

# 무선통신 전파자원의 안정적 이용체계 강화



국립전파연구원  
National Radio Research Agency



## 제 출 문

본 보고서를 「무선통신 전자원의 안정적 이용체계 강화」 과제의 최종  
보고서로 제출합니다.

2021. 12. 31.

연구책임자 : 김영길(기술기준과 전파기준담당)  
연구원 : 한진욱(기술기준과 전파기준담당)  
          유충현(기술기준과 전파기준담당)  
          심용섭(기술기준과 전파기준담당)  
          유재혁(기술기준과 전파기준담당)  
          김미경(기술기준과 전파기준담당)





## 요 약 문

본 연구에서는 해상분야 인명·선박의 안전을 강화하고 항공분야 안전한 주파수 이용 보장 및 혼·간섭 방지를 위하여 기술기준을 개정하였다. 또한, 최근 수요가 증가하고 있는 드론탐지레이다의 기술적 조건을 마련하였다.

먼저 해상업무용 기술기준 및 표준 관련 국제기구, 현재 사용하고 있는 해상업무용 무선설비를 간략히 살펴보고 인명안전 및 해상선박의 안전을 강화하기 위하여 개인위치지시용 무선표지설비, 단파대 디지털 송수신장치, 자율해상무선기기, 자동 식별장치, 선상통신국, 초단파대 해상이동업무용 주파수 등 2021년 해상업무용 무선설비의 기술기준 개정내용에 대하여 설명하였다. 또한, 9GHz 대역 내 해상교통 관제(VTS) 레이다, 지자체·민간 등에서 운용 중인 해상감시레이다간 상호공존을 위한 주파수 이용 가이드라인 연구결과를 설명하였다.

또한, 항공 무선설비의 안전한 주파수 이용을 보장하고 혼간섭을 방지하여 항공 무선항행의 안전성 강화를 위하여 항공분야 무지향표지시설 및 자동방향탐지기에 대한 기술기준 개정안을 마련하였다.

마지막으로 무선탐지업무용 레이다 기술기준 연구반 운영을 통하여 드론탐지 레이다용 무선설비의 기술적 조건을 마련하였다.

본 연구결과는 해상 제조산업 활성화 및 인명·선박안전 환경조성에 이바지할 것이며 항공 주파수 효율적 이용과 항공기 비행 안전에 기여할 것으로 기대된다. 또한, 최근 급격히 증가하고 있는 드론과 이를 탐지하기 위한 레이다 도입에 있어 최소한의 성능 기준을 확보하고 상호 혼·간섭이 발생하지 않는 환경을 조성할 것으로 기대된다. 2022년 후속 연구를 통하여 기술기준(안)을 확정하고 시험방법 등을 마련하여 기술기준 개정을 추진할 계획이다.



# 목 차

제1장 서론 .....	1
제2장 해상업무용 무선설비 기술기준 개선방안 연구 .....	5
제1절 연구의 배경 .....	5
제2절 해상업무 관련 국제기구 .....	6
제3절 해상업무용 무선설비 현황 .....	8
제4절 해상업무용 무선설비 기술기준 개정 .....	13
제5절 해상감시레이다 주파수 공동사용 가이드라인 .....	44
제6절 소결 .....	49
제3장 항공 통신용 무선설비 기술기준 개선방안 연구 .....	51
제1절 연구의 배경 .....	53
제2절 무지향표지시설 개정안 .....	54
제3절 자동방향탐지기 개정안 .....	63
제4절 소결 .....	70
제4장 드론탐지레이다의 기술적 조건 연구 .....	71
제1절 연구의 배경 .....	73
제2절 드론탐지레이다 개요 및 이용 현황 .....	73
제3절 드론탐지레이다 무선설비의 기술적 조건 마련 .....	82
제4절 소결 .....	94
제5장 결론 .....	95
참고문헌 .....	98
[부록] 무지향표지시설 및 자동방향탐지기의 기술기준 개선방안 .....	100

# 표 목 차

[표 1] 국내 GMDSS 대상 관리체계 .....	7
[표 2] 국내 GMDSS 비대상 관리체계 .....	8
[표 3] 해상업무용 무선설비 .....	10
[표 4] 해상통신용 주파수 현황 .....	13
[표 5] 해상 조난 및 안전제도(GMDSS) 적용을 받는 선박에 갖추어야 할 무선설비 ...	13
[표 6] 해상 조난사고 현황 .....	17
[표 7] 2021년 신규 개정된 주요 해상 무선설비 .....	18
[표 8] 위성 비상위치지시용 무선표지설비 개정(제11조) .....	20
[표 9] 선상통신국의 무선설비 기술기준 개정(제14조의2) .....	26
[표 10] AIS 의무설치 대상 선박 기준 .....	26
[표 11] 자동식별장치의 종류 .....	26
[표 12] 자동식별장치 기술기준 개정(제22조) .....	27
[표 13] 어선의 단파대 디지털 송수신 시험 항목 .....	29
[표 14] 어선의 단파대 디지털 송수신 시험결과 .....	29
[표 15] 단파대 디지털 송수신 장치 기술기준 개정 .....	30
[표 16] 156-162.05MHz 주파수 분배 및 이용 현황 .....	34
[표 17] 자율해상무선기기 .....	35
[표 18] 자율해상무선기기 기술기준 신설 .....	36

# 표 목 차

[표 19] 초단파대 해상이동업무용 주파수 개정(별표 1) .....	38
[표 20] 향후 개정 검토 무선설비 .....	44
[표 21] 공공용 주파수 이용현황(군, 비면허 제외) .....	46
[표 22] 기관별 레이다 운용특성 및 도입계획 .....	46
[표 23] X대역 해상감시레이다 주파수 공동사용 가이드라인 주요 내용 .....	47
[표 24] X대역 해상감시레이다 주파수 공동사용 가이드라인 .....	47
[표 25] 무지향표지시설 관련 국내 기술기준 .....	55
[표 26] 무지향표지시설 관련 국제표준 .....	55
[표 27] 무지향표지시설 관련 주요 전파품질 항목 .....	56
[표 28] 전계강도 120 $\mu$ W/m 이상인 국가 및 지역 .....	57
[표 29] 감시 경보의 발생 .....	62
[표 30] 무지향표지시설의 기술기준 항목 .....	62
[표 31] 무지향표지시설의 기술기준 개선방안 .....	63
[표 32] 자동방향탐지기 관련 국내 기술기준 .....	65
[표 33] 자동방향탐지기 관련 국제표준 .....	65
[표 34] 자동방향탐지기 관련 주요 전파품질 항목 .....	65
[표 35] 간섭 신호의 유입 .....	66
[표 36] 자동방향탐지기의 Category A와 B .....	67

# 표 목 차

[표 37] 수신기 선택도 .....	67
[표 38] 자동방향탐지기의 기술기준 항목 .....	69
[표 39] 자동방향탐지기의 기술기준 개선방안 .....	69
[표 40] 국외 주요 드론탐지레이다 특성 및 운용 현황 .....	76
[표 41] RTCA-EUROCAE 공동작업반의 표준문서 개발 동향 .....	79
[표 42] 드론탐지레이다 주파수 이용 가이드라인(2021.1.1. 시행) .....	81
[표 43] 무선탐지업무용 레이다 기술기준 연구반 주요 논의 내용 .....	82
[표 44] SM.329에서 제공하는 레이다 스푸리어스 영역 불요발사 제한 기준 .....	87
[표 45] RSEC의 레이다 분류 .....	88
[표 46] 국내 운용 드론탐지레이다 제원 조사 결과.....	89
[표 47] 드론탐지레이다용 무선설비의 기술적 조건(안) .....	90
[표 48] 드론탐지레이다용 무선설비의 기술기준(안).....	92

# 그림 목 차

[그림 1] 스페이스X 스타링크 위성 .....	5
[그림 2] ITU와 IMO의 임무 및 역할 .....	6
[그림 3] 통신용 무선설비 .....	8
[그림 4] 항해용 무선설비 .....	9
[그림 5] 선박 구명용 무선설비 .....	9
[그림 6] 선박 조난신호의 종류 .....	12
[그림 7] 해상 조난사고 현황 추이 .....	17
[그림 8] PLB 운영개념도 .....	19
[그림 9] 해상이동업무의 통신망 구성 .....	25
[그림 10] 선상통신국 운용 .....	25
[그림 11] 단파대 디지털 송수진장치 운용 개념도 .....	27
[그림 12] 시험장소 및 운용 .....	28
[그림 13] 단파대 디지털 송수신 시험 결과 .....	30
[그림 14] 자율해상무선기기의 종류 .....	34
[그림 15] 레이더 대역별 현황 .....	45
[그림 16] 무지향표지시설의 개요 .....	54

# 그림 목 차

[그림 17] 무지향표지시설 방향 정보 제공 개념 .....	56
[그림 18] 전파의 파형 및 변조도 .....	60
[그림 19] 안테나 Q값이 변조도에 미치는 영향 .....	60
[그림 20] 외측, 중간, 내측 마커의 위치 .....	61
[그림 21] 자동방향탐지기의 수신 안테나 패턴 .....	64
[그림 22] Inter-modulation .....	68
[그림 23] Cross-modulation .....	69
[그림 24] 안티드론 시스템 개념도 .....	74
[그림 25] 드론 탐지를 위한 주요 센서의 거리 민감도 .....	74
[그림 26] 송신기 출력에 따른 레이더의 펄스 폭, 상승 및 하강시간 정의 .....	86
[그림 27] SM.1541에 따른 레이더의 스펙트럼마스킹 기준(-30dB/decade 감쇄) .....	86
[그림 28] SM.1541 상연속파, FMCW 레이더 등의 스펙트럼마스킹 기준(-20dB/decade 감쇄) .....	86





## 제1장 서론



## 제1장 서론

전 세계적으로 통신기술이 하루가 모르게 급격히 발달하고 있다. 최근에는 4차 산업혁명 시대라 하여 모든 기술이 융·복합되어 운용되고 있으며, 자율차량 등 지능형 교통시스템, 고속철도 제어 및 무선통신, 5G 이동통신 등이 현실화하고 있다.

해상분야에서도 최근 통신기술의 발전으로 전 세계적으로 해상업무에서 대용량의 정보를 빠르고 안전하게 전달할 수 있는 신기술이 개발되고 있고, 새로운 서비스의 제공이 활발하게 진행되고 있어 해상 및 사막에서도 인터넷 사용이 가능하게 되었다. 그러나 이러한 통신기술의 발달에도 불구하고 2020년 통계를 볼 때 해상 선박사고는 3,778건, 해상 인명사고는 21,507건 등 여전히 상당히 높은 수치의 사고를 보이고 있다.

이러한 해상사고 방지를 위하여 본 연구에서는 개인 위치지시용 무선설비(PLB), 익수자 표시장치(MOB), 자율해상 무선기기(AMRD), 장거리 어업을 위한 송·수신 장치 등 다양한 무선설비에 대한 기술기준 개정에 관한 연구를 수행하였다. 또한, 산·학·연·관으로 구성된 연구반 운영을 통하여 해상감시레이다 간 상호공존을 위한 가이드라인을 마련하였다.

세계적으로 항공 산업계는 미국, 프랑스 등 소수 선진국 주도의 산업 성장이 두드러졌으며 국내는 작전 수행을 위한 성능이 중요시되는 군용 항공기를 보급해 왔으며 최근 군용 항공기를 개량하여 산림, 소방, 경찰 등에 민간용 항공기를 공급한 바 있다.

이처럼, 국내 민간 항공 산업은 성장의 초기 단계에 진입하여 추후 점진적인 발전이 예상되어 미래 산업의 활성화를 대비한 항공업무용 무선설비의 기술기준 정비가 필요한 시점이다. 이에 본 연구에서는 항공기의 방향 정보를 제공하는 무지향표지시설과 무지향표지시설의 방향 정보를 습득하기 위해 항공기에 탑재되는 자동방향탐지기에 대한 기술기준 개선방안을 마련하였다.

드론의 보급 확대, 소형화 등 기술 발전에 따라 공항 등 주요 시설에 대한 드론 위협도 점차 증가하고 있으며, 이에 따라 세계 각국의 정부와 공공기관을 중심으로 드론탐지레이다를 비롯한 안티드론시스템의 도입 또한 늘어나고 있다. 따라서 본

---

연구에서는 무선탐지업무용 레이더 기술기준 연구반을 통해 조사한 국내외 드론 탐지레이더 이용·개발·연구 동향과 연구반 운영 결과로 마련한 기술적 조건(안)에 관해 설명하고자 한다.



## 제2장

# 해상업무용 무선설비 기술기준 개선방안 연구



## 제2장 해상업무용 무선설비 기술기준 개선방안 연구

### 제1절 연구의 배경

최근 통신기술의 발전으로 전 세계적으로 해상업무에서 대용량의 정보를 빠르고 안전하게 전달할 수 있는 신기술이 개발되고 있고, 새로운 서비스의 제공이 활발하게 진행되고 있다. 테슬라 창업자 일론 머스크가 세운 스페이스X사는 2021년 9월 스타링크 위성 51개를 실은 팰컨9 로켓을 발사하였다. 총 1800개의 위성을 발사한 상태이며 최종 3만 개의 위성을 기반으로 전 세계 광대역 통신을 제공할겠다는 계획으로 해상 및 사막에서도 인터넷 사용이 가능하게 되었다.



[그림 1] 스페이스 X 스타링크 위성

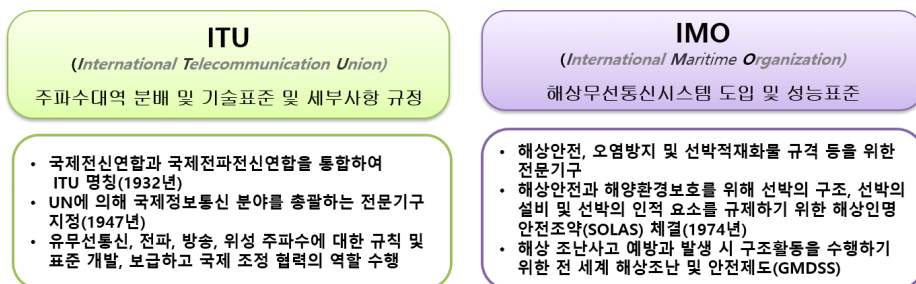
이러한 무선설비 및 서비스 등의 도입으로 전자항행기술 및 수색구조용 무선설비가 발전함으로써 국제규정에 따른 선박 무선설비의 중요성이 점차 증가하고 있다.

그러나 여전히 2021년 10월 20일 독도 인근에서 일진호 선박사고가 발생하는 등 다양한 선박 및 인명사고가 발생하고 있다. 따라서 개인이 조난 시 위치정보를 송신할 수 있는 장비에 대한 도입 및 이동형 항로표시장치 및 어망 등에 자동식별(AIS, Automatic Identification System) 기술을 이용하여 무선으로 위치 등을 파악할 수 있는 다양한 자율해상무선기기(AMRD, Autonomous Maritime Radio Devices) 등의 기술기준 필요성이 꾸준히 제기되어왔다. 또한, 국내 장거리 조업 어선의 안전을

위하여 위치정보를 안정적으로 송·수신할 수 있는 기술기준 개정이 필수적인 상황이었다. 본 장에서는 해상업무용 기술기준 및 표준 관련 국제기구, 현재 사용하고 있는 해상업무용 무선설비를 간략히 살펴보고 2021년 해상업무용 기술기준 개정된 결과를 설명하겠다.

## 제2절 해상업무 관련 국제기구

해상 관련 국제기구는 국제해사기구(IMO : International Maritime Organization), 국제전기통신연합(ITU : International Telecommunication Union), 국제항로 표지협회(IALA : International Association of marine aids to navigation and Lighthouse Authorities), 해상전파기술위원회(RTCM : the Radio Technical Commission for Marine services), 국제전기기술위원회(IEC : International Electrotechnical Commission) 등이 대표적이다. IMO는 UN의 12번째 전문기구로 국제교역에 종사하는 국제교역에 종사하는 해운업에 영향을 미치는 모든 형태의 기술적인 문제에 관하여 정부가 수행하는 규정이나 지침에 있어서 정부 간 상호협력의 역할을 하고 있다. 주로 해상안전, 효율적인 항해, 선박으로부터 오염방지 및 통제 등의 국제업무를 수행한다. ITU는 해상에서의 전파사용을 위한 주파수 할당 및 전파활용 기술기준 제정하고 있다. 또한, IALA는 항해보조장비에 대한 권고안을 제정하고 RTCM은 해상통신 및 항해장비업체 주도의 민간기구이나 대형업체의 영향력으로 국제기준처럼 인식되고 있다. 마지막으로 IEC는 선박용 전기·전자 장비를 위한 시험방법에 대한 국제표준을 제정하고 있다. 그림2는 UN 산하 대표적인 해상업무 관련 국제기구인 ITU와 IMO의 임무 및 역할을 간단히 설명하였다.



[그림 2] ITU와 IMO의 임무 및 역할

모든 국가는 협약 범위 내의 법령 및 규칙 등 국제규정을 준수해야 하며 그 이외는 해당 국가 법령을 적용하도록 법적 규제를 받고 있으며, 대표적으로 해상에서의



인명안전을 위한 국제협약(SOLAS)이 마련되어 있다. GMDSS(Global Maritime Distress and Safety System)는 디지털 통신기술을 접목하여 신속하고 정확한 해상에서의 조난 및 안전통신을 기하기 위해 IMO가 채택한 국제해상 조난안전제도이다. SOLAS 규정 제1장 일반규정, 제3장 구명설비 및 장치, 제4장 무선통신 등에서는 GMDSS 적용 대상 선박 명시, 제5장 항해 안전에서 모든 항해구역 선박의 수색구조를 의무화하고 있다. 이에 따라, GMDSS 대상 선박은 국제기준에 적합한 무선설비를 설치하여야 하며 조난, 긴급 및 안전통신을 의무적으로 수행하여야 하며, 현재 ITU-R 해상무선설비 권고, SOLAS 결의서 성능 기준, COSPAS-SARSAT 기술규격 등의 무선설비가 마련되어 적용되고 있다.

국내에서는 GMDSS 대상에 관한 국제통신의 경우 IMO에서 채택한 「해상수색 및 구조에 관한 국제협약」에 따라 국제안전통신센터, 해양안전통신국, 해상교통문자방송 및 위성조난통신실을 해양경찰청에서 운영하고 있으며, 국제구난 관련, 「해상수색 및 구조에 관한 국제협약」과 「국제민간항공협약」상의 해상구조조정 본부를 지방해양경찰청으로, 산하 해양경찰서를 구조조정지부로 지정하여 수색구조 활동을 수행하고 있다.

[표 1] 국내 GMDSS 대상 관리체계

구 분			운영 목적	관련 근거
해양 경찰청	무선 통신	국제안전 통신센터	국제협약에 따라 해양사고 사전 예방 활동 및 신속한 수색구조 활동 지원	국제 조난 및 안전통신 운용규칙 [해양경찰청 훈령 제1호]
		해양안전 통신국		
		해상교통 문자방송 및 위성조난 통신실		
	수색 구조	해상구조 조정본부	수색 및 구조 구역 내에서 효율적 업무수행	해상구조조정본부 지정 등에 관한 고시 [해양경찰청 고시 제2017-1호]

GMDSS 비대상 선박인 경우, 국내 법인 선박안전법 및 어선법 지정기준에 적합한 무선설비를 설치하여 운영하여야 하며, 해양경찰청 상황센터에서 해양사고에 대한 수색구조를 수행 중이다.

[표 2] 국내 GMDSS 비대상 관리체계

구 분		운영 목적	관련 근거
해양 경찰청	해양경찰청 상황센터	해양상황 등의 접수·처리·전파 및 초동조치와 수색구조	해양경찰청 상황센터 및 지방 해양경찰관서 상황실 운영 규칙 [해양경찰청 예규 제27호]
	해상교통 관제센터	통항하는 선박에 대하여 선박 교통의 안전과 효율성 증진 및 환경보호	선박교통관제 운영규칙 [해양경찰청 훈령 제76호]
해양 수산업	수협 어업 정보통신국	안전한 어업 및 항해	선박안전 조업규칙 [해양수산부령 제251호]

### 제3절 해상업무용 무선설비 현황

「해상업무용 무선설비의 기술기준」의 무선설비는 크게 통신용, 항해용, 선박 구명설비, 인명구조 설비 등으로 구분할 수 있다. 본 절에서는 용도별 무선설비를 간단히 설명하고자 한다. 인명구조 설비는 제4절 신규 기술기준 개정에서 설명하도록 하겠다. 통신용 무선설비는 초단파(VHF) 무선전화, 인마셋 위성 전화, 중단파(MF/HF) 무선전화 등이 있다. 초단파 무선전화는 40마일(1마일=1.609344km) 이내의 근거리 통신용으로 인근 선박, VTS 등 해안국과 통신하는 설비로 무선전화 및 DSC로 구성되어 있다. 중단파 무선전화는 장거리 통신용으로 조난 긴급 안전통신 및 업무용 통신을 주로 사용하고 무선전화, DSC, NBDP 등으로 구성되어 있다.



[그림 3] 통신용 무선설비

항해용 무선설비에는 선박자동식별장치(AIS : Automatic Identification System), 선박장거리 위치추적장치(LRIT : Long-Range Identification and Tracking of Ship), 레이더, 전자플로팅설비, NAVTEX, 협대역인쇄장치, 위성항법장치(GPS) 등이 있다. 선박자동식별장치는 선박의 위치, 항로, 속도 등의 정보를 주기적으로 갱신하여

제공하는 시스템이며, 선박장거리 위치추적장치는 선박의 위치를 매 6시간마다 위성을 통하여 자동수신하는 장치이다. 레이다는 선박 항로 주변의 물체탐지 및 목표물의 방위 및 거리를 탐지하는 장비이며, 전자플로팅설비는 선박 충돌 예방을 위해 상대 선박의 방위, 속력, 최근접거리 등을 레이더 화면상에 최소한 10개의 물표를 플로팅할 수 있는 설비이다. NAVTEX 수신기는 항행경보, 기상정보, 수색 및 구조정보 등을 수신하는 전용 수신기이다.



[그림 4] 항해용 무선설비

선박 구명설비로는 EPIRB(Emergency Position Indication Radio Beacon), 수색구조용 위치정보 송수신장치(SART : Search and Rescue Radar Transponder), 양방향 무선 전화장치 등이 있다. EPIRB 장비는 위성을 이용한 조난신호 발신 장치로 선박 침몰시 일정 수압이 가해지면 자동으로 이탈장치가 풀리면서 물 위로 부상해 조난신호를 보내는 비상위치지시용 무선표지설비이며, SART는 선박 조난 시 구명보트 또는 구명뗏목에 휴대하여 8마일 반경 내의 구조 선박 레이더에 생존정의 위치를 표시하는 장비이다.



[그림 5] 선박 구명용 무선설비

아래 표는 총 15종의 무선설비에 대하여 대상 기자재의 그림과 명칭 기능 등을 간단히 설명하였다.

[표 3] 해상업무용 무선설비

대상 기자재	기자재 명칭	기능
	수색구조용 위치정보 송신장치 (Search And Rescue Transponder)	선박 조난 시 위치 신호를 송출하는 장비 선박이 조난하여 퇴선할 경우 조난자의 위치를 8마일 반경 내의 구조선의 레이다 화면에 표시하여 수색을 용이하도록 하는 장비 9.2~9.5GHz 대역에서 운용되며, 9GHz대 레이다 화면에 표시
	디지털 선택 호출장치 (DSC, Digital Selective Call)	조난경보를 다른 선박국, 해안국 등으로 전송 하거나 특정 선박을 지정하여 메시지를 송출 하며, 독립 장비 또는 복합장비로 구성
	협대역 직접 인쇄 전신장치 (NBDP, Narrow Band Direct Printing)	중파(MF) 및 단파(HF) 대역을 사용하는 무선 텔렉스* 장비 * 텔렉스 : 인쇄전신기를 이용하여 사용자 간 문자 통신을 하는 시스템
	NAVTEX 수신기	연안 항행 선박의 해사안전정보* 수신에 사용 * 해사안전정보 : 항행경보, 기상 예보 및 경보 등의 정보
	Inmarsat 위성통신 서비스	통신위성을 이용하여 선박과 육상, 선박 상호 간 전화, 팩스, 데이터 전송 등의 서비 스 이용
	위성 비상위치지시용 무선표지설비 (EPIRB, Emergency Positioning Indicate Radio Beacon)	선박사고 발생 시 생존자 위치 확인을 쉽게 하도록 위성을 이용하여 위치 신호를 발신 하는 무선설비

대상 기자재	기자재 명칭	기능
	초단파대 양방향 무선전화장치	생존정과 구조정 상호 간에 또한 생존정과 구조 항공기 상호 간에 조난자의 구조에 관 한 음성 통신 용도로 사용
	단측파대 무선전화장치	중단파 대역(2~27MHz)을 이용한 무선전화 장 치 진폭 변조(AM)된 전파에서 반송파와 상측 또는 하측의 측파대 하나를 제거하고 남은 측파대 하나만을 이용
	초단파대 해상이동업무용 무선설비	VHF 대역(150~160MHz)을 이용하는 무선 전화 장치
	선상통신국의 무선설비	선박의 선내, 선단 등에서 통신을 목적으로 운용하는 낮은 안테나 공급전력을 이용하는 무선설비장치
	선박국용 레이다 기기	선박에서 해상의 장애물, 다른 선박, 해안 등을 탐지하고 그 위치와 자기 선박으로 부터의 거리, 방향 등을 디스플레이에 표시 하는 장비
	라디오 부이	무선통신을 통해 해상 관측 자료나 선박 측 에서 전파를 받았을 때 육상으로 데이터를 전달



대상 기자재	기자재 명칭	기능
	자동식별장치 (AIS, Autonomous Identification System)	위치, 항로, 속력 등의 정보를 주기적으로 갱신하여 제공하는 시스템
	선박 보안경보장치	해적 등으로부터 선박이 위험에 봉착했을 때 육상의 주관청으로 경보를 발생하는 장치로, 다른 선박으로는 경보가 전달되지 않고, 선 내에도 경보가 울리지 않음
	선박장거리 위치추적장치	300톤 이상의 국제운항을 하는 선박을 대상으로 위성을 통해 매 6시간 간격으로 선박 위치정보를 전송하는 장치

아래 그림은 선박 조난신호의 종류이다.

... --- ... (SOS)	무선전신(모스 부호)의 조난신호
May Day	무선전화의 조난신호
VHF Ch16	VHF무선전화로 조난통신 및 구조요청 시 사용
VHF DSC Ch70	VHF디지털선택호출장치로 주변 선박국 및 해안국(VTS)에 자동으로 조난경보신호 송수신
MF/HF 2,182 kHz	주변선박국 및 해안국에 자동으로 조난경보신호 발사
MF/HF DSC	디지털선택호출장치로 주변선박국 및 해안국에 자동으로 조난경보신호 발사 (2,187.5 / 4,207.5 / 6,312 / 8,414.5 / 12,577 / 16,804.5 kHz)
EPIRB	선박침몰 시 자동이탈 및 부상으로 조난신호발사 또는 생존정에 휴대하여 수동 동작하여 조난신호 발사 위성 : 406 MHz, 수색항공기 121.5 MHz 사용

[그림 6] 선박 조난신호의 종류

아래 표는 해상통신용 주파수 현황을 보여주고 있다.

[표 4] 해상통신용 주파수 현황

용도	사용 주파수
<b>VHF DSC</b>	<u>156.525MHz</u>
<b>MF DSC</b>	<u>2187.5kHz</u>
<b>HF DSC</b>	<u>4207.5kHz, 6312kHz, 8414.5kHz, 12577kHz, 16804kHz</u>
<b>VHF Two-way</b>	156.30MHz, 156.650MHz, 156.8MHz, 156.525MHz
<b>SSB</b>	2187.5kHz, 4207.5kHz, 6312kHz, 8414.5kHz, 12577kHz, 16804.5kHz
<b>SART</b>	<u>9200-9500MHz</u>
<b>AIS-SART</b>	<u>161.975MHz, 162.025MHz</u>
<b>AIS</b>	<u>161.975MHz, 162.025MHz</u>
<b>EPIRB</b>	<u>406.025MHz, 406.028MHz, 406.037MHz, 406.040MHz</u>
<b>NEVTEX</b>	<u>490kHz, 518kHz, 4209.5kHz</u>
<b>NBDP</b>	<u>2173.5-2190.5kHz, 4207.25-4209.25kHz, 6311.75-6313.75kHz(삭제검토)</u>
<b>선박국용 레이더</b>	<u>3.050GHz, 9.375GHz, 9.410GHz, 9.415GHz, 9.445GHz</u>
<b>D-HF</b>	4162.5kHz, 4165.5kHz, 4217.75kHz, 6243.5kHz, 6246.5kHz, 6283.25kHz, 8310.5kHz, 8313.5kHz, 8397.5kHz, 8390kHz
<b>AMRD</b>	<u>156.525MHz, 160.9MHz, 161.975MHz, 162.025MHz</u>

#### 제4절 해상업무용 무선설비 기술기준 개정

해상업무용 무선설비 기술기준은 「선박안전법」 제29조·제30조 및 「어선법」 제5조·제5조의2에 따라 선박과 어선에 설치하여야 하는 무선설비, 그 통신 상대 무선국의 무선설비 및 기타 해상업무용 무선설비에 대하여 정의, 기술기준을 규정하고 있다. 중앙전파관리소 고시 무선국의 운용 등에 관한 규정 제8조에 의하여 선박안전법 제29조제1항 및 어선법 제5조제1항 단서에 따라 해상에서의 인명안전을 위한 국제협약에 의한 세계 해상 조난 및 안전제도에 의하여 선박에 갖추어야 하는 무선설비를 명시하고 있다.

[표 5] 해상 조난 및 안전제도(GMDSS) 적용을 받는 선박에 갖추어야 할 무선설비

1. GMDSS 적용을 받는 선박이 갖추어야 하는 무선설비와 사용주파수
-----------------------------------------

무 선 설 비	사용주파수	비 고
가. 초단파대 디지털 선택 호출장치	156.525 MHz	
나. 초단파대 무선 전화	156.300 MHz, 156.650 MHz, 156.800 MHz	A1해역만을 항해하는 선박은 무선전화를 이용하여 일반 무선 통신도 송신 및 수신할 수 있어야 한다.
다. 초단파대 디지털 선택 호출 전용 수신기	156.525 MHz	가목의 무선설비와 분리 또는 결합할 수 있다.
라. 수색구조용 레이다 트랜스폰더	9200 MHz ~ 9500 MHz	여객선 및 총톤수 500t 이상의 화물선은 양현에 각각 1대, 총톤수 300t 이상 500t 미만의 화물선에는 최소한 1대를 설치하여야 한다.
마. 네비텍스 수신기	518 kHz	국제 네비텍스 업무가 제공되는 해역에서 항해하는 경우에 한한다.
바. 인마세트 고기능 그룹 호출 수신기	1530 MHz ~ 1545 MHz, 1626.5 MHz ~ 1646.5 MHz	(1) 인마세트 범위 내로서 국제 네비텍스 업무가 제공되지 아니하는 해역을 항해하는 경우에 한한다. (2) 단파대 협대역 직접인쇄 전신으로 해상안전 정보가 제공되는 구역의 항해에만 종사하고 이런 업무를 수신할 장비를 갖춘 선박은 설치하지 아니할 수 있다.
사. 위성 비상위치 지시용 무선표지 설비(EPIRB)	406 MHz ~ 406.1 MHz 또는 1530 MHz ~ 1545 MHz, 1626.5 MHz ~ 1646.5 MHz	(1) 항해구역의 통신 범위에 따라 하나의 설비만을 설치할 수 있다. (2) A1해역만을 항해하는 선박으로서 초단파대 디지털 선택호출장치를 사용하여 조난경보를 송신할 수 있고, 수색구조용 레이다 트랜스폰더로 위치를 찾아낼 수 있는 EPIRB를 탑재한 선박은 동 설비를 설치하지 아니할 수 있다.
아. 중단파대 무선 전화경보 자동 수신기	2182 kHz	1997년 2월 1일 이후에 건조한 선박은 설치하지 아니할 수 있다.
자. 중단파대 무선 전화 경보 자동 장치	2182 kHz	(1) A1해역만을 항해하는 선박은 설치하지 아니할 수 있다. (2) 1997년 2월 1일 이후에 건조한 선박은 설치하지 아니할 수 있다.
차. 양방향 초단파대 무선전화	156.800 MHz	여객선 및 총톤수 500t 이상의 화물선에는 최소한 3대, 총톤수 300t 이상 500t 미만의 화물선에는 최소한 2대를 설치하여야 한다.

※ 비고 : 여객선은 수색 및 구조를 위하여 121.5 MHz 및 123.1 MHz의 항공용 주파수를 사용하는 양방향 무선통신 수단을 사용하여야 한다.

## 2. 항해 구역별 추가로 갖추어야 하는 무선설비와 사용주파수

가. A1해역만을 항해하는 선박



제1호의 무선설비 및 주파수를 갖추고 다음 (1) 내지 (5)의 무선설비 중 하나를 갖추어야 한다.

무 선 설 비	사용주파수	비 고
(1)초단파대 디지털 선택호출 비상위치 지사용 무선표지설비	156.525 MHz	
(2)위성 비상위치지 사용 무선표지설비 (EPIRB)	406 MHz ~ 406.1 MHz	
(3)중단파대 디지털 선택호출장치	2187.5 kHz	중단파대 디지털 선택호출장치를 갖춘 해안국의 통신 범위 내의 항해에 종사하는 경우에 설치 할 수 있다.
(4)단파대 디지털 선택 호출장치	4207.5 kHz, 6312 kHz, 8414.5 kHz, 12577 kHz, 16804.5 kHz	
(5)인마세트 선박지구국 또는 위성 비상위치 지사용 무선표지설비 (EPIRB)	1530 MHz ~ 1545 MHz, 1626.5 MHz ~ 1646.5 MHz	

나. A1 및 A2 해역을 항해하는 선박

제1호의 무선설비 및 주파수를 갖추고 다음 (1) 내지 (4)의 무선설비를 갖추어야 한다.

무 선 설 비	사용주파수	비 고
(1)중단파대 디지털 선택 호출장치	2187.5 kHz	
(2)중단파대 무선전화	2182 kHz	무선전화 또는 협대역 직접인쇄전신을 사용하여 일반 무선 통신을 송신 및 수신할 수 있어야 한다.
(3)중단파대 디지털 선택호출 전용 수신기	2187.5 kHz	(1) 또는 (2)의 무선설비와 분리 또는 결합할 수 있다.
(4)위성 비상위치지사용 무 선 표 지 설 비 (EPIRB)  또는 단파대 디지털 선택 호출장치	406 MHz ~ 406.1 MHz 또는 1530 MHz ~ 1545 MHz, 1626.5 MHz ~ 1646.5 MHz  4207.5 kHz, 6312 kHz, 8414.5 kHz, 12577 kHz, 16804.5 kHz	무선전화 또는 협대역 직접인쇄전신을 사용하여 일반 무선 통신을 송신 및 수신할 수 있어야 한다.

또는 인마세트 선박 지구국	1530 MHz ~ 1545 MHz, 1626.5 MHz ~ 1646.5 MHz	무선전화 또는 협대역 직접인쇄전신을 사용하여 일반 무선 통신을 송신 및 수신할 수 있어야 한다. 다만 (2)의 무선 설비가 일반무선통신이 가능한 경우에는 그러하지 아니하다.
-------------------	-------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------

다. A1, A2 및 A3 해역을 항해하는 선박

제1호의 무선설비 및 주파수를 갖추고 다음 (1) 내지 (5) 또는 (6) 내지 (10)의 무선설비를  
갖추어야 한다.

< 표 4-4. 선박안전법 제29조제2항 및 어선법 제5조에 따라 선박에 갖추어야 하는  
무선설비와 사용주파수(제8조제2항 관련) >

무 선 설 비	사용주파수	비 고
(1) 초단파대 무선전화	156.3 MHz, 156.65 MHz, 156.8 MHz	일반 무선통신도 송신 및 수신할 수 있어야 한다.
(2) 중단파대 무선전화	2182 kHz	일반 무선통신도 송신 및 수신할 수 있어야 한다.
(3) 중단파대 및 단파대 무 선전화	2182 kHz, 4125 kHz, 6215 kHz, 8291 kHz, 12290 kHz, 16420 kHz	일반 무선통신도 송신 및 수신할 수 있어야 한다.
(4) 초단파대 디지털선택호 출장치(VHF/DSC)	156.525 MHz	
(5) 중단파대 및 단파대디 지털선택호출장치 (MF-HF/DSC)	2187.5 kHz, 4207.5 kHz, 8312 kHz, 8414.5 kHz, 12577 kHz, 16804.5 kHz	
(6) 네비텍스 수신기	518 kHz	
(7) 위성 비상위치지시용 무선표지설비(EPIRB)	406 MHz ~ 406.1 MHz 또는 1530 MHz ~ 1545 MHz, 1626.5 MHz ~ 1646.5 MHz	
(8) 레이더 트랜스폰더	9200 MHz ~ 9500 MHz	
(9) 양방향 초단파대 무선 전화장치	156.800 MHz	

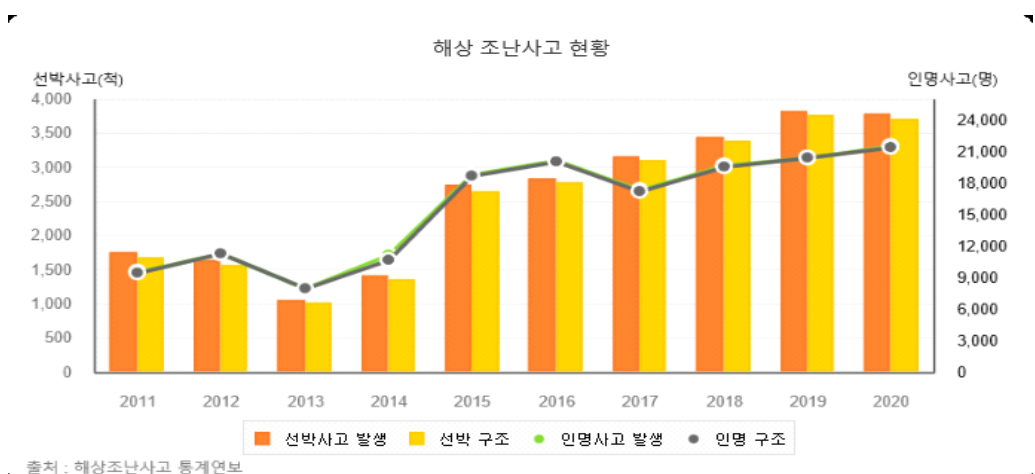
기존 해상 무선설비는 주로 통신 및 항해용 무선설비 중심이었다. 그러나 전 세계적으로  
해상업무에서 대용량의 정보를 빠르고 안전하게 전달할 수 있는 신기술이 개발되고  
있고, 새로운 서비스의 제공이 활발하게 진행됨에 따라 신규 해상업무용 무선설비에

대한 기술기준 마련이 시급한 상황이다. 특히 선박 및 인명안전을 위한 무선설비에 대한 수요가 급격히 증가하고 있는 추세이다. 아래 표 및 그림은 해양경찰청에서 발표한 조난사고 현황을 보여주고 있다. 2020년 수치를 볼 때, 해상 조난사고 발생 현황은 3,778척 인명은 21,507명이며 이중 구조된 선박은 3,710척 인명은 21,437명이다. 여전히 구조 불능 선박은 68척, 인명피해는 70명에 달한다. 해상 조난사고에 따른 인명피해가 여전히 발생하고 있는데 인명피해 증가는 사고 초기에 조난자의 위치를 신속하게 파악하지 못한 데 따른 수색·구조 지연이 주요 요인으로 분석되고 있다.

[표 6] 해상 조난사고 현황

[단위 : 척, 명]

		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
선박	발생	1,052	1,418	2,740	2,839	3,160	3,434	3,820	3,778
	구조	1,014	1,351	2,639	2,775	3,102	3,385	3,758	3,710
	(구조율, %)	96.4	95.3	96.3	97.7	98.2	98.6	98.4	98.2
	구조 불능	38	67	101	64	58	49	62	68
인명	발생	7,963	11,180	18,835	20,145	17,336	19,596	20,422	21,507
	구조	7,896	10,695	18,723	20,047	17,228	19,507	20,334	21,437
	(구조율, %)	99.2	95.7	99.4	99.5	99.4	99.5	99.6	99.7
	구조불능	67	485	112	98	108	89	88	70



[그림 7] 해상 조난사고 현황 추이

이러한 사고 예방을 위하여 선박용 구명조끼(라이프자켓)에 부착되어 조난 시, 현재 위치를 송신하는 다양한 무선기기가 등장하고 있다. 그 대표적인 것이 개인 위치지시용 무선설비(PLB)와 익수자표시장치(MOB)이다. 이번 절에서는 인명안전

및 해상선박의 안전을 강화하고 자율해상무선기기 등 국제표준이 제·개정됨에 따라 국내 해상업무용 무선설비 개선 추진한 내용에 대하여 설명하도록 하겠다. 2021년 11월 17일에 개정·고시되었으며 개정된 내용은 총 8개 조항이다. 개정된 내용을 요약하면 개인 조난 시 위치정보를 위성에 송신하여 인근 구조센터에 구조를 요청하는 개인 위치지시용 무선표지설비 (PLB, Personal Location Beacon) 조항을 신설(제11조제3항)하였으며, 국내 장거리 조업 어선 안전을 위하여 위치정보를 안정적으로 송·수신할 수 있도록 단파대 디지털 송수신장치에 디지털 변조방식(FSK)을 추가(제25조)하였다. 참고로 전파법시행령 제115조(자격 종목 및 종사 범위)에 따라 무선국을 운용하는 선박은 자격증을 취득하여야 하나 어선 등 소형선박의 경우, 출력이 50W 이하만을 사용한다면 일부 교육만 이수하면 된다. 기존 OFDM(직교주파수분할다중)방식은 출력이 50W를 초과하면 별도 자격증이 필요하여 선주가 어선을 운용하는 데에 큰 부담을 주고 있어 기존 OFDM(직교주파수분할다중) 방식 외에 FSK(주파수편이) 방식을 추가하여 별도의 자격증을 취득하지 않고 운용할 수 있도록 조치하였다. 또한 익수자 위치, 어망 등의 위치정보를 자동으로 발신하는 자율해상 무선기기(AMRD, Autonomous Maritime Radio Devices) 조항 신설(제26조)하였으며, 기타 국제표준 부합화를 위하여 자동식별장치 안테나 공급전력(제22조)과 별표1(초단파대 해상이동업무용 주파수)의 채널 용도·주석 개정 및 선상통신국(제14조의2) 오류를 수정하였다. 아래 표는 신규 개정된 주요 무선설비를 보여준다.

[표 7] 2021년 신규 개정된 주요 해상 무선설비

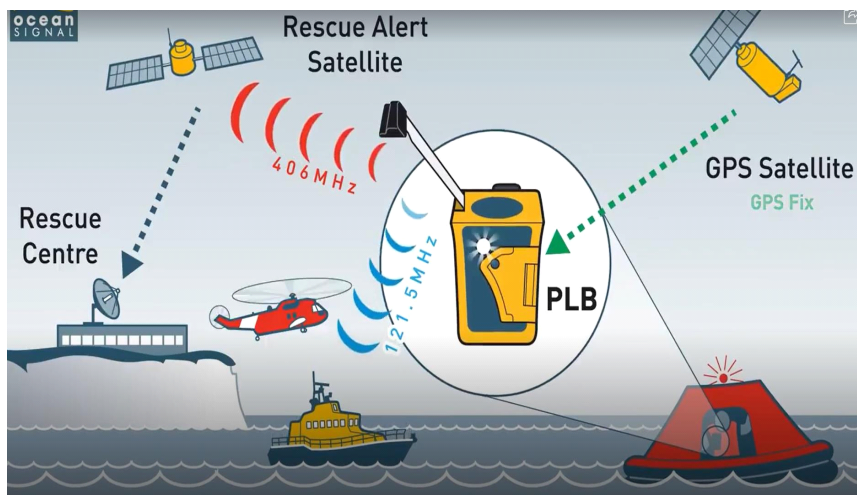
무선설비명	주요 용도	사용주파수	관련 조항	관련 기관
위성 비상위치 지시용 무선 표지설비 (개인위치지시용 무선표지설비)	개인 조난 시 위성을 이용 구조요청	406MHz~406.1MHz	제11조제3항	해경
단파대 디지털 송·수신장치	어선 위치 및 어획량 송수신 등 장거리 통신	4MHz~27.5MHz 대역 내 지정된 주파수	제25조	해수부, 수협
자율해상 무선기기	익수자, 어망 위치, 이동형 항로표시장치 등의 정보를 송신	종별 A: 156.525MHz, 161.975MHz, 162.025MHz 종별 B: 160.9MHz	제26조	해경, 해수부, 선박 간

각 개정된 내용의 상세는 다음과 같다.

#### 1. 개인위치지시용 무선설비(PLB)

해상업무용 무선설비의 기술기준 제11조(위성 비상위치지시용 무선표지설비)에는 406MHz에서 406.1MHz까지의 주파수의 G1B 전파를 사용하는 위성 비상위치지시용 무선표지설비(EPIRB)의 기술기준을 정의하고 있으나, 그중 개인위치지시용 무선설비

(PLB; Personal Location Beacon)에 관한 내용이 부재하였다. 개인위치지시용 무선설비 설명에 앞서 제11조의 위성 비상위치지시용 무선표지설비(위성 EPIRB, emergency Position Indication Radio Beacon)에 대하여 살펴보면, 선박 조난 시 위성 주파수를 이용하여 생존자의 위치를 무선표지 신호로 발신하는 설비이다. 개인위치지시용 무선설비(PLB)는 EPIRB 무선설비의 하나로 개인이 조난사고를 당할 때 406MHz 대역을 이용하여 전 세계 공용으로 운영 중인 COSPAS-SARSAT 위성으로 조난신호를 발송하여 신속한 조난자 위치 파악과 조난자 식별을 제공하는 기술이다. 동시에, 121.5MHz 대역을 이용하여 Homing beacon을 전파하여 항공기나 주변 선박에 호출 신호를 발생시켜 인지하도록 한다.



[그림 8] PLB 운영개념도

우리나라의 경우 조난 상황 발생 시 GNSS(항법 위성)와 COSPAS-SARSAT 위성을 이용하여 구조요청 신호를 인근 구조센터(해양경찰청)에 송신하게 된다. 참고로 COSPAS-SARSAT 위성은 미국, 러시아, 프랑스 등의 국가들이 다수 참여한 범세계적인 육·해·공 재난구조 긴급통신 지원 프로그램이다. PLB를 도입할 경우, 406MHz에서 위성통신을 이용하여 조난신호를 송출하므로, 전 세계 어디에서도 실시간으로 조난 메시지의 수신이 가능하며 조난 식별시간이 짧아져 골든타임 내에 조난자를 구조하여 생존율을 높일 수 있을 것으로 예상된다. 국립전파연구원은 해상업무용 무선설비 기술기준 연구반을 개최하여 개인위치지시용 무선설비(PLB) 기술기준 개정(안)을 도출하였다. 연구반에서는 개인위치지시용 무선설비(PLB)를 해상업무용 무선설비 고시 제11조(위성 비상위치지시용 무선표지설비)의 일종으로 보고, 주파수

및 송신장치의 조건이 유사하므로 동조 ③항에 기술기준 관련 사항을 추가하였다.  
국제 기준에 따라 [별표 36]에 대해서도 PLB의 일련번호, 표준위치 프로토콜 및  
국가별 위치 프로토콜에 관한 사항을 개정(안)에 포함하였다.

[표 8] 위성 비상위치지시용 무선표지설비 개정(제11조)

제11조(위성비상위치지시용무선표지설비) ① 비상위치지시용무선표지설비 중 406MHz  
에서 406.1MHz까지의 주파수의 G1B전파를 사용하는 위성비상위치지시용 무선표지  
설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

<이하 1항, 2항의 내용은 동일>

<아래의 3항 추가>

③ 비상위치지시용무선표지설비 중 406 MHz에서 406.1 MHz까지의 주파수의 G1B  
전파형식을 사용하는 개인위치지시용 무선표지설비의 기술기준은 다음 각  
호와 같다.

1. 공통조건

가. 제①항 제1호 바, 아, 자, 차, 어, 처, 커, 퍼 목의 조건에 적합할 것

<참고>

①항 1호. 공통조건

- 바. 수동으로 조작할 수 있을 것
- 아. 오조작에 의한 작동을 방지하는 장치가 있을 것
- 자. 발사되고 있는 전파의 표시기능이 있을 것
- 차. 정상적으로 작동하고 있음을 쉽게 알 수 있는 기능이 있을 것
- 어. 본체의 외부에 기기의 식별부호코드가 표시되어 있을 것
- 처. 비휘발성 메모리를 사용하여 조난메시지의 고정부분을 저장하는 기능이 있을 것
- 커. 기기식별부호가 모든 조난메시지에 포함될 수 있을 것
- 퍼. 통상의 설치된 상태에서 제조자명, 형식명, 제조번호 및 전지의 유효기간이 명확하게 판독  
가능 하도록 외부에 표시되어 있을 것

나. 본체는 황색 또는 주황색 계통의 색채이어야 할 것

다. 전기적인 부분이 수심 1 m에서 적어도 5분 이상 방수될 것

라. -20 ℃부터 +55 ℃까지의 온도에서 작동하고 -30 ℃부터 +70 ℃까지의  
온도에서 보관 후에도 작동할 수 있을 것

2. 송신장치의 조건

가. ①항 2호 가목에서 사목까지의 조건에 적합할 것.

<참고>

①항 2호. 송신장치의 조건

가. 주파수안정도 등

구 분	조 건
송신주파수 안정도	100ms 사이에 10억분의 2를 초과하여 변동하지 아니할 것
송신출력상승시간	송신개시후 송신출력이 안테나공급전력의 90%까지 상승하는데 요하는 시간이 5ms 이하일 것
변조파형의 상승 및 하강 시간	50μs 이상 250μs 이하일 것
부호형식	바이페이즈(biphase) L부호일 것
송신반복주기	50초(허용편차는 5%로 한다) 이하일 것

- 나. 안테나단자를 단락 또는 개방하여도 고장이 없을 것
- 다. 고장에 의해 전파의 발사가 계속 행하여지는 때에는 그 시간이 45초 되기 전에 그 발사의 정지가 가능할 것
- 라. 주파수의 변동(15분간의 변동에서의 직선회귀의 1분당 경사의 값을 말한다)은 10억분의 1 이하일 것
- 마. 안테나공급전력은 5W(허용편차는 ±2dB로 한다)일 것
- 바. 406MHz에서 406.1MHz까지의 주파수대에 있어서 주파수마다의 불요발사의 허용치는 별표 35에 표시하는 곡선의 값으로 한다.
- 사. 송신신호는 다음의 조건에 적합할 것
- (1) 구성은 별표 36에 나타내는 것일 것
- (2) 오류정정부호는 BCH부호로서 그 다항식은 다음과 같다.
- $$G1(X) = 1 + X^3 + X^7$$
- $$G3(X) = G1(X) \cdot (1 + X + X^2 + X^3 + X^7)$$
- $$G5(X) = G3(X) \cdot (1 + X^2 + X^3 + X^4 + X^7)$$
- (3) 전송속도는 400bps(허용편차는 1%로 한다)일 것

### 3. 전원의 조건

- 가. 독립된 전지를 갖추고 전지의 유효기간이 명시되어 있을 것
- 나. 전지의 용량은 정상작동 상태에서 12시간 이상 작동할 것
- 다. 전원극성의 우발적인 반전으로부터 보호수단을 가질 것

[별표 36]

#### 신호의 구성(제11조제1항제2호사목 관련)

##### 1. 단문메세지

무변조 160 ms	동기부호 (24) 주1	통보형식의 구분 (1) 주2	프로토콜의 종류 (1)	식별 또는 식별위치 (59) 주3	오류정정 부호 (21)	바이트/구분별사용 또는 보충데이터 (6) 주4
------------------	--------------------	--------------------------	--------------------	-----------------------------	--------------------	---------------------------------

##### 2. 장문 메세지

무변조 160 ms	동기부호 (24) 주1	통보 형식의 구분 (1) 주2	프로 토콜의 종류 (1)	식별 또는 식별+위치 (59) 주3	오류 정정 부호 (21)	보충 및 위치 또는 국가별 사용 데이터 (26) 주5	오류 정정 부호 (12)
------------------	--------------------	------------------------------	------------------------	------------------------------	------------------------	----------------------------------------	---------------------

( )내의 숫자는 비트수이다.

주1. “1111111111111111000101111”일 것

단, 자가시험일 경우, “1111111111111111011010000”일 것

주2. 통보형식의 구분을 “1”로 한때는 장문의 메시지를 사용하고, “0”로 한때 는 단문의 메시지를 사용

주3. 식별 또는 식별+위치 표시는 다음과 같을 것

(1) 프로토콜의 종류가 “0”의 경우

내 용		비트위치
MID		27 - 36
표준위치프로토콜 : 0010, 국가별위치프로토콜 : 1010 표준위치시험프로토콜 : 1110, 국가별시험위치프로토콜 : 1111 표준위치프로토콜PLB : 0111, 국가별위치프로토콜PLB : 1011		37 - 40
표준위치 프로토콜	해상이동업무용 식별부호(MMSI, 9자리) 중 MID(3자리) 제외한 6자리 숫자 또는 일련번호	41 - 60
	선박내에서 특정 비콘 번호	61 - 64
국가별위치프로토콜 : 국가지정일련번호		41 - 58
표준위치 프로토콜	북위 : 0, 남위 : 1	65
	위도, 1/4도 단위	66 - 74
	동경 : 0, 서경 : 1	75
	경도, 1/4도 단위	76 - 85
국가별위치 프로토콜	북위 : 0, 남위 : 1	59
	위도(도), 1도 단위	60 - 66
	위도(분), 2분 단위	67 - 71
	동경 : 0, 서경 : 1	72
	경도(도), 1도 단위	73 - 80
	경도(분), 2분 단위	81 - 85

(2) 프로토콜의 종류가 “1”의 경우



내 용		비트위치
MID		27 - 36
해상사용자 프로토콜 : 010, 시험사용자 프로토콜 : 111 일련번호사용자 프로토콜 : 011, 일련번호PLB : 110		37 - 39
해상사용자 프로토콜	해상이동업무용 식별부호(MMSI, 9자리) 중 MID(3자리) 제외한 6자리 숫자(*1)	40 - 75
	선박내에서 특정 비콘 번호	76 - 81
	예비 : "00"	82 - 83
일련번호 사용자 프로토콜	일련번호사용자 프로토콜의 자가부양형 EPIRB : 010 일련번호사용자 프로토콜의 비자가부양형 EPIRB : 100 일련번호를 사용하는 PLB : 110	40 - 42
	일련번호 국가할당 : 0, Cospas-Sarsat 형식승인번호 포함 : 1	43
	일련번호	44 - 63
	모두 "0", 또는 국가별 사용	64 - 73
	Cospas-Sarsat 형식승인번호 또는 국가별 사용	74 - 83
	유도장치의 종류 유도장치 없음 : 00 121.5MHz 송신기 : 01 9GHz대 레이더트랜스폰더 : 10 기타 유도장치 : 11	84 - 85

\*1 : 가. 해상사용자 프로토콜 종류가 "010"의 경우

(가) 문자, 숫자는 다음의 변환표에 의해 비트의 코드로 변환할 것

문 자	코 드	문 자	코 드
A	111000	U	111100
B	110011	V	101111
C	101110	W	111001
D	110010	X	110111
E	110000	Y	110101
F	110110	Z	110001
G	101011	공백	100100
H	100101	-	011000
I	101100	/	010111
J	111010	1	011101
K	111110	2	011001
L	101001	3	010000
M	100111	4	001010
N	100110	5	000001
O	100011	6	010101
P	101101	7	011100
Q	111101	8	001100
R	101010	9	000011
S	110100	0	001101
T	100001		

코드는 좌측이 MSB(최상위비트)일 것

주4. 단문 메시지 비상코드/국가별사용 또는 보충 데이터의 6비트는 다음과 같이 사용될 것

비트의 위치	내 용	
107	0 : 3번째에서 6번째까지는 비트를 아래 이외의 사용 "0"으로 설정할 경우, 3번째에서 6번째 비트까지 국내용으로 설정할 수 있다. 1 : 3번째에서 6번째까지는 아래 조난의 종류가 사용	
108	0 : EPIRB 가 수동으로 동작되는 것을 표시 1 : EPIRB가 수동 및 자동으로 동작되는 것을 표시	
109 - 112	조난의 종류 (1번째의 비트가 "0"의 경우)	0001 : 화재 또는 폭발 0010 : 침 수 0011 : 충돌 0100 : 좌초 0101 : 기울어짐이나 전복의 위험 0110 : 침몰 0111 : 조선불능으로 표류 0000 : 기타의 조난 1000 : 선체포기 1111 : 시험

주5. 장문 메시지의 보충 및 위치 또는 국가별 사용 데이터의 26비트는 다음과 같이 사용될 것

(1) 프로토콜의 종류가 "0"의 경우

프로토콜 종류	비트의 위치	내 용
공통	107 - 110 111 112	"1101" 고정 외부항법장치 : "0", 내장항법장치 : "1" 121.5MHz 호밍장치 사용 : "0", 비사용 : "1"
표준위치	113 - 122 123 - 132	4초 단위의 Δ위도 4초 단위의 Δ경도
국가위치	113 - 119 120 - 126	4초 단위의 Δ위도 4초 단위의 Δ경도
	127 - 132	추가 비콘 식별

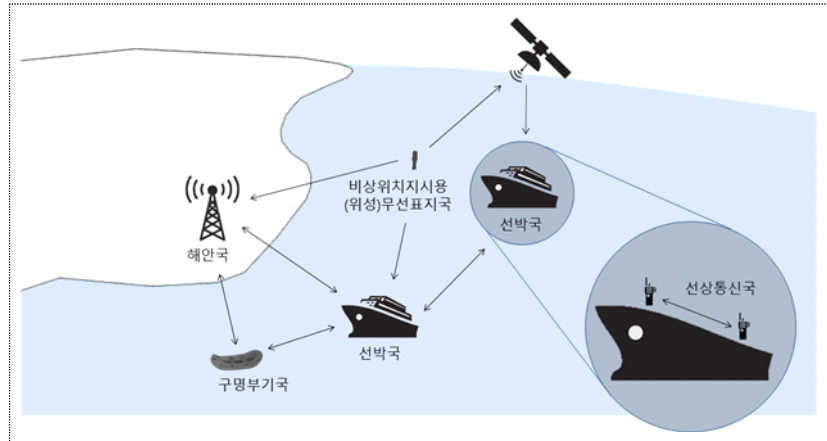
(2) 프로토콜의 종류가 "1"의 경우

비트의 위치	내 용
107	외부항법장치 : "0", 내장항법장치 : "1"
108	북위 : 0, 남위 : 1
109 - 115	위도(도), 1도 단위
116 - 119	위도(분), 4분 단위
120	동경 : 0, 서경 : 1
121 - 128	경도(도), 1도 단위
129 - 132	경도(분), 4분 단위
107 - 132	7

## 2. 선상통신국의 무선설비

선상통신국의 무선설비는 선박 내 통신, 구명정의 구조 훈련, 구조 작업 시 선박과

구명정 간의 통신 등을 목적으로 하는 해상이동업무(선박국과 해안국 간, 선박국 상호 간 또는 선상통신국 상호 간)용 무선국이다.



[그림 9] 해상이동업무의 통신망 구성

선박 내 긴급연락, 항만 진입 시 도선업무용, 구명정 훈련용 등 단거리에서 선박과 인명안전을 목적으로 운용되고 있다.



[그림 10] 선상통신국 운용

이번 개정은 국제표준 권고 ITU-R M.1174가 개정됨에 따라 그 내용을 반영하여 채널 간격에 대한 계산 오류를 수정( $\pm 1.324 \text{ kHz} \Rightarrow \pm 1.471 \text{ kHz}$ )하였다.

[표 9] 선상통신국의 무선설비 기술기준 개정(제14조의2)

제14조의2(선상통신국의 무선설비)(현행과 같음)
1.~4. (현행과 같음)
5. (현행과 같음)
가.~다. (현행과 같음)
라. 채널간격 6.25 kHz를 사용하는 디지털 송신장치는 무변조시의 반송파의 주파수보다 $\pm 1.471$ kHz를 초과하지 아니할 것
6.~8. (현행과 같음)

### 3. 자동식별장치

자동식별장치(AIS)는 선박의 선명, 제원 등 선박 정보와 위치, 속도 등 항행 정보를 무선 데이터 통신을 통해 선박 대 선박 간, 선박 대 육상 간에 자동으로 송수신하는 시스템이다. 자동식별장치의 의무설치 대상 선박의 기준은 아래와 같다.

[표 10] AIS 의무설치 대상 선박 기준

선박안전법(제30조, 해양수산부)	어선설비기준(제188조, 해양수산부)
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국제 노선을 오가는 300톤 이상의 모든 선박</li> <li>○ 외국 영해로 나가지 않는 500톤 이상의 모든 화물선</li> <li>○ 2톤 이상의 여객선·유람선</li> <li>○ 50톤 이상의 위험물운송선</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 총톤수 10톤 초과 어선</li> </ul>

자동식별장치의 종류는 아래 표와 같다.

[표 11] 자동식별장치의 종류

종별A/종별B 선박자동식별 장치	해안국용 자동식별장치	수색구조 항공기용 자동식별장치	수색구조용 자동식별장치	항로표지용 자동식별장치
				

이번 개정은 관련 국제표준 권고 ITU-R M.1371의 개정 사항을 반영하여 안테나

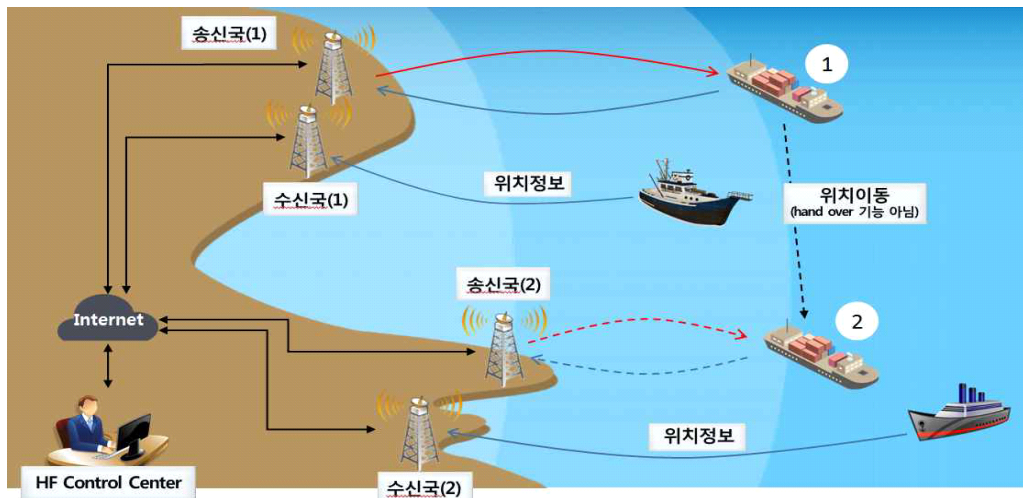
공급전력을 개정하였다.

[표 12] 자동식별장치 기술기준 개정(제22조)

제22조(자동식별장치) ① (현행과 같음)
1. (현행과 같음)
2. (현행과 같음)
가.~나. (현행과 같음)
다. 안테나공급전력은 종별A 선박자동식별장치는 1 W와 12.5 W, 종별B 자동시분할 다중접속(SOTDMA) 선박자동식별장치는 1 W와 5 W로 설정할 수 있어야 하며, 허용편차는 각각 $\pm 1.5$ dB 이내일 것. 다만, 종별B 반송파감지시분할다중접속(CSTDMA) 선박자동식별장치의 안테나공급전력은 2 W로 하며, 허용편차는 $\pm 1.5$ dB 이내일 것

#### 4. 단파대 디지털 송수신장치

2017년 10월 흥진호 선박이 허위로 위치보고를 한 후, 북한수역 내 월선 조업을 하다 북한 경비정에 나포되는 사건 발생하였다. 따라서 국가 안전보장이사회(NSC)가 개최되었고 원거리 조업 어선의 위치정보 관리에 관한 안전문제가 인식되게 되었다. 국회 관련 상임위에서는 디지털 HF 구축사업 및 어선용 단말기 기술개발 사업 추진을 결정하였고 과기정통부 국립전파연구원은 2019년 수차례의 연구반 개최를 통하여 HF 국내 기술기준을 개정하였다.



[그림 11] 단파대 디지털 송수신장치 운용 개념도

디지털 HF가 도입됨에 따라 기존 아날로그 음성 방식으로는 1일 1회 빈도로 수행되던 선박의 위치 및 어획량 보고가 매시간 보고될 수 있게 되었으며, 기상특보, 일기예보 및 태풍 정보 등과 같은 부가 서비스도 가능하게 되었다. 국립전파연구원과 해수부는 국제표준보다 국내 기술기준이 먼저 제정되어 향후 주파수 및 출력 등 다양한 측면에서 국제적으로 분쟁이 발생할 수 있으므로 국제 표준화를 추진하였다. 수차례의 우리나라 기고 및 대응으로 2020년 11월 HF 대역 권고서 M.1798를 개정하여 국제표준으로 우리나라 단파대 기술이 승인되게 되었다. 그러나 문제가 발생하였다. 통신방식이 주파수 편이 방식(FSK)으로 호접속(Call)을 수행한 후 직교주파수분할다중 방식(OFDM)으로 송·수신을 하게 되어 있는데 선박국이 해안국으로 정보를 보낼 경우 수신율이 떨어지게 된 것이다. 이는 무선국을 사용하기 위해서는 자격증을 취득하여야 하는데 소형선박 및 어민들의 자격증 취득이 어려움을 해소하기 위해서 50W 미만의 무선국의 사용할 경우 일정 시간의 교육만 이수하면 되도록 하였다. 그런데 50W 미만의 경우에는 OFDM방식의 수신율이 현저히 저하되는 것을 발견하였다. 따라서 국내 2500여 척의 어선의 안전한 운항 및 관리를 위하여 기존 해상업무용 기술기준 제25조에 어선설비의 단파대 디지털 송수신 방식을 추가 삽입하여 개정할 필요가 있었다. 2021년 국립전파연구원, 해수부, 수협을 포함한 기술기준 연구반은 수차례의 회의와 이를 검증할 현장시험을 수행하였다. 시험은 수협중앙회 고흥안전국 인근에서 수행하였다. 시험방법은 고흥안전국(송신소, 운영시스템)과 육상(선박국을 차량에 설치), 선박국 간 양방향 통신을 위해 차량 2대에 선박국을 설치하여 시험을 수행하였다. 선박에 설치할 경우 시험시간이 더 오래 걸리게 되므로 선박을 대신하여 차량에 설치하여 실험하였다.



[그림 12] 시험장소 및 운용

아래 표는 위치발신, 기상정보 등 검증해야 할 항목 등을 보여준다.

[표 13] 어선의 단파대 디지털 송수신 시험 항목

No.	기능명	변조방식	비고
①	ALE 송신	FSK-100	해안국 → 선박국
②	자동위치 발신	FSK-1000	선박국 → 해안국
③	조난발생 및 응답	FSK-100	선박국 → 해안국 → 선박국
④	개별호출 및 응답	FSK-100	해안국 → 선박국
⑤	수동위치요청 및 응답	FSK-100	해안국 → 선박국 → 해안국
⑥	기상특보	FSK-100	해안국 → 선박국
⑦	기상예보	OFDM Annex2	해안국 → 선박국
⑧	태풍정보	OFDM Annex2	해안국 → 선박국
⑨	단문자	OFDM Annex2	해안국 → 선박국
⑩	양방향 통신 기능	OFDM Annex2/5	선박국1 ↔ 선박국2

※ FSK : 양방향 통신을 위한 접속(100bps), FSK100 : 저속 데이터 통신(100bps), FSK1000 : 중속 데이터 통신(1000bps), OFDM : 고속 데이터 통신(Annex2 1.6kbps, Annex5 17.1kbps)

현장 시험결과 각 항목에 대하여 성능이 확인되었다. 확인된 결과는 아래 표와 같다.

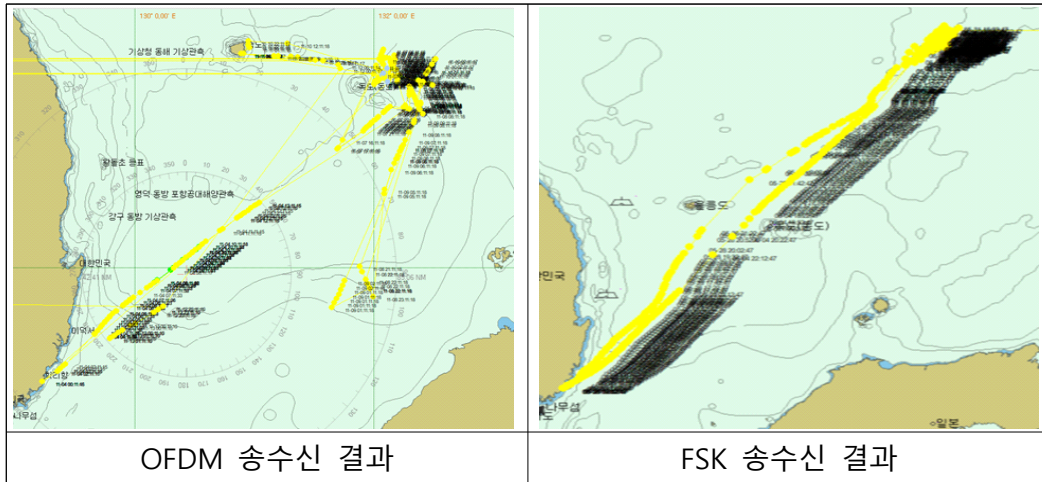
[표 14] 어선의 단파대 디지털 송수신 시험결과

시험항목	변조방식	송수신국	결과
ALE 송신	FSK-100	해안국→선박국	확인
자동위치 발신	FSK-1000	선박국→해안국	매 10분 확인
조난발생 및 응답	FSK-100	선박국→해안국→선박국	조난 발신, 취소 확인
개별호출 및 응답	FSK-100	해안국→선박국	확인
수동위치요청 및 응답	FSK-100	해안국→선박국→해안국	확인
기상특보	FSK-100	해안국→선박국	확인
기상예보	OFDM Annex2	해안국→선박국	확인
태풍정보	OFDM Annex2	해안국→선박국	확인
단문자	OFDM Annex2	해안국→선박국	58자 확인
양방향 통신 기능	OFDM Annex2/5	선박국1 ↔ 선박국2	확인

또한 기술기준 연구반은 실제 해역에서 기존 OFDM 방식과 FSK 방식의 수신상태를 비교하였고, OFDM 방식보다 FSK 방식의 수신상태가 더 양호함을 확인할 수



있었다. 다만 아쉬운 것은 동일 기간에 OFDM 방식과 FSK 방식을 비교하지 않고 비교 기간에 차이 있어 일별, 계절별 전리층의 상태 등 다른 변수가 있을 수 있다는 점이다. 해수부와 수협은 확실히 FSK 방식이 수신상태가 양호하다는 입장이었고 많은 전문가도 동의하였다.



[그림 13] 단파대 디지털 송수신 시험 결과

위 결과에서 노란색은 배가 움직이는 것이고 검정 글씨는 배에서 보내온 위치보고 결과이다. OFDM의 경우에 비하여 FSK 방식의 송신 결과가 우수한 것을 볼 수 있다. 아래 표는 제25조의 개정내용을 보여주고 있다.

[표 15] 단파대 디지털 송수신 장치 기술기준 개정(제25조)

제25조(단파대 디지털 송수신 장치) (현행과 같음)
1. (현행과 같음)
2. (현행과 같음)
가. 주파수편이방식(FSK)과 직교주파수분할다중방식(OFDM)에 대한 안테나공급 전력은 다음의 조건을 만족할 것
(1) 해안국용 장치는 각각 평균전력 기준 1 kW 이하이어야 하며, 허용편차는 상한 10 %, 하한 20 % 이내일 것
(2) 선박국용 장치는 각각 평균전력 기준 400 W 이하이어야 하며, 허용편차는 상한 20 %, 하한 50 % 이내일 것
나. 주파수 허용편차는 $\pm 0.3$ 백만분율(ppm) 이하일 것
다.~사. (현행과 같음)



3. (현행과 같음)

가. (현행과 같음)

(1) (현행과 같음)

(2) 점유주파수대역폭이 10 kHz일 때, 수신기입력전압 4  $\mu V$ 의 희망파 신호 1,000 비트를 가한 경우에 에러 정정 후 비트오류율(BER)이 5 % 이하일 것  
나.~바. (현행과 같음)

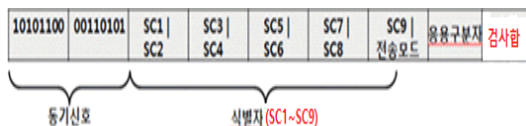
4. (현행과 같음)

5. (현행과 같음)

가. (현행과 같음)

(1)~(2) (현행과 같음)

(3) 데이터 프레임은 동기신호 2 byte, 식별자 4.5 byte, 전송모드 0.5 byte, 응용구분자 1 byte, 검사합 1 byte로 구성할 것



(4) 검사합은 다음 식을 적용할 것

검사합 = 0x00 - (SC1/SC2에서 응용구분자까지의 각 byte들의 합)

(5)~(6) (현행과 같음)

나. (현행과 같음)

(1) 데이터 전송신호는 1,998 ms, 응답신호는 270 ms 일 것

(2) 데이터 전송 소요시간은 2,492 ms 이내일 것

(현행과 같음)

(3)~(6) (현행과 같음)

6. (현행과 같음)

7. 「어선설비기준」 제191조(어선위치발신장치)에 따른 어선위치정보 송신기능을 갖춘 단파대 디지털 송수신장치의 기술기준은 다음 각 목과 같다.

가. 대역폭 3 kHz를 사용하는 주파수편이방식(FSK)으로 100 bps 데이터 통신을 위한 조건은 다음과 같을 것

(1) 신호 전송 속도는 100 bps이고, 허용편차는  $30 \times 10^{-6}$  이내일 것

(2) 신호 구성은 별표 46과 같을 것

(3) 마크(mark)주파수는 1,615 Hz이고 스페이스(space)주파수는 1,785 Hz일 것. 이 경우 허용편차는 각각  $\pm 0.5$  Hz로 한다.

(4) 수신기입력전압  $1 \mu V$ 의 희망과 신호 1,000 비트를 가한 경우에 에러 정정 후 비트오류율(BER)이 1 % 이하일 것

나. 대역폭 3 kHz를 사용하는 주파수편이방식(FSK)으로 1,000 bps 데이터 통신을 위한 조건은 다음과 같을 것

(1) 신호 전송 속도는 1,000 bps이고, 허용편차는  $30 \times 10^{-6}$  이내일 것

(2) 신호 구성은 별표 47과 같을 것

(3) 마크(mark)주파수는 1,200 Hz이고 스페이스(space)주파수는 2,200 Hz일 것. 이 경우 허용편차는 각각  $\pm 0.5$  Hz로 한다.

(4) 해안국 수신기의 경우에는 수신기입력전압  $3 \mu V$ 의 희망과 신호 1,000 비트를 가한 경우에 에러 정정 후 비트오류율(BER)이 1 % 이하일 것

[별표 42] (현행과 같음)

(현행과 같음)

(현행과 같음)

오류정정 대 일반적 성능

구성	외부 부호 효율 (사용할 경우)	내부 부호 효율 (사용할 경우)	전공 시 효율	전체 부호화 효율
No. 1	RS(204, 188) $\frac{188}{204}$	사용 안함		$\frac{188}{204}$
No. 2 and No. 3	RS(204, 188) <sup>+</sup> $\frac{188}{204}$	길쌈부호 (Convolutional code) NRSC(K=7) $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{47}{102}$
			$\frac{2}{3}$	$\frac{94}{153}$
			$\frac{3}{4}$	$\frac{141}{204}$
			$\frac{5}{6}$	$\frac{235}{306}$
			$\frac{7}{8}$	$\frac{329}{408}$
No. 4		터보부호 (이중 이진) $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
			$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$

(현행과 같음)

[별표 46]

대역폭 3 kHz FSK 100 bps 데이터 통신 신호의 구성

(제25조제7호 관련)

동기 신호 (주1)	식별 자 (주2)	데이 터 길이 (주3)	검사 합 (주4)	데이터		
				가변 데이터 (주5)	순환중 복검사 (주6)	오류정 정부호 (주7)

(주)

- 2 byte로서 '10101100 00110101'일 것
- 3 byte로서 '11111111 11111111 11111111'일 것
- 가변데이터(주5)의 길이를 byte 단위로 1 byte로 표현하고 3회 반복하여 3 byte 일 것
- 다음 식을 사용할 것  
검사합 = 0x00 - (식별자와 데이터길이 각 byte들의 합)
- 최대 247 byte일 것
- 가변데이터(주5)에 대하여 ITU-T 표준 16 비트 식을 적용하고 생성다항식은 다음과 같을 것  
$$x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$$
- 유한체 GF(28)에서 정의된 리드-솔로몬 ( $n=k+6$ ,  $k$ ,  $t=3$ ) (단,  $k : 3 \sim 249$  사이의 자연수) 부호일 것. 생성다항식  $g(x)$ 는 다음과 같을 것  
$$g(x) = (x - \alpha)(x - \alpha^2)(x - \alpha^3)(x - \alpha^4)(x - \alpha^5)(x - \alpha^6),$$
  
( $\alpha$ 는 GF(28)의 한 원소임)

5. 자율해상 무선기기(AMRD)

해상분야에서도 통신기술이 발달함에 따라 선박에 대한 안전, 개인 익수자(조난자) 안전 및 어업의 효율화 등을 위하여 다양한 무선설비가 등장하고 있다. 이 중에 가장 대표적인 것이 자율해상 무선기기(AMRD : Autonomous Maritime Radio Device)이다. 자율해상 무선기기는 이동형 항로표시 장치, 익수자 위치정보 전송장치 및 어망 위치정보 전송장치 등 각종 소형 위치정보 전송장치를 의미하는 것으로 해상에서 운용하고 선박국 또는 해안국과 독립적으로 송신하는 이동국으로 정의되고 있다. 자동식별장치 (AIS) 기술, 디지털선택호출장치(DSC) 기술, 가공 음성 메시지 등을 이용한 다양한 해상자율해상무선기기(AMRD)가 존재하고 증가가 예상되나 해상이동업무로 분배된 주파수와 식별부호를 소모함에 따라 AMRD를 체계적으로

구분하고 규정화할 필요성이 인식되었으며, 적절한 규제가 이루어지지 않으면 해상안전에 부정적 영향을 미칠 수 있다는 우려가 제기되었다. 따라서 자율해상무선기기에 대한 규제체계 마련을 위해서 ITU에서 국제 표준화 작업을 시작하였으며 2019년 WRC(세계전파통신회의)에서는 자율해상무선기기에 적용할 규정적 조치 연구를 정식 의제(의제 1.9.1)로 채택하였다.



[그림 14] 자율해상무선기기의 종류

WRC 의제 연구를 위하여 ITU-R SG5는 자율해상무선기기의 정의, 구분, 기술적 특성 등을 논의하였다. 156-162.05MHz 대역은 전 세계적으로 이동(해상이동)업무가 1순위로 분배되었으며, 자동식별장치(AIS)로 2개 채널(161.975MHz, 162.025MHz)이 지정되어 이용 중이다.

[표 16] 156-162.05MHz 주파수 분배 및 이용 현황

[MHz]		156.4875	156.5625	156.7625	156.7875	156.8125	156.8375	161.9375	161.9625	161.9875	162.0125	162.0375
국제분배	제1지역	해상이동 (DSC에 의한 조난 및 호출)	고정, 이동	해상이동 이동위성	해상이동 (조난 및 호출)	해상이동 이동위성	고정, 이동	고정 이동 해상이동위성	고정 이동 이동위성	고정 이동 해상이동위성	고정 이동 이동위성	
	고정, 이동		해상이동 이동위성	해상이동 이동위성		고정, 이동	고정 이동 해상이동위성	항공이동 해상이동 이동위성	고정 이동 해상이동위성	항공이동 해상이동 이동위성		
			해상이동 이동위성	해상이동 이동위성				항공이동 해상이동 이동위성		항공이동 해상이동 이동위성		
요구사항		제1지역 해상이동업무 분배										
국내분배	해상이동	해상이동	해상이동 이동위성	해상이동	해상이동 이동위성	해상이동 고정, 이동	해상이동 해상이동위성	해상이동 항공이동 이동위성	해상이동 해상이동위성	해상이동 항공이동 이동위성		

전 세계 제조업체는 이미 기술이 검증된 자동식별장치(AIS) 기술을 이용하여 손쉽게 송수신을 할 수 있도록 다양한 자율해상무선기기를 시장에 출시하였다. 많은 제품이 주파수 161.975MHz, 162.025MHz를 사용하였는데, 너무 많은 기기가 같은 주파수를

사용하게 되면서 선박의 안전항해에 큰 문제점을 발생시켰다. 따라서 WRC-19에서는 자율해상무선기기(AMRD)를 안전항해를 증진하는 것을 종별 A로, 안전항해와 무관한 것을 종별 B로 구분하였다. 대부분의 ITU 회원국은 이러한 구분에 동의하였고 종별 A 역시 기존 자동식별장치 (AIS) 및 디지털선택호출장치(DSC) 주파수를 사용하는 데 동의하였다. 다만 자국에서 사용하고 있는 무선시스템을 종별 A인 안전항해를 위한 장치로 포함시키려 하였다. 특히 중국은 그물 등의 위치를 파악할 수 있는 어망 부이와 익수자표시장치 등을 이미 개발 완료하여 저가로 해외에 공급하고 있었으므로 종별 A에 포함시키려 하였다. 그러나 어망 부이와 익수자표시장치(구명조끼)를 무분별하게 종별 A에 포함할 경우, 주파수 혼·간섭 및 안전항해에 지장을 초래할 우려가 있어 어망 부이는 종별 B로 익수자표시장치는 기술에 따라서 종별 A와 종별 B로 분류하였다. 종별 A에 대한 기준은 자동식별장치 기술과 주파수 (161.975MHz, 162.025MHz)를 사용하며 디지털 선택호출장치(156.525MHz) 조건을 모두 만족하여야 하며 선박, 등대, 부표, 일부 익수자 표시장치 등에 사용된다. 각각의 세부 규격은 익수자 위치표시장치(MOB:Man overboard) 및 MOB용 디지털선택호출장치에 대하여는 ITU-R 권고 M.493-15와 권고 M.1371-5를, 이동형 항로표지장치 (Mobile AtoN : Mobile Aids to Navigation)는 ITU-R 권고 M.1371-5를 적용한다.

WRC-19에서 논쟁이 되었던 것은 자율해상무선기기 안전항해 증진과 무관한 종별 B에 대한 주파수 및 기술특성 부분이었다. 논의 결과 종별 B에 대하여는 자동식별장치(AIS) 기술을 적용하는 자율해상무선기기는 VHF 채널 2006번 (160.900MHz)을 신규 지정하였으며, 기타기술을 사용하는 자율해상 무선기기는 주파수를 지정하지 못하였다. 요약하면 아래 표와 같다.

[표 17] 자율해상무선기기

종별	구분	기술기준	대상 기기
A	안전항해를 증진하는 것	DSC(156.525MHz) + AIS(161.975, 162.025MHz)	선박, 등대, 부표, 익수자표시장치(MOB) 등
B	무관한 것	AIS기술사용(VHF-2006ch(160.9MHz))	어구부이, 익수자표시장치(MOB) 등

익수자 위치, 어망 등의 위치정보를 자동으로 발신하는 자율해상 무선기기 (AMRD, Autonomous Maritime Radio Devices)의 신설(제26조)된 기술기준 개정 내용은 아래와 같다.

[표 18] 자율해상무선기기 기술기준 신설(제26조)

제26조(자율해상무선기기) ① 자율해상무선기기의 분류 및 공통조건은 다음과 같다.

1. 자율해상무선기기의 분류

가. 선박의 안전항해를 증진할 수 있는 자율해상무선기기는 종별A로 분류하고, 선박의 안전항해 증진과 무관한 자율해상무선기기는 종별B로 분류한다.

나. 종별A는 익수자위치발신장치(MOB) 및 이동형 항로표지장치(MAtoN)로 분류한다.

다. 종별A를 제외한 나머지는 종별B로 분류하며, 종별B는 자동식별장치 기술을 적용하는 것과 기타 기술을 적용하는 것으로 분류한다.

2. 공통조건

가. 정상으로 작동하고 있음을 쉽게 알 수 있는 기능이 있을 것

나. 수동으로 작동을 정지시킬 수 있는 기능이 있을 것

다. 오조작에 의한 작동을 방지하는 장치가 있을 것

라. 식별부호를 저장하고 있어야 하며, 사용자가 식별부호를 쉽게 변경할 수 없을 것

마. -20 °C에서 +55 °C까지의 온도에서 안정적으로 동작할 것

바. 본체의 보이는 곳에 기기의 식별부호가 물에 지워지지 않도록 표시되어 있을 것

② 종별A 자율해상무선기기의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 일반조건

가. 신호를 송출하지 아니하고 시험할 수 있는 기능이 있을 것

나. 등가등방복사전력은 2 W로 하며, 허용편차는 -3 dB 이내일 것

다. 수심 10 m에서 5분 이상 방수될 것

라. 전자위치측위장치가 내장되어 자동으로 선박의 위치 및 시간을 갱신할 수 있을 것

2. 익수자위치발신장치(MOB)의 조건

가. 자동식별장치의 기능을 사용한 표준메시지는 1번과 14번으로 구성하며, 표준메시지 1번에는 고유 식별부호와 위치 정보를 포함하여야 하며, 표준메시지 14번에는 "MOB ACTIVE"라는 텍스트를 포함할 것. 단, 시험발사의 경우 표준메시지 14번은 "MOB TEST"라는 텍스트를 포함할 것

나. 제5조(디지털선택호출장치 및 전용수신기) 제1항에 따른 초단파대 디지털선택호출장치와 제22조(자동식별장치) 제1항에 따른 선박자동식별장치 기능을 갖출 것

다. 주파수는 156.525 MHz, 161.975 MHz, 162.025 MHz를 사용하고, 점유주파수 대역폭의 허용치는 16 kHz 이내, 발사전파의 주파수허용편차는  $\pm 500$  Hz 이내일 것

라. 자동 및 수동 작동 기능을 모두 갖출 것

마. 스푸리어스 발사의 허용치는 아래 대역에서는 25  $\mu\text{W}$  이하일 것

- (1) 108 MHz 이상 137 MHz 이하
- (2) 156 MHz 이상 161.5 MHz 이하
- (3) 406.0 MHz 이상 406.1 MHz 이하
- (4) 1,525 MHz 이상 1,610 MHz 이하

③ 종별B 자율해상무선기기의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

#### 1. 일반조건

가. 등가등방복사전력은 100 mW로 하며, 허용편차는  $\pm 1.5$  dB 이내일 것

나. 안테나는 일체형이어야 하며, 안테나의 높이는 해면으로부터 1 m 이내일 것  
다. 스푸리어스 발사의 허용치는 9 kHz 이상 1 GHz 이하에서는 평균전력이 -36 dBm 이하, 1 GHz 이상 4 GHz 이하에서는 평균전력이 -30 dBm 이하일 것

#### 2. 자동식별장치의 기술만 사용하는 익수자위치발신장치(MOB-AIS)의 조건

가. 중심주파수는 160.900 MHz, 점유주파수 대역폭의 허용치는 16 kHz 이내이고, 주파수 허용편차는  $\pm 500$  Hz 이내일 것

나. 진파형식은 F1D 또는 G1D일 것

다. 유효기간이 1년 이상인 전용 전지를 사용하고, 전지의 용량은 해당 송신설비를 연속하여 12시간 이상 작동할 것

라. 작동상태에서는 다음과 같은 방식으로 메시지가 전송될 것

- (1) 전송할 메시지 종류는 국제전기통신연합(ITU)에서 정한 자동식별장치 기술기준의 표준메시지 중 1번 및 14번으로 할 것
  - (2) 표준메시지 1번에는 고유 식별부호, 위치를 포함하여야 하며 항해상태 항목은 14로 설정할 것
  - (3) 표준메시지 14번에는 "MOB ACTIVE"라는 텍스트를 포함할 것
  - (4) 작동을 개시하면 표준메시지 1번을 75개의 슬롯 간격으로 8회 전송하되 1분 $\pm$ 6초 간격으로 이를 반복할 것
  - (5) 최초 5번째 및 6번째로 전송하는 메시지는 표준메시지 14번으로 대체하여 전송해야 하며 이후 4 프레임(4분)마다 이를 반복할 것
  - (6) 표준메시지 1번의 통신상태를 나타내는 항목은 자동식별장치 메시지의 구성 방법과 동일하게 적용할 것
- #### 3. 자동식별장치의 기술을 포함하여 사용하는 어망위치발신장치의 조건은 제3항제 2호 가목과 나목을 만족할 것

## 6. 초단파대 해상이동업무용 주파수

이번 개정된 초단파대 해상이동업무용 주파수의 채널용도 및 주석에 대한 개정 내용은 아래와 같다.

[표 19] 초단파대 해상이동업무용 주파수 개정(별표 1)

[별표 1]

초단파대 해상이동업무용 주파수(전파규칙 부록 18)

(제5조제1항제2호나목, 제7조제3항 및 제4항, 제14조제1항 관련)

지정 채널	주석	송신주파수(MHz)		선택 상호간	업무 및 선택 운행통신		공중통신
		선박국	해안국		단일 주파수	2 주파수	
60	m)	156.025	160.625		x	x	x
01	m)	156.050	160.650		x	x	x
61	m)	156.075	160.675		x	x	x
02	m)	156.100	160.700		x	x	x
62	m)	156.125	160.725		x	x	x
03	m)	156.150	160.750		x	x	x
63	m)	156.175	160.775		x	x	x
04	m)	156.200	160.800		x	x	x
64	m)	156.225	160.825		x	x	x
05	m)	156.250	160.850		x	x	x
65	m)	156.275	160.875		x	x	x
06	f)	156.300		x			
2006	r)	160.900	160.900				
66	m)	156.325	160.925		x	x	x
07	m)	156.350	160.950		x	x	x
67	h)	156.375	156.375	x	x		
08		156.400		x			
68		156.425	156.425		x		
09	i)	156.450	156.450	x	x		
69		156.475	156.475	x	x		
10	h), q)	156.500	156.500	x	x		
70	f), j)	156.525	156.525	조난, 안전 및 효율용 디지털 선택 호출			
11	q)	156.550	156.550		x		
71		156.575	156.575		x		
12		156.600	156.600		x		
72	i)	156.625		x			
13	k)	156.650	156.650	x	x		
73	h), i)	156.675	156.675	x	x		
14		156.700	156.700		x		
74		156.725	156.725		x		
15	g)	156.750	156.750	x	x		
75	n), s)	156.775	156.775		x		
16	f)	156.800	156.800	조난, 안전 및 효율용			
76	n), s)	156.825	156.825		x		
17	g)	156.850	156.850	x	x		
77		156.875		x			
18	m)	156.900	161.500		x	x	x
78	m)	156.925	161.525		x	x	x
1078		156.925	156.925		x		
2078	mm)		161.525		x		
19	m)	156.950	161.550		x	x	x
1019		156.950	156.950		x		
2019	mm)		161.550		x		
79	m)	156.975	161.575		x	x	x
1079		156.975	156.975		x		



지정 채널	주석	송신주파수(㎐)		선택 상호간	항무 및 선택 운행통신		공중통신
		선택국	해안국		단일 주파수	2 주파수	
2079	mm)		161.575		x		
20	m)	157.000	161.600		x	x	x
1020		157.000	157.000		x		
2020	mm)		161.600		x		
80	y), wa)	157.025	161.625		x	x	x
21	y), wa)	157.050	161.650		x	x	x
81	y), wa)	157.075	161.675		x	x	x
22	y), wa)	157.100	161.700		x	x	x
82	x), y), wa)	157.125	161.725		x	x	x
23	x), y), wa)	157.150	161.750		x	x	x
83	x), y), wa)	157.175	161.775		x	x	x
24	ww, x)	157.200	161.800		x	x	x
1024	ww	157.200	157.200	<sup>x</sup> (디지털 전용)	<sup>x</sup> (디지털 전용)		
2024	ww	161.800	161.800	<sup>x</sup> (디지털 전용)	<sup>x</sup> (디지털 전용)		
84	ww, x)	157.225	161.825		x	x	x
1084	ww	157.225	157.225	<sup>x</sup> (디지털 전용)	<sup>x</sup> (디지털 전용)		
2084	ww	161.825	161.825	<sup>x</sup> (디지털 전용)	<sup>x</sup> (디지털 전용)		
25	ww, x)	157.250	161.850		x	x	x
1025	ww	157.250	157.250	<sup>x</sup> (디지털 전용)	<sup>x</sup> (디지털 전용)		
2025	ww	161.850	161.850	<sup>x</sup> (디지털 전용)	<sup>x</sup> (디지털 전용)		
85	ww, x)	157.275	161.875		x	x	x
1085	ww	157.275	157.275	<sup>x</sup> (디지털 전용)	<sup>x</sup> (디지털 전용)		
2085	ww	161.875	161.875	<sup>x</sup> (디지털 전용)	<sup>x</sup> (디지털 전용)		
26	ww, x)	157.300	161.900		x	x	x
1026	ww	157.300					
2026	ww		161.900				
86	ww, x)	157.325	161.925		x	x	x
1086	ww	157.325					
2086	ww		161.925				
<삭제>							
1027	zz	157.350	157.350		x		
ASM-1	z)	161.950	161.950				
87	zz	157.375	157.375		x		
<삭제>							
1028	zz	157.400	157.400		x		
ASM-2	z)	162.000	162.000				
88	zz	157.425	157.425		x		
AIS 1	f), l), p)	161.975	161.975				
AIS 2	f), l), p)	162.025	162.025				

#### <일반 주석>

a) 주관청은 제51.69호, 제51.73호, 제51.74호, 제51.75호, 제51.76호, 제51.77호 및 제5

1.78호에 명기된 조건하에 경비행기 및 헬리콥터를 사용하여 주로 해상의 지원작업에 종사하는 선박국 및 이에 참가하는 해안국과의 통신을 위해 선박상호간, 항무통신 및 선박운항업무의 주파수를 지정할 수 있다. 그러나 공중통신과 공용하는 채널의 사용은 관계 주관청과 영향을 받는 주관청간의 사전협의를 따라야 한다.

b) 채널 06, 13, 15, 16, 17, 70, 75 및 76을 제외한 이 부록의 채널은 관계 주관청과 영향을 받는 주관청간의 특별 협정에 따라 고속 데이터 및 팩스 송신에 사용될 수도 있다.

c) 채널 06, 13, 15, 16, 17, 70, 75 및 76을 제외한, 현행 부록의 채널은 관계 주관청과 영향을 받는 주관청간의 특별협정에 따라, 직접인쇄전신과 데이터송신에 사용될 수 있다.(WRC-12)

d) 이 표의 주파수는 제5.226호에 명기된 조건에 따라 내륙수로에서의 전파통신에도 사용될 수 있다.

e) 주관청은 25 kHz 채널에 간섭을 주지 않는 것을 기본으로 하여 ITU-R 권고 M.108 4 최신판에 따라 다음의 조건으로 12.5 kHz 채널간격을 적용할 수 있다.

- 현행 부록의 해상이동 조난, 안전, 자동식별시스템(AIS) 및 데이터교환 주파수의 25 kHz 채널들(특히, 채널 06, 13, 15, 16, 17, 70, AIS-1 및 AIS-2)에 영향을 미치거나 이들 채널에 대해 ITU-R 권고 M.489-2에 언급된 기술적 특성들에 영향을 미치지 않아야 한다.

- 12.5 kHz 채널간격의 적용과 이에 수반되는 국내적 요구사항은 영향을 받는 주관청과의 조정을 따라야 한다. (WRC-12)

#### <특별 주석>

f) 156.300 Mhz(채널 06), 156.525 Mhz(채널 70), 156.800 Mhz(채널 16), 161.975 Mhz(AIS-1) 및 162.025 Mhz(AIS-2) 주파수는 수색 및 구조 작업과 기타 안전 관련 통신에 참여하는 항공기국에 사용할 수 있다.

161.975 Mhz(AIS-1) 및 162.025 Mhz(AIS-2)는 항해안전을 증진하며 디지털선택호출 및 AIS 기술을 모두 사용하는 중별-A 자율해상무선기기(AMRD) 장치에도 사용할 수 있다. 이러한 사용은 ITU-R 권고 M.2135 최신판에 따라야 한다.(WRC-19)

g) 채널 15와 17은 안테나공급전력 1 W 이하로 선상통신에 사용될 수 있으며, 이들 채널이 다른 주관청의 영해 내에서 사용되는 경우에는 해당 주관청의 국내 규정에 따라야 한다.

h) 유럽 해상 지역 및 캐나다에서 이들 주파수(채널 10, 67, 73)는 제51.69호, 제51.73

호, 제51.74호, 제51.75호, 제51.76호, 제51.77호 및 제51.78호에 명기된 조건하에 각 주관청이 필요하면 지역적으로 조직한 수색, 구조, 공해제거 작업에 종사하는 선박국, 항공기국과 이에 참여하는 육상국 간의 통신에 사용될 수도 있다.

i) 156.450 MHz (채널 09), 156.625 MHz (채널 72) 그리고 156.675 MHz (채널 73) 세 주파수는 주석 a)에 명시된 목적을 위해 선택권이 있다.

j) <현행과 같음>

k) 채널 13은 세계적 기반의 항행 안전 통신 채널로서 일차적으로 선박상호간 항행 안전 통신에 사용하도록 지정되었다. 이는 또한 관계 주관청의 국내 규정에 따른다는 조건으로 선박운항과 항무통신에도 사용 되어질 수 있다.

l) 이들 채널(AIS-1과 AIS-2)은 그 외 주파수들이 이 목적을 위해 지역적으로 지정되어 있지 않다면 전 세계적으로 운용되는 선박 자동식별 시스템에 사용된다. 이러한 사용은 ITU-R 권고 M.1371 최신판에 따라야 한다. (WRC-07)

m) 이들 채널은 관계 주관청과 영향을 받는 주관청 간의 조정에 따라 단일 주파수 채널로서 운용될 수 있다. 단일 주파수 운용의 경우에는 다음의 조건이 적용된다  
- 이 채널의 하위 주파수 부분은 선박국 및 해안국에서 단일 주파수 채널로 운용할 수 있다.

- <현행과 같음>

- 주관청에서 허용하고 자국 규정이 명시되어 있다면 이 채널의 상위 주파수 부분을 선박국에서도 송신에 사용할 수 있다. AIS-1, AIS-2, ASM-1 및 ASM-2 채널에 주는 유해간섭을 피하도록 모든 주의를 기울여야 한다. (WRC-19)

<삭제>

mm) 이 채널에 대한 송신은 해안국에 한한다. 주관청에서 허용하고 자국 규정이 명시되어 있다면 이 채널을 선박국에서도 송신에 사용할 수 있다. AIS-1, AIS-2, ASM-1 및 ASM-2 채널에 주는 유해간섭을 피하도록 모든 주의를 기울여야 한다.(WRC-19)

<삭제>

n) AIS는 제외하고 이들 채널(75와 76)의 사용은 항행관련 통신에 한정되어야 하고 출력전력을 1 W까지로 제한함으로써 채널 16에 대한 유해간섭을 피하도록 모든 예방조치를 취해야한다. (WRC-12)

o) <현행과 같음>

p) 추가적으로 AIS-1과 AIS-2는 선박으로부터의 AIS 송신을 수신하기 위한 해상

이동위성업무(지구대위성)에 사용될 수 있다. (WRC-07)

q) 채널 10 및 11을 사용할 때 채널 70에 유해간섭을 주지 않도록 모든 주의를 기울여야 한다.(WRC-07)

r) 해상이동업무에서 주파수 160.9 MHz (채널 2006)은 안전항해를 증진하지 않고 ITU-R 권고 M.2135 최신판에 따라 AIS 기술을 사용하는 종별-B 자율해상무선기기(AMRD)에 지정한다. 종별-B 자율해상무선기기의 출력은 등가등방복사전력 100 mW로 제한되며 안테나의 높이는 해수면상 1 m를 초과할 수 없다.

해상이동업무에서 이 주파수는 미래 응용서비스나 시스템(예를 들어 새로운 AIS 응용서비스, 익수자 시스템 등)을 위한 실험용으로도 사용될 수 있다. 권한을 가진 주관청으로부터 실험용으로 허가된 경우 종별-B 자율해상무선기기를 포함하여 고정 및 이동업무로 운용하고 있는 무선국에 유해간섭을 주거나 그들로부터의 보호를 요청하지 못한다.(WRC-19)

s) 채널 75와 76은 선박에서 오는 장거리 AIS 방송 메시지 수신을 위하여 이동위성업무(지구대우주)에도 분배한다 (메시지 27; ITU-R 권고 M.1371 최신판 참조). (WRC-12)

t) ~ v) <현행과 같음>

w) 157.1875-157.3375 MHz 및 161.7875-161.9375 MHz (해당채널: 24, 84, 25, 85, 26, 86, 1024, 1084, 1025, 1085, 1026, 1086, 2024, 2084, 2025, 2085, 2026 및 2086)의 주파수 대역은 VDES 사용을 위해 지정된다. VDES의 지상통신부 및 위성통신부는 최신판의 ITU-R 권고 M.2092에 서술되어 있다. 이 채널들은 피더링크 용도로는 사용할 수 없다. 50, 100 또는 150 kHz 대역폭의 채널을 구성하기 위하여 연속된 25 kHz의 채널들을 통합할 수 있다. 채널 사용은 다음과 같다.

- 채널 1024, 1084, 1025 및 1085는 선박에서 육상으로, 육상에서 선박으로의 통신 및 선박 상호간의 통신을 위한 것이나 이들 통신에 제약을 주지 않다면 선박에서 위성으로 그리고 위성에서 선박으로의 통신에도 사용할 수 있다.
- 채널 2024, 2084, 2025 및 2085는 육상에서 선박으로의 통신 및 선박 상호간의 통신을 위한 것이나 이들 통신에 제약을 주지 않는다면 선박에서 위성으로의 통신 및 위성에서 선박으로의 통신에도 사용할 수 있다.
- 채널 1026, 1086, 2026 및 2086은 선박에서 위성으로의 통신 및 위성에서 선박으로의 통신을 위한 것이며 VDES의 지상통신부에 사용할 수 없다.
- 채널 24, 84, 25 및 85는 선박에서 육상으로의 통신 및 육상에서 선박으로의 통신을 위한 것이다.

VDES의 지구대우주 통신부는 동일 주파수 대역에서 운용중인 지상 시스템에 유해간섭을 가하거나 보호를 요청하거나 향후 개발을 제한할 수 없다.

2030년 1월 1일까지 채널 24, 84, 25, 85, 26 및 86은 주관청이 원하고 디지털 변조 발사를 사용하는 해상이동업무의 무선국에 유해간섭을 가하거나 보호를 요청하지 않는다면 영향이 있는 주관청들과의 조정에 따라 ITU-R 권고 M.1084 최신판에 명시된 아날로그 변조에도 사용될 수 있다. (WRC-19)

wa) 제1 및 3 지역 :

157.0125-157.1125 Mhz 및 161.6125-161.7125 Mhz (해당채널: 80, 21, 81, 22)의 주파수 대역은 ITU-R 권고 M.1842 최신판에 언급된 복수의 25 kHz 연속채널을 사용하는 디지털 시스템의 사용에 적용한다.

157.1375-157.1875 Mhz 및 161.7375-161.7875 Mhz (해당채널: 23, 83)의 주파수 대역은 ITU-R 권고 M.1842 최신판에 언급된 2개의 25 kHz 연속채널을 사용하는 디지털 시스템의 사용에 적용한다. 157.125 Mhz 및 161.725 Mhz (해당채널: 82)의 주파수는 ITU-R 권고 M.1842 최신판에 언급된 디지털 시스템의 사용에 적용한다.

157.0125-157.1875 Mhz 및 161.6125-161.7875 Mhz (해당채널: 80, 21, 81, 22, 82, 23, 83)의 주파수 대역은 디지털 변조 발사를 이용하는 해상이동업무에 유해간섭을 주지 않거나 타 무선국으로부터 보호를 요청하지 않는다는 조건으로 영향을 받는 주관청과의 조정을 전제로 희망하는 주관청에 의해 ITU-R 권고 M.1084 최신판에 서술된 아날로그 변조로도 사용될 수 있다.(WRC-19)

ww) <삭제>

x) 앙골라, 보츠와나, 리소토, 마다가스카르, 말라위, 모리셔스, 모잠비크, 나미비아, 콩고공화국, 세이셸, 남아프리카, 스와질랜드, 탄자니아, 잠비아 및 짐바브웨에서는 157.1125-157.3375 및 161.7125-161.9375 Mhz (해당채널: 82, 23, 83, 24, 84, 25, 85, 26 및 86)의 주파수 대역을 디지털 변조된 신호발사용으로 지정한다.

중국에서는 157.1375-157.3375 및 161.7375-161.9375 Mhz (해당채널: 23, 83, 24, 84, 25, 85, 26 및 86)의 주파수 대역을 디지털 변조된 신호발사용으로 지정한다. (WRC-19)

xx) <삭제>

y) 이 채널은 영향을 받는 주관청과의 조정을 전제로 단신 혹은 복신주파수로 운용될 수 있다. (WRC-12)

z) 채널 ASM-1 및 ASM-2는 ITU-R 권고 M.2092 최신판에 언급된 ASM에 사용된다.(WRC-19)

zx) <삭제>

zz) 채널 1027, 1028, 87 및 88은 선박운항 및 항만운영을 위한 단일주파수의 아날로그 채널로 사용된다.(WRC-19)

## 7. 기타 개정 검토 무선설비

위에서 2021년에 연구하고 개정한 내용에 대하여 간단히 설명하였다. 그러나 여전히 개정해야 할 내용이 많다. 향후 개정해야 할 내용을 아래 표에 간단히 정리하였다.

[표 20] 향후 개정 검토 무선설비

무선설비명	개정 검토내용
디지털선택호출장치 및 전용수신기	✓ ITU-R 권고 M.493-15의 개정 완료로 해당 내용을 반영 ✓ 조난경보 문제 해결을 위하여 업계 및 인증기관의 의견 수렴을 통하여 Class-H 및 Class-M DSC 내용 추가 ✓ 이에, 해상업무용 무선설비 [별표9] 코드번호에 대한 내용 변경 사항 검토
디지털선택호출 장치 등을 이용하여 해상 이동업무를 행하는 무선국용	✓ 해상이동업무를 행하는 무선국에서 소형선용 디지털 선택호출 기능을 사용하는 휴대형 무선 전화 장치를 신설함에 따라 장치 기술기준 추가 ✓ 이에, 5항 소형선용 디지털 선택호출 기능 추가 내용 검토 *휴대형 VHF를 제12조(2-way VHF)의 조난설비로 잘못 승인하는 문제가 발생하고 있음
인말세트 선박지구국	✓ IMO의 회원국감사(IMSAS)제도에 따라 GMDSS용 선박지구국의 성능표준, SOLAS IV 개정에 맞춰 기술기준 변경 필요 ✓ 이에 신규 승인된 GMDSS 위성 이리동 선박 지구국 설비 내용 추가 방안 검토
VDES (VHF Data Exchange System)	✓ WRC-19에서 VDES 위성망 관련 분배에 대해 진행하였으며, ITU-R M.2092-0 개정작업으로 VDES 기술기준 개정 연구 필요 ※ 선박-육상-위성 간 데이터 교환 수단 장치로써 선박자동식별장치(AIS) 통신부하 심화로 논의 시작
VTS 레이더	✓ VTS 레이더는 9GHz 대역이 주파수를 이용하여, 선박의 위치 결정, 관제 등을 위해 기준 신호를 반사 혹은 재전송된 신호와 비교에 근거하는 무선측위 시스템 ✓ 해양경찰청은 '23년까지 총 29개소에 추가가 구축 예정이며, 향후 수요 증가에 따른 주파수 지정관리 지침 및 기술기준 제정이 요구됨

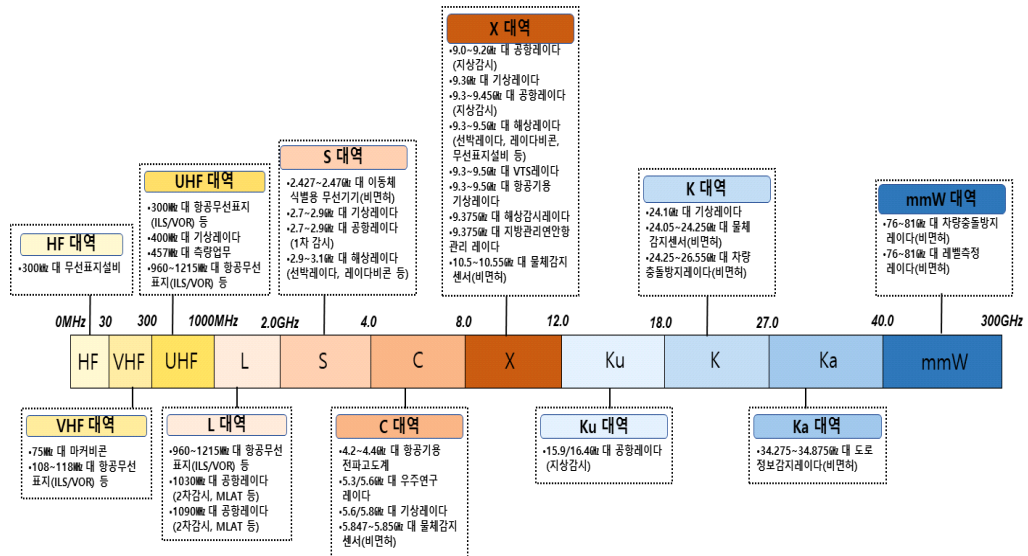
## 제5절 해상감시레이다 주파수 공동사용 가이드라인

광대역 레이더 수요 지속 증가에 따른 9GHz 대역 무선탐지업무 주파수 부족 대응을 위해 주파수 이용 가이드라인 및 레이더 통합운용 방안 마련이 반드시 필요하다. 따라서 과기정통부와 국립전파연구원은 다양한 레이더 현황을 파악하고 관련 기관 의견수렴 및 연구반 회의를 통하여 해상감시레이다 간 상호공존을 위한 주파수 이용 가이드라인을 마련하였다.

공공용 주파수(군, 비면허 제외) 전체 공급 주파수 6,057MHz 폭(315,211국) 대비

레이다는 1,541MHz 폭(2,055국), 이 중 X 대역에서 530MHz 폭(1,250국)을 이용하고 있다. 전체 공공용 무선국 315,211국 중 312,253국(99.1%)이 음성·데이터용으로 1GHz 이하 대역에 밀집 운용하고 있다.

참고로 레이다는 100GHz 이하 대역에서 기상 레이다, 해상·항공 레이다 등은 허가 받아 이용하고, 물체감지센서, 차량충돌방지 레이다 등은 비면허로 이용하고 있다.



[그림 15] 레이다 대역별 현황

전체 레이다의 60.8%가 특정 대역(9.0~9.5GHz)에 밀집 운용하고 있어, 향후 X 대역 내 레이다 수요 및 기술 고도화 등을 고려 시 주파수 공급이 매우 곤란한 상황이다.

해경은 2023년까지 총 29개 지역에 VTS 레이다를 설치 예정이며, 기상청 등도 레이다 고도화를 계획 중에 있다. 기술도 과거에는 펄스 방식 레이다(마그네트론 등)를 많이 사용하였으나, 최근 펄스 방식에 비해 해상도 및 정확도는 높지만 발사시간이 길어 간섭 가능성이 큰 FMCW 방식 레이다(SSPA 등)가 도입되고 있다.

기관별로 X대역 이용현황을 보면 국토부는 공항레이다를, 지자체는 해상레이다, 해경은 해상감시레이다, 기상청은 기상레이다, 환경부는 강우레이다 등을 사용하고 있다.

아래 표는 공공용 주파수 이용 현황을 보여주고 있다.

[표 21] 공공용 주파수 이용현황(군, 비면허 제외)

< 단위 : 대역폭(MHz)(무선국 수(국)) >

구분	1GHz 이하	L (1~2GHz)	S (2~4GHz)	C (4~8GHz)	X (8~12GHz)	Ku (12~18GHz)	K (18~27GHz)	Ka (27~40GHz)	mmW (40~75GHz)	계
음성·데이터	106 (312,253)	10 (473)	20 (13)	48 (4)	147 (66)	0 (0)	256 (1,075)	14 (2)	0 (0)	601 (313,030)
레이다	38 (512)	163 (402)	251 (205)	299 (69)	530 (1,250)	200 (1)	60 (6)	0 (0)	0 (0)	1541 (2,055)
위성	9 (23)	14 (171)	45 (16)	0 (0)	601 (10)	422 (713)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1091 (847)
실험용	35 (77)	2 (2)	27 (1)	392 (243)	485 (11)	366 (5)	196 (8)	1497 (9)	500 (2)	3499 (339)
계	161 (312,796)	187 (1,048)	336 (235)	686 (316)	1228 (1,337)	988 (719)	460 (1,089)	1511 (11)	500 (2)	6057 (315,211)

아래 표는 시설자 간담회를 통한 기관별 해상레이다 운용특성 및 향후 도입계획, 애로사항 등 청취 결과를 보여주고 있다.

[표 22] 기관별 레이다 운용특성 및 도입계획

기관명	운용목적	레이다 운용 특성					혼간섭 발생사례	향후 도입계획	애로사항 등
		운용시간	탐지범위	신호방식	출력	탐지목표			
해양경찰청	해상교통관제	365일 (24시간)	해상방향 또는 360° 약 55km	FM	SSPA(최대 80W) 마그네트론(최대 25kW)	선박	해당 없음	신규(17개소) 노후교체(19개소)	레이다 전문가 인력풀 확보 필요
경북 경찰청	독도 인근 해안감시	연 182일 월 15일 일 12 시간	해상방향 또는 360° 약 14km	Pulse CW Pulsed FM FMCW	50kW 이상	선박	해당 없음	울릉도(1개소)	해당 없음
제주 해안경비단	제주 인근 해안경계	365일 (24시간)	약 14km	Pulse 등	50kW	해안경계	해당 없음	노후교체(1개소)	해당 없음
한국전력공사	해저케이블 보호	365일 (24시간)	해상방향 약 35km	Pulse CW	25kW	선박	해당 없음	해당 없음	해당 없음
삼성중공업	거제 조선소 인근 해안 감시	연 264일 월 22일 일 8 시간	360°	-	-	선박	해당 없음	해당 없음	해당 없음
한국해상풍력	해저케이블 보호	365일 (24시간)	해상방향 20km	Pulse	25W	선박	해당 없음	해당 없음	해당 없음
KT	해저케이블 보호	365일 (24시간)	해상방향 25km	FMCW 등	25kW	선박	해당 없음	해당 없음	추가 주파수, 전파사용료 인하

아래 표는 2021년 레이다 주파수 이용효율화 연구반 등을 통한 9GHz 대역 내 해상교통관제(VTS) 레이다, 지자체·민간 등에서 운용 중인 해상감시레이다 간 상호 공존을 위한 주파수 이용 가이드라인의 주요 내용을 보여주고 있다. 가이드라인은 일본 등 해외동향 분석 및 다양한 기술적 검토 논의를 통하여 도출하였고, 각 기관



의견을 수렴하여 확정하였다.

[표 23] X대역 해상감시레이다 주파수 공동사용 가이드라인 주요내용

구분	주파수	Chirp 대역폭	무선국종별 안테나공급전력	안테나 절대이득	사용 지역	사용자
마그네트론 방식	9.345~9.405GHz 9.435~9.495GHz	-	무선탐지육상국 : 50kW이하(Pulse방식, 첨두)	38dBi 이하	전국	해양 경찰청
	9.345~9.405GHz	-	무선탐지육상국 : 25kW이하(Pulse방식, 첨두)			국가기관 지자체 공공기관 법인
반도체 소자(SSPA) 방식	9.345~9.405GHz 9.435~9.495GHz	18MHz	무선탐지육상국 : 400W이하(Pulse방식, 첨두)			해양 경찰청
	9.345~9.405GHz	18MHz	무선탐지육상국 : 400W이하(Pulse방식, 첨두)			국가기관 지자체 공공기관 법인

주요내용은 주파수 측면에서는 X대역 해상감시레이다 산업 생태계 및 주파수 이용 현황, 국내 주파수 분배 및 기존 무선국 현황, 주파수 수요 등을 종합적으로 고려하여 9.345~9.405GHz 및 9.435~9.495GHz 대역을 권고하고 있으며, 출력 측면에서 기존 무선설비 또는 해상감시레이다 간 혼·간섭 방지를 위해 출력방식별(마그네트론 또는 반도체 소자(SSPA)) 안테나 공급전력 및 절대이득을 제한하였다. 또한 공동사용을 위하여 Pulse 방식 레이더 운용, Chirp 신호 적용, 운용 방위각, 혼신·간섭 방지 기능 탑재 등 주파수 공동사용 조건을 권고하였다. 마지막으로 무선국 신규허가, 재허가 또는 변경허가 신청 시에는 필요주파수대역폭(-20dB 대역폭), 공동사용 가이드라인 준수 여부 증빙자료를 제출하도록 하였다.

[표 24] X대역 해상감시레이다 주파수 공동사용 가이드라인

□ 목적

- 본 가이드라인은 9GHz 대역에서 마그네트론 방식과 반도체소자(SSPA) 방식으로 운용 중인 해상교통관제(VTS)용, 지방관리연안항 관리용 및 선박 안전유도를 위한 해상감시 업무용 등 해상감시레이다 주파수 이용 시의 기본 준수사항을 안내하여 주파수의 효율적인 이용 지원을 목적으로 함

□ 대상 주파수 용도

- 해상교통관제(VTS)용, 지방관리연안항 관리용, 선박안전유도를 위한 해상감시업무용

□ 주파수 이용 준수사항

### (1) 마그네트론 방식

일련 번호	주파수	무선국종별 안테나공급전력	안테나 절대이득	전파형식	사용 지역	사용자
1	9.345 ~ 9.405GHz 9.435 ~ 9.495GHz	무선탐지육상국 : 50kW이하(Pulse방식, 첨부)	38dBi 이하	P0N	전국	해양 경찰청
2	9.345 ~ 9.405GHz	무선탐지육상국 : 25kW이하(Pulse방식, 첨부)	38dBi 이하	P0N	전국	국가기관 지자체 공공기관 법인

※ 타 대역을 이용하고자 하거나 더 높은 실효복사전력을 사용하고자 하는 경우에는 과학  
기술정보통신부와 사전 협의해야 함

### (2) 반도체 소자(SSPA) 방식

일련 번호	주파수	Chirp 대역폭	무선국종별 안테나공급전력	안테나 절대이득	전파형식	사용 지역	사용자
1	9.345 ~ 9.405GHz 9.435 ~ 9.495GHz	18MHz	무선탐지육상국 : 400W이하(Pulse방식, 첨부)	38dBi 이하	Q3N	전국	해양 경찰청
2	9.345 ~ 9.405GHz	18MHz	무선탐지육상국 : 400W이하(Pulse방식, 첨부)	38dBi 이하	Q3N	전국	국가기관 지자체 공공기관 법인

※ 타 대역을 이용하고자 하거나 더 높은 실효복사전력을 사용하고자 하는 경우에는 과학  
기술정보통신부와 사전 협의해야 함

- 9.345~9.405GHz 및 9.435~9.495GHz 대역은 선박 안전운항 관리를 위한 해상교통관제(VTS)용  
으로 해양경찰청에서 해상감시레이다를 전국적으로 이용할 수 있음.
- 9.345~9.405GHz는 국가기관, 지방자치단체, 공공기관, 법인이 해상감시레이다를 전국적  
으로 이용할 수 있음.
- Pulse 방식 레이다를 운용해야 하고, 탐지성능 향상 및 주파수 공동사용을 위해 주파수  
다이버시티 기능을 탑재해야 함.
- 반도체 소자(SSPA) 방식은 모든 Pulse의 Chirp 신호 적용해야 함.
- 해안 인근에 레이다를 설치 및 운용해야 하며, 운용 방위각은 해상방향 240° 범위(육지  
방향 전파발사금지) 내로 운용해야 함.
- 원활한 해상감시레이다 운용을 위해 수신기 펄스 간섭 억제 기능을 탑재해야 하며, 기존  
해상감시레이다에 간섭 억제 기능이 없는 경우 내용연수 도래에 따른 레이다 교체 또는  
수신기 고도화 시 간섭 억제 기능을 탑재해야 함.
- 국가기관, 지자체, 공공기관 및 법인 간 협의를 통해 해상감시레이다 공동활용을 권장

하며, 유사 용도·목적의 해상감시레이다가 중복설치 되는 경우 무선국 허가가 제한될 수 있음

- 동 대역에서 운용 중인 해상감시레이다와 주파수를 공동사용하고, 타 무선국으로부터의 혼신을 용인하고 사용할 것
- 혼·간섭 발생 시 원활한 상호 협의가 가능하도록 해상감시레이다 운영 기관 간 협의체를 구성·운영하도록 권장함
- 향후 레이다 신규허가, 재허가 또는 변경허가 신청 시에는 필요주파수대역폭(-20dB 대역폭), 공동사용 가이드라인 준수 여부 등 관련 증빙자료를 중앙전파관리소에 제출할 것
- 이외에, 주파수 공동사용 가이드라인 준수가 곤란한 경우에는 혼·간섭 방지 대책 등을 수립 하여 과학기술정보통신부에 제출하고 사전에 협의해야 함

- 국가기관, 지방자치단체, 공공기관이 해상감시레이다를 설치하고자 하는 경우에는 전파법 제18조의6에 따라 공공용 주파수 이용계획을 제출하고 적정성 평가를 받아야 함
- 정부의 주파수 이용 정책의 변경이 있는 경우 또는 다른 무선국에 혼신을 야기하는 경우 과학기술정보통신부의 조치를 따라야 함

#### □ 시행일

- 가이드라인 시행 : '22. 1. 1.

## 제6절 소결

본 장에서는 해상업무용 기술기준 및 표준 관련 국제기구, 현재 사용하고 있는 해상업무용 무선설비를 간략히 살펴보고 인명안전 및 해상선박의 안전을 강화하기 위하여 개인위치지시용 무선표지설비, 단파대 디지털 송수신장치, 자율해상무선기기, 자동식별장치, 선상통신국, 초단파대 해상이동업무용 주파수 등 2021년 해상업무용 무선설비의 기술기준 개정내용에 대하여 설명하였다. 또한, 9GHz 대역 내 해상교통 관제(VTS) 레이다, 지자체·민간 등에서 운용 중인 해상감시레이다 간 상호공존을 위한 주파수 이용 가이드라인 연구결과를 설명하였다. 본 연구를 바탕으로 다양한 신규 무선기가 상용화될 것이며 인명·해상안전에 기여할 것으로 판단된다.





### 제3장

# 항공 통신용 무선설비 기술기준 개선방안 연구



## 제3장 항공업무용 무선설비 기술기준 개선방안 연구

### 제1절 연구의 배경

항공업무용 무선설비는 항공안전법 제51조에 따라 항공기에 설치해야 하는 의무 무선설비, 의무설비와 통신하는 지상의 무선설비 및 기타 항공 무선설비를 말한다. 항공 무선설비는 항공기에 탑재되거나 지상에 설치되어 항공기의 안전한 항행을 위해 세부 용도별로 분배된 주파수를 사용하고 있으며 국제적 기술표준을 만족하는 인증을 받은 검증된 무선설비를 이용하고 있다.

이러한 배타적인 주파수 이용 및 국제 기술 표준 준수는 전 세계적으로 국가를 넘나드는 항공기의 특성을 반영하는 것으로 각국은 국제적으로 공통된 기술규격과 규제체계를 갖추고 있다.

최근 코로나-19로 인해 국가 간 통행이 봉쇄되는 등 감염병 확산을 방지하기 위한 격리 정책이 시행되면서 항공 산업계는 극심한 치명타를 입었으며 현재까지 침체를 이어오고 있다. 하지만, 코로나 이전까지만 해도 꾸준히 두 자릿수 이상의 가파른 산업 성장률을 기록하였으며 이러한 산업의 상승세는 코로나-19의 종식과 함께 다시 한번 재도약할 것이라는 게 업계의 중론이다.

세계적으로 항공 산업계는 미국, 프랑스 등 소수 선진국 주도의 산업 성장이 두드러졌으며 국내는 작전 수행을 위한 성능이 중요시되는 군용 항공기를 보급해 왔으며 최근 군용 항공기를 개량하여 산림, 소방, 경찰 등에 민간용 항공기를 공급한 바 있다.

이처럼, 국내 민간 항공 산업은 성장의 초기 단계에 진입하여 추후 점진적인 발전이 예상되어 미래 산업의 활성화를 대비한 항공업무용 무선설비의 기술기준 정비와 정비의 시점이다.

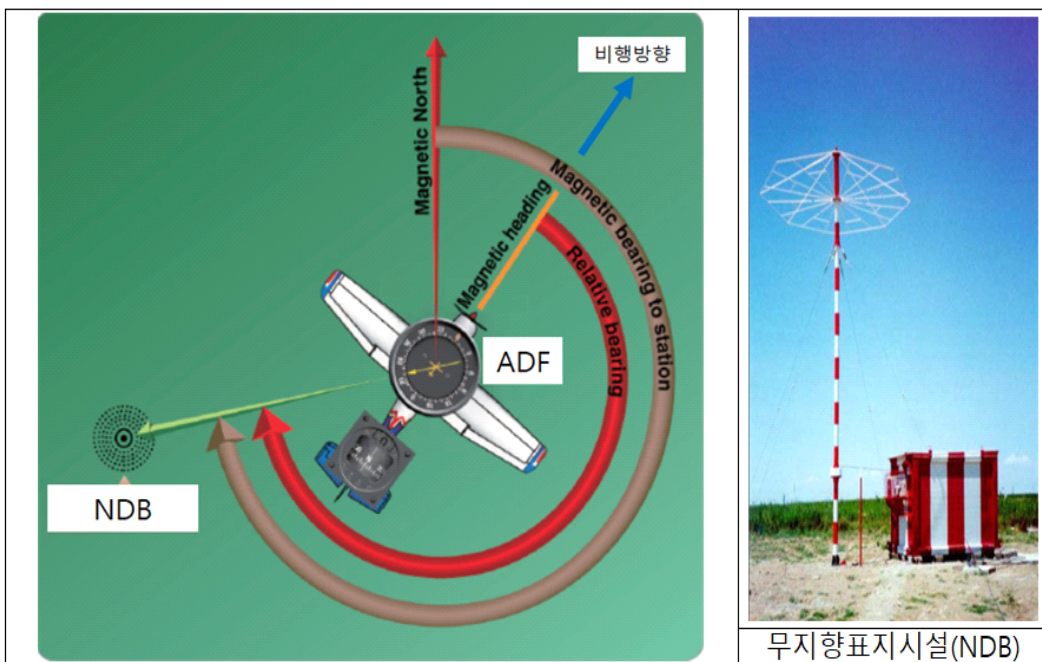
국제적 기술 표준과 국내 기술기준의 일치성을 확보하고 적합성 평가 및 무선국 검사 기관의 의견을 반영하여 불필요한 항목을 삭제하는 등 기술기준의 이해도를 높이는 한편, 궁극적으로 무선설비의 혼신 방지를 통한 안전성을 확보하는 방향으로 기술기준 정비가 필요하다.

이에 본 연구에서는 항공기의 방향 정보를 제공하는 무지향표지시설과, 무지향 표지시설의 방향 정보를 습득하기 위해 항공기에 탑재되는 자동방향탐지기에 대한 기술기준 개선방안을 마련하였다.

## 제2절 무지향표지시설 개정안

### 1. 시스템 개요

무지향표지시설은 1930년대부터 사용된 초기 항공 무선항행용 지상 무선설비로 190 ~ 1,750 kHz의 주파수를 사용하며 360° 전 방향으로 전파를 발사하여 항공기에 비행 방향에 대한 정보를 제공한다. 무지향표지시설은 전파 등대의 역할을 수행하기 위해 공항 인근이나 주요 항공로에 설치되며 전파의 통달 거리는 최대 약 300km에 이른다. 현재는 더욱 진보한 무선항행설비가 주로 이용됨에 따라 무지향표지시설의 사용이 점차 감소하고 있으며 무선항행을 위한 보조적 수단으로 이용되고 있다.



[그림 16] 무지향표지시설의 개요

무지향표지시설은 GPS와 같은 위성항법설비, 전방향무선표지시설 등에 비해



정밀도가 낮은 단점이 있다.

## 2. 국내 기술기준 및 국제 표준 현황

무지향표지시설에 대한 국내 기술기준은 과학기술정보통신부 국립전파연구원고시 제2021-14호 「항공업무용 무선설비의 기술기준」 제15조 1호, 무지향표지시설과 국토교통부고시 제2021-1343호 「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」 제2장 항행안전무선시설의 세부 기술기준 1. 무지향표지시설(NDB)이 있다.

[표 25] 무지향표지시설 관련 국내 기술기준

구분	과기정통부	국토부
고시/ 조항	항공업무용 무선설비의 기술기준 15조 무지향표지시설 등 1. 무지향표지시설(송신장치)의 조건	항행안전무선시설의 설치 및 기술기준 제2장(항행안전무선시설의 세부 기술기준) 1. 무지향표지시설(NDB)
국종	무선표지국	무선표지국

[표 26] 무지향표지시설 관련 국제 표준

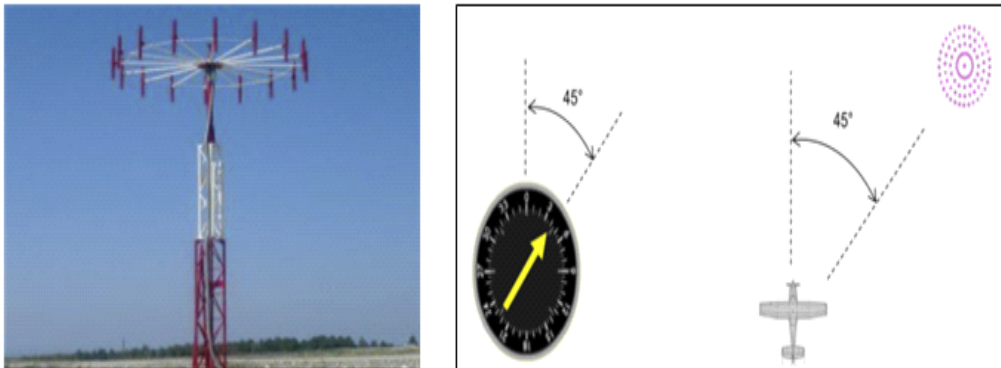
구분	국제민간항공기구
표준명/조항	ICAO 부속서 10(Volume I) 3.4(NDB)
국종	무선표지국

무지향표지시설에 대한 국제표준은 국제민간항공기구의 부속서 10(항공통신) Volume I (무선항행) 3.4 무지향표지시설이 있다.

[표 27] 무지향표지시설 관련 주요 전파품질 항목

구분	조건	비고
전파형식	N0N/A1A 또는 N0N/A2A	N0N : 무변조반송파, 무변조신호, 정보송출이 없는 것 A1A : 양측파대, 변조용 부반송파를 사용하지 않는 디지털, 전신(가청수신용) A2A : 양측파대, 변조용 부반송파를 사용하는 디지털, 전신(가청수신용)
주파수	190 kHz ~ 1,750 kHz	
주파수 허용편차	$\pm(\text{지정주파수} \times 0.01 \times 10^{-2})$	
전계강도	70 $\mu\text{V}/\text{m}$ 이상	
변조도	95 %	

무지향표지시설의 전파형식은 N0N/A1A 또는 N0N/A2A이고 사용 주파수는 190 ~ 1,750kHz이며 주파수허용편차는  $\pm(\text{지정주파수} \times 0.01 \times 10^{-2})$ , 전계강도는 70  $\mu\text{V}/\text{m}$  이상, 변조도는 95 %이다.



[그림 17] 무지향표지시설 방향 정보 제공 개념

ICAO 표준을 보면, 무지향표지시설은 같은 영역을 갖는 평균 반경에 해당하는 정격 커버리지를 정의하고 있다.

로케이터는 장파와 중파를 사용하여 최종 접근 관제 시에 보조 장치로 사용되는 무지향표지시설이며 일반적으로 로케이터의 평균 커버리지는 약 18 ~ 46 km의 반경을 가지고 있다. 로케이터의 정격 커버리지는 무선 표시기가 위치한 영역에서 지정된 최소한의 지면파에 대해 수직 방향인 전계강도 값을 초과하는 로케이터의 주변 영역에 해당한다.

일반적으로 무지향표지시설의 정격 커버리지는 최소 전계강도가  $70 \mu\text{V}/\text{m}$ 가 되는 영역으로 무지향표지시설의 전파특성이 안정적으로 확인되는 영역이다. 정격 커버리지의 범위를 결정하는 데 영향을 미치는 것은 사용 주파수, 송신 출력, 전파경로상의 전도도 등이 있다.

유효 커버리지는 특정한 시간 동안 방향 정보의 유효성을 충분히 보장할 수 있는 무지향표지시설 주변의 영역으로, 무지향표지시설로부터 수신된 정보 신호의 크기와 자동방향탐지기에서 수신된 불요 잡음 레벨의 비를 기준으로 결정된다. 이러한 신호대잡음비가 특정한 값 이하로 떨어질 경우, 신호의 왜곡이 발생하여 정상적인 방향 정보를 수신할 수 없다. 따라서, 유효 커버리지는 정격 커버리지와 더불어 수신 대역폭, 주변 환경의 잡음, 타 무선설비에 의한 간섭 신호 등의 요인들을 고려해야 한다.

무지향표지시설의 정격 커버리지 영역 내에서 전계강도가 최소인 지점의 신호 레벨이 주변 잡음보다 어느 수준 이상으로 충분히 높을 경우 정격 커버리지와 유효 커버리지의 영역은 비슷할 수준이 될 것이다. 유효 커버리지 내 신호의 전계강도는 주변 잡음 신호 등에 의해 영향을 받으며 정격 커버리지 내의 최소 전계강도인  $70 \mu\text{V}/\text{m}$ 보다 더 높은 수준을 갖는다.

기본적으로 무지향표지시설은 정격 커버리지 내 최소 전계강도  $70 \mu\text{V}/\text{m}$  이상을 만족해야 하지만 위도  $30^\circ\text{N} \sim 30^\circ\text{S}$  사이에 위치하는 무지향표지시설의 경우 정상 동작을 위한 최소 전계강도는  $120 \mu\text{V}/\text{m}$  이상을 만족해야 한다. 다만, 수년의 운용 경험을 토대로 최소  $70 \mu\text{V}/\text{m}$ 의 전계강도 기준으로 충분한 운용이 가능하다고 검증된 경우는 제외한다. 또한, 일부 국가 및 지역에서는 무지향표지시설 운용을 위한  $120 \mu\text{V}/\text{m}$  이상의 전계강도 기준이 적용되는데 이러한 국가 및 지역은 다음과 같다.

[표 28] 전계강도  $120 \mu\text{V}/\text{m}$  이상인 국가 및 지역

- 인도네시아, 파푸아뉴기니, 미얀마, 말레이 반도, 태국, 라오스, 캄보디아, 베트남 및 오스트레일리아 북부
- 카리브해 및 남아메리카 북부 지역
- 중앙 및 남아프리카 공화국

120  $\mu\text{W}/\text{m}$  이상의 전계강도 기준은 충분히 긴 시간 동안 운용된 결과를 바탕으로 기술적인 측면과 더불어 경제적인 측면을 고려하여 도출되었다.

무지향표지시설의 정격 커버리지에 대한 정보는 통고(Notifications) 또는 공포(Promulgations)를 통해 이용자들에게 제공해야 하며 정격 커버리지 범위의 변화가 주기적으로 또는 계절적으로 큰 경우에는 무지향표지시설의 표시 등급을 변경해야 한다. 무지향표지시설의 정격 커버리지가 실제 운용과의 차이가 발생함을 확인한 경우에는 정격 커버리지의 평균 반경과 각 구역의 각도 한계치를 고려해서 등급을 결정해야 한다.

구역의 커버리지 반경과 각도 한계는 무선표시기로부터 시계방향으로 움직이는 자침의 방위로 표현되며 이러한 방법으로 무지향표지시설의 등급을 결정하는 경우에는 구역의 수를 가급적 최소화하여야 하고 2개를 넘을 수 없다.

무지향표지시설의 송신 전력은 다른 무선국에 주는 간섭을 방지하고 규정된 정격 커버리지 범위를 확보하기 위해 필요한 전력보다 2dB 이상 초과 사용을 금지하고 있다. 다만, 지역적으로 분리되어 다른 무선국에 간섭 영향을 주지 않는 것으로 판단되는 경우에 한해 송신 전력을 증가할 수 있다.

무지향표지시설의 가용 주파수 범위(190 ~ 1,750kHz)는 국제전기통신연합의 전파 규칙에 따라 국제적으로 공통 분배된 주파수 대역이다. 일반적으로 운용 구역 내 무지향표지시설의 주파수허용편차는 0.01 %이나, 사용 주파수 1,606.5kHz를 초과하고 안테나 공급전력이 200W 이상인 무지향표지시설에 대해서는 주파수허용편차를 0.005%로 적용한다. 또한, 2개의 로케이터가 계기착륙시설의 보조용으로 사용되는 경우에는 유효한 신호 수신을 위해 상호 간 주파수를 15kHz 이상 떨어트려 항공기 탑재 자동방향탐지기의 정상 동작을 보장할 수 있다. 또한, 단일 나침반을 가지고 있는 경우에는 빠른 주파수 변환을 위해 주파수 간격을 25kHz 이하로 유지해야 한다.

무지향표지시설은 분당 약 7개의 단어를 전송하는 속도를 제공하며 2개 또는 3개의 문자로 구성된 모스 코드를 사용하여 각각의 신호를 식별할 수 있다. 식별을 위해 최소 30초마다 한 번씩 신호를 전송해야 하며 반송파의 On/off 기능을 이용하는 경우에는 식별을 위해 약 1분 간격으로 신호를 전송해야 한다. 또한, 운용에 필요하다고 판단되는 경우보다 짧은 시간 간격으로 송신하여 식별할 수 있다.

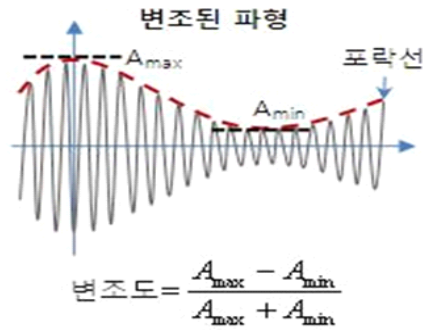
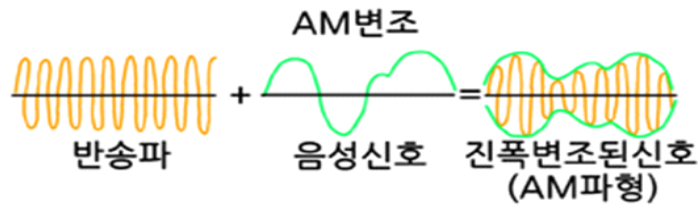
무선표시기의 식별 신호가 반송파의 On/off를 사용하는 경우를 제외하고 식별 신호는 매 30초 마다 최소 3회 전송해야 하고 전송 시간 동안 동일한 간격을 유지해야 한다. 식별 신호에 사용되는 변조 톤의 주파수는  $1,020\text{Hz} \pm 50\text{Hz}$  또는  $400\text{Hz} \pm 25\text{Hz}$ 를 사용해야 한다.

자동방향탐지기의 수신기가 좁은 대역폭을 사용할수록 높은 성능의 선택도를 갖게 되며, 수신기에 의한 오디오 주파수의 크기 감쇠가 신호의 유효 변조도를 감소시키고 결과적으로 식별 거리의 정확도가 저하된다. 이러한 상황에서는 400Hz가 1,020Hz보다 더 뛰어난 식별 정보를 제공하기도 하지만 대기 잡음이 높은 환경에서는 1,020Hz의 주파수가 더 좋은 신호 품질을 제공할 수도 있다.

동시 식별과 음성 변조를 포함하는 식별을 위해서 무지향표지시설에서 변조를 추가하거나 변조의 유형을 변경할 수 있다. 다만, 자동방향탐지기 및 무지향표지시설의 성능이 저하되지 않고 타 무지향표지시설에 유해한 간섭을 일으키지 않는 경우에만 가능하다.

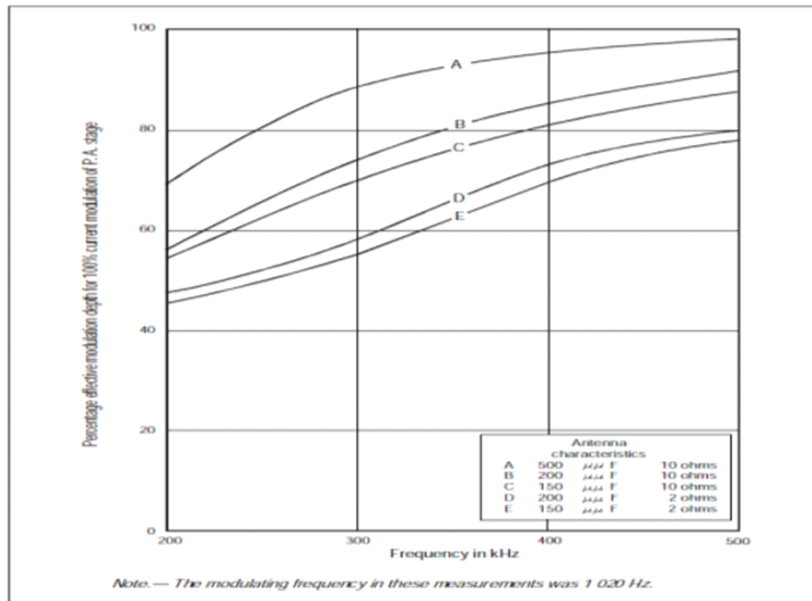
무지향표지시설은 전파 송신의 중단없이 일정하게 신호를 발사해야 하고 진폭 변조 톤의 On/off 방식을 사용해야 하며 무선표지국의 사용 빈도가 높은 지역에 위치하거나 라디오 방송국과 인접한 지역, 높은 대기 잡음이 존재하는 지역 등 요구되는 정격 커버리지의 확보가 불가한 지역에서도 무변조 반송파의 On/off 기능을 사용할 수 있어야 한다.

On/off 방식으로 오디오 변조 톤이 식별되는 무지향표지시설의 변조도는 95%에 가깝게 유지되어야 하며 식별 중에는 전파 방사 특성은 무지향표지시설의 정격 커버리지 범위 내 한계 지점에서도 식별이 보장되도록 유지되어야 한다. 또한, 방사 전력이 일정하게 지속되는 동시에 높은 변조도를 적용할 수 있어야 하며 반송파에 대해  $\pm 3\text{kHz}$ 의 자동방향탐지기 통과 대역을 사용할 경우 정격 커버리지 범위의 한계에서 6dB의 신호대잡음비를 충족할 수 있다.



[그림 18] 전파의 파형 및 변조도

위 그림은 무지향표지시설의 전파 파형 및 변조도를 나타내며, 변조도 95 % 유지하는 무지향표지시설의 안테나는 부엽의 감쇠로 인해 변조도 저하가 발생할 수 있음을 고려해야 한다. 이때 안테나의 크기는 주파수 파장보다 짧은 길이를 갖는 것이 일반적이며 안테나가 높은 리액턴스 성분과 높은 Q 값의 특성을 갖게 된다.



[그림 19] 안테나 Q값이 변조도에 미치는 영향



무지향표지시설은 아래의 조건 중에서 하나라도 해당할 경우 지정된 장소에 경보를 발생시켜야 한다.

[표 29] 감시 경보의 발생

- 방사된 반송파의 전력이 정격 커버리지 범위의 요구 성능보다 50% 이하인 경우
- 식별 신호의 전송이 비정상인 경우
- 감시장비가 비정상 작동하거나 중단되는 경우

무지향표지시설의 전원이 항공기 수신 장비인 자동방향탐지기의 사용 주파수와 인접한 주파수 대역에 간섭을 유발할 가능성 존재할 경우, 이를 감지할 수 있는 감시 기능을 갖춰야 한다. 이로써, 로케이터 및 무지향표지시설의 운용 시간 동안 정상 동작 여부를 지속적으로 점검할 수 있다.

### 3. 기술기준 개선방안

무지향표지시설에 대한 기술기준 개선사항으로 불필요하거나 국제표준에 명시하지 않은 항목을 삭제하고 사용 주파수, 국종, 전파형식, 주파수허용편차, 전계강도, 변조도 등 전파품질 항목 위주로 기술기준 항목을 정비하였다.

[표 30] 무지향표지시설의 기술기준 항목

사용주파수	국종	전파형식
주파수허용편차	전계강도	변조도

무지향표지시설의 전파품질 항목을 기반으로 기술기준 개선방안은 다음과 같다.



[표 31] 무지향표지시설의 기술기준 개선방안

제15조(무지향표지시설 등) 190 kHz부터 1750 kHz까지의 주파수를 사용하는 무지향표지시설(무선표지국) 및 자동방향탐지기(항공기국)의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

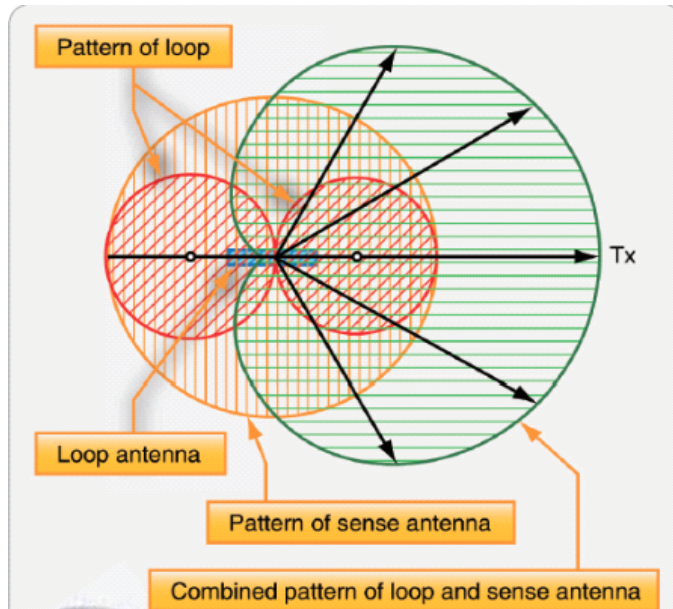
1. 무지향표지시설(송신장치)의 조건

구 분	조 건
전파형식	N0N/A1A 또는 N0N/A2A
주파수 허용편차	$\pm(\text{지정주파수} \times 0.01 \times 10^{-2})$ 이하
전계강도	무선국 운용 범위 내 70 $\mu\text{V/m}$ 이상
변조도	95 %

### 제3절 자동방향탐지기 개정안

#### 1. 시스템 개요

자동방향탐지기는 지향성을 갖는 루프 안테나를 이용하여 무지향표지시설이 위치한 방향 정보를 획득하는 원리로써 동작한다. 자동방향탐지기의 수신기는 무지향표지시설과 평행한 방향에 위치할 때 최대 수신 감도를 갖는다. 하지만 루프 안테나의 수신 감도만으로는 무지향표지시설의 방향이 서쪽인지 동쪽인지 구분할 수 없는 문제가 있으며 이를 해결하기 위해 자동방향탐지기는 무지향성 (Sense) 안테나를 함께 사용한다.



[그림 21] 자동방향탐지기의 수신 안테나 패턴

이러한 무지향성(Sense) 안테나는 루프 안테나와 함께 사용되어 하트 모양의 지향성을 갖게 되고 안테나 회전을 통해 하트 모양의 지향성이 최대점과 최소점을 갖는 방향을 통해 동쪽과 서쪽 방향을 구분하고 있다.

## 2. 국내 기술기준 및 국제표준 현황

자동방향탐지기에 대한 국내 기술기준은 과학기술정보통신부 국립전파연구원고시 제2021-14호 「항공업무용 무선설비의 기술기준」 제15조 2호, 자동방향탐지기와 국토교통부고시 제2021-1343호 「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」 제2장 항행안전무선시설의 세부 기술기준 1. 무지향표지시설(NDB) 마. 항공기 탑재용 자동방향탐지기(ADF) 기술기준이 있다.

[표 32] 자동방향탐지기 관련 국내 기술기준

구분	과기정통부	국토부
고시/ 조항	항공업무용 무선설비의 기술기준 15조 무지향표지시설 등 2. 자동방향탐지기(수신장치)의 조건	항행안전무선시설의 설치 및 기술기준 제2장(항행안전무선시설의 세부 기술기준) 1. 무지향표지시설(NDB) 마. 항공기 탑재용 자동방향탐지기(ADF) 기술기준
국종	항공기국	항공기국

[표 33] 자동방향탐지기 관련 국제표준

구분	국제민간항공기구	북미항공무선기술위원회
표준명/ 조항	ICAO 부속서 10(Volume I) 3.9(ADF)	최소성능표준(DO-179)
국종	항공기국	항공기국

자동방향탐지기에 대한 국제표준으로 국제민간항공기구의 부속서 10(항공통신) Volume I (무선항행) 3.9(ADF)가 있으며, 세부 표준으로 북미항공무선기술위원회의 최소성능표준(DO-179)이 있다.

[표 34] 자동방향탐지기 관련 주요 전파품질 항목

구분	조건	비고
전파형식	N0N/A1A 또는 N0N/A2A	N0N : 무변조반송파, 무변조신호, 정보송출이 없는 것 A1A : 양측파대, 변조용 부반송파를 사용하지 않는 디지털, 전신(가청수신용) A2A : 양측파대, 변조용 부반송파를 사용하는 디지털, 전신(가청수신용)
주파수	190 kHz ~ 1,750 kHz	
주파수 허용편차	$\pm(\text{지정주파수} \times 0.01 \times 10^{-2})$	
전계강도	70 $\mu\text{V/m}$ 이상	

자동방향탐지기의 전파형식은 N0N/A1A 또는 N0N/A2A이고 사용 주파수는 190 ~ 1,750kHz이며 주파수허용편차는  $\pm(\text{지정주파수} \times 0.01 \times 10^{-2})$ , 전계강도는 70 $\mu\text{V/m}$  이상이다.

ICAO 표준을 보면 규정된 주파수허용편차를 만족하는 로케이터 또는 무지향 표지시설로부터 방사된 전계강도가 70  $\mu\text{V/m}$  이상 수신되는 경우, 아래의 간섭 신호가 존재하더라도  $\pm 5^\circ$ 를 초과하는 방향 정보 에러가 발생하지 않아야 한다.

[표 35] 간섭 신호의 유입

- 동일주파수로 15dB 약한 간섭 신호
- $\pm 2\text{kHz}$  이격되고 4dB 약한 간섭 신호
- $\pm 6\text{kHz}$  이격되고 55dB 약한 간섭 신호

RTCA 표준을 보면 자동방향탐지기는 무지향표지시설의 커버리지 안에서 동작하는 것을 전제로 전파품질 항목에 대한 기술적 조건들을 명시하고 있다. 자동방향탐지기는 무지향표지시설의 신호 수신 방향을 탐지하여 조종사에게 자동으로 방향 정보를 제공하는데 항공기의 방위측에 대한 상대적인 방위각 정보를 조종사에게 지시한다.

자동방향탐지기는 1960년대 전방향무선표지시설 및 거리측정시설 등의 출현으로 그 이용이 감소하였으나, 경제적 측면에서 강점을 갖기 때문에 지속적으로 운용되고 있으며 무지향표지시설 상호 간섭을 방지하기 위해 주파수를 재지정하고 송신출력을 감소시키거나 자동방향탐지기의 수신 선택도를 높이는 방안을 적용하였다.

자동방향탐지기의 수신기 선택도는 외부 스푸리어스 발사, 혼 변조 등의 간섭으로부터 원하는 신호를 온전히 수신할 수 있는 능력을 말하며 항공기 비행에 따른 흔들림 등에 의해 방위각 정확도가 영향을 받지 않아야 한다.

자동방향탐지기의 수신 가능한 전계강도는  $50\mu\text{V}/\text{m}$ 이며 이 값은 기술기준에 명시한  $70\mu\text{V}/\text{m}$ 와 다음과 같은 관계를 갖는다.

$$50\mu\text{V}/\text{m} = \frac{70\mu\text{V}/\text{m}}{\sqrt{2}}$$

자동방향탐지기 수신기는 일반적으로 신호대잡음비는 3dB 값을 적용하고 측정 시에는 6dB 값을 적용한다. 원하는 신호와 원치 않는 신호의 비가 10dB 감소할 경우 약 3°의 방위각 에러가 발생한다.

조종사는 식별과 지시기를 통해 항공기 비행 방향을 확인해야 하며 자동방향탐지기는 Category A와 B로 구분된다.

[표 36] 자동방향탐지기의 Category A와 B

분류	설명
Category A	유럽, 지중해 지역으로 190~850 kHz, 1,615~1,799 kHz 주파수를 사용
Category B	미국 지역으로 190~535 kHz, 1,615~1,799 kHz 주파수를 사용

주파수 지시기는 1,000Hz의 주파수 단위를 사용하여 지시해야 하며 수신기는 반송파 주파수의 0.01% 만큼 이격되는 무지향표지시설 송신기와 함께 운용해야 한다. 자동방향탐지기 수신기의 표준 입력 신호는  $70\mu\text{V}/\text{m}$ 를 초과해서는 안 되고 이때 신호대잡음비는 6 dB를 적용한다.

방위각 정보의 정확도를 나타내는 오차는 850kHz 이하의 주파수를 사용하는 경우에는  $3^\circ$  이내이어야 하고 850kHz를 초과하는 주파수는  $8^\circ$ 를 넘지 않아야 한다.

가청 주파수는 350Hz ~ 1,100Hz의 주파수 범위에서 700Hz 레벨을 기준으로 6dB 이상 변동하지 않아야 한다. 가청 주파수 출력 레벨은 부하 임피던스값이 50%까지 변동하는 경우에 대해 출력신호의 변화는 3dB를 초과하지 않아야 하며 임피던스값이 200%까지 변동하는 경우에 대한 왜곡은 10%를 초과하지 않아야 한다.

잡음의 유입에 따른 왜곡은 정격 음성 출력에서 24%를 초과하지 않아야 하며 입력 신호는 400Hz에서 85% 변조된  $1,000\mu\text{V}/\text{m}$ 이다. 또한, RF 입력 레벨이  $100\mu\text{V}/\text{m}$ 에서 0.2V/m로 증가할 경우, 음성 출력은 8dB를 초과하여 증가하지 않고 2dB 미만으로 감소하지 않아야 한다.

자동방향탐지기 수신기 선택도는 주파수 이격에 따라 다음과 같다.

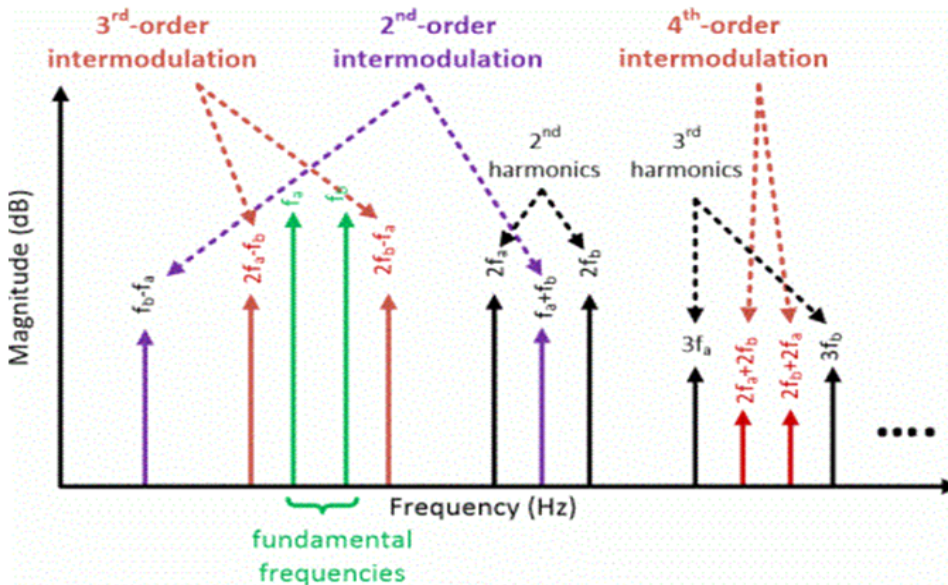
[표 37] 수신기 선택도

주파수 이격(kHz)	신호레벨(dB)
0	0
1.0	0
1.5	6.0
2.0	12.0
3.0	27.0
4.0	42.0
5.0	57.0
6.0	72.0
7.0	80.0

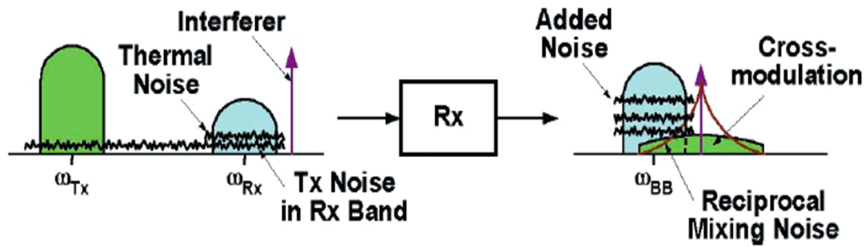
자동방향탐지기는 수신기에 불필요한 신호가 유입되더라도 원하는 방위각 정확도 기준을 만족해야 하며 불필요한 스푸리어스 발사는 50kHz ~ 150MHz 대역에 대해 850kHz를 기준으로 이하의 주파수에서 80dB, 이상의 주파수에서 60dB의 조건을 만족해야 한다. 불필요한 신호에 의한 음성 신호의 전력은 90%를 초과하지 않아야 하며 일반적인 원하는 RF 신호의 레벨은  $100\mu V/m \sim 0.2\mu V/m$ 다. 주파수 오실레이터를 사용하는 경우에는 RF 신호 레벨이  $70\mu V/m \sim 0.2V/m$ 까지 변동할 때 방위각 정보의 에러가 없어야 한다.

원치 않는 RF 신호 레벨은 550kHz~150MHz의 주파수 대역에서  $100\mu V/m \sim 1V/m$ 이고 50kHz~550kHz의 주파수 대역에서  $100\mu V/m \sim 0.2V/m$ 의 크기를 갖는다.

상호변조의 신호 1과 신호 2의 레벨은 정격 음성 출력의 90% 이하여야 하며 신호의 발생원에 따라 Inter-modulation과 Cross-modulation으로 분류된다. Inter-modulation은 단일 신호의 주파수 대역 내에서 다수 신호의 조합에 의해 발생하는 잡음을 나타낸다. 다시 말해 Inter-modulation이 시스템 내부에서 발생하는 것이라면 Cross-modulation은 내부가 아닌 외부에서 유입되는 잡음 현상을 의미한다.



[그림 22] Inter-modulation



[그림 23] Cross-modulation

### 3. 기술기준 개선방안

자동방향탐지기에 대한 기술기준 개선사항으로 불필요하거나 국제표준에 명시하지 않은 항목을 삭제하고 사용주파수, 국종, 전파형식, 주파수허용편차, 전계강도 등 전파품질 항목 위주로 기술기준 항목을 정비하였다.

[표 38] 자동방향탐지기의 기술기준 항목

사용주파수	국종	전파형식
주파수 허용편차	전계강도	-

자동방향탐지기의 전파품질 항목을 기반으로 한 기술기준 개선방안은 다음과 같다.

[표 39] 자동방향탐지기의 기술기준 개선방안

제15조(무지향표지시설 등) 190 kHz부터 1750 kHz까지의 주파수를 사용하는 무지향표지시설(무선표지국) 및 자동방향탐지기(항공기국)의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

#### 2. 자동방향탐지기(수신장치)의 조건

구 분	조 건
전파형식	N0N/A1A 또는 N0N/A2A
주파수 허용편차	$\pm(\text{지정주파수} \times 0.01 \times 10^{-2})$ 이하
전계강도	최소 70 $\mu\text{V/m}$ 의 전계강도를 수신하여 정상 동작할 것

## 제4절 소결

항공업무용 무선설비는 국내 및 국제적으로 공통된 기술규격 및 규제체계를 기반으로, 항공기에 탑재되어 국가를 넘나드는 글로벌 운용이 가능하다. 항공기 항행 안전과 관련된 무선설비는 최우선적으로 보호되어야 하는 인명안전용 무선설비로써, 타 업무와 공유되지 않는 배타적 주파수 사용을 기본으로 하고 있다.

항공 무선설비의 인증을 위해 국제민간항공기구에서는 기술적 조건 및 절차를 권고하고 있으며 이를 각국이 국내법으로 준용하여 공통된 인증 체계를 갖추고 있다. 그러나, 무선설비에 대한 전파품질의 무결성을 확인해야 하는 시험시설은 매우 엄격하고 가혹한 조건을 구현해야 하므로, 인증 수요 대비 구축 비용이 상당하여 일부 항공 선진국에서만 제한적으로 인증이 수행되고 있다.

항공기 제작 단계의 인증뿐만 아니라 무선설비가 설치·운용되는 항공 무선국에 대한 검사 역할도 매우 중요하다. 국내는 과기정통부에서 항공기, 공항 등에 설치된 무선국에 대해 준공 및 정기검사를 수행하고 있다.

항공기국은 검사에 불합격할 경우, 항공 운항 통제기관인 지방항공청에 즉시 통보되고 해당 항공기는 운항 정지 및 점검을 받게 된다. 국토교통부도 항공기에 대한 감항검사 제도를 마련하고 있으나, 무선설비의 전파특성에 관한 확인에 있어 사실상 과기정통부의 검사 결과를 인정하고 있다.

이렇듯, 무선설비의 전파인증, 항공 무선국 검사에 적용되는 항공업무용 무선설비의 기술기준은 국제표준과의 부합성을 강화하고 전파품질 항목에 대한 기술적 조건들을 지속적으로 정비해야 한다.

본 연구에서는 무지향표지시설 및 자동방향탐지기에 대한 기술기준 개정안을 마련함으로써, 항공 무선설비의 안전한 주파수 이용을 보장하고 혼·간섭을 방지하여 항공무선허행의 안전성 강화에 기여할 것이다.





## 제4장

# 드론탐지레이다의 기술적 조건 연구



## 제4장 드론탐지레이다의 기술적 조건 연구

### 제1절 연구의 배경

드론의 보급 확대, 소형화 등 기술 발전에 따라 공항 등 주요 시설에 대한 드론 위협도 점차 증가하고 있으며, 이에 따라 세계 각국의 정부와 공공기관을 중심으로 드론탐지레이다를 비롯한 안티드론시스템의 도입 또한 늘어나고 있다.

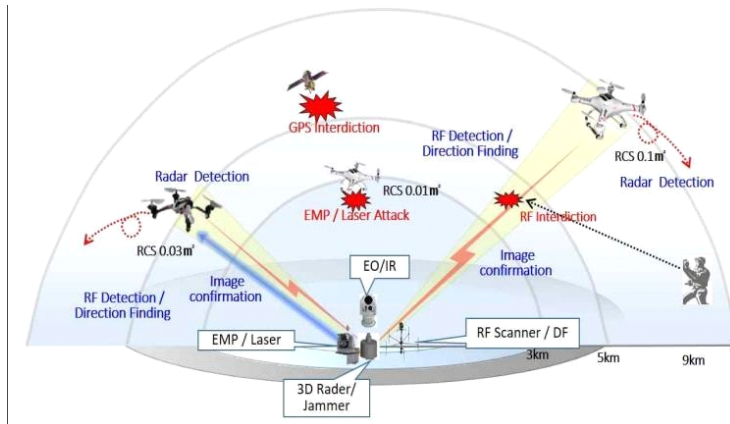
국내에서도 공항을 포함한 공공기관을 중심으로 2018년 이래 드론탐지레이다의 도입 수요가 확인되고 있으며, 이에 따라 과학기술정보통신부에서는 '21년 1월 드론탐지레이다 주파수 이용 가이드라인을 마련, 다양한 레이다가 공동 사용되는 레이다 대역 내에서 드론탐지레이다의 효율적인 이용을 위해 권고 대역과 이용 조건을 정하여 공고한 바 있다.

드론탐지레이다 이용 가이드라인이 마련됨에 따라 국내 공공기관들의 드론탐지레이다 도입·운용 절차가 일부 간소화되었으며 이에 따라 드론탐지레이다 도입이 증가할 것으로 예상되어, 국내 주파수의 효율적 활용을 위한 기술적 조건을 마련해야 할 필요성이 확인되었다. 이에 따라 2021년 무선탐지업무용 레이다 기술기준 연구반을 운영하여 드론탐지레이다용 무선설비의 기술적 조건을 연구하였다. 본 장에서는 무선탐지업무용 레이다 기술기준 연구반을 통해 조사한 국내외 드론탐지레이다 이용·개발·연구 동향과 연구반 운영 결과로 마련한 기술적 조건(안)을 설명하고자 한다.

### 제2절 드론탐지레이다 개요 및 이용 현황

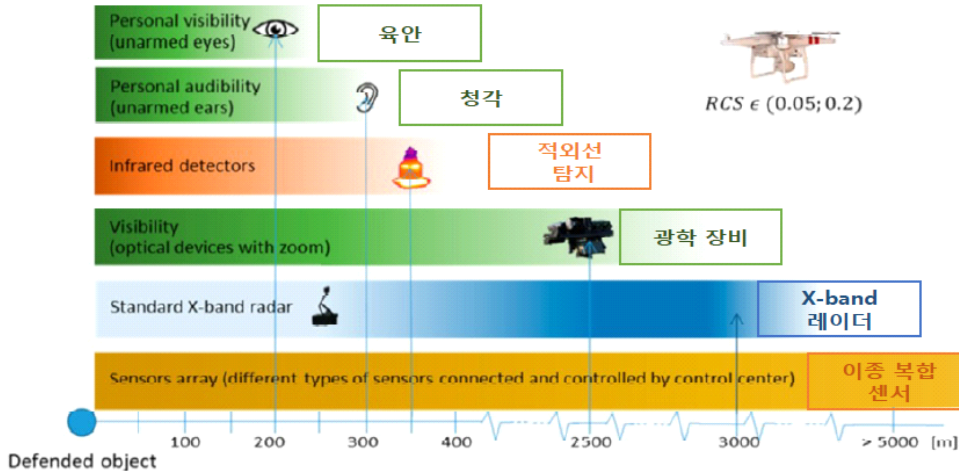
#### 1. 드론탐지레이다 개요

드론탐지레이다는 공항 등 일정 지역에 설치하여 해당 지역에 접근하는 원하지 않는 드론을 탐지하기 위한 무선설비로, 불법드론 대응체계인 탐지-식별-대응에서 첫 번째 단계인 탐지 단계에서 활용되는 장비이다.



[그림 24] 안티드론 시스템 개념도

불법 드론 탐지 단계에서 이용되는 기술로는 레이더 이외에도 전자광학·적외선 센서(EO/IR), RF스캐너, 음향센서 등의 다양한 기술이 있으나, 레이더 기술 적용 시 타 센서에 비해 높은 비용을 감수하는 대신 기상환경에 의한 성능 감소의 영향을 적게 받으며 더 넓은 탐지거리를 확보할 수 있다는 장점이 있다. 이에 따라 다수의 안티드론 시스템이 탐지 장비로 드론탐지레이더를 채택하고 있다.



[그림 25] 드론 탐지를 위한 주요 센서의 거리 민감도

드론탐지레이더는 침입하는 드론의 위치뿐만이 아니라 속도 정보도 함께 탐지하고, 근접한 드론의 지속적인 추적을 위해 도플러 효과를 이용하여 속도 정보를 획득할 수 있는 주파수 변조 연속파(FMCW) 또는 선형 주파수 변조 펄스파(Pulsed LFM) 형태를 채용하는 경우가 대부분이다. 이 중 선형 주파수 변조 펄스파 방식 레이더의

경우 근·원거리 모두에서 탐지 성능을 확보할 수 있도록 단일 펄스보다는 펄스 폭이 다른 다중 펄스를 발사하는 경우가 많다.

## 2. 국내외 드론탐지레이다 이용·개발 현황

### 가. 국외 드론탐지레이다 이용·개발 현황

#### 1) 국외 드론탐지레이다 이용 현황

드론 시장이 활성화되어 드론이 일반 대중에게 널리 보급됨에 따라 불법 드론 침입으로 인한 사건·사고가 증가하고 있으며, 2010년대 후반 이후로는 드론 자체를 공격 무기화하여 사용하는 사례 또한 늘고 있다. 이에 따라 전 세계적으로 인명·시설 안전 보장 및 국가안보 목적으로 드론탐지레이다를 포함한 안티드론시스템의 도입이 늘어나고 있다.

안티드론시스템의 도입이 가장 활발한 영역 중에 하나로 공항을 들 수 있다. 이착륙하는 항공기의 경로상에 드론이 침입하면 충돌로 인해 인명과 재산 피해를 피하기 어려우며, 충돌을 피하려고 항공기가 회항하더라도 항공 서비스에 악영향을 끼치게 된다. 실제로 '16년 10월 영국 히스로 공항과 '17년 1월 모잠비크에서 착륙하는 비행기와 드론이 충돌하여 비행기 기체에 손상을 입힌 사건이 있었으며, 공항 내 드론 침입으로 항공기가 회항하는 등의 불편이 발생한 사례는 전 세계적으로 지속해서 발생하고 있다. 국내에서도 '20년 9월과 11월에 인천공항 인근에서의 드론 비행으로 항공기가 회항하는 등 드론 침입으로 인한 피해가 발생하고 있다.

이에 따라 각국 정부와 공항 운영기관은 공항 안전을 위해 안티드론 시스템을 빠르게 도입하고 있다. 파리 샤를드골 공항('17.7월), 영국 런던 히스로/개트윅 공항('18.12월), 오만 무스카트 공항('19.1월) 등 공항 자체적으로 안티드론시스템을 도입하는 경우도 있으며, 국가 차원에서는 '20년 이후 일본, 독일, 미국 등에서 다수의 공항에 대해 안티드론 시스템의 시험평가 및 시운용이 증가하고 있는 추세이다.

한편 정부공관, 원전, 유전 등 국가 주요 시설에 대한 드론 공격이나 시위 목적의 불법 드론 침입 사례 또한 증가하면서 이에 대응하기 위한 안티드론 시스템의 도입 또한 증가하고 있다. 미국은 국경 경비 및 테러 방지를 전담하는 국토안보부를 중심으로 국경 검문소, 세관, 원전 등 주요 시설의 경비를 위한 안티드론 시스템의 시운용 가능성을 검토하고 있다. 영국은 내무부 산하 국가기반시설보호센터(CPNI)

에서 안티드론 관련 정책보고서를 발간하였으며, 원전 등 주요 보안 시설에서 안티드론 시스템 운용 시 적용 가능한 정책 가이드라인을 제공하고 있다.

또한 국제회의 등 주요 행사에서 요인과 행사장을 보호하기 위한 목적으로 안티드론 시스템을 채용하는 사례도 확인되고 있다.

## 2) 국외 드론탐지레이다 개발 현황

국제 시장에서 드론탐지레이다는 주로 신규 레이다를 개발하기보다 기존의 대공 감시 레이다 또는 시설 주변 감시용 레이다(Perimeter Surveillance Radar) 등의 출력 등 특성을 일부 개조하여 드론탐지용으로 유통하는 경우가 많다.

이용 현황을 보면 Blighter(영국), IAI, ELTA(이스라엘), Thales(프랑스) 등 주요 군용/민간용 레이다 제조사를 포함한 다수의 제조사가 드론탐지용 레이다를 유통하고 있으며, 이용 주파수 대역도 L대역(1~2GHz), S대역(2~4GHz), C대역(4~8GHz), X대역(8~12GHz) 등 레이다가 운용되는 모든 대역에 동 대역을 사용하는 레이다가 유통되고 있다.

[표 40] 국외 주요 드론탐지레이다 특성 및 운용 현황

제조사	Thales	Black Sage	Detech	RADA	Hendsoft	IAI/ELTA	Kelvin Hughes
대역	L (1.25GHz)	S (3.1~3.3GHz)	S (2.9~3.1GHz)	S	X	X (9.8~10.5GHz)	X
발사방식	FMCW	펄스		펄스		펄스	펄스
탐지영역	2D	3D	2D	3D	2D	3D	3D
탐지거리	13km (대인 기준)	3km		3.5km		3.5km	1.5km
국내외 도입	프랑스	인천국제 공항공사			영국	군	
개발기관	Indra		ART	Blighter	Echodyne		
대역	X	Ku (15GHz)	Ku (16.0~16.4GHz)	Ku (15.7~17.2GHz)	Ku (15.4~16.6GHz)	K (24.0~24.3GHz)	
발사방식	FMCW	FMCW	FMCW	FMCW	펄스	펄스	
탐지영역	3D	3D	3D	2D	3D	3D	
탐지거리	2km 이상	2km	10km	2.4km	3km	900m	
국내외 도입		영국	항공안전 기술원	군 프랑스 영국			

## 나. 국내 드론탐지레이다 이용 및 개발 현황

### 1) 국내 드론탐지레이다 이용 현황

국내에서는 '14년 북한의 정찰용 소형 무인기가 군사분계선을 월경 후 추락한 사건이 발생한 이래로 드론탐지레이다 도입에 관한 관심이 커지고 있으며, 군을 비롯하여 공항, 발전소, 전력 설비 등 국가 주요 시설의 관리·운영을 담당하는 공공기관을 중심으로 주요 시설 보호를 위해 드론탐지레이다의 도입을 추진하고 있다.

정책적으로는 국토교통부에서 2020년 12월 공항시설법의 개정을 통해 국가 또는 지방자치단체, 공항운영자, 비행장시설을 관리·운영하는 자가 비행승인을 받지 아니한 초경량비행장치가 공항 또는 비행장에 접근·침입한 경우 퇴치·추락·포획 등 항공 안전에 필요한 조치를 할 수 있도록 함으로써 안티드론 시스템 운용의 법적 근거를 마련하였으며, 국무조정실 산하 대테러센터에서도 주요 시설에 대한 드론 위협 방지를 위해 안티드론시스템의 시험평가 및 정책연구를 수행하고 있다.

전파법에 따라 국내 공공기관이 주파수를 이용하고자 할 때는 반드시 사전에 공공 주파수 이용계획서를 제출하여 적정성 평가를 거친 후 매년 작성되는 공공용 주파수 수급계획에 반영하여야 한다. 이에 따라 주요 드론탐지레이다 이용 기관도 드론탐지레이다 무선국 개설 신청 이전에 공공용 주파수 수급계획서를 제출하고 있다.

드론탐지레이다 이용계획은 '18년 공공용 주파수 수급계획 수립(이용계획 '17년 제출) 시부터 제출되기 시작하였으며, 제출 기관은 '19년 3개 기관, '20년 7개 기관으로 증가 후 '21년에는 4개 기관이 신규 제출하여 지속적인 이용 수요가 확인되고 있다.

### 2. 국제표준화 동향

드론탐지레이다 시장은 시장화 단계에 막 돌입한 신규 시장에 해당하여 제품 유통의 활성화 정도에 비하면 표준 연구는 갭 분석 등 초기 단계에 머물러 있는 상황이다. 본 단락에서는 ITU, ISO 등 주요 공적표준화단체의 관련 표준 활동 및 사실표준 단체의 표준 연구 활동을 살펴보고자 한다.

## 가. ITU-R

2021년 현재 ITU-R에서는 드론탐지레이다와 관련한 권고·보고서 등의 개발 움직임은 없으며, 연구과제도 마련되어 있지 않아 향후 관련한 연구 활동이 수행될 가능성도 불명확하다. ITU-R에서 드론탐지레이다 관련 활동을 수행할 가능성이 있는 연구반은 SG1(스펙트럼 마스크 등 주파수 관리 측면), SG5(레이다 특성 연구 측면)가 있다.

현재 개발·유통 중인 드론탐지레이다가 기존 레이다가 주로 이용하는 S대역(2.7~3.3GHz), X대역(8~12GHz), Ku대역(12~18GHz) 등을 이용하고 있으며 기술적으로 기존 레이다에 비해 큰 차이가 나지 않음을 고려할 때, 향후 관련 연구가 이루어지더라도 새로운 주파수 분배안을 마련하기보다는 기존 레이다 시스템의 일환으로서 레이다의 특성 수집 및 대역 내 조화를 목표로 연구 활동을 추진할 가능성이 클 것으로 판단된다.

## 나. ISO

ISO에서 드론 관련 표준은 TC 16 산하의 SC 20에서 주도하여 개발하고 있으며, 이 표준위원회의 산하 작업반인 WG4가 드론 교통 관리(UTM; UAS Traffic Management) 차원에서 주로 드론 식별 기술에 대한 표준을 개발하고 있다.(ISO 23629)

한편 동 위원회는 '20.11월부터 약 1년간 안티드론(counter-UAS) 기술 관련 임시 위원회(Ad-hoc group)를 편성하여 표준 아이템 발굴과 관련한 활동을 수행한바, 향후 관련 표준화 활동이 진행될 가능성이 있다.

## 다. ICAO

ICAO는 2015년 무인비행체 자문그룹(UAS Advisory Group)을 설립하여 주로 무인비행기 이용 및 교통관리에 관한 제도적 가이드라인을 마련하는 데에 집중하고 있으며, 드론탐지레이다와 관련된 연구는 현재 수행하고 있지 않다.

## 라. 사실표준단체

안티드론 기술의 성능 관련 사실 표준 개발은 미국 항공무선기술위원회(RTCA)와 유럽민간항공장비기구(EUROCAE)가 주도하고 있다.



양 기관은 2019년 말 관련 연구그룹(RTCA SC-238/EUROCAE WG-115)을 편성하고 2020년 1월 이래 공동으로 불법드론 탐지 및 대응기술 관련 표준을 연구하고 있다. 양 기관의 표준 개발 목표는 공항, 항공 사업자, 드론 관제 사업자 등 안티드론 시장의 주요 사업자에 대해 탐지 성능, 운용 등에 대한 가이드라인을 제공하고 상호운용성을 보장하는 것이며, 2021년 12월 현재 1개의 표준문서를 발간하고 2개 문서를 개발 중이다.

[표 41] RTCA-EUROCAE 공동작업반의 표준문서 개발 동향

제목	논의 상황	발행시기
(영문) OSED for Counter UAS in Controlled Airspace (국문) 통제되는 공역에서 C-UAS의 운영 서비스 및 환경 정의	발간 완료 (RTCA DO-238)	'21. 3월
(영문) Safety and Performance Requirements for Counter UAS (국문) C-UAS 안전 및 성능 요구사항	작업 중	'22년 목표
(영문) Interoperability Requirements for Counter UAS (국문) C-UAS 상호운용성 요구사항	작업 중	'22년 목표

### 3. 국내외 제도/기술기준 연구 동향

공항을 중심으로 드론탐지레이다의 도입이 증가함에 따라, 각국 정부도 공항 내 효율적인 전파 환경 구축과 드론탐지레이다 성능 보장을 위한 기술 표준 및 제도 연구를 추진하고 있다.

미국에서는 국토안보부, 연방항공청, 에너지부 등 드론탐지레이다를 도입하는 주요 기관을 중심으로 드론탐지레이다 및 안티드론 시스템의 성능 평가 등 시험 연구를 진행하고 있다. 국토안보부는 국경, 세관, 항만 등 국토 안보 관련 주요 시설 보안과 도심 테러 방지 등을 위해 안티드론시스템의 시험평가 및 정책연구를 산하 국립도심보안기술연구소(NUSTL; National Urban Security Technology Laboratory)를 통하여 수행하고 있으며, 2016년 이래 C-UAS 기술 가이드라인과 C-UAS 연구 및 도입 시 고려할 사항에 대한 팩트시트 등을 발간하는 등 정부 기관의 드론 대응기술 연구에 대한 가이드라인을 제공하고 있다. 또한, 연방항공청, 에너지부 등은 공항, 원전 등 관할 하의 주요 시설 보호를 위해 자체적인 안티드론 시스템 시험을 진행 중이다.

한편, 미국국가표준협회(ANSI)는 '18.12월 산하 무인비행체 연구반(UAS SC)를 통해 발간한 표준 로드맵에서 드론 대응 기술 관련 표준 개발을 높은 우선순위로 분류한바, 향후 표준 개발 활동을 적극적으로 진행할 것으로 보인다.

영국 정부는 '19.10월 불법드론 대응 전략보고서를 통해 드론 대응기술 연구 지원 방침을 천명하였으며, 이에 따른 기술지원 및 표준/인증제도 연구를 내무부 산하 국가기반시설보호센터(CPNI)에서 진행하고 있다.

유럽은 유럽위원회(EC) 산하 다수의 그룹에서 드론 및 안티드론 기술에 관한 연구를 진행 중인 것으로 파악되며, 관련하여 유럽연합항공안전기구(EASA)가 2021년 3월 공항에서의 드론 사건 대응 연구보고서를 통해 공항에서 채용 가능한 안티드론 기술 및 사용사례를 분석하여 발간한 바 있다.

#### 다. 드론탐지레이다 주파수 이용 가이드라인

국내 공공기관에서의 드론탐지레이다 이용이 증가하고, 많은 종류의 레이다가 같은 주파수 대역을 공유하는 레이다 대역의 상황을 고려하여 드론탐지레이다 이용에 관한 최소한의 기준을 마련해야 할 필요성이 제기되었다. 이에 따라 과학기술정보통신부는 2020년 레이다 주파수 이용 효율화 연구반을 운영하여 전체적인 레이다 주파수 이용 효율화에 필요한 기초 연구를 수행하는 한편, 산하에 드론탐지레이다 통합운용대역 발굴 작업반과 이용가이드라인 개발 작업반을 편성하여 드론탐지레이다의 기술특성, 운용방법, 요구 성능 등을 조사하고 주파수 이용 현황, 소요량 등을 고려하여 드론탐지레이다의 통합·개별 운용이 가능한 후보 대역을 발굴하고자 하였다.

연구반은 총 6회의 대면 회의를 개최하였으며, 국내 드론탐지레이다 수요기관과 개발기관의 요구사항 청취, 드론탐지레이다 요구 성능 파악 및 그에 따른 주파수 소요량 도출, 국내 주요 레이다 대역 이용 현황 파악을 수행하였으며, 이에 따라 국내 드론탐지레이다가 주로 이용하는 X대역(8~12GHz), Ku(12~18GHz) 내의 무선탐지업무용 대역 중 기존 레이다 이용이 저조하여 이용 환경이 원활한 8.5~8.6GHz, 15.7~17.2GHz 대역을 드론탐지레이다 통합 운용대역으로 정하여 권고하였다. 또한 드론탐지레이다의 목표 탐지 성능을 고려하여 출력, 안테나 이득 등의 기본적인 이용 가이드라인을 아래 [표 42]과 같이 마련하여 2021년 1월 1일 공고·시행하였다.

[표 42] 드론탐지레이다 주파수 이용 가이드라인(2021.1.1. 시행)

## 드론탐지레이다 주파수 이용 가이드라인

### □ 목적

- 본 가이드라인은 드론탐지레이다 주파수 이용 시의 기본 준수사항을 안내하여 드론탐지레이다 주파수의 효율적인 이용 지원을 목적으로 함

### □ 용어의 정의

- “드론탐지레이다”란 전자기파를 보내고 반사 신호를 받아 드론의 거리, 위치, 이동속도 등 표적정보를 확인하는 무선설비

### □ 주파수 이용 준수사항

- 주파수 대역, 무선국종별 안테나 공급전력 등은 다음과 같음

일련 번호	주파수	무선국종별 안테나공급전력	안테나 절대이득	사용 지역	사용자
1	8.5~8.6GHz	무선탐지육상국 : 200W이하(Pulse방식)	23dBi이하	전국	국가기관 지방자치단체 공공기관
		무선탐지육상국 : 40W이하(FMCW방식)	26dBi이하		
2	15.7~17.2GHz	무선탐지육상국, 무선탐지이동국 : 40W이하(FMCW방식)	29dBi이하		국가기관 지방자치단체 공공기관 법인

- 8.5~8.6GHz 대역은 국가기관, 지방자치단체, 공공기관이 고정형 드론탐지레이다에 한해 전국적으로 이용할 수 있음
- 15.7~17.2GHz 대역은 국가기관, 지방자치단체, 공공기관, 법인이 고정형 드론탐지레이다를 이용할 수 있으며, 국가기관에 한해 이동형 드론탐지레이다를 이용할 수 있음
- 「군사기지 및 군사시설 보호법」에 따른 군사기지 및 군사시설 인근 5km 이내에서는 드론탐지레이다 운용을 금지함. 다만, 불가피하게 설치가 필요할 경우 인근 군사기지 및 군사시설과 혼·간섭 문제해결 등을 위한 사전 협의를 거쳐 그 결과를 제출해야 함  
※ 인근 군사기지 및 군사시설 유무는 각 중앙전파관리소 지소에서 확인 및 통지
- 이 외에 타 대역을 이용하고자 하거나 더 높은 실효복사전력을 사용하고자 하는 경우에는 과학기술정보통신부와 사전 협의해야 함
- 국가기관, 지방자치단체, 공공기관이 드론탐지레이다를 설치하고자 하는 경우에는 전파법 제18조의6에 따라 공공용 주파수 이용계획을 제출하고 적정성 평가를 받아야 함
- 정부의 주파수 이용 정책의 변경이 있는 경우 또는 다른 무선국에 혼신을 야기하는 경우 과학기술정보통신부의 조치를 따라야 함

### □ 시행일

- 가이드라인 시행 : '21. 1. 1.
- 재검토 기한 : 해당 가이드라인은 '21. 1. 1.을 기준으로 매 2년이 되는 시점(매 2년째의 12.31.까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 취함

### 제3절 드론탐지레이다용 무선설비의 기술적 조건 마련

제2절에서 살펴본 국내외 드론탐지레이다 이용 현황 및 국내외 표준 및 기술기준 연구 동향 등을 참고하여 무선탐지업무용 레이다 기술기준 연구반을 운영하여 드론탐지레이다용 무선설비의 기술적 조건을 마련하였다.

#### 1. 무선탐지업무용 레이다 기술기준 연구반 운영

드론탐지레이다를 포함한 무선탐지업무용 레이다 기술기준의 체계적인 연구를 도모하고, 드론탐지레이다의 기술적 조건 마련을 위해 무선탐지업무용 레이다 기술기준 연구반을 2021년 6월부터 12월까지 7개월간 운영하였다.

연구반은 전파분야 전문가인 공주대 박성균 교수를 위원장으로 하고, 전파분야 전문가, 드론탐지레이다 연구·개발기관 대표자 등 위원 13명으로 편성하였으며, 드론탐지레이다에 대해 국내·외 레이다 장비 특성, 해외 주파수 정책 동향 등 기초 연구를 수행하고, 국내 운용 중인 드론탐지레이다의 특성을 고려하여 드론탐지레이다 기술기준 항목 도출과 요구 성능, 대역 내 공동사용 가능성 등을 고려한 기술기준(안)을 마련하기 위한 연구를 수행하였다.

연구반은 운영기간 동안 총 3차례의 대면회의를 개최하였으며, 각 회의 안건 및 주요 논의 결과는 아래 [표 43]과 같다.

[표 43] 무선탐지업무용 레이다 기술기준 연구반 주요 논의 내용

구분	안건	주요 논의 내용
1차 (6.4, 서울)	<ul style="list-style-type: none"> <li>연구반 운영 및 연구 추진 방향 소개</li> <li>주파수 대역, 운용 방식, 전파형식 등 무선탐지업무 대역 드론탐지레이다 기술기준 구성 검토 및 요구사항 논의</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>레이다 목표 성능과 관련된 항목(탐지거리, 회전 속도 등)은 기술기준 항목에 포함하지 않고 암묵적 기준으로만 고려하기를 희망</li> <li>기술기준 항목에 대한 시험 방법 및 전자파적 합성 기준 관련 사항 검토 필요</li> </ul>
2차 (7.25, 오송)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ITU-R, 미국 등 레이다 장비 관련 국제 표준 및 기술기준 검토</li> <li>국내 운용 드론탐지레이다 사양(스펙트럼 마스크 등) 조사 방안 논의</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-20dB 대역폭, 스펙트럼마스크 등 국제 기술기준(ITU-R, RSEC 등)에 포함된 공통 사항을 기술기준에 포함하기로 함</li> <li>기술기준의 구체적인 내용은 국내 레이다 제원 측정을 통해 확정</li> </ul>
3차 (11.12, 서울)	<ul style="list-style-type: none"> <li>드론탐지레이다용 무선설비 기술적 조건 초안 내용 검토</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>탐지 성능 등 기술적 조건 각 항목에 대한 의견 수렴</li> </ul>

## 가. 드론탐지레이다 관련 주요 국제 기술기준 연구

드론탐지레이다용 무선설비의 기술적 조건 마련을 위해 연구반을 통해 드론탐지레이다를 포함한 레이다에 대한 주요 국제 기술기준에 대해 연구하였다.

앞선 장에서 살펴보았듯이 드론탐지레이다 자체에 대한 국제표준화는 현재 시작 단계에 있음을 고려하여, 연구반에서는 드론탐지레이다에 구매받지 않고 레이다 일반에 대한 국제표준 및 기술기준을 살펴보았다.

### 1) ITU-R

ITU-R은 레이다를 포함한 다양한 무선국에 대해 주파수허용편차(부록 2), 스퓨리어스 발사 허용 레벨(부록 3) 등 전파품질 측면의 기술기준을 전파규칙 부록을 통해 제공하고 있으며, 이와는 별도로 대역외발사, 스퓨리어스 발사 및 송신기의 스펙트럼 마스크 등 주요 기술기준에 대한 기술적 권고를 발간하고 있다. 이 중 전파규칙 부록에 수록되어있는 대역별 주파수허용편차 및 스퓨리어스 발사 허용 레벨의 경우에는 국내 무선설비규칙에 반영되어 있다.

레이다의 주파수허용편차의 경우, 마그네트론 등 레이다 전파를 만들어내는 기존 기술방식의 한계로 인해 타 무선국보다 그 한계가 넓게 설정되어 있다. 드론탐지레이다의 권고 대역인 8.5~8.6GHz 대역이 속해 있는 2.45~10.5GHz대역 무선국의 주파수허용편차의 경우, 고정국·육상국 등 일반통신용 무선설비는 중심주파수에 대한 허용편차가 200ppm을 넘지 않는 반면, 레이다에 해당하는 무선측위국의 허용 편차는 1,250ppm에 이른다. 또 다른 권고 대역인 15.7~17.2GHz 대역이 포함된 10.5~40GHz 대역의 주파수허용편차의 경우 타 무선설비의 허용 편차가 300ppm 미만, 무선측위국의 주파수허용편차는 5000ppm 미만으로 더욱 넓게 규정되어 있다.

레이다의 스퓨리어스 영역 불요발사 레벨은 전파규칙 부록 3에 의해 발사되는 전파의 침투포락선전력(PEP)에 대해 60dBc, 혹은  $43+10\log(\text{PEP})$  중 덜 엄격한 값 이하로 제한된다. 이때 다른 무선국과 달리 레이다 발사의 측정대역폭은 레이다의 운용 방식에 따라 달라지며, 드론탐지레이다가 주로 이용하는 주파수 변조 연속파(FMCW) 혹은 펄스 선형 주파수 변조(Pulsed LFM/Chirp Pulse) 방식의 경우 측정대역폭은  $\sqrt{(\text{전체 주파수 편이}/\text{펄스폭})}$ 으로 계산하되 1MHz를 넘는 경우 1MHz로 측정하도록 되어 있다.

한편, 전파규칙을 보완하는 형태로 대역외영역에서의 불요발사를 다루는 권고 SM.1541과 스푸리어스 영역에서의 불요발사 한계를 다루는 권고 SM.329가 ITU-R SG1을 통해 발간되고 있다.

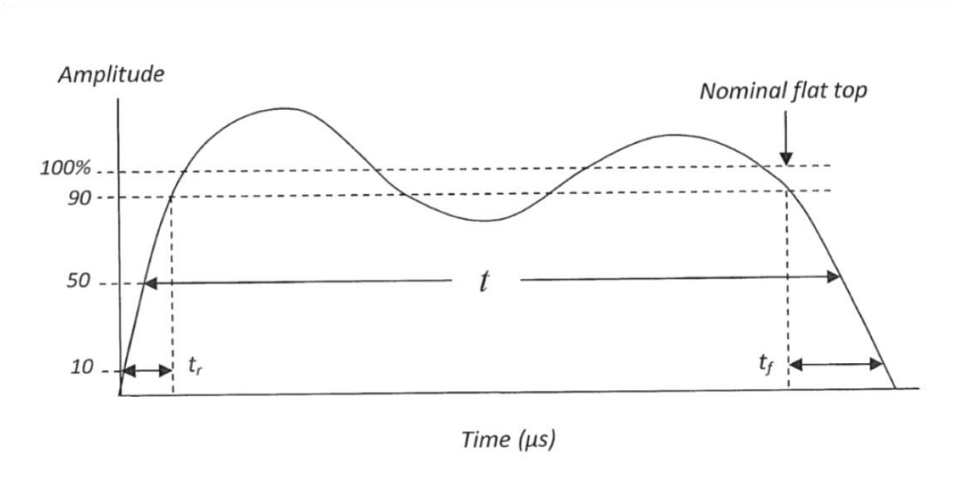
SM.1541에 의해 제시되고 있는 레이더의 대역외발사 기준은 타 무선설비와는 달리 레이더 송신설비의 필요대역폭 및 -40dB 대역폭을 통해 결정되며 동 권고는 주요 레이더 전파의 특성에 따라 필요주파수대역폭과 -40dB 대역폭을 계산할 수 있는 수식을 제공하고 있다. 이는 레이더가 발사하는 전파가 특정 주파수에 고정되어 있지 않고 순차적으로 변조되는 점과 펄스파의 신호처리 특성에 의해 발생하는 불요발사를 고려한 것이다.

FMCW 방식 레이더의 경우, 필요주파수대역폭(-20dB 대역폭)은 송신기의 최대 주파수 편이(Bd)의 2배로 제시하고 있으며, -40dB 대역폭은  $2Bd=BR$ , 송신기 발사 전파가 전체 주파수 구간을 1회 휩쓰는(sweep) 주기를 T라고 할 때 다음 수식과 같다.

$$B_{-40} = 1.2B_R \left(1 + \frac{200}{\pi \sqrt{B_R T}}\right)^{\frac{1}{2}}$$

주파수 변조 펄스 방식의 경우 필요주파수대역폭과 -40dB 대역폭은 송신기의 주파수 편이량과 펄스 폭, 펄스의 상승/하강 시간에 의해 결정된다. 주파수 호핑을 하지 않는 레이더의 필요주파수대역폭은 최대 주파수 편이  $B_C$ , 펄스 폭  $t$ , 펄스 상승시간  $t_r$ 일 때 다음과 같다. 이 때 펄스 폭  $t$ 는 레이더의 안테나공급전력에 비해 펄스 발사의 세기가 1/2인 지점 사이의 시간 폭으로 정의된다.

$$B_N = \frac{1.79}{\sqrt{t \cdot t_r}} + 2B_C$$



[그림 26] 송신기 출력에 따른 레이더의 펄스 폭, 상승 및 하강시간 정의

펄스 방식 레이더의 -40dB 대역폭은 펄스 신호를 발생시킬 때 사용되는 신호 처리의 특성에 의해 FMCW 레이더보다 변수가 많고 복잡하다. 대역폭의 계산을 위해서는 우선 펄스 특성을 통해 산출되는 보조 변수  $\tau$ , Brise, Bfall, Brise&fall의 결정이 필요하다.  $\tau$ 는 펄스 상승시간과 하강시간까지 포함한 전체 펄스 폭을 이른다. Brise, Bfall, Brise&fall은 전체 펄스 폭  $\tau$ 와 펄스 상승시간  $t_r$ , 펄스 하강 시간  $t_f$ 에 의해 결정되는, 주파수와 같은 차원을 가지는 변수이며 각각  $B_{rise} = \frac{1}{\sqrt{\tau \cdot t_r}}$ ,  $B_{fall} = \frac{1}{\sqrt{\tau \cdot t_f}}$ ,  $B_{rise\&fall} = \frac{1}{\sqrt[3]{\tau \cdot t_r \cdot t_f}}$ 에 해당한다. 펄스 방식 레이더의 -40dB 대역폭은 위의 변수에 의해 다음과 같이 도출된다.

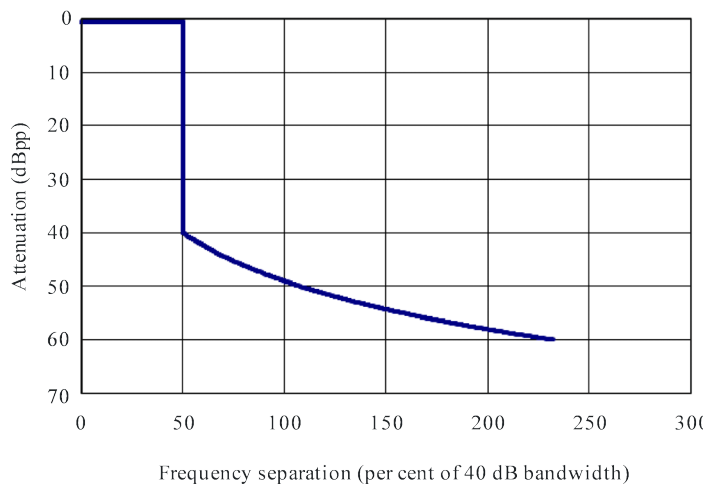
$$B_{-40} = 1.5 \left\{ B_C + \sqrt{\pi} \cdot [\ln(B_C \cdot \tau)]^{0.53} \cdot [\text{Min}(B_{rise}, B_{fall}, B_{rise\&fall}) + \text{Max}(B_{rise}, B_{fall}, B_{rise\&fall})] \right\}$$

최대 주파수 편이와 펄스 상승시간  $t_r$  또는 하강 시간  $t_f$  중 작은 쪽의 곱이 0.1 미만이거나 펄스 압축률  $B_C \cdot \tau$ 가 10 이하인 경우 동 수식을 적용할 수 없으나, 드론탐지레이더의 경우 S대역(2~4GHz) 이상의 고주파 대역에서 수십 MHz 단위의 주파수 편이를 가지므로, 펄스의 상승·하강 시간이 수 나노초 미만으로 극단적으로 짧게 설정되지 않는 한 동 수식의 적용이 가능하다.

한편, SM.1541은 -40dB 지점에서 스퓨리어스 영역에 이르기까지의 레이더의

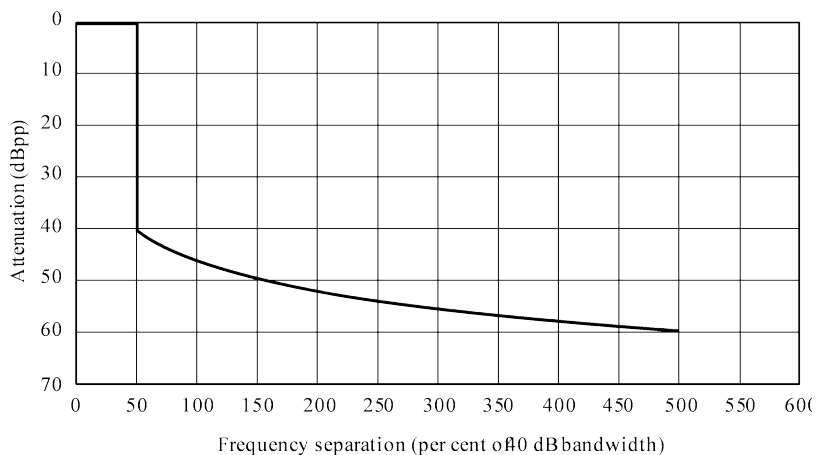
스펙트럼 마스크 또한 제공하고 있다. SM.1541은 레이다를 크게 두 분류로 나누어 연속파, FMCW, 위상 부호화(phase coded) 파형의 레이다의 경우는 -40dB 지점에서 시작하는 -20dB/decade의 롤오프(roll-off)를 적용하고, 다른 레이다의 경우는 -30dB/decade를 적용하였다.

2015년 최종 개정된 SM.1541의 6판에서는 연속파 레이다 등에 적용하는 -20dB/decade의 롤오프의 적합성에 대해 2016년 전파통신총회(RA)까지 재검토하도록 권고하고 있으나, 2016년 이후 SG1에서 관련 추가 연구 진척은 없는 상황이다.



SM 1541 2

[그림 27] SM.1541에 따른 레이다의 스펙트럼마스크 기준(-30dB/decade 감쇄)



SM 1541 3

[그림 28] SM.1541 상 연속파, FMCW 레이다 등의 스펙트럼마스크 기준(-20dB/decade 감쇄)



스퓨리어스 영역의 불요발사 한계에 관한 권고 SM.329는 전파규칙 부록 3에 규정된 스퓨리어스 영역 불요발사 한계 이외에도 각 지역 주관청에서 규제하고 있는 스퓨리어스 영역 불요발사 한계 규정을 수집하여 제공하고 있다. 이 중 무선측위업무에 대한 불요발사 기준은 다음 [표 44]와 같다.

[표 44] SM.329에서 제공하는 레이더 스퓨리어스 영역 불요발사 제한 기준

구분	레이더의 스퓨리어스 영역 불요발사 제한
카테고리 A (전파규칙 부록 3)	$43+10\log(PX)$ 또는 60dB 중 덜 엄격한 값 (PX: 첨두포락선전력)
카테고리 B (유럽 등)	-30dBm(절댓값), 또는 100dB 중 덜 엄격한 값
카테고리 C (미국 등)	카테고리 A를 준용
카테고리 D (일본 등)	

## 2) 레이더 스펙트럼 기술기준(미국)

레이더 스펙트럼 기술기준(Radar Spectrum Engineering Criteria; RSEC)은 미국 상무부 산하 전기통신 정책기관인 전기통신정보청(NTIA)에서 발간하는 연방 무선 주파수 관리 절차 및 규정 매뉴얼(Manual of Regulations and Procedures for Federal Radio Frequency Management)의 일부분으로, 미국 연방정부 기관에서 사용하는 레이더를 출력, 운용 방식, 운용 목적 등을 기준으로 5개 분류로 나누어 각각에 대해 스펙트럼 방사 마스크, 대역폭 등의 기술기준을 권고하고 있다. 국내에서 이용·개발되는 드론탐지레이더는 모두 그룹 A에 속한다.

[표 45] RSEC의 레이다 분류

레이다 분류	설명
그룹 A	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 평균전력 40W 이하의 비 펄스방식 레이다</li> <li>o 침투전력 1kW 이하의 펄스방식 레이다</li> <li>o 40GHz 이상 대역에서 운용하는 레이다</li> <li>o 사람 손으로 운반 가능하거나(Man-portable) 차량 등의 이동체로 수송 가능한(Man-transportable) 레이다</li> <li>o 미사일 등에 탑재되어 1회성으로만 사용되는 레이다</li> </ul>
그룹 B	o 2.9~40GHz 사이 대역에서 운용하면서 공칭 침투전력이 1kW~100kW 범위 내에 있는 레이다
그룹 C	o 그룹 A, B, D, E에 속하지 않는 레이다
그룹 D	o 2.7~2.9GHz 대역에서 운용하는 모든 고정형 레이다
그룹 E	o 449MHz에서 운용하는 연직바람관측레이다(WPR)
RSEC 미적용 (FCC 제공 별도 기준 적용)	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 상용 선박레이다</li> <li>o 항공기용 기상레이다 및 전파고도계</li> </ul>

2020년 10월 이후 이용을 개시하는 레이다의 경우 -40dB 대역폭과 대역외 영역에서의 방사 마스크 기준은 ITU-R SM.1541에서 제시하는 바와 같다.

#### 나. 국내 이용 드론탐지레이다 제원 조사

기술기준 연구반을 통해 조사한 레이다 관련 국외 기술기준을 참고하여, 국내에서 개발·유통되는 드론탐지레이다에 적용 가능한 기술적 조건 마련을 위해 국내 드론 탐지레이다의 주요 제원을 조사하였다. 드론탐지레이다의 각 권고 대역 및 전파발사 방식별로 확인한 드론탐지레이다의 특성은 다음 [표 46]과 같다.

[표 46] 국내 운용 드론탐지레이다 제원 조사 결과

대역	발사 방식	-20dB 대역폭	-40dB 대역폭	스퓨리어스 발사 세기	펄스 폭	목표 탐지거리
X	펄스	Chirp 대역폭의 120~250%	Chirp 대역폭의 275~750%	-60dB 이하	4 $\mu$ s/ 1 $\mu$ s	3km 내외
X	FMCW	Sweep 대역폭의 105% 내외	Sweep 대역폭의 105~130%	-60dB 이하	-	1.5km (단거리) 3.5~8km (장거리)
Ku	FMCW	Sweep 대역폭의 110% 내외	Sweep 대역폭의 115% 내외	-45dB 이하 (외산)	-	2km (단거리) 3~10km (장거리)

연구반에서 검토한 국제 기술기준과 국내 드론탐지레이다의 제원을 비교하였을 때, FMCW 방식의 레이다는 국제 권고 기준보다 더욱 엄격한 대역폭 기준을 적용하여도 국내 레이다가 감수할 수 있을 것으로 생각됨에 반해, 펄스 방식 레이다의 경우 신호 처리 방식에 따라 대역폭이 크게 넓어지는 것이 확인되어 대역폭 기준을 신중하게 적용할 필요성이 있었다. 스퓨리어스 발사의 경우 필터 기술을 적용하여 -60dB 이하의 스퓨리어스 발사를 만족할 수 있을 것으로 판단하였다.

## 2. 드론탐지레이다용 무선설비의 기술적 조건

무선탐지업무용 레이다 기술기준 연구반의 운영을 통해 다음과 같이 드론탐지 레이다의 기술적 조건 항목을 마련하였다.

우선 2021년 초 과학기술정보통신부에서 공고한 드론탐지레이다 주파수 이용 가이드라인을 참고하여 주파수 대역, 전파 방식, 안테나공급전력과 절대이득을 기술적 조건 항목으로 삼았으며, 스퓨리어스 영역에서의 불요발사 한계, 점유주파수 대역폭, -40dB 대역폭, 대역외영역에서의 불요발사 마스크를 항목으로 두고, 그 한계는 발사전파의 최대 주파수 편이에 대한 비율로 정하기로 합의하였다. 한편 주파수허용 편차의 경우 주파수 이용 가이드라인과 국외 기술기준 모두에서 연구된 바가 없으나, ITU 전파규칙을 참고하여 국내 무선설비규칙에 관련 규정이 있음을 고려, 무선설비 규칙의 규정을 우선 그대로 적용하는 것으로 하였다.

당초에는 기술적 조건 항목에 탐지 거리 등 성능 항목을 포함하고, 펄스 방식 레이다에 대한 점유주파수대역폭 및 -40dB 대역폭은 단일한 기준을 제시하는 방안을 마련하였으나, 기술기준 연구반을 통한 의견수렴 결과 탐지 성능은 객관적 시험 기준 마련이 어려움을 고려하여 삭제하고, 펄스 방식 레이다는 탐지거리 확보를 위해 펄스 폭이 다른 여러 파를 발사함을 고려하여 펄스 폭을 기준으로 복수의 대역폭 기준을 제공하기로 하였다.

드론탐지레이다용 무선설비의 기술적 조건을 구성하는 각 항목(안) 및 관련 근거는 다음 [표 47]과 같다.

[표 47] 드론탐지레이다용 무선설비의 기술적 조건(안)

항목	주요 내용	근거
주파수 대역	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 8.5~8.6GHz</li> <li>○ 15.7~17.2GHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 드론탐지레이다 주파수 이용 가이드라인</li> </ul>
스퓨리어스 영역 불요발사	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 지정주파수의 침투포락선전력에 대해 <math>43+10\log(PX)[dB]</math> 또는 60dB 중 덜 엄격한 값 이하일 것</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 무선설비규칙</li> <li>○ ITU 전파규칙</li> </ul>
안테나공급전력 및 절대이득	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 8.5~8.6GHz, 펄스방식: 200W(침투 전력) 이하, 23dBi</li> <li>○ 8.5~8.6GHz, 주파수 변조 연속파(FMCW) 방식: 40W(평균전력) 이하, 26dBi</li> <li>○ 15.7~17.2GHz, FMCW 방식: 40W(평균전력) 이하, 29dBi</li> <li>○ 등가등방복사전력(EIRP)*을 일정하게 유지할 시 안테나공급전력 또는 이득을 기준치 이상으로 할 수 있음</li> </ul> <p>* 안테나공급전력과 절대이득의 곱</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 드론탐지레이다 주파수 이용 가이드라인 (탐지성능 고려)</li> </ul>

항목	주요 내용	근거
발사전파의 최대 주파수 편이	<ul style="list-style-type: none"> <li>8.5~8.6GHz: <math>\pm 33\text{MHz}</math></li> <li>15.7~17.2GHz: <math>\pm 400\text{MHz}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>8.5~8.6MHz 대역에서 -20dB 대역폭이 권고대역폭을 초과하지 않도록 결정</li> </ul>
접유주파수 대역폭 (-20dB 대역폭)	<ul style="list-style-type: none"> <li>8.5~8.6GHz, 펄스방식 <ul style="list-style-type: none"> <li>펄스 폭 4<math>\mu\text{s}</math> 이상: 최대 주파수 편이의 280% 이내</li> <li>펄스 폭 4<math>\mu\text{s}</math> 미만: 최대 주파수 편이의 300% 이내</li> </ul> </li> <li>8.5~8.6GHz, 주파수 변조 연속파 (FMCW) 방식: 최대 주파수 편이의 220% 이내</li> <li>15.7~17.2GHz, FMCW 방식: 최대 주파수 편이의 220% 이내</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>각 기관 레이더 스펙트럼마스크 측정 결과 참고</li> <li>8.5~8.6MHz 대역에서 -20dB 대역폭이 권고대역폭을 초과하지 않도록 결정</li> </ul>
-40dB 대역폭	<ul style="list-style-type: none"> <li>8.5~8.6GHz, 펄스방식 <ul style="list-style-type: none"> <li>펄스 폭 4<math>\mu\text{s}</math> 이상: 최대 주파수 편이의 450% 이내</li> <li>펄스 폭 4<math>\mu\text{s}</math> 미만: 최대 주파수 편이의 500% 이내</li> </ul> </li> <li>8.5~8.6GHz, 주파수 변조 연속파 (FMCW) 방식: 최대 주파수 편이의 240% 이내</li> <li>15.7~17.2GHz, FMCW 방식: 최대 주파수 편이의 240% 이내</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>각 기관 레이더 스펙트럼마스크 측정 결과 참고</li> </ul>
스퓨리어스 영역까지의 불요발사	$40 + (20, 30, 40) \log(2 \Delta F / B_{-40}) [\text{dB}]$ 이하 ( $\Delta F$ 는 중심주파수에 대한 주파수 이격, $B_{-40}$ 은 -40dB 대역폭)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ITU-R 권고 SM.1541-6</li> <li>NTIA RSEC</li> </ul>
스퓨리어스 영역 경계	중심주파수로부터의 주파수 이격이 -40dB 대역폭의 500%가 되는 지점 이내	<ul style="list-style-type: none"> <li>ITU-R 권고 SM.1541-6</li> <li>NTIA RSEC</li> <li>※ 스퓨리어스 불요발사 한계 - 60dB 기준이며, -20dB/decade roll-off 적용</li> </ul>
주파수 허용편차	<ul style="list-style-type: none"> <li>8.5~8.6GHz: 기준주파수의 <math>1250 \times 10^{-6}</math></li> <li>15.7~17.2GHz: 기준주파수의 <math>2500 \times 10^{-6}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>무선설비규칙</li> <li>ITU 전파규칙</li> </ul>

드론탐지레이다용 무선설비의 기술적 조건을 토대로, 향후 기술기준 마련에 대비하여 작성한 무선설비의 기술기준(안)은 다음 [표 48]과 같다.

[표 48] 드론탐지레이다용 무선설비의 기술기준(안)

**<간이무선국우주국지구국의 무선설비 및 전파탐지용 무선설비 등 그 밖의 무선설비의 기술기준>**

제3조(정의) ① 이 고시에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

...

8. “드론탐지레이다”란 국가기관, 지방자치단체, 공공기관, 법인 등이 시설 등 일정 지역에 설치하여 전파를 발사하고 반사 신호를 받아 드론의 거리, 위치, 이동 속도 등 표적정보를 확인하는 무선설비를 말한다.

9. “-40dB 대역폭”이란 송신설비의 대역외발사의 세기가 지정주파수에서의 전파 발사 세기에 비해 -40dB 감쇄되는 지점 사이의 대역폭을 말한다.

제〇〇조(드론탐지레이다용 무선설비) 8.5~8.6GHz, 15.7~17.2GHz 주파수대역에서 운용하는 드론탐지레이다의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 공통조건

가. 스퓨리어스영역의 불요발사: 지정주파수의 첨두포락선전력(PX)에 대해  $43+10\log(PX)[dB]$  또는 60dB 중 덜 엄격한 값 이하일 것

나. 하나의 송신장치에서 여러 주파수의 전파를 발사하여 탐지하는 레이다의 경우 개별 주파수 모두에 대해 조건을 만족할 것

다. 점유주파수대역폭은 무선설비규칙 제6조제2항에서 정하는 바에 따라 필요 주파수대역폭을 적용하며, 그 너비는 ITU-R 권고 SM.853과 SM.1541의 최신판에 따라 지정주파수에서의 전파 발사 세기보다 -20dB 감쇄된 지점 사이의 폭으로 한다.

2. 8.5~8.6GHz 주파수 대역에서 주파수 변조 펄스파를 발사하는 무선설비

가. 안테나공급전력은 첨두전력 200W(23dBW) 이하일 것. 다만, 안테나 절대이득이 23dBi를 초과한 경우에는 그 값만큼 저감시킨 것이어야 하며, 23dBi 미만인 경우에는 그 값만큼 증가시킬 수 있다.

나. 발사전파의 최대 주파수 편이는 지정주파수에 대해 35MHz 이내일 것

다. 필요주파수대역폭은 발사 전파의 펄스폭에 따라 아래 값 이내일 것

(1) 펄스 폭  $4\mu s$  이상 : 최대 주파수 편이의 280%

(2) 펄스 폭  $4\mu s$  미만 : 최대 주파수 편이의 300%

라. -40dB 대역폭은 발사 전파의 펄스폭에 따라 아래 값 이내일 것

(1) 펄스 폭  $4\mu s$  이상 : 최대 주파수 편이의 450%

(2) 펄스 폭  $4\mu s$  미만 : 최대 주파수 편이의 500%

- 마. -40dB 대역폭 바깥에서 1MHz 분해대역폭으로 측정한 불요발사의 세기는 지정주파수에서의 침투포락선전력에 대해  $40+20\log(2\Delta F/B_{-40})$ [dB] 이하일 것 ( $\Delta F$ 는 지정주파수에 대한 주파수 이격,  $B_{-40}$ 은 -40dB 대역폭)
  - 바. 스퓨리어스 영역의 경계점은 중심주파수로부터의 주파수 이격이 -40dB 대역폭의 500%가 되는 지점 이내일 것
  - 사. 지정주파수에 대한 중심주파수의 주파수허용편차는  $1,250 \times 10^{-6}$  이하 일 것
- 3. 8.5~8.6GHz 주파수 대역에서 주파수 변조 연속파를 발사하는 무선설비
  - 가. 안테나공급전력은 평균 40W(16dBW) 이하일 것. 다만, 안테나 절대이득이 26dBi를 초과한 경우에는 그 값만큼 저감시킨 것이어야 하며, 26dBi 미만인 경우에는 그 값만큼 증가시킬 수 있다.
  - 나. 발사전파의 최대 주파수 편이는 지정주파수에 대해 35MHz 이내일 것
  - 다. 필요주파수대역폭은 최대 주파수 편이의 220% 이내일 것
  - 라. -40dB 대역폭은 발사전파의 최대 주파수 편이의 240% 이내일 것
  - 마. -40dB 대역폭 바깥에서 1MHz 분해대역폭으로 측정한 불요발사의 세기는 지정주파수에서의 침투포락선전력에 대해  $40+20\log(2\Delta F/B_{-40})$ [dB] 이하일 것 ( $\Delta F$ 는 지정주파수에 대한 주파수 이격,  $B_{-40}$ 은 -40dB 대역폭)
  - 바. 스퓨리어스 영역의 경계점은 중심주파수로부터의 주파수 이격이 -40dB 대역폭의 500%가 되는 지점 이내일 것
  - 사. 지정주파수에 대한 중심주파수의 주파수허용편차는  $1,250 \times 10^{-6}$  이하일 것
- 4. 15.7~17.2GHz 주파수 대역에서 주파수 변조 연속파를 발사하는 무선설비
  - 가. 안테나공급전력은 평균 40W(16dBW) 이하일 것. 다만, 안테나 절대이득이 29dBi를 초과한 경우에는 그 값만큼 저감시킨 것이어야 하며, 29dBi 미만인 경우에는 그 값만큼 증가시킬 수 있다.
  - 나. 발사전파의 최대 주파수 편이는 지정주파수에 대해 400MHz 이하일 것
  - 다. 필요주파수대역폭은 발사전파의 최대 주파수 편이의 220% 이내일 것
  - 라. -40dB 대역폭은 발사전파의 최대 주파수 편이의 240% 이내일 것
  - 마. -40dB 대역폭 바깥에서 1MHz 분해대역폭으로 측정한 불요발사의 세기는 중심주파수의 침투포락선전력에 대해  $40+20\log(2\Delta F/B_{-40})$ [dB] 이하일 것 ( $\Delta F$ 는 중심주파수에 대한 주파수 이격,  $B_{-40}$ 은 -40dB 대역폭)
  - 바. 스퓨리어스 영역의 경계점은 중심주파수로부터의 주파수 이격이 -40dB 대역폭의 500%가 되는 지점 이내일 것
  - 사. 지정주파수에 대한 중심주파수의 주파수허용편차는  $2,500 \times 10^{-6}$  이하일 것

---

## 제4절 소결

이번 장에서는 무선탐지업무용 레이더 기술기준 연구반의 운영 결과 및 이를 토대로 마련한 드론탐지레이더용 무선설비의 기술적 조건(안)에 대해 살펴보았다. 이번에 마련한 기술적 조건을 토대로 2022년 후속 연구를 통해 기술기준(안)을 확정하고, 시험방법 등을 마련하여 기술기준 개정을 추진할 계획이다.





제5장

결론



## 제5장 결론

본 연구에서는 해상·항공 분야에서 제조산업 활성화 및 국제표준 부합을 위하여 기술기준 개정 및 기술기준안을 마련하였다. 해상분야 인명안전을 강화하기 위하여 개인용 위치발신장치(PLB), 익수자 위치 표시장치 등에 대한 기술기준을 개정하였으며, 해상선박의 안전을 강화하기 위하여 단파대 디지털 송수신장치 및 어망·이동형 항로표지장치 등 자율해상무선기기의 기술기준을 개정하고, 국제표준에 부합하기 위하여 자동식별장치, 선상통신국 및 초단파대 채널용도 및 주석에 대한 국내 기술기준을 개정하였다. 또한, 해상감시용 레이더가 상호 혼·간섭없이 공동으로 사용하기 위한 가이드라인을 마련하였다.

항공업무용 무선설비에 대해서는 항공기 안정을 위하여 360° 전 방향으로 전파를 발사하여 항공기에 비행 방향에 대한 정보를 제공하는 무지향표지시설과 지향성을 갖는 루프 안테나를 이용하여 방향정보를 획득하는 자동방향탐기에 대한 기술기준 개정(안)을 마련하였다.

마지막으로 증가하는 드론탐지레이더에 대해 주파수대역, 스푸리어스 불요발사, 안테나 공급전력, 점유주파수 대역폭 등 기술조건을 마련하였다.

향후, 본 연구에서 수행한 연구결과를 토대로 국립전파연구원은 새로운 무선통신 서비스 및 기기가 국내에서 제조·판매될 수 있도록 노력할 것이다. 또한 해상·항공 안전 및 국내 산업 보호를 위하여 지속적으로 국제동향을 모니터링하고 국제표준화 대응과 제도개선에도 최선을 다할 예정이다.

## [참고문헌]

- [1] Recommendation ITU-R M.2135-0, Technical Characteristics of autonomous maritime radio devices operation in the frequency band 156-162.05MHz, 2019
- [2] Recommendation ITU-R M.1371-5, Technical Characteristics for and automatic identification system using time division multiple access in the VHF maritime mobile frequency band, 2014
- [3] Report ITU-R M.2458-0, Radionavigation-satellite service applications in the 1,164-1,215MHz, 1,215-1,300MHz and 1,559-1,610MHz frequency bands, 2019
- [4] COSPAS SARSAT, C/S T.001, June 2018.
- [5] 국립전파연구원 연구보고서, 새로운 무선통신 서비스 제공을 위한 제도개선 연구, 2020.
- [6] 국립전파연구원, 해상업무용 무선설비의 기술기준, 2019
- [7] 방송통신표준심의회, 무선 설비 적합성 평가 시험방법(KS X 3123), 2019
- [8] 무선설비 규칙, 과학기술정보통신부, 2017. 7. 26.
- [9] 국립전파연구원 미래전파공학연구소 연구보고서, 해상·항공업무용 주파수 및 기술기준 정비방안 마련 연구, 2011.
- [10] 한국방송통신전파진흥원, 항공업무용 무선설비의 체계적 관리를 위한 제도개선, 2020
- [11] 윤중호, 항공정보통신공학, 2008
- [12] ICAO, Annex 10 Volume I Aeronautical Telecommunications, 2006
- [13] RTCA, Minimum Operational Performance Standards for Automatic Direction Finding(ADF) Equipment, 1982
- [14] 국토교통부, 항행안전무선시설의 설치 및 기술기준, 2021
- [15] 최진철 · 임승혁, 안티드론(KISTEP 기술동향브리프 2021-10호), 2021
- [16] 최상혁, 채종석, 차지훈, 안재영(ETRI), 안티 드론 기술 동향, 2018
- [17] RTCA, Terms of Reference Special Committee(SC) 238, 2020
- [18] EUROCAE, RTCA, EUROCAE WG-115 “C-UAS” Meeting #8 Minutes, 2021

- [19] 미국 국토안보부(DHS), Counter Unmanned Aircraft Systems Technology Guide, 2019
- [20] EASA, Drone Incident Management At Aerodromes, 2021
- [21] CPNI, Countering Threats From Unmanned Aerial Systems, 2020
- [22] ITU-R, 전파규칙(Radio Regulations), Edition of 2020
- [23] ITU-R SM.329-12, Unwanted Emissions in the Spurious Domain, 2012
- [24] ITU-R SM.1541-6, Unwanted Emissions in the Out-of-band Domain, 2015
- [25] 미국 전기통신정보청(NTIA), Manual of Regulations and Procedures for Federal Radio Frequency Management, 2017
- [26] 과학기술정보통신부 드론탐지레이다 주파수 이용 가이드라인, 2021

[부록] 무지향표지시설 및 자동방향탐지기의 기술기준 개선방안

현행	개정안										
제15조(무선표지국의 변조도 및 중합왜율) 항공기의 안전운항을 위하여 방위정보를 제공하는 무선표지국의 기술기준은 다음 각 호와 같다.	제15조(무지향표지시설 등) 190 kHz부터 1750 kHz까지의 주파수를 사용하는 무지향표지시설(무선표지국) 및 자동방향탐지기(항공기국)의 기술기준은 다음 각 호와 같다.										
1. 무지향성의 무선표지에 사용하는 송신장치의 A2A전파 및 A2B전파 변조도는 80 % 이상이어야 한다. 다만, 변조주파수가 음성주파수를 포함하는 것일 때에는 무선표지용의 변조주파수에 의한 부분의 변조도는 40 % 이상으로 한다.	1. 무지향표지시설(송신장치)의 조건 <table border="1"> <tr> <th>구분</th><th>조건</th></tr> <tr> <td>전파형식</td><td>N0N/A1A 또는 N0N/A2A</td></tr> <tr> <td>주파수허용편차</td><td><math>\pm(\text{지정주파수} \times 0.01 \times 10^{-2})</math> 이하</td></tr> <tr> <td>전계강도</td><td>무선국 운용 범위 내 70 <math>\mu\text{V}/\text{m}</math> 이상</td></tr> <tr> <td>변조도</td><td>95 %</td></tr> </table>	구분	조건	전파형식	N0N/A1A 또는 N0N/A2A	주파수허용편차	$\pm(\text{지정주파수} \times 0.01 \times 10^{-2})$ 이하	전계강도	무선국 운용 범위 내 70 $\mu\text{V}/\text{m}$ 이상	변조도	95 %
구분	조건										
전파형식	N0N/A1A 또는 N0N/A2A										
주파수허용편차	$\pm(\text{지정주파수} \times 0.01 \times 10^{-2})$ 이하										
전계강도	무선국 운용 범위 내 70 $\mu\text{V}/\text{m}$ 이상										
변조도	95 %										
2. Z마아커의 송신장치의 중합왜율은 95 %의 변조를 한 때에 가능한 한 15 % 이하이어야 하며, 송신전파의 변조도는 95 % 이상이어야 한다.	2. 자동방향탐지기(수신장치)의 조건 <table border="1"> <tr> <th>구분</th><th>조건</th></tr> <tr> <td>전파형식</td><td>N0N/A1A 또는 N0N/A2A</td></tr> <tr> <td>주파수허용편차</td><td><math>\pm(\text{지정주파수} \times 0.01 \times 10^{-2})</math> 이하</td></tr> <tr> <td>전계강도</td><td>최소 70 <math>\mu\text{V}/\text{m}</math>의 전계강도를 수신하여 정상 동작할 것</td></tr> </table>	구분	조건	전파형식	N0N/A1A 또는 N0N/A2A	주파수허용편차	$\pm(\text{지정주파수} \times 0.01 \times 10^{-2})$ 이하	전계강도	최소 70 $\mu\text{V}/\text{m}$ 의 전계강도를 수신하여 정상 동작할 것		
구분	조건										
전파형식	N0N/A1A 또는 N0N/A2A										
주파수허용편차	$\pm(\text{지정주파수} \times 0.01 \times 10^{-2})$ 이하										
전계강도	최소 70 $\mu\text{V}/\text{m}$ 의 전계강도를 수신하여 정상 동작할 것										
3. 무지향성의 무선표지에 사용하는 송신장치의 중합왜율은 80 %의 변조를 한 때에 10 % 이하이어야 한다. 다만, 변조주파수가 음성주파수를 포함하는 것에 있어서는 5 % 이	3. <삭제>										

현 행	개 정 안
<p>하로 한다.</p> <p>4. 무지향성의 무선표지에 사용하는 송신장치와 Z마아커의 송신장치의 신호 대 잡음비는 80 %의 변조를 한 때에 40 dB 이상이어야 한다.</p>	<p>4. &lt;삭 제&gt;</p>

---

## 무선통신 전파자원의안정적 이용체계 강화

---



국립전파연구원

National Radio Research Agency

(58323) 전남 나주시 빛가람로 767

발행일 2022. 4.

발행인 서 성 일

발행처 과학기술정보통신부 국립전파연구원

전 화 061) 338-4414

인 쇄 다우프린팅

Tel. 062) 952-2033

---

ISBN : 979-11-5820-203-3

<비매 품>

### 주 의

1. 이 연구보고서는 국립전파연구원에서 수행한 연구결과입니다
2. 이 보고서의 내용을 인용하거나 발표할 때에는 반드시 국립전파연구원 연구결과임을 밝혀야 합니다.