

전파자원 기술기준의 안정적 기반 조성



국립전파연구원
National Radio Research Agency

연구책임자 : 이 환 상(기술기준과 기준기획담당)

연구 원 : 유 충 현(기술기준과 기준기획담당)

한 진 욱(기술기준과 기준기획담당)

나 현 주(기술기준과 기준기획담당)

정 창 민(기술기준과 기준기획담당)

문 소 아(기술기준과 기준기획담당)

요 약 문

최근 스타링크 등 위성을 이용한 해상 인터넷 수요가 급격히 증가하고 있고 해상레저, 무인선박, 스마트 항만 등이 급격히 발달하고 있다. 그러나 발달하는 기술과는 반대로 해상선박 및 인명에 대한 사고 역시 증가하고 있다. 선박 충돌, 전복 등 선박사고 및 조난자의 수는 증가하고 있으나, 조난자의 위치를 정확하게 파악하여 발신하는 장치에 대한 성능은 신뢰할 수 없어 실제 현장에서 구조가 불가능한 경우가 많다. 이에 따라 해상 관련 기관에 익수자 위치발신용 무선설비에 대한 최소 성능기준을 마련함으로써 인명안전장비임에도 불구하고 조난 현장에서 제대로 작동하지 않는 문제점을 해결하여 실효성이 향상되었으며 여객선·어선·소형어선·레저선박 등 선박 종류에 따라 인명안전장비에 대한 선택성이 높아지도록 하였다.

항공기에서 요구되는 데이터 트래픽이 증가함에 따라 높은 데이터 전송률과 안정적인 성능을 보이는 광대역 통신 시스템의 필요성이 증대하고 있으며, 정확한 실시간 항공 교통량 예측 및 항공 관계자간 빠른 항공교통 상황 공유와 다양한 정보 교환의 필요성이 증가되고 있다. 이에 국제 표준과 부합되는 공항 이동통신시설(AeroMACS) 기술기준(안)을 마련하여 항공관제정보의 신속한 전달 등을 통해 항공기 운항 등의 안전성을 확보하고자 하였다.

증가하는 레이다 수요에 따라 레이다간 주파수 혼·간섭 최소화를 위해 드론탐지레이다 주파수 이용 가이드라인에 기반한 기술기준 제정안을 마련하고 간이무선국 등 무선설비 기술기준 개정을 추진하였다. 기술기준 제정안은 주로 주파수 혼·간섭의 영향을 최소화하는 방향으로 항목을 선택하고 스푸리어스발사, 점유주파수대역폭, 최대주파수편이, 대역외 발사 등의 세부 기준을 정하였다.

화재·지진 등 신속한 관측 및 재난·사고 예방을 위해 통합공공망 내 사물인터넷(IoT) 사용을 허용하여 통합공공망을 효율적으로 이용하도록 기술기준 개정안을 마련하였다. 또한 현재 디지털 무전기 사용만 가능한 산업현장 등에서 아날로그 무전기를 제한적으로 이용할 수 있도록 기술기준 부칙 개정안을 마련하고 개정을 추진하였다. 이는 산업체 현장 상황과 근로자의 의견을 전과정책에 적극반영하여 애로사항을 해결한 것으로 볼 수 있다.

목 차

제1장 서론	15
제2장 해상 무선설비의 최소 성능기준 마련 및 기술기준 개선	19
제1절 배경	19
제2절 해상 익수자 위치발신장치(MOB) 최소 성능기준 가이드라인 마련	21
제3절 해상업무용 무선설비 기술기준 개선	25
제4절 소결	27
제3장 공항이동통신시설(AeroMACS) 기술기준(안) 마련	31
제1절 배경	31
제2절 AeroMACS 기술기준 항목	31
제3절 AeroMACS 기술기준 제정안	32
제4절 소결	33
제4장 드론탐지레이다 기술기준 개정	37
제1절 배경	37
제2절 드론탐지레이다 기술기준 항목	37
제3절 드론탐지레이다 기술기준 제정안	41
제4절 소결	32

제5장 통합공공망 IoT 관련 기술기준 및 시험방법 개정	47
제1절 배경	47
제2절 통합공공망 IoT 기술기준 개정안	47
제3절 통합공공망 IoT 시험방법 개정안 마련	55
제4절 소결	66
 제6장 아날로그 무전기 관련 기술기준 개정	 69
제1절 배경	69
제2절 무선국 현장 점검 결과 자료(중관소, 2024.5.7.)	70
제3절 간이무선국 등 무선설비 기술기준 부칙 내용	76
제4절 소결	76
 [참고문헌]	 77

표 목 차

[표 1] 해상 익수자 위치발신장치(MOB) 최소 성능기준 가이드라인	23
[표 2] AeroMACS 기술기준 항목	31
[표 3] AeroMACS 기술기준 제정안	32
[표 4] 드론탐지레이다 기술기준 항목	37
[표 5] 드론드론탐지레이다 기술기준 제정안	41
[표 6] 700MHz 대역 주파수 이용 현황	47
[표 7] 기술기준 항목 연구반 검토 내용	48
[표 8] 통합공공망 IoT 관련 간이무선국 등 기술기준 개정안	54
[표 9] 불요발사 기준값	57
[표 10] 스푸리어스 기준값	59
[표 11] 부차적 전파 발사 조건 기준값	63
[표 12] 현장점검 결과	70
[표 13] 디지털 무전기 현장 측정 결과	71
[표 14] 마이크로 컨트롤러를 이용한 교신지연 측정 결과	71
[표 15] 통화 끊김 측정 결과	72
[표 16] 다수 무전기로 교신 중 끼어들기 측정 결과	72

그림 목 차

[그림 1] 선박의 역사.....	19
[그림 2] 해상통신의 발전	19
[그림 3] 해상 무선설비의 종류	20
[그림 4] 해상 조난사고 현황	20
[그림 5] 해상업무용 무선설비 기술기준 개정 내용	27
[그림 6] 드론탐지레이다 변조방식별 분류.....	38
[그림 7] 드론탐지레이다 기술기준 항목	38
[그림 8] 드론탐지레이다 주파수영역 마스크.....	39
[그림 9] 드론탐지레이다 기술기준 항목	40
[그림 10] 드론탐지레이다 기술기준 참조규격	41
[그림 11] 안테나 공급전력 측정.....	56
[그림 12] 점유주파수 대역폭 측정	56
[그림 13] 주파수 허용편차 측정.....	57
[그림 14] 불요발사 측정	58
[그림 15] 스푸리어스 측정	59
[그림 16] 스푸리어스 측정(758 MHz 이상 773 MHz 이하)	60
[그림 17] 스푸리어스 측정(773 MHz 이상 803 MHz 이하)	60
[그림 18] 스푸리어스 측정((5)의 (가))	61
[그림 19] 스푸리어스 측정((5)의 (나))	61
[그림 20] 인접채널 누설전력 측정	62

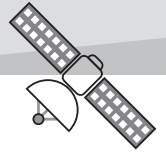
[그림 21] 부차적 전파발사 측정(1)	63
[그림 22] 부차적 전파발사 측정(2)	64
[그림 23] 수신 선택도 측정(756.5 MHz)	64
[그림 24] 수신선택도 측정(762.5 MHz)	65
[그림 25] 수신선택도 측정(768.5 MHz)	65





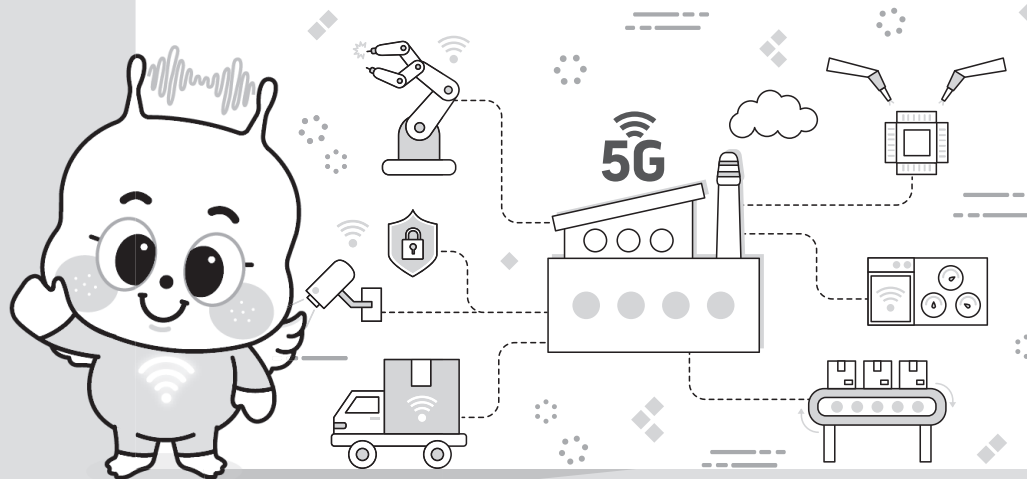
국립전파연구원
National Radio Research Agency

National
Radio
Research
Agency



제1장

서론



제1장 서론

전파자원 기술기준의 안정적 기반 조성 업무에는 해상, 항공, 육상 등 지상망 기술기준 및 시험방법 제·개정 업무와 국제표준화 활동, 주파수 이용 타당성 검토 등의 업무가 있다. 본 보고서에서는 기술기준과 시험방법 제·개정 업무와 관련된 기술 배경과 세부 검토사항에 대하여 기술하였다.

해상업무용 기술기준 및 시험방법 관련 내용은 2장 해상 무선설비의 최소 성능기준 마련 및 기술기준 개선에 기술하였다. 최근 스타링크 등 위성을 이용한 해상 인터넷 수요가 급격히 증가하고 있고 해상레저, 무인선박, 스마트 항만 등이 급격히 발달하고 있다. 그러나 발달하는 기술과는 반대로 해상선박 및 인명에 대한 사고 역시 증가하고 있다. 선박 충돌, 전복 등 선박사고 및 조난자의 수는 증가하고 있으나, 조난자의 위치를 정확하게 파악하여 발신하는 장치에 대한 성능은 신뢰할 수 없어 실제 현장에서 구조가 불가능한 경우가 많다. 이에 따라 해상 관련 기관에 익수자 위치발신용 무선설비에 대한 최소 성능기준을 마련함으로써 인명안전장비임에도 불구하고 조난 현장에서 제대로 작동하지 않는 문제점을 해결하여 실효성이 향상되었으며 여객선·어선·소형어선·레저선박 등 선박 종류에 따라 인명안전장비에 대한 선택성이 높아지도록 하였다.

항공업무용 기술기준 관련 업무는 3장 공항이동통신시설(AeroMACS) 기술기준(안) 마련에 서술하였다. ICAO(국제민간항공기구)는 항공수요의 지속적 증가가 예측됨에 따라 효율적인 항공교통관리를 위하여 공항이동통신시설(이하 “AeroMACS”)의 기술마련 및 구축을 추진 중이다. 아울러, 미국, 유럽 등은 AeroMACS 기술 개발(표준화) 및 지상·항공기 탑재장비를 개발하고 있다. 이에 국립전파연구원은 국제 표준과 부합되는 AeroMACS 기술기준(안)을 마련하여 항공업무용 기술기준 개정을 추진 예정이다.

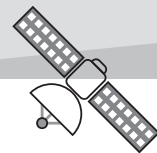
간이무선국·우주국·지구국의 무선설비 및 전파탐지용 무선설비 등 그 밖의 업무용 무선설비의 기술기준(이하 간이무선국 등 기술기준) 개정 내용은 4장부터 6장까지 이다. 4장에는 드론탐지레이다 기술기준 개정내용이며 5장은 통합공공망 IoT 기술기준, 6장은 아날로그 무전기 사용 허용을 위한 기술기준 부칙 개정 내용을 정리하였다.





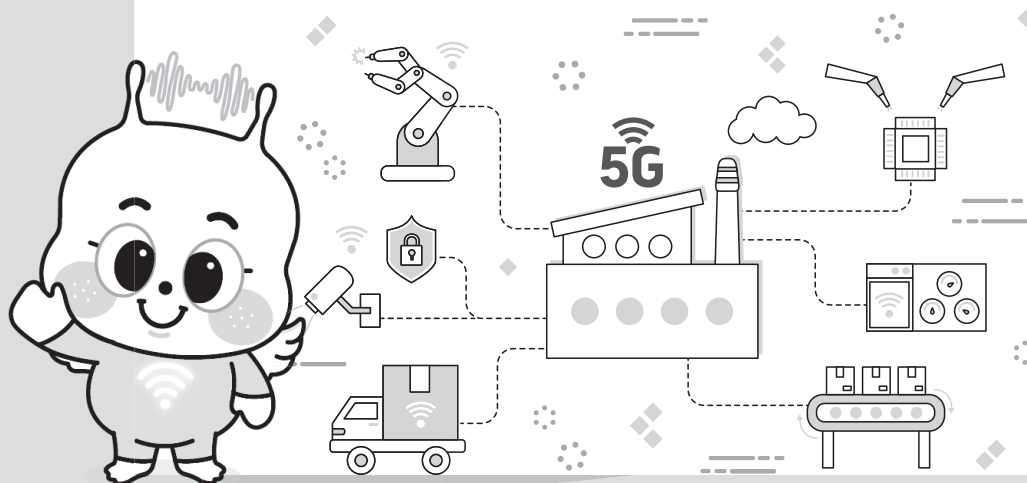
국립전파연구원
National Radio Research Agency

National
Radio
Research
Agency



제2장

해상 무선설비의 최소 성능기준 마련 및 기술기준 개선



제2장 해상 무선설비의 최소 성능기준 마련 및 기술기준 개선

제1절 배경

선박은 BC 6000년경 이후 인더스강, 티크리스유프라테스강, 나일강, 황하강 중심의 인류의 문화 문명의 발상과 더불어 진화하였다. 아래 그림은 선박의 역사를 보여준다.

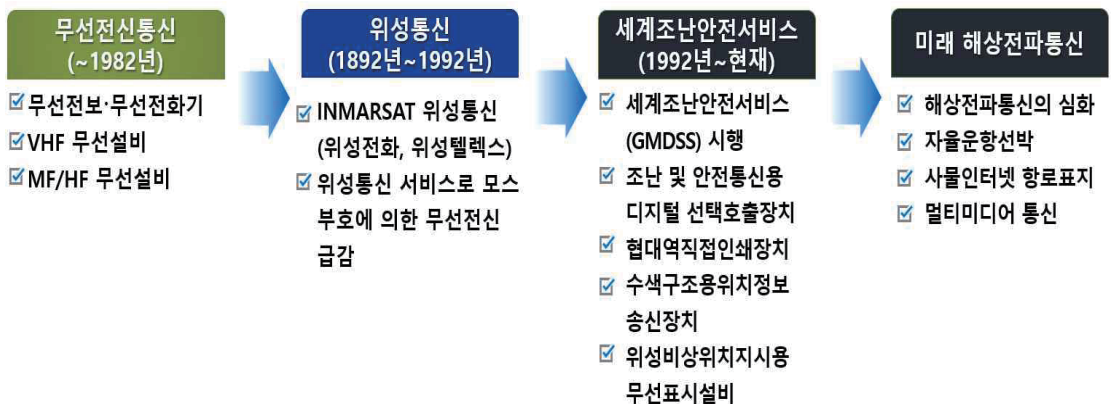
[그림 1] 선박의 역사



선박의 역사와 더불어 전파통신의 역사는 1897년 최초의 해상전파통신을 시작으로 1901년 마르코니의 무선전신을 이용한 대서양 횡단 무선통신 성공, 국제신호 SOS채택, 1912년 타이타닉호의 빙하충돌을 계기로 무선통신 규제 시작, 최근의 정밀레이다, 수색구조용위치정보장치 및 향후 자율운항선박 및 스마트 항구까지 해상전파통신과 함께하였다.

우리나라는 1910년 월미도의 무선전신소와 광제호가 최초로 해상전파통신을 시도하면서 아래와 같이 무선전신통신, 위성통신, 세계조난안전서비스, 미래 해상전파통신으로 역사를 이어나가고 있다.

[그림 2] 해상통신의 발전



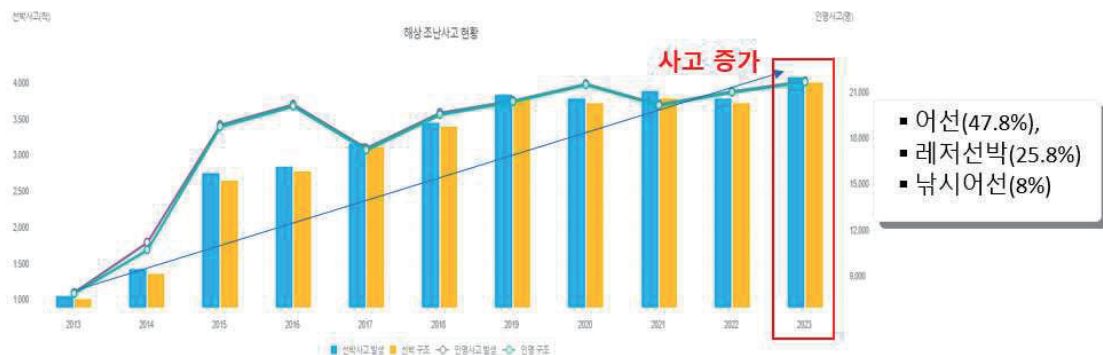
전 세계는 해상에서의 인명안전을 위한 국제협약을 1974년 체결하고 해상조난 및 안전 항해를 위하여 해상전파를 이용한 통신용, 항해용, 인명선박구명용 설비 등을 의무적으로 탑재하도록 하였다.

[그림 3] 해상 무선설비의 종류



최근 스타링크 등 위성을 이용한 해상 인터넷 수요가 급격히 증가하고 있고 해상레저, 무인선박, 스마트 항만 등이 급격히 발달하고 있다. 그러나 발달하는 기술과는 반대로 해상선박 및 인명에 대한 사고 역시 증가하고 있다. 이 중 어선이 47.8%, 레저선박이 25.8%, 낚시어선이 8%에 달하고 조난자의 위치조차 파악하지 못하고 구조하지 못하는 경우가 매년 60명 이상이다.

[그림 4] 해상 조난사고 현황



해상사고 예방 및 사고피해 최소화를 위해서는 무선통신설비 도입을 통한

해상안전 확보가 필요하며 시험인증 도입을 통해 무선설비 제품 안전성 확보가 필요하다. 본 장에서는 해상 무선설비의 최소 성능 기준 및 기술기준 개선을 위한 연구결과를 보여주고자 한다.

제2절 해상 익수자 위치발신장치(MOB) 최소 성능기준 가이드라인 마련

해마다 선박 충돌, 전복 등 선박사고 및 조난자의 수는 증가하고 있으나, 조난자의 위치를 정확하게 파악하여 발신하는 장치에 대한 성능은 신뢰할 수 없어 실제 현장에서 구조가 불가능한 경우가 많다. 또한, 어선 전복시 선박 및 인명안전 수색을 위해서는 1선박당 7억 2천여만원의 비용이 발생(2023.2.4. 청보호 사건, 조명탄 및 민간어선 동원 등)한다고 한다. 해상 조업 선원 등은 조업에 불편하다는 이유 등으로 구명조끼 착용을 꺼려하고 있다. 과기정통부 및 해수부는 이러한 문제를 해결하고자 해상 조난자 위치발신장치 개발에 오랫동안 관련 연구 등에 힘을 기울여 왔다. 국립전파연구원은 시중에 유통 중이거나 개발 중인 익수자 위치발신장치에 대한 성능측정을 2022년부터 수행하였다. 연구결과 전파 특성상 해수면 아래에서는 익수자의 위치를 알려주는 신호의 전송이 거의 불가능하였다. 또한, 해수부(수협) 및 한국방송통신전파진흥원에서 개발 및 시험보급 중인 익수자 위치발신 장치는 출력이 너무 낮아 실질적으로 악천후 환경에서는 장비의 효용성이 매우 떨어지고 수신율이 50%도 되지 않는 등 다양한 문제가 발생하였다. 924.645~924.655MHz 및 924.695~924.705MHz 주파수를 사용하는 해상 조난위치발신용 무선설비는 출력이 높아 실질적으로 조난자의 위치를 파악할 수 있었으나 해군·해경에서만 독점적으로 사용하고 있었다. 국립전파연구원은 이러한 문제를 해결하고자 해상 인명안전 통신협의체를 2022년 구성하여 다양한 실험 및 연구를 수행하였다. 먼저 개발 및 유통 중인 익수자 위치발신장치에 대한 챔버 및 실험역 측정을 통하여 소출력으로는 송신거리가 매우 짧고 수신율이 50% 미만으로 인명구조에 실효성이 낮음을 밝혔다. 편리성을 위한 시계형, 목거리형, 발목부착 형 등은 출력에 상관없이 해수면 아래에서 전파가 제대로 송신되지 않기 때문에 전파송신 및 수신율을 감안하여 해수면 최소 10cm 이상에서 동작하는 방안을 간구하도록 유도하였으며 구명조끼 의무화를 고려 구명조끼 부착형 등을 권고하였다. 이러한 연구를 바탕으로 한국방송통신전파진흥원과 수협은 소출력으로 어선 보급사업을 수행하지 않기로 2022년 결정하였으며 한국방송통신전파진흥원은 관련 기술을 수협에게 제공하고 수협은 2023년부터 출력을 높여 고도화 사업을 다시 수행

하기로 하였다. 해군과 해경은 「간이무선국·우주국·지구국의 무선설비 및 전파탐지용 무선설비 등 그 밖의 업무용 무선설비의 기술기준」 제18조(해상 조난자 위치발신용 무선설비) 무선설비를 해수부(수협) 및 민간에서도 사용할 수 있음을 인지하고 관련 대책 및 구조 등을 간구할 것을 협의하였다. 당초에는 익수자위치발신장치를 국제표준처럼 160MHz대역인 자동식별장치 주파수를 사용하기를 권고하려 하였으나 160MHz대역으로 익수자위치발신장치를 개발할 경우 900MHz대역에 비하여 주파수가 낮아 발신장치가 커질 수밖에 없기 때문에 어민들이 낚시 및 그물작업을 수행하기에는 매우 불편할 수 밖에 없었다. 또한 소형어선에서는 160MHz대역을 수신할 수 있는 장비가 없는 경우가 많고 자동식별장치 주파수인 160MHz대역을 익수자위치발신장치로 사용할 경우 연안에서 선박 등 많은 장비가 해당주파수를 사용하고 있어 실제 익수자가 발생할 경우 구조가 불가능할 수도 있게 된다. 따라서 대형선박과 원양어선에서는 국제표준 주파수를 이용한 익수자위치발신장치를 연안 및 소형어선에서는 수협을 통한 900MHz대역 익수자 위치발신장치 설치가 다양한 측면에서 우수성이 있어 보인다. 이러한 정책적 결정과 시험 등을 통하여 국립전파연구원은 해상 익수자 위치발신장치(MOB) 최소 성능기준 가이드라인을 마련하였다. 가이드라인을 통하여 안개 및 악천후 등 극한 상황에서도 전파를 통하여 원거리(5km 이상)까지 조난자 구조가 가능하도록 하였으며, 보급사업 이전에 사업 재검토 등을 권고함에 따라 어선 전복시 선박 및 인명안전 수색을 위한 극대화 및 소요되는 막대한 세금 낭비 등을 방지할 수 있게 되었다. 해수부(수협) 등 해상 관련 기관에 익수자 위치발신용 무선설비에 대한 최소 성능기준을 마련함으로써 인명안전 장비임에도 불구하고 조난 현장에서 제대로 작동하지 않는 문제점을 해결하여 실효성이 향상되었으며 여객선·어선·소형어선·레저선박 등 선박 종류에 따라 인명안전장비에 대한 선택성이 높아지도록 하였다. 가이드라인에는 익수자 위치발신장치 관련 기술기준(고시)에 대한 정보제공 및 기술기준에 포함되어 있지 않은 데이터 수신율·전송주기, 수신 통달거리, 성능측정 기준 등을 반영하였다. 데이터 전송주기는 초기 구조 골든타임을 고려 10초, 30초, 5분 이내 등으로 위치데이터를 전송하도록 하였으며 통달거리는 송신출력에 따라 5km, 3km, 1km, 200m 이상으로 설정하였다. 가장 중요한 수신율은 파고 1m 이하, 송신장치가 해수면 20cm에서 송신하여 수신 안테나가 해수면으로부터 3m에서 수신할 경우 정상 메시지가 최소 80% 이상 되도록 설정하였다. 익수자위치발신장치(MOB)의 무분별한 개발 및 도입으로 인한 혼란을 미연에 방지하고, 인명 구조에 도움이 될 수 있는 최저 성능기준을 정함으로써 인명안전을 증진에 기여하는데 목적을 둔 결과이다. 가이드라인은 아래 표와 같다.

[표 1] 해상 익수자 위치발신장치(MOB) 최소 성능기준 가이드라인

본 가이드라인은 익수자 위치발신장치(MOB)의 무분별한 개발 및 도입으로 인한 혼란을 미연에 방지하고, 인명구조에 도움이 될 수 있는 최저 성능기준과 측정방법을 정함으로써 해상에서의 인명안전 증진에 기여하고자 함

1. 적용 범위

가. 대상 기기와 내용

해상에서 익수자의 위치를 전송하기 위한 목적으로 사용하는 익수자 위치발신장치(일명 MOB장치)의 최저 성능기준과 측정 방법

나. 관련 기술기준

- ① 해상업무용 무선설비의 기술기준(국립전파연구원 고시) 제26조(자율해상무선기기) 제2항 제2호 및 제3항 제2호
- ② 간이무선국·우주국·지구국의 무선설비 및 전파탐지용 무선설비 등 그 밖의 업무용 무선설비의 기술기준(국립전파연구원 고시) 제18조(해상 조난자위치발신용 무선설비)
- ③ 신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준(과학기술정보통신부 고시) 제8조(RFID/USN 등의 무선설비) 제4항 및 제5항
- ④ 전기통신사업용 무선설비의 기술기준(국립전파연구원 고시) 제4조(이동통신용 무선설비)

2. 일반요건

가. 관련 기술기준에 규정되어 있을 것

나. 적합성평가, 인증, 허가 또는 신고 기준 등은 관련 규정에 따를 것

다. 전기통신사업용 통신망을 사용하는 장치는 관련 기술기준 및 통신망 규격에 적합할 것

라. 2가지 이상의 통신망(또는 통신기술)을 사용하는 복합장치의 경우에는 각각의 통신망(또는 통신기술)에 대한 기술기준과 성능기준을 만족할 것

마. 송신 또는 수신장치는 각각 최근 24시간동안 송신 또는 수신한 MOB 데이터를 저장할 수 있는 저장장치를 갖추고, 외부 장치를 사용하여 읽어냄이 가능할 것

바. 오작동 및 허위 신호 발신을 방지할 수 있도록 구성할 것

사. 본체의 외부 색상은 황색 또는 주황색일 것

아. 본체의 외부에 배터리 유효기간(1차 전지를 사용하는 경우)이 표시되어 있을 것

3. 데이터 전송 주기

가. 데이터 전송 주기

- ① 작동 개시 후 초기 1분 이내 : 10초 이내
- ② 작동 개시 후 1분 초과 5분 이내 : 30초 이내
- ③ 작동 개시 후 5분 초과 : 5분 이내

나. 해상업무용 무선설비의 기술기준 제26조제2항제2호에 규정된 장치는 국제기준을 따를 것

4. 성능측정 기준

가. 측정 장소 및 환경 : 연안 해역, 파고 1.0 m 이하

나. 안테나 높이 및 허용 오차

- ① 송신장치 안테나 : 해수면상 20 cm
- ② 수신장치 안테나 : 해수면상 3 m
- ③ 안테나 높이 허용 오차 : $\pm 5\%$

※ 전기통신사업용 통신망을 사용하는 장치의 경우에는 수신안테나 높이는 적용하지 않음

다. 안테나 설치 장소

- ① 송신장치 안테나 : 해수면상 부유물에 설치
- ② 수신장치 안테나 : 부유 상태의 선박에 설치

라. 송신장치 출력 : 장치별 허용 최대 출력

마. 최소 측정 시간 : 1회당 연속하여 아래의 항목 중 긴 시간

- ① 30분 이상
- ② 평균 송신주기의 100배 이상

바. 측정 거리 : 장치별 최소 통달거리 기준

5. 최소 성능 기준

가. 최소 수신율

- ① 측정시간 동안의 송신 메시지 수에 대하여 오류 없이 정상적으로 수신된 메시지 수로 계산

$$\text{최소 수신율}[\%] = \frac{\text{정상 수신된 메시지 수}}{\text{송신된 메시지 수}}$$

- ② 최소 2회 이상 측정하여 평균으로 계산
- ③ 최소 수신율 80% 이상

나. 최소 통달 거리

- ① 최소 수신율을 만족하는 통달 거리(송수신 장치간 거리)로 계산
 - ② 송신출력 3W 초과인 장치 (장거리형 장치) : 5 km 이상
 - ③ 송신출력 1~3W인 장치 (중거리형 장치) : 3 km 이상
 - ④ 송신출력 200mW 초과~1W인 장치 (단거리형 장치) : 1 km 이상
 - ⑤ 송신출력 200mW 이하인 장치 (초단거리형 장치) : 200 m 이상
- ※ 전기통신사업용 통신망을 사용하는 장치의 경우에는 연안으로부터 송신장치까지 직선거리로 한다.

6. 기타 권고

- 가. MOB 장치의 식별부호는 해당 선박국을 확인할 수 있는 정보를 포함할 것
- 나. 폐쇄망 또는 전기통신사업용 MOB를 운영하는 주체는 자체 통신망에 등록된 MOB 현황을 관리할 수 있을 것

제3절 해상업무용 무선설비 기술기준 개선

해상업무용 무선설비의 기술기준은 주로 ITU(국제전기통신연합)의 국제표준 및 IMO(국제해사기구)의 개정사항을 반영하고 국내 연구반 운영을 통한 산업계의 의견을 수렴하여 개정안을 마련하였다. 연구반은 해양수산부, 해양경찰청, 해군, 과학기술정보통신부 등 정부 기관과 연구기관, 산업체, 대학, 시험인증기관, 수협중앙회, 한국정보통신기술협회 등으로 구성되어 있다. 주요 개정내용은 인명안전 및 해상선박의 안전을 강화하고 불필요한 내용 삭제 및 국제표준 부합화를 위하여 수색구조용 위치정보 송신장치 등 총 5개 조항 및 별표1(초단파대 해상이동업무용 주파수)를 개정하였다.

수색구조용 위치정보 송신장치(제8조)는 국제표준에 비하여 강화되었던 수색구조용 기술기준 규제내용을 국제표준 수준으로 완화 및 도식화한 것으로 기존 4GHz이하에서 평균전력에 대한 스퓨리어스 발사 허용치에 대한 규제를 특정대역(108MHz~137MHz, 156MHz~161.5MHz, 406.0MHz~406.1MHz, 1525MHz~1610MHz)에서 국제수준인 25μW 이하일 것으로 완화하였다.

위성 비상위치 지시용 무선표지설비(제11조)는 위성 비상위치 지시용 무선표지설비에 선박자동식별장치기능을 의무적으로 갖추도록 국제표준이 개정됨에 따라 관련 내용이 추가되었다. 본 조항은 국제해사기구(IMO)에서 운영되는 해상인명

안전협약(SOLAS)으로 국제기준(RESOLUTION MSC.471(101)) 개정에 따라 「해상업무용 무선설비의 기술기준」에 동 개정내용을 반영한 것임에도 불구하고 모든 개정사항에 대한 기술영향평가를 위한 대응을 하였다. 먼저 제11조 제①항 위성비상위치지시용 무선표지설비에 대하여는 국제협약과 동일하게 406MHz에서 406.1MHz범위의 주파수에서 자유롭게 전파형식을 사용할 수 있도록 규정을 개정(G1B 전파 삭제)하였으며 위성비상위치지시용 무선표지설비에 선박자동식별장치 호밍용 무선표지기능이 제공되도록 규정을 개정하였다. 제②항 항해자료기록저장 장치가 부착된 위성비상위치지시용 무선표지설비는 기존에는 간이항해기록장치만 위성비상위치지시용 무선표지설비(EPIRB)를 부착하였으나 현재는 모든 항해기록 장치가 EPIRB를 부착하여야한다는 국제 기준을 반영하여 개정하였다. 마지막으로 제 ③항 개인위치지시용 무선표지설비는 해상에서 개인의 조난 위치를 신속하게 찾을 수 있도록 현행 위성항법시스템의 위치정보를 송신하는 신호 외에 항공기 호밍 신호(121.5MHz)를 추가하였다.

선상통신국(제14조2)은 선상통신국 채널간격에 대한 점유주파수 대역폭이 정의 되어 있지 않아 시험 등에 어려움이 있어 채널간격 25 kHz를 사용하는 아날로그 송신장치는 점유주파수를 16 kHz, 채널간격 12.5 kHz를 사용하는 아날로그 송신장치는 점유주파수를 8.5 kHz로 규정을 명확화하였다.

자율해상무선기기(제26조)는 식별번호·항해상태 등의 전송메시지의 모호성을 해결하고자 ITU-R M.2135 권고를 따를 것으로 규정을 명확화하였다. 또한, 기존 자동식별장치기술을 사용한 자율해상무선기기는 익수자위치발신, 항로표지, 어망 위치발신 등에 활용하여 왔으나 최근 해수 흐름 연구 등 시험 목적의 자율해상 무선기기의 필요에 따라 관련 국제표준(ITU-R M.2135)을 반영하여 「자동식별장치 기술을 사용하지 않는 자율해상무선기기」 기술기준을 「해상업무용 무선설비의 기술기준」 제26조제3항제4호에 신설하여 관련 연구와 실험을 할 수 있도록 하였다.

마지막으로 별표1(초단파대 해상이동업무용 주파수)의 일부 주석 오류 등을 수정(현행과 같음 → 채널 70은 디지털 선택호출 전용으로 사용되어야 한다 등)하였다. 해상업무용 무선설비의 기술기준 개정내용은 아래와 같다.

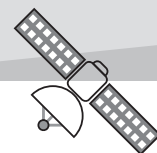
[그림 5] 해상업무용 무선설비 기술기준 개정 내용

무선설비명	개정내용
수색구조용 위치정보 송신장치 (제8조)	국제표준에 비하여 강화되었던 수색구조용 기술기준 규제 내용을 국제표준 수준으로 완화 및 도식화 - 스푸리어스 발사의 허용치를 국제수준으로 규제개선 (기존 : 4GHz 이하에서 평균전력에 대한 규제)
위성비상위치지시용 무선표지설비 (제11조)	위성 비상위치 지시용 무선표지설비에 선박자동식별장치기능을 의무적으로 갖추 도록 국제표준이 개정됨에 따라 관련 내용 추가
선상통신국 (제14조의2)	선상통신국 채널간격에 대한 점유주파수 대역폭이 정의되어 있지 않아 시험 등에 어려움이 있어 규정 명확화 - 채널간격 25 kHz를 사용하는 아날로그 송신장치는 점유주파수를 16 kHz, 채널간격 12.5 kHz를 사용하는 아날로그 송신장치는 점유주파수를 8.5 kHz 등
자율해상무선기기 (AMRD) (제26조)	식별번호 · 항해상태 등의 전송메시지의 모호성을 해결하고자 ITU 권고를 따를 것 으로 국제표준으로 부합화, 실험국 개설이 가능하도록 개정
초단파대 해상이동업무용 주파수 (별표1)	주석오류 수정

제4절 소결

본 장에서는 해상 인명사고 최소화를 위한 인명 구조장비에 대한 성능측정 및 분석결과를 통하여 해상 익수자위치발신장치 최소 성능기준 가이드라인을 마련하였다. 또한, 국제표준을 바탕으로 해상업무용 무선설비의 기술기준 개정결과를 설명하였다. 향후 조난장비 관련 협의체를 통하여 본 가이드라인을 실험 및 측정을 통하여 업그레이드할 예정이며 레이다 간 혼 · 간섭 연구 및 ITU 활동 등을 통하여 디지털선택호출장치, 인말새트선박지구국, VHF Data Exchange System, VTS레이다 등의 기술기준 개정(안)을 마련할 예정이다.

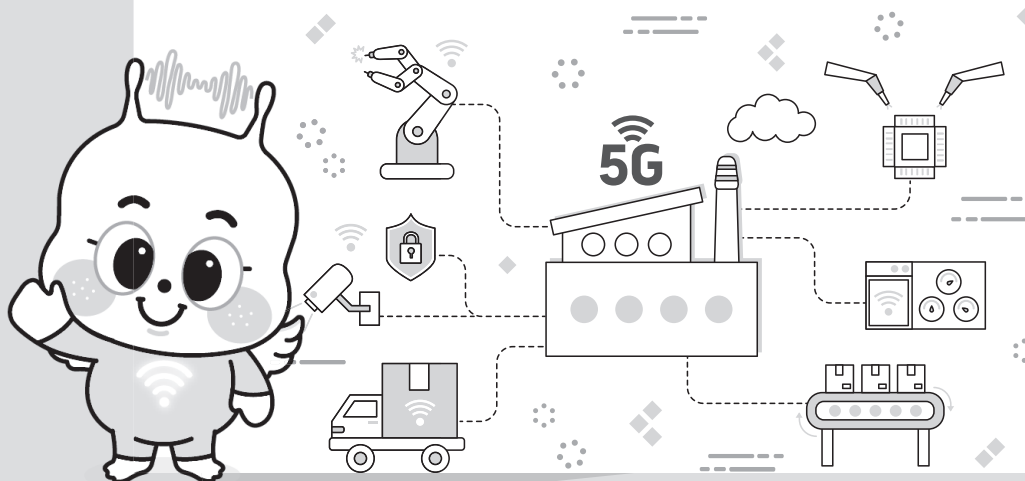




National
Radio
Research
Agency

제3장

공항이동통신시설 (AeroMACS) 기술기준(안) 마련



제3장 공항이동통신시설(AeroMACS) 기술기준(안) 마련

제1절 배경

최근 항공기에서 요구되는 데이터 트래픽이 증가함에 따라 높은 데이터 전송률과 안정적인 성능을 보이는 광대역 통신 시스템의 필요성이 증대하고 있으며, 정확한 실시간 항공 교통량 예측 및 항공 관계자간 빠른 항공교통 상황 공유와 다양한 정보 교환의 필요성이 증가되고 있다. 이에 ICAO(국제민간항공기구)는 항공수요의 지속적 증가가 예측됨에 따라 효율적인 항공교통관리를 위하여 공항이동통신시설(이하 “AeroMACS”)의 기술마련 및 구축을 추진 중이다. 아울러, 미국, 유럽 등은 AeroMACS 기술 개발(표준화) 및 지상·항공기 탑재장비를 개발 및 시험하는 등의 국제동향을 보이고 있다.

이에 국립전파연구원은 국제 표준과 부합되는 AeroMACS 기술기준(안)을 마련하여 항공업무용 무선설비의 기술기준을 제정하여 항공관제정보의 신속한 전달 등을 통해 항공기 운항 등의 안전성을 확보하는 등의 기대효과를 예상하고 있다.

제2절 AeroMACS 기술기준 항목

AeroMACS 기술기준은 ICAO, FCC, SESAR, ITU-R의 국제표준과 부합화하여 다음과 같은 주요 내용으로 검토하였다.

[표 2] AeroMACS 기술기준 항목

- 제3조제28호, 제23조 신설
 - 제3조제28호(용어 정의) : AeroMACS 기본 개념 정의
 - 제23조 : AeroMACS 공통조건, 기지국·이동국 송신장치의 조건 기술기준 규정
 - (공통조건) : 통신방식, 전파형식, 점유주파수대역폭 허용치
 - (기지국·이동국 송신장치의 조건) : 기지국·이동국 주파수허용편차, 등가등방복사 전력 및 대역외발사·스퓨리어스 발사 조건

먼저, AeroMACS 정의로 공항 내에서 이용하는 타 이동통신과의 구분을 위해

“공항이동통신시설(AeroMACS)”이란 공항 내 지상에서 사용하는 항공교통 용도의 이동통신용 무선설비로 정의하였다.

공통조건으로는 직교주파수분할 다중접속방식(OFDMA)을 사용하는 시분할복신방식을 통신방식으로 사용하고, 전파형식(G7W, D7D, D7W, G7W 또는 W7W 중 하나 이상 사용)과 점유주파수대역폭 허용치(5MHz 이내)를 공통조건으로 마련하였다.

기지국과 이동국의 송신장치의 조건으로는 등가등방복사전력(EIRP) 기준값의 경우 ICAO에서는 고도에 따른 기준값을 규정하고 있지 않지만, FCC에서 고도에 따라 4가지 기준을 규정하고 있다. AeroMACS는 지상에서만 사용하는 시스템으로 고도 측정의 어려움 등을 고려하여 고도에 대한 내용은 제외하여 기지국은 39.4dBm, 이동국은 30dBm 이하로 기준하였다.

또한, 스푸리어스 발사 조건의 경우 ICAO에서 별도 규정하고 있지 않으며, 이동통신 기술은 스푸리어스 발사가 거의 없을 것으로 예상되나, 타 무선국과의 간섭 영향을 확인하기 위해서 FCC와 ITU-R의 기준을 준용하였다.

그 외에도, 대역외발사, 기지국·이동국 주파수허용편차에 대해서도 추가하여 기술기준 제정안을 마련하였다.

제3절 AeroMACS 기술기준 제정안

[표 3] AeroMACS 기술기준 제정안

제3조제28호를 다음과 같이 신설한다.
28. “공항이동통신시설(AeroMACS)”이란 공항 내 지상에서 사용하는 항공교통 용도의 이동통신용 무선설비를 말한다.
제23조를 다음과 같이 신설한다.
제23조(공항이동통신시설) ① 5,091 MHz부터 5,150 MHz까지의 주파수를 사용하는 공항이동통신 무선설비의 기술기준은 다음 각호와 같다.
1. 공통조건
가. 통신방식은 직교주파수분할 다중접속방식(OFDMA)을 사용하는 시분할복신방식 일 것

나. 전파형식은 G7W, D7D, D7W, G7W 또는 W7W 중 하나 이상을 사용할 것
다. 점유주파수대역폭 허용치는 5 MHz 이내일 것

2. 기지국/ 이동국 송신장치의 조건

가. 기지국 주파수허용편차는 지정주파수의 $\pm 2 \times 10^{-6}$ 이내일 것

나. 이동국 주파수허용편차는 (기지국)지정주파수 부반송파간격의 $\pm 2 \times 10^{-2}$ 이내일 것

다. 등가등방복사전력은 기지국 39.4 dBm, 이동국 30 dBm 이하일 것

라. 대역외발사는 다음 조건을 만족할 것

지정주파수로부터 이격주파수(Δf)	기준값(평균전력)	분해대역폭
2.5 MHz 이상 2.75 MHz 미만	$26 + 145 \log [(\Delta f / \text{점유주파수대역폭} (BW) / 0.5)]$ dB	100 kHz
2.75 MHz 이상 5 MHz 미만	$32 + 31 \log [(\Delta f / \text{점유주파수대역폭} (BW) / 0.55)]$ dB	100 kHz
5 MHz 이상 7.5 MHz 미만	$40 + 57 \log (\Delta f / \text{점유주파수대역폭} (BW))$ dB	100 kHz
7.5 MHz 이상	50 dB	100 kHz

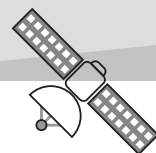
마. 스푸리어스 발사는 다음 조건을 만족할 것

주파수대역	분해대역폭	기준값(평균전력)
30MHz < f < 1GHz	100 kHz	-36 dBm
1GHz < f < 12.75GHz	30 kHz ($2.5 \times BW \leq$ 지정주파수로부터 이격주파수 < $10 \times BW$)	-30 dBm
	300 kHz ($10 \times BW \leq$ 지정주파수로부터 이격주파수 < $12 \times BW$)	-30 dBm
	1 MHz ($12 \times BW \leq$ 지정주파수로부터 이격주파수)	-30 dBm

제4절 소결

이번 장에서는 국제표준을 토대로 마련한 공항 지상 전용의 무선통신시스템인 AeroMACS 기술기준 개정안에 대해 살펴보았다. 이번에 마련한 기술기준 개정안으로 2025년 기술기준 개정을 추진하여 항공관제정보의 신속한 전달 등을 통해 항공기 운항 등의 안전성을 확보 등에 기여하고자 한다.

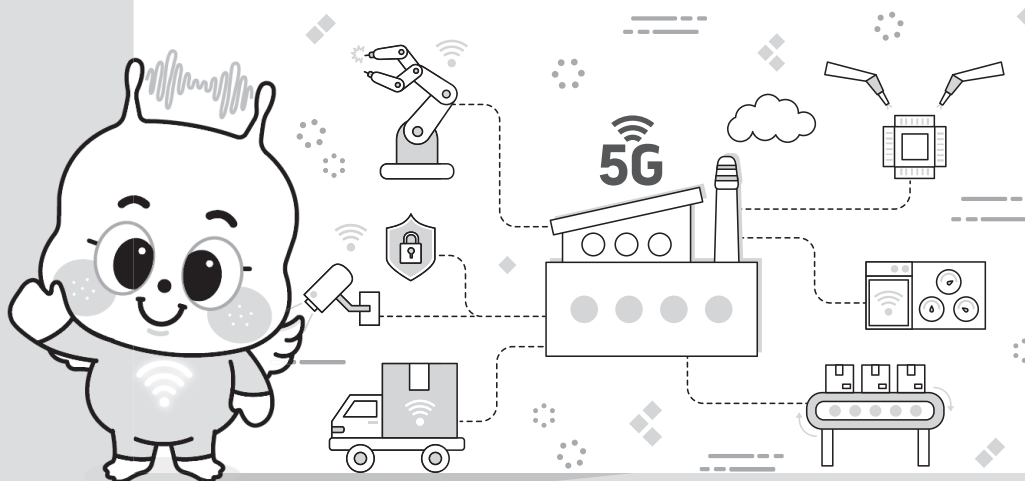




National
Radio
Research
Agency

제4장

드론탐지레이다 기술기준 개정



제4장 드론탐지레이다 기술기준 개정

제1절 배경

드론 이용이 활성화되면서 비인가, 불법 드론 등으로부터 국가 중요시설 보호를 위한 드론탐지레이다의 수요도 증가하는 상황이다. 이에 국립전파연구원은 드론탐지 성능을 확보하고 레이다간 주파수 혼·간섭을 최소화할 수 있도록 2023년에 드론탐지레이다 기술기준안을 마련하여 확인시험을 거쳐 2024년에 기술기준 개정을 추진하였다. 드론탐지레이다 기술기준에는 기존 드론탐지레이다 주파수이용 가이드라인(2021, 과기정통부)을 기반으로 주파수범위, 안테나공급전력, 점유주파수대역폭, 대역외발사, 스푸리어스 등에 대한 최소 조건이 담겼다. 드론탐지레이다 기술기준 제정으로 탐지 대상 등 드론탐지레이다의 정의를 명확하게 하였고, 혼·간섭 영향 최소화 기준 적용을 통한 소비자 주권 보호와 주파수 이용효율 증대가 될 것으로 기대한다. 또한 기술기준이 없어 실험국(매년 검사)으로 운영하던 무선국을 일반무선국(5년 주기 검사)으로 전환하여 무선국 검사 부담을 완화하게 하는 효과도 발생한다.

제2절 드론탐지레이다 기술기준 항목

드론탐지레이다 기술기준의 주요내용은 드론탐지레이다의 정의, 혼·간섭 영향 최소화를 위한 점유주파수 대역폭, 스푸리어스발사 등이다.

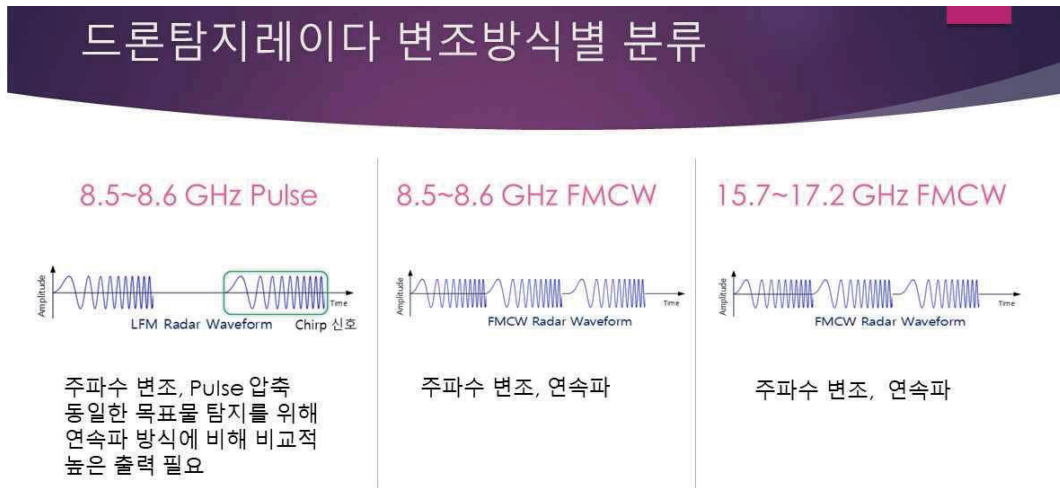
[표 4] 드론탐지레이다 기술기준 항목

○ 제3조제8호, 제21조 신설

- 제3조제8호(용어 정의) : 드론탐지레이다의 기본 개념 정의
- 제21조 : 드론탐지레이다 공통조건, 주파수대역·변조방식별 기술기준 규정
 - (공통조건) : 스푸리어스발사, 점유주파수대역폭 세부 기준 규정
 - (주파수대역 및 변조방식) : ① 8.5~8.6 GHz 대역에서 주파수 변조 펄스파 발사 무선설비, ② 8.5~8.6 GHz 대역에서 주파수 변조 연속파 발사 무선설비, ③ 15.7~17.2 GHz 대역에서 주파수 변조 연속파 발사 무선설비

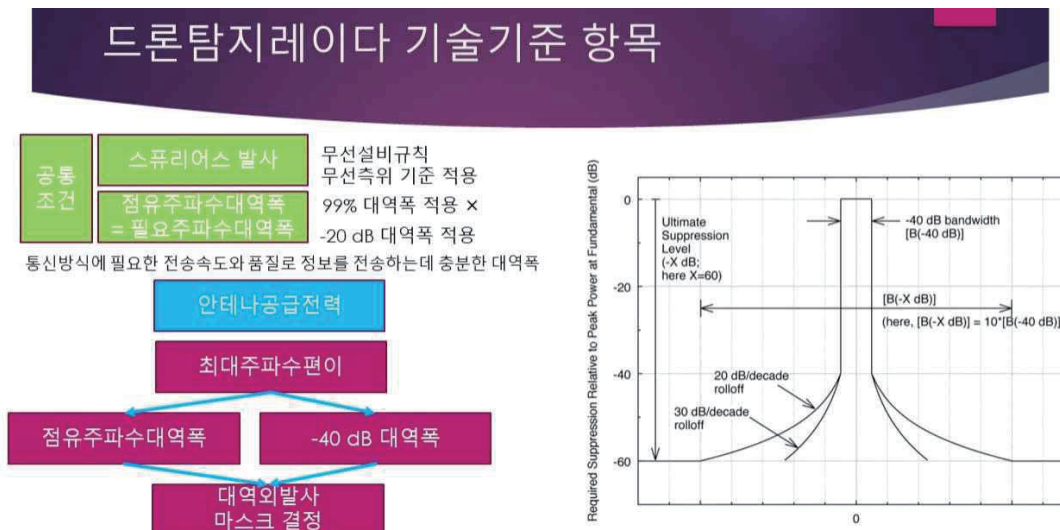
드론탐지레이다는 주파수 대역 및 변조방식별 3가지 방식으로 구분하여 규정하였다. 변조방식별 분류는 아래 그림과 같다.

[그림 6] 드론탐지레이다 변조방식별 분류



드론탐지레이다는 8.5에서 8.6 기가헤르츠 대역에서 주파수변조 펄스파와 주파수변조 연속파를 이용하는 방식, 그리고 15.7에서 17.2 기가헤르츠 대역에서 주파수변조 연속파를 이용하는 방식이 있다. 그림에서 보는 바와 같이 주파수변조 펄스파 방식은 펄스 형태로 송신신호를 보내기 때문에 동일한 목표물 탐지를 위해 연속파 방식에 비해 비교적 높은 출력이 필요하다. 이러한 특성을 반영하여 각각의 기술기준 항목 기준값을 규정하였다. 기술기준에 규정된 드론탐지레이다는 주기적으로 FM변조된 신호를 펄스 또는 연속파로 송출하고 그 신호를 받아 드론을 탐지하는 방식이다.

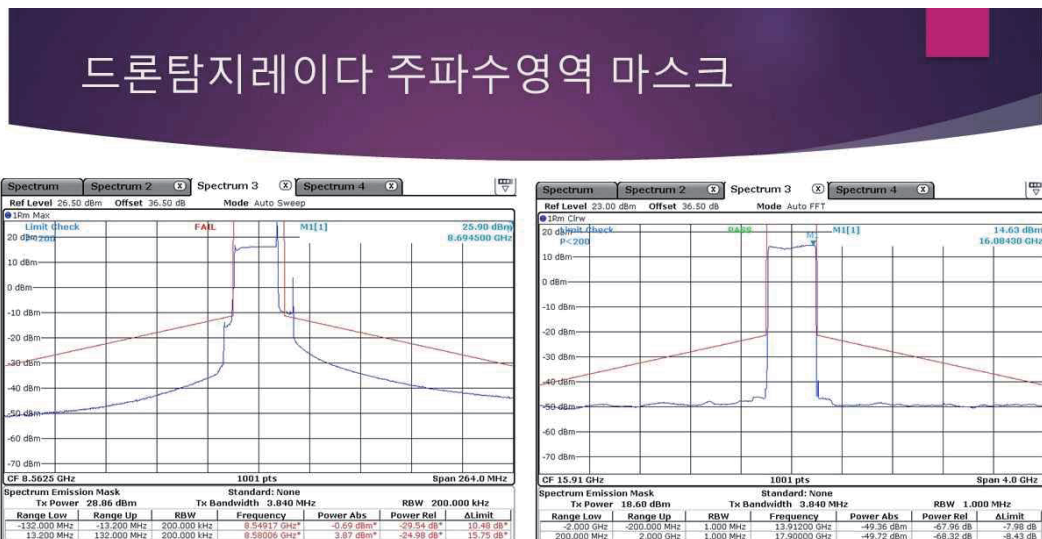
[그림 7] 드론탐지레이다 기술기준 항목



드론탐지레이다 기술기준의 공통조건은 스푸리어스 발사와 점유주파수 대역폭이다. 스푸리어스 발사는 무선설비규칙에 정의되어 있는 무선측위 기준을 적용하였다. 점유주파수대역폭은 레이다는 일반 통신장비와 같이 99% 대역폭을 정의하여 사용할 수 없는 장비이기 때문에 무선설비규칙에서 규정한 필요주파수 대역폭으로 적용하고 그 폭은 -20 dB 대역폭으로 정의하였다. -20 dB 대역폭은 안테나 공급전력 최댓값 보다 20 dB 낮은 지점 사이의 폭을 의미한다. 필요주파수 대역폭은 통신방식에 필요한 전송속도와 품질로 정보를 전송하는데 충분한 대역폭으로 무선설비규칙에 정의되어 있다.

레이다 간 혼간섭을 줄일 수 있는 최소한의 방법은 먼저 점유주파수 대역폭을 제한하고 주파수 스펙트럼 상의 스펙트럼 마스크를 정의한 후 그 마스크 안에 레이다 송신신호가 들어오는지 확인하는 것이 일반적이다. 이러한 스펙트럼 마스크를 정의하는 데 필요한 항목은 안테나 공급전력, 최대주파수편이, 점유주파수 대역폭, -40 dB 대역폭, 대역외 발사 항목이다. 위 그림에서 보듯이 레이다에서 발사되는 신호가 정의된 스펙트럼 마스크 내에 들어가야 기술기준을 만족한 것으로 볼 수 있다.

[그림 8] 드론탐지레이다 주파수영역 마스크



위 그림은 2023년에 수행했던 드론탐지레이다 확인시험 결과이다. 왼쪽 그림은 8.5 기가헤르츠 대역의 스펙트럼 마스크이다. 빨간색 선이 기준이고 파란색 선이 측정된 결과이다. 레이다에서 발사되는 신호중 일부가 마스크를 벗어나는

결과를 보여 부적합으로 판정되었다. 오른쪽 그림은 15에서 17 기가헤르츠 대역 레이더의 스펙트럼 마스크로, 측정결과는 적합이다.

[그림 9] 드론탐지레이더 기술기준 항목

기술기준 항목			
구분	8.5~8.6 GHz, Pulse	8.5~8.6 GHz, FMCW	15.7~17.2 GHz, FMCW
스퓨리어스	43+10log(P) [dB] 또는 60 dB 중 덜 엄격한 값 / P : 안테나공급전력 최댓값		
안테나공급전력	200 W/23 dBi 이하	40 W/26 dBi 이하	40 W/29 dBi 이하
최대주파수편이(F)	33 MHz 이내	42 MHz 이내	200 MHz 이내
점유주파수대역폭	F * 300% 이내	F * 220% 이내	F * 240% 이내
- 40 dB 대역폭	F * 500% 이내	F * 240% 이내	F * 260% 이내
대역외발사	40+20log(2ΔF/(B-40))[dB] 이하 (ΔF는 주파수 이격, (B-40)은 -40 dB 대역폭)		

위 표는 주파수 대역별, 변조방식별 기술기준 항목을 정리한 표이다. 앞서 서술한 것처럼 펄스방식은 동일한 표적물을 탐지하는데 연속과 방식보다 높은 안테나 공급전력이 요구되기 때문에 연속과 방식보다 안테나 공급전력이 높게 설정되었다. 드론탐지레이더는 최대주파수편이로부터 점유주파수 대역폭과 -40dB 대역폭의 기준값이 도출된다. 드론탐지레이더에서 설정한 최대주파수 편이에 따라 대역폭이 달라지기 때문에 최대주파수 편이, 점유주파수대역폭, -40 dB 대역폭의 상한값만 정하고 상황에 따라 자유롭게 운용할 수 있도록 기술기준을 정하였다. 모두 지정된 주파수 대역폭을 초과하지 않도록 기준값을 정했지만 펄스 방식은 주파수 스펙트럼 특성이 넓게 퍼지는 형태이기 때문에 점유주파수 대역폭만 지정주파수 대역폭을 초과하지 않도록 하였고, -40 dB 대역폭은 다른 방식에 비해 여유를 두고 규정하였다. 펄스 방식 드론탐지레이더는 다른 레이더에 비해 송신 출력이 비교적 낮고 펄스 형태의 신호를 송출하기 때문에 다른 무선기기에 별다른 영향을 미치지 않을 것으로 판단하고 기준값을 규정하였다.

기술기준안 마련시 참조한 규격은 아래 표와 같다. ITU-R 권고와 미국 NTIA, 유럽의 ECC, ETSI 규격을 참조했고, 과기정통부의 가이드라인을 참조

하였다. 미국 NTIA 규격은 우리나라의 기술기준과 주파수분배표가 합쳐진 규격으로 볼 수 있고, 유럽 규격은 표준이지만 표준을 따르지 않는 경우 레이다를 사용할 수 없기 때문에 기술기준에 가까운 표준으로 보면 된다.

[그림 10] 드론탐지레이다 기술기준 참조규격

참조 규격		
구분	규격명	비고
ITU-R	SM.1541/SM.853//SM.329	
미국 (NTIA)	Manual of Regulations and Procedures for Federal Radio Frequency Management(RSEC) 기술기준 + 주파수분배표	National Telecommunications and Information Administration
유럽 (ECC) (ETSI)	ECC REC (02)05 ETSI EN 303-364, 303-347, 303-135 유럽 표준 및 기술기준	Electronic Communications, Committee The European Telecommunications Standards Institute
한국	드론탐지레이다 주파수 이용 가이드라인(2021)	과기정통부

제3절 드론탐지레이다 기술기준 제정안

[표 5] 드론드론탐지레이다 기술기준 제정안

제3조에 제8호를 다음과 같이 신설한다.

8. “드론탐지레이다”란 전파를 발사하고 반사 신호를 받아 드론 활용의 촉진 및 기반 조성에 관한 법률 제2조제1항제1호 및 국가표준(KSW9000) 5.1에서 정한 드론에 대한 표적정보(거리, 위치, 이동속도 등)를 확인하는 무선설비를 말한다.

제21조(드론탐지레이다용 무선설비) 국가중요시설 보호를 위한 8.5~8.6 GHz, 15.7~17.2 GHz 주파수대역에서 운용하는 드론탐지레이다의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 공통조건

- 가. 스푸리어스발사는 안테나공급전력 최댓값(P)에 대해 $43+10\log(P)$ [dB] 또는 60 dB 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 필요주파수대역폭을 적용하며, 그 너비는 안테나공급전력 최댓값 보다 20 dB 낮은 지점 사이의 폭으로 한다.

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

가. 전파형식은 Q1N, Q3N, V1N, V3N 중 하나 이상을 사용하는 것일 것

나. 안테나공급전력은 침투전력 200 W 이하일 것. 다만, 안테나 절대이득이 23 dBi를 초과한 경우에는 그 값만큼 저감시킨 것이어야 하며, 23 dBi 미만인 경우에는 그 값만큼 증가시킬 수 있다.

다. 최대 주파수 편이는 33 MHz 이내일 것

라. 점유주파수대역폭은 최대 주파수 편이의 300 % 이내일 것

마. -40 dB 대역폭은 최대 주파수 편이의 500 % 이내일 것

바. 대역외발사는 침투포락선전력에 대해 $40+20\log(2\Delta F/B_{(-40)})[dB]$ 이하일 것 (ΔF 는 주파수 이격, $B_{(-40)}$ 은 -40 dB 대역폭)

3. 8.5~8.6 GHz 주파수 대역에서 주파수 변조 연속파를 발사하는 무선설비

가. 전파형식은 F1N, F3N, FXN 중 하나 이상을 사용하는 것일 것

나. 안테나공급전력은 평균 40 W 이하일 것. 다만, 안테나 절대이득이 26 dBi를 초과한 경우에는 그 값만큼 저감시킨 것이어야 하며, 26 dBi 미만인 경우에는 그 값만큼 증가시킬 수 있다.

다. 최대 주파수 편이는 42 MHz 이내일 것

라. 점유주파수대역폭은 최대 주파수 편이의 220 % 이내일 것

마. -40 dB 대역폭은 최대 주파수 편이의 240 % 이내일 것

바. 대역외발사는 침투포락선전력에 대해 $40+20\log(2\Delta F/B_{(-40)})[dB]$ 이하일 것 (ΔF 는 주파수 이격, $B_{(-40)}$ 은 -40 dB 대역폭)

4. 15.7~17.2 GHz 주파수 대역에서 주파수 변조 연속파를 발사하는 무선설비

가. 전파형식은 F1N, F3N, FXN 중 하나 이상을 사용하는 것일 것

나. 안테나공급전력은 평균 40 W 이하일 것. 다만, 안테나 절대이득이 29 dBi를 초과한 경우에는 그 값만큼 저감시킨 것이어야 하며, 29 dBi 미만인 경우에는 그 값만큼 증가시킬 수 있다.

다. 최대 주파수 편이는 200 MHz 이내일 것

라. 점유주파수대역폭은 최대 주파수 편이의 240 % 이내일 것

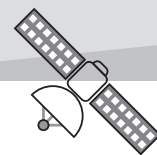
마. -40 dB 대역폭은 최대 주파수 편이의 260 % 이내일 것

바. 대역외발사는 침투포락선전력에 대해 $40+20\log(2\Delta F/B_{(-40)})[\text{dB}]$ 이하일 것
(ΔF 는 주파수 이격, $B_{(-40)}$ 은 -40 dB 대역폭)

제4절 소결

급격하게 증가하는 레이더 수요 증가에 따라 드론탐지레이더 주파수이용 가이드라인에 기반한 기술기준 제정안을 마련하고 2024년 말에 기술기준 개정을 추진하였다. 드론탐지레이더 기술기준 제정안은 주로 주파수 혼·간섭의 영향을 최소화하는 방향으로 항목을 선택하고 스푸리어스발사, 점유주파수대역폭, 최대 주파수편이, 대역외 발사 등의 세부 기준을 정하였다. 기술기준이 규제로서 산업 발전에 방해가 되지 않도록 최소한으로 규정한 것이다. 이로써 레이더간 혼·간섭 영향은 최소화하고 레이더 기술개발을 촉진할 수 있는 계기가 될 것으로 기대한다. 기술기준은 규제이지만 관련 기술기준이 제정됨으로써 기술개발이 활발하게 이루어질 수 있도록 하고 관련 산업을 진흥시킬 수 있도록 그 체계와 위상을 재정립해야 할 필요가 있다.

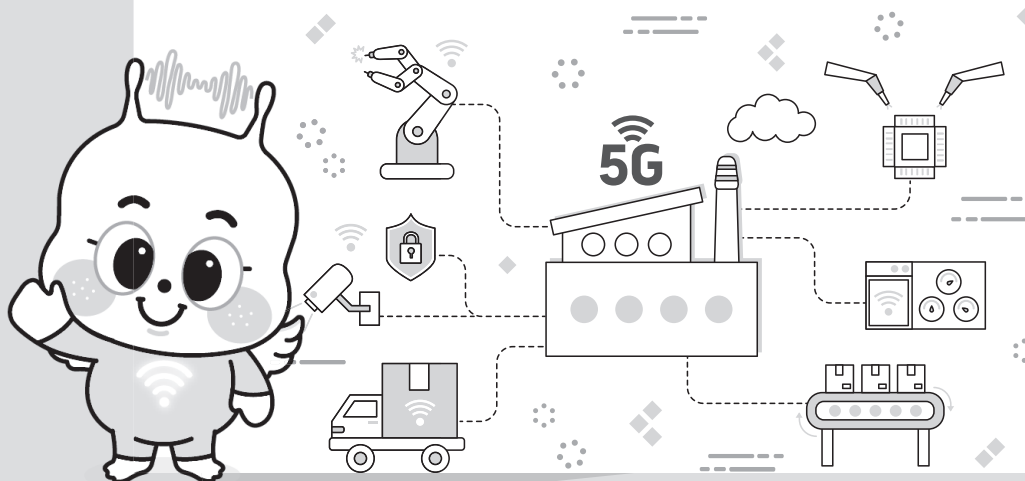




National
Radio
Research
Agency

제5장

통합공공망 IoT 관련 기술기준 및 시험방법 개정



제5장 통합공공망 IoT 관련 기술기준 및 시험방법 개정

제1절 배경

화재·지진 등 신속한 관측 및 재난·사고 예방을 위해 통합공공망 내 사물인터넷(IoT) 사용이 가능하도록 기술기준 개정 연구를 수행하고 기술기준 개정안을 마련하였다. 이는 2023년 행안부가 통합공공망 내 주파수 대역에서 사물인터넷을 사용할 수 있도록 공공주파수 수급계획에 신청을 하였고, 과기정통부가 2023년 12월에 최종 사용 승인을 결정하여 기술기준 개정을 추진하게 되었다. 이에 국립전파연구원은 산·학·연·관 전문가로 구성된 기술기준 연구반을 운영하여 최종 개정안을 2024년에 마련하였다. 연구반에서 작업한 내용은 사물인터넷(IoT) 관련 국제표준(3GPP) 요구사항에 대한 검토 및 분석을 통해 기술기준 개정 초안을 마련하였고 초안에 따라 검증시험을 수행하여 최종 개정안을 마련하였다.

제2절 통합공공망 IoT 기술기준 개정안

통합공공망은 행안부 재난망(PS-LTE), 국토부 철도망(LTE-R), 해수부 해상망(LTE-M)을 통칭하며 주파수는 상향 718~728MHz, 하향 773~783MHz, 20MHz 대역폭을 사용하도록 2014년 12월에 분배되었다. 통합공공망 구축 운영기관 간 간섭 최소화 방안으로 기지국 위치, 방향 조정, 망 구축계획 공유, 기지국 공유(RAN-Sharing) 등에 대한 상호 협의를 하여 효율적인 망 사용이 되도록 하였다.

[표 6] 700MHz 대역 주파수 이용 현황

698	710	718	728	748	753	771	773	783	803	806MHz
방송 2CH (12MHz)	GB	통합 공공망 (10MHz)	이동통신(미할당) (20MHz)	GB	방송 3CH (18MHz)	GB	통합 공공망 (10MHz)	이동통신(미할당) (20MHz)	GB	

통합공공망은 전기통신사업법 상 자가망에 해당한다. 자가망은 주파수 이용효율 저하, 중복투자, 시장 왜곡, 대가 미부담에 따른 형평성 문제 등 다양한 사회적 비용을 유발하기 때문에 자가망 주파수는 상용망 목적 달성이 어려운 예외적인 경우에 한해 필요 최소한으로 공급하는 것이 기본 원칙이다.

재난망 주파수는 당초 국민 생명 보호라는 고유 목적 달성을 위해 재난망의 필수 요구기능(37개 조건)을 구현할 수 있도록 예외적으로 공급하였고 IoT 기술 발전에 따라 통합공공망에서도 IoT 기술을 활용하여 재난예방 등에도 사용할 수 있도록 기존 기술기준에 부합하도록 IoT 기술기준안을 마련하였다.

이에 ‘간이무선국·우주국·지구국의 무선설비 및 전파탐지용 무선설비 등 그 밖의 업무용 무선설비 기술기준’(이하 간이무선국 등 기술기준) 제17조에 규정되어 있는 통합공공망용 무선설비에 IoT 기술기준을 신설하였다. IoT 기술기준은 통합공공망용 단말기 송·수신장치 기술조건과 동일하게 IoT 단말기 송·수신 장치를 추가하였다. 개략적인 내용은 아래 와 같다.

○ 제17조제1호나목, 제7호 및 제8호 개정

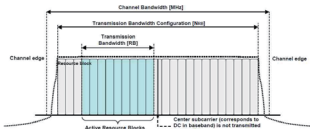
- 제17조제1호나목(대역폭) : **현행 규제 범위(10 MHz) 내에서 행정안전부에서 현재 사용 중인 점유주파수대역폭 1.4 MHz 이하로 규정**
- 제7호(출력) : **현행 규제 범위(2 W) 내에서 국제표준의 최대 출력인 340 mW로 규정**
- 제7호 및 제8호(주파수허용편차, 불요발사, 인접채널 누설전력, 수신장치의 부차적 전파발사 조건) : **기존 통합공공망용 단말기의 기술조건을 만족하도록 규정**

위 기준은 관련 전문가로 구성된 연구반 운영을 통해 3GPP 국제표준에 부합하도록 개별 항목을 규정하였다. 연구반에서 검토한 최종 항목별 내용을 아래 표에 정리하였다.

[표 7] 기술기준 항목 연구반 검토 내용

간이무선국·우주국·지구국 등 그 밖의 업무용 무선설비의 기술기준	연구반 검토 내용	회의 결과
제17조(통합공공망용 무선설비) 718 MHz~728 MHz 및 773 MHz~783 MHz 주파수 대역의 전파를 사용하는 통합공공망용 무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다. 1. 공통조건 가. 통신방식은 단말기 방향은 직교주파수분할다중접속방식(OFDMA)이고, 기지국 방향은 단일반송파 주파수분할 다중접속방식(SC-FDMA)	3GPP TS 36.521-1 : Reference Spec.	이견없음

인 주파수분할 복신방식 일 것 (단, 이동국의 핸드오프를 위해 기지국에 부가적으로 설치하는 장치는 시분할 단향통신 방식을 사용할 수 있다) 나. 점유주파수대역폭은 10 MHz 이내일 것(단, 사물인터넷 단말기는 1.4MHz 이내일 것) 다. 전파형식은 G7D, D7D, D7W, G7W 또는 W7W 중 하나 이상을 사용하는 것일 것 2 ~ 6. (생략)	“(단, 사물인터넷 단말기는 1.4MHz 이내 것)” 은 7호 나목에 점유 주파수 대역폭을 규정하고 있으므로 공통조건에서는 삭제가 바람직.	제17조 전체 항목에 대한 공통조건을 기술하므로 사물인터넷 단말기의 점유주파수 대역폭을 명시하는 것이 바람직
7. 사물인터넷 단말기 송신장치 조건 가. 안테나공급전력은 200mW 이하일 것	3GPP 규격에서는 23dBm의 최소 요구 사항 (Minimum Requirement)에서 허용오차(Test Tolerance)를 $\pm 2.7\text{dB}$ 고려함 3GPP규격과 완전한 부합을 위해서는 370mW(25.7dBm)로 하는 것이 적절하나 무선기술기준의 기존 항목과의 정합을 위해서는 LTE와 5G의 기술기준과 비교 필요. 즉, 허용편차를 고려해야 함 비교 : 1. LTE의 경우 기술기준은 아래와 같이 340mW(25.3dBm)로 규정되어 있음 (실제 3GPP규격은 LTE와 eMTC는 25.7dBm으로 동일 함) 나. 안테나공급전력은 340 mW 이하일 것 2. 5G의 경우 기술기준은 200mW로 규정되어 있으나 별표6을 통해 20% 상한을 두었음 나. 안테나공급전력은 200 mW 이하일 것 (실제 3GPP규격은 LTE와 eMTC는 25.7dBm으로 동일	- 사물인터넷 단말기는 현행 전기통신사업용 무선설비의 기술기준 제4조(이동통신용 무선설비) 제4항에서 정의된 LTE 규격과 동일하게 340 mW 이하로 정의하는 것이 바람직함 - 3GPP 규격에서 정하고 있는 안테나공급전력의 허용편차는 무선설비규칙 별표6에 상한 20%의 허용편차를 규정하고 있어 기술기준에서 별도로 허용편차를 규정하지 않는 것이 바람직함 - 최종개정안 가. 안테나공급전력은 340 mW 이하일 것

	함) 규격 TS 36.512-1 6.2.2EA UE Maximum Output Power for UE category M1 정의에 23dBm +2/-2.5dB (@Band28) 정의가 있어, 허용편차가 있으면 좋을 듯 함. 3Gpp의 경우 전력 범위가 명시되어 있어 공급전력 범위 명시 필요 6.2.2EA UE Maximum Output Power for UE category M1 23dBm + 2.7 / -3.2 (371.5 mW ~ 95.49 mW)																						
나. 점유주파수대역폭은 1.4MHz 이하일 것	(3GPP TS36.521-1; TC6.5.1EA와 정합함) 나. 점유주파수대역폭은 1.4 MHz 이내일 것(단, 채널대역폭은 10 MHz 일 것) => 동일한 항목인 공통조건의 나. 와 같이 이내일 것으로 수정합니다 3gpp 규정엔 채널대역폭과 점유주파수대역폭에 해당하는 transmission bandwidth를 명확히 구분하고 있습니다. 한국은 둘의 구분이 없어 혼동할 우려가 있어 수정합니다.  나. 점유 주파수 대역 -> 특이사항 없음 6.6.1EA Occupied bandwidth for UE category M1 <table><tr><td></td><td colspan="6">Occupied channel bandwidth / channel bandwidth</td></tr><tr><td></td><td>1.4 MHz</td><td>3.0 MHz</td><td>5 MHz</td><td>10 MHz</td><td>15 MHz</td><td>20 MHz</td></tr><tr><td>Channel bandwidth [MHz]</td><td>N/A</td><td>N/A</td><td>1.4</td><td>N/A</td><td>N/A</td><td>N/A</td></tr></table>		Occupied channel bandwidth / channel bandwidth							1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz	Channel bandwidth [MHz]	N/A	N/A	1.4	N/A	N/A	N/A	이견 없음 기존 통합공공망 단말기와 동일한 10 MHz 채널대역폭으로 정의할 것이기 때문에 별도의 채널대역폭에 대한 언급은 필요없음 - 최종 개정안 나. 점유주파수대역폭은 1.4MHz 이내일 것
	Occupied channel bandwidth / channel bandwidth																						
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz																	
Channel bandwidth [MHz]	N/A	N/A	1.4	N/A	N/A	N/A																	
다. 주파수허용편차 $\pm$ (기지국으로부터 수신된 주파수 $\times 1 \times 10^{-7} + 15\text{Hz}$) 이내일 것	(3GPP TS36.521-1; TC6.5.1EA와 정합함)	이견 없음 - 최종개정안 다. 주파수허용편차 $\pm$(기지국으로부터 수신된 주파수 $\times 1 \times 10^{-7} + 15\text{Hz}$) 이내일 것																					
라. 불요발사는 다음 조건을 만	(3GPP TS36.521-1; TC6.6.2.1EA	- 기술기준의 명확한 이해를 위																					



족할 것

- (1) 지정주파수로부터 ± 5 MHz 이상 ± 6 MHz 미만 떨어진 주파수에서 30 kHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -16.5 dBm 이하 일 것
- (2) 지정주파수로부터 ± 6 MHz 이상 ± 10 MHz 미만 떨어진 주파수에서 1 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -8.5 dBm 이하 일 것
- (3) 지정주파수로부터 ± 10 MHz 이상 ± 15 MHz 미만 떨어진 주파수에서 1 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -11.5 dBm 이하 일 것 (단, 708 MHz 이상 710 MHz 이하의 주파수에서 6 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력은 -26.2 dBm 이하 일 것)
- (4) 지정주파수로부터 ± 15 MHz 이상 ± 20 MHz 미만 떨어진 주파수에서 1 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -23.5 dBm 이하 일 것 (단, 703 MHz 이상 708 MHz 이하의 주파수에서 6 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력은 -26.2 dBm 이하일 것)
- (5) 지정주파수로부터 ± 20 MHz 이상 떨어진 주파수대역에서 불요발사는 다음의 공통 조건을 만족할 것(단, 470 MHz 이상 703 MHz 이하의 주파수에서 6 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -26.2 dBm 이하이고, 758 MHz 이상 773 MHz 이하의 주파수에서 1

참조)

기준 LTE 기술기준에서 불요발사는 5, 10, 15, 20MHz 대역폭 시험조건에 대해서 세부적으로 정의되어 있음(아래)
현재 개정안에는 여기서 10MHz의 기준을 발췌한 것으로 보임.

3GPP에서 시험조건은 아래와 같이 모든 조건에 대해서 시험하도록 정의됨

- QPSK, 16QAM
- 채널대역폭은 1.4/3/5/10/15
- 주파수 범위는 저/중/고
- RB할당은 Partial(1~5개)/Full(6개)

국내기술기준에서 채널대역폭을 10MHz 기준으로 해야할 근거는? 10MHz가 아닌 5MHz는 고려하지 않는지?

시험채널이 5MHz대역폭이든, 10MHz대역폭이든 RB 6개 할당으로 1.4MHz 미만으로 점유할 것이기 때문에 기술적인 차이는 없음.

다만, 3GPP에서는 M1의 기본 채널대역폭은 5MHz로 설정하여 시험하도록 정의됨

Table 6.6.2.1EA.5-1: General E-UTRA spectrum emission mask						
Δf_{meas} (MHz)	Spectrum emission limit (dBm) Channel bandwidth					Measurement bandwidth
	1.4 MHz	3.5 MHz	5 MHz	10 MHz	20 MHz	
0.1	-8.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	30 kHz
1~2.5	-8.5	-	-	-	-	1 MHz
2.5~5	-23.5	-8.5	-8.5	-8.5	-8.5	1 MHz
5~6	-	-23.5	-11.5	-11.5	-11.5	1 MHz
6~10	-	-	-23.5	-11.5	-11.5	1 MHz
10~15	-	-	-	-23.5	-23.5	1 MHz
15~20	-	-	-	-	-23.5	1 MHz
20~35	-	-	-	-	-	1 MHz

Note 1: The first and last measurement position with a 30 kHz filter is at Δf_{meas} equals to 0.015 MHz and 0.985 MHz.

(가) 30 MHz 이상 1 GHz 미만의 주파수에서 100 kHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -36 dBm 이하일 것

(나) 1 GHz 이상 12.75 GHz 미만의 주파수에서 1 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -30 dBm 이하일 것

*의견: 스푸리어스 발사 기준이

해 각 항목을 표로 정리하여 표현하는 것이 바람직함

- 3GPP에서는 불요발사의 채널대역폭을 1.4, 3, 5, 10, 15, 20 MHz로 규정하고 있고 적절한 규격을 선택하여 적용하므로 기존 통합공공망 단말기에 적용된 10 MHz 규격을 적용하는 것이 바람직함

- 최종개정안

라. 대역외 발사는 다음 조건을 만족할 것

지정주파수로부터 이격 주파수	불요발사 평균전력	분해대역폭
$\pm(5\sim6)$ MHz	-16.5 dBm 이하	30 kHz
$\pm(6\sim10)$ MHz	-8.5 dBm 이하	1 MHz
$\pm(10\sim15)$ MHz	-11.5 dBm 이하	1 MHz
$\pm(15\sim20)$ MHz	-23.5 dBm 이하	1 MHz

마. 스푸리어스발사는 다음 조건을 만족할 것

주파수 대역	불요발사 평균전력	분해대역폭
30 MHz ~ 1 GHz	-36 dBm 이하	100 kHz

MHz 분해대역폭으로 측정 한 평균전력이 -32 dBm 이하이며, 773 MHz 803 MHz 이하의 주파수에서 1 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -50 dBm 이 하일 것) (가) 30 MHz 이상 1 GHz 미만 의 주파수에서 100 kHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -36 dBm 이하일 것 (나) 1 GHz 이상 12.75 GHz 미만 의 주파수에서 1 MHz 분 해대역폭으로 측정한 평균전력이 -30 dBm 이하일 것	불요발사의 (5)에 하위항목으로 포함되어 찾기 어려움. 아래와 같이 따로 분류하는 것이 어떤 지 <table><tr><th>주파수대역</th><th>불요발사 평균전력</th><th>분해대역폭</th></tr><tr><td>30 MHz ~ 1 GHz</td><td>-36 dBm 이하</td><td>100 kHz</td></tr><tr><td>1 GHz ~ 12.75 GHz</td><td>-30 dBm 이하</td><td>1 MHz</td></tr></table> *의견: 추가적 불요발사 기준이 불요발사의 (5)에 묻어있어 찾기 어려움. 라. 불요발사 ※ 개정안의 경우 3Gpp 10MHz 기준으로 명시되어 있음. ※ 3Gpp의 경우 대역외 ±1MHz이하, ±(1~2.5)MHz, ±2.5MHz이상 구간으로 시험하기에 차이가 존재함. ±(2.5~5)MHz 구간에서 Fail 가능성 존재할 것으로 예상됨 6.6.2.1EA Spectrum Emission Mask for UE category M1	주파수대역	불요발사 평균전력	분해대역폭	30 MHz ~ 1 GHz	-36 dBm 이하	100 kHz	1 GHz ~ 12.75 GHz	-30 dBm 이하	1 MHz	<table><tr><td>1 GHz ~12.75 GHz</td><td>-30 dBm 이하</td><td>1 MHz</td></tr></table> 바. 제7호라목 및 마목의 조건에도 불 구하고 다음의 추가적인 불요발 사 조건을 만족할 것 <table><tr><th>주파수 대역</th><th>불요발사 평균전력</th><th>분해 대역폭</th></tr><tr><td>703 MHz ~ 708 MHz</td><td>-26.2 dBm 이하</td><td>6 MHz</td></tr><tr><td>708 MHz ~ 710 MHz</td><td>-26.2 dBm 이하</td><td>6 MHz</td></tr><tr><td>470 MHz~703 MHz</td><td>-26.2 dBm 이하</td><td>6 MHz</td></tr><tr><td>758 MHz~773 MHz</td><td>-32 dBm 이하</td><td>1 MHz</td></tr><tr><td>773 MHz~803 MHz</td><td>-50 dBm 이하</td><td>1 MHz</td></tr></table>	1 GHz ~12.75 GHz	-30 dBm 이하	1 MHz	주파수 대역	불요발사 평균전력	분해 대역폭	703 MHz ~ 708 MHz	-26.2 dBm 이하	6 MHz	708 MHz ~ 710 MHz	-26.2 dBm 이하	6 MHz	470 MHz~703 MHz	-26.2 dBm 이하	6 MHz	758 MHz~773 MHz	-32 dBm 이하	1 MHz	773 MHz~803 MHz	-50 dBm 이하	1 MHz					
주파수대역	불요발사 평균전력	분해대역폭																																			
30 MHz ~ 1 GHz	-36 dBm 이하	100 kHz																																			
1 GHz ~ 12.75 GHz	-30 dBm 이하	1 MHz																																			
1 GHz ~12.75 GHz	-30 dBm 이하	1 MHz																																			
주파수 대역	불요발사 평균전력	분해 대역폭																																			
703 MHz ~ 708 MHz	-26.2 dBm 이하	6 MHz																																			
708 MHz ~ 710 MHz	-26.2 dBm 이하	6 MHz																																			
470 MHz~703 MHz	-26.2 dBm 이하	6 MHz																																			
758 MHz~773 MHz	-32 dBm 이하	1 MHz																																			
773 MHz~803 MHz	-50 dBm 이하	1 MHz																																			
마. 인접채널 누설전력은 지정주 파수로부터 ±10 MHz 떨어 진 주파수의 경우 9 MHz 대역 내에 복사되는 전력이 기본주파수의 평균전력보다 29.2 dB 이상 낮은 값일 것	의견 : 위 불요발사와 동일하게 10MHz 기준으로 설정되 어 있음 위에서 설명한바와 같이 5MHz 든 10MHz든 기술적 차이는 없 음 단, 5MHz, 10MHz 에 따라 RB 6개가 떨어지는 지점은 저/중/고 어디일 수도 있음. 또한 5MHz를 시험채널대역폭으 로 지정한다면 불요발사와 인접 채널은 3GPP의 5MHz의 기준에 맞도록 Arrange 시켜줘야 함	기존 통합공공망 단말기에 적용된 10 MHz 규격을 적용하여 통일성을 기 하는 것이 바람직함 - 최종개정안 사. 인접채널 누설전력은 지정주파 수로부터 ±10 MHz 떨어진 주 파수의 경우 9 MHz 대역 내에 복사되는 전력이 기본주파수의 평균전력보다 29.2 dB 이상 낮 은 값일 것																																			
Table 6.6.2.3EA.5.1-1: E-UTRA UE ACLR <table><tr><th></th><th colspan="6">Channel bandwidth / E-UTRA_{ACLRL} / measurement bandwidth</th></tr><tr><th></th><th>1.4 MHz</th><th>3.0 MHz</th><th>5 MHz</th><th>10 MHz</th><th>15 MHz</th><th>20 MHz</th></tr><tr><td>E-UTRA_{ACLRL}</td><td>29.2 dB</td><td>29.2 dB</td><td>29.2 dB</td><td>29.2 dB</td><td>29.2 dB</td><td>29.2 dB</td></tr><tr><td>E-UTRA channel Measurement bandwidth</td><td>1.08 MHz</td><td>2.7 MHz</td><td>4.5 MHz</td><td>9.0 MHz</td><td>13.5 MHz</td><td>18 MHz</td></tr><tr><td>UE channel</td><td>+1.4 MHz or -1.4 MHz</td><td>+3 MHz or -3 MHz</td><td>+5MHz or -5MHz</td><td>+10MHz or -10MHz</td><td>+15MHz or -15MHz</td><td>+20MHz or -20MHz</td></tr></table>				Channel bandwidth / E-UTRA _{ACLRL} / measurement bandwidth							1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz	E-UTRA _{ACLRL}	29.2 dB	29.2 dB	29.2 dB	29.2 dB	29.2 dB	29.2 dB	E-UTRA channel Measurement bandwidth	1.08 MHz	2.7 MHz	4.5 MHz	9.0 MHz	13.5 MHz	18 MHz	UE channel	+1.4 MHz or -1.4 MHz	+3 MHz or -3 MHz	+5MHz or -5MHz	+10MHz or -10MHz	+15MHz or -15MHz	+20MHz or -20MHz
	Channel bandwidth / E-UTRA _{ACLRL} / measurement bandwidth																																				
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz																															
E-UTRA _{ACLRL}	29.2 dB	29.2 dB	29.2 dB	29.2 dB	29.2 dB	29.2 dB																															
E-UTRA channel Measurement bandwidth	1.08 MHz	2.7 MHz	4.5 MHz	9.0 MHz	13.5 MHz	18 MHz																															
UE channel	+1.4 MHz or -1.4 MHz	+3 MHz or -3 MHz	+5MHz or -5MHz	+10MHz or -10MHz	+15MHz or -15MHz	+20MHz or -20MHz																															
마. 인접채널 누설전력 -> 특이사항 없음																																					



	6.6.2.3EA Adjacent Channel Leakage power Ratio for UE category M1																																				
	<table><tr><td></td><td colspan="6">Channel bandwidth / E-UTRA_{ACL}R1 / measurement bandwidth</td></tr><tr><td></td><td>1.4 MHz</td><td>3.0 MHz</td><td>5 MHz</td><td>10 MHz</td><td>15 MHz</td><td>20 MHz</td></tr><tr><td>E-UTRA_{ACL}R1</td><td>29.2 dB</td><td>29.2 dB</td><td>29.2 dB</td><td>29.2 dB</td><td>29.2 dB</td><td>29.2 dB</td></tr><tr><td>E-UTRA channel Measurement bandwidth</td><td>1.08 MHz</td><td>2.7 MHz</td><td>4.5 MHz</td><td>9.0 MHz</td><td>13.5 MHz</td><td>18 MHz</td></tr><tr><td>UE channel</td><td>+1.4 MHz or -1.4 MHz</td><td>+3 MHz or -3 MHz</td><td>+5MHz or -5MHz</td><td>+10MHz or -10MHz</td><td>+15MHz or -15MHz</td><td>+20MHz or -20MHz</td></tr></table>		Channel bandwidth / E-UTRA _{ACL} R1 / measurement bandwidth							1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz	E-UTRA _{ACL} R1	29.2 dB	29.2 dB	29.2 dB	29.2 dB	29.2 dB	29.2 dB	E-UTRA channel Measurement bandwidth	1.08 MHz	2.7 MHz	4.5 MHz	9.0 MHz	13.5 MHz	18 MHz	UE channel	+1.4 MHz or -1.4 MHz	+3 MHz or -3 MHz	+5MHz or -5MHz	+10MHz or -10MHz	+15MHz or -15MHz	+20MHz or -20MHz	
	Channel bandwidth / E-UTRA _{ACL} R1 / measurement bandwidth																																				
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz																															
E-UTRA _{ACL} R1	29.2 dB	29.2 dB	29.2 dB	29.2 dB	29.2 dB	29.2 dB																															
E-UTRA channel Measurement bandwidth	1.08 MHz	2.7 MHz	4.5 MHz	9.0 MHz	13.5 MHz	18 MHz																															
UE channel	+1.4 MHz or -1.4 MHz	+3 MHz or -3 MHz	+5MHz or -5MHz	+10MHz or -10MHz	+15MHz or -15MHz	+20MHz or -20MHz																															
8. 사물인터넷 단말기 수신장치 조건 가. 부차적 전파 발사 조건 (1) 30 MHz 이상 1 GHz 미만의 주파수에서 100 kHz 분해 대역폭으로 측정한 평균 전력이 -57 dBm 이하 일 것 (2) 1 GHz 이상 12.75 GHz 미만의 주파수에서 1 MHz 분해대 역폭으로 측정한 평균전 력이 -47 dBm 이하 일 것	(3GPP TS36.521-1; TC7.9EA와 정합함) 특이사항 없음 7.9EA Spurious emissions for UE category M1 <table><tr><th>Frequency Band</th><th>Measurement Bandwidth</th><th>Maximum level</th></tr><tr><td>30MHz ≤ f < 1GHz</td><td>100 kHz</td><td>-57 dBm</td></tr><tr><td>1GHz ≤ f ≤ 12.75 GHz</td><td>1 MHz</td><td>-47 dBm</td></tr></table>	Frequency Band	Measurement Bandwidth	Maximum level	30MHz ≤ f < 1GHz	100 kHz	-57 dBm	1GHz ≤ f ≤ 12.75 GHz	1 MHz	-47 dBm	이전 없음 - 최종개정안 8. 사물인터넷 단말기 수신장치 조건 가. 부차적 전파 발사 조건 (1) 30 MHz 이상 1 GHz 미만의 주 파수에서 100 kHz 분해대역 폭으로 측정한 평균전력이 -57 dBm 이하 일 것 (2) 1 GHz 이상 12.75 GHz 미만의 주 파수에서 1 MHz 분해대역폭 으로 측정한 평균전력이 - 47 dBm 이하 일 것																										
Frequency Band	Measurement Bandwidth	Maximum level																																			
30MHz ≤ f < 1GHz	100 kHz	-57 dBm																																			
1GHz ≤ f ≤ 12.75 GHz	1 MHz	-47 dBm																																			
나. 수신 선택도는 753 MHz 이 상 771 MHz 이하에서 53 dB 이상일 것	기존 통합공공망에 허용된 cat.4 (150/50Mbps, DL/UL) 기준 53dB(30dBm ch.pow) 임. 사물인 터넷이 사용하는 cat.M1 (1.4MHz 점유대역폭, 최대전송속도 <1Mbps)을 고려하여 완화 조정필 요. 시험방법에서 기지국에물레이 터의 chBW를 1.4MHz 로 시험해 서 관련 수치를 고려하여 결정 필 요. 기존 시험 방법 규정에서도 “대역 제한필터 또는 기술 사용여부”에 대한 증빙은, 수신선택도 시험 기 준 통과와 동일한 의미이므로 2중 제한이 되어 있어, 수신선택도 통 과 여부로 통일하여 정의할 필요 가 있음.	기술기준은 전파 혼간섭 예방을 목적으로 하는 최소한의 항목을 정하는 것이 바람직하므로, 신호 의 수신과 관련된 항목은 불필 요한 규제로 판단되고 IoT 단말 기 기술기준 항목에서 삭제하는 것이 바람직함 - 최종개정안 수신선택도 항목 삭제																																			
	나. 수신 선택도 --> 3Gpp의 경우 33dB로 명시됨.																																				

	7.5EA Adjacent Channel Selectivity (ACS) for UE category M1				
			Channel bandwidth		
	Rx Parameter	Units	1.4 MHz	3 MHz	5 MHz
	ACS	dB	33.0	33.0	33.0

연구반 검토 후 최종 기술기준 개정안을 아래에 서술하였다.

[표 8] 통합공공망 IoT 관련 간이무선국 등 기술기준 개정안

통합공공망 IoT 관련 간이무선국 등 기술기준 개정안

제17조제1호나목에 단서를 다음과 같이 신설한다.

(단, 사물인터넷 단말기는 1.4 MHz 이내일 것)

제17조에 제7호, 제8호를 다음과 같이 신설한다.

7. 사물인터넷 단말기 송신장치 조건

가. 안테나공급전력은 340 mW 이하일 것

나. 점유주파수대역폭은 1.4 MHz 이하일 것

다. 주파수허용편차 $\pm(\text{기지국으로부터 수신된 주파수} \times 1 \times 10^{-7} + 15\text{Hz})$ 이내일 것

라. 대역외 발사는 다음 조건을 만족할 것

지정주파수로부터 이격 주파수	불요발사 평균전력	분해대역폭
$\pm(5\sim6)$ MHz	-16.5 dBm 이하	30 kHz
$\pm(6\sim10)$ MHz	-8.5 dBm 이하	1 MHz
$\pm(10\sim15)$ MHz	-11.5 dBm 이하	1 MHz
$\pm(15\sim20)$ MHz	-23.5 dBm 이하	1 MHz

마. 스퓨리어스발사는 다음 조건을 만족할 것

주파수 대역	불요발사 평균전력	분해대역폭
30 MHz ~ 1 GHz	-36 dBm 이하	100 kHz
1 GHz ~12.75 GHz	-30 dBm 이하	1 MHz

바. 제7호라목 및 마목의 조건에도 불구하고 다음의 추가적인 불요발사 조건을 만족할 것

주파수 대역	불요발사 평균전력	분해대역폭
703 MHz~708 MHz	-26.2 dBm 이하	6 MHz
708 MHz~710 MHz	-26.2 dBm 이하	6 MHz
470 MHz~703 MHz	-26.2 dBm 이하	6 MHz
758 MHz~773 MHz	-32 dBm 이하	1 MHz
773 MHz~803 MHz	-50 dBm 이하	1 MHz

사. 인접채널 누설전력은 지정주파수로부터 ± 10 MHz 떨어진 주파수의 경우 9 MHz 대역 내에 복사되는 전력이 기본주파수의 평균전력보다 29.2 dB 이상 낮은 값일 것

8. 사물인터넷 단말기 수신장치의 부차적 전파 발사 조건은 다음 조건을 만족할 것

주파수 대역	부차적 전파발사 평균전력	분해대역폭
30 MHz ~ 1 GHz	-57 dBm 이하	100 kHz
1 GHz ~12.75 GHz	-47 dBm 이하	1 MHz

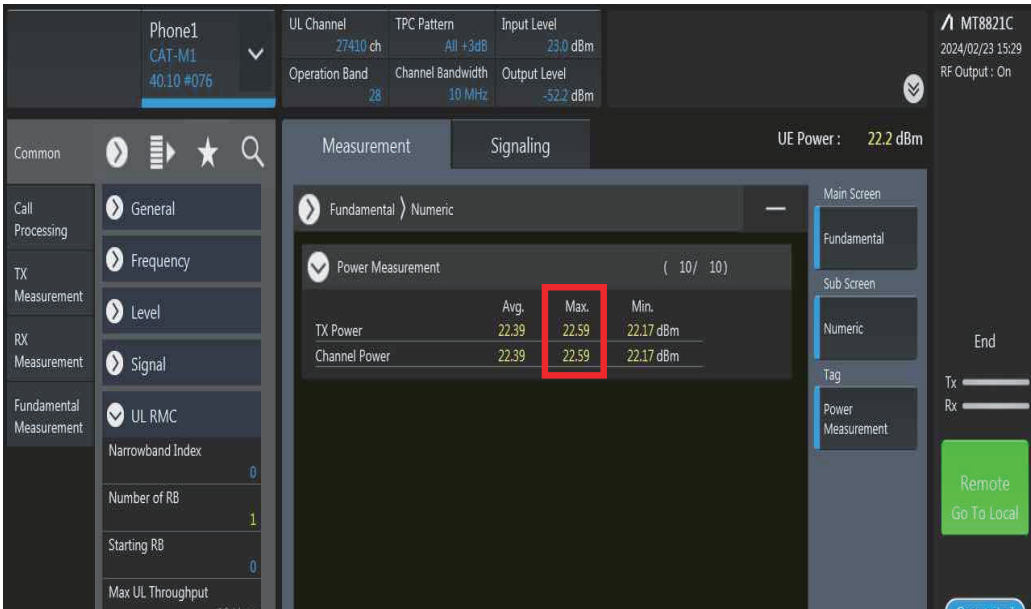
제3절 통합공공망 IoT 시험방법 개정안 마련

기술기준 개정에 따른 IoT 기자재 시험방법 마련을 위한 검증 시험을 실시하였다. 통합공공망 관련 기자재 시험방법은 LTE 이동 통신 무선 설비 특성 시험방법(KS X 3142)에 규정되어 있다. 시험결과와 아래와 같다.

1. 안테나공급전력

○ 시험대상 기기의 전력이 규정에 적합한지 여부 측정 : 200 mW 이하

[그림 11] 안테나 공급전력 측정

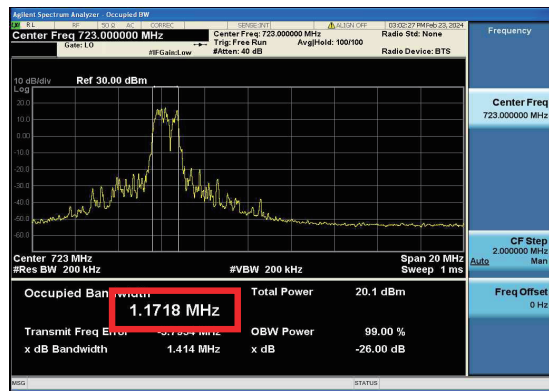
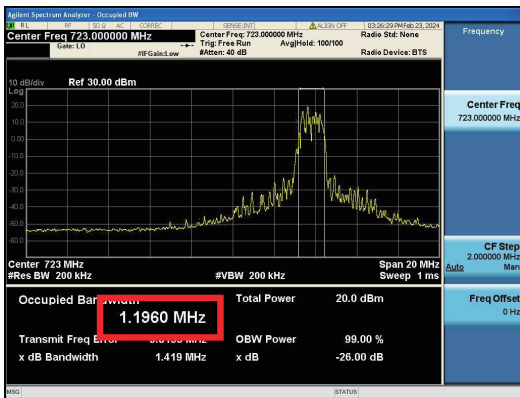


⇒ 안테나공급전력 측정 결과 22.59 dBm을 환산하면 182 mW로 개정(안) 기준(200mW) 적합

2. 점유주파수대역폭

- 시험대상 기기에서 발사되는 전파의 점유 주파수 대역폭이 허용 범위 내 여부 측정 : 1.4 MHz 이하

[그림 12] 점유주파수 대역폭 측정



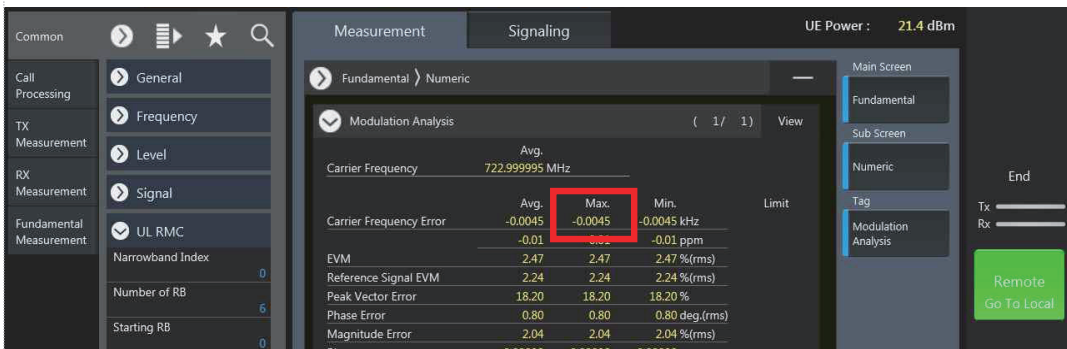
⇒ 점유주파수대역폭 측정 결과 1.196 MHz로 개정(안) 기준(1.4MHz) 적합

3. 주파수허용편차

- 시험대상 기기에서 발사되는 전파의 주파수가 허용 편차 내 여부 측정
⇒ 기술기준 제17조4호가목을 만족

제17조(통합공공망용 무선설비) 4. 육상이동국 또는 이동국의 송신장치의 조건
가. 주파수허용편차는 $\pm(\text{기지국으로부터 수신된 주파수} \times 1 \times 10^{-7} + 15\text{Hz})$ 이내일 것

[그림 13] 주파수 허용편차 측정



⇒ 주파수허용편차 시험결과 -4.5 Hz로 개정(안) 기준(± 92.8 Hz 이내) 적합

4. 불요발사

- (대역외) 시험대상 기기가 전파를 발사할 때 대역 외 영역에서 발사되는 불요 발사가 허용치 내 여부 측정 : 기술기준 제17조4호다목을 만족

[표 9] 불요발사 기준값

제17조(통합공공망용 무선설비) 4. 육상이동국 또는 이동국의 송신장치의 조건

다. 불요발사는 다음 조건을 만족할 것

- (1) 지정주파수로부터 ± 5 MHz 이상 ± 6 MHz 미만 떨어진 주파수에서 30 kHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -16.5 dBm 이하 일 것
- (2) 지정주파수로부터 ± 6 MHz 이상 ± 10 MHz 미만 떨어진 주파수에서 1 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -8.5 dBm 이하 일 것
- (3) 지정주파수로부터 ± 10 MHz 이상 ± 15 MHz 미만 떨어진 주파수에서 1 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -11.5 dBm 이하 일 것(단, 708 MHz 이상 710 MHz이하의 주파수에서 6 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력은 -26.2 dBm 이하일 것)
- (4) 지정주파수로부터 ± 15 MHz 이상 ± 20 MHz 미만 떨어진 주파수에서 1 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -23.5 dBm 이하 일 것(단, 703 MHz 이상 708 MHz 이하의 주파수에서 6 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력은 -26.2 dBm 이하일 것)

[그림 14] 불요발사 측정



⇒ 기준 (1)에서 (4)에 대한 시험 수행

- (± 5 MHz 이상 ± 6 MHz 미만) 대역 외 영역 불요발사 시험결과 - 38.52 dBm으로 개정(안) 기준(-16.5 dBm) 적합
- (± 6 MHz 이상 ± 10 MHz 미만) 대역 외 영역 불요발사 시험결과 - 25.79 dBm으로 개정(안) 기준(-8.5 dBm) 적합
- (± 10 MHz 이상 ± 15 MHz 미만) 대역 외 영역 불요발사 시험결과 - 38.52 dBm으로 개정(안) 기준(-11.5 dBm) 적합
- (± 15 MHz 이상 ± 20 MHz 미만) 대역 외 영역 불요발사 시험결과 - 38.52 dBm으로 개정(안) 기준(-23.5 dBm) 적합

○ (스푸리어스) 시험대상 기기의 송신 시 발생하는 스푸리어스가 다른 무선 기기에 혼신 등의 영향을 미치지 않도록 규정된 허용치 내에 있는지 측정 : 기술기준 제17조4호다목을 만족

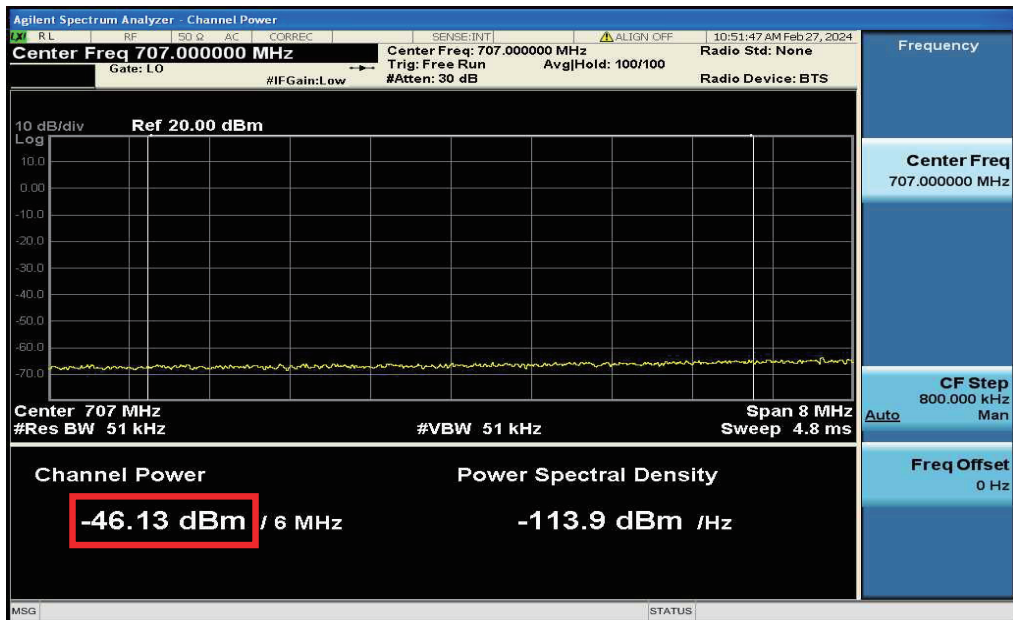
[표 10] 스퓨리어스 기준값

제17조(통합공공망용 무선설비) 4. 육상이동국 또는 이동국의 송신장치의 조건

다. 불요발사는 다음 조건을 만족할 것

- (3) 지정주파수로부터 ± 10 MHz 이상 ± 15 MHz 미만 떨어진 주파수에서 1 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -11.5 dBm 이하 일 것(단, 708 MHz 이상 710 MHz 이하의 주파수에서 6 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력은 -26.2 dBm 이하일 것)
- (4) 지정주파수로부터 ± 15 MHz 이상 ± 20 MHz 미만 떨어진 주파수에서 1 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -23.5 dBm 이하 일 것(단, 703 MHz 이상 708 MHz 이하의 주파수에서 6 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력은 -26.2 dBm 이하일 것)
- (5) 지정주파수로부터 ± 20 MHz 이상 떨어진 주파수대역에서 불요발사는 다음의 공통 조건을 만족할 것(단, 470 MHz 이상 703 MHz 이하의 주파수에서 6 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -26.2 dBm 이하이고, 758 MHz 이상 773 MHz 이하의 주파수에서 1 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -32 dBm 이하이며, 773 MHz 803 MHz 이하의 주파수에서 1 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -50 dBm 이하일 것)
 - (가) 30 MHz 이상 1 GHz 미만의 주파수에서 100 kHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -36 dBm 이하일 것
 - (나) 1 GHz 이상 12.75 GHz 미만의 주파수에서 1 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -30 dBm 이하일 것

[그림 15] 스퓨리어스 측정



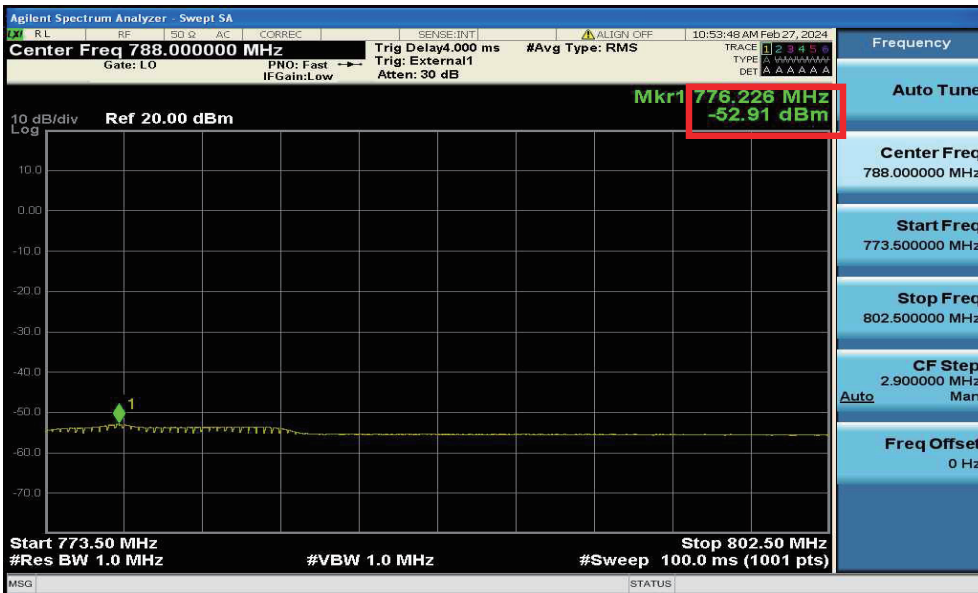
⇒ (3), (4), (5)의 단서조항에 대한 시험결과 -46.13 dBm으로 개정(안) 기준(-26.2 dBm 이하) 적합

[그림 16] 스퓨리어스 측정(758 MHz 이상 773 MHz 이하)



⇒ (5)의 단서조항 중 758 MHz 이상 773 MHz 이하의 주파수에서 시험결과 - 55.33 dBm 으로 개정(안) 기준(-32 dBm 이하) 적합

[그림 17] 스퓨리어스 측정(773 MHz 이상 803 MHz 이하)



⇒ (5)의 단서조항 중 773 MHz 이상 803 MHz 이하의 주파수에서 시험결과 - 52.91 dBm 으로 개정(안) 기준(-50 dBm 이하) 적합

[그림 18] 스퓨리어스 측정((5)의 (가))



⇒ (5)의 (가)에 대한 시험결과 - 55.92 dBm으로 개정(안) 기준(-36 dBm 이하) 적합

[그림 19] 스퓨리어스 측정((5)의 (나))



⇒ (5)의 (나)에 대한 시험결과 - 46.12 dBm으로 개정(안) 기준(-30 dBm 이하) 적합

5. 인접채널 누설전력

- 시험대상 기기에서 발사되는 전파의 전력이 누설되어 인접 채널에 영향을 주는 정도 측정 ⇒ 기술기준 제17조4호라목을 만족

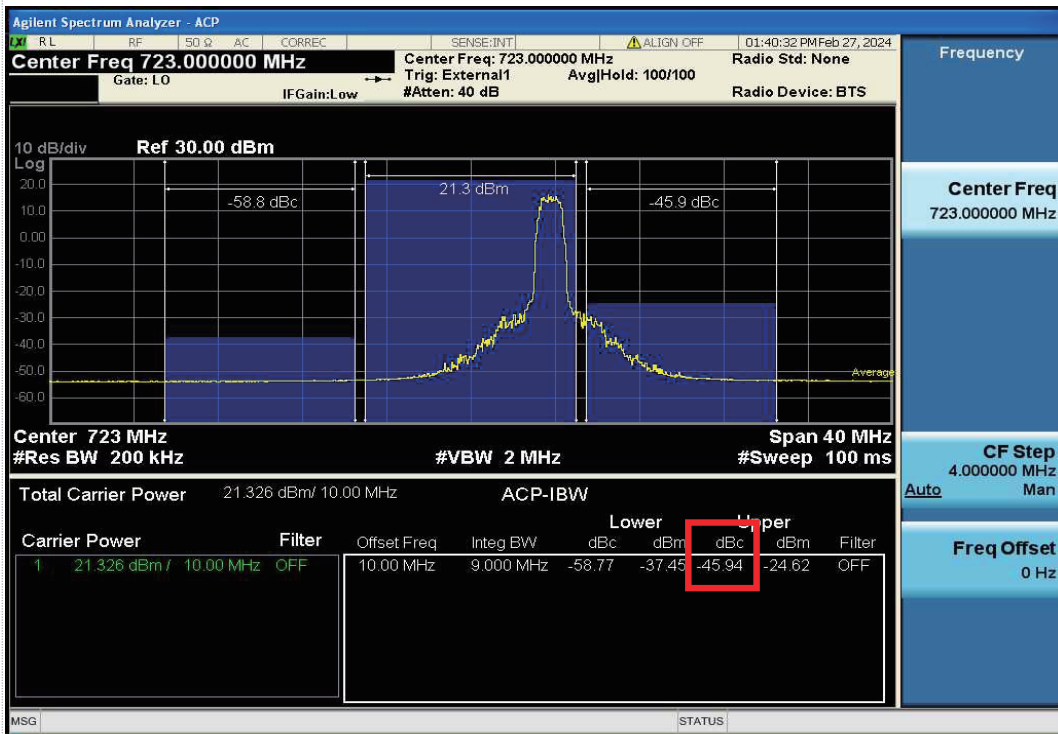
[표 1] 인접채널 누설전력 기준값

간이무선국·우주국·지구국의 무선설비 및 전파탐지용 무선설비 등 그 밖의 업무용 무선설비의 기술기준

제17조(통합공공망용 무선설비) 4. 육상이동국 또는 이동국의 송신장치의 조건

라. 인접채널 누설전력은 지정주파수로부터 ± 10 MHz 떨어진 주파수의 경우 9 MHz 대역 내에 복사되는 전력이 기본주파수의 평균전력보다 29.2 dB 이상 낮은 값일 것

[그림 20] 인접채널 누설전력 측정



⇒ 인접채널 누설전력 측정 결과 -45.94 dBc 개정(안) 기준(29.2 dB 이상 낮은 값) 적합

6. 부차적 전파발사 조건

- 시험대상 기기가 수신 조건에서 발생시키는 부차적인 전파가 허용치 이내인지 측정 ⇒ 기술기준 제17조5호가목을 만족

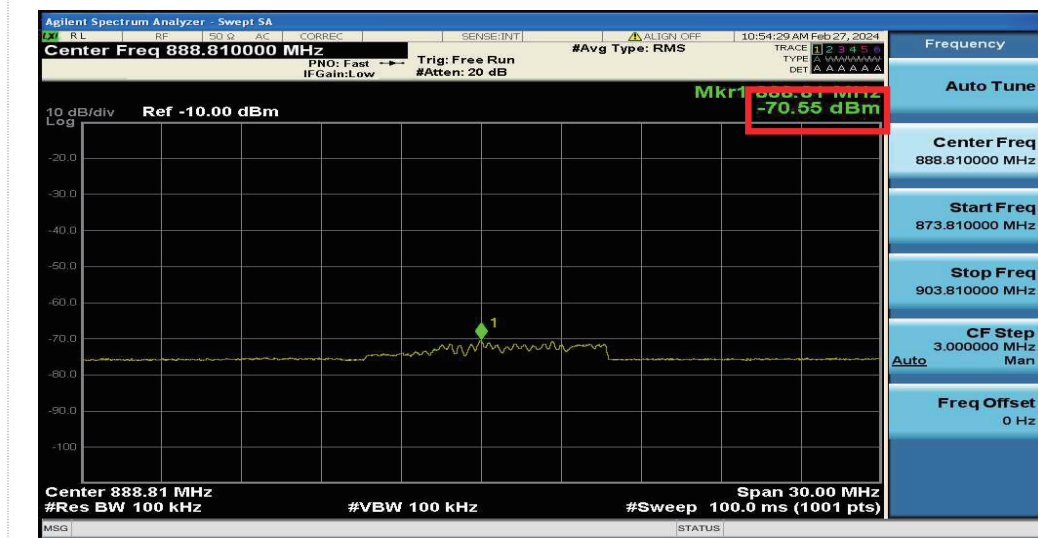
[표 11] 부차적 전파 발사 조건 기준값

제17조(통합공공망용 무선설비) 5. 육상이동국 또는 이동국의 수신장치의 조건

가. 부차적 전파 발사 조건

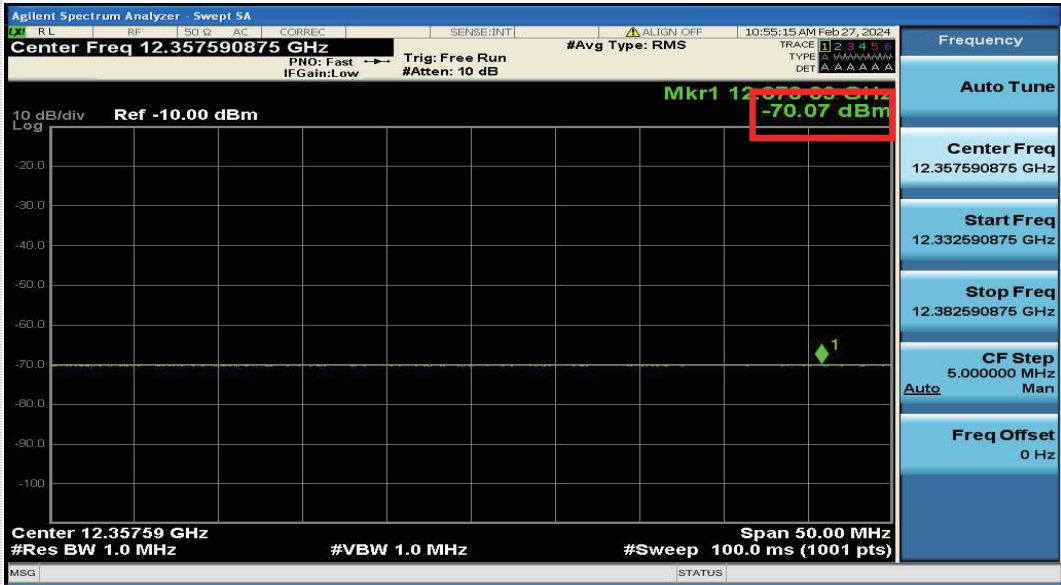
- (1) 30 MHz 이상 1 GHz 미만의 주파수에서 100 kHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -57 dBm 이하 일 것
- (2) 1 GHz 이상 12.75 GHz 미만의 주파수에서 1 MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -47 dBm 이하 일 것

[그림 21] 부차적 전파발사 측정(1)



⇒ (1)에 대한 시험결과 - 70.55 dBm으로 개정(안) 기준(-57 dBm 이하) 적함

[그림 22] 부차적 전파발사 측정(2)



⇒ (2)에 대한 시험결과 - 70.07 dBm으로 개정(안) 기준(-47 dBm 이하) 적합

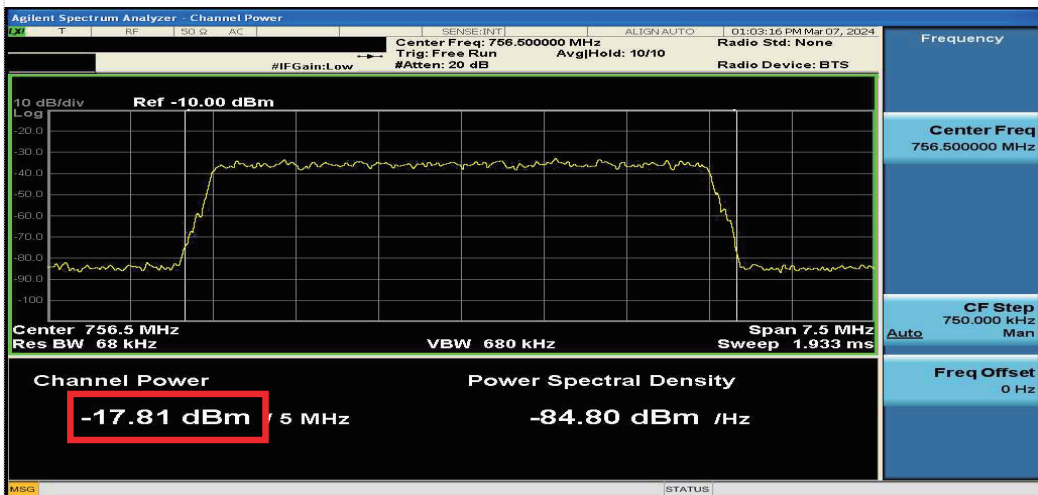
7. 수신 선택도

- 시험대상 기기가 수신 조건에서 특정 대역에 발생하는 방해파에 대한 신호 감쇠 성능을 측정 ⇒ 기술기준 제17조5호나목을 만족

제17조(통합공공망용 무선설비) 5. 육상이동국 또는 이동국의 수신장치의 조건

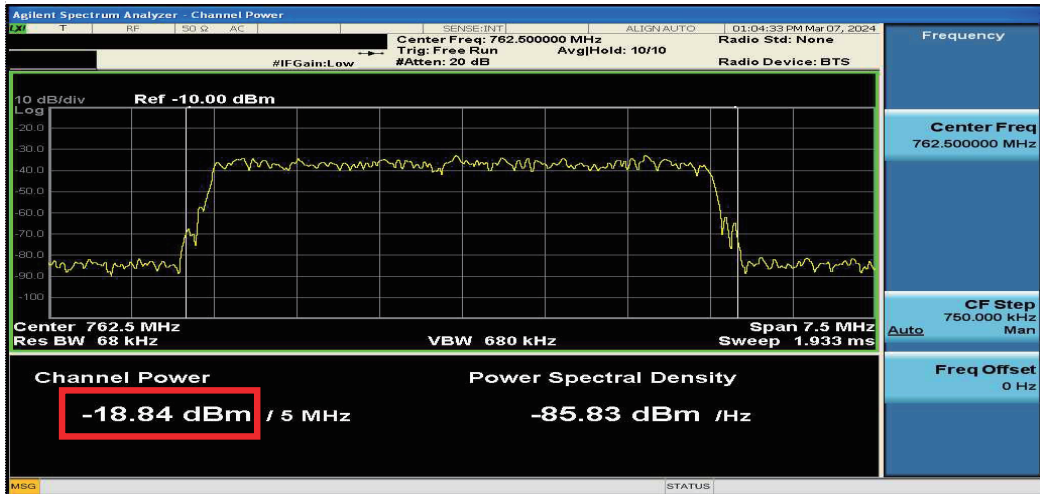
나. 수신 선택도는 753 MHz 이상 771 MHz 이하에서 53 dB 이상일 것

[그림 23] 수신 선택도 측정(756.5 MHz)



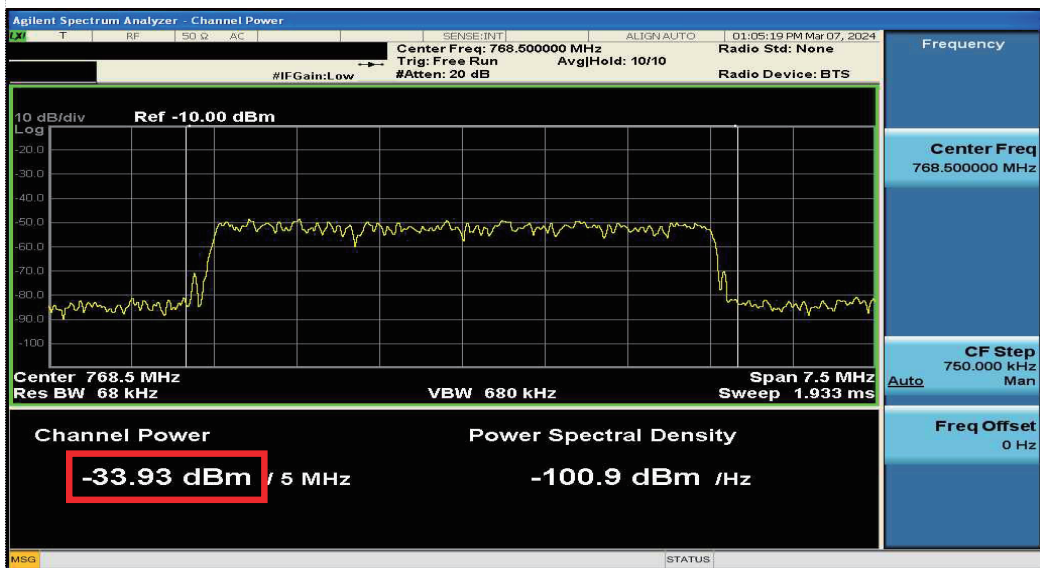
⇒ 756.5 MHz에 대한 시험결과 수신선택도 레벨이 64 dB로 개정(안) 기준(53 dB 이상, 채널파워 -30dBm 이상) 적합

[그림 24] 수신선택도 측정(762.5 MHz)



⇒ 762.5 MHz에 대한 시험결과 수신선택도 레벨이 63 dB로 개정(안) 기준(53 dB 이상, 채널파워 -30dBm 이상) 적합

[그림 25] 수신선택도 측정(768.5 MHz)

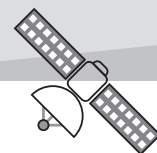


⇒ 768.5 MHz에 대한 시험결과 수신선택도 레벨이 48 dB로 개정(안) 기준(53 dB 이상, 채널파워 -30dBm 이상) 부적합

검증 시험은 통합공공망용 IoT 단말기 시험방법이 마련되지 않아 이동통신 단말기 시험방법으로 시험을 진행하였으므로, 추후 3GPP 및 전기통신사업자용 IoT(Cat. M1) 시험방법을 참조하여 통합공공망용 IoT 단말기 시험방법 마련이 필요하다.

제4절 소결

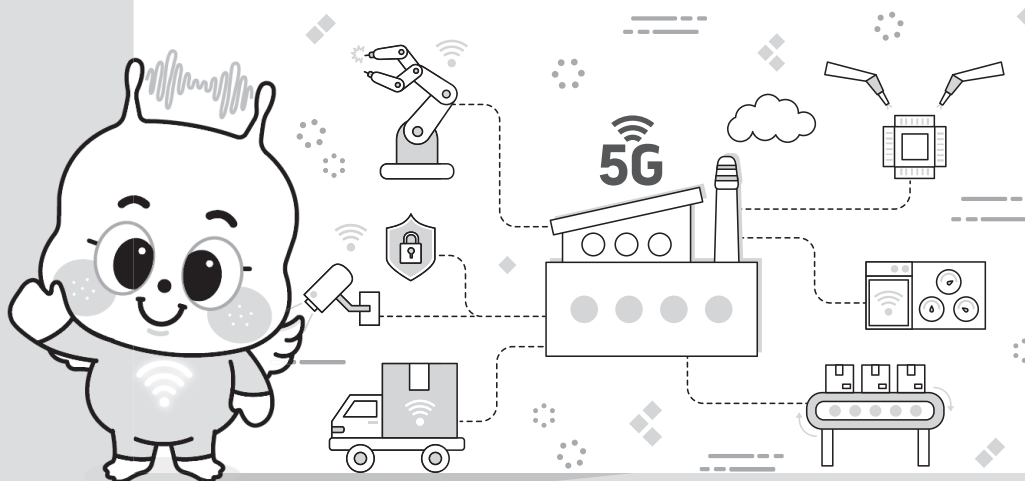
IoT 기자재를 통합공공망에서 사용하도록 허용하여 통합공공망의 효율적 운영을 도모하고자 기술기준 개정안을 마련하고 개정을 추진하였다. 통합공공망 주파수는 당초 국민 생명 보호라는 고유 목적 달성을 위해 예외적으로 공급하였다. IoT 기술 발전에 따라 통합공공망에서도 IoT 기술을 활용하여 재난예방 등에도 사용할 수 있도록 기존 기술기준에 부합하게 IoT 기술기준안을 마련하였다. 기술기준을 개정함으로써 재난이 발생했을 때 이에 대한 대응뿐만 아니라 사전적인 재난 예방에도 활용할 수 있어 안전한 대한민국을 만드는데 일조할 것이라고 기대한다.



National
Radio
Research
Agency

제6장

아날로그 무전기 관련 기술기준 개정



제6장 아날로그 무전기 관련 기술기준 개정

제1절 배경

현재 정부정책 상 무전기 이용은 아날로그가 아닌 디지털 무전기만 이용 가능하나, 안전한 작업환경 조성을 위해 조선소에서 아날로그 무전기 사용을 요청함에 따라 관련 내용을 검토하고 아날로그 무전기를 이용 가능하도록 관련 기술기준 개정을 추진하였다.

디지털 무전기로의 전환을 위해 간이무선국 등 무선설비 기술기준 및 대한민국 주파수 분배표 고시를 2014년 7월 16일에 개정하였다. 당시 업무용 무전기의 디지털 전환을 먼저 추진하였고, 이후 생활 무전기에 대해서도 2015년 무선설비규칙 개정을 통해 디지털 전환을 함께 추진하였다. 디지털 무전기 전환 이유는 첫째, 디지털 무전기는 아날로그 무전기에 비해 주파수 이용효율이 2배 높아 다수 채널 확보가 가능하였고, 둘째, 성장하고 있는 글로벌 디지털 무전기 시장에서 국내 산업계 경쟁력 강화를 위함이었다. 당시 업무용 아날로그 무전기의 적합인증을 받을 수 있는 기한을 2015년 12월 31일까지로 제한하고, 업무용 아날로그 무전기의 허가·신고 기한을 2018년 12월 31일까지로 제한하였다. 또한 2018년 12월 31일까지 신청하여 허가를 받거나 신고한 무선국은 재허가를 받을 경우 기기수명 만료 시까지 사용을 허용하도록 기술기준 부칙을 개정하였다.

부족한 주파수 문제를 해결하기 위해 디지털 무전기 전환을 추진하였으나 디지털 무전기는 기술특성 상 지연시간이 필연적으로 발생하고, 일정 세기 이상 간섭신호가 있는 경우 통신이 끊기는 문제점이 있다. 무전기를 사용하여 작업을 진행하는 산업현장은 짧은 지연시간과 끊김 없는 통신환경이 요구된다. 특히 이동하는 콜리엇 크레인(1600t급)을 이용하여 대형 선박을 건조하는 조선소에서는 이러한 통신환경이 필요하다. 여러명의 신호수가 무전기를 활용하여 크레인 간 충돌을 방지하기 위해 저지연 통신이 필요하고, 특정 공간 내에서 다수의 무전기를 이용하고 있고 철제 구조물인 선박 등으로 인해 전파환경이 열악하여 통신이 자주 끊기는 현상이 있어 긴급 상황 인지가 곤란한 경우가 자주 발생하여 디지털 무전기 사용이 어려워 아날로그 무전기 사용을 허용해 달라는 산업체 요청이 있었다. 이에 따라 조선소와 같이 안전상 이유로 아날로

그 무전기 이용이 필요한 경우 예외적으로 아날로그 무전기 사용을 허용하기 위한 방안 등에 대해 과기정통부와 함께 검토를 추진하였다. 대형선박 관련 조선 작업 안전을 위해 무선통신 지연이 없고, 간섭시에도 통신이 가능한 아날로그 무전기 사용을 예외적으로 허용하도록 ‘간이무선국 등 무선설비 기술기준 (전파연 고시)’ 부칙을 신설하는 방안을 마련하였다.

제2절 무선국 현장 점검 결과 자료(중관소, 2024.5.7.)

□ 개 요

- 디지털 무전기의 교신지연 및 불요파 유입시 통화끊김 발생으로 기간산업(조선업)의 안전사고 발생우려에 따른 현장점검 결과 보고

※ 일자 및 장소 : 2024. 4. 25. ~ 26. 한화오션 · 삼성중공업

□ 점검 방법 및 결과

[표 12] 현장점검 결과

< 현장 점검 결과 >

① 교신지연

- 디지털(TRS, 산업통신용) 무전기는 0.5초 이상의 교신지연 발생
- 아날로그 무전기는 교신지연을 인식할 수 없었음

② 통화끊김

- 디지털무전기는 상대적으로 낮은 외부신호에도 통화끊김이 발생하였으며 상호 교신 중 끼어들기가 불가능하였으나,
- 아날로그무전기는 외부신호 유입시 통신잡음이 혼입되긴 하지만 교신 및 끼어들기가 가능하였음

① 교신지연

가. 오디오를 이용한 교신지연 측정 [붙임 1. 참조]

- (측정 방법) 마이크를 이용하여 무전기 송신 및 수신 음향 동시 녹음 후, 송·수신 시간을 오디오 편집 프로그램¹⁾으로 확인

1) 오디오 편집 프로그램(제원:Cool edit): 오디오의 녹음기능과 시간의 비교 분석을 위한 다중

- (측정 결과) 디지털무전기는 콜 셋업²⁾, 송신 허용, 수신 지연이 존재하지만, 아날로그무전기는 인식할 수 없었음

[표 13] 디지털 무전기 현장 측정 결과

구 분 (단위: Sec)		콜 셋업	송신 허용	수신 지연	총 지연
디지털 무전기	TRS	0.25	0.15	0.33	0.72
	산업통신용	0.11	0.16	0.26	0.52
아날로그무전기		-	-	0.06	0.06

나. 마이크로 컨트롤러를 이용한 교신지연 측정 [붙임 2. 참조]

- (측정 방법) Tone 발생기 작동 중, 송신 무전기 PTT 전압과 수신 무전기 스피커의 전압을 마이크로 컨트롤러³⁾에 연결하여 전류의 흐름 시간 측정
- (측정 결과) 디지털무전기는 교신지연 시간이 0.5초 이상으로 아날로그무전기는 인식할 수 없었음

[표 14] 마이크로 컨트롤러를 이용한 교신지연 측정 결과

구 분	디지털무전기		아날로그무전기
	TRS	산업통신용	
지연시간 (Sec)	0.76	0.55	0.06

② 통화끊김

가. 신호발생기로 생성한 불요파로 통화끊김 확인 [붙임 3. 참조]

- (측정 방법) 무전기 교신 시에 신호발생기로 임의의 불요파를 생성하고 출력레벨을 증가하면서 통화끊김(무음상태) 확인
- (측정 결과) 디지털무전기는 상대적으로 낮은 불요파에도 통화끊김이 발생하였으나 아날로그무전기는 교신이 가능하였음

트랙 및 타임 라인 지원

2) 콜 셋업: 송신을 위한 PTT 버튼 누른 후, 송신 허용 전까지 시간

3) 마이크로 컨트롤러(제원:아두이노우노 보드): 오픈 소스 하드웨어로 코딩 소스를 적용할 수 있는 장치

[표 15] 통화 끊김 측정 결과

구 분	디지털무전기		아날로그무전기
	TRS	산업통신용	
통화끊김 임계레벨 (dB)	끊김 (33dB)	끊김 (66dB)	가능 (1dB)

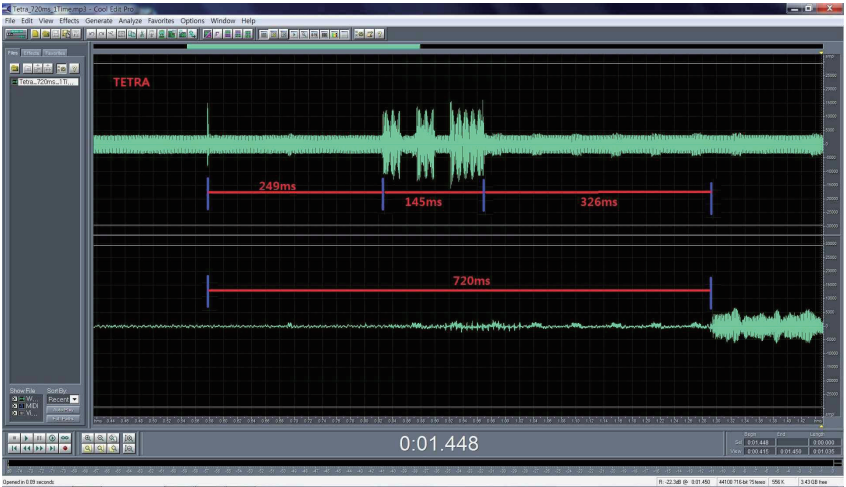
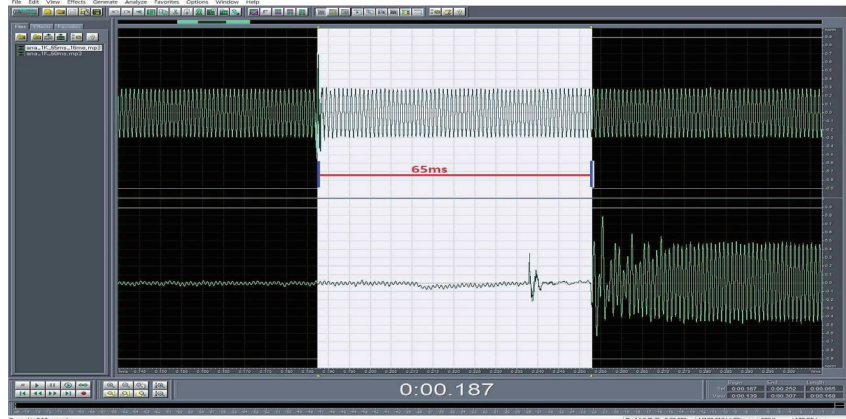
나. 다수의 무전기로 교신 중 끼어들기

- (측정 방법) 송신용 무전기 2대(A·B), 수신용 무전기 1대(C)로 구성하여 A 무전기로 숫자 카운트하고 B 무전기가 중간부터 숫자 카운트 시작할 경우 C 무전기로 끼어들기 가능 여부 확인
- (측정 결과) 디지털무전기는 통화끊김(무음)으로 끼어들기가 불가하나, 아날로그무전기는 잡음이 발생하지만 끼어들기가 가능

[표 16] 다수 무전기로 교신 중 끼어들기 측정 결과

송 신	A 무전기	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
	B 무전기					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
수 신 무전기	디지털	1	2	3	4	통화끊김 (무음)						7	8	9	10
	아날로그	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
						인지가능 (잡음)						7	8	9	10

볼 임 1 오디오를 이용한 교신지연 측정

디지털 무전기	TRS (0.72s)			송신
				수신
	산업 통신용 (0.52s)			송신
				수신
	아날로그 무전기 (0.06s)			송신
				수신

붙임 2

마이크로 컨트롤러를 이용한 교신지연 측정

○ 구성도

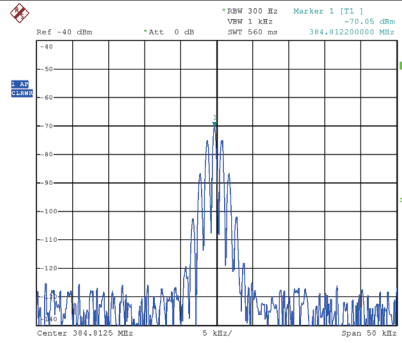
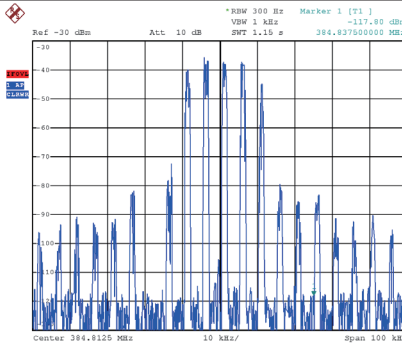
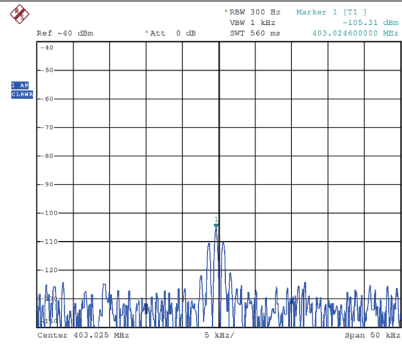
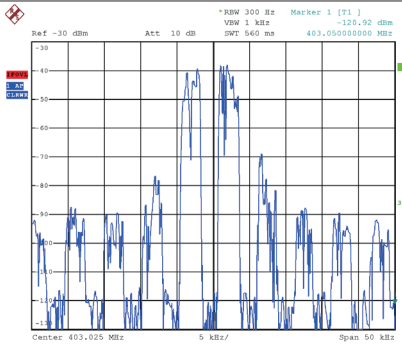
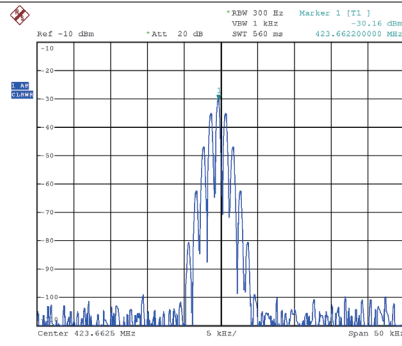
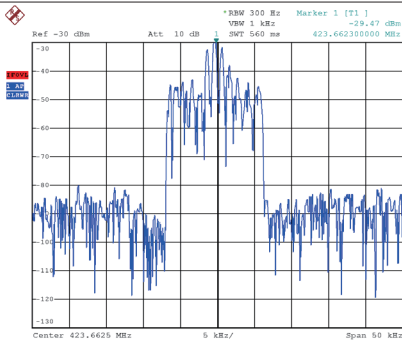


○ 교신 지연시간 측정값

디지털무전기		아날로그무전기
TRS	산업통신용	
1차측정값 Delay : 773ms	1차측정값 Delay : 540ms	1차측정값 Delay : 54ms
2차측정값 Delay : 746ms	2차측정값 Delay : 561ms	2차측정값 Delay : 58ms
3차측정값 Delay : 777ms	3차측정값 Delay : 569ms	3차측정값 Delay : 60ms
4차측정값 Delay : 750ms	4차측정값 Delay : 567ms	4차측정값 Delay : 48ms
5차측정값 Delay : 758ms	5차측정값 Delay : 540ms	5차측정값 Delay : 43ms



붙임 3 신호발생기로 생성한 불요파의 통화끊김 현상

무전기 구분		신호끊김 임계레벨		실제 교신상태	
디지털 무전기	TRS (384.8125MHz)		-70dBm		-37dBm
		보호비 : 33dB			
	산업통신용 (403.025MHz)		-105dBm		-39dBm
		보호비 : 66dB			
아날로그무전기 (423.6625MHz)			-30dBm		-29dBm
		보호비 : 1dB			

제3절 간이무선국 등 무선설비 기술기준 부칙 내용

부칙 제3조(제9조 무선설비에 대한 경과조치) 국립전파연구원고시 제2014-12호(2014.7.2.) 부칙 제3조제2항에도 불구하고 335.4 MHz~470 MHz 주파수 대역에서 전파형식이 F3E(G3E) 또는 F3E(G3E)와 F1E겸용인 무선설비의 적합인증과 허가·신고는 조선소에서 크레인을 사용하는 경우와 같이 안전상 문제가 있는 경우에 한하여 이 고시 시행일부 터 허용한다.

아날로그방식 무전기 기술기준은 아날로그 무전기 인증 종료('15.12.31.) 전 적용하던 기술기준 규정(제9조제1호 및 제2호)을 동일하게 적용하고 아날로그 무전기의 인증 및 허가·신고는 디지털 무전기 통신지연에 따른 긴급 상황 인지 곤란 등 안전상 필요한 경우에 한하여 허용하도록 부칙을 신설하였다. 이번 기술기준 부칙 개정으로 안전상 필요한 경우 제한적으로 아날로그 무전기 사용을 허용하여 인명안전 및 산업재해 예방에 기여할 것으로 기대한다.

제4절 소결

현재 디지털 무전기 사용만 가능한 산업현장 등에서 아날로그 무전기를 제한적으로 이용할 수 있도록 기술기준 부칙 개정안을 마련하고 개정을 추진하였다. 이는 산업체 현장 상황과 근로자의 의견을 전파정책에 적극반영하여 애로사항을 해결한 것으로 볼 수 있다. 또한 경직적인 기술기준 체계를 유연한 기술기준 체계로의 운영 가능성도 엿볼 수 있다. 향후 아날로그 무전기 사용 허용과 같이 산업체 및 이용자 요구사항과 전파정책 간 차이가 있을 때 기술기준이 그 차이를 좁힐 수 있는 열린 규제로의 전환을 모색할 필요도 있을 것으로 판단된다.

[참고문헌]

- [1] 국립전파연구원 연구보고서, 전파자원 기술기준의 안정적 기반조성, 2023.
- [2] 국립전파연구원 연구보고서, 무선통신 전파자원의 안정이용 기반제공, 2022.
- [3] 국립전파연구원 연구보고서, 무선통신 전파자원의 안정적 이용체계 강화, 2021.
- [4] 국립전파연구원 연구보고서, 새로운 무선통신 서비스 제공을 위한 제도개선 연구, 2020.
- [5] 국립전파연구원, 해상업무용 무선설비의 기술기준, 2019
- [6] 방송통신표준심의회, 무선 설비 적합성 평가 시험방법(KS X 3123)
- [7] 무선설비 규칙, 과학기술정보통신부, 2017. 7. 26.
- [8] 한국방송통신전파진흥원, 항공업무용 무선설비의 체계적 관리를 위한 제도개선, 2020
- [9] 윤종호, 항공정보통신공학, 2008
- [10] 인천국제공항공사 공식블로그(<http://blog.naver.com/airport>)
- [11] ICAO, Annex 10 Volume I Aeronautical Telecommunications
- [12] 국토교통부, 항행안전무선시설의 설치 및 기술기준
- [13] 최진철·임승혁, 안티드론(KISTEP 기술동향브리프 2021-10호), 2021
- [14] RTCA, Terms of Reference Special Committee(SC) 238, 2020
- [15] 과학기술정보통신부 드론탐지레이다 주파수 이용 가이드라인, 2021

전파자원 기술기준의 안정적 기반 조성



국립전파연구원

National Radio Research Agency

(58323) 전남 나주시 빛가람로 767

발행일 2025. 04.

발행인 정창림

발행처 과학기술정보통신부 국립전파연구원

전화 061) 338-4623

인쇄 다우프린팅 Tel. 062) 952-2033

ISBN : 978-89-93720-00-6-92560

〈 비 매 품 〉

주 의

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