도 최고 2,000m)
- 비행장에서 무인항공기 이착륙 및 비행체 이륙 후 서해바다에서 비행 시험 수행
 - 대부분의 비행 시험은 반경 5km 구역에서 수행
 - 반경 80km 시험은 1~2 차례 실시 예정
 - 비행시험은 9시부터 19시 사이에 1시간 미만(6시간 1회 실시) 수행



<그림3-15> 무인항공기 비행시험 구역



<그림3-16> 무인항공 시스템 운용 개념도

라. 검토내용

(1) 통신사항의 개설목적 적합성

- 개설사유 : 근접감시용 무인항공기와 지상통제 장비간 통신시스템 성능시험을 통한 무인항공기 개발 및 기술 연구
- 전파법시행령 제32조 제2항에 의거 개설 목적에 적정함
- ※ 실험국 : 과학 또는 기술의 발전을 위한 실험에 전용하는 무선국(전파법 시행령 제27조 22호)

(2) 주파수의 적정성

(가) 5GHz 대역 적정 주파수 검토

- 5XXXMHz 대역 무선국 운용현황 및 혼신 분석(간섭 예상)
- 5XXXMHz 주파수는 혼신이 예상되어 5XXXMHz 및 5XXXMHz 주파수 검토
- 5XXXMHz 대역 무선국 운용현황 및 혼신분석(공유가능)
- 5XXXMHz 대역 무선국 운용현황 및 혼신분석(공유가능)
- 5XXX~5XXXMHz 대역 무선국 운용현황 및 혼신 분석(간섭 예상)
- 5XXXMHz 주파수는 혼신이 예상되어 5XXXMHz 및 5XXXMHz 주파수 검토
- 420~470MHz 대역 주파수 분배 현황

	420	430	440	450	460	470
국제 분배	고정 이동(항공이동제외) 무선표정	무선표정 아마추어 지구탐사위성(능동)	고정 이동(항공이동제외) 무선표정	고정 이동	고정 이동 기상위성	
국내 분배	고정 이동(항공이동제외)	무선표정 아마추어 이동(항공이동제외)	고정 이동(항공이동제외) 무선표정	고정 이동	고정 이동 기상위성	
국내 용도	생활무선국, 주파수공용간 이무선국, 데이터전송용, 일반통신 등	아마추어국, RHD/LSN 데이터전송용 등	간이무선, 데이터전송용, 콜택시, 생활무선국, 무선데이터 등	방송업무, 상하수도, 항공운항, 방송중계업무, 콜택시 등	전기통신유지, 전력업무, 응급처리, 안전관리, 방송중계업무, 일반통신 무선데이터 등	

- 신청 대역 중 420MHz~450MHz대역은 항공이동업무용으로 이용할 수 없는 대역이나 무인항공기 개발 및 기술연구를 위한 실험국용으로 한시적 운용하는 것은 가능할 것으로 사료됨
- 450MHz~470MHz 대역은 국내 주파수 분배상 항공이동업무용으로 사용 가능

(다) 검토 주파수 대역의 무선국 이용현황

- 희망 주파수 대역 검토

주파수(MHz)	할당	지정	전파형식	출력	국종	사용자	장 소	주파수 이격(kHz)
4XX.XXX	1		8K50F3E	75W	-	XXX		
4XX.XXX			54K00F1D	5W	신청 실험국	XXX	태안	333
4XX.XXX		1	8K50F3E	4W	육상이동국	XXX	대전 서구	192
4XX.XXX	1	5925	8K50F3E	25W	육상이동국, 기지국 등	XXX	전국	35.5

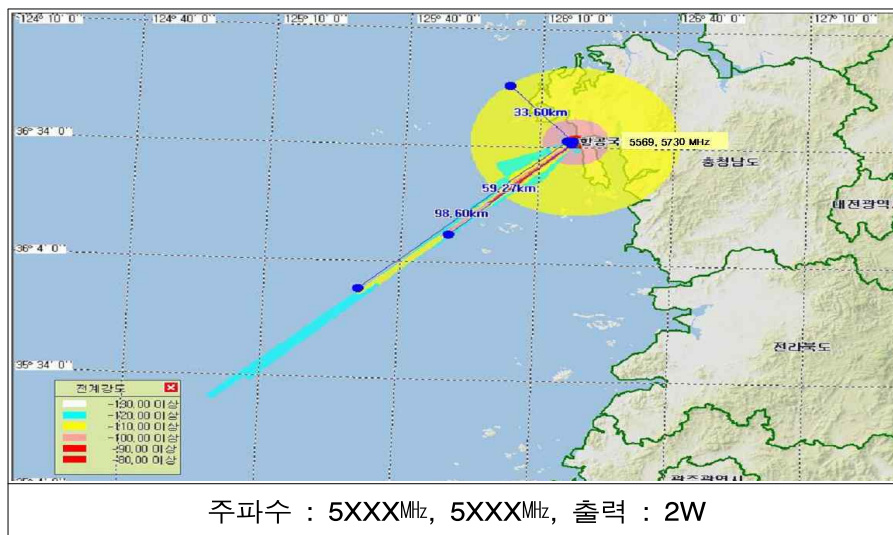
주파수(MHz)	할당	지정	전파형식	출력	국종	사용자	장 소	주파수 이격(kHz)
4XX.XXX	1		8K50F3E	5W	육상이동국	XXX	서울, 대전, 대구, 전주	
4XX.XXX	1		8K50F3E	5W	육상이동국	XXX	서울, 대구, 전주	25
4XX.XXX		2	150KF7D	20W	실험국 (무인항공)	XXX	고흥	
4XX.XXX			54K00F1D	5W	신청 실험국	XXX	태안	137.5
4XX.XXX	1		8K50F3E	5W	육상이동국	XXX	충주	100
4XX.XXX	1		8K10F1E	5W	육상이동국	XXX	DMZ	12.5

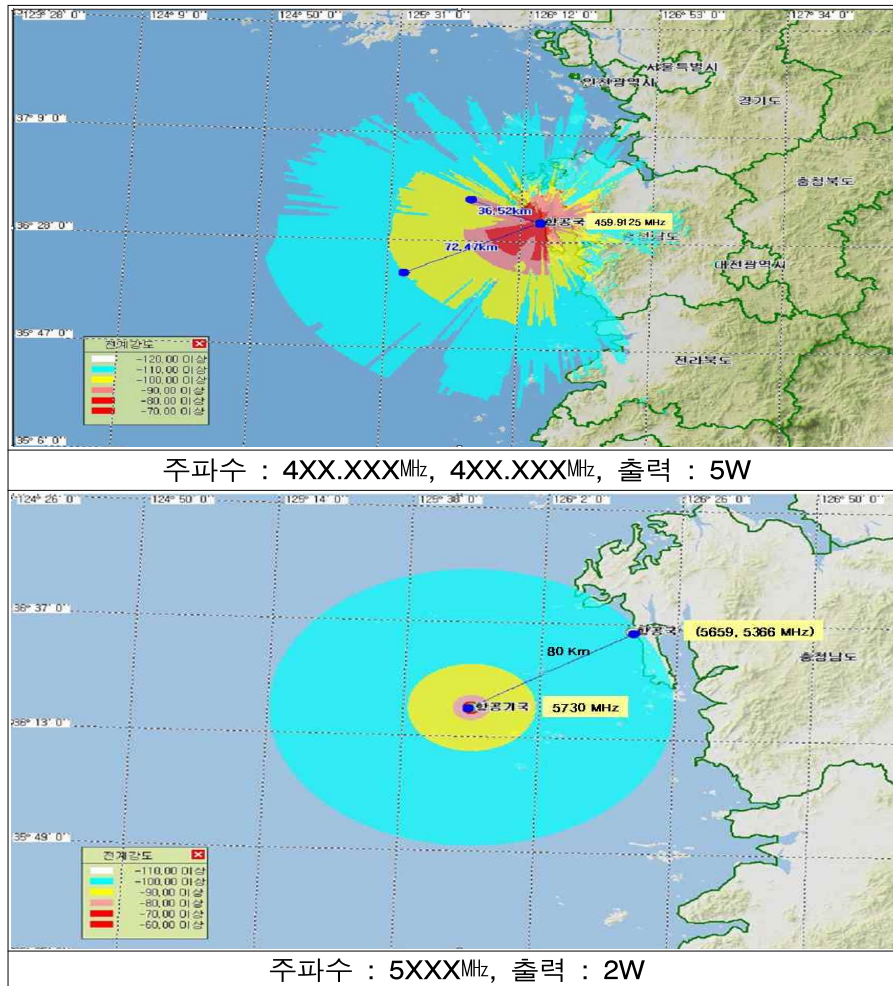
- 실험국 주파수의 인접대역을 사용하는 무선국과 주파수이격 및 거리이격을 고려하면 혼신 영향은 없음

(3) 출력의 적정성

(가) 무인항공기용 실험국에 의한 예상 전파영역 분석 결과 희망 출력은 실험국 운용에 적정출력으로 분석됨

- 무인항공기용 실험국 예상 전파영역 분석 결과





마. 검토결과

- 5GHz 대역의 주파수분배 및 무선국 사용현황 등을 검토한 결과, 항공 이동업무용으로 사용하기에 적절하지 않음
- 하지만 국내 5GHz 대역 무인항공기 개발 및 기술 연구를 위해 무인 항공용 실험국으로 한시적 운용이 가능할 것으로 판단됨
- 실험국의 운용범위 및 운용시간을 고려하여 실험국과 기존 무선국간의 간섭분석 결과, 기존 무선국에 대한 간섭 영향이 없는 것으로 분석됨
- 따라서, 무인항공기의 기술개발 및 연구를 위한 대한항공의 실험국 주파수는 아래와 같이 지정될 수 있음

제4장 지상망 국제등록 업무체계 강화

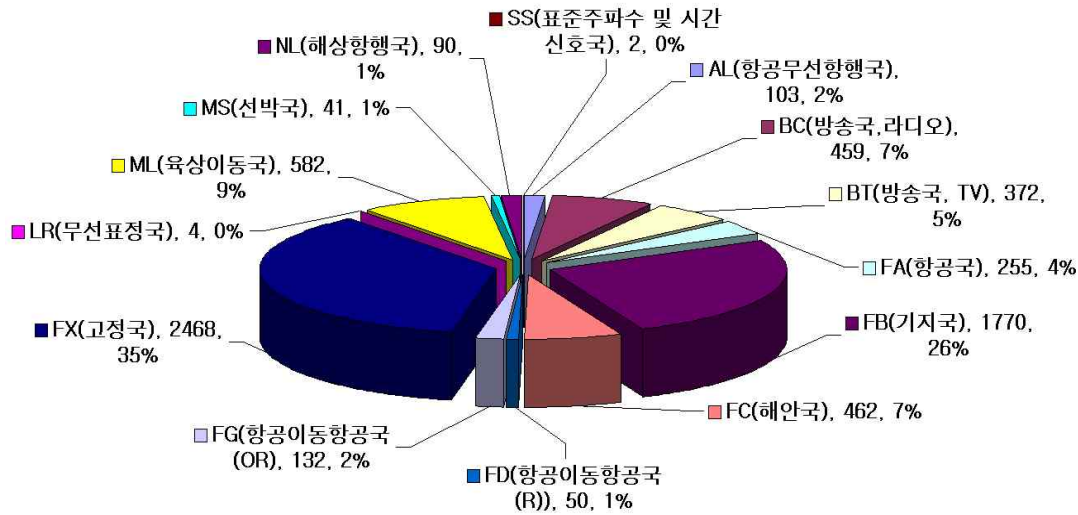
‘04년 5월 당시 정보통신부 전파방송관리국으로부터 국내 무선국 주파수의 국제등록 업무가 우리소로 이관되었으나, 현재까지 지상망 분야의 ITU 국제등록 실적이 미흡한 실정이다. 본 장에서는 ‘08년도에 이어 국제적 보호가 필요한 국내 주요 무선국 주파수를 보다 대량으로 등록할 수 있는 연구 결과를 기술하였다. ‘08년도 연구결과에서는 국제 등록 시 숙지해야 할 관련 전파규칙(Radio Regulation) 및 등록 절차 등을 중심으로 다루었으나, 본 연구에서는 우선적으로 간섭, 혼신으로부터 국제적 주파수 보호가 요구되는 해상·항공분야 주요 주파수의 국제등록 추진에 관한 사항을 중심으로 기술하였다. 이전의 국제등록 업무는 ITU에서 제시하는 통고서식(Notification Form)에 필수입력 항목을 수작업의 반복적으로 입력해야 하는 등 업무 효율이 매우 낮으며, 통고서식 작성에 숙지해야 할 관련 규정이 복잡하고, 전문적 지식이 요구되어 대량의 주파수 국제등록 추진하기에는 많은 제약이 있었다.

본 연구에서는 지상망 국제등록을 원활하게 추진 할 수 있는 업무체계를 설계하였으며, 이를 위해 해상, 항공 업무용 주요 무선국의 국제등록을 위한 세부 등록서식 및 관련 규정을 정리하였다. 선박의 조난, 구조 시 필수적으로 요구되는 해상이동업무용 식별부호(MMSI : Maritime Mobile Service Identity)의 전파지정 기준 개정안을 마련하는 한편 관련 국제등록 업무를 전파관리소 등으로 확대 강화하였다. 특히, 대량의 국제등록을 실현하기 위한 관련 전산화 기능 알고리즘을 설계하고 개발토록 하였으며, 개발된 국제등록 전산 소프트웨어를 이용하여 해상, 항공업무용 주요 무선국 주파수를 ITU에 대량 등록 추진하였다.

제1절 지상망 국제등록 업무 체계 개선방안

1. 우리나라 국제등록 현황

최근 5년간 지상망 국제등록의 추진 실적을 분석한 결과 평균 수십에서 수백여건으로 미흡한 실정이다. 현재까지 국제 등록된 지상망 주파수를 국종별로 분류하면 아래 <그림 4-1>과 같이 분석된다.

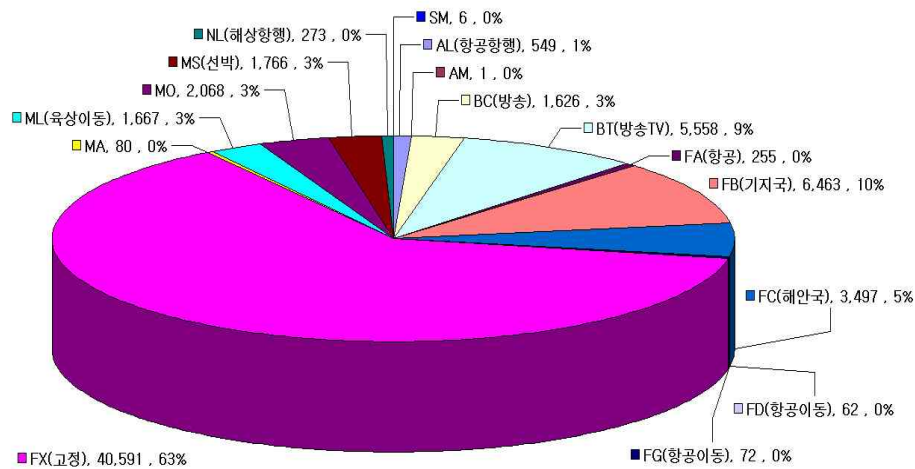


<그림4-1> 국종별 국제등록 분포

고정국이 35%, 기지국이 26%로 국제등록 비율이 높으며, 그 외에 의무적으로 등록해야할 방송국, 항공국, 해안국 등이 분포되고 있음을 알 수 있다. '04년 이전에 본부에서 추진되었던 국제등록 무선국은 신규 및 개정 등 주파수 지정시 해당 무선국 운용자의 협조로 국제등록 통고서식(종이서식) 작성 후 팩스접수 등의 업무처리가 수동, 반복적으로 추진되었다.

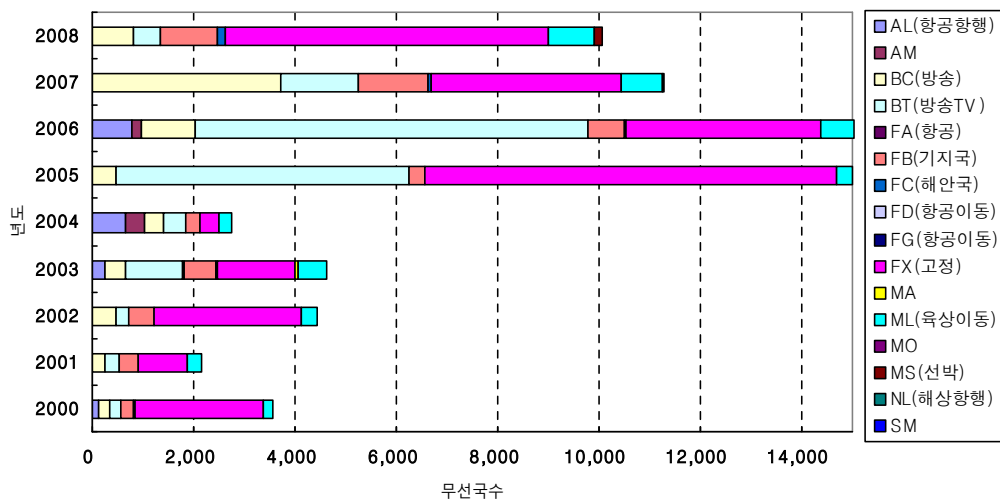
2. 주변국 국제등록 현황

일본은 약 6만5천여파의 지상 무선국을 국제등록 하였으며, 최근 5년간의 등록추이를 분석한 결과 매년 수백에서 수천 건의 등록실적을 기록하고 있으나, 특히 '07년에 약 4만과 이상의 지상망 국제등록을 추진한바 있다. <그림 4-2>는 일본의 지상망 국종별 국제등록 분포를 나타낸다. 일본의 국제등록 무선국 중 고정국의 비중이 약 63%로 가장 크게 차지하며, 그 외 기지국, 방송국, 항공국, 해안국 순으로 분석된다. 고정국의 경우 '07년에 대량 국제등록이 추진되었으며, 이중 10GHz 대역 이상이 전체 중 60%를 상회하는 것으로 위성주파수 보호 및 확보를 목적으로 분석된다. 러시아는 약 13만여파 이상의 지상 무선국을 국제등록 하였으며, 최근 8년간의 국제등록 추이를 분석한 결과 2004년 이후 매년 1만과 이상의 국제등록이 추진되고 있다.



<그림 4-2> 일본의 국종별 국제등록 분포

<그림 4-3>은 러시아의 지상망 국제등록 추이를 나타낸다. 중국은 2000년 이후 국제등록 추진이 없는 상황으로 총 2만2천여파의 지상 무선국 중 고정국이 80% 이상의 비중을 차지하고 있다. 북한은 총 1천여파의 지상 무선국이 등록되어 있으며, 2000년 이후 추진사항이 없는 것으로 분석되었다.



<그림 4-3> 러시아의 연도별 국제등록 추이

3. 대량등록의 걸림돌 분석

국내 무선국 허가 주파수 기준으로 '08년도 한해 약 200만파가 허가 갱신 되었으며, 현재까지 총 1,100만 파가 국내허가 등록 중으로 국제등록을 위한 대상 주파수 선정 및 등록서식 작성에 과다한 수작업과 소요시간이 많이 요구된다. 특히, 무선국 허가과 국제등록 업무가 전파관리소와 전파연구소로 이원화되어 있어 무선국 허가 단계에서 선정, 추진되어야 국제등록이 원활히 추진되지 못하였다. <표 4-1>은 '08년도 무선국 허가 현황을 나타낸다.

<표 4-1> 국내 무선국 허가 현황분석

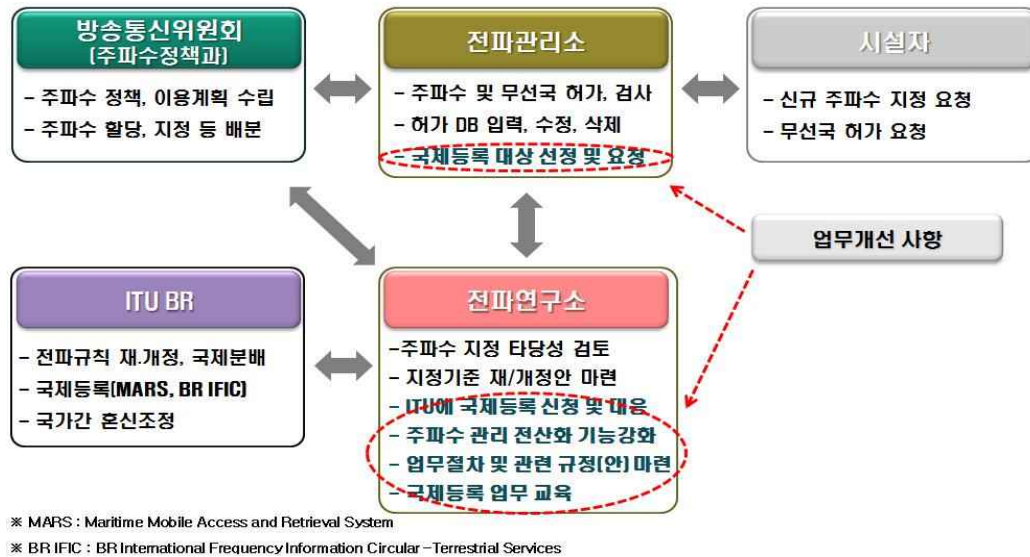
국 종	허가 파수		국 종	허가 파수	
	전체	'08허가		전체	'08허가
간이무선국	0	0	육상지구국	88	0
고정국	35,468	10,005	의무선박국	925,350	70,993
고정수신국	10	0	의무항공기국	92,884	5,599
기상원조국	95	65	이동국	111,489	30,809
기지국	3,185,472	552,888	이동중계국	931,883	409,613
무선조정국	1,051	255	이동지구국	25	8
무선측위국	217	38	일반지구국	8,168	3,539
무선탐지육상국	110	27	전파천문국	4	0
무선탐지이동국	16	3	전파응용설비(산업용)	0	0
무선표지국	1,111	51	전파응용설비(의료용)	0	0
무선항행이동국	8	2	전파응용설비(통신용)	0	0
비상국	487	200	종합유선방송국	0	0
선박국	139,986	19,354	주파수공용간이무선국	0	0
선박지구국	17,891	1,691	주파수공용무선전화(자가용)	6,176	0
선상통신국	726	278	중계유선방송	0	0
실용화시험국(방송국용)	252	3	지구국	16	0
실용화시험국(실험국용)	533	0	지상파방송국	715	65
실험국	24,945	5,788	지상파방송보조국	4,534	1,198
아마추어국	520,298	69,344	표준주파수및시보국	4	0
우주국	749	474	항공국	1,278	387
위성방송국	19	2	항공기국	1,481	238
위성방송보조국	11,577	2,032	항공기지구국	1,068	48
육상국	10,133	1,453	해안국	5,157	976
육상이동국	5,154,888	1,010,338	해안지구국	5,178	16
육상이동지구국	1,881	594	합계	11,204,151	2,198,514

<표 4-1>의 허가 통계자료에서 알 수 있듯이 기지국 및 이동중계국 등 이동업무 분야의 무선국 허가 변경의 비중이 가장 많았으며, 고정국, 해상, 항공분야 무선국 또한 10% 이상의 허가 변경이 발생됨을 알 수 있다. 빈번히 발생하는 무선국 허가 변경에 따른 주파수 국제등록 추진에 있어 무선국 종류별, 대역별 국제등록을 위한 전파규칙(Radio Regulation) 적용이 각기 다르고 ITU 권고 SM.1413 및 전파통신총회(WRC: World Radiocommunication Conference) 결의 등 국제등록을 위해 숙지해야 할 국제규정이 다양하고 복잡한 점도 국제등록 추진에 큰 걸림돌로 분석된다. 이미 국제 등록된 국내 무선국 주파수의 ITU DB와 국내 허가 DB 간 연관성을 찾아 현재의 국제등록 된 DB를 현행화 하기에 많은 인력의 수작업이 소요될 것으로 국내 무선국의 허가 신설 및 변경에 따른 국제등록 DB의 현행화가 어려운 상황이다. 그리고 국내 무선국 허가 DB에 위치 좌표, 안테나 등 주요 무선국 제원이 누락되어 있거나 정확하지 않아 국제등록 서식 작성 시 잦은 오류가 발생되며, 점대점 고정국 허가 DB의 경우 국제등록 필수입력 사항인 수신국 위치 좌표 등 무선국 정보가 불충분하여 국제등록 서식 작성이 어렵다.

4. 국제등록 업무추진 체계 개선방안

인위적 작업량을 줄이기 위한 전산기능을 강화하여 난해하고 복잡한 무선국 종류별 국제등록 규정을 전산화 알고리즘으로 적용하여 통고서식 작성을 쉽게 지원하는 방안을 마련하였다. 첫 번째로 전파규칙 등 국제등록 서식 작성 시 적용되는 ITU 규정의 전산화 알고리즘 개발 및 기능 구현을 추진 하였으며, 국내 무선국 허가DB와 국제 등록시 요구되는 무선국 제원 간 한글 무선국명의 영문 자동변환 등 자동 서식 변환 기능을 구현하여 인위적 반복 작업량을 줄일 수 있도록 지원하였다. 두 번째로 국제등록 대상 무선국 선정을 국내 전파지정 기준에 근거하여 쉽고 편리하게 지원하고 입력 필수 무선국 제원의 누락 및 바다, 육지 등 위치좌표 오류 선별 등 필터링 기능을 전산화 알고리즘으로 설계하고 개발토록 추진하였다. 세 번째로 국제등록 대상 주파수의 ITU 신청, 등록, 반려 등 데이터베이스 이력관리를 위한 전산 기능을 개선하여 국제등록 DB를 효율적으로 관리토록 하였다. 기존에 등록 완료된 국제등록 DB 및 오류 DB의 제원을 조사하고 분석하여 지속적으로

전산화 DB 갱신할 수 있는 전산기능 및 ITU 국제등록 업무 협조체계를 강화하는 방안을 마련하였다. <그림 4-4>는 국제등록 업무 추진 체계를 강화하기 위한 업무 흐름도를 나타낸다.



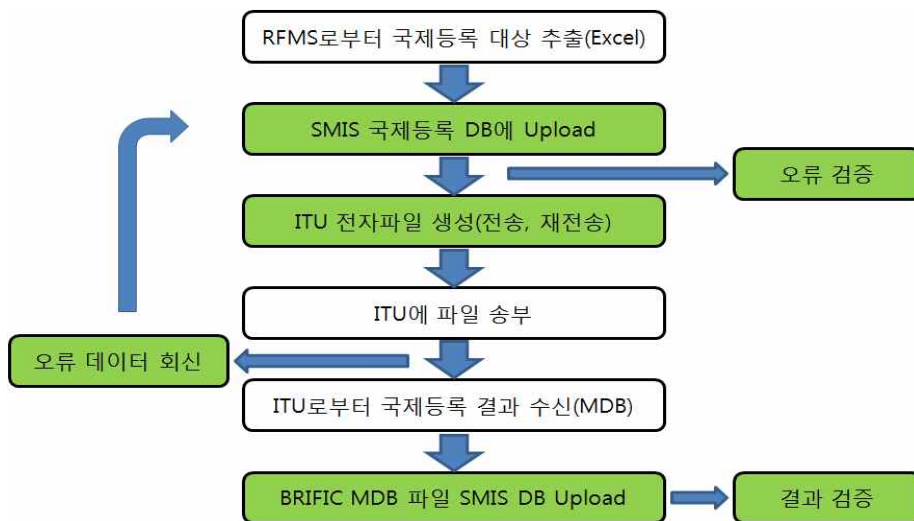
<그림 4-4> 국제등록 업무추진 개선(안) 업무 흐름도

기존 전파관리소의 주파수, 무선국 허가·검사 및 허가 DB 제·개정 업무 단계에서 없었던 국제등록 대상 무선국 선정 및 등록 신청 업무를 추가하는 업무 체계 개선방안 마련하였다. 이는 주기적이고 정기적으로 모든 무선국의 허가·검사를 수행하게 됨으로써 국내 무선국 DB를 국제적 수준에서 관리·보호 받을 수 있는 근본적 해결방안이라 할 수 있다. 전파연구소는 신규 무선국 주파수의 간섭분석 및 지정 타당성 검토와 전파지정 기준 제·개정(안)마련하는 기존 업무단계에 국제등록을 위한 업무단계를 추가하고 관련 업무를 강화하는 방안을 마련하였다. 특히 전파관리소의 무선국 허가·검사 업무단계에 사용되는 전산 소프트웨어에 국제등록 전산기능을 개발 적용하여 원활한 업무가 가능토록 지원하도록 하였다. 복잡하고 난해한 국제등록 국제규정을 전산화 알고리즘으로 설계하고 이를 전파관리소 전산 업무 기능으로 적용시켜 관련 업무처리를 신속·편리하고 정확히 수행될 수 있도록 설계하였다.

제2절 국제등록 전산기능 강화

1. 전파분석시스템(SMIs) 전산기능 강화

국제등록 업무체계를 개선하여 우선적으로 수행해야할 사항으로 관련 전산기능 강화해야 할 것이다. 작게는 수백, 수천건의 무선국 허가DB에서 많게는 수만, 수십만 건의 DB를 다루어야 하는 일로 전산기능의 개선 없이는 대량의 국제등록을 추진하기가 불가능하다. 앞 절에서 제시한 국제등록 업무추진체계를 강화하기 위한 방안 중 '09년도 업무단계로 기존에 생성된 전파방송관리시스템(RBMS) 무선국 허가DB에 기반하여 국제등록 대상 무선국 주파수를 선정하고 전파규칙 등 ITU 통고서식에 만족하는 ITU 전자서식 자동변환기능 등 기본적 단계의 전산기능 알고리즘을 개발하였다.



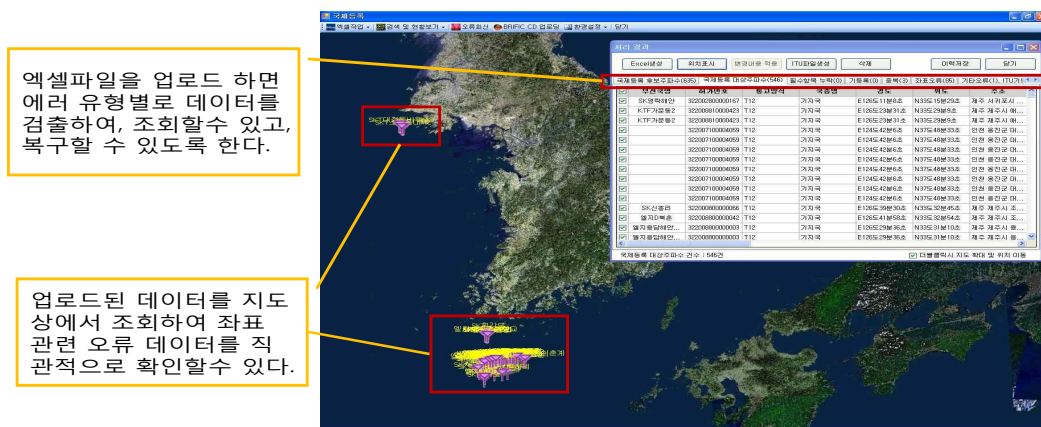
<그림 4-5> 국제등록 전산기능 흐름도

<그림 4-5>는 전파분석시스템에 설계된 국제등록 전산기능 흐름도를 나타낸다. 특히 국제등록 대상 선정기능은 전파관리소의 관련 전산기능을 강화하기 전 단계로 '09년도 업무목표로 설정한 해상·항공업무용 주요 무선국의 국제적 보호를 위한 해안국과 항공국 주파수를 중심으로 설계하였다. 주요

전산 알고리즘 기능으로는 무선국 허가DB의 좌표 및 필수입력 항목누락 등 오류를 선별하여 국제등록 전자서식 변경에 문제가 없도록 하였다. 또한 ITU에 이미 국제등록 완료된 국내 무선국 주파수를 선별하기 위한 전산 알고리즘을 개발하였으며, ITU-R 사무국의 오류회신 등 국제등록 관리기능을 구현하여 전체적인 업무흐름을 파악할 수 있도록 하였다. 이러한 전산 기능들은 ITU 국제등록에 필요한 국내 무선국 주파수의 전자서식 전송시 요구되는 무선국 좌표 오류, 기 등록 체크, 예비·주기기 주파수 중복 체크, 안테나 출력 등 필수항목 누락 등의 허가 DB 오류 사항 선별을 지원하여 정상적인 국제등록대상 주파수만 ITU가 요구하는 서식으로 전자파일을 자동변환 할 수 있도록 하였다.

가. 등록 대상 선정기능

무선국종별로 국제등록 대상을 선정할 수 있도록 설계하였으며, RBMS의 전파지정기준 등을 이용하여 대상 무선국 사항을 엑셀 서식으로 추출하고 드가 파일 업로드 기능을 통해 컬럼 헤더 및 엑셀 자료 형으로 매칭될 수 있도록 하였으며 컬럼의 순서나 자료형에 상관없이 필수항목만 존재하면 업로드 가능하도록 하여 에러 유형별로 상세한 결과를 조회하고 시스템내의 설정된 기본값으로 에러 보정이 가능하도록 하였다.



<그림 4-6> 대상 무선국 업로딩 전산 기능

나. 영문 무선국명 변환 기능

ITU 통고서식 변환에 큰 걸림돌이었던 영문 무선국명 표기는 광역시도의 영문 명칭에 영문 동 이름으로 표기 할 수 있도록 전산 알고리즘을 개발하였다. 우편번호로 행정구역 명칭을 조회한 결과 전혀 다른 영문 명칭으로 변경될 수 있는 오류를 보완하기 위해 각각의 행정구역 명칭을 데이터베이스화 하여 정확한 영문 행정 구역명이 변환 될 수 있도록 하였다.

<그림 4-7> 영문무선국명 등 전자서식 변환 기능

다. 무선국 중복정보 선별 기능

ITU에 동일좌표, 동일주파수에 대해서는 하나의 주파수 정보만 등록할 수 있도록 정의하고 있기 때문에 최종적으로 ITU에 전송되는 통고 데이터는 좌표와 주파수가 서로 중복되지 않고, 이미 ITU 국제등록이 있는 것과 중복되지 않도록 선별하여야 한다. 기존의 업무에서는 중복 제거를 위한 전산 기능이 없어서 엑셀 등을 이용하여 인위적 수작업을 통한 중복제거를 수행하는 등 업무 효율성이 크게 떨어질 뿐 아니라 정확성, 신뢰성이 낮았다. 이를 개선하기 위한 전산 알고리즘을 개발하여 업무 효율성을 크게 향상시켰다.

ITU에 이미 기등록된 무선국을 필터링하기 위해서 거리를 설정한다.

ITU데이터에서 주변국가에 인접한 무선국을 필터링하기 위해서 거리를 설정한다.

좌표오류 무선국을 필터링하기 위한 거리를 설정한다.

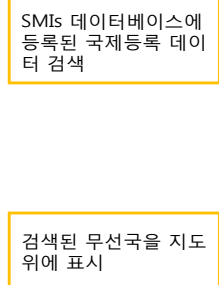
<그림 4-8> 중복좌표 선별 기능

라. 기 등록 무선국 주파수 선별 기능

이미 등록된 무선국과 국제등록 중인 각각의 무선국에 대한 진행 상태를 알 수 있도록 관련 전산기능을 개선하였다. 자동으로 국제등록 DB(BRIFIC)의 GIS 연산을 통하여 등록 하고자 하는 무선국으로부터 특정 반경 이내의 무선국을 자동으로 검출하는 기능을 지원하여 불필요한 ITU의 오류 무선국 회신을 최소화 하였다.

마. 국제공용주파수 선별 기능

전파규칙에서는 국제등록이 불필요한 무선국 주파수를 다음과 같이 정의하고 있다.



<그림 4-9> 등록 무선국 주파수 선별 기능

- 500kHz, 2182kHz 대역의 재난호출 주파수
- 재난 안전 및 안전 항행을 위한 GMDSS 주파수
- 탐사, 구호를 위한 국제 주파수
- 무선통화, DSC, SSFC 기술을 이용하는 상업적 통화를 위한 국제주파수
- MF대역 내에서 선박 무선전신국용 세계 공통 주파수
- 선박국과 타 업무의 이동국 주파수
(연안 SSB 무선국, HF 전신, 통신, NBDP 선박국, A1A모스전신 등)
- 아마추어 서비스를 위한 무선국 주파수
- 3,025 - 18,030 및 2,850 - 22,000 kHz 대역(RR Appendix 26, 27)의 수신
항공국 주파수

수색구조 등 조난 안전을 위해 국제적으로 정의하고 있는 GMDSS 주파수 등을 국제등록 전산 기능으로 데이터베이스화하여 등록 대상 주파수 선별 단계에서 자동으로 선별될 수 있도록 하였다.

바. 필수항목누락 체크기능

무선국 허가번호, 무선국종, 좌표, 해발고, 지상고, 안테나 이득 등 국제등록을 위해서 필수적으로 입력되어야 하는 항목을 검토하여 사용자가 조회하고 복구 가능토록 전산 알고리즘을 개발하였다.

처리 결과

Excel생성 위치표시 변경내용 적용 ITU파일생성 삭제 이력저장 닫기

국제등록 후보주파수(609) 국제등록 대상주파수(242) 필수항목 누락(11) 기등록(0) 중복(271) 좌표오류(10) 기타오류(75) 공용주파수: 32 수신국: 17, ITU기등록: 26

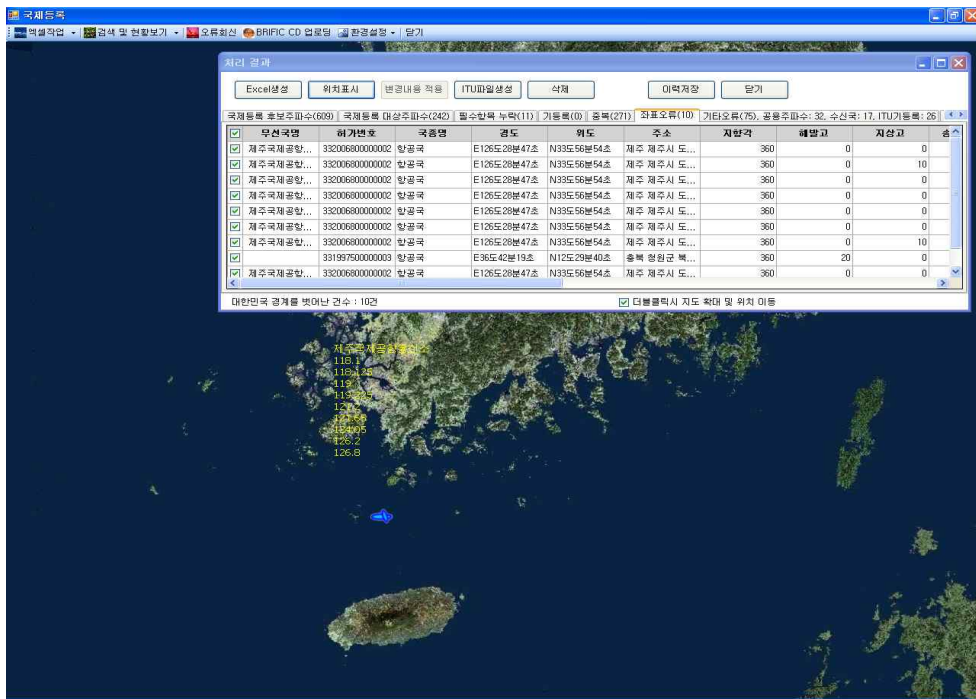
무선국명	허가번호	국종명	경도	위도	주소	지향각	해발고	지상고	승선
<input checked="" type="checkbox"/>	331985200000001	항공국	E0도0분0초	N0도0분0초	부산 강서구 대...	360	24.6	20.7	
<input checked="" type="checkbox"/>	332006100000002	항공국	E0도0분0초	N0도0분0초	서울 강서구 과...	360	20	10	
<input checked="" type="checkbox"/>	3319842000000261	항공국	E0도0분0초	N0도0분0초	경남 울산시 중...	360		10	
<input checked="" type="checkbox"/>	3319852000000001	항공국	E0도0분0초	N0도0분0초	부산 강서구 대...	360		0	
<input checked="" type="checkbox"/>	3320055000000002	항공국	E0도0분0초	N0도0분0초	충남 태안군 남...	360	33.2	28.2	
<input checked="" type="checkbox"/>	3319922000000001	항공국	E0도0분0초	N0도0분0초	울산 북구 송정...	360	50	15	
<input checked="" type="checkbox"/>	3320062000000001	항공국	E0도0분0초	N0도0분0초	부산 강서구 대...	360	20	10	
<input checked="" type="checkbox"/>	3319832000000039	항공국	E0도0분0초	N0도0분0초	부산 강서구 대...	360		10	
<input checked="" type="checkbox"/>	3320064000000001	항공국	E0도0분0초	N0도0분0초	충북 청원군 내...	360	20	10	
<input checked="" type="checkbox"/>	3319872000000002	항공국	E0도0분0초	N0도0분0초	경기 안양시 동...	360		10	
<input checked="" type="checkbox"/>	3320055000000002	항공국	E0도0분0초	N0도0분0초	충남 태안군 남...	360	33.2	28.2	

필수항목 누락 건수 : 11건 1 건이 선택되었습니다. ☒ 더블클릭시 지도 확대 및 위치 이동

<그림 4-10> 필수 항목 누락 체크 기능

사. 좌표오류 체크기능

ITU는 해당 국가 영토 내에 위치하는 무선국만을 국제 등록할 수 있도록 규정하고 있어 좌표오류로 인해 육지나 섬이 아닌 바다에 빠져 있거나 다른 국가에 위치하고 있는 무선국은 선별할 수 있도록 하였다. 또한 BRIFIC 전자서식 오류 검토 소프트웨어를 이용하여 좌표 오류를 검출 할 수 있으나 도서지역의 경우 일일이 수작업으로 확인하지 않는 한 오류 검출이 불가능 하였으나, GIS 공간 검색 기능을 이용하여 행정구역에 포함되어 있거나 행정 구역 외부에 있더라도 1분(1.8km) 등 일정 반경 내에 있는 무선국 등록할 수 있도록 자동화 알고리즘을 개발하였다.



<그림 4-11> 좌표오류 무선국 선별 기능

아. ITU 오류 회신 처리 기능

ITU 사무국에서 오류 회신된 데이터를 검색하고 다시 전자파일을 생성을 지원하기 위하여 오류 회신 데이터 원본 파일을 그대로 시스템에 업로딩하고 기 전송된 전자서식을 자동 선택하여 사용자가 오류를 수정하고 재 전송이 가능하도록 전산 기능을 지원하였다.

제3절 국내 주요 무선국 주파수 국제등록 추진

1. 해안국 주파수 국제등록

ITU는 인명안전 및 혼신 보호를 위하여 주요 무선국에 대한 국제등록³⁾을 중요시 하고 있어 우선적으로 국제항행 선박국의 식별부호(1,212국) 국제등록을 완료하였다. 조난, 수색구조 시 필수적으로 요구되는 해상이동업무용 식별부호는 사람으로 비유하면 주민등록번호와 같은 것으로 국제적 관리의 필요성 및 중요성이 강조되고 있는 실정이다. 앞에서 기술한 국제등록 전산 기능을 활용하여 국내 해안국 및 안전시설에 대한 주파수 국제등록 추진을 수행하였다.

가. 등록대상 선정

- 기존 ITU등록 정보 및 허가DB의 오류 수정을 통해 등록서식 작성 (808파)

※ MMSI(식별부호)가 부여된 해안국 1602파(총3,576파) 중 808파로 분석됨

해안국 DB	대상주파수(파)	비고
RBMS 허가 주파수	3,576	RBMS DB
식별부호(MMSI) 부여	1,602	
좌표 등 필수항목 누락 수정(RRA)	136	SMIs Filtering
주/예비장치 등 주파수 중복제거	774	
ITU 기 등록 주파수 제거	20	
등록대상	808	56개국

3) 전파규칙(RR) 제11조(주파수할당 통고 및 등록), 제19조(무선국의 식별), 제32조(GMDSS의 조난통신 운용절차

나. 등록대상 해안국 분포현황



2. ITU 해안국 국명록(List IV) 개정 추진

가. 배경

- ITU 전파통신국은 2010년판 해안국 국명록(List IV 4) 발간을 위해 각국 주관청에 해당 무선국 제원의 개정사항을 통보해줄 것을 요청함

나. 추진실적

- 국내 주요 무선국의 국제등록 추진을 위한 전산화 기능 강화로 업무 능률 향상

4) 해안국 명부(List IV) : 매 2년마다 ITU에서 발간하여 국제항행 선박에 의무적으로 비치하는 책자로 해상사고에 대비하여 수색, 구조를 위한 해안국 주파수 등 GMDSS 무선국 정보를 제공하고 있음

- 인명, 안전 관련 주요 무선국을 국제등록 실적 현황
 - 국제항행 선박국의 식별부호⁵⁾(1,212국) 국제등록 완료('09.06.05)
 - 해안국 주파수(576파) 국제등록 완료('09.10.8)
 - 항공국 주파수(242파) 국제등록서 ITU 제출('09.10.30)

다. 추진 사항

- ITU 에 요청사항을 확인하고 우리나라의 해안국 국명록 자료 입수
- 해당 무선국(GMDSS⁶⁾)의 허가 DB(RBMS) 확인 및 수정
 - MF, HF, VHF대 디지털 선택호출용 해안 무선국
 - 국제 네비텍스 서비스용 무선국 및 해안지구국
 - 국제 협대역직접인쇄전신장치(NBDP⁷⁾)용 무선국
 - 수색 구조 협력센터 정보 등
- 해양경찰청(수색구조과)과 (주)KT(해안국, 인말새트 운용팀)에 ITU의 요구사항(인마새트 서비스 과금 정보 및 수색구조용 무선국 제원)을 확인함

3. 해상이동업무 식별부호 관리 개선 방안

가. 검토배경

- 수기로 관리 중인 호출부호 및 식별부호를 RBMS에서 자동으로 관리할 수 있게 업무 효율화가 필요
- WRC-07에서 관련 규정 개정⁵⁾에 따라 선박국 등 무선국 호출부호의 부호구성 체계 관련 규정을 정비하며, 종전 해상이동업무에서만 사용하던 식별부호를 타 업무(수색구조 및 항로표지시설 등)에도 사용이 가능하도록 관련 규정 정비

5) 전파규칙(RR) 제11조(주파수할당 통고 및 등록), 제19조(무선국의 식별), 제32조(GMDSS의 조난통신 운용절차

6) GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System, 전세계 조난안전 시스템) : 무선전신과 전화를 이용하는 재래식 해상통신망에 비하여 디지털설비를 이용하여 자동 및 무인으로 조난 안전통신이 가능한 새로운 시스템으로 국제항로를 운항하는 총 300톤 이상의 선박에 강제 적용됨

7) NBDP : Narrow Band Direct Printing

전파규칙 제19조 및 ITU-R 권고 M.585-4 개정 내용

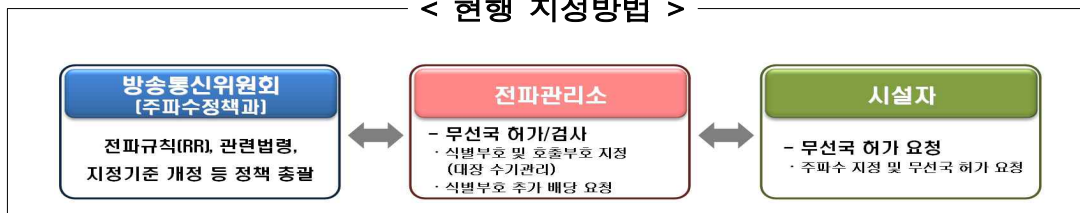
- 수색구조용 항공기, 항행원조체 등에 MMSI의 할당에 대한 기본 원칙을 RR에서 규정하고 세부규정은 권고 ITU-R M.585-4를 인용

※ 권고 M.585-4에서 선박국, 해안국 외에 수색구조용 항공기, 항행원조체, 본선에 속한 자선(子船) 등의 무선국도 MMSI 할당이 가능하도록 개정

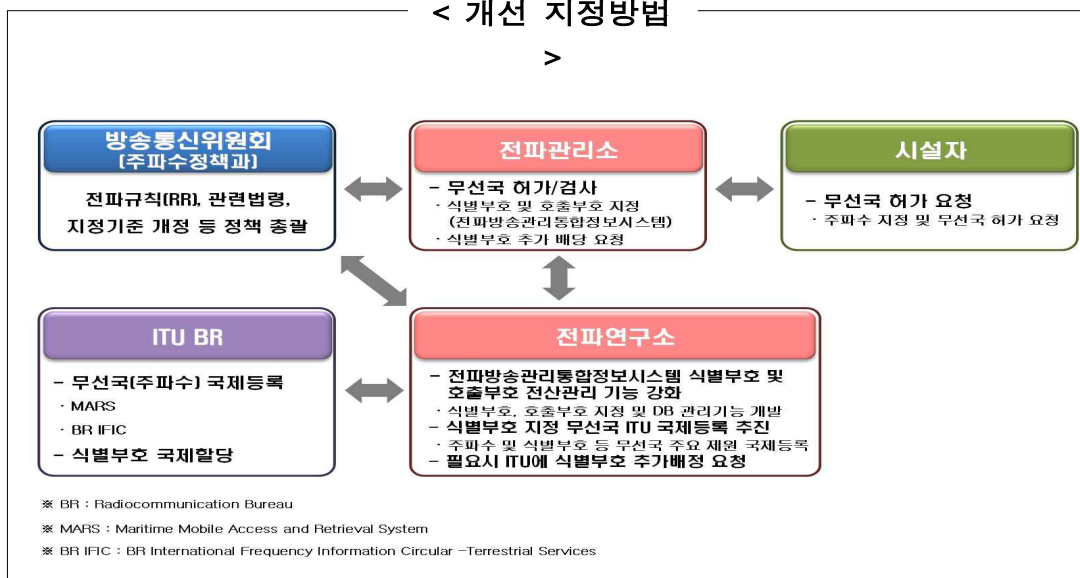
※ RBMS(Radio&Broadcasting Management Integrated Information System, 전파방송 관리통합정보시스템)

나. 업무 개선방안

< 현행 지정방법 >



< 개선 지정방법 >



다. 주요 개선사항

- 개정 지침 전산화 : WRC-07 개정사항인 전파규칙(RR) 제19조와 제20조에 명시된 조난, 수색 등 인명안전을 위한 해상이동업무 식별부호 관리
- 식별부호 DB 전산화 : 현재 수기로 작성 관리하고 있는 식별부호를 전산화 하여 식별부호 자동 할당 및 관리
- 국제등록 : 전파규칙 제20.16조 규정과 관련하여 식별부호의 ITU 국제등록을 위해, 전파관리소에서 요청되는 식별부호의 할당, 변경 또는 폐지 내역을 ITU에 국제등록 할 수 있도록 함
- 국제등록 : 전파규칙 제20.16조 규정과 관련하여 식별부호의 ITU 국제등록을 위해, 전파관리소에서 요청되는 식별부호의 할당, 변경 또는 폐지 내역을 ITU에 국제등록 할 수 있도록 함

4. 항공 주파수 국제등록 추진 보고

가. 배경

- ITU는 인명안전 및 혼신보호를 위하여 주요 무선국에 대한 국제등록을 중요시 하고 있음
- 국제항행 선박국의 식별부호⁸⁾(1,212국) 국제등록 완료('09.06.05)
- 국내 해안국 주파수(576파) 국제등록 완료('09.10.8)

나. 등록대상 선정

- 기존 ITU등록 정보 및 무선국 허가 DB를 통해 등록서식 작성
- 항공이동 업무용 주파수(609파) 중 등록대상은 117.975 - 137MHz 대역 242파(50개국)로 분석됨

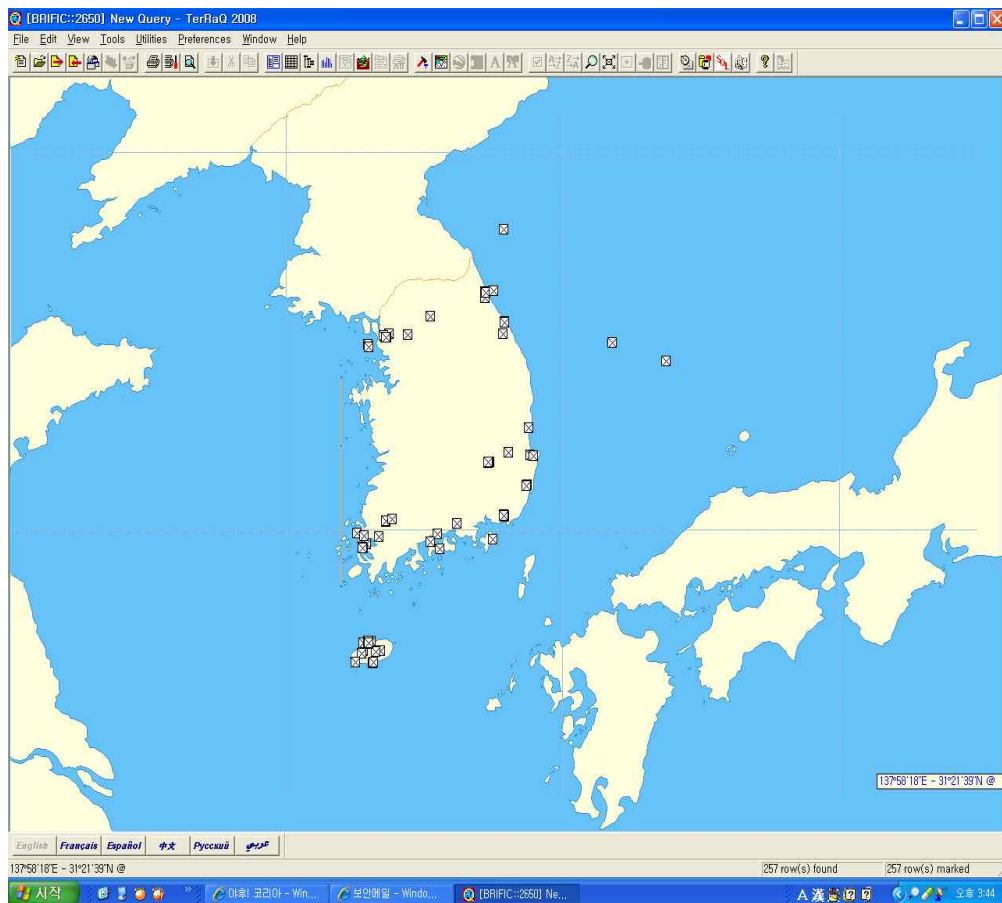
항공국 DB	대상주파수(파)	비고
RBMS 허가 주파수	609	RBMS DB
주/예비장치 등 주파수 중복제거	271	SMIs Filtering
좌표 및 필수항목 누락 오류	38	
국제공용 주파수 제거	32	
ITU 기 등록 주파수 제거	26	
등록대상	242	50개국

※ 50개국 분포현황 : <그림4-14> 참조

8) 전파규칙(RR) 제11조(주파수할당 통고 및 등록), 제19조(무선국의 식별), 제32조(GMDSS의 조난통신 운용절차



<그림 4-14> 등록대상 항공국 분포현황



<그림 4-15> ITU 기 등록 현황(257파)

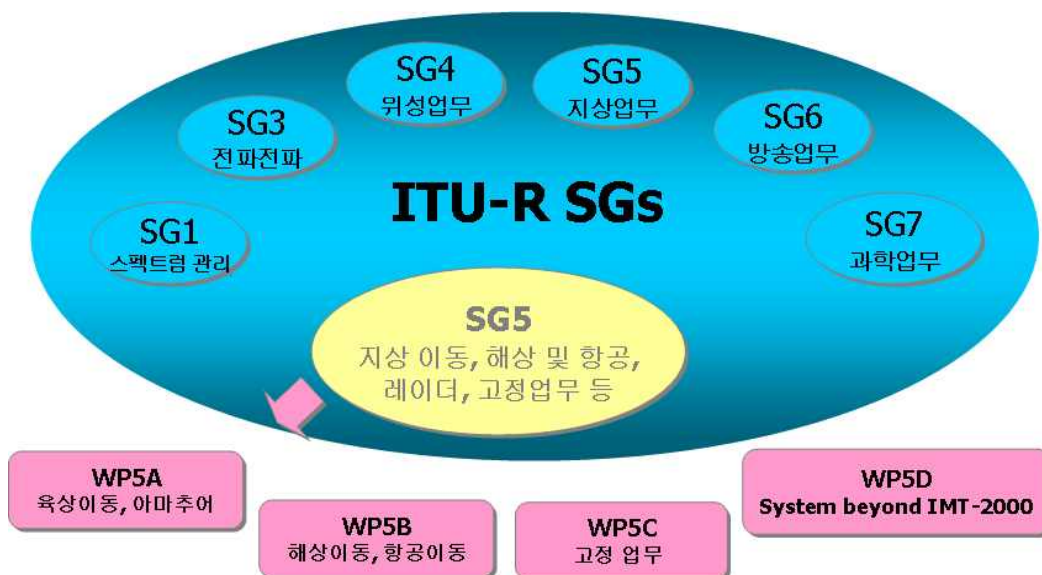
제5장 국제 표준화 대응 연구

제1절 국내 ITU-R 연구위원회 지상업무 분과 활동

1. 개요

가. 작업반별 연구 범위

지상통신분야인 ITU-R SG5분과는 4개의 작업반으로 구성되어 있으며 각 작업반은 공공안전 및 재난구조(PPDR: Public Protection and Disaster Relief), 신기술 등 IMT 업무를 제외한 이동통신업무를 담당하고 있는 WP5A, 무인 항공기 등 항공, 해상 및 무선측위 업무를 맡고 있는 WP5B, 전자뉴스수집(ENG: Electronic News Gathering), 성층권통신(HAPS: High altitude Platform Stations) 등 고정업무를 맡고 있는 WP5C 및 IMT-Advanced 등 IMT 업무를 맡고 있는 WP5D로 나뉘어진다.



<그림 5-1> ITU-R 연구반 및 SG5 분과 작업반 구조

나. 2009년도 국내·외 표준화 활동결과 요약

(1) 국내 표준화 활동 결과

- 국내 SG5분과 연구반은 작업반별로 WP5A 분야에 6명, WP5B 분야에 18명, WP5C 분야에 9명, WP5D 분야에 22명 등 55명의 위원이 국제 활동 및 관련 연구를 수행하고 있음
- 6회의 작업반 회의를 통해 국제회의의 주요 이슈에 대한 대응전략을 논의하고 국가기고문에 대한 작성 방안을 논의하여 기고문을 제출, 반영시킴
- 또한, 주요 연구과제에 대한 국내·외 동향을 검토하였으며 ITU-R 권고와 국내 규정과의 비교 검토를 통해 국제 규정을 국내에 반영할 수 있는 기반을 마련함
- 6개의 심화과제를 통해 국내에 표준, 정책 및 기술기준으로 반영할 수 있는 ITU 권고를 검토하여 제안하였음

(2) 국제 표준화 활동 결과

- WP5A, WP5B 및 WP5C 작업반은 5월 및 11월에 스위스 제네바 ITU 본부에서 개최되었고, 국내 작업반에서는 약 15명의 위원들이 참석하여 대응하였으며 연구반별 주요 이슈는 다음과 같음
- IMT를 제외한 이동통신 분야(WP5A)
 - 이동통신서비스를 위한 CRS(Cognitive Radio System)의 기술적, 운용적 특성 및 구현방법 등을 포함한 보고서 초안 개정
 - PPDR용 주파수 결의(Resolution 646)에 따른 UHF 대역 주파수의 지역별 공동 사용을 위한 대역폭 및 채널배치 등 기술적 요구사항에 관한 권고 초안 개정
 - 6 GHz 대역 이하에서 사용되는 BWA(Broadband Wireless Access) 무선접속기술 권고(M.1801) 개정(안)에 IMT 기술표준(M.1457)에 포함된 국내 와이브로 기술에 대한 내용이 포함되도록 제안하여 권고 개정에 반영

- 해상, 항공 및 무선측위 분야(WP5B)

- 무인항공기의 안전한 운항에 필요한 UAS(Unmanned Aircraft System)의 도입을 위해 주파수 소요량 산출을 포함한 시스템 특성 보고서 작성을 완료하고 후보대역 보고서 초안을 개정
- 항공이동업무로 분배된 112~117.975 MHz 및 960~1164 MHz 대역에 새로운 항공시스템 도입을 위한 타 업무와의 공유연구를 진행하고 5 GHz 대역 항공이동업무용 주파수 추가 분배를 위한 스펙트럼 소요량 산출을 논의
- 항공기내 무선통신(WAIC) 도입을 위한 기술특성 및 대상 주파수 대역(22.55~23.15 GHz, 37~38 GHz) 사용 가능성 논의
- 해상이동업무용 단파대역에 디지털 기술 도입을 위한 CPM 보고서 수정 및 HF대역 주파수와 채널을 배정하는 전파규칙 부록 17 개정 논의
- 해상 보안강화 및 선박의 안전운항을 위한 시스템용 주파수 추가 분배 검토와 관련 규정의 개정 검토
- VHF 대역 무선탐지업무용 레이더(154~156 MHz)용 신규 주파수 분배 검토와 관련하여 우리나라 공유연구 결과를 반영한 신규 보고서 작성 완료
- 3~50 MHz대역 해양레이더 사용을 위한 무선탐지업무용 신규 주파수 분배와 관련하여 해양 레이더의 시스템 특성, 기존 업무와의 공유 연구보고서, CPM 보고서 등을 작성
- 15.4~15.7 GHz 대역 무선탐지업무용 주파수 추가분배 검토를 위해 무선탐지시스템과 기존 업무와의 공유연구 보고서 등을 작성

- 고정업무 분야(WP5C)

- ENG 공통 주파수 선정을 위해 각 국가에서 제안한 주파수 대역과 선정방법 등을 논의
- HAPS 관문국 링크용 주파수 지정 검토를 위해 관문국 특성 및 타 업무와의 공유를 위한 간섭분석 모델링에 관한 신규 권고 개발 검토

- WP5D 작업반은 2월(제네바), 5월(제네바) 및 10월(독일 드레스덴)에 개최되었고, 국내 작업반에서는 20여명의 위원들이 참석하여 대응하였으며 주요 이슈는 다음과 같음

- IMT-Advanced 후보기술 제안 및 접수
 - 제안된 IEEE 802.16m 기술 및 3GPP LTE-Advanced 기술에 대해 많은 업체 및 국가에서 지지 의사를 기고
 - ITU-R M.2133에 의거하여 제안된 “6개 제안후보기술”의 완결성을 검토하여 총 6개의 제안후보기술이 상기 조건에 만족함을 확인
- [IMT.RADIO] 및 IMT-Advanced 표준화 절차 논의
 - IMT.RADIO 문서는 기술제안 및 ITU 논의 내용을 포함하여 개발하기로 하고, 문서의 성격은 추후 논의 예정
 - IMT-Advanced 표준화 관련, 상세 작업계획 개발 및 IMT-Advanced update 절차 논의
- IMT-2000 무선전송기술 관련 권고 개정 논의
 - M.1457 권고의 9차 개정(안)은 지난 WP5D 5차 회의를 통해 합의가 되었으며, 차기 SG5('09.12)에서 승인 예정
 - M.1580/1581 권고의 4차 개정을 위해 2010년에 개정을 완료하기로 계획 확정
- IMT 주파수 채널 배치 및 IMT.700 보고서 개정 검토
 - M.1036 문서 및 IMT.700 문서 관련 주요 논의 사항들은 합의를 이루지 못하고 차기 회의에 재논의하기로 결정

2. 연구과제 분석 및 권고 비교 등 연구결과 요약

가. 연구과제

(1) 고정 및 지상이동업무에서의 고정 무선접속 시스템 요구사항

- 고정과 이동무선접속 사이의 주파수 공유 및 이용에 대한 개선방안, 상호 연관 관계 및 통합에 따른 비용 효율 등에 대해 검토
- 주파수 배치 시 FWA에 필요한 주파수 밴드 및 무선업무와 WAS 사이의 주파수 양립성 분석
- 권고 ITU-R F.757(음성전화 및 데이터 신호를 제공하는 이동 기반의 고정무선접속에 대한 시스템 요구사항과 성능 목표) 내용의 현행화

- 국내 와이브로 기술 등 FWAS에 대한 서비스를 국제표준에 반영하고 개발도상국 등 진출 시장을 활성화되기 위하여 관련 권고안 및 LMH 등의 연구에 적극 참여 필요

(2) IMT 지상 부문의 미래 개발

- WRC-07에서 선정된 IMT-2000과 IMT를 위한 조화된 주파수 사용을 위한 최적의 주파수 밴드 플랜에 대한 연구가 필요함
- ITU-R은 2008년 IMT-Advanced 시스템에 대한 최소 기술 요구사항 및 평가에 대한 가이드라인을 확정
- IMT-Advanced 무선인터페이스 기술 표준화를 위한 최소 기술 요구사항 확정, 평가 환경 대상 수, 평가 방법 완성으로 본격적 표준화 과정 진행
- IMT-Advanced 후보기술로 3GPP LTE-Advanced와 IEEE 802.16m가 제안되었으며 우리나라는 두 개의 후보기술에 대해 지지를 표명
- IMT-Advanced 표준화 절차에 따라 2011년 10차 회의까지 표준화를 완료할 예정이며 이를 위해 두 후보기술에 대한 평가 진행 예정

(3) VHF 대역에서 동작하는 무선측위업무 레이더의 특성과 보호기준

- VHF 주파수 대역 내에서 무선측위 업무는 여러 대역에서 지역별로 분배(138-144MHz는 제2지역에서 1차로 무선탐지업무에 분배, 216-225 및 223-230MHz 대역은 각각 제2지역과 제3지역에 2차로 무선탐지업무에 분배)되어 있으나, 전 세계적으로 동일 주파수 대역에서 무선탐지업무의 1차 분배는 되어 있지 않음
- 142~144 MHz 및 154~156 MHz에서 동작하는 레이더의 시스템 특성의 수정 및 보호기준을 추가하여 VHF 대 무선탐지업무용 시스템 특성 관련 권고 M.1802의 개정
- 142~144 MHz 및 154~156 MHz 대역의 레이더와 고정/이동업무 간의 주파수 공유를 위한 이격거리 산출, 항공이동업무 및 우주연구업무와 공유연구를 위한 신규 보고서 초안 작성

(4) 이동업무를 위한 광대역 무선액세스 시스템

- 무선접속 시스템 이동성에 대한 요구가 증대되면서, ITU-R에서는 nomadic 무선접속이라는 새로운 카테고리를 규정(ITU-R F.1399)하였고 Mobile BWA 기술 등장에 따라 관련 연구가 시작됨
- 여러 가지 환경에서의 광대역 무선접속방법을 제공하고, BWA 시스템 운영을 위한 상호연결 표준 제공, 운용 및 기술 요구사항을 정의
- M.1457 개정이 승인됨에 따라 권고 ITU-R M.1801에 IMT-2000 OFDMA TDD의 대역폭 중 WiBro 서비스의 대역폭 8.75MHz폭을 추가하고, Annex 3에 포함된 TTA WiBro Rev.2 표준 내용 현행화를 제안하였으며 반영됨

(5) 3~50 MHz 대역에서 운용되는 HF 표면파 레이더 시스템

- 3~50 MHz에서 동작하는 무선탐지업무 단파대 해양 관측용 레이더 시스템의 운용 필요성이 증가하면서 전 세계적인 배치에 대한 국제적인 관심도 증가
- 저출력 단파 표면파 레이더 시스템은 해양학, 기후학 및 기상학적 운용을 위한 바다의 상태와 해류의 측정, 마이크로웨이브 레이더 탐지 범위 밖의 해상에 대한 인지, 안전의 제공, 표면 비행체, 항공기의 추적과 선적 및 공항의 보안 등의 내용을 포함
- 성능과 데이터 요구 사항은 단파 표면파 해양 관측 레이더 시스템의 운용 특성과 관계가 있으며, 3~50MHz 주파수 범위 내에서 여러 개의 주파수 대역의 사용 요구가 있을 수 있음
- HF 대역 특성상 원거리 통신이 주류를 이룰뿐더러 공공 및 해상 등의 안전업무로도 사용되며, 레이더 특성상 레이더 송신기는 일반 통신 업무에 비해 대출력 시스템이므로 신규 분배시 기존 무선국의 보호가 매우 어려워짐을 주목하고, HF대 전파특성 연구 등을 통해 기존 무선국의 보호 가능성에 대한 분석 진행

(6) 육상이동업무에서 무선인지시스템

- 정보통신 기술의 신규 출현으로 인한 주파수 자원 부족 현상을 해소하기 위한 방법의 하나로 주변 전파스펙트럼을 인지하여 기존 업무에 유해한 간섭을 주지 않고 스펙트럼을 사용할 수 있는 새로운 기술로 CR 응용분야가 각광받고 있음
- 신규 연구과제에 대해 CRS의 정의, SDR 등의 관련 기술, CRS 구현과 관련된 기술 및 특징, 다른 서비스와의 공유할 수 있는 가능성 및 공유 기술 연구를 내용으로, 효율적인 주파수 재사용을 위한 CRS을 연구를 바탕으로 2010년까지 신규보고서를 제정하기로 함
- 본 연구과제의 연구결과가 WRC-12 의제 1.19 연구를 위한 input으로 활용될 수 있을 것으로 기대되고 있으므로, CR 시스템을 위한 별도의 규정 신설이 강조되지 않도록 규제 관점에서 올바른 내용이 WRC-12 의제 연구에 참고될 수 있도록 대응할 필요가 있음

(7) 항공기내 무선통신의 운용조건 및 기술적 특성

- 항공기 내에서 항행을 위해 사용되는 무선장비 기술이 발전하고 용도가 증가하고 있으므로 안전한 운용을 위해 항공기내 무선통신 소출력 장비에 대한 연구의 필요성이 요구됨
- 항공기 내에서 무선시스템의 사용은 항공기 무게 및 연료 소비를 줄이는 효과가 있으며 항공기 시스템 설치, 운용 및 유지 등에 더 효과적이라는 검토 의견이 제기되고 있음
- WRC-12 의제 1.12(37~38 GHz 대역에서 항공이동업무로부터 다른 업무 보호방안 연구)에서 37~38 GHz 대역에 분배된 이동업무에서 항공이동 업무에 대한 제외를 검토하고 있으나 항공기 내 무선통신 시스템의 상기 대역 운용에 대한 고려가 진행 중이므로 이에 대한 검토가 필요

(8) 이동위성업무와 고정업무 간 공유 기준

- 이동위성업무로부터의 간섭에 의해 고정업무 시스템이 허용할 수 있는 레벨은 어느 수준이며, 이 두 업무 간 공유를 용이하게 하는 데 필요한 수용 가능한 제한 사항은 무엇인지에 관하여 연구를 수행함

- WRC-12 의제 1.7과 관련된 항공이동위성업무 및 WRC-12 의제 1.25와 관련된 이동위성업무와의 공유 가능성 검토에 이용될 수 있는 고정업무 시스템 특성 및 공유 기준에 관한 논의가 이루어짐
- WP 4C에서 고려하고 있는 공유기준인 $I/N = -6$ dB는 동일 서비스간의 최대 기준이며 타 업무간 공유에는 적용할 수 없음. 따라서, 타 업무간 공유 기준으로 $I/N = -10$ dB가 적절하며 20 % 이상의 시간을 초과하지 않아야 함을 제시함

(9) ITU-R 권고 F.758의 개정 연구

- 무선중계 시스템의 디지털 전환에 따라 향후 도입할 고정업무 시스템의 기술 및 운용상 특성에 대한 연구를 목적으로 함
- 우리나라, 영국 등에서 자국의 고정업무 시스템 특성을 권고에 추가
- 2008년에 ITU-R WP5C에서는 기존 권고 F.758-4의 효율적이고 체계적인 개정을 위하여, 각 국가별 다양한 고정업무 시스템 특성을 통합하는 검토그룹(CG; Correspondence Group)을 결성
- 2009년에 P-MP 시스템 특성을 추가하여 최종 개정안 마련
- 동 연구과제와 관련 권고표준인 F.758의 개정 논의가 완료 시점에 있으므로 국내 고정업무의 활용 정책을 주시하여, 권고 F.758의 개정에 관한 국가간 의견 회람시 국내 정책을 반영하여 의견을 마련할 필요가 있음

(10) 3,000GHz 이상 주파수 대역을 이용하는 고정업무 용용서비스 연구

- 시리아에서 자유공간 광링크의 기술적 연구에 관한 신규 연구과제를 제안하였으며 WRC-12 의제 1.6의 두 번째 이슈로도 반영되어, 2012년까지 관련 연구가 수행될 전망이다
- WRC-12 의제 1.6의 이슈 B는 3000GHz 이상 대역의 자유공간에서 다양한 광-링크 장치들이 사용되고 있으므로 자유공간 광-링크 장치들의 관리 절차 등을 검토하는 것임
- 고정업무의 용용방안으로서 3000GHz 이상 대역 자유공간 광-링크 전송에 대한 기술 및 운용상의 특성 및 파라미터 연구가 진행 중임

(11) 고정무선시스템(FWS)의 RF 주파수 배치

- 전파규칙(RR) 5조에 의거, 17GHz 이상 대역에서 고정업무로 분배된 여러 주파수 대역에 대해 아날로그 혹은 디지털 방식의 고정무선시스템 사용에 필요한 표준 마련이 요구됨
- 17GHz 이상 대역에서 널리 운용중인 고정업무 시스템의 채널 배치기준 연구를 목적으로 1990년 연구과제를 채택하고, 이후 디지털 시스템을 고려하여 연구 내용을 개정하였으며 FWS용 채널배치 기준이 2009년 11월까지 약 20여건 개발되어 있음.
- 고정업무 분배 대역은 이동통신망의 인프라 구축을 위한 기지국간 전용 통신, 아파트 단지내 초고속 무선접속망 구축 등 여러 응용방안들이 도출되고 있으므로, 이의 효율적 방안 마련을 위한 추가 연구가 요구되나, 동 연구과제의 직접적인 추가 연구는 필요치 않음.

(12) 재난완화 및 구호에 사용되는 고정업무 시스템의 기술 및 운용 특성

- WRC-03에서 공공안전·재난구조(Public Protection Disaster Relief)용 주파수의 지정 결의(WRC-03 Resolution 646)를 채택함
- WRC-07에서는 응급 및 재난구호 전파통신을 위한 주파수 관리 요령에 관한 결의 647을 채택함
- 공공안전, 재난 구호용 주파수의 지역별 공동 사용을 위한 채널배치, 점유대역폭 등 시스템 요구사항에 관한 국제 표준화 방안 검토
- 광대역 PPDR 통신 주파수 공유를 위한 노력 진행 중으로 RA-2007 결의 결과로 지역별 PPDR를 포함한 주파수 목록 DB화 추진 중
- 유럽은 협대역(380~385MHz/390~395MHz, 5MHz폭)과 광대역(380~470MHz, 5MHz폭 이상)으로 구분하고, 아태지역은 746~806MHz대역에서 채널링에 관한 다양한 방법론을 제시하여 지속 논의 예정

나. ITU-R M 및 F 시리즈 권고 비교

- ITU-R 권고의 규정을 국내 규정과 비교하여 기술기준, 표준 및 정책적으로 반영이 필요한 사항이 있는지 검토함

- 무선측위업무 레이더 무선국과 인접대역 시스템과의 간섭 저감 방법 등 WP5B 관련 권고 4건, 고정업무와 타 업무간 공유기준 개발에 관한 고려사항 등 WP5C 관련 권고 12건 및 IMT-2000 시스템 등 WP5D 관련 권고 2건 등 전체 18건의 권고를 검토함
- ITU-R 규정을 기술기준에 반영할 수 있는 권고
 - F.758-4는 고정업무와 타 업무간 공유기준 개발에 관한 권고로서 관련 내용이 전파지정기준에 언급되어 있으나 누락된 내용 등이 있으므로 개정이 필요하며 전기통신사업 및 고정방송중계용 시설간 간섭분석 파라미터를 규정하는 기술기준 신설이 필요함
 - F.1821은 개선된 디지털 단파무선통신 시스템의 특성에 관한 권고로서 30 MHz 이하의 단파 디지털통신 시스템에서 공유연구에 필요한 특성이 규정되어 있으나 국내에는 이와 관련된 규정이 없으므로 이를 반영하여 무선설비규칙 등 관련 기술기준을 개정할 필요가 있음
- ITU-R 규정을 정책 및 표준에 반영할 수 있는 권고
 - M.1036-3은 806~960 MHz, 1710~2025 MHz, 2110~2200 MHz 및 2500~2690 MHz 대역 내 IMT-2000 지상망 활용을 위한 주파수를 배치하는 방안에 관한 권고로서 관련 대역의 국내 채널 배치 계획 수립 시 이 권고의 제안 내용을 반영해야 함
 - M.1179는 무선측위업무 레이더 무선국의 인접대역과 고조파 대역에서 동작하는 시스템과의 간섭 결합 메카니즘과 저감 방법의 평가 절차에 대한 것이며 현재 4~6 GHz 대역은 국내에서 국간중계(M/W)용과 군 레이더가 함께 운용 중이므로 간섭 영향 시 위 권고 내용을 표준으로 적용하여 활용할 수 있음
 - M.1457-8은 IMT-2000 무선 인터페이스 세부규격에 관한 권고로서 이미 TTA 표준으로 규정되어 있으며 권고의 개정 내용에 따라 표준의 변경 및 신규 채택 등의 조치가 필요함
 - F.1335는 2 GHz에서 이동위성업무와 고정업무 간 공유 주파수 대역에서 단계적 이전 접근 시 기술적, 운용적 고려사항에 대한 것이며 우리나라는 2 GHz 대역을 이용하는 이동위성업무용 위성망을 국제등록 중이므로 향후 이 위성망에 대한 구현 계획을 수립할 경우 본 권고의 내용을 토대로 고정위성망과의 공유 문제를 검토할 필요가 있음

- F.1670-1은 VHF 및 UHF 대역에서 지상 디지털 영상 및 음성방송 시스템으로부터 고정무선시스템의 보호에 대한 권고로 DVB-T 방식은 국내에서 도입하고 있지는 않으나 향후 필요 시 고정업무와의 공유 연구에 적용할 수 있음

제2절 해상 및 항공업무 분야 국제 표준화 동향

1. 해상통신 분야

가. 자동식별장치(Automatic Identification System)

- o AIS를 이용한 수색구조용 송신기(SART) 도입 및 위성에서 AIS 신호를 수신하기 위한 AIS 특성 권고 개정 작업을 진행하였으며 관련 권고인 ITU-R M.1371-3의 개정작업 수행

나. 디지털 선택 호출장치(Digital Selective Calling)

- o DSC 및 GNSS를 탑재한 휴대 VHF의 MMSI 할당에 대한 IMO의 연락 문서를 검토하였고 분배 가능한 번호 체계를 식별함

다. WRC-11 의제 1.9와 1.10

- (1) 새로운 디지털 기술 도입에 따른 해상이동업무 주파수 및 채널 개정 검토(의제 1.9)
 - o 해상이동업무용 단파대역에 디지털 기술 도입을 위한 CPM 보고서를 수정하고 HF대역 주파수 및 채널을 배정하는 전파규칙 부록 17의 개정방안에 대해 논의
- (2) 선박의 안전 운항을 위한 주파수 분배와 규정검토(의제 1.10)
 - o LRIT 시스템에 사용 가능한 위성을 이용한 AIS 신호 수신, 단파대역 데이터 통신, 초단파대 무선전화와 데이터 통신망, 500 kHz 대역에서의 데이터 통신망, 초단파대 광대역 데이터 통신망에 대한 제안서를 검토하고 CPM 보고서에 반영

라. 결의 355 관련 해상 매뉴얼

- 해상통신에 사용되는 매뉴얼과 무선국에 비치할 문서 LIST IV 및 LIST V를 현실적으로 형식을 수정했으며 이를 2년에 1회 책자 및 CD로 출판하기로 함

2. 항공통신 분야

가. 무인항공시스템(UAS)

- 무인항공기의 안전한 운항에 필요한 UAS(Unmanned Aircraft System) 도입을 위해 주파수 소요량 산출을 포함한 시스템 특성 보고서(안) 작성 완료 및 후보대역 보고서 초안 개정
 - 주파수 소요량은 미국과 프랑스가 기고한 대역폭을 기반으로 지상 기반 LOS 시스템용 34MHz 폭, 위성시스템용 56MHz 폭으로 산출됨
 - 후보 주파수는 UAS 제어링크용으로 위성을 이용한 지상제어국(control station)의 기능 및 정의에 대해 위성을 보호하는 측과 상호 민감한 입장 차이를 보임
 - 특히 위성(FSS, MSS 등) 및 기존 AMS 보호를 주장하는 측과 UAS와 공용이 가능하다는 프랑스측 입장이 대립됨
- 후보 주파수 검토 대역
 - 960~1164 MHz : ARNS, DME/TACAN, UAT, L-DACS 1/2, 2차 Radar 등 운용 중
 - 1545~1555 MHz : 이동위성업무(우주→지구) (인마세트, HIBLEO-2&4 등) 운용
 - 1646.5~1656.5 MHz : 이동위성업무(지구→우주) (인마세트, HIBLEO-2&4 등), 전파천문 등 운용
 - 5000-5150 MHz : RNSS, MLS 등 운용 (GMPCS 지구국 등)

나. 항공이동업무(AM(R)S)

- 신규 분배된 112 ~ 117.975 MHz 및 960 ~ 1164 MHz 대역에 새로운 항공 시스템 도입을 위해 타 업무와의 공유연구를 진행

- 5960 - 1164 MHz대역에서 안전한 항공업무의 운용을 위해 항공이동업무와 non-ICAO시스템간 양립성 연구 보고서 초안을 개정
- o 5 GHz 대역에서 공항내 무선통신을 위한 스펙트럼 소요량 산출
 - 미국은 기 분배(WRC-07)된 59MHz(5091-5150MHz) 대역폭의 항공이동업무용 주파수 이외에 추가로 고정업무용(Category 2) 주파수가 필요하다는 입장이나, 유럽은 이동용(Category 1) 주파수(59MHz)로 충분하다는 입장을 고수함
 - 추가 분배를 검토하는 주요대역(5000-5030MHz)은 일본 및 미국 내에서도 향후 도입될 무선헤행위성업무(RNSS : 개선된 GPS서비스 제공)에 간섭 영향이 있다는 입장을 제시하고 있음
 - 5 GHz 대역의 소요 주파수 산출을 위해 기존 소요량 보고서(M.2120)를 개정하지 않고 별도의 신규 보고서로 만들기로 함

다. 항공기내 무선통신(WAIC)

- o 항공기내 무선통신(WAIC) 도입을 위한 기술 특성, 대상 주파수 대역 (22.55-23.15GHz, 37-38GHz) 사용 가능성을 논의
- o 항공기내의 유선으로 대체 가능한 시스템, 후보 주파수 대역 전파특성 검토, 무선헤행설비와의 간섭 가능성 등을 검토

제6장 결론

‘09년도 방송통신용 무선설비 기술기준 정비를 위해 해상업무용 무선설비 기술기준에서는 인말새트 선박지구국, 선박레이더, 항로표지용 자동식별 장치 등 3건의 설비에 대한 기술기준 개정(안)을 마련하였으며 항공업무용 무선설비 기술기준에서는 자동종속감시용방송시설(ADS-B)에 대한 기술기준(안)을 마련하고 용어정리 등 기술기준을 정비하였다. 전기통신사업용 무선설비 기술기준에서는 위성휴대통신용 무선설비 기술기준을 신설하였으며 기타업무용 무선설비 기술기준에서는 70 MHz 대역 고정점대점 통신을 위해 용도미지정 무선기기에 대한 기술기준을 개정하였고, 디지털 무전기 기술 도입을 위해 관련 기술기준 개정(안)을 마련하였다.

‘09년도 지상망 무선국 주파수지정 타당성 검토는 총 49건 119국을 수행하였으며, 항공업무, 이동통신 등 신규 주파수 이용에 따른 간섭분석 등 전파 지정 타당성 검토를 수행하였다.

선박의 조난, 구조 시 필수적으로 요구되는 해상이동업무용 식별부호(MMSI : Maritime Mobile Service Identity)의 전파지정 기준 개정안을 마련하는 한편 관련 국제등록 업무를 전파관리소 등으로 확대 강화방안을 제시하였다. 특히, 대량의 지상주파수 국제등록을 실현하기 위한 관련 전산화 알고리즘을 설계하고 개발토록 하였으며, 개발된 국제등록 전산 소프트웨어를 이용하여 해상, 항공업무용 주요 무선국 주파수를 ITU에 대량 등록 추진 하였다.

무인항공시스템의 안전한 운용 및 새로운 항공이동업무의 원활한 도입을 위한 관련 스펙트럼 소요량 산출연구와 타 업무와의 공유 및 후보대역 검토 등 WRC-12 의제 관련 연구를 활발히 수행하였으며 신속한 국제 표준 동향 파악 및 국내 반영 등을 위해 ITU, IMO 및 ICAO 등 지상업무 관련 국제 표준화 활동에 지속적으로 참여할 예정이다.

[참고문헌]

- [1] 방송통신위원회 “대한민국 주파수 분배표”, 2009.
- [2] 방송통신위원회 “무선설비규칙”, 2009.
- [3] John Yates, Inmarsat PLC, Intorocction to Imnarsat, 2002
- [4] 신은식, Inmarsat VIA KT. 인말새트 Fleet 서비스, 2003
- [5] 한국선급, 국제해사기구(IMO) 제7차 무선통신 및 수색구조 소위원회 (COMSAR) 참가보고서, 2003
- [6] Inmarsat PLC, BGAN - Products & Services, Graeme Gordon, 2005
- [7] INTERNATIONAL STANDARD IEC 61097-13 : INMARSAT F77 ship earth station equipment, 2003
- [8] <http://www.les006.net/>
- [9] <http://www.inmarsat.com/>
- [10] <http://www.kst.or.kr/>
- [11] "Revised performance standards for radar equipment", IMO Res. MSC.192(79), 2004
- [12] "Performance standards for the presentation of navigation related information on shipborne navigation displays", IMO Res. MSC.191(79), 2004
- [13] "Technical and operational characteristics and protection criteria of radiodetermination radars in the 2900-3100 MHz band", ITU-R Rec. M.1460-1, 2006
- [14] "Characteristics of and protection criteria for terrestrial radars operating in the radiodetermination services in the frequency band 8500-10500 MHz", ITU-R Rec. M.1796, 2007
- [15] "Shipborne radar - Performance requirements, methods of testing and required test results", IEC 62388, 2007
- [16] 한국전자통신연구원, 유비쿼터스 해상통신망 구축을 위한 기술 동향 연구, 2009

- [17] MarNIS D2.2.C-1, "Research Report on Broadband Application_ Part 1 : state of the art, Telespazio S.p.A(Italy), 2006
- [18] "Recommendation performance standards for an universal shipborne automatic identification system", IMO Res. MSC.74(69) Annex 3, 1998
- [19] "Technical characteristics for an automatic identification system using time division multiple access in the VHF maritime mobile band", IITU-R 1371-3, 2007
- [20] "The Use of the Automatic Identification System (AIS) in Marine Aids to Navigation Services", IALA Rec. A-126, 2008
- [21] 오경륜, "차세대 위성항행시스템(CNS/ATM) 기술개발 동향", 항공우주산업기술동향 2권1호
- [22] 송재훈, 오경륜, "차세대 항공감시시스템(ADS-B)의 소개 및 기능 구현", 한국항공우주학회 학술발표회 논문초록집 제15권 2호
- [23] 배중원, "ADS-B 데이터링크 기술분석 및 공대지 ADS-B 시험장치 개발", 2007
- [24] "Surveillance Radar and Collision Avoidance Systems" ICAO 현장 Annex 10 Vol. 4
- [25] "Technical Provisions for Mode S Services and Extended Squitter" ICAO Doc 9871, 2008
- [26] Part 101, Title 47, Code of Federal regulations
- [27] FCC, "Report and Order in the Matter of Allocations and Service Rules for the 71-76 GHz, 81-86 GHz, and 92-95 GHz Bands", FCC03-248, 2003
- [28] CEPT(ECC), " Radio Frequency Channel Arrangements for Fixed Service Systems operating in the Bands 71-76 GHz and 81-86 GHz", ECC REC05-07, 2009
- [29] '주파수 공용방식 간이무선 표준', 정보통신부, 한국전기통신표준 KCS153, 1995. 1.

- [30] ETSI, "Fixed Radio Systems; Poin-to-Point Equipment; Radio equipment and antennas for use in Point-to-Point Millimeter wave applications in the Fixed Services frequency bands 71 GHz to 76 GHz and 81 GHz to 86 GHz), ETSI-TS-102-524, 2006
- [31] Part 90, Title 47, Code of Federal regulations
- [32] 송기홍, "VHF대역 LMR 주파수 이용방안에 관한 연구", 2006
- [33] <http://wireless.fcc.gov/reports/documents/whitepaper.pdf>
- [34] <http://www.project25.org/>
- [35] <http://www.etsi.org/>
- [36] ETSI, "DMR General System Design", TR 102 398 V1.1.2, 2008.
- [37] ITU-R Rec. M.1464 "Characteristics of radiolocation radars, and characteristics and protection criteria for sharing studies for aeronautical radionavigation and meteorological radars in the radiodetermination service operating in the frequency band 2 700-2 900 MHz" 2003.
- [38] ITU-R Rec. M.1177 "Techniques for measurement of unwanted emissions of radar systems" 2003.
- [39] ITU-R Rec. M.2032 "Tests illustrating the compatibility between maritime radionavigation radars and emissions from radiolocation radars in the band 2 900-3 100 MHz" 2003.
- [40] Ofcom ERA Report 2007-0554 "Interference from Radars into Adjacent Band UMTS and WiMax Systems" 2007.
- [41] ITU-R Rec. M.1461 "Procedures for determining the potential for interference between radars operating in the radiodetermination service and system in other services" 2003.
- [42] ITU-R Report M.2111 "Sharing studies between IMT-Advanced and the radiolocation service in the 3400 - 3700 MHz bands" 2007.

- [43] ITU-R Rec. SM.337-6 "Frequency and distance separations" 2008.
- [44] ETSI TR 101-854 "Fixed Radio System : Annex 3B-Determination of the masks discrimination and the Net filter discrimination in the fixed service" 2005.
- [45] WRC-07 Final Act
- [46] 전파지정기준(방송통신위원회) 2008년 3월, 11월
- [47] 전파법 제21조 제2항 제1호 및 제4호 등
- [48] ICAO 헌장 부속서 10의 III권 및 IV권
- [49] ITU Radio Regulation Article 8
- [50] ITU-R Rec. M.1464 "Characteristics of radiolocation radars, and characteristics and protection criteria for sharing studies for aeronautical radionavigation and meteorological radars in the radiodetermination service operating in the frequency band 2 700-2 900 MHz" 2003.
- [51] ITU-R Rec. M.1177 "Techniques for measurement of unwanted emissions of radar systems" 2003.
- [52] ITU-R Rec. M.2032 "Tests illustrating the compatibility between maritime radionavigation radars and emissions from radiolocation radars in the band 2 900-3 100 MHz" 2003.
- [53] Ofcom ERA Report 2007-0554 "Interference from Radars into Adjacent Band UMTS and WiMax Systems" 2007.
- [54] ITU-R Rec. M.1461 "Procedures for determining the potential for interference between radars operating in the radiodetermination service and system in other services" 2003.
- [55] ITU-R Report M.2111 "Sharing studies between IMT-Advanced and the radiolocation service in the 3400 - 3700 MHz bands" 2007.

[부록 1] 해상이동업무용 식별부호개정 사례

1. 목 적

- o GMDSS 도입과 관련하여 새로 신설되는 선박 또는 해안국, 항공기국, 무선표지국 등에 대한 해상이동업무 식별부호 지정기준을 정하기 위함

2. 현 황

- 가. 1983년 이동업무에 관한 세계전파주관청회의(WARC-MOB-83)에서 전파규칙(RR) 부록 제43호에 선박국, 선박지구국, 해안국, 해안지구국 및 집단호출을 독자적 방법으로 식별하기 위하여 국가별로 해상식별숫자(MID⁹⁾)의 분배가 이루어짐
- 나. 이에 따라 결의 제320호로 구체적인 해상이동업무 식별부호의 조정과 분배에 관한 결의가 제정되었고 결의 제320호 부속서에서 선박국 식별부호 분배지침이 제정됨
- 다. 1987년 이동업무에 관한 세계전파주관청회의(WARC-MOB-87)에서는 부록 제43호에 대한 부분개정이 이루어 졌음
- 라. 1995년 세계전파주관청회의(WRC-95)에서 부록 제43호를 삭제하고 전파규칙(RR) 19조에 반영함
- 마. 2007년 세계전파통신회의(WRC-07)에서 수색구조항공기 등에도 해상이동업무식별부호를 할당할 수 있도록 전파규칙(RR) 제19조를 개정하고, 세부내용은 ITU-R 권고 M.585-4에 반영함

3. 식별부호의 종류 및 구성

- 가. 선박국 식별부호 : MIDXXXXXX
- 나. 선박국(자선¹⁰⁾) 식별부호 : 98MIDXXXX

9) 해상식별숫자(MID, Maritime Identification Digits)

10) 자선 : 모선(母船)에 딸린 배로 구조선, 구명정, 구명벌, 공기주입식 보트 등

다. 선박국 집단호출 식별부호	: 0MIDXXXXX
라. 해안국 식별부호	: 00MIDXXXX
마. 해안국 집단호출 식별부호	: 00MIDXXXX
바. 항공기국(해상수색구조용) 식별부호	: 111MIDXXX
사. 무선표지국(항로표지용) 식별부호	: 99MIDXXXX

※ ITU가 우리나라에 분배 한 해상식별숫자(MID)는 440, 441임

4. 식별부호의 조립 및 지정

가. 선박국

- (1) 국제공중통신 해안국을 경유하는 선박자동접속용¹¹⁾ : $M_1I_2D_3X_4X_5X_60_70_80_9$
 - 부호구성 말미에 “0”의 개수는 3개로 구성
 - X는 0~9까지의 어느 숫자로 지정
- (2) 인접국 해안국을 경유하는 선박 자동접속용 : $M_1I_2D_3X_4X_5X_6X_70_80_9$
 - 부호구성 말미에 “0”의 개수는 2개로 구성
 - $X_4 \sim X_6$ 자리의 숫자는 0~9까지의 어느 숫자로 지정
 - X_7 자리의 숫자는 1~9까지의 어느 숫자로 지정
 - RR 19조 및 ITU-R 권고 M.585-2에 의하여 국가코드(MID)를 축약형으로 사용하는 경우에 사용하는 것이므로 이와 관련된 도입계획 확정시까지 지정을 보류함
- (3) 국내 해안국만을 경유하는 선박 자동접속용 : $M_1I_2D_3X_4X_5X_6X_7X_80_9$
 - 부호구성 말미에 “0”의 개수는 1개로 구성
 - $X_4 \sim X_7$ 자리의 숫자는 0~9까지의 어느 숫자로 지정
 - X_8 자리의 숫자는 1~9까지의 어느 숫자로 지정
- (4) 상기 이외의 선박¹²⁾(EPIRB포함) : $M_1I_2D_3X_4X_5X_6X_7X_8X_9$
 - $X_4 \sim X_8$ 자리의 숫자는 0~9까지의 어느 숫자로 지정
 - X_9 자리의 숫자는 1~9까지의 어느 숫자로 지정

11) 선박자동접속용 : 무선전화나 무선텔레텍 등이 교환수를 경유하지 않고, 자동교환기에 의해 선박에 접속하는 것

12) 상기 이외의 선박 : 무선전화나 무선텔레텍 등이 자동으로 선박에 연결되는 설비가 없거나, 이렇게 운용하지 않는 선박

- 모선에 속한 자선 : 98M₃I₄D₅X₆X₇X₈X₉
- X는 0~9까지의 어느 숫자로 지정

나. 선박국 집단호출 : 0M₂I₃D₄X₅X₆X₇X₈X₉

- X₅~X₉ 자리의 숫자는 0~9까지의 어느 숫자로 지정

다. 해안국

- (1) 수색구조 해안국(해양경찰청) : 00M₃I₄D₅1X₇X₈X₉(X=0~9)
- (2) 어업통신(어업지도통신을 포함) : 00M₃I₄D₅2X₇X₈X₉(X=0~9)
- (3) 기타 항무통신 해안국 등 : 00M₃I₄D₅3X₇X₈X₉(X=0~9)
- (4) 전기통신역무를 하는 해안국 : 00M₃I₄D₅4X₇X₈X₉(X=0~9)
- (5) 항로표지 해안국(등대, 등주, 등표) : 00M₃I₄D₅5X₇X₈X₉ ~
00M₃I₄D₅6X₇X₈X₉(X=0~9)

라. 해안국 집단호출 : 00M₃I₄D₅X₆0₇0₈0₉(X=1~9)

마. 항공기국(해상 수색구조용에 한함)

- (1) 고정익 항공기(Fixed-wing aircraft) : 111M₄I₅D₆1X₈X₉(X=0~9)
- (2) 회전익 항공기(Helicopter) : 111M₄I₅D₆5X₈X₉(X=0~9)

바. 무선표지국(항로표지용에 한함)

- (1) 항로표지용 자동식별장치¹³⁾(Physical AIS AtoN)
: 99M₃I₄D₅1₆X₇X₈X₉(X=0~9)
- (2) 가상 항로표지용 자동식별장치¹⁴⁾(Virtual AIS AtoN)
: 99M₃I₄D₅6₆X₇X₈X₉(X=0~9)

※ 무선표지국 식별부호는 해상에 떠있는 항로표지용 AIS와 가상 항로표지용 AIS에 적용하고, 육상이나 섬(암초 및 간출암 포함)에 고정되어 있는 항로표지용 AIS는 해안국 식별부호를 할당한다.(ITU-R 권고 M.585-4 부록4)

13) 상기 이외의 선박 : 무선전화나 무선텔레텍 등이 자동으로 선박에 연결되는 설비가 없거나, 이렇게 운용하지 않는 선박

14) 가상 항로표지용 선박자동식별장치(Virtual Automatic Identification System Aids to Navigation) : 설치 여건상 등의 제약으로 항로표지가 설치되지 않은 경우에 가상의 항로표지 데이터를 항행선박에 제공하는 자동식별장치

5. 식별부호 지정조건

- (1) 해상이동업무 식별부호 지정이 90% 이상 소진되면 방송통신위원회에 추가 배정을 요청할 것
- (2) 식별부호의 지정은 1개국에 1개의 부호를 지정하되 중복 지정이 되는 사례가 없도록 지정할 것
- (3) 국내 협대역 직접인쇄전신(NBDP)의 선택호출부호 지정에 대한 것도 상기 지정기준을 적용할 것
- (4) 각 전파관리소에서는 무선국허가사항을 고시할 때 식별부호 지정사항도 함께 고시할 것
- (5) 디지털선택호출장치(DSC)와 비상위치지시용무선표지설비(EPIRB)를 함께 설치한 선박국은 DSC의 식별부호를 지정할 것
- (6) DSC와 EPIRB를 함께 설치한 선박국에 동 부호를 별도로 지정한 경우에는 다음 정기검사시 DSC와 동일한 식별부호로 변경할 것
- (7) 전파규칙(RR) 제20.16조 규정과 관련하여 식별부호의 ITU 국제등록을 위해, 전파관리소는 식별부호의 할당, 변경 또는 폐지 내역을 한 달에 한번 이상 붙임 의 ITU 통고 양식의 필수 항목을 빠지지 않도록 작성하여 전파연구소에 통보하고, 전파연구소는 통보받은 즉시 ITU에 국제등록 할 것

[부록 2] ITU 통고 양식



ANNEX 1
**NOTIFICATION FORM
(SHIP STATIONS)**
Radio Regulations (RR) Article 20

AC* 업무코드	<input type="text"/>		
1.* 선박명	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
2.** 호출부호	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
3. 선택 호출 번호	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>	
4.** 해상이동업무식별(MMSI) 번호	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
5. 인마세트(Inmarsat) 번호	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>
	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>
	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>
	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>
6. 국가텔렉스(NTLX) 번호	<input style="width: 100px;" type="text"/>		
7.* 통보 국가	<input style="width: 100px;" type="text"/>		
8. 지역 코드	<input style="width: 100px;" type="text"/>		
9. 구명 보트 수	<input style="width: 100px;" type="text"/>	10.라디오 비콘(EPIRBs)	<input style="width: 100px;" type="text"/>
11. 일반 등급	<input style="width: 100px;" type="text"/>	12.개별 등급	<input style="width: 100px;" type="text"/>
13. 운행 목적	<input style="width: 100px;" type="text"/>		
14. Services Available	<input style="width: 100px;" type="text"/>		
15. Service Hours	<input style="width: 100px;" type="text"/>		
16. 전신 전송 주파수 대역	<input style="width: 100px;" type="text"/>	17.전화전송 주파수 대역	<input style="width: 100px;" type="text"/>
18. Accounting Authority Identification Code (AAIC)	<input style="width: 100px;" type="text"/>	19.AAIC used for Inmarsat Communications	<input style="width: 100px;" type="text"/>
20. 소유주 이름	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
21. Ex Ship-Name	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
22. Ex Call Sign	<input style="width: 100px;" type="text"/>		
23. EPIRB 식별 번호	<input style="width: 100px;" type="text"/>	(Either the MMSI or MD-Call sign)	
24. 선박 식별 번호	<input style="width: 100px;" type="text"/>		
25. 전체 톤수	<input style="width: 100px;" type="text"/>		
26. 긴급연락망	<input style="width: 100px;" type="text"/> (이름 & 주소)		
27.	<input style="width: 100px;" type="text"/> (전화번호)		
28.	<input style="width: 100px;" type="text"/> (팩스)		
29. 긴급 전화번호	<input style="width: 100px;" type="text"/>		
30. 승선 가능 인원	<input style="width: 100px;" type="text"/>		
31. 설치된 무선설비	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
32. EPIRB hexa 아이디 코드(한 개 이상 가능). coma(.)로 구분함	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
33. 모선에 속한 자선의 해상이동업무식별번호(한 개 이상 가능) coma(.)로 구분함	<input style="width: 100%;" type="text"/>		

* 필수 항목

** Either one or both of the items is to be provided.

TPR/NAV_1.1

NOVEMBER 2008



ANNEX 1
NOTIFICATION FORM
MMSI assignments to AIS Aids to Navigation (AtoN)
 Radio Regulations (RR) Article 20

AC	업무 코드*		Add		Modify		Suppress									
1.	해상이동업무식별 번호 (MMSI)*	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">9</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">9</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">M</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">I</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">D</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X</div> </div> <div style="text-align: right; font-size: small;">(MMSI format)</div>														
		<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">9</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">9</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 20px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 20px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 20px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 20px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 20px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 20px;"></div> </div>														
2.	통보 국가*	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 20px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 20px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 20px;"></div> </div>														
3.	AtoN 종류* (X자로 표시)	항로표지	의사항로 표지	가상항로 표지												
4.	Name of AtoN (최대 50 글자)															
5.	AtoN의 위치	적절한 주요 지점을 따라 도, 분, 초로 표기 (위도의 북쪽, 남쪽은 N, S, 경도의 동쪽, 서쪽은 E, W)														
a)	경도															
b)	위도															
6.	AtoN의 크기	미터														
a)	높이															
b)	너비															
c)	길이															
7.	전자 위치고정장치의 종류 (X자로 표시)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <tr><td>1 = Undefined</td></tr> <tr><td>2 = GPS</td></tr> <tr><td>3 = GLONASS</td></tr> <tr><td>4 = Combined GPS/GLONASS</td></tr> <tr><td>5 = Loran-C</td></tr> <tr><td>6 = Chayka</td></tr> <tr><td>7 = Integrated Navigation System</td></tr> <tr><td>8 = Surveyed</td></tr> <tr><td>9 = Galileo</td></tr> </table>						1 = Undefined	2 = GPS	3 = GLONASS	4 = Combined GPS/GLONASS	5 = Loran-C	6 = Chayka	7 = Integrated Navigation System	8 = Surveyed	9 = Galileo
1 = Undefined																
2 = GPS																
3 = GLONASS																
4 = Combined GPS/GLONASS																
5 = Loran-C																
6 = Chayka																
7 = Integrated Navigation System																
8 = Surveyed																
9 = Galileo																
8.	전화 / 팩스 번호를 포함한 계약 정보 (최대 250 글자)															

* 필수 항목

TPR/AtoN_1
 8 September 2009



ANNEX 1
NOTIFICATION FORM
MMSI assignments to SAR aircraft

Radio Regulations (RR) Article 20 and Resolution 353 (WRC-03)

AC	업무 코드*		추가		수정		삭제	
1.	해상이동업무식별 번호 (MMSI)*	1	1	1	M	I	D X X X	
		1	1	1				
2.	통보 국가*							
3.	등록번호 / 호출부호 (최대 7 글자)							
4.	항공기 종류		FW (고정익)					
			HC (헬리콥터)					
			UM (무인)					
			XX (기타)					
5.	라이선스 소유자 및 연락처 정보 (최대 200 글자)							
6.	해양 무선 장비		VHF					
			MF					
			HF					
			AIS					

* 필수 항목

TPR/SAR_1
August 2007

[주의 문구 삽입]

방송통신 무선설비 기술기준 연구



140-848 서울시 용산구 원효로 군자감길 46

발 행 일 : 2010. 2.

발 행 인 : 임 차 식

발 행 처 : 방송통신위원회 전파연구소

전 화 : 02) 710-6454

인 쇄 : 한국장애인이워크협회

Tel. 02) 2272-0307, 0313

ISBN : 978-89-93720-43-3-92560 < 비 매 품 >

주 의

1. 이 연구보고서는전파연구소에서수행한 연구결과입니다
2. 이 보고서의 내용을 인용하거나 발표할 때에는 반드시
전파연구소 연구결과임을 밝혀야 합니다.

※ 뒷표지 안쪽면 중간에 인쇄