RRA-2025-RP-102

발 간 등 록 번 호
11-1721137-100025-01

전파자원 기술기준 선도 기반 조성 연구

2025. 12.

국립전파연구원
National Radio Research Agency

전파자원 기술기준 선도 기반 조성 연구

2025. 12.

국립전파연구원
National Radio Research Agency

제 출 문

본 보고서를 「전파자원 기술기준 선도 기반 조성에 관한 연구」과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2025. 12. 10.

연구책임자 : 장 건 호(한국전파진흥협회)
연 구 원 : 민 석 환(한국전파진흥협회)
고 윤 정(한국전파진흥협회)
박 세 호(한국전파진흥협회)
임 재 훈(한국전파진흥협회)
진 용 화(한국전파진흥협회)
진 동 수(한국전파진흥협회)
김 노 경(한국전파진흥협회)
엄 호 경(한국전파진흥협회)
김 예 나(한국전파진흥협회)
서 용 훈(한국전파진흥협회)
지 민 구(한국전파진흥협회)
김 재 은(한국전파진흥협회)
조 성 민(한국전파진흥협회)

요 약 문

본 연구는 디지털 전환 심화와 전파 기반 신기술 서비스 확산에 따라 주파수 수요가 지속 증가하고, 전파자원 공동사용 요구 확대에 따른 간섭 영향이 커지는 환경 변화에 대응하기 위해 추진되었다. 이에 '전파자원 기술기준 선도 기반 조성'을 목표로 국내외 적용기술과 국제표준을 반영한 기술기준 검토 기반을 마련하고, 분야별 '연구반' 운영과 전문지원체계 구축을 통해 기술기준 마련체계를 강화하는 것을 주요 방향으로 설정하였다. 또한 드론 이용 지상파방송 측정표준(안), 이동통신 기술기준 및 시험방법(안), 공공주파수 가이드라인(안), 무선설비 적합성평가 시험방법 개선(안) 등 제도개선 과제를 포괄하여 전파자원의 효율적 이용과 기술기준 체계 개선을 함께 도모하도록 구성하였다.

연구 수행을 위해 우선 분야별 전문가 인력풀을 기반으로 1차 조사를 실시하여 인력을 일괄 DB화하고, 온라인 시트 기반의 통합 관리체계를 구축하였다. 기존에는 분야별 담당자가 분산 관리하여 인력 유지 및 갱신에 어려움이 발생할 수 있었으나, 본 연구에서는 단일 체계로 관리함으로써 연구반별, 분야별 현황 파악과 운영 지원의 효율성을 제고하였다. 아울러 전문가 세부 경력(전공, 직종 등) 조사는 인력 규모와 회신 변동성을 고려하여 온라인 설문 방식으로 설계하고, 이동통신 무선설비 기술기준 연구반을 대상으로 우선 적용하여 조사 및 분석 기반을 마련하였다.

전문연구반 운영 측면에서는 전년도 운영 결과를 토대로 분야별 담당자 협의를 거쳐 연구반 구성의 적정성을 재점검하고, 필요 연구반의 추가 개설 및 인원 보강을 반영하여 총 13개 연구반을 운영하였다. 각 연구반은 담당자와의 상시 협업 체계를 기반으로 회의 운영, 현안 검토, 실험 기획 및 수행 등을 연계하였으며, 분야별 운영 결과는 본문 각 장에서 체계적으로 정리하였다.

주요 성과로는 해상 분야에서 해상업무용 무선설비 기술기준 및 시험방법 연구를 통해 현행 조항의 국내외 기준 정합성 확인, 전면 개정 추진을 위한 사전 검토, VDES 등 신규 제정 과제의 착수 기반을 마련하였고, 선박국용 레이다(제18조) 개정안은 초안 수준에서 정리하여 차년도 의견수렴 및 보완을 전제로 한 검토 기반을 구축하였다. 공공 분야에서는 공공 드론과 비면허기기의 주파수 공동사용 환경에서 간섭 가능성을 확인하고, 드론 제어 신호와 WLAN 신호 간 상호 영향에 대한 시험 관측 결과를 통해 향후 가이드라인 고도화를 위한 근거를

확보하였다.

시험방법 개선 측면에서는 비면허 무선설비 시험방법 개선 연구를 수행하고, 통합 시험방법의 한계를 확인하여 KS X 3123의 개정 방향을 '공통시험항목 중심'으로 재정립하는 한편, 기술기준 분야별 개별 시험방법 표준 마련을 위한 로드맵 수립 필요성을 도출하였다. 또한 주파수 혼간섭 측정분석 전문지원 체계 운영을 통해 SSPA 레이다 간섭 현상의 원인 분석 필요성을 제기하고, 전기차용 무선충전기의 불요발사 및 AM 간섭 영향 측정, FM 미약전계 무선기기 자동차 극장 현장실험을 수행하여 실운용 환경 기반의 기술기준 검토 및 보완 방향을 제시하였다.

종합적으로 본 연구는 연구반 운영과 전문지원, 현장 기반 검증을 결합한 운영 틀을 정립하고, 분야별 기술기준 개선 과제의 검토 기반을 확장하였다. 차년도에는 본 연구에서 도출된 초안과 관측 결과를 바탕으로 이해관계자 의견수렴을 확대하고, 시험방법 분리 및 표준 체계화, 현장실험의 정량 평가 보강 등을 통해 기술기준(안) 완성도를 단계적으로 제고할 필요가 있다.

목 차

제1장 서론 ····· 10
제1절 연구의 배경 ····· 10
제2절 연구 사업의 필요성 ····· 11

제2장 전문인력풀 및 전문연구반 구성·운영 ····· 13
제1절 분야별 전문가 인력풀 및 전문연구반 구성 및 관리 ····· 13
제2절 전문연구반 운영 지원 ····· 15
제3절 전문연구반 세미나 ····· 19
제4절 전파·행정·법제 연구원 기술규제 혁신 공동워크숍 ····· 20
제5절 기술기준 전문위원회 구성 ····· 21

제3장 해상 분야 전문지원 체계 운영 결과 ····· 23
제1절 해상업무용 무선설비 기술기준 및 시험방법 연구 ····· 23
제2절 해상업무용 무선설비 기술기준(제18조 선박국용 레이다) 연구 ····· 34

제4장 공공용 무선설비 전문지원 체계 운영 결과 ····· 37
제1절 공공 드론과 비면허기기의 주파수 공동사용을 위한 연구 ····· 37

제5장 무선설비 적합성평가 시험방법 개선 결과 ····· 77
제1절 비면허 무선기기 시험방법 개선 연구 ····· 77
제2절 무선설비 시험방법(KS X 3123) 개선 연구 ····· 86
제3절 AI 기반 기술기준 효율화 연구 ····· 94

제6장 주파수 혼간섭 측정분석 전문지원 체계 운영 결과 ····· 98
제1절 해경청 SSPA 레이다 간섭 분석 연구 ····· 98
제2절 전기차용 무선충전기 불요발사 및 AM 간섭 영향 측정 ····· 112
제3절 FM 미약전계 무선기기 자동차극장 현장실험 ····· 114

제7장 결론 ····· 117

[참고문헌] ····· 119

[부록 1] 해상업무용 기술기준 제18조(선박국용 레이다) 개정(안) ····· 120

[부록 2] 드론 개요 및 공격 사례 ····· 128

[부록 3] 무선충전기 시험방법(KS X 3123 부속서 L) 개정(안) ····· 143

[부록 4] 지표/벽투과 레이다 시험방법(안) ····· 145

[부록 5] 무선설비 시험방법 개선을 위한 의견수렴 설문항목 ····· 149

[부록 6] 무선설비 시험방법 개선 설문조사 분석 보고서 ····· 154

[부록 7] 해양경찰청 전파간섭 및 허위 물표 발생 사진 (중부청-24년 하반기 관측사항) ····· 160

[부록 8] 해양경찰청 SSPA 방식 선박용 레이다 정보 ····· 165

표 목 차

표 1. 분야별 전문연구반 구성 현황 ····· 16
표 2. 분야별 연구반 운영 지원 현황 ····· 17
표 3. 전문연구반 세미나 일정 ····· 20
표 4. 공동워크숍 세부 프로그램 일정 ····· 22
표 5. 해상업무용 무선설비 연구추진 경과 ····· 25
표 6. VDES 작업반 템플릿 예시(국문, 영문) ····· 32
표 7. 분류별 드론의 제원 특성 ····· 40
표 8. 국내 2024년 드론 상용화 지원사업 추진현황 ····· 41
표 9. 국내, 미국 Wi-Fi 주파수 대역 비교 ····· 43
표 10. IEEE 802.11 표준별 주파수 및 기술 특징 비교 ····· 48
표 11. 공공 주파수 공동사용 가이드라인 연구추진 경과 ····· 49
표 12. 5 ㎓ 대역 WLAN 주파수 채널(20 ㎒ 대역폭) ····· 49
표 13. 상용드론 국내 출력 기준 ····· 50
표 14. 측정 장비 및 대상 제원 ····· 51
표 15. AP Type 1 (ASUS) GT-AXE 11000 대역폭: 20 ㎒ ····· 52
표 16. AP Type 1 (ASUS) GT-AXE 11000 대역폭: 80 ㎒ ····· 52
표 17. AP Type 2 (TP-Link) BE9300 대역폭: 80 ㎒ ····· 53
표 18. AP Type 1 간섭신호원과 AP-단말 간 거리 3 m ····· 56
표 19. AP Type 1 간섭신호원과 AP-단말 간 거리 10m ····· 57
표 20. AP Type 2 간섭신호원과 AP-단말 간 거리 3m ····· 59
표 21. AP Type 2 간섭신호원과 AP-단말 간 거리 10m ····· 60
표 22. 2차 실험 측정 대상 제원 ····· 62
표 23. 2차 실험 측정 장비 제원 ····· 63
표 24. 5.8 ㎓ 대역 스펙트럼과 계측기 케이블 손실 측정 ····· 64
표 25. 무간섭 상태에서 WLAN AP 모델별 성능 측정 파형 ····· 65
표 26. DVW-632 (다보링크) 측정 결과 ····· 68
표 27. DVW-642 (다보링크) 측정 결과 ····· 69
표 28. MEX605 (netis) 측정 결과 ····· 70
표 29. A604SR (ipTIME) 측정 결과 ····· 71
표 30. 측정 대상기기별 연결해제 시 간섭신호 출력 ····· 72
표 31. DVW-632 손실율에 따른 수신출력세기 ····· 73

표 32. DVW-642 손실율에 따른 수신출력세기 ····· 74
표 33. MEX605 손실율에 따른 수신출력세기 ····· 75
표 34. A604SR 손실율에 따른 수신출력세기 ····· 76
표 35. 비면허 무선기기 현황 및 인공와우 예시 ····· 78
표 36. 비면허 무선기기 시험방법 개선 연구추진 경과 ····· 79
표 37. (부속서 A) 표 A.4 – 온도 시험 조건의 구분 ····· 80
표 38. 무선충전기 성적서 분석자료 ····· 81
표 39. 인체에 밀착되어 사용되는 무선기기의 작동 및 보관 온도 ····· 82
표 40. 무선설비 시험방법 개선 연구추진 경과 ····· 88
표 41. 3社 송신 신호 측정 파형 ····· 101
표 42. 3社 주요 측정 결과 ····· 102
표 43. HENSOLT社 레이다 규격 ····· 104
표 44. 시험장소(해경정비창) 전파환경 ····· 105
표 45. HENSOLT社 채널 별 측정 결과 ····· 106
표 46. FRUNO社 레이다 규격 ····· 107
표 47. FRUNO社 채널별 측정 결과 ····· 108
표 48. GEM社 레이다 규격 ····· 109
표 49. GEM社 채널별 측정 결과 ····· 110
표 50. 시험 환경 사진 ····· 113
표 51. 시험 측정 파형 ····· 114
표 52. 주요 실험 셋업 ····· 115
표 53. 측정 CASE 1 (안테나 1개 설치) ····· 116
표 54. 측정 CASE 2 (안테나 4개 설치) ····· 116
표 55. 측정 CASE 3 (안테나 5개 설치) ····· 117
표 56. 측정 현장 및 회의 사진 ····· 117

그 림 목 차

그림 1. 제4차 전파진흥기본계획의 비전 및 목표(출처: 전파진흥기본계획) ····· 11
그림 2. 위성 통신망 구성도 예시(출처: 머니투데이 전자신문) ····· 12
그림 3. 서비스품질 향상 및 기술고도화에 따른 주파수 신규 수요 발생(출처: 디지털데일리 전자신문) ····· 12
그림 4. WRC-23 채택 6G 후보대역에 대한 전파간섭 방안의 예시 ····· 13
그림 5. 전파분야 표준화 기구 의장단 RF 35-Leaders 추진 계획 ····· 13
그림 6. 전문인력풀 DB 관리·운영 ····· 14
그림 7. 전문가인력풀 DB화 관리 현황 ····· 15
그림 8. 세부 경력 조사 현황(이동통신 무선설비 기술기준 연구반) ····· 15
그림 9. 전문연구반 세미나 사진 ····· 21
그림 10. 공동워크숍 사진 ····· 21
그림 11. 전문연구반 구성 ····· 23
그림 12. 차세대 해양통신망(VDES)(출처: 엔에스소프트社 홈페이지) ····· 24
그림 13. 어선 조난자 구조용 개인위치식별장치 도식 및 제품 예시 ····· 26
그림 14. 위성통신망 및 조난구조시스템 성능 고도화 추진(출처: 해양경찰청) ····· 26
그림 15. 해상 기술기준 조항별 근거규정 및 표준동향 조사 템플릿 ····· 28
그림 16. 코마린 현장 사진(회의, 전시장) ····· 32
그림 17. 해상교통관제 고정능 레이더(SSPA 방식) 관련 내용 ····· 35
그림 18. 운용 고도에 따른 세계 무인기 종류(출처: 동아일보) ····· 39
그림 19. 옥토콥터, 헥사콥터, 쿼드콥터 ····· 40
그림 20. 6 ㎓ 대역 방송중계용 주파수 재배치 전후 비교 ····· 44
그림 21. 미국 FCC 2.4 ㎓채널 할당 ····· 45
그림 22. 미국 FCC 5 ㎓ 채널 할당 ····· 46
그림 23. 미국 FCC 6 ㎓ 채널 할당 ····· 47
그림 24. 실험 환경 구성도 ····· 50
그림 25. 실측환경 구성 ····· 53
그림 26. 5.8 ㎓ 대역 스펙트럼 분석 결과 ····· 54
그림 27. 간섭신호(신호발생기) 측정 ····· 55
그림 28. AP Type 1 (ASUS) GT-AXE 11000 측정 파형 ····· 55
그림 29. AP Type 2(TP-Link) BE9300 측정 파형 ····· 59
그림 30. 2차 실측환경 구성 ····· 64
그림 31. 간섭신호(신호발생기) 측정 파형 ····· 65

그림 32. 2차 실측결과 (4개 제품) ····· 67
그림 33. KS X 3123 개선 방안 ····· 87
그림 34. SSPA 레이가 운용 중 관측된 장애현상 (출처: 해양경찰청) ····· 99
그림 35. HENSOLT社 OTA 측정 현장(502함) ····· 103
그림 36. No.1 레이다(CH24), No.2 레이다(CH20) 운용 시 전파간섭 ····· 105
그림 37. FRUNO社 전도 측정 현장(신아종합) ····· 107
그림 38. GEM社 전도 측정 현장(베가통신) ····· 109
그림 39. No 1, 2 레이다간 상호 간섭 현상 (출처: 해양경찰청) ····· 111
그림 40. 안테나 설치 구상도 ····· 115

제1장 서론

제1절 연구의 배경

디지털 전환 가속화와 함께 6G, 위성통신, 드론, 자율주행 등 신규 무선 인프라가 빠르게 확산됨에 따라, 전파이용의 안정성 확보와 신기술 확산에 대응할 수 있는 기술기준 체계의 선제적 정비 필요성이 확대되고 있다. 특히 초공간 네트워크로의 진화, 지상과 해상, 우주를 연결하는 서비스 구조의 보편화는 주파수 수요를 증가시키는 동시에 전파 간섭 가능성을 높이고, 기술기준의 신속한 검토, 정비, 보완을 요구하고 있다.

그림 1. 제4차 전파진흥기본계획의 비전 및 목표(출처: 전파진흥기본계획)

이러한 환경 변화에 대응하기 위하여 본 연구는 '전파자원 기술기준 선도 기반 조성'을 목표로, 국내외 적용기술과 국제표준(ITU, 3GPP, IEEE 등)을 반영한 기술기준 검토 기반을 마련하고, 분야별 '연구반' 운영 및 전문지원체계를 통해 기술기준 마련체계를 강화하는 방향으로 추진되었다. 아울러 드론 이용 지상파 방송 측정표준(안), 이동통신 기술기준 및 시험방법(안), 공공주파수 가이드라인

(안), 무선설비 적합성평가 시험방법 개선(안) 등 다양한 제도개선 과제를 포괄하여, 전파자원의 효율적 이용과 기술기준 체계 개선을 함께 도모하도록 구성하였다.

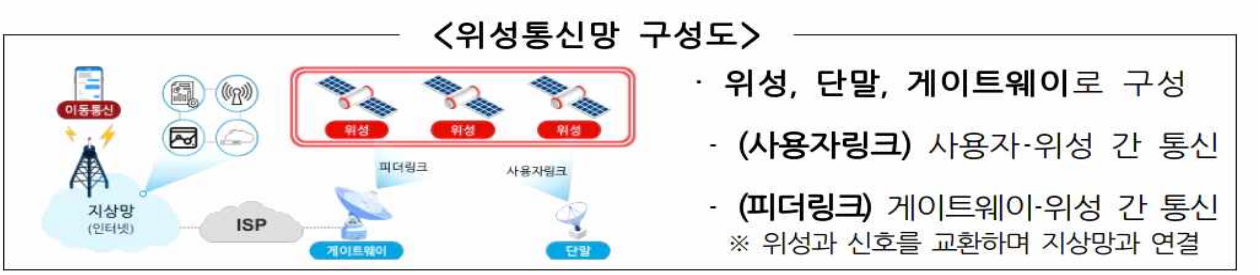


그림 2. 위성 통신망 구성도 예시(출처: 머니투데이 전자신문)

또한 본 연구는 '산·학·연·관 협력 연구반' 운영과 더불어 해상, 항공, 레이다 등 분야별 전문지원, 혼 간섭 측정분석지원, 드론 이용 방송 측정표준 마련, 기술기준 영향분석 및 신규 분야 선행연구 등으로 역할을 구체화하여, 단순 검토를 넘어 현장 기반의 검증과 체계적 지원이 가능한 운영 틀을 마련하고자 하였다.

제2절 연구 사업의 필요성

최근 전 산업 분야에서 디지털 확산이 심화되며 스마트시티, 자율주행, IoT(사물인터넷) 등 전파 기반 신기술 서비스가 급증하고 있다. 이에 따라 주파수 공급과 효율적 이용의 중요성이 커졌으며, 서비스 품질 향상과 기술고도화가 동시에 진행되면서 신규 주파수 수요가 지속적으로 발생하는 구조가 뚜렷해지고 있다. 이러한 변화는 전파자원 이용의 급속 확산과 공동사용 요구의 확대를 동반하고, 결과적으로 전파자원 간 간섭 영향이 증가하는 방향으로 나타나고 있다.

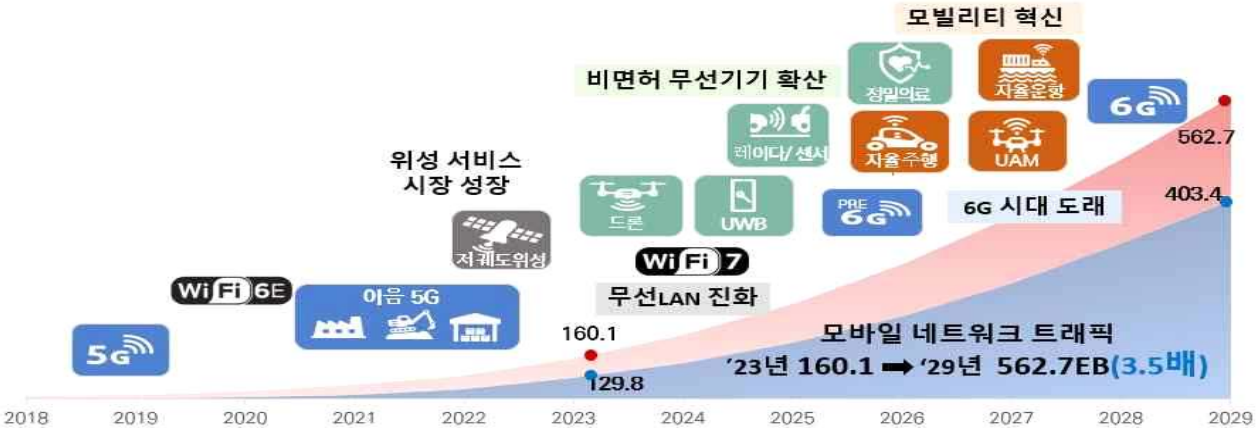


그림 3. 서비스품질 향상 및 기술고도화에 따른 주파수 신규 수요 발생(출처: 디지털데일리 전자신문)

또한 위성통신 등 비지상망 기반 서비스가 확대되면서, 지상 통신망의 보완

역할 및 서비스 안정성 확보 측면에서 위성통신 체계와 연동되는 전파자원 관리, 기술기준 마련의 필요성이 커지고 있다. 즉, 지상 중심의 기존 제도만으로는 향후 네트워크 구조 변화와 서비스 확장 속도를 따라가기 어렵기 때문에, 기술기준을 통해 전파자원의 효율적 이용 기반을 선제적으로 확보할 필요가 있다.

그림 4. WRC-23 채택 6G 후보대역에 대한 전파간섭 방안의 예시

아울러 6G 표준 선점, 위성 활용 확대 등 국가 간 경쟁이 심화되면서 ITU 등 국제협력 활동의 중요성이 증가하고 있으며, WRC-23 결정 사항과 WRC-27 의제 등에 대한 전문적 대응을 통해 국내 입장을 국제 논의에 반영할 필요가 있다. 특히 해상안전서비스 분야에서는 GMDSS 관련 전파 규칙 개정사항과 WRC-23 반영 등 국제기준 변화에 대한 지속적인 조사 및 분석이 요구되며, 선박국용 레이다, [1]VDES 등과 같이 기술 발전이 빠른 영역은 국제표준 개정 흐름을 선제적으로 파악하고 국내 기술기준 체계에 연계하는 작업이 필요하다.

분야	확보 목표	핵심그룹 의장 진출 목표
6G(이동통신)	9명 → 12명	• ITU-R WP5D(IMT) 산하 실무그룹(6G 등)('27) • 3GPP : RAN 총회('25), RAN 작업반(RF 등)('26)
위성통신	5명 → 6명	• ITU-R SG4(위성) 산하 실무그룹(6G 위성 등)('26)
모빌리티	1명 → 3명	• ITU-R SG5(지상) 산하 실무그룹(ITS 밀리미터파, 해상 e-네비게이션 및 해상통신 등)('26)
전파관리	10명 → 14명	• ITU-R SG1(전파관리) 산하 실무그룹('27) • WRC-27(세계전파통신회의) 산하 위원회('27) • APT APG(아태지역 WRC준비그룹) 산하 실무그룹('25) • APT AWG(아태지역 무선그룹) 총회 및 산하 작업반('25)

그림 5. 전파분야 표준화 기구 의장단 RF 35-Leaders 추진 계획

1) VDES(VHF Data Exchange): VHF 데이터 교환 시스템의 약어로 항해와 관련하여 일반해상통신을 지원하는 해상디지털 양방향 선박통신망

제2장 전문인력풀 및 전문연구반 구성·운영

제1절 분야별 전문가 인력풀 및 전문연구반 구성 및 관리

본 사업에서는 전년도에 운영한 연구반 참여 인원을 기반으로 분야별 전문가 인력풀에 대한 1차 조사를 수행하고, 이를 일괄적으로 DB화하여 관리 체계를 정비하였다. 기존에는 국립전파연구원 내에서 분야별 담당자가 분산 관리하는 형태로 운영되어, 인력 현황 파악 및 최신화 측면에서 관리 부담이 발생할 수 있었다. 이에 따라 본 사업에서는 전문가 정보를 단일 체계로 통합하여 관리함으로써, 인력 현황을 일관된 기준으로 정리하고 연구반 및 분야별 조회, 활용이 용이하도록 개선하였다.

그림 6. 전문인력풀 DB 관리·운영

특히 기존에 각 담당자가 엑셀, 한글 등 개별 파일로 관리하던 방식을 온라인 시트 기반으로 전환하여, 연구반별, 분야별 인력 관리와 자료 갱신을 보다 효율적으로 수행할 수 있도록 하였다. 이를 통해 분산 관리로 인한 자료 중복, 누락 가능성을 낮추고, 동일 기준의 데이터 축적이 가능하도록 전문가 인력 DB 관리 체계를 개선하였다.

1	전파자원 기술기준 선도 기반 조성 사업 연구반								
2									
3									
4	* 정보 확인 필요								
5	예시 : 1/2/3/4								
6	연구반 코드	분야	성명	소속	직위	연락처	이메일	비고	
7	1/5	해상/레이다	주	대양정보통신	대표	010-	o.kr		
8	1/2	해상	김	삼영ENC		010-			
9	1/2	해상	장	삼영ENC		010-			
10	1	해상	최	신아정보통신		010-	com		
11	1/2	해상	박	아리온통신	대표	010-	m		
12	1/2	해상	임	에스알씨	대표	010-	m		
13	5	레이다	최	제이컴스	대표	010-	r	5번 용역	
14	1	해상	남	지씨에스씨		010-	kr		
15	1	해상	장	한신전자		010-	com		
16	1	해상	이	휴니드테크놀러지스		010-	com		
17	5	레이다	박	공주대	교수	010-	kr	5번 반장	
18	5/8	레이다/공공	제	과학기술정보통신부	주무관	010-	.kr		
19	5/8	레이다/공공	황	과학기술정보통신부	사무관	010-	kr		
20	6	방송	김	과학기술정보통신부		010-	.kr		
21	6	방송	여	과학기술정보통신부		010-			
22	7	이동	민	과학기술정보통신부		010-	.kr		
23	7	이동	장	과학기술정보통신부	주무관	010-	.kr		
24	9	공공	김	과학기술정보통신부	사무관	010-	kr		
25	3	해상	양	과학기술정보통신부 주파수과		010-			
26	7	이동	유	광운대학교	교수	010-	.ac.kr	7번 반장, 현재 무소속	
27	/2/3/4/5/9/12/13/1	해상/항공/레이다/공공/기타	이	국립전파연구원	사무관	010-	kr		
28	5/12/13	레이다/기타	한	국립전파연구원	연구사	010-			
29	~~10(삭제)~~	~~비면허~~	~~박~~	~~국립전파연구원 전파사첨인증센터~~	~~주무관~~	~~010-~~	~~-kr~~	~~퇴사~~	
30	1/2/3	해상	김	국립전파연구원	연구사	010-	.kr	1,2,3번 담당	
31	10/12/13	비면허/기타	박	국립전파연구원	주무관	010-	kr	10번 담당	
32	11	에너지	김	국립전파연구원	연구사	010-	.kr		
33	11	에너지	김	국립전파연구원	주무관	010-	.kr		
34	11	에너지	이	국립전파연구원	주무관	010-	.kr		
35	12	기타	류	국립전파연구원		010-	.kr		
36	12	기타	양	국립전파연구원		010-	kr		
37	12	기타	여	국립전파연구원		010-	r		
38	13	기타	김	국립전파연구원	사후관리과장	010-	.kr		
39	3	해상	배	국립전파연구원	과장	061-			

그림 7. 전문가인력풀 DB화 관리 현황

한편 전문가의 세부 경력(전공, 직종 등) 정보는 대상 인원이 많아 일괄 조사 시 회신율 및 소요 공수가 불확실하므로, 효율적인 조사 방식 마련이 필요하였다. 이에 온라인 설문 형태로 조사 항목을 구성하고, 이동통신 무선설비 기술기준 연구반을 대상으로 우선 적용하여 전문가 세부 경력 조사를 시범 수행하였다.

위원회명/연구반명	분야	전문분야1	전문분야2	위원구분	소속	직위	성명	주요경력1	주요경력 2	연락처 1(개인)	전자메일	지역	성별	생년	기타활동
이동통신무선설비기술기준 및 시험방법 연구반	이동통신,	무선전송 및 접	주파수 및 RF, 치	반원	케이티	차장	[redacted]	(KT) 3GPP RAN4	(삼성전자) LTE 기	010- [redacted]	[redacted] .com	서울	남		
이동통신무선설비기술기준 및 시험방법 연구반	이동통신	전기전자공학		반원	SKT	부장	박	기술기준	주파수 정책, 네트	010-	d .com	서울	남		
이동통신무선설비기술기준 및 시험방법 연구반	이동통신	컴퓨터공학	정보통신공학	반원	삼성전자	부장	윤	기술기준	시스템SI 및 장비	010-	y samsung.com	경기	남		
이동통신무선설비기술기준 및 시험방법 연구반	이동통신	통신공학	전파전파	반원	에릭슨엘지	수석	박	기술기준	3GPP 표준, TTA	010-	b ark@ericssonlg.com	서울	남		
이동통신무선설비기술기준 및 시험방법 연구반	이동통신	무선통신	통신공학	반원	노키아	실장	정	기술기준	RF 회로설계, 적	010-	e a.com	서울	남		
이동통신무선설비기술기준 및 시험방법 연구반	이동통신	컴퓨터공학			애플	부장	표	기술기준	적합성평가	010-	s le.com	서울	남		
이동통신무선설비기술기준 및 시험방법 연구반	이동통신	무선기기 적합성	인증 시험	반원	쿠에이치시티	이사	이	5G NR 이동통신	시험방법 제정	010-	o r	경기	남		
이동통신무선설비기술기준 및 시험방법 연구반	전자공학	전자통신		반원	한국에스지에스	과장	박	기술기준 및 시험방법		010-	h gs.com	경기	남		
이동통신무선설비기술기준 및 시험방법 연구반	이동통신,	이동통신 장비	무선통신 적합성	반원	한국정보통신기술협회		조	이동통신 장비 및	이동통신기술 국	010-	d r	경기	남		
이동통신무선설비기술기준 및 시험방법 연구반	이동통신	전자공학	통신공학	반원	한국방송통신전파진흥원	팀장	박	기지국, 중계기,	안테나 개발	010-	y r	전남	남		
이동통신무선설비기술기준 및 시험방법 연구반	이동통신	통신공학		반원	한국전파진흥협회	센터장	장	기술기준	ICT 국가표준 연	010-	g r.kr	서울	남		
이동통신무선설비기술기준 및 시험방법 연구반	이동통신	통신공학		반원	한국전파진흥협회	과장	민	기술기준	ICT 국가표준 연	010-	m r.kr	서울	남		
이동통신무선설비기술기준 및 시험방법 연구반	이동통신	전기전자공학		반원	한국전파진흥협회	대리	고	기술기준		010-	y r	서울	여		
이동통신무선설비기술기준 및 시험방법 연구반	이동통신	국내 적합성평가	정보통신	반원	삼성전자 규격인증그룹		조	기술기준	적합성 평가	010-	s ssung.com	경기	남		
이동통신무선설비기술기준 및 시험방법 연구반	무선 시험	무선인증분야		반원	윈텍	팀장	김	무선인증 경력 1	무선기술책임자	010-	ta atech.co.kr	경기	남		
이동통신무선설비기술기준 및 시험방법 연구반	이동통신	초고주파공학	정보통신공학,	반원	엘지전자	책임	김	기술기준 : 기지국	적합성 평가 : 특	010-	ta ge.com	서울	남		

그림 8. 세부 경력 조사 현황(이동통신 무선설비 기술기준 연구반)

제2절 전문연구반 운영 지원

전문연구반 구성은 전년도 연구반 운영 현황을 기반으로 추진하되, 분야별 담당자와의 협의를 통해 추가 개설 필요 연구반, 구성 인원의 보강 또는 조정 필요사항을 사전 검토하여 확정하였다. 그 결과 금년도에는 총 13개 연구반을 구성하여 운영하였으며, 연구반별 전문성, 업무 범위, 추진 일정 등을 고려해 참여 인력 구성을 정비하였다.

표 1. 분야별 전문연구반 구성 현황

구분		연구반 및 주요임무
①	해상	○ **(해상업무용 무선설비 기술기준)** - ITU/IMO 국제표준 부합화 기술기준 재·개정
②		○ **(해상 인명안전 협의체)** - 익수자위치발신장치 가이드라인 개발 등
③		○ **(해상 전파통신 미래발전)** - 해상 전파통신 분야 발전 로드맵
④	레이다	○ **(레이다 기술기준)** - 레이다 기술기(안) 마련
⑤	항공	○ **(항공업무용 무선설비 기술기준)** - 항공업무용 무선설비 기술기준 마련
⑥	방송	○ **(방송업무 제도개선)** - 드론 활용 방송장비 전자파강도 측정방법 마련
⑦		○ **(전파에너지전송)** - WPT 등 전파응용설비 제도 개선
⑧	이동통신	○ **(이동통신 기술기준 및 시험방법)** - 이동통신 기술기준 제·개정
⑨	공공	○ **(민·군 주파수 공동사용 가이드라인)** - 군용 드론 주파수 공동사용 가이드라인 마련
⑩		○ **(전파차단장치 주파수 적정성 평가기준)** - 전파 차단장치 관련 제도 개선
⑪	비면허	○ **(비면허 무선기기 시험방법)** - 비면허 무선기기 시험방법 제·개정
⑫	간이	○ **(간이무선국 기술기준)** - 간이무선국 기술기준 제·개정
⑬	기타	○ **(무선설비 시험방법 개선)** - 무선설비 시험방법(KS X 3123) 개정방안 마련

연구반 운영 과정에서는 각 연구반 담당자와 수시로 연락 체계를 유지하며 회의 추진, 자료 공유, 혼간섭 실험 관련 협의 등을 실시간으로 지원하였다. 이를 통해 연구반별 논의가 지연되지 않도록 운영 기반을 마련하고, 분야별 주요 쟁점이 발생할 경우 담당자와 즉시 조율하여 회의 안건, 진행 방식, 후속 조치 방향을 정리하였다.

또한 연구반별로 회의 운영 및 혼간섭 실험을 추진하는 과정에서 필요한 실무 지원을 수행하였으며, 연구반 운영 결과는 분야별로 구분하여 후속 장에서 상세히 서술한다. 다만, 일부 연구반의 연구 수행결과는 별도의 보고서로 작성되었고, 전파차단장치 주파수 적정성평가 연구 수행 내용은 비공개로 한다.

표 2. 분야별 연구반 운영 지원 현황

연구반	일자	내용
해상	02-10	연구반 1차 회의 (연구반 운영 및 '25년 개정항목 논의)
	03-18	자문 회의 (연구반 운영 방안 검토)
	06-20	연구반 운영 및 안건 회의 (작업반 구성 방안 논의 및 검토)
	08-11	위성통신설비 기술기준(제10조) 개정 작업반 1차 회의
	09-22	소규모 회의 (작업반 회의 작업진행 사항 검토, 연구반 중장기 계획 논의)
	10-15	제3차 레이다 연구반 회의 (제18조(선박국용 레이다) 개정안 검토)
	10-14	VDES 작업반 킥오프 회의 (작업반 구성 목적 및 계획 공유)
	11-11	VDES 작업반 화상 회의 (업무분장 및 세부계획 수립)
레이다	04-04	연구반 1차 회의 (연구반 운영 및 추진방향 공유)
	06-25	연구반 2차 회의 (레이다 국내외 현황 발표)
	10-15	연구반 3차 회의 (제18조(선박국용 레이다) 개정안 검토)
항공	06-19	연구반 자문 회의 (항공 분야 국내외 기술기준 자료 공유)
	07-02	소회의 (25년도 연구반 구성 및 운용 계획 수립)
	09-12	연구반 1차 회의 (제13조(DME) 개정 필요성에 대한 논의)
	11-03	연구반 2차 회의 (해외 자료 조사 결과 공유 및 개정방향 논의)
	11-28	연구반 3차 회의 (개정안 초안 검토)

방송	08-13	방송국 지향특성 측정 표준화 용역과제 착수보고회
	09-22	드론을 이용한 DTV 방사패턴 측정 방법 표준(안) 마련 회의
	11-26	드론을 이용한 DTV 방사패턴 측정 방법 표준(안) 마련 2차 회의
	07-18	전파에너지전송 기술 연구반 킥오프 회의
	10-14	920㎒ 원거리 무선전력전송 도입 검토회의
이동통신	04-29	사전 회의 (주파수 재할당 대비 기술기준/시험방법 정비 방안)
	05-21	연구반 1차 회의 ('25년도 제개정(안) 작업방법 및 일정 논의)
	07-22	기술기준 개정안 관계자 1차 회의 (온라인)
	07-24	시험방법 개정안 관계자 1차 회의
	08-05	기술기준 개정안 관계자 2차 회의 (온라인)
	08-05	시험방법 개정안 관계자 2차 회의
	08-22	연구반 2차 회의 (개정 방안 검토 및 이음5G 단말 관련 논의)
	09-26	연구반 3차 회의 (기술기준/시험방법 개정안 의견 수렴)
	10-22	연구반 4차 회의 (기술기준/시험방법 개정안 의견 수렴)
	11-24	연구반 5차 온라인 회의 (기술기준/시험방법 개정안 최종 검토)
공공	06-12	공공 주파수 공동사용 가이드라인 연구반 킥오프 회의
	08-07	연구반 2차 회의 (1차 실측 시나리오 검토)
	08-14	공공 드론 및 비면허 기기 간 전파간섭 1차 실측
	09-18	연구반 3차 회의 (1차 측정 결과 검토 및 2차 측정 계획)
	10-16 ~ 10-17	공공 드론 및 비면허 기기 간 전파간섭 2차 실측
	05-20	전파차단장치 주파수 적정성 평가 연구반 회의 (관련 제조·판매 업체 의견 수렴)
비면허	03-12	연구반 1차 회의 (무선충전기 시험방법 간소화 방안 검토)
	06-11	연구반 2차 회의 (인체밀착기기 온도조건 및 GPR 시험방법 제정 검토)
	08-25 ~ 08-27	국내외 GPR 시료 전파 측정 지원
	09-15	연구반 3차 회의 (GPR 시험방법 초안 검토)
	12-02	연구반 4차 회의 ('26년 수요조사 결과 공유)

혼간섭 측정	03-20	전기차용 무선충전기 불요발사 및 AM 간섭 영향 측정
	07-22	해경청 SSPA 레이다 혼간섭 측정 시나리오 검토 회의
	09-03 ~ 09-05	해경청 SSPA 레이다 혼간섭 측정
	10-29	해경청 SSPA 결과 검토 회의
	09-17	FM 미약전계강도 무선기기 전계강도 측정
	10-29 ~ 10.31	FM 미약전계 무선기기 자동차극장 현장실험
기타	04-15	무선설비 시험방법 개선 연구반 1차 회의
	05-12	자문회의 (시험방법 개선 필요성에 대한 설문조사 추진 논의)
	07-16	연구반 2차 회의 (설문조사 결과 공유)
	09-15	소규모 회의 (기술기준 별 시험방법 현황 조사)
	11-20	연구반 3차 회의 (시험방안 개선 방안 논의)
	08-29	제1차 AI 기반 기술기준 효율화 연구반 회의
	04-14	AI기반의 전자기스펙트럼(EMS) 예측기술 세미나
	07-08	AI를 활용한 전파 전파 예측기술 세미나
	11-17	은닉 전자기기 탐지 레이다 세미나
	07-29	기술기준 전문위원회 구성 및 운영 관련 의견 수렴 회의
	11-07	`25년 전파자원 기술기준 선도기반 조성 사업 관련 업무회의
	08-12	'25년 전문연구반 세미나 개최
	11-12	전파·행정·법제 연구원 기술규제 혁신 공동워크숍

제3절 전문연구반 세미나

본 세미나는 최신 기술기준 이슈를 분야 간에 공유하고 연구반 운영 과정에서 확인된 기술개정 수요를 논의하기 위해 개최되었다. 특히 해상, 항공, 레이다, 방송, 이동통신, 위성, 비면허기기 등 주요 분야별 발표를 통해 기술기준 개정 방향, 국제표준 동향, 시험방법 개선 필요사항 등을 종합적으로 교류하였다. 이를 통해 개정 필요성이 높은 항목에 대한 인식이 공유되었으며, 연구반별로 추진 중인 과제와 연계해 향후 검토해야 할 기술기준 수요를 정리하는 계기가 마련되었다.

표 3. 전문연구반 세미나 일정

시간	내용
14:00 ~ 14:10	▸ 개회 및 인사
14:10 ~ 14:25	[해상] 해상 기술기준 개정방향 및 국내외 연구동향
14:25 ~ 14:40	[항공] 항공 기술기준 국제표준 부합화 연구
14:40 ~ 14:55	[레이다] 국외 레이다 기술기준 및 기술현황
14:55 ~ 15:10	[방송] 방송 및 전파응용설비의 기술 동향
15:10 ~ 15:25	[네트워크] IP카메라의 안전한 비밀번호 설정원칙 의무화 도입방안 연구
15:25 ~ 15:35	▸ 휴식
15:35 ~ 15:50	[이동] 이동통신 기술기준 및 시험방법 체계 개선방향
15:50 ~ 16:05	[위성] 우주 전자파 기술기준 및 우주전파자원 개발 연구
16:05 ~ 16:20	[비면허] 비면허 무선기기 최신 동향 및 시험방법 개정사항
16:20 ~ 16:35	[시험] 무선설비 적합성평가 시험방법 개선 방향
16:35 ~ 16:50	[제도] 기술기준 영향분석 제도 현황
16:50 ~ 17:00	▸ 폐회 및 마무리

세미나에서는 분야별 전문가와 국립전파연구원 담당자가 참여해 기술기준의 국제표준 부합화, 레이다 혼간섭 대응, 이동통신 시험방법 체계 개선, 비면허기기 시험방법 개정 등 현안 이슈를 집중 논의하였다. 발표 이후에는 각 연구반에서 공통적으로 직면한 규제 개선 수요와 실무적 애로사항을 종합해 의견을 교류하였으며, 분야 간 중복 규제, 시험방법 부재, 기술기준 간 상호 영향성 등 구조적인 문제에 대해 협력 검토 필요성이 제기되었다.

그림 9. 전문연구반 세미나 사진

세미나에서 제시된 개선 과제는 당해연도 연구반 운영 과정에 즉시 반영하였다. 특히 레이다 기술기준 정비 필요성 등 일부 과제는 후속 장의 연구반 논의에 연계해 기술 검토 방향을 구체화하였다. 이를 통해 세미나는 단순 정보 공유를 넘어 연구반의 연간 활동을 조정·보완하는 기능을 수행하였다.

제4절 전파·행정·법제 연구원 기술규제 혁신 공동워크숍

기술규제 혁신 공동워크숍은 급변하는 전파기술 환경에 대응한 규제 혁신 방향을 논의하기 위해 전파·행정·법제 분야 전문가들이 공동으로 참여하였다. 특히 레이다·이동통신·UAM 등 신기술 분야의 기술기준 선진화 방향과 규제 체계 개선 필요사항을 중심으로 국내외 기술 동향을 검토하였다. 이를 통해 기술기준 도입 필요성, 시험방법 고도화, 법제 기반 마련 등 분야별 우선 추진과제를 도출하였다.

워크숍에서는 3GPP 표준과 국내 시험방법 간 연계 강화, AI 기반 기술기준 업무체계 개선, 기술기준 영향평가 제도 도입, UAM/AAM 통신기준 마련 등 다수의 규제혁신 과제가 심도 있게 검토되었다. 특히 레이다 기술기준의 경우 최근 혼간섭 이슈, 출력 기준 정비 필요성 등 시급성이 높은 영역으로 인식되었다.

그림 10. 공동워크숍 사진

표 4. 공동워크숍 세부 프로그램 일정

시간	프로그램
13:30 ~ 13:40	환영인사 및 개회
<세션 1> 기술기준 선진화	
13:40 ~ 14:00 (20′)	레이다 기술기준 도입을 위한 국내외 기술동향 조사
14:00 ~ 14:20 (20′)	UAM/AAM 안전운항을 위한 통신 기술기준 도입 필요성
14:20 ~ 14:40 (20′)	3GPP 표준체계와 국내 무선설비 시험방법 연계 방안
14:40 ~ 15:00 (20′)	AI 기반 기술기준 업무체계 개선 방향
15:00 ~ 15:10	휴식
<세션 2> 기술규제 혁신	
15:10 ~ 15:35 (25′)	기술기준 평가 도입을 위한 법제 연구
15:35 ~ 16:00 (25′)	기술규제의 혁신 방향과 과제
16:00 ~ 16:10	휴식 및 장내 정리
16:10 ~ 16:50 (40′)	**전문가 패널 토의 (4인)**
16:50 ~ 17:00	폐회 및 마무리

기술기준은 단순 규제 문서가 아니라 기술·산업·정책 흐름을 반영해 유연하게 운영되어야 한다는 공감대가 형성되었다. 이에 따라 각 연구반은 워크숍 논의를 향후 연구반 과제 기획과 기술기준 개정 추진에 연계하도록 하였으며, 법제 분야에서는 기술기준 평가제도 도입 등 제도적 기반 마련 방안에 대한 후속 검토를 진행하기로 하였다.

제5절 기술기준 전문위원회 구성

기술기준 전문위원회 구성 및 운영 관련 의견 수렴 회의를 통해 기술기준 전문위원회 도입 필요성과 운영체계를 논의하기 위해 연구반 반장단 및 국립전파연구원이 참여하여 의견을 수렴하였다.

본 회의에서는 기술기준 전문위원회는 연구반에서 작성한 기술기준·시험방법 개정안에 대해 사전 검토 및 자문을 수행하는 지원기구로서, 분야별 상호 영향성 검토를 강화하기 위한 목적에서 운영되며 심의·의결 권한은 부여하지 않는 방향으로 의견이 수렴되었다. 또한 위원회 구성은 각 전문연구반 반장 중심으로 구성하되, 기술별 전문성을 기반으로 보완 인력을 선정하는 방향이 제시되었다.

회의에서는 기술기준·시험방법을 연계한 제·개정 필요성, 연구반과 전문위원회 간 역할 분담의 명확화, 운영 근거 마련 등 제도 정비 사항이 중점 논의되었다. 특히 기술발전 속도가 빠른 분야에서는 기존의 획일적인 기준 유지가 어려우므로, 레이다 출력 기준처럼 기술 변화에 유연하게 대응하는 탄력적 기준 운영 체계가 필요하다는 의견이 제기되었다.

아울러 기준별 개정 이력 및 근거자료를 체계적으로 관리할 수 있는 시스템 구축 필요성이 논의되었다. 시험방법 부재 기준의 경우 수요성, 시험기관 존재 여부, 실현 가능성 등을 사전 검토해야 한다는 점이 강조되었으며, 이를 위해 기술기준별 수요 기반 기자재 분류표 작성과 시험표준 문서 정리가 필요하다는 의견도 제시되었다. 회의 결과는 향후 전문위원회 운영 지침 마련 및 연구반 운영 체계 고도화에 반영될 예정이다.

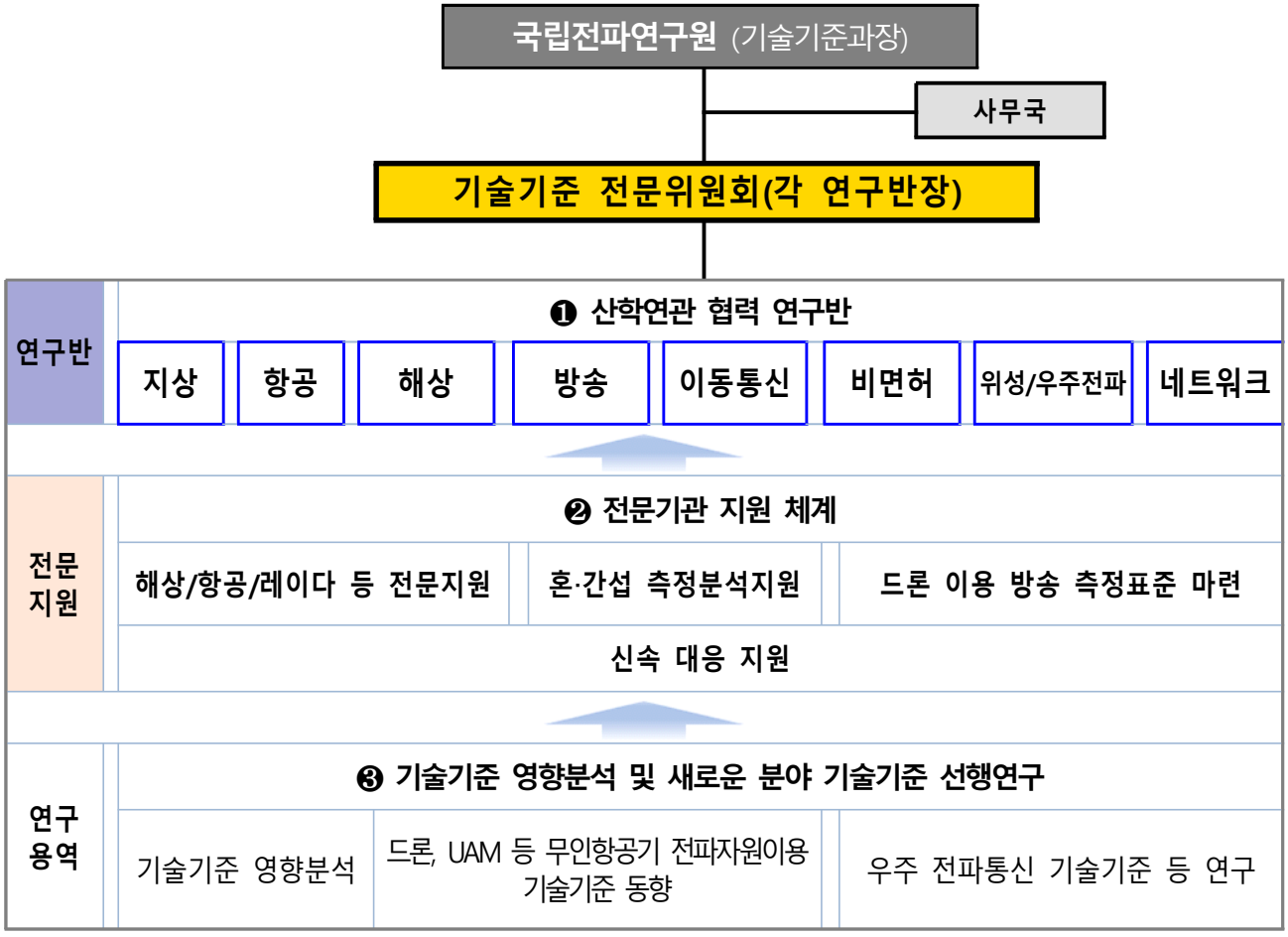


그림 11. 전문연구반 구성

제3장 해상 분야 전문지원 체계 운영 결과

제1절 해상업무용 무선설비 기술기준 및 시험방법 연구

1. 개요

최근 해상안전 서비스 고도화와 국제기준(WRC-23/IMO/ITU/IEC 등) 개정에 따라, 해상업무용 무선설비 기술기준 및 시험방법의 국제정합성 확보와 체계적 개선 필요성이 지속적으로 제기되고 있다. 또한 현행 기술기준은 장비 유형의 확대(저궤도/중궤도 위성통신 활용 등) 및 신규 서비스 도입에 비해 규정 체계가 복잡하고, 적용·해석 과정에서 현장 혼선이 발생할 수 있어 중·장기적 관점에서의 정비가 요구된다.

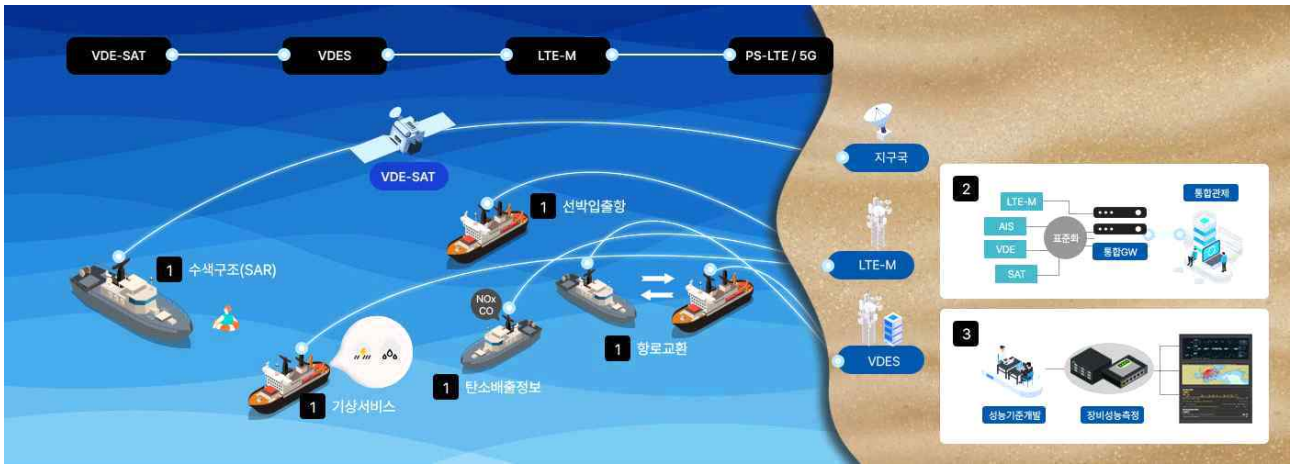


그림 12. 차세대 해양통신망(VDES)(출처: 엔에스소프트社 홈페이지)

이에 따라 본 절에서는 '25년도 해상업무용 무선설비 기술기준/시험방법 관련 과업 수행 과정에서, (1) 현행 개정 수요 항목의 시급성 재점검, (2) 국제기준 기반 전면 개정 추진방식 확정, (3) 차년도 우선 과제로서 VDES 시범 적용을 위한 작업 착수 등 업무 수행 결과를 정리하였다.

2. 주요내용

가. 추진방법

본 연구는 "현행 기술기준 이슈 파악 → 관계기관, 업계 의견수렴 → 국제기준(성능/전파/시험) 근거 정리 및 매핑 → 개정 방향(전면 개정 체계) 도출 → 신규 조항(VDES) 시범 과제 착수"의 절차로 추진하였다. 특히 쟁점별 신속한 결론 도출을 위해 연구반(전체 이슈 공유/방향 논의), 작업반(근거자료 정리/초안 작성), 소규모 회의(추진방식 확정)를 병행 운영하였다.

또한 본 과업 수행을 위해 '25년도에는 연구반, 작업반, 소규모 회의를 총 5회 운영하였다. 연구반은 2.10 및 6.20에 2회 개최하여 금년도 수행 방향 공유, 기존 수행사항 리뷰, 인명안전설비 가이드라인 검토 및 국제 근거문서 기반 근거자료 작성 방향 등을 논의하였다. 작업반은 8.11 및 10.14에 2회 개최하여 위성통신설비 관련 조항(제10, 23, 24조 등) 개정 검토를 위한 근거자료 정리 방식과, VDES 기술기준(안) 마련을 위한 국제표준 현황 공유 및 세부 작업방향(번역, 용어정의 및 부합화 범위 설정 등)을 확정하였다. 소규모 회의는 9.22에 1회 개최하여 단기 조항 개정의 시급성을 재점검하고 국제정합성과 추적성을 갖춘 전면 개정 추진체계로의 전환 및 차년도 우선 과제(VDES) 추진 방향을 확정하였다.

표 5. 해상업무용 무선설비 연구추진 경과

일자	추진내용
02-10	연구반 1차 회의 (연구반 운영 및 '25년 개정항목 논의)
03-18	자문 회의 (연구반 운영 방안 검토)
~	개정안 자료 수집 및 SSPA 레이다 혼간섭 관련 내용 검토
06-20	연구반 운영 및 안건 회의 (작업반 구성 방안 논의 및 검토)
07-29	안건별 작업반 구성 안내 및 참여의사 조사 (온라인 설문조사 실시)
08-11	위성통신설비 기술기준(제10조) 개정 작업반 1차 회의
09-22	소규모 회의 (작업반 회의 작업진행 사항 검토, 연구반 중장기 계획 논의)
10-14	VDES 작업반 킥오프 회의 (작업반 구성 목적 및 계획 공유)
10-15	제3차 레이다 기술기준 연구반 회의(제18조 개정(안) 검토)
10-21,22	2025 코마린 참석 및 관계자 회의 (해상업무용 무선설비 관련 최신 기술동향 파악)
11-05	VDES 작업반 재구성 완료 (온라인 참여의사 재조사)
11-11	VDES 작업반 화상 회의 (업무분장 및 세부계획 수립)

나. 회의별 주요 논의 내용

1) 해상업무용 기술기준 연구반 회의

본 회의는 2월 10일 수행하였으며, 개요 및 안건은 다음과 같다.

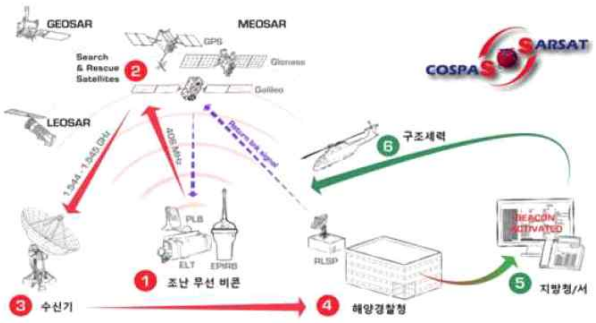
ㅇ 해상업무용 무선설비 기술기준 문제점 및 '25년 개정항목 선정
ㅇ 세계해상조난안전서비스 위성에 대한 기술기준 개정 논의
- 제10조(인말새트선박지구국)를 제10조(선박지구국설비)로 개정 논의
- 인증(잠정인증 포함) 및 허가 관련 논의

본 회의에서는 우선 해상업무용 무선설비 기술기준의 적용 과정에서 나타나는 문제점을 공유하고, '25년도에 우선적으로 검토가 필요한 개정항목을 선정하기

위한 기준(시급성, 현장 적용성, 국제정합성 등)에 대해 논의하였다.

그림 13. 어선 조난자 구조용 개인위치식별장치 도식 및 제품 예시
(출처: 해양수산부)

또한, 인명안전설비 관련 가이드라인을 중심으로 국제표준과 국내 기술기준 간 차이점을 점검하고, 향후 가이드라인의 보완 방향을 구체화하였다. 특히 익수자 위치발신장치(MOB)의 경우 국제표준 수준으로 개발 및 적용할 때 안테나 크기 등 실제 장비 구현 및 운용 가능성을 함께 고려해야 한다는 의견이 제시되었으며, 단기간 내 결론을 내기보다는 출력레벨, 시험방법 등 핵심 요소에 대해 중장기적인 추가 논의가 필요함을 확인하였다.



☞ 해경은 위성통신망 전략적 운영 및 인명 수색 구조 혁신기술 도입을 위해 위성통신 대역폭 확대 및 중궤도 위성 활용한 조난시스템 고도화 추진

※ 저궤도 위성의 회전 주기 등 기술적 한계에 따라 조난신호 탐지지연, 위치부정확 등의 문제로 중궤도 위성 시스템으로의 전환

☞ 코스파스-살래트(Cospas-Sarsat) : 위성 및 지상 설비를 이용하여 조난 비콘을 감지하고 위치 제공함으로써 수색구조 활동 지원하는 국제기구

그림 14. 위성통신망 및 조난구조시스템 성능 고도화 추진(출처: 해양경찰청)

아울러, 세계해상조난안전서비스(GMDSS) 위성통신과 관련하여 현행 제10조의 규정 체계를 점검하고, 인말세트(Inmarsat)와 이리듐(Iridium) 방식의 기술적 차이 및 인증 절차(잠정인증 포함), 허가 절차 측면에서 고려해야 할 사항을 정리하였다. 특히 향후 이리듐 기반 위성통신 방식의 도입 및 확대 가능성을 감안할 때, 제10조의 명칭 및 적용 범위를 “선박지구국설비” 형태로 확장 및 정비할 필요가 있다는 점을 공유하였다.

마지막으로, 제10조 개정에 필요한 근거자료는 제조사 측(인텔리안)에서 작성 및 제공하여 작업의 객관성과 추적성을 확보하기로 하였으며, 후속 회의에서 근거자료 기반의 구체 조문(안) 검토를 진행하기로 정리하였다.

2) 해상업무용 기술기준 연구반 운영 및 안건 회의

본 회의는 6월 20일 수행하였으며, 개요 및 안건은 다음과 같다.

ㅇ 연구반 운영 관련 논의 ㅇ 해상업무용 무선설비 기술기준 개정을 위한 논의 ㅇ 해상레이다(SSPA) 혼간섭 측정 계획 논의

본 회의에서는 WRC-23에서 결정된 전파규칙(RR) 개정사항을 국내 기술기준에 반영하기 위한 조사, 분석 필요성을 공유하고, 향후 개정 작업이 "국제 근거문서 확보 → 조항별 근거자료 작성 → 개정 필요사항 식별 → 개정안 마련" 순으로 추진되어야 함을 확인하였다.

세부 조항 검토와 관련하여 디지털 선택호출장치(제5조, 제7조 등) 및 관련 조항(제2조 포함)의 경우, ITU-R M.493-15, IMO-MSC, IEEE, IEC 등 근거문서를 기반으로 근거자료를 작성하고, 개정안 조항별로 "국무조정실 대응용 설명자료" 수준의 정리 문서가 필요하다는 점을 공유하였다. 또한 제2조는 타 조항 대비 우선순위가 낮을 수 있어, 연구반 회의를 통해 우선순위를 재확정하기로 하였다.

위성통신설비(제10조, 제23조, 제24조) 분야에서는 [2]MED 인증서 등 역추적 자료 확보를 통해 적용 표준을 명확히 하고, 적합성평가(시험) 장비 등록 및 부칙 문구(기존 허가 장비의 처리 등)와 같은 제도적 쟁점을 함께 검토할 필요가 있다는 의견이 제시되었다. 아울러 현행 제10조가 인말세트 중심으로 구성되어 있어 이리듐의 반영 또는 공통 규정화 방향 검토가 필요함을 정리하였다.

또한, 중장기 관점의 신규 과제로 VDES(초단파대 데이터 교환시스템) 기술기준(안) 마련 필요성이 제기되었으며, 국내 기준이 미비한 상황에서 ITU-R M.2092-1 및 추후 개정 예정 문서를 기준으로 국내 제정(안) 검토 및 분석을 진행하기로 하였다. 이 과정에서 ITU-R M.2092-1 번역자료 공유, 회의체 구성 방식, WRC-27~WRC-31 일정에 따른 후속 작업 시점 등을 함께 논의하였다.

2) MED(Marine Equipment Directive) 인증: 유럽 연합(EU)에서 제정한 조선 및 해양 장비의 적합성평가에 관한 EU 지침에 따라 제품을 평가하고 지정된 인증기관에서 적합성을 확인하여 인증서 발행하는 제도, 유럽 연합 시장에 선박용 장비(소방, 항해, 통신 등)를 수출하기 위해 필수적인 인증

『해상업무용 무선설비의 기술기준』 각 조항별 근거규정 및 표준 동향

국내기술기준(일부개정 2025-06-23)	근거규정	IMO 표준 동향	ITU 표준 동향	ISO/IEC 표준 동향
조항				
제1조 (목적)				
제2조(적용범위)				
제3조(정의)				
제4조(안테나공급전류 및 전력비율)				
제5조(디지털선택호출장치 및 전용수신기)				
제6조(협대역직접인쇄전신장치)				
제7조(디지털선택호출장치 등을 이용하여 해상이동업무를 행하는 무선국용 무선설비)				
제8조(수색구조용위치정보송신장치)				
제9조(네비텍스수신기)				
제10조(인말새트선박지구국)				
제11조(위성비상위치지시용무선표지설비)				
(생략)				
제28조(재검토기한) 2022 25				
제29조(규제의 재검토)				
별표				
[별표 1] 초단파대 해상이동업무용 주파수(전파규칙 부록 18)				
제5조-1항-2호나목 / 제7조-3항,4항 / 제14조-1항 관련				
[별표 2] 선택호출신호의 구성(조난경보등을 위한 것 및 시험을 위한 것은 제외)				
제5조-1항-3호가목				
[별표 3] 조난경보를 위한 선택호출신호의 구성(해안국의 장치는 제외)				
제5조-1항-3호나목				
(생략)				

그림 15. 해상 기술기준 조항별 근거규정 및 표준동향 조사 템플릿

끝으로, 다수 안건을 효율적으로 처리하기 위해 "주요 안건 선별(5건) → 소규모 작업반 구성 → 결과 검토 및 회람 → 의견 취합 및 재검토 → 확정"의 연구반 운영 체계를 적용하는 방안을 정리하였다.

3) 위성통신설비 기술기준 작업반 1차 회의

본 회의는 8월 11일 수행하였으며, 개요 및 안건은 다음과 같다.

ㅇ 위성통신(인말세트선박지구국) 관련 기술기준 개정
- 제10조: 現개정안 검토 및 관련 근거자료 작성
- 제23조, 제24조: 개정안 작성 및 관련 자료 조사

본 회의에서는 위성통신설비(제10조, 제23조, 제24조) 관련 기술기준 개정을 체계적으로 추진하기 위해 작업반을 구성하고, 작업반의 목적, 역할, 산출물 확정 방식(작업반 초안 → 연구반 논의 → 최종 개정안 확정)을 공유하였다.

특히 현행 기술기준이 인증 시험에서 적용이 어려운 부분이 있어, 단순 조문 수정이 아닌 "시험 방안까지 포함한 개정"이 필요하다는 점에 공감하였으며, 향후 초안 작성 시 시험 적용성을 함께 고려하기로 결정하였다.

또한 업체 의견 확인 결과 현재 제품 운용에는 큰 문제가 없음을 전제로, "올해 안 단기 개정"을 목표로 하기보다는 향후 신규 무선설비 개발과 제도 운영의 안정성을 고려한 장기적 개정 작업으로 추진 방향을 조정하였다.

실무 추진방안으로는 1차 단계에서 제10조 관련 국제표준(ITU, IEC, IMO)을 우선 확보하고, 확보한 국제표준의 각 항목을 성능, 전파, 시험으로 구분하여 조항별로 식별 및 정리하기로 하였다. 표준 확보와 항목 식별 작업은 기관, 업체별로 역할을 분담(IMO – 아리온, IEC – 인텔리안, ITU – 코리아오브컴)하였고, 수행기간은 약 2주 내외로 설정하였다.

마지막으로 9월 초에 작업 결과물을 연구반장, 국립전파연구원, 한국전파진흥협회가 함께 검토하고, 이후 기술기준 개정 방안을 구체화하기로 향후 일정을 정리하였다.

4) 해상업무용 기술기준 연구반 소규모 회의

본 회의는 9월 22일 수행하였으며, 개요 및 안건은 다음과 같다.

ㅇ 기술기준 제10조(선박지구국설비) 관련 작업 진행상황 검토 및 논의 ㅇ 해상업무용 기술기준 및 시험방법 개정을 위한 중·장기 계획 논의

본 회의에서는 먼저 제10조(선박지구국설비) 관련 작업반 결과를 점검하였다. 작업반에서 국제표준 항목을 성능, 전파, 시험으로 구분하여 조사 및 정리하기로 하였으나, 현 시점 결과물은 보완 및 추가 조사가 필요하다는 점을 확인하였다.

또한 8.11 작업반 회의에서 합의된 바와 같이 제10조는 단기적으로 개정안을 확정하기보다는, 장기적인 체계(형식) 확립 이후 후속적으로 개정을 추진하는 것이 타당하다는 결론을 재확인하였다. 이는 현재 단계에서 시급성이 낮고, 개정 근거의 완성도를 높이기 위한 보완 작업이 필요하다는 점을 종합적으로 고려한 결과이다.

전면 개정(기술기준 및 시험방법) 추진과 관련하여서는, 국내 기술기준 개정의 체계를 GMDSS 중심으로 재정립하고 SOLAS(해상 인명 안전 협약) 형식을 준용하여 장비별로 구조화하는 방향을 제안하였다. 구체적으로는 장비별 요구사항을 성능(IMO), 기술규격(ITU), 시험항목(IEC)으로 구분하여 정리하고, 우선적으로 국제표준과의 부합화를 진행하되 국내 시험인증 현실을 반영한 예외, 완화 규정의 필요성을 함께 검토하기로 하였다.

아울러 단기적으로는 기존 체계를 유지하면서도 국제(IMO/ITU/IEC) 기준과의 매칭 작업을 병행하고, 중장기적으로 체계가 확정되면 전면 개정을 추진하되 필요 시 “신규 형식”으로 작성하는 방안을 고려하기로 하였다.

시험인증 측면에서는 국내에서 수행 가능한 시험은 국내 수행을 원칙으로 하고, 고비용 또는 국내에서 수행이 곤란한 항목은 제3자 입회 시험, 해외 시험성적서 인정 등 대체 방안을 포함하여 실무 적용성을 높이는 방향으로 논의하였다.

끝으로, 해상업무용 기술기준 개정 형식(1개 조항) 시범 작성 후 연구반에 공유하여 의견을 수렴하기로 하였으며, 차년도 기술기준 제정을 위해 VDES 작업반을 구성하여 후속 회의를 추진하기로 결정하였다.

5) 해상 기술기준 관련 VDES 작업반 회의

본 회의는 10월 14일 수행하였으며, 개요 및 안건은 다음과 같다.

ㅇ VDES 관련 작업반 목적 소개 및 논의 ㅇ VDES 관련 작업반 계획 공유 ㅇ VDES 및 해상업무용 기술기준 개정에 관한 의견 수렴 등

본 회의에서는 9.22 소규모 회의 결과를 공유하여, 해상업무용 기술기준/시험방법 개정의 큰 틀(전면 개정 체계 확립 후 단계적 추진, 필요 시 신규 형식 적용)을 재확인하였다.

전면 개정 추진 방향과 관련하여, 기술기준 체계를 GMDSS 중심으로 개편하고 SOLAS 형식에 맞춰 장비별 성능(IMO), 기술규격(ITU), 시험항목(IEC)으로 구분하는 원칙을 적용하되, 우선적으로 국제표준과의 부합화를 추진하고 국내 시험인증 현실을 고려한 예외 및 완화 규정의 포함 필요성을 함께 검토하기로 하였다.

또한, 국제기준과의 정합성 및 추적성 확보를 위해 전문적 작업반 운영이 필요하다는 데 공감대가 형성되었으며, 작업 기여에 대한 보상책 강구, 작업 결과의 연구반 공유 및 의견 회람 원칙 등을 운영 규칙으로 정리하였다.

VDES 국제표준 현황과 일정도 공유하였다. IMO 성능 기준은 ‘26년 MSC 111차 반영 예정이며, ITU 기술규격은 ITU-R M.2092-1에서 ‘25년 12월 ITU-R M.2092-2로 개정 예정임을 확인하였다. 또한 IEC 시험표준(선박국)은 IEC 63514 Ed.1 발간이 ‘25년 중 예상되며, 해안국은 ‘25년 하반기 작업이 시작될 수 있음을 공유하였다.

세부 추진계획으로는 ① 국제표준 정밀 번역 및 용어 정의(국내 용어 사전 확인 및 검증), ② 국무조정실 규제 검토 대응을 위한 사전 자료 조사 및 분석 및 작성(규제 영향분석 등), ③ 성능, 기술규격, 시험표준 검토 및 부합화 작업을 단계적으로 수행하기로 하였다. 또한 VDES 작업은 '26년 말까지를 계획 범위로 설정하고, 참여 의사 설문조사를 재시행하여 인원 구성 및 역할을 재조정하기로 하였다.

마지막으로 VDES 기준 마련 과정에서 국제 인증제도(MED, MRA 등)와의 연계 필요성, 국내 제조업체가 제한적인 현실을 고려한 과도한 기술요건 지양, 기술기준과 적합성평가 제도 간 연계 개선 필요성 등의 의견을 수렴하였으며, 작업반 재구성 이후 킥오프 회의를 추진하기로 향후 계획을 정리하였다.

6) 해상 무선설비 관련 국제 전시회 참석 및 실무자 회의

전시회 참석 및 회의는 10월 21일 ~ 22일 수행하였으며, 개요는 다음과 같다.

ㅇ 해상업무용 무선설비 실무자 회의 ㅇ 국제조선 및 해양산업전(코마린) 국제 전시회 참석

본 전시회는 2025년 10월 21일부터 24일까지 부산 BEXCO에서 개최된 국제조선 및 해양산업전(KORMARINE 2025)으로, 전 세계 조선·해양플랜트·해양기자재 기업이 참여하는 국내 최대 규모의 국제 해양 산업 전시회이다. 전시회 참석을 통해 해상 무선설비 분야에서 실제 산업계가 추진 중인 기술개발 방향을 직접 확인할 수 있었으며, 특히 다양한 기업의 부스를 방문하여 레이다·항해보조장비·무선통신 모듈 등 기자재의 성능 개선 흐름과 제품 구성 방식을 파악하였다. 또한 현장에서 기업 담당자와의 기술 질의를 통해 장비 구조, 전파특성 관리 방식, 국제 인증 대응 전략 등을 확인하였다.

실무자 회의에서는 해양 분야에서 사용 중인 다양한 무선설비의 기술 동향과 국내외 기술기준 개정 방향을 중심으로 논의가 이루어졌다. 먼저 국내외 선박 및 해양플랜트에서 적용 중인 무선통신 시스템의 현황과 기술 발전 흐름(스마트 선박 기술 등)을 공유하였으며, 디지털 선택호출(DSC), 마그네트론 레이다, SSPA 레이다 등 주요 장비의 기술 현황과 문제점, 적용 사례 등을 검토하였다. 이어 기술기준 개정과 관련하여 국제 및 국내 기술기준 현황 및 개정 추진 배경을 공유하고 시험방법, EMC 시험절차, 전자파 배출 기준 등 실무적 요소에 대한 의견을 수렴하였다. 본 회의를 통해 향후 해상업무용 무선설비 기술기준 개정 및 연구에 필요한 현장 중심의 의견을 종합적으로 확보할 수 있었다.

그림 16. 코마린 현장 사진(회의, 전시장)

7) 해상 기술기준 관련 VDES 작업반 화상 회의

본 회의는 11월 11일 온라인으로 수행하였으며, 개요 및 안건은 다음과 같다.

ㅇ VDES 관련 작업 업무 분장 및 세부 계획 수립

10.14 작업반 회의 이후 결과를 전체 연구반에 공유하여 작업반 참여 의사를 재조사하였으며, 2명의 지원자를 확보하여 연구반장 포함 총 3명으로 작업반 구성을 완료하였다. 본 회의에서는 국제표준(IMO, ITU, IEC)별 담당자를 지정하고, 번역 및 조문대응표 작성 방식, 원문·번역문 병기 형식 등 세부 작업 절차를 확정하였다.

표 6. VDES 작업반 템플릿 예시(국문, 영문)

국제 표준 번역 관리 템플릿(국문)

International Standard Translation Management Template

표준 문서명: _____ 표준 번호: _____ 개정 버전: _____ 작성일: _____

■ **범례:** 녹색 배경 = 신규 추가 노란색 배경 = 수정 회색 배경 = 삭제/취소선 흰색 배경 = 변경 없음

원문 줄번호	섹션 번호	한글 번역 Korean Translation	비고/주석 Notes	개정 이력 Revision History	검토자 Reviewer	승인 Approval
	1	적용 범위 본 표준은 다음에 대한 요구사항을 규정한다...	표준의 목적 및 적용 대상 명시	v1.0 (2024-01-15)	홍길동	✓
	1.1	장비는 IEC 60945 의 환경 시험 요구사항을 준수해야 한다.	IEC 60945 참조	v1.1 (2024-03-20) 수정	김철수	✓
	1.1.1	성능 기준은 IMO 결의서 MSC.302(87)를 충족해야 한다	IMO 결의서 최신판 확인 필요	v1.0 (2024-01-15)	이영희	○

국제 표준 번역 관리 템플릿(영문)

International Standard Translation Management Template

표준 문서명: _____ 표준 번호: _____ 개정 버전: _____ 작성일: _____

■ **범례:** 녹색 배경 = 신규 추가 노란색 배경 = 수정 회색 배경 = 삭제/취소선 흰색 배경 = 변경 없음

줄번호	섹션 번호	원문 (영문) Original Text	비고/주석 Notes	개정 이력 Revision History	검토자 Reviewer	승인 Approval
	1	Scope This standard specifies the requirements for...	표준의 목적 및 적용 대상 명시	v1.0 (2024-01-15)	홍길동	✓
	1.1	The equipment shall comply with the environmental testing requirements of IEC 60945.	IEC 60945 참조	v1.1 (2024-03-20) 수정	김철수	✓
	1.1.1	Performance standards shall meet IMO Resolution MSC.302(87).	IMO 결의서 최신판 확인 필요	v1.0 (2024-01-15)	이영희	○

또한 ’26년 기술기준 개정을 목표로 상반기 내 연구반 검토가 가능하도록 일정 계획을 재점검하였으며, 문서 확보 및 공유 방식, 번역 시 활용할 용어 기준 등을 논의하였다. 회의 결과에 따라 워드 템플릿을 최종 확정하고, 템플릿에 기반한 조문 번역 및 표·그림 정리 작업을 순차적으로 착수하기로 하였다.

3. 결과

본 절에서는 ‘25년도 해상업무용 무선설비 기술기준 및 시험방법 관련 업무를 수행하면서, 초기 개정 수요 항목(일부 조항 개정)의 시급성을 관계기관 및 업계 의견수렴을 통해 재점검하고, 국제기준 기반의 전면 개정 추진체계로 전환 및 정리한 결과를 제시하였다. 특히 현행 기술기준의 적용 및 해석 과정에서 발생할 수 있는 혼선을 최소화하고, 국제표준 변화에 대한 신속한 대응 기반을 확보하기 위해, 국제 기준(IMO/ITU/IEC)과의 정합성 및 추적성을 강화하는 방향으로 개선 방향을 구체화하였다.

상기 회의 운영 및 검토 결과를 종합하면, 단기적인 조문 개정만으로는 현장 적용성과 국제정합성 문제를 동시에 해소하기에 한계가 있을 수 있음을 확인하였으며, 중장기적으로는 기술기준과 시험방법을 함께 정비하는 체계적 접근이 필요함을 정리하였다. 이에 따라 전면 개정 추진체계(안)으로 GMDSS 중심의 장비 분류 체계를 검토하고, SOLAS 형식을 준용하여 조항 구성의 일관성을 확보하는 방향을 논의하였다. 또한 장비별 요구사항을 성능(IMO), 기술규격(ITU), 시험항목(IEC)으로 구분하여 정리 및 매핑함으로써, 향후 개정 과정에서 근거문서와의 연결성을 명확히 하고 개정 사유 및 적용 범위를 체계적으로 설명할 수 있는 기반을 마련하였다.

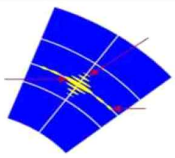
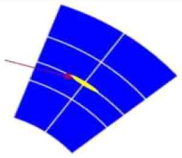
아울러 전면 개정 추진의 실효성을 높이기 위해, 차년도 신규 제정 필요성이 큰 VDES를 시범 과제로 선정하여 작업반을 운영하고, 국제표준 현황과 개정 일

정(IMO/ITU/IEC)을 공유하였으며, 국내 기준(안) 마련을 위한 세부 작업방향(정밀 번역, 용어 정의, 부합화 범위 설정, 규제영향 검토자료 작성 등)을 구체화하였다. 이를 통해 전면 개정 체계의 적용 가능성을 실제 과제에 시범 적용할 수 있는 추진 기반을 마련하였고, 향후 연구반 논의와 연계하여 단계적 확대 적용이 가능하도록 추진 절차를 정리하였다.

향후('26년)에는 인명안전설비 관련 가이드라인의 후속 의견수렴 및 보완(Ver1.1 등)을 추진하는 한편, VDES 기술기준(안) 초안의 구체화와 검증을 통해 전면 개정 추진체계의 실효성을 확인할 필요가 있다. 또한 전면 개정 대상 조항의 우선순위를 재정립하고, 국제기준 반영과 국내 시험인증 현실을 함께 고려한 단계적 추진계획을 확정함으로써 해상 분야 기술기준 체계의 안정적 개선이 가능할 것으로 판단된다.

제2절 해상업무용 무선설비 기술기준(제18조 선박국용 레이다) 연구

1. 개요

구 분	마그네트론 레이더	SSPA 레이더	비고
사용 주파수	1개	1 ~ 6개	사용량 ↑
성 능 (탐지 정확도)			정확도 ↑
평균무고장시간 (MTBF)	3,000시간	30,000시간	장애율 ↓
관리비용	1,600만원 (레이더 1기 당)	-	

☞ 해양경찰청은 고성능 반도체 증폭기(SSPA, Solid State Power Amplifier) 레이더 도입(주파수 확보) 및 선박교통관제 시설관리규정 개정하여 해양환경 보호 및 인명피해 예방 강화

☞ SSPA 레이더는 기존 마그네트론 대비 해면반사파 제거 능력과 선박 탐지 성능 등이 우수한 장점을 지님

그림 17. 해상교통관제 고정능 레이더(SSPA 방식) 관련 내용
(출처 : 해양경찰청)

최근 선박국용 신규 레이다(SSPA 방식) 개발 및 보급 확산에 따라, 운용 환경 변화에 대응 가능한 기술기준(안) 마련 필요성이 제기되고 있다. 이에 따라 본 절에서는 선박국용 레이다 기술기준(제18조) 개정(안) 초안을 마련하고, 연구반 회의를 통해 개정(안)의 주요 쟁점과 보완 필요사항을 점검한 결과를 정리하였다.

2. 주요내용

가. 추진방법

본 절은 선박국용 신규 레이다(SSPA 방식) 개발 및 보급 확산에 따른 기술기준 정비 필요성에 대응하기 위해, 국립전파연구원 및 산학연 전문가가 참여하는 연구반 회의를 통해 제18조 기술기준 개정(안) 초안을 공유하고, 주요 쟁점과 보완 필요사항을 점검하는 방식으로 추진하였다. 또한 개정(안)은 금년도 내 확정이 아닌 초안으로서 우선 마련한 후, 차년도에 연구반 및 관련 업체를 대상으로 의견수렴을 추진하고 그 결과를 반영하여 수정 및 보완하는 단계적 절차로 추진할 계획이다.

나. 회의별 주요 논의 내용

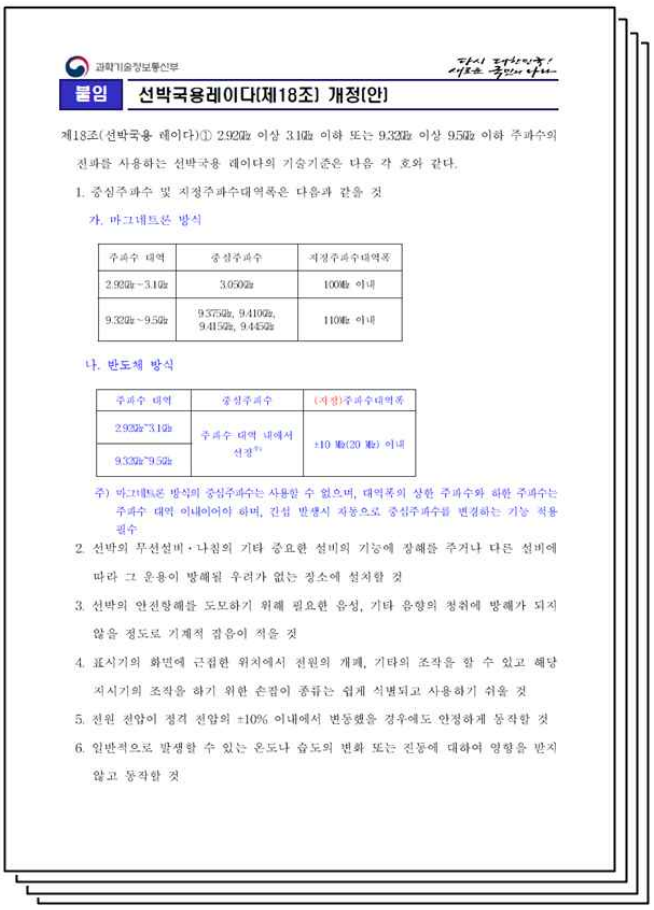
1) 제3차 레이다 기술기준 연구반 회의(제18조 개정(안) 검토)

본 회의는 10월 15일 수행하였으며, 개요 및 안건은 다음과 같다.

ㅇ 해상업무용 기술기준 제18조(선박국용 레이다) 개정(안) 검토

본 회의에서는 선박국용 레이다 기술기준(제18조) 개정(안) 초안을 공유하고, 동 개정(안)이 향후 연구반 또는 관련 업체 의견수렴을 거쳐 보완될 예정임을 안내하였다. 즉, 본 회의는 개정(안) 확정을 위한 결론 도출보다는 초안의 구조와 주요 요구사항을 설명하고, 향후 보완이 필요한 쟁점을 사전 식별하는 데 중점을 두었다.

개정(안) 초안은 선박국용 레이다를 마그네트론 방식과 반도체 방식으로 구분하여, 주파수 대역, 중심주파수, 주파수대역폭 기준을 제시하고 있다. 특히 반도체 방식 구간에는 '마그네트론 방식의 중심주파수는 사용할 수 없음', '대역폭의 상한 및 하한 주파수는 주파수 대역 이내', '간섭 발생 시 자동으로 중심주파수를 변경하는 기능 적용 필수' 등의 문구가 포함되어 있어, 혼간섭 상황을 고려한 운용 요구사항을 명시하고자 하였다.



과학기술정보통신부

붙임 선박국용레이다(제18조) 개정(안)

제18조(선박국용 레이다)① 2.920㎓ 이상 3.1㎓ 이하 또는 9.320㎓ 이상 9.50㎓ 이하 주파수의 전파를 사용하는 선박국용 레이다의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 중심주파수 및 지정주파수대역폭은 다음과 같을 것

가. 마그네트론 방식

주파수 대역	중심주파수	지정주파수대역폭
2.920㎓~3.1㎓	3.050㎓	100㎒ 이내
9.320㎓~9.50㎓	9.3750㎓, 9.4100㎓, 9.4150㎓, 9.4450㎓	110㎒ 이내

나. 반도체 방식

주파수 대역	중심주파수	(지정)주파수대역폭
2.920㎓~3.1㎓	주파수 대역 내에서 선정[주]	±10 ㎒(20 ㎒) 이내
9.320㎓~9.50㎓		

주) 마그네트론 방식의 중심주파수는 사용할 수 없으며, 대역폭의 상한 주파수와 하한 주파수는 주파수 대역 이내이어야 하며, 간섭 발생시 자동으로 중심주파수를 변경하는 기능 적용 필수

2. 선박의 무선설비·나침의 기타 중요한 설비의 기능에 장해를 주거나 다른 설비에 따라 그 운용이 방해될 우려가 없는 장소에 설치할 것
3. 선박의 안전항해를 도모하기 위해 필요한 음성, 기타 음향의 청취에 방해가 되지 않을 정도로 기계적 잡음이 적을 것
4. 표시기의 화면에 근접한 위치에서 전원의 개폐, 기타의 조작을 할 수 있고 해당 지시기의 조작을 하기 위한 손잡이 종류는 쉽게 식별되고 사용하기 쉬울 것
5. 전원 전압이 정격 전압의 ±10% 이내에서 변동했을 경우에도 안정하게 동작할 것
6. 일반적으로 발생할 수 있는 온도나 습도의 변화 또는 진동에 대하여 영향을 받지 않고 동작할 것

<선박국용 레이다(제18조) 개정(안) 초안>

이와 관련하여 연구반에서는 간섭 회피 및 저감 기능 자체는 기술기준에 필수적으로 포함하는 방향이 타당하다는 의견을 공유하였다. 다만 '자동으로'와 같은 표현은 기술 구현 가능성, 시험 및 인증 관점에서 해석이 과도하게 확장될 소지가 있어, 요구수준을 명확히 하도록 문구를 재검토할 필요가 있다는 의견이 제

시되었다. 또한 기술기준에서 사용하는 '간섭'의 의미가 조문에 따라 다르게 해석될 수 있으므로, 정의 조항 또는 정의 문구를 통해 적용 범위를 명확히 할 필요가 있음을 정리하였다.

아울러 시험 및 인증 제도 측면에서는, 무선 인증 시험 시 레이다 스캐너와 표시기를 함께 인증받는 현행 체계가 비효율을 유발할 수 있다는 문제의식이 제기되었다. 표시기가 복수인 경우 조합별 시험 부담이 발생하고, 표시기 변경 시 재시험이 필요할 수 있다는 점을 고려하여, 레이다 스캐너는 무선 인증을 적용하고 표시기는 EMC(전자파 적합성) 중심으로 평가하는 방식 등 대안 검토 필요사항을 확인하였다. 해당 쟁점은 제18조 개정(안)과 별개로 추가 검토가 필요한 사항으로 정리되었으며, 추후 별도 회의체에서 논의하기로 하였다.

또한 운용 관련 요구사항 중 국내에서 시험 수행이 곤란한 항목이 존재할 수 있으므로, 필요 시 해외 공식 인증기관 시험성적서 활용 등 대체 방안을 함께 검토하고, 국제기준 부합성과 시험 및 인증 가능성을 종합적으로 고려하여 제18조 개정(안)을 수정 및 보완 추진하기로 하였다.

3. 결과

본 절에서는 선박국용 신규 레이다(SSPA 방식) 확산에 대응하기 위하여 제18조 기술기준 개정(안) 초안을 공유하고, 연구반 회의를 통해 보완 필요사항을 사전 점검한 결과를 정리하였다. 제18조 개정(안) 검토 과정에서 간섭 회피 및 저감 기능의 반영 필요성은 확인하였으나, 기능 요구 수준을 명확히 하기 위한 문구 정비(예: '자동으로' 표현 재검토)와 '간섭' 정의의 명확화가 필요함을 도출하였다.

향후에는 본 회의에서 공유된 초안을 기반으로 연구반 및 관련 업체를 대상으로 의견수렴을 추진하고, 국제기준 부합성과 시험 및 인증 가능성을 함께 고려하여 제18조 개정(안)을 수정 및 보완하는 것이 바람직하다. 또한 스캐너 및 표시기 인증 체계 개선과 같이 제도 운영과 연계되는 사항은 별도 검토 항목으로 분리하여 추가 논의를 통해 개선 방향을 구체화할 필요가 있다.

제4장 공공용 무선설비 전문지원 체계 운영 결과

제1절 공공 드론과 비면허기기의 주파수 공동사용을 위한 연구

1. 개요

최근 드론 활용이 증가함에 따라, 우리가 일상생활에서 자주 활용하고 있는 비면허기기(WLAN, Bluetooth 등)와 동일한 주파수 대역에서의 전파 사용은 피할 수 없는 상황을 마주하고 있고, 이에 따라 기기 간 전파 간섭 우려가 제기되고 있다.

공공 드론은 영상 송수신, 항법 정보 교환, 원격관제를 위해 비면허 대역을 적극 활용하고 있으며, 도심·전파 혼잡 지역 등 복잡한 실환경에서 운용되는 추세이다. 이러한 환경에서 드론과 주변기기(WLAN AP, 스마트기기, IoT 기기)의 동일한 주파수 대역의 사용이 증가함에 따라, 링크 불안정, 데이터 전송속도 지연 등 일상생활에서의 무선기기를 사용함에 크고 작은 장애가 발생할 수 있다.

이에 따라 본 내용에서는 실환경에서의 공공 드론과 비면허기기의 공동 주파수 사용을 위한 가이드라인 작성에 활용할 수 있는 자료를 제공하기 위해, 드론 개요, 국내외 드론 시장 및 정책 동향 등 드론 동향 조사와 비면허기기의 외부 간섭신호 세기에 따른 정상동작 여부, 성능 저하 발생 유무 등을 검증하는 실험 과정 및 결과를 정리하였다.

2. 연구배경

가. 드론 동향

1) 드론 개요

가) 드론(UAV)은 조종사가 탑승하지 않은 상태에서 자동 또는 원격 조종 방식으로 운용되는 항공기로 영상 촬영, 물류 운송, 감시·정찰, 재난 대응 등 다양한 목적에 활용된다. 드론은 비행체와 통신·제어 시스템으로 구성되며 각종 센서, 카메라, 통신장비 등을 탑재할 수 있다.

나) 무인기체계(UAS)는 비행체뿐 아니라 통제장비, 임무장비, 지원장비 등을 포함하는 통합 시스템을 의미하며, 군사·민수 분야 모두에서 요구되는 구조와 기능이 다르게 구성될 수 있다. 현대 드론은 자율비행, 경로 생성, 자세 제어, 고장 진단 등 고도화된 기능을 갖추고 있다.

2) 드론 분류

가) 드론 분류 기준은 국제적으로 통일되어 있지 않으며 군사적 용도, 비행반

경, 비행고도, 크기, 임무 유형, 비행체 형태, 이착륙 방식 등 다양한 기준에 따라 구분된다.

그림 18. 운용 고도에 따른 세계 무인기 종류(출처: 동아일보)

나) 멀티콥터는 프로펠러 수에 따라 트리콥터, 쿼드콥터, 헥사콥터 등으로 구분되며, 이 중 쿼드콥터는 구조가 단순하고 제어가 용이하여 가장 널리 사용되고 있다.

그림 19. 옥토콥터, 헥사콥터, 쿼드콥터
(출처: 국내드론산업의 현황과 활용사례, 디지에코 오픈 세미나)

표 7. 분류별 드론의 제원 특성
(출처: KEIT PD(15-7) 무인항공기 기술동향과 산업전망)

구분	용어	비행거리(㎞)	비행고도(m)	체공시간(hr)	이륙중량(kg)
초소형	Micro	> 10	250	1	< 5
소형	Miniature	> 10	150~300	< 2	< 30
근거리	Close Range(CR)	10~30	3,000	2 ~ 4	150
단거리	Short Range(SR)	30~70	3,000	3 ~ 6	200
중거리	Medium Range(MR)	70~200	5,000	6 ~ 10	1,250
중거리체공	Medium Range Endurance(MRE)	>500	8,000	10 ~ 18	1,250

나. 세계 및 국내 드론 시장 및 정책 동향

1) 글로벌 시장 동향

가) 전 세계 드론 서비스 시장은 2019년 44억 3,000만 달러에서 연평균 55.9% 성장하여 2025년 636억 4,000만 달러 규모로 성장할 것으로 전망된다.

나) 군사용 드론 시장은 국경 분쟁 증가, 국방비 확대, 감시 및 정찰(ISRT) 시스템 수요 증가의 영향을 받아 2020년 106억 8,000만 달러에서 2028년 261억 2,000만 달러로 증가할 것으로 예상된다.

2) 국내 시장 동향

가) 국내 드론 시장은 2018년 2,276억 원에서 연평균 20.5% 성장하여 2024년 6,980억 원 규모로 확대될 것으로 전망된다.

나) 현재는 군수요 비중이 크지만, 민수용 시장이 점차 확대되고 있으며 정부는 2026년 세계 시장 점유율 4.9%, 기술경쟁력 5위 달성을 목표로 산업 육성을 추진하고 있다.

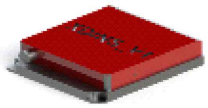
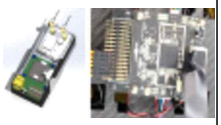
3) 국내 드론 상용화 정책

가) 정부는 드론 활용 활성화, 부품 국산화, 해상 드론 자율배송, 무인기 통신 네트워크, 5G 기반 고속 영상전송, e-드론스포츠 등 6개 분야 중심의 상용화 지원사업을 운영하고 있다.

나) 드론실증도시 및 K-드론배송 사업을 통해 배송 인프라를 확충하고 있으며 드론 레저·스포츠 산업 활성화를 통해 국민 체험 기반 확대와 산업 성장을 병행하고 있다.

표 8. 국내 2024년 드론 상용화 지원사업 추진현황

분야	대표사업자 (참여사업자)	주요 사업내용
드론 서비스 상용화	유비파이 (파블로항공)	세계 최고 수준의 군집드론 공연 라이트쇼 실현
	니어스랩	미국 소방 특화 임무 드론 솔루션 구축 미국(유타주소방서) 소방 드론 중국산 대체 화재현장 식별 및 재난현장 매핑 등 시스템 구축
	해양드론기술 (한국해양대학교)	드론 영상기반 AI 어군 식별시스템 고도화 실증 및 상용화 남태평양 참치어군 식별 성능 검증 및 탐지체계 구축
	이노팸 (우리강산시스템, 헬리오센)	드론 활용 AI 기반 교량 안전점검 통합 관리 시스템 구축 한강교량 디지털 트윈구축 및 노후균열 3차원 분석
첨단 드론 기술 개발	메이사	드론 기반 골프장 운영 통합관리 솔루션 상용화 드론 기반 식생지수 및 코스 데이터 분석 모듈 개발

	탑스커뮤니케이션 (스페이스비트, 베이리스)	ISO표준 드론 데이터통신(UAAN) 활용 드론간 자율 충돌 회피 실증	
	엑스드론 (한국과학기술원, 한국건설생활환경시험연구원)	GPS 항재밍 INS 기술, GPS 재밍 및 스푸핑 탐지 기술 개발	
핵심 부품 국산화	비이아이랩 (프리뉴)	드론용 차세대 리튬 메탈 배터리 개발	
	인투스카이	농업용 드론 비행제어 컴퓨터 개발 및 국산화	
	모터이앤지 (아스트로엑스)	레저용 드론 탑재 모터 국산화	
	모멘텀스페이스 (남양넥스모)	드론 배송용 모터 생산라인 구축 및 개발	
e-드론 게임 개발	파블로항공 (KBSN, 예간)	국내 최초 웹기반 e-드론 레이싱 대회 및 방송사 연계 대회 개최	
	캠틱종합기술원	드론 서바이벌 기술개발 사업화 기술개발 및 경기 시연	
	씨너렉스 (건국대학교, 둠둠)	고정밀 측위장치 기반 수출용 시뮬레이터(일본 드론 조종 면허 실기시험용) 개발	

다. 무선랜 주파수 현황

국내와 미국의 무선랜 주파수 현황과 기술 적용 범위를 비교하여 각 국가의 Wi-Fi 활용 환경을 정리하였다. 특히 2.4 ㎓, 5 ㎓, 6 ㎓ 대역의 채널 구성과 용도 차이를 중심으로 주요 특징을 검토하고, 관련 표준(IEEE 802.11)의 주파수 활용 특성을 함께 정리하였다.

1) 국내·미국 Wi-Fi 주파수 대역 현황

국내와 미국은 모두 비면허 기반 WLAN 수요 증가에 대응하여 대역 확장과 기술 규제 완화 정책을 추진하고 있다.

표 9. 국내, 미국 Wi-Fi 주파수 대역 비교

구분	주파수 대역	대역폭 (최대)	용도	특징 (한국)	특징 (미국 FCC)
2.4 ㎓ ISM	2400–2483.5 ㎒	20 ㎒	Wi-Fi 4/5/6	출력 20 dBm 이하, 혼잡도 높음	동일(ISM), 고혼잡
5 ㎓ (UNII-1)	5150–5250 ㎒	160 ㎒	Wi-Fi 5/6/6E	실내 전용, DFS 없음	실내 권장, UNII 규칙
5 ㎓ (UNII-2A)	5250–5350 ㎒	160 ㎒	Wi-Fi 5/6	DFS 요구, 출력 제한	DFS 요구
5 ㎓ (UNII-2C/2E)	5470–5725 ㎒	160 ㎒	Wi-Fi 5/6	DFS 요구, 야외 사용 가능	DFS 요구
5 ㎓ (UNII-3)	5725–5825 ㎒	80 ㎒	Wi-Fi 4/5	10 ㎾/㎒ 이하(특정소출력) 등 세부 규제 존재	비교적 완화된 출력 규정
6 ㎓ (UNII-6/7/8)	5925–7125 ㎒ (한국)	320 ㎒	Wi-Fi 6E/7	실내용 허용(LPI), AFC 준비 중	LPI, AFC (표준 운영)

국내 무선랜은 오랫동안 2.4 ㎓ 및 5 ㎓ 대역을 중심으로 운용되어 왔으며, 20/40/80/160 ㎒ 채널 구성이 모두 가능하도록 제도가 마련되어 있다. 2020년에는 6 ㎓ 대역(5925 - 7125 ㎒, 총 1200 ㎒)을 세계에서 2번째로 비면허 용도로 공급함으로써 Wi-Fi 6E 상용화를 지원하였고, 이후 실내 우선 도입, 장비 인증 기준 정비, 공공·업무용 무선국과의 공존 검토가 단계적으로 진행되었다. 또한 6 ㎓ 내 기존 방송중계용 주파수의 재배치가 추진되면서 추가 활용 가능성이 확대되었다. 현재는 Wi-Fi 7 도입과 실외 및 저전력 AP 활용 범위 확대에 대한 검토가 이어지고 있다.

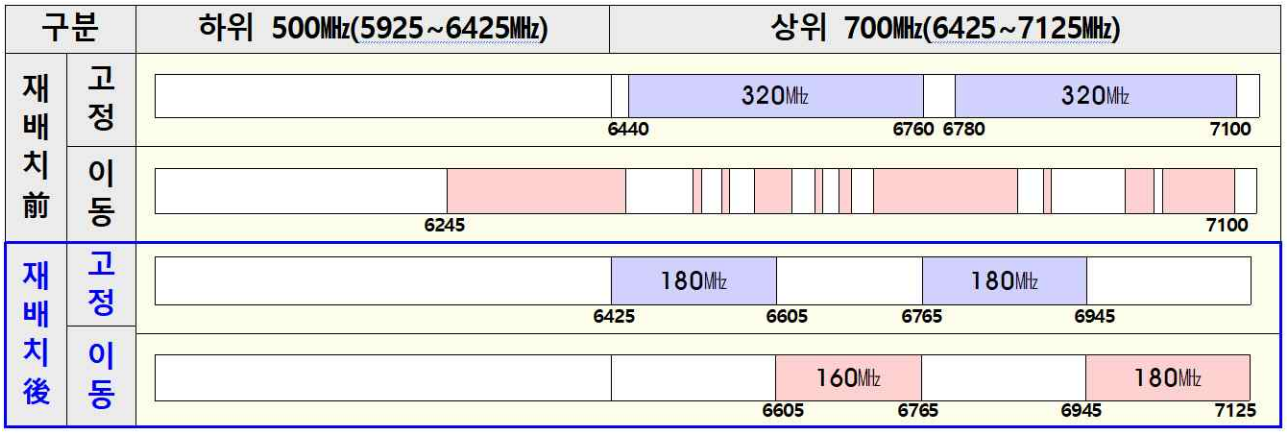


그림 20. 6 ㎓ 대역 방송중계용 주파수 재배치 전후 비교
(출처: 과기정통신부 보도자료)

미국은 Wi-Fi 트래픽 증가와 고대역폭 서비스 수요 대응을 위해 6 ㎓ 대역을 가장 먼저 개방하고, 대역을 나눠 AFC 기반 고출력 사용까지 허용했다. 또한 LPI(Low Power Indoor), VLP(Very Low Power), AFC(Automated Frequency Coordination) 기반 Standard Power 운영 등 다양한 클래스 구분 정책을 도입하였다. 이러한 정책은 고속 전송(320 ㎒)과 멀티링크 운영을 중심으로 하는 Wi-Fi 7 환경 조성에 유리하게 작용하고 있다.

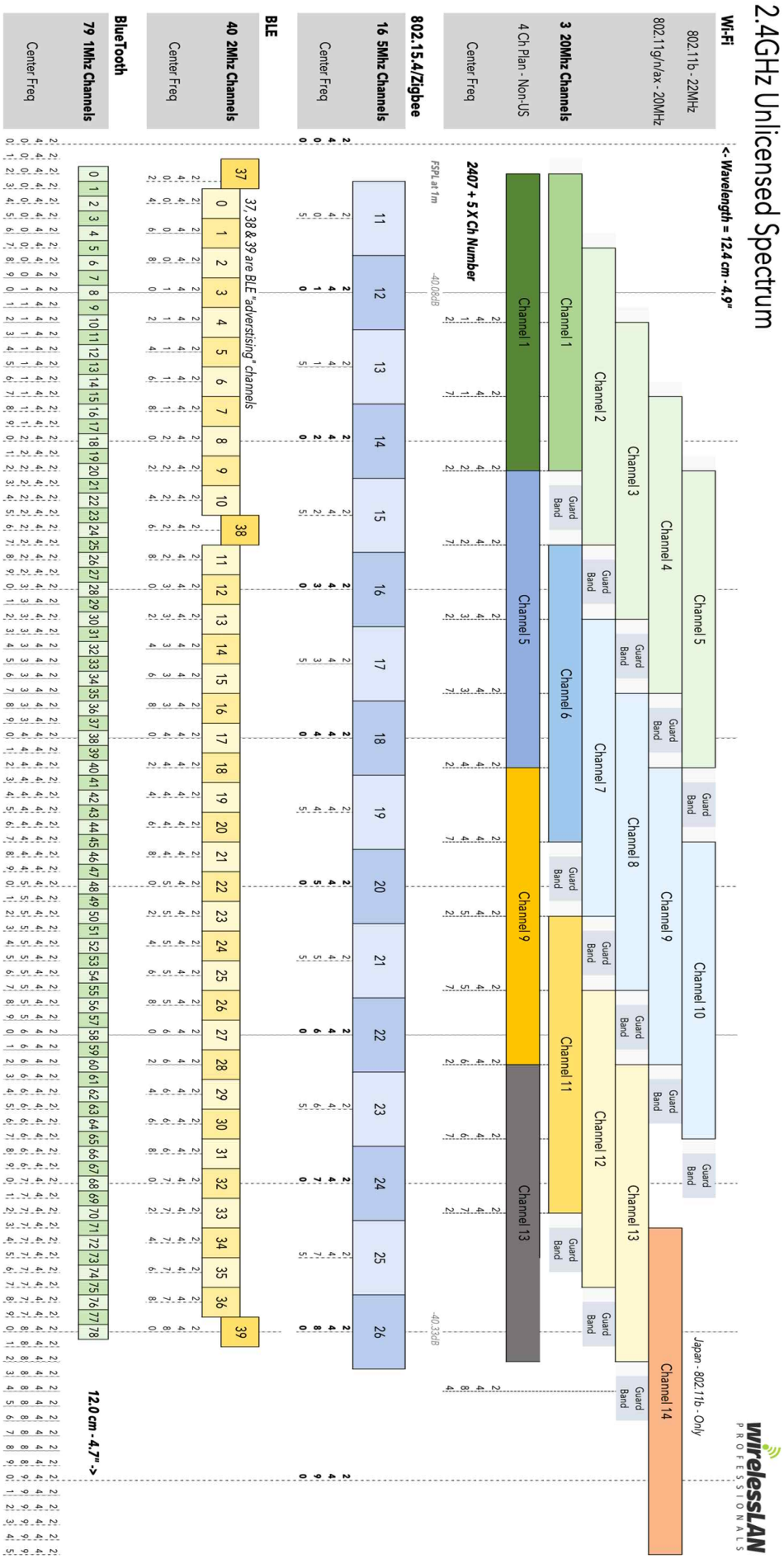


그림 21. 미국 FCC 2.4 ㎓채널 할당

(출처: WirelessLAN Professionals)

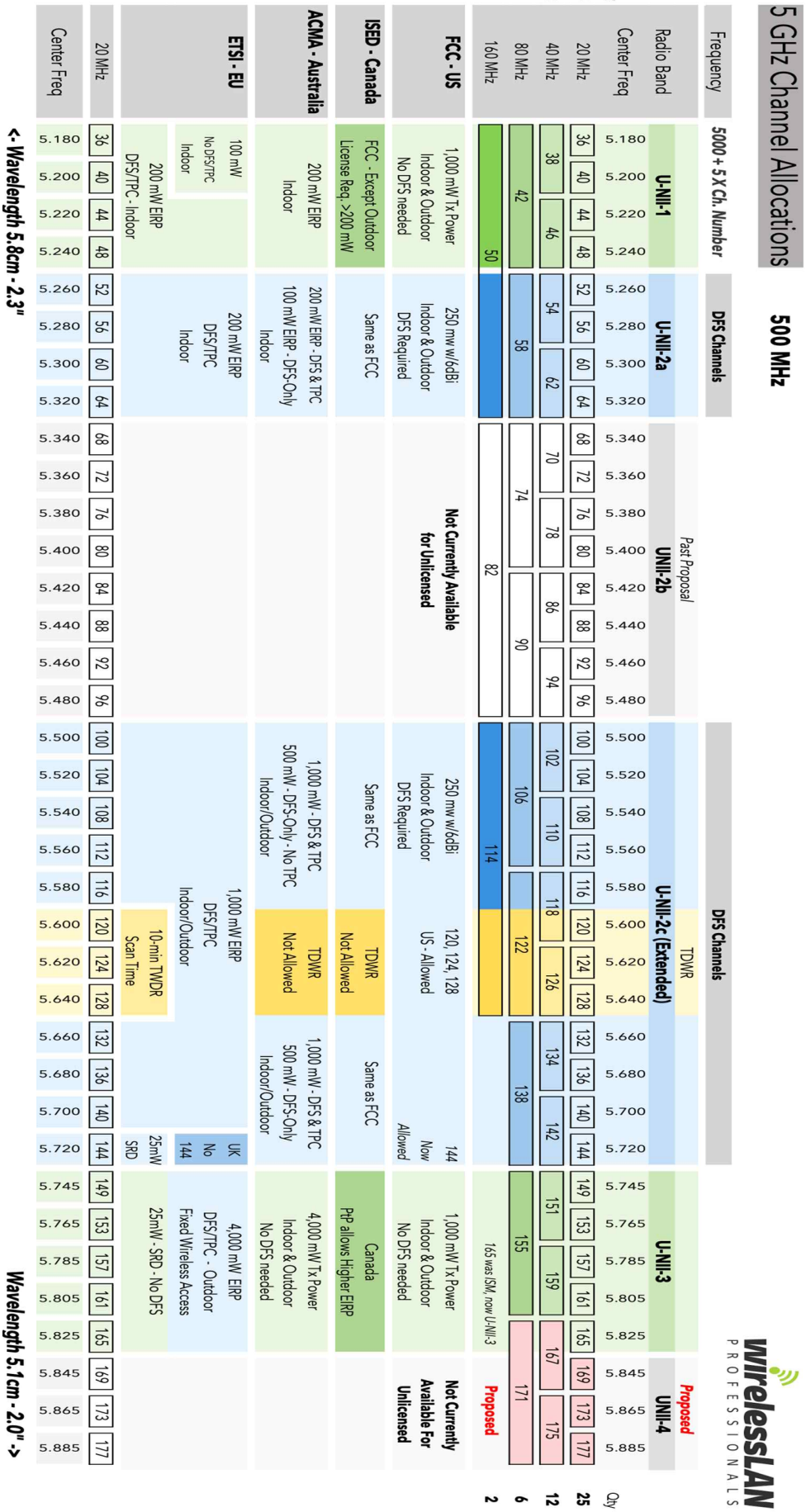


그림 22. 미국 FCC 5 ㎓ 채널 할당

(출처: WirelessLAN Professionals)

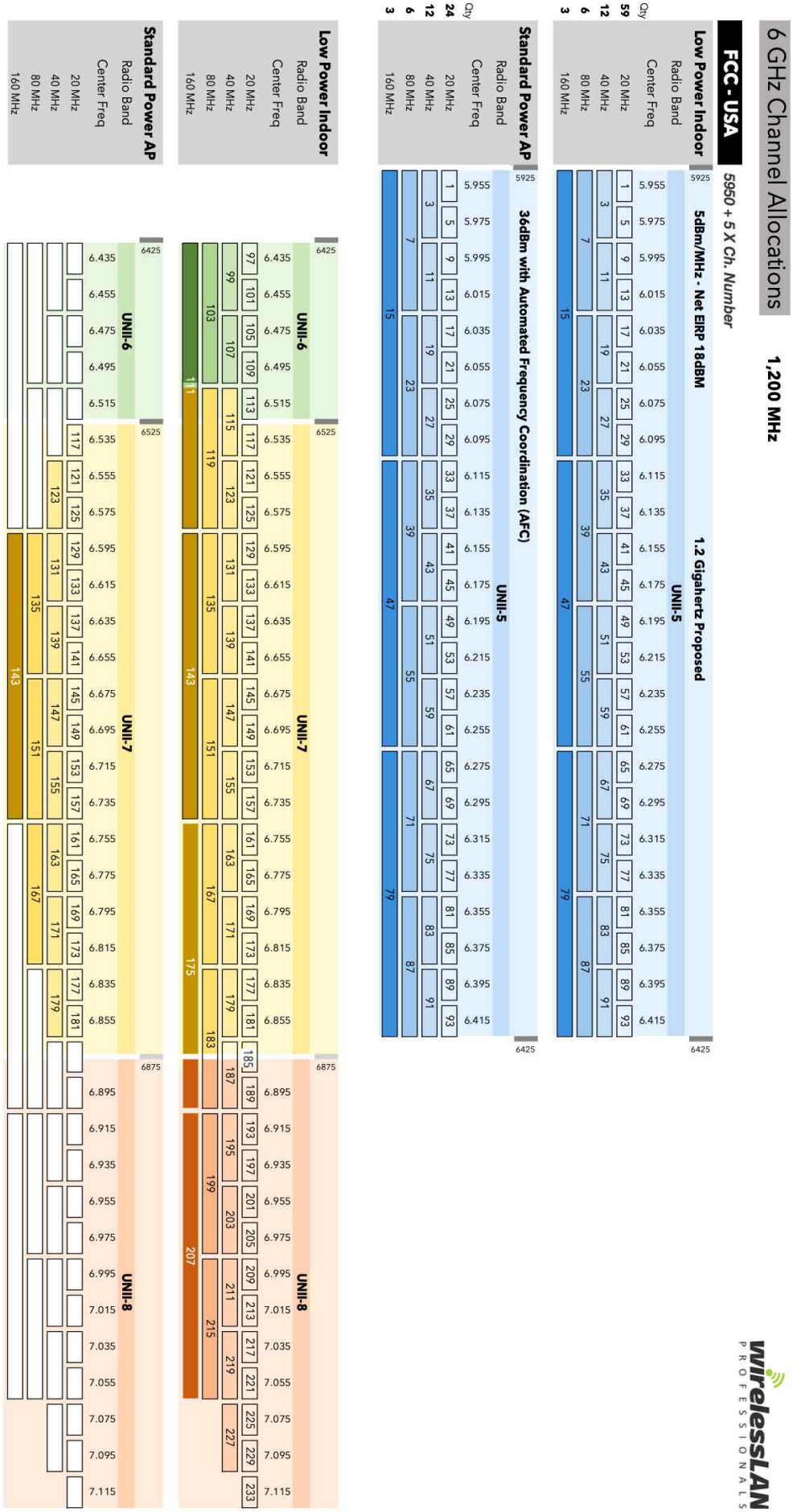


그림 23. 미국 FCC 6 ㎓ 채널 할당

(출처: WirelessLAN Professionals)

2) IEEE 802.11 표준별 주파수 사용 특징

IEEE 802.11 규격은 초기 2.4 ㎓ 기반의 저속 LAN 기술에서 출발하여, OFDM, MIMO, OFDMA 등 고도화된 PHY/MAC 기술을 점진적으로 도입하며 고속·고효율 통신 방식으로 발전해 왔다. 특히 Wi-Fi 6E 이후에는 6 ㎓ 대역 활용이 본격화되며, 고대역폭(160–320 ㎒)과 혼잡 완화 기술(BSS Coloring, OFDMA)을 중심으로 주파수 이용 효율이 크게 개선되었다.

최신 규격인 Wi-Fi 7(802.11be)은 멀티링크 운영(MLO), 4096-QAM, 320 MHz 채널, 다중 리소스 유닛(MRU) 등 고성능 기능을 도입하여 실사용 기준 수 기가비트 이상의 저지연 전송을 목표로 한다. 다만 실제 성능은 국가별 6 ㎓ 개방 범위와 출력 규제에 크게 좌우되며, 미국 등 광대역 개방 국가와 달리 규제가 엄격한 지역에서는 최대 성능 구현에 제약이 발생할 수 있다.

표 10. IEEE 802.11 표준별 주파수 및 기술 특징 비교

구분	주파수 대역	최대 속도	전송 방식	최대 안테나 수	채널 대역폭
802.11	2.4 ㎓	2 Mbps	DSSS/FHSS	1x1 SISO	20 ㎒
802.11b	2.4 ㎓	11 Mbps	HR-DSSS	1x1 SISO	20 ㎒
802.11a	5 ㎓	54 Mbps	OFDM	1x1 SISO	20 ㎒
802.11g	2.4 ㎓	54 Mbps	DSSS/OFDM	1x1 SISO	20 ㎒
802.11n (Wi-Fi 4)	2.4/5 ㎓	600 Mbps	OFDM	4x4 MIMO	20/40 ㎒
802.11ac (Wi-Fi 5)	5 ㎓	2.6 Gbps	OFDM	8x8 MIMO	20/40/80/160 ㎒
802.11ax (Wi-Fi 6/6E)	2.4/5/6 ㎓	9.6 Gbps	OFDM, OFDMA	8x8 MIMO	20/40/80/160 ㎒
802.11be (Wi-Fi 7)	2.4/5/6 ㎓	46 Gbps	OFDM, OFDMA	8x8 MIMO	20/40/80/160 /320 ㎒

3. 간섭 영향 분석 실험

공공 드론 및 비면허 무선기기 간 간섭영향 등 검토를 위한 전파간섭 측정실험을 실시하였다. 본 실험은 총 2차례에 걸쳐 진행하였다.

표 11. 공공 주파수 공동사용 가이드라인 연구추진 경과

일자	추진내용
~	드론 관련 동향 조사
06-12	공공 주파수 공동사용 가이드라인 연구반 킥오프 회의
~	공공 드론 및 비면허 기기 간 전파간섭 실측 시나리오 작성
08-07	연구반 2차 회의 (1차 실측 시나리오 검토)
08-14	공공 드론 및 비면허 기기 간 전파간섭 1차 실측
09-18	연구반 3차 회의 (1차 측정 결과 검토 및 2차 측정 계획)
10-16 ~ 10-17	공공 드론 및 비면허 기기 간 전파간섭 2차 실측

실험 대역의 경우 5.8 ㎓ 대역에서 진행하였다. 일반적인 드론의 제어신호는 2.4 ㎓와 5.8 ㎓ 대역을 사용하는데, 그 중 5.8 ㎓ 대역은 공공 드론과 다수의 비면허 기기(WLAN, Bluetooth 등)가 동일 대역에서 운용되고 있을 뿐만 아니라 2.4 ㎓ 대역보다 상대적으로 혼잡도가 낮아 실측 결과의 신뢰성과 재현성을 확보하기 용이하다.

표 12. 5 ㎓ 대역 WLAN 주파수 채널(20 ㎒ 대역폭)

U-NII 1 5150~5250 ㎒		U-NII 2A 5250~5350 ㎒		U-NII 2C 5470~5725 ㎒		U-NII 3 5725~5825 ㎒	
채널	중심주파수	채널	중심주파수	채널	중심주파수	**채널**	**중심주파수**
36	5180 ㎒	52	5260 ㎒	100	5500 ㎒	**149**	**5745 ㎒**
40	5200 ㎒	56	5280 ㎒	104	5520 ㎒	**153**	**5765 ㎒**
44	5220 ㎒	60	5300 ㎒	108	5540 ㎒	**157**	**5785 ㎒**
48	5240 ㎒	64	5320 ㎒	…	…	**161**	**5805 ㎒**
…	…	…	…	…	…	**165**	**5825 ㎒**
		DFS 필수		**DFS 필수**			

가. 1차 실측 실험

본 실험은 5.8 ㎓ 대역에서 드론의 제어 신호가 WLAN 통신성능에 미치는 간섭 여부를 확인하기 위한 기초 검증을 목적에 두고 수행되었다.

1) 실측 계획

가) 시험개요

실험의 장소는 외부 전파의 영향을 최소화하기 위해 대형 전자파 차폐실을 이용하였다. 또한 측정 시나리오에 따라 사전 전파환경 조사, WLAN 성능 측정 등을 단계별로 수행하였다. 드론 제어신호는 국내 출시되는 상용드론이 전파법에 따라 출력이 제한되는 점을 고려해, 신호발생기를 이용하여 대체 구현하였다.

표 13. 상용드론 국내 출력 기준

(출처: "신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비" 제7조)

주파수(MHz)	출력		안테나절대이득
	점유주파수대역폭	전력밀도	
2400~2483.5 5725~5850	0.5 MHz 이상 26 MHz 이하	10mW/MHz 이하	6dBi 이하

WLAN 성능 측정은 측정 소프트웨어(iperf3)를 활용하여 쓰루풋(Throughput)[3]변화를 측정하였다.

나) 실험 환경구성

용산 전파플레이그라운드 시설은 15.4 m(L) × 29.3 m(W) × 10 m(H)의 개방형 공간으로, 드론 및 WLAN 환경을 동시에 구성할 수 있는 충분한 여유 공간과 전파 측정을 위한 적정 RF 흡수 환경을 갖추고 있다.

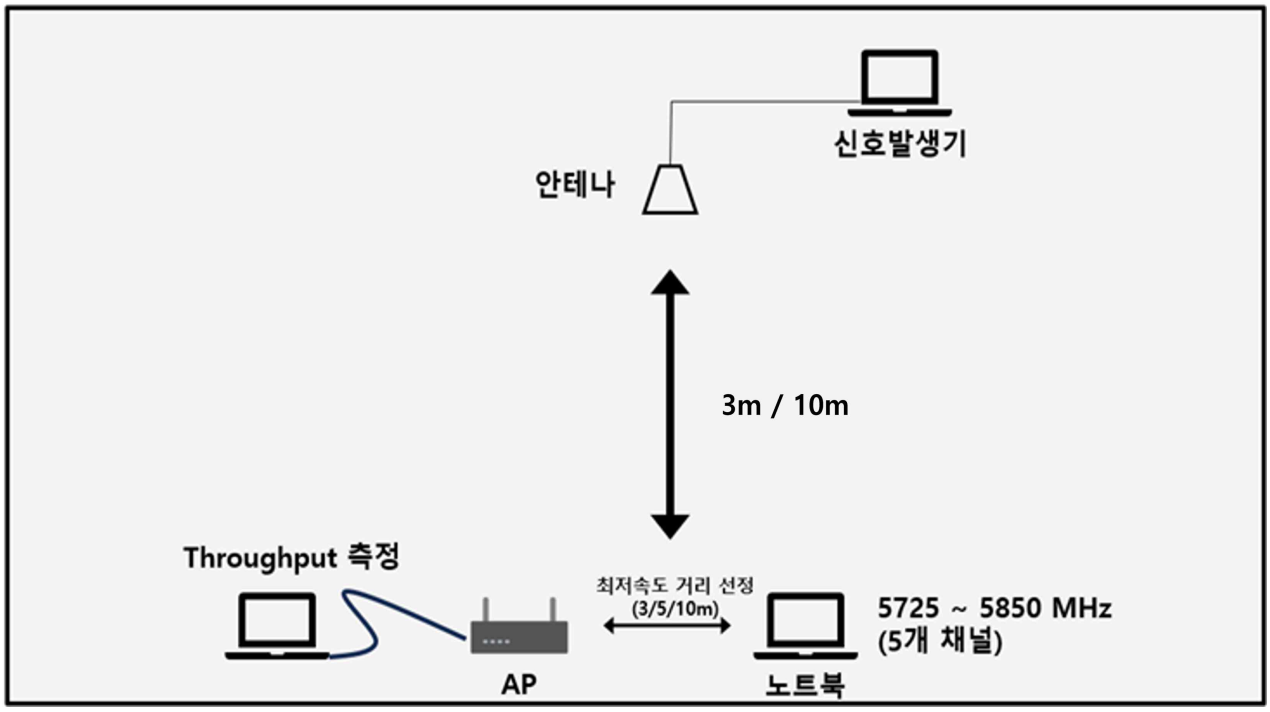


그림 24. 실험 환경 구성도

3) 쓰루풋(Throughput): 단위 시간 동안 처리할 수 있는 데이터의 양 또는 작업의 양

간섭신호는 드론의 제어신호를 대체하여 신호발생기(송신원)를 통해 발생시켰으며, OFDM 변조신호를 등방성 방사패턴을 가지는 다이폴 안테나를 통해 방사하였다. 출력 단계는 장비 성능 범위 내에서 일정 간격으로 조정하였으며, 각 단계별 간섭신호 출력은 스펙트럼 분석기를 통해 사전 확인하였다.

피간섭원인 WLAN AP와 노트북(수신원)은 5.8 ㎓ 대역의 157번 채널로 고정하여 네크워크 연결하였고, 외부 간섭 요소를 배제하기 위해 동일 대역의 주변 사용 여부를 사전 확인하였다. AP와 노트북 간 거리는 3m, 5m, 10m별 쓰루풋 측정을 통해 거리를 선정하였다. 이때 공간 내 RF 반사 요소가 영향을 주지 않도록 벽과 일정 거리 이상을 확보하여 설치하였다. 간섭신호원과 AP와의 거리는 3m, 10m로 각각 쓰루풋을 측정하였다.

다) 측정 장비 및 대상 구성

실험에 사용된 장비와 제원은 다음과 같다.

표 14. 측정 장비 및 대상 제원

장비명	모델명	제조사	비고
Vector Signal Generator	SMBV100B	R&S	8 ㎑ ~ 6 ㎓
Signal Analyzer	FSV13	R&S	10 ㎓ ~ 13.6 ㎓
Dipole Antenna (Tx)	KMDA245870-09	국내	2.4 ㎓ ~ 2.5 ㎓ (5dBi)/ 5.15 ㎓ ~ 5.85 ㎓ (9dBi)
Horn Antenna (Rx)	HRN-0118 (130299)	TDK	1 ㎓ ~ 18 ㎓ 5.75 ㎓ ~ 5.8 ㎓ (12.6dBi)
WLAN AP	GT-AXE 11000	ASUS	2.4 ㎓ / 5 ㎓ / 6 ㎓
WLAN AP	BE9300	TP-Link	2.4 ㎓ / 5 ㎓ / 6 ㎓

2) 측정 시나리오

① 전파환경 측정

스펙트럼 분석기를 활용하여 현장의 5.8 ㎓ 대역의 기존 사용 신호, 간섭원 존재 여부, 노이즈 플로어 수준 등 전파환경을 조사한다.

② 간섭신호 측정

157채널 (대역폭 20 ㎒, 중심주파수 5.785 ㎓) 조건에서 변조 방식 및 신호 안정도를 확인한다. 안테나 공급전력은 5 dBm으로 측정하였으며, 간섭신호원과 측정지점 간 거리는 3 m, 10 m로 위치한다.

③ WLAN AP 성능 측정

무간섭 상태에서 AP와 노트북 간 쓰루풋을 측정하여 기준값을 확보한다. 거리 3m, 5m, 10m 조건에서 측정 결과를 비교하며, 실험에서는 쓰루풋이 가장 낮게(최저속도) 확인되는 거리를 기준으로 선정한다.

④ 간섭신호 출력세기(채널파워)에 따른 WLAN AP 성능 측정

신호발생기 및 증폭기 출력 단계를 점진적으로 증가시키면서 WLAN 성능 저하 구간이 발생하는지 확인한다. 최대 출력값은 장비의 허용 가능 범위 내에서 설정하여 연결 해제 여부, 속도 저하 등을 확인한다.

3) 실측결과

AP - 단말 - 간섭원 간 다양한 조합을 구성하여 간섭신호 출력 변화에 따른 WLAN 성능을 측정한 결과, 간섭신호가 일정 수준을 초과하면 연결이 해제되는 현상이 확인되었다.

AP와 노트북 간 거리는 3m, 5m, 10m별 쓰루풋 측정 결과와 실환경을 고려하여 3m로 고정하여 측정하였다. 또한 모델별 주파수 대역폭 특성 차이가 확인됨에 따라, 동일 조건 비교를 위하여 AP별 지원 사양에 맞춘 대역폭을 적용하였다.

표 15. AP Type 1 (ASUS) GT-AXE 11000 대역폭: 20 ㎒

	Throughput (Mbps)			
거리(m)	**평균**	**최대**	**최소**	**표준편차**
3	**92.19**	95.40	72.50	5.48
5	**92.16**	93.70	89.30	1.06
10	**91.66**	93.70	88.20	1.43

표 16. AP Type 1 (ASUS) GT-AXE 11000 대역폭: 80 ㎒

	Throughput (Mbps)			
거리(m)	**평균**	**최대**	**최소**	**표준편차**
3	**94.55**	95.80	90.00	1.01
5	**94.21**	95.70	92.10	0.67
10	**94.47**	95.50	92.50	0.62

표 17. AP Type 2 (TP-Link) BE9300 대역폭: 80 ㎒

	Throughput (Mbps)			
거리(m)	평균	최대	최소	표준편차
3	94.33	95.50	80.10	1.63
5	94.49	95.70	91.90	0.64
10	94.26	95.80	87.60	1.27

AP Type 1은 20/80 ㎒ 대역폭(157번 채널, 155번 채널)에서, AP Type 2는 80 ㎒ 대역폭(155번 채널[4])에서 각각 측정을 수행하였다.

간섭신호원과 피간섭원 간 이격거리는 3 m와 10 m 로 설정하여 각각 연결이 해제될 때 간섭신호의 세기와 쓰루풋을 측정하였다.

가) 주요 실측 결과

① 전파환경 측정 결과

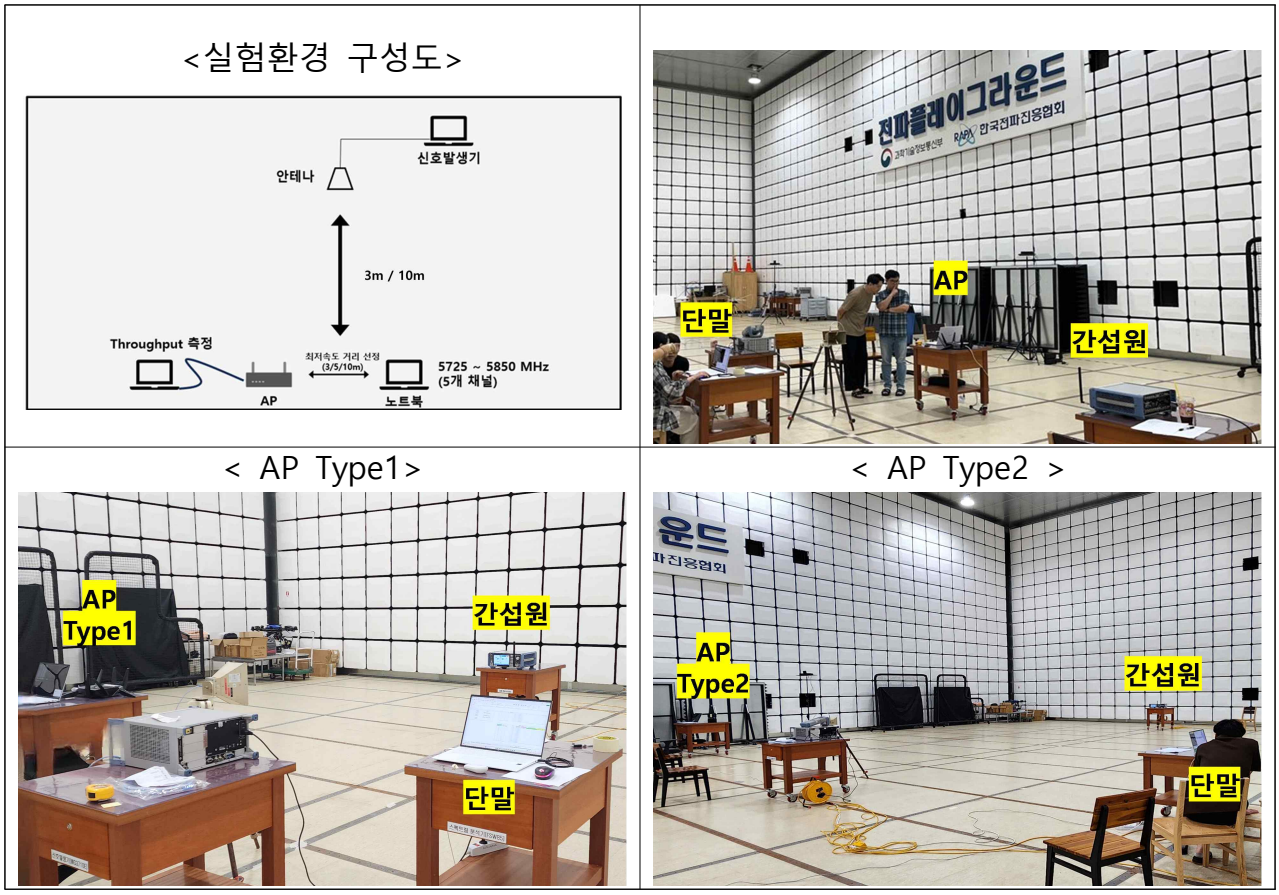


그림 25. 실측환경 구성

4) 155번 채널: 대역폭 80 ㎒로 149, 153, 157, 161 채널 포함

스펙트럼 분석기를 활용하여 현장의 5.8 ㎓ 대역 전파환경을 측정한 파형이다. 중심주파수는 5.785 ㎓이고, 측정 대역에 전파간섭이 없는 것을 확인했다.

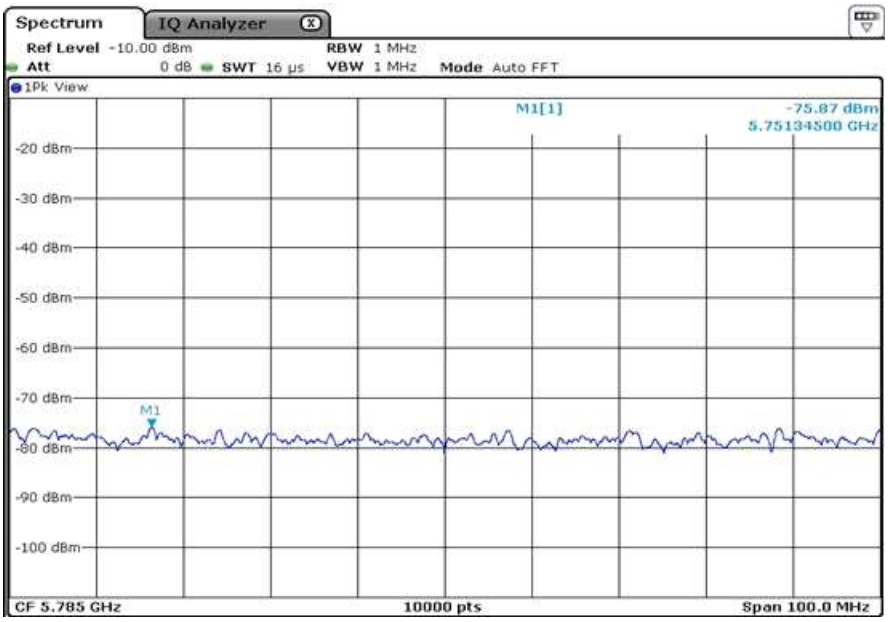


그림 26. 5.8 ㎓ 대역 스펙트럼 분석 결과

② 간섭신호 측정

OFDM 변조 신호를 방사하여 출력세기와 파형을 측정했다. 중심주파수 5.785 ㎓에서 점유주파수대역폭 20 ㎒로 설정하였고, 출력세기는 -26.26 dBm으로 측정되었다.

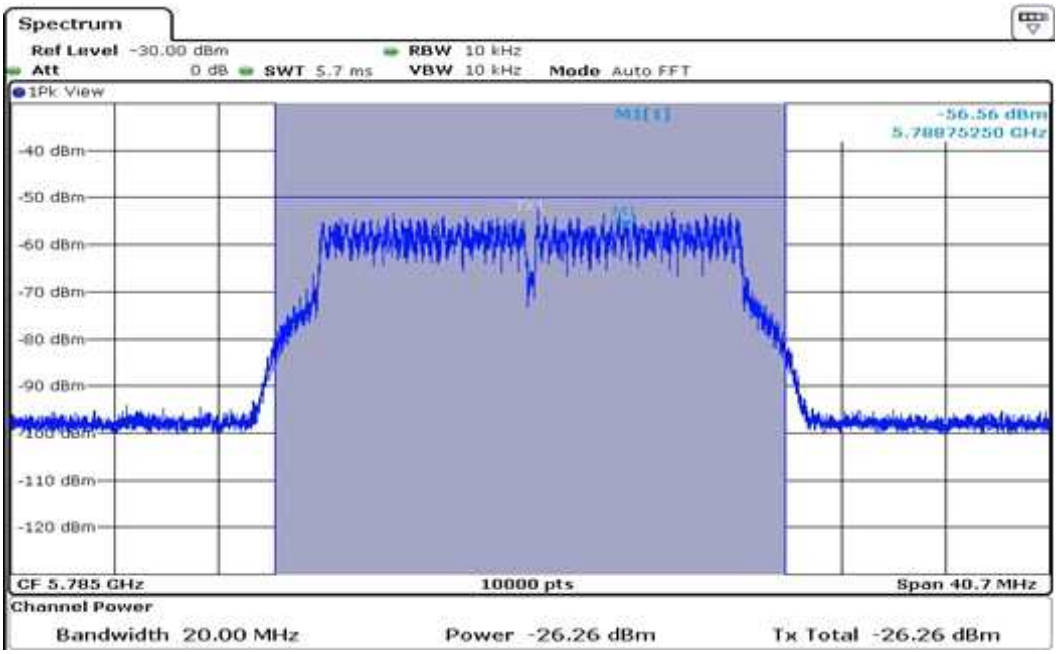


그림 27. 간섭신호(신호발생기) 측정

③ WLAN AP 성능 측정 및 간섭신호 출력 변화에 따른 WLAN 성능 영향

2개의 AP를 대상으로 WLAN AP와 단말 간 거리를 각각 3 m와 10 m로 설정한 후, 간섭신호 출력세기에 따른 쓰루풋을 측정하였다. 측정된 쓰루풋 값은 각 100회 송수신 시의 평균값을 산출하였으며, 동시에 각 100개 샘플에 대해 최대, 최소 및 표준편차를 기록하여 성능 변동성을 함께 분석하였다. 간섭 수준이 일정 수준을 초과할 경우, CSMA/CA[5] 기능에 의해 WLAN 연결이 해제되는 현상이 관찰되었으며, 연결이 해제되는 순간의 출력세기는 이론적 계산 값과 실제 측정 값을 함께 기록하였다.

$$\text{이론적 출력세기(dBm)} = P_T + G_T + G_R - L_F)$$

P_T : 계측기 측정값

G_T : 송신안테나 이득

G_R : 수신안테나 이득

L_F : 자유공간경로 손실$(32.4 + 20\log(d(m)) + 20\log(f(MHz)))$

나) AP별 세부 측정결과

o 실측결과(AP Type1)

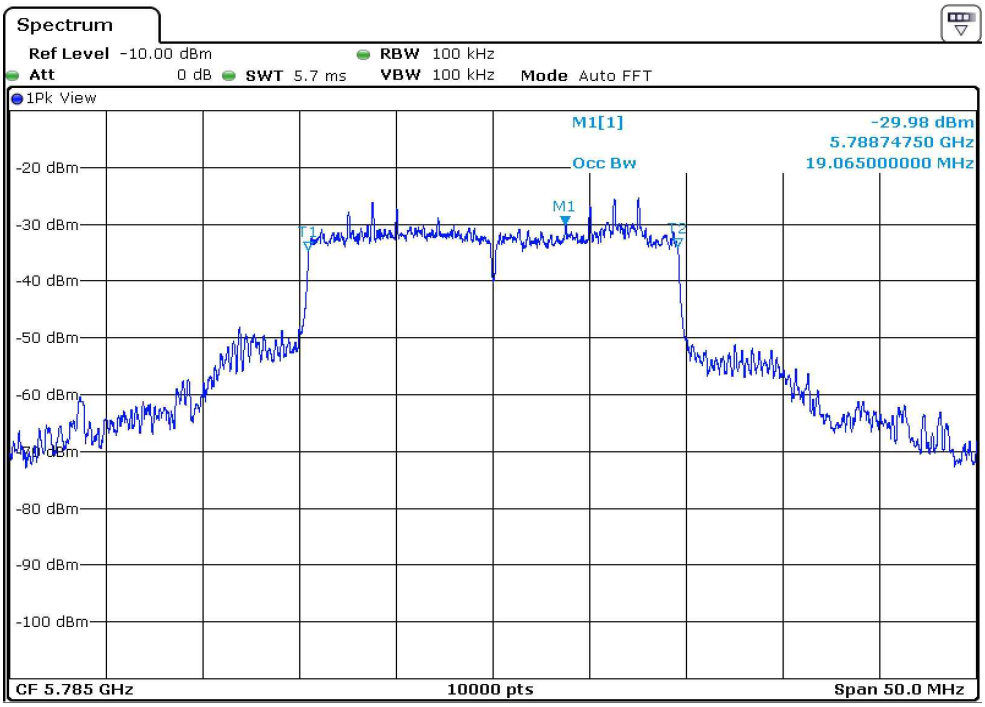


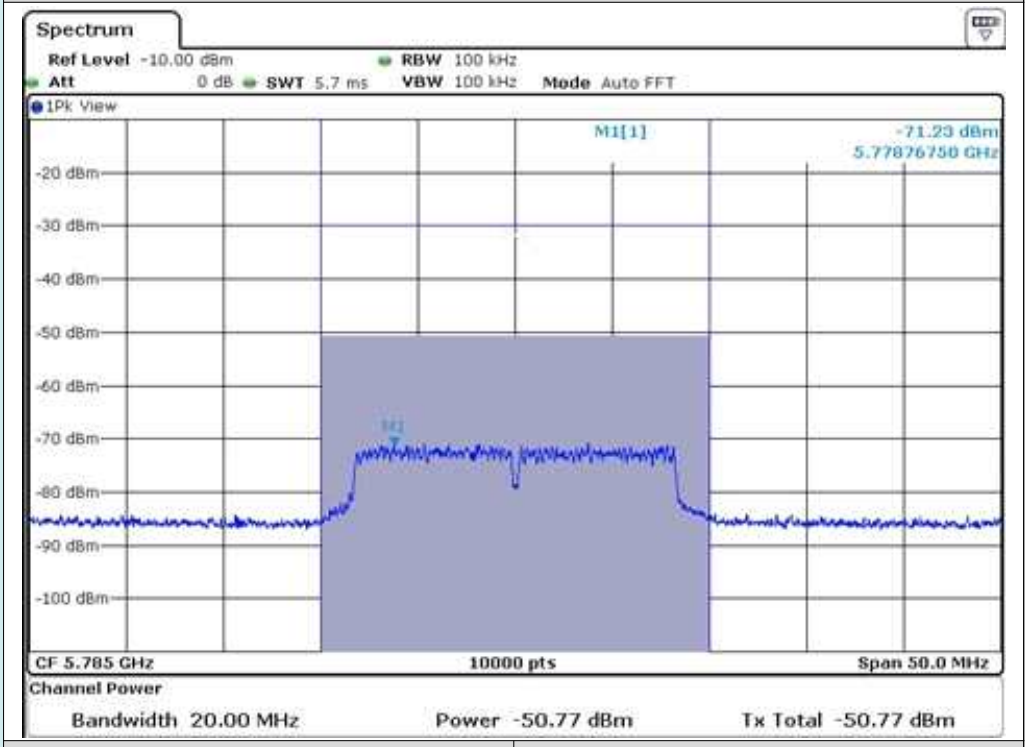
그림 28. AP Type 1 (ASUS) GT-AXE 11000 측정 파형

대역폭: 20 ㎒ 중심주파수 5785 ㎒

5) CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) : 무선 네트워크에서 충돌을 최대한 피하는 다원접속 방식으로, 전송 전 채널이 비어 있는지 확인하고 만약 다른신호 감지시 신호를 중단하고 신호 미감지 시 데이터를 다시 전송하는 내용의 통신 프로토콜

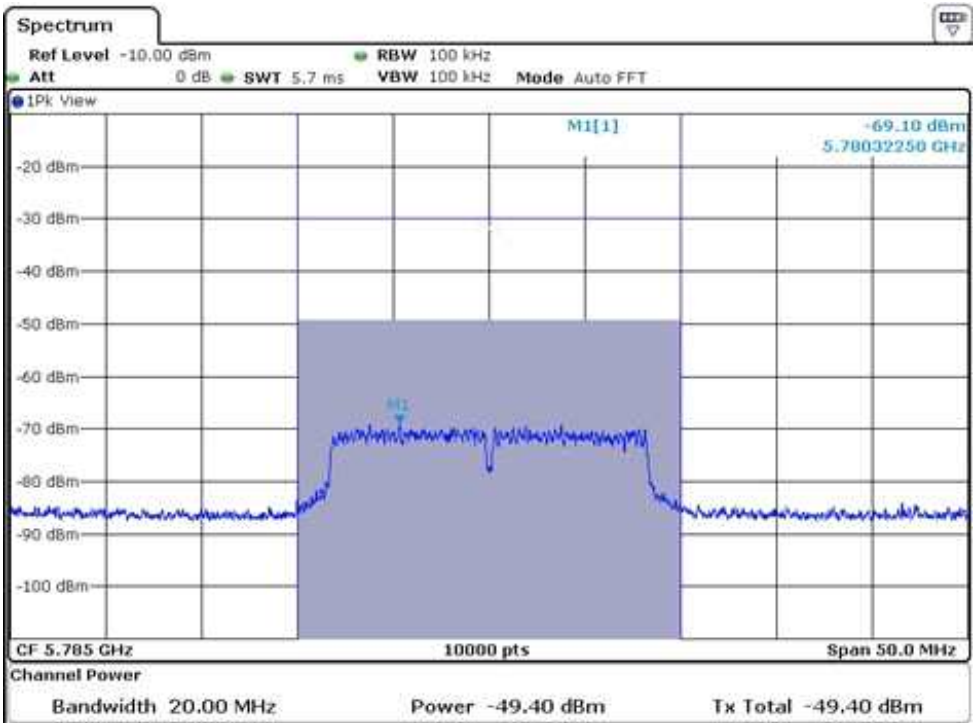
표 18. AP Type 1 간섭신호원과 AP-단말 간 거리 3 m

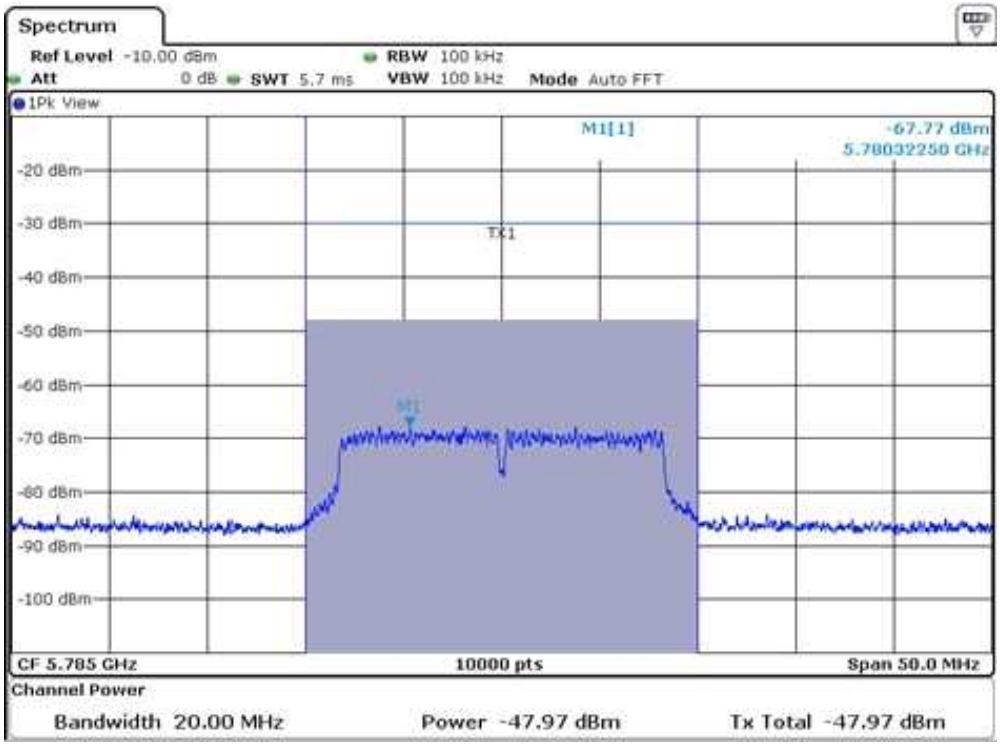
	Throughput (Mbps)			
출력세기(dBm)	**평균**	**최대**	**최소**	**표준편차**
-25	**94.14**	95.30	88.10	1.03
-23	**94.01**	95.30	90.30	0.94
-22	**94.00**	95.60	89.40	0.94
-21	**94.09**	95.60	88.50	1.02
-20	**93.78**	95.80	81.30	2.29
-19	**93.85**	95.60	87.60	1.03
-18	**94.19**	95.60	91.60	0.84
-17	**92.01**	95.60	67.50	5.68
-16	**off (1.98)**	-	-	-
-16	파형			



출력세기(이론)	**출력세기(실측)**
-51.64 dBm	**-50.7 dBm**

표 19. AP Type 1 간섭신호원과 AP-단말 간 거리 10m

	Throughput (Mbps)			
출력세기(dBm)	**평균**	**최대**	**최소**	**표준편차**
-16	**94.19**	95.90	91.30	0.76
-10	**94.35**	97.10	90.30	0.94
-7	**91.08**	96.00	28.10	10.05
-6	**61.51**	95.70	0.00	36.82
-6	파형			
				
	출력세기(이론)		**출력세기(실측)**	
	-52.08 dBm		**-49.4 dBm**	

-5	**off (11.85)**	-	-	-
	파형			
				
	출력세기(이론)		**출력세기(실측)**	
	-51.08 dBm		**-47.97 dBm**	

o 실측결과(AP Type2)

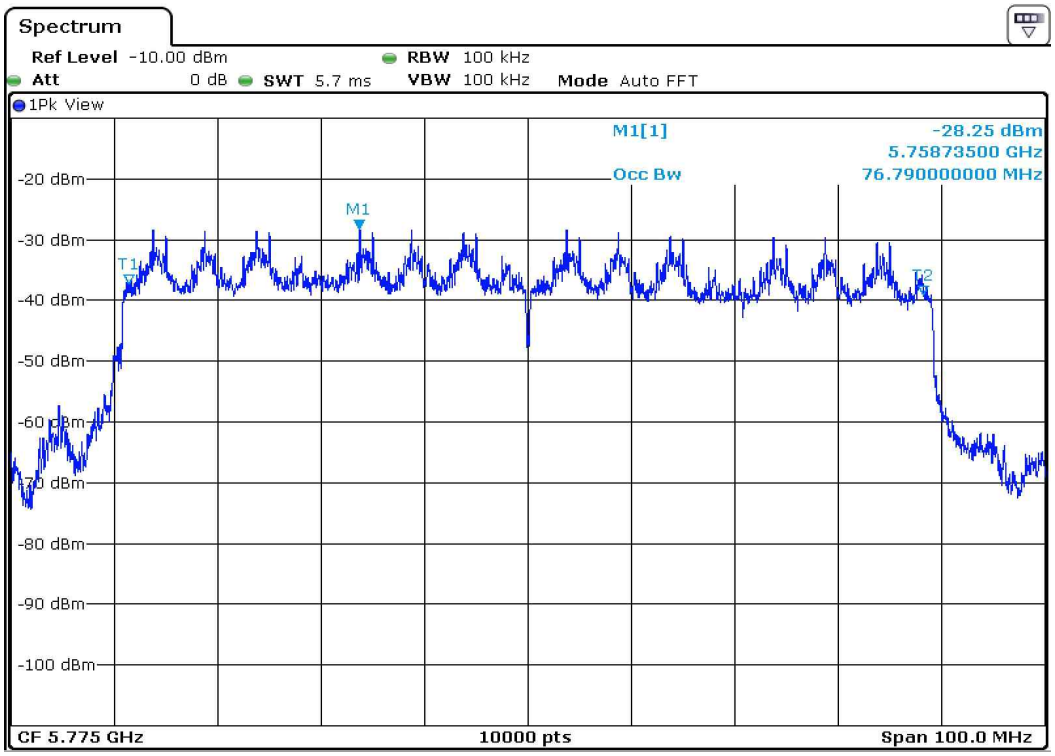


그림 29. AP Type 2(TP-Link) BE9300 측정 파형
대역폭: 80 ㎒ 중심주파수 5775 ㎒

표 20. AP Type 2 간섭신호원과 AP-단말 간 거리 3m

	Throughput (Mbps)			
출력세기(dBm)	평균	최대	최소	표준편차
-16	94.24	95.80	90.00	0.93
-15	93.67	95.50	87.30	1.66
-14	93.05	95.60	79.10	2.70
-13	91.88	95.40	68.40	4.49
-12	86.38	95.40	48.20	9.12
-11	87.26	95.80	61.00	8.75
-10	86.62	96.80	58.90	9.30
-9	84.25	95.00	32.60	12.68
-8	84.97	95.70	0.00	16.96
-7	81.59	95.50	27.00	15.72
-6	64.70	95.40	0.00	33.97
-5	54.39	94.00	0.00	27.52
-4	49.82	95.00	0.00	32.55

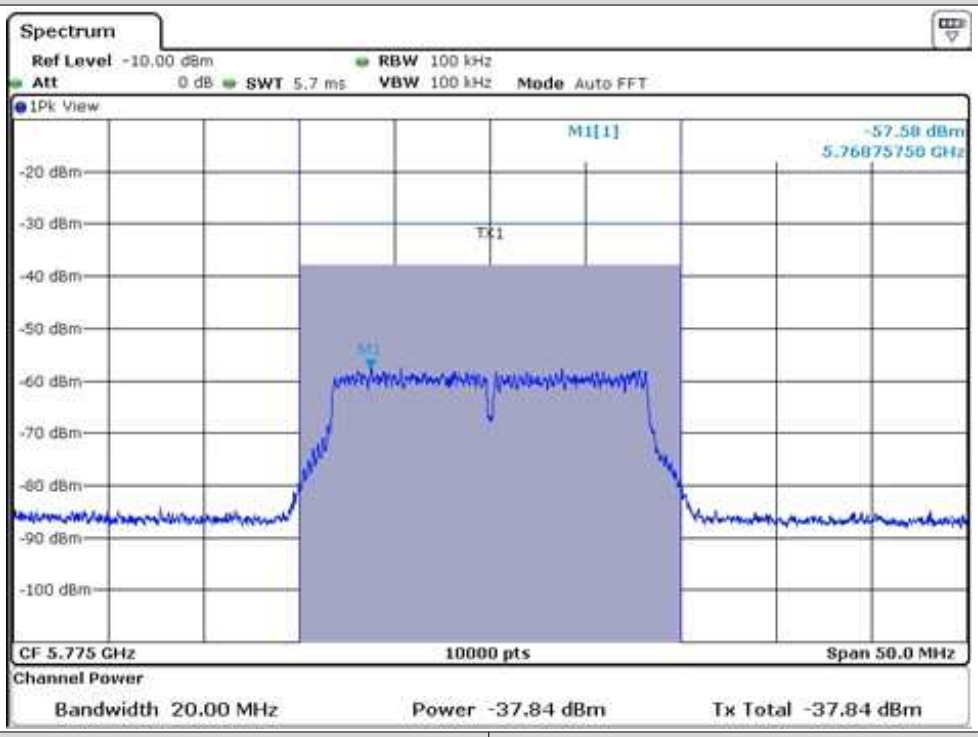
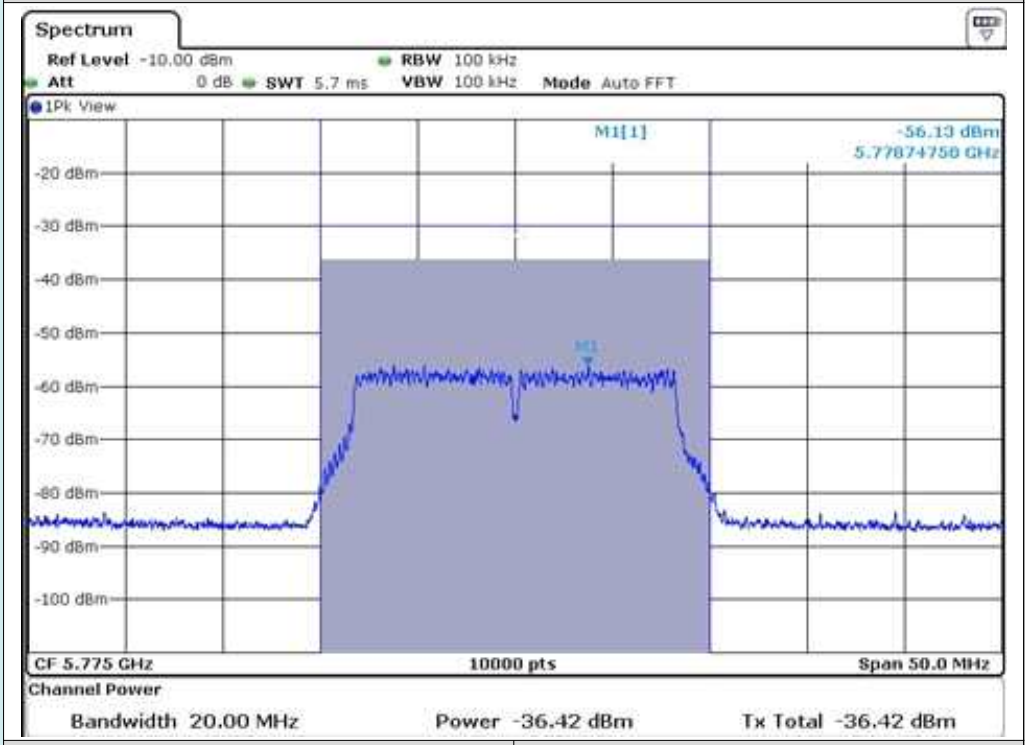
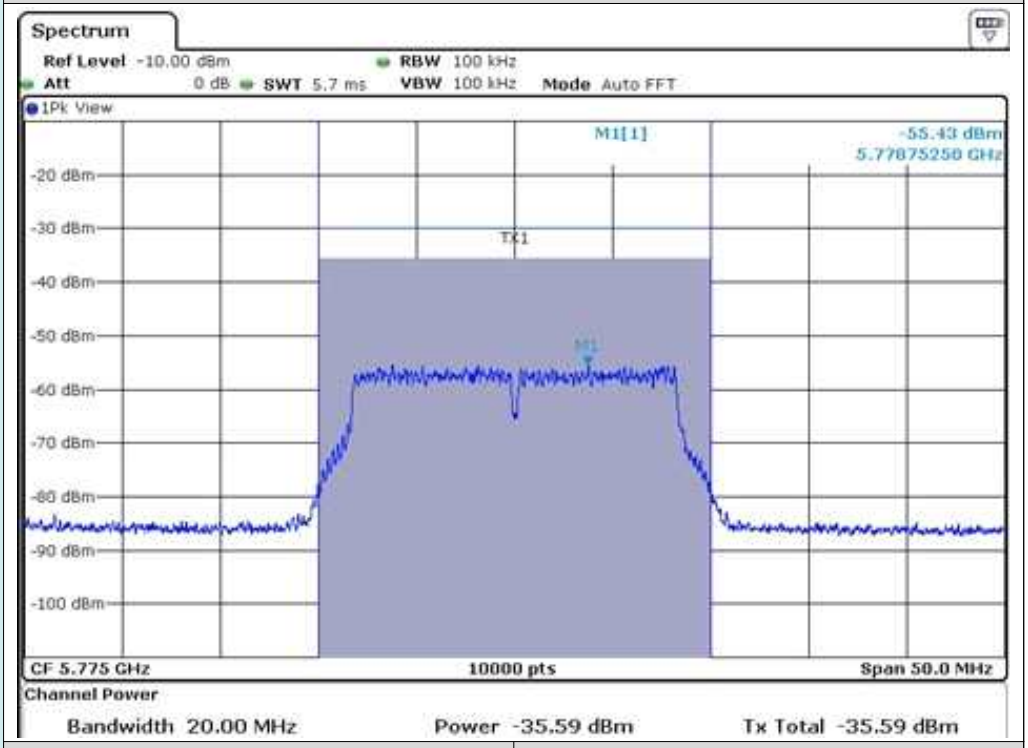
-3	off (3.18)	-	-	-
	파형			
				
	출력세기(이론)		**출력세기(실측)**	
	-38.64 dBm		**-37.84 dBm**	

표 21. AP Type 2 간섭신호원과 AP-단말 간 거리 10m

	Throughput (Mbps)			
출력세기(dBm)	**평균**	**최대**	**최소**	**표준편차**
-7	**94.42**	95.70	87.10	0.98
-6	**93.68**	95.60	86.80	1.77
-5	**93.84**	95.70	81.30	1.87
-4	**92.22**	95.70	66.30	4.24
-3	**91.32**	95.60	73.50	4.33
-2	**90.63**	95.50	68.20	4.45
-1	**88.48**	95.70	57.80	7.50
0	**90.23**	95.40	58.80	8.13
1	**78.00**	94.90	13.70	18.06
2	**83.58**	95.30	21.00	14.26
3	**76.23**	94.90	0.00	20.20
4	**81.15**	95.50	16.80	17.00
5	**62.28**	94.50	0.00	30.28

6	**36.42**	94.90	0.00	28.33
7	**30.75**	94.40	0.00	34.42
	파형			
				
	출력세기(이론)		**출력세기(실측)**	
	-39.08 dBm		**-36.42 dBm**	
8	**off (4.81)**	-	-	-
	파형			
				
	출력세기(이론)		**출력세기(실측)**	
	-38.08 dBm		**-35.59 dBm**	

나. 2차 실측 실험

2차 실측은 1차 실측 결과 및 후속 검토회의에서 도출된 개선 사항을 반영하여 수행하였다.

1) 실측 계획

가) 시험개요

1차 실측 결과를 바탕으로 실험 환경구성, 장비 제원, 측정 시 고려 사항, 데이터 분석 결과 등이 종합적으로 검토되었으며 특히 AP 성능 측정의 정밀성을 제고하기 위해 DM Port 기능을 활용하여 측정하는 방안을 고려하였다. 또한 1차 실측에서 고가 AP만을 사용함에 따라 실제 보급 환경을 충분히 반영하지 못했다는 지적이 있어 본 측정에서는 중저가형 AP를 포함한 제품군을 포함하였다.

나) 실험 환경구성

2차 실측은 회의를 통해 논의된 사항을 제외하고 1차 측정과 동일한 조건에서 수행하였다. 간섭신호는 동일하게 드론의 제어신호를 대신하여 신호발생기를 사용하였으며, WLAN AP는 시험 목적에 따라 20 ㎒와 80 ㎒ 대역폭으로 설정하였다. AP와 노트북 간 거리는 10 m로 측정하고, 간섭원과의 거리 또한 10 m로 고정하여 측정하였다.

다) 측정 장비 구성

표 22. 2차 실험 측정 대상 제원

모델명	제조사	칩셋 모델명	비고	판매가
A604SR	ipTIME	(Realtek) RTL8197FH	Wi-Fi 5 / 2.4 ㎓, 5 ㎓	3만원대
MEX605	netis	(MediaTek) MT7981BA	Wi-Fi 6 / 2.4 ㎓, 5 ㎓	6만원대
DVW-642	다보링크	(Realtek) Dual-core 1.25GHz MIPS iA	Wi-Fi 6 / 2.4 ㎓, 5 ㎓	7만원대
DVW-632	다보링크	Dual-core 1.0GHz A53 (Qualcomm) with NPU	Wi-Fi 6E / 2.4 ㎓, 5 ㎓, 6 ㎓	13만원대

표 23. 2차 실험 측정 장비 제원

장비명	모델명	제조사	비고
Vector Signal Generator	SMBV100B	R&S	8 ㎑ ~ 6 ㎓
Signal Analyzer	FSV13	R&S	10 ㎓ ~ 13.6 ㎓
Dipole Antenna (Tx)	KMDA245870-09	국내	2.4 ㎓ ~ 2.5 ㎓ (5dBi)/ 5.15 ㎓ ~ 5.85 ㎓ (9dBi)
Horn Antenna (Rx)	HRN-0118 (130299)	TDK	1 ㎓ ~ 18 ㎓ 5.75 ㎓ ~ 5.8 ㎓ (12.6dBi)

2) 측정 시나리오

실측 계획의 세부 시험 절차는 다음과 같은 시나리오로 구성하였다.

① 전파환경 사전 측정

스펙트럼 분석기를 활용하여 5.8 ㎓ 대역의 전파환경을 조사한다.

② 간섭신호 측정

중심주파수 5.785 ㎓에서 20 ㎒ 대역폭의 OFDM 변조신호를 측정한다. 이때 간섭신호원과 피간섭원 간 거리는 1차 실측 결과를 기반으로 10 m로 고정한다.

③ WLAN AP 성능 측정

UNII 1·2·3 중 임의 채널 1개(157번 채널)를 지정하고 소프트웨어(iperf3)를 활용하여, 무간섭 상태에서 AP와 노트북 간 쓰루풋 측정을 2회 실시하여 평균값을 계산하여 기준값으로 선정한다. WLAN AP와 노트북 간의 측정 거리는 1차 측정 결과를 고려하여 10 m로 고정한다. 또한 쓰루풋 측정 시 제조사 권고에 따라 5개 멀티 스트림 기반 최대 처리속도 설정하고, 그 평균값을 측정하여 기록한다.

④ 간섭신호 출력 변화에 따른 WLAN 성능 측정

간섭신호 출력의 단계적 증가에 따른 쓰루풋의 변화를 AP별로 측정하여 분석한다. 이때 간섭신호의 최대 출력은 장비 및 증폭기 성능을 고려하여 설정한다.

3) 실측결과

가) 주요 실측 결과

중저가형 제품을 포함하여 5 ㎓ 대역을 지원하는 AP 총 4종을 측정 대상기기로 선정하였다. WLAN AP와 노트북 간 연결은 157번 채널(대역폭 20 ㎒, 중심주파수 5.785 ㎓)과 155번 채널(대역폭 80 ㎒, 중심주파수 5.775 ㎓)로 설정 후 각 경우에 대해 간섭신호의 출력세기에 따른 쓰루풋 측정을 진행하였다.

① 전파환경 측정 결과

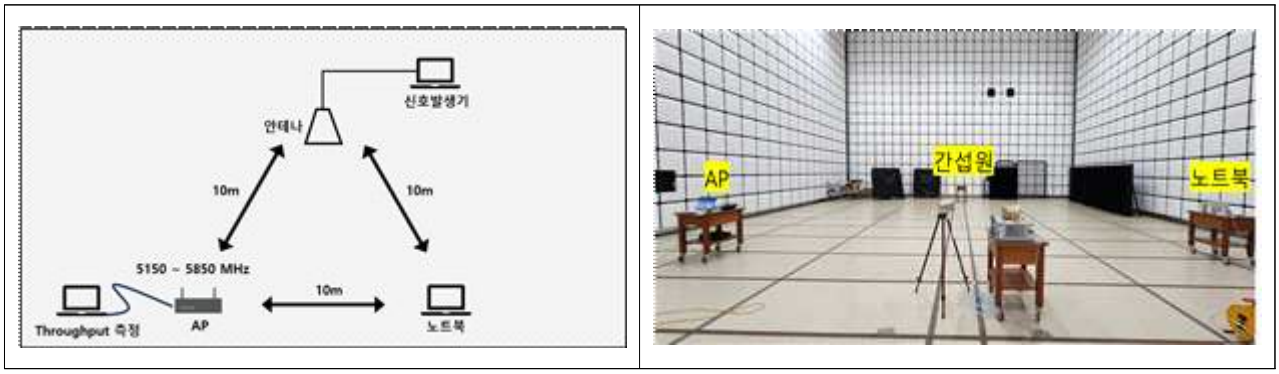
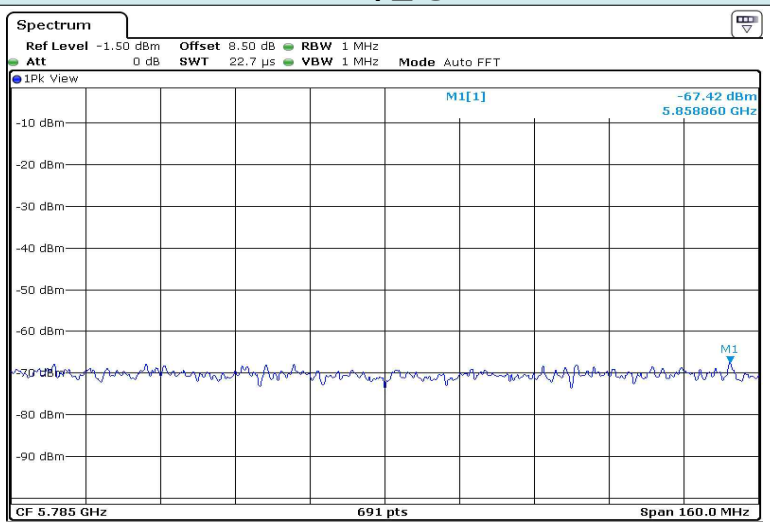


그림 30. 2차 실측환경 구성

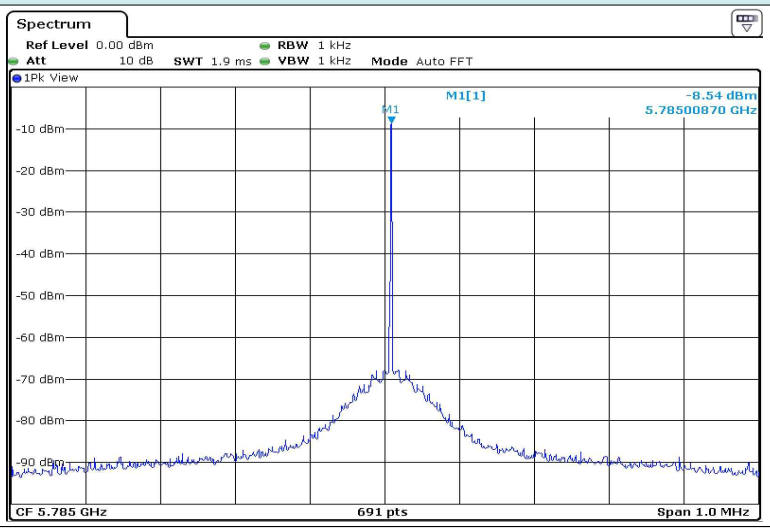
현장의 5.8 ㎓ 대역 전파환경을 측정한 파형이다. 중심주파수는 5.785 ㎓이고, 측정한 대역에 전파환경이 깨끗함을 확인했고, 이를 측정한 계측기의 케이블 손실을 측정하여 이론값 계산 시 반영하였다.

표 24. 5.8 ㎓ 대역 스펙트럼과 계측기 케이블 손실 측정

전파환경



Cable Loss



② 간섭신호 특성 분석 결과

측정 거리를 10 m로 위치하고 OFDM 변조 신호의 출력세기와 파형을 분석했다. 중심주파수 5.785 ㎓에서 점유주파수 20 ㎒일때, 출력세기는 -47.87 dBm으로 측정되었다.

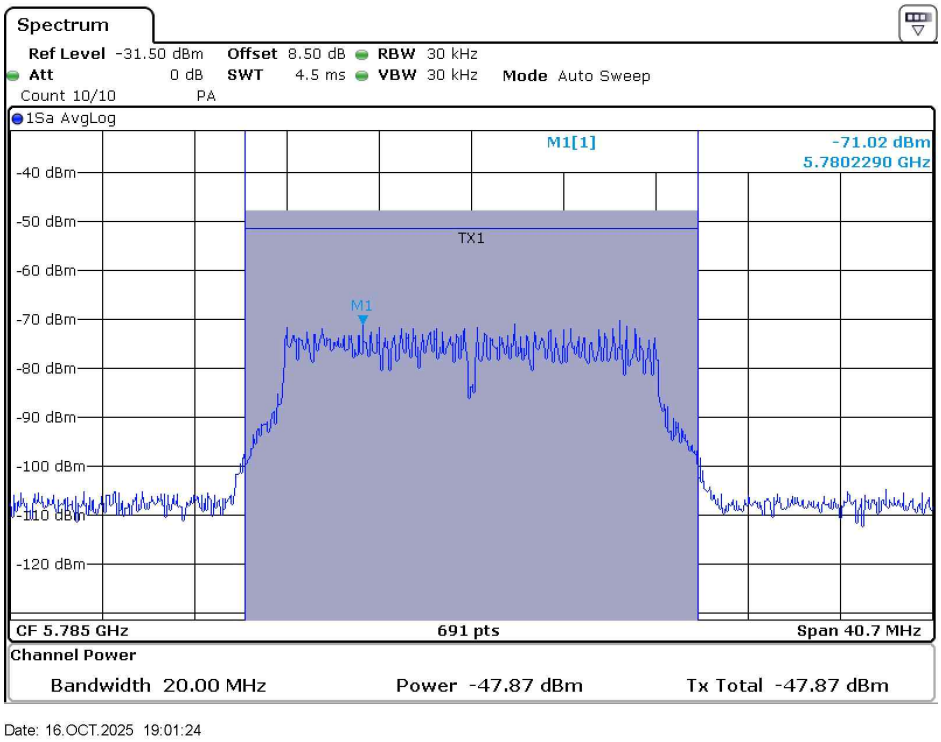
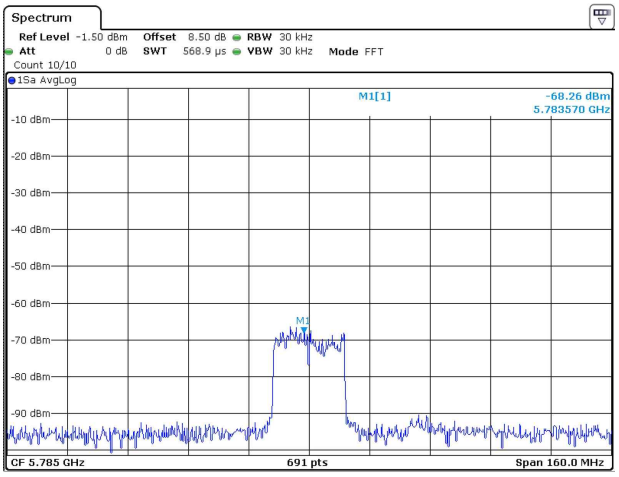
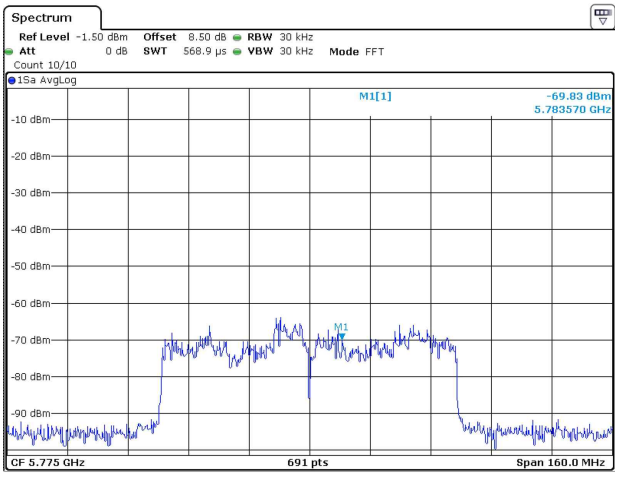
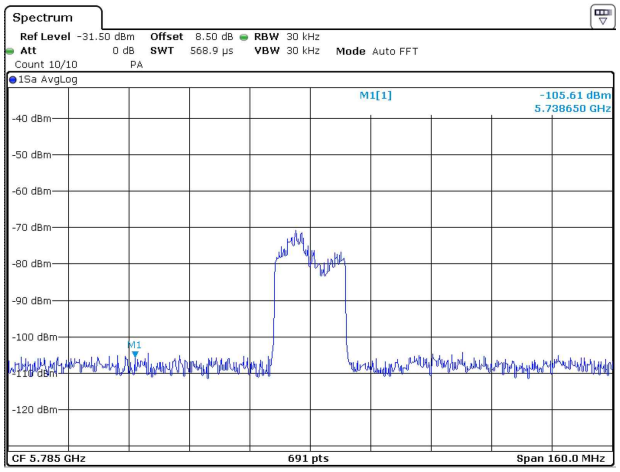
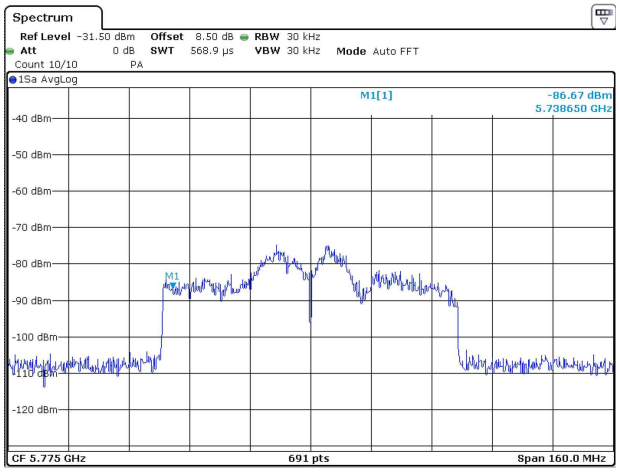
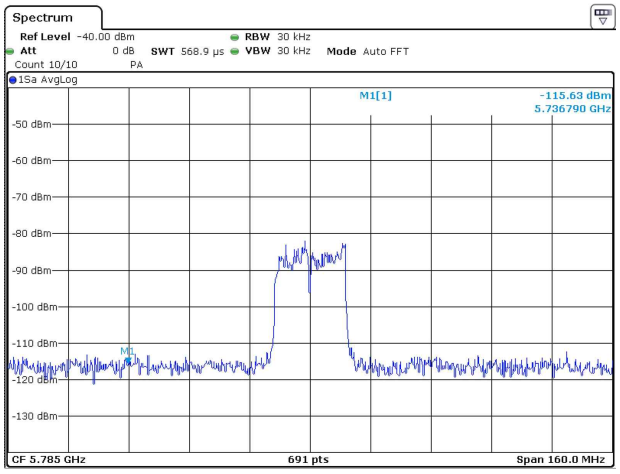
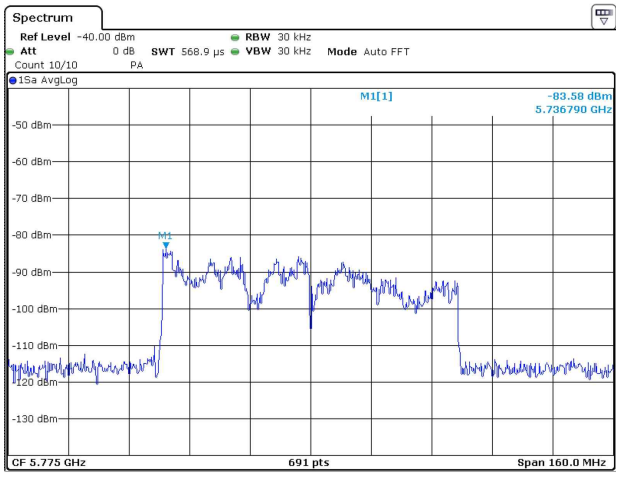
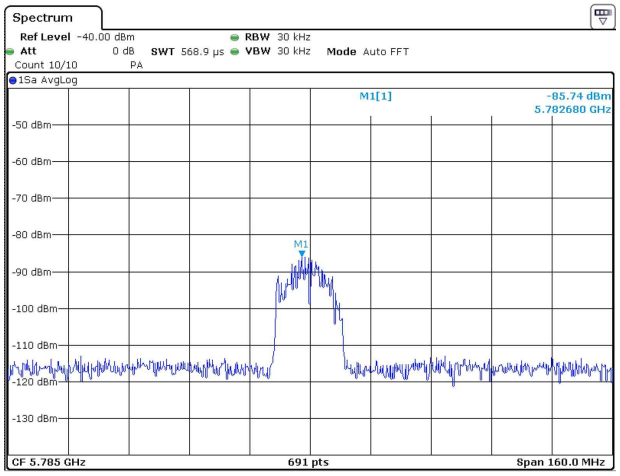


그림 31. 간섭신호(신호발생기) 측정 파형

③ WLAN AP 성능 측정

표 25. 무간섭 상태에서 WLAN AP 모델별 성능 측정 파형

대역폭 20 ㎒, 중심주파수 5785 ㎒	대역폭 80㎒, 중심주파수 5775 ㎒
모델명(제조사) : DVW-632 (다보링크)	
	

대역폭 20 MHz, 중심주파수 5785 MHz	대역폭 80MHz, 중심주파수 5775 MHz
모델명(제조사) : DVW-642 (다보링크)	
	
모델명(제조사) : MEX605 (netis)	
	
모델명(제조사) : A604SR (ipTIME)	
	-

④ 간섭신호 출력 변화에 따른 WLAN 성능 영향

WLAN AP와 단말 간 거리를 10 m로 설정하고, 총 4개의 대상기기에 대해 간섭신호의 출력세기에 따른 쓰루풋을 측정하고 분석한 결과이다.

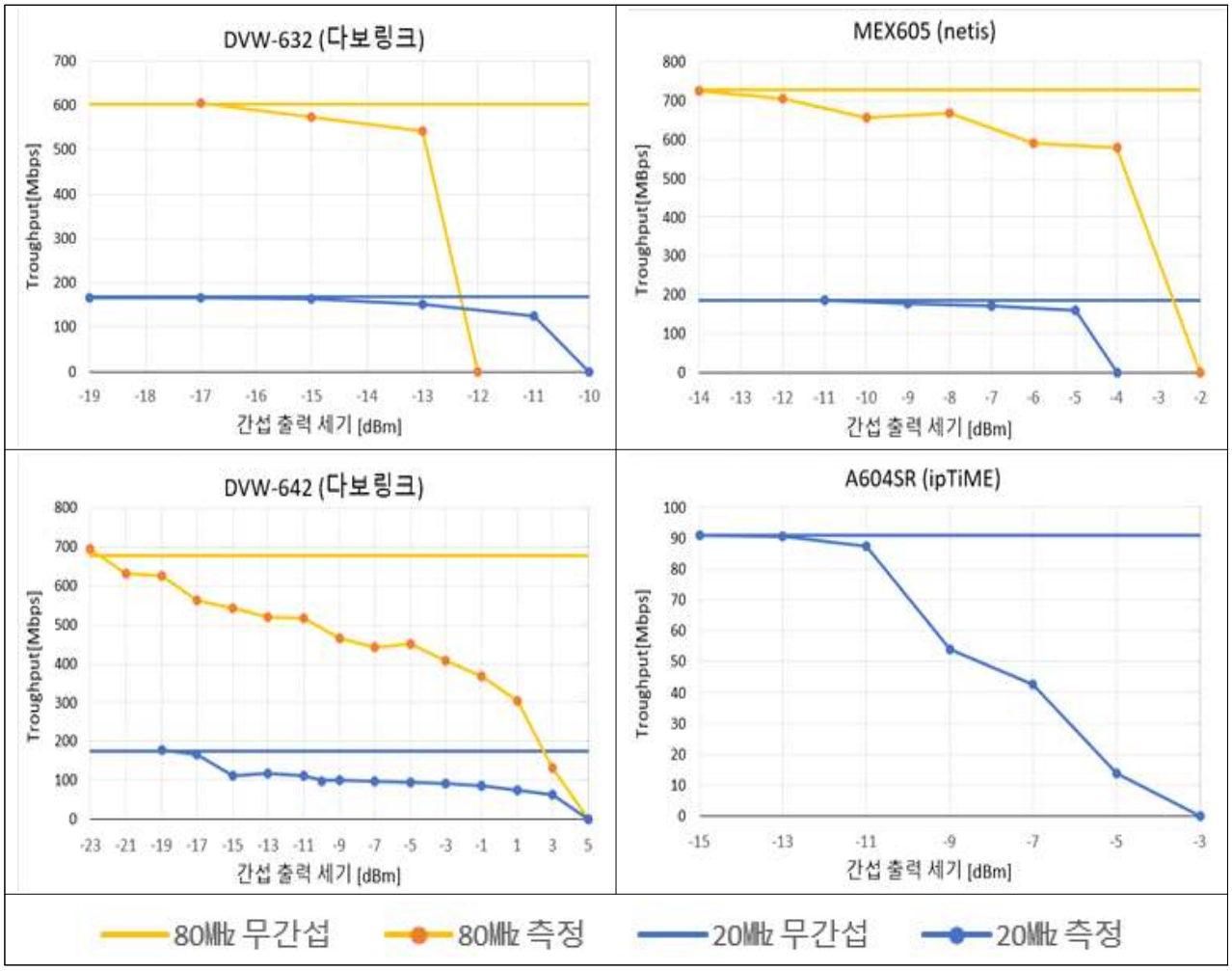


그림 32. 2차 실측결과 (4개 제품)

측정된 쓰루풋은 각 100회 송·수신 시 평균값을 산출하였으며, 동시에 각 100개 샘플에 대해 최대, 최소 및 표준편차를 기록하여 성능 변동성을 함께 분석하였다. 또한 손실율을 계산하여 무간섭 상태의 쓰루풋 평균값에서 손실이 일어나는 정도를 확인했다.

나) WLAN AP 별 세부 측정 결과

표 26. DVW-632 (다보링크) 측정 결과

모델명(제조사) : DVW-632 (다보링크)										
출력 (dBm)	Throughput (Mbps)									
	대역폭 20 ㎒, 중심주파수 5785 ㎒					대역폭 80 ㎒, 중심주파수 5775 ㎒				
	평균	손실율 (%)	최대	최소	표준 편차	평균	손실율 (%)	최대	최소	표준 편차
OFF	**172.6**	-	193	143	8.134	**593.0**	-	708	538	27.65
OFF	**166.3**	-	189	126	10.68	**614.4**	-	713	570	43.34
-19	**166.3**	1.9	214	143	9.579	-	-	-	-	-
-17	**167.3**	1.3	187	143	8.499	**604.4**	-0.1	708	414	72.23
-15	**164.0**	3.2	256	108	14.22	**572.5**	5.2	610	443	24.27
-13	**151.5**	10.6	188	103	17.1	**541.5**	10.3	717	92	81.69
-12	**136.3**	19.6	169	3.15	30.98	**off**	-			
-11	**123.9**	26.9	172	9.41	35.82	-	-	-	-	-
-10	**off**	-	-	-	-	-	-	-	-	-

표 27. DVW-642 (다보링크) 측정 결과

모델명(제조사) : DVW-642 (다보링크)										
출력 (dBm)	Throughput (Mbps)									
	대역폭 20 ㎒, 중심주파수 5785 ㎒					대역폭 80 ㎒, 중심주파수 5775 ㎒				
	평균	손실율 (%)	최대	최소	표준 편차	평균	손실율 (%)	최대	최소	표준 편차
OFF	**172.1**	-	136	60.1	14.64	**691.5**	-	839	366	66.80
OFF	**176.5**	-	200	110	12.90	**664.7**	-	776	316	65.92
-23	**-**	-	-	-	-	**692.7**	-2.2	834	440	81.67
-21	**-**	-	-	-	-	**631.1**	6.9	716	567	23.13
-19	**179.0**	-2.7	217	138	16.06	**626.5**	7.6	709	510	24.04
-17	**166.0**	4.8	203	109	24.31	**563.2**	16.9	668	393	54.98
-15	**112.7**	35.3	156	66.9	16.75	**542.5**	20.0	689	488	43.48
-13	**116.5**	33.2	174	69.3	18.85	**519.7**	23.4	639	466	36.41
-11	**112.9**	35.2	139	72.7	15.21	**515.4**	24.0	627	430	38.41
-9	**100.5**	42.3	144	72.0	14.98	**463.5**	31.7	637	299	38.33
-7	**96.6**	44.6	178	35.7	20.3	**442.5**	34.7	642	294	53.52
-5	**93.5**	46.3	136	58.0	17.44	**449.6**	33.7	584	385	27.24
-3	**90.8**	47.9	115	20.3	15.1	**406.4**	40.1	561	310	37.50
-1	**87.5**	49.8	162	55.7	14.64	**365.9**	64.0	573	284	51.65
1	**75.2**	56.8	146	28.3	18.21	**303.5**	55.2	571	111	64.58
3	**62.1**	*64.4*	160	10.4	19.18	**131.2**	80.7	732	0	129.30
5	**off**		-	-	-	**off**	-	-	-	-

표 28. MEX605 (netis) 측정 결과

모델명(제조사) : MEX605 (netis)										
출력 (dBm)	Throughput (Mbps)									
	대역폭 20 ㎒, 중심주파수 5785 ㎒					대역폭 80 ㎒, 중심주파수 5775 ㎒				
	평균	손실율 (%)	최대	최소	표준 편차	평균	손실율 (%)	최대	최소	표준 편차
OFF	**185.8**	-	221	77.9	20.8	**724.3**	-	858	207	84.22
OFF	**187.8**	-	275	86.1	22.96	**735.2**	-	854	612	37.17
-14	**-**	-	-	-	-	**724.2**	0.8	850	341	74.48
-12	**-**	-	-	-	-	**706.6**	3.2	775	579	41.43
-11	**185.0**	1.0	215	137	13.51	**-**	-	-	-	-
-10	**-**	-	-	-	-	**657.9**	9.9	777	253	93.88
-9	**177.7**	4.9	196	94.3	16.79	**-**	-	-	-	-
-8	**-**	-	-	-	-	**666.9**	8.6	840	515	58.62
-7	**173.2**	7.3	205	142	11.73	**-**	-	-	-	-
-6	**-**	-	-	-	-	**590.2**	19.1	701	491	58.28
-5	**159.3**	14.7	200	50.3	24.14	**-**	-	-	-	-
-4	**off**	-	-	-	-	**578.1**	20.8	686	53.6	81.18
-3	**-**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-
-2	**-**	-	-	-	-	**off**	-	-	-	-

표 29. A604SR (ipTIME) 측정 결과

모델명(제조사) : A604SR (ipTIME)										
출력 (dBm)	Throughput (Mbps)									
	대역폭 20 ㎒, 중심주파수 5785 ㎒					대역폭 80 ㎒, 중심주파수 5775 ㎒				
	평균	손실율 (%)	최대	최소	표준 편차	평균	손실율 (%)	최대	최소	표준 편차
OFF	**89.9**	-	95.3	32.5	7.772	-	-	-	-	-
OFF	**92.0**	-	142	83.5	5.455	-	-	-	-	-
-15	**90.8**	0.1	113	81.1	3.577	-	-	-	-	-
-13	**90.5**	0.4	110	80.2	3.329	-	-	-	-	-
-11	**87.3**	4.0	95.4	45.0	7.850	-	-	-	-	-
-9	**54.1**	40.5	108	8.3	23.14	-	-	-	-	-
-7	**42.5**	53.3	93.9	9.5	20.12	-	-	-	-	-
-5	**14.0**	84.6	53.8	0	10.64	-	-	-	-	-
-3	**off**	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4. 간섭영향 분석 결과

1차 실측은 공공 드론과 비면허기기 간 간섭 여부를 확인하기 위한 기초 검증을 목적에 두고 수행되었다. 실내 시험 환경에서 AP‐단말‐간섭원 간 다양한 조합을 구성하여 간섭신호 출력 변화에 따른 WLAN 성능을 측정한 결과, 간섭신호가 일정 수준을 초과하면 CSMA/CA 동작에 의해 연결이 해제되는 현상이 확인되었다. 이러한 1차 결과는 실제 공공 드론 운용환경에서 동일 대역 사용기기 간 간섭 가능성을 검증하는 기초자료로 활용되었으며, 후속 실험 설계 시 보완해야 할 사항도 함께 도출되었다.

이후 진행된 2차 실측에서는 1차 실험 결과와 회의 검토 의견을 반영하여 시험 범위를 확대하였다. 다양한 가격대와 제조사의 WLAN AP 총 4종을 대상에 포함하고, 대역폭(20/80 ㎒) 및 동작 채널(UNII-1~3 중 일부)을 고려한 조건에서 간섭 영향을 다각도로 측정하였다. 또한 간섭에 따른 성능 변화를 보다 명확하게 파악하기 위해 제조사 권고에 따른 5-스트림 기반 최대 처리속도 설정을 적용하였다. 거리 조건(AP‐단말‐간섭원 간 10 m)은 실사용 환경을 가정하여 동일하게 유지하였으며, 간섭신호 출력 증가에 따른 쓰루풋 감소 및 연결 해제 여부 및 손실율에 따른 수신출력세기를 집중적으로 확인하였다.

$$\text{수신출력세기(dBm)} = P_T + G_T + G_R + L_R - L_F$$

P_T : 간섭신호출력
G_T : 송신안테나이득
G_R : 수신안테나이득
L_R : 수신안테나 케이블손실
L_F : 자유공간경로 손실$(32.4 + 20\log(d(m)) + 20\log(f(MHz)))$

표 30. 측정 대상기기별 연결해제 시 간섭신호 출력

제품명 (제조사)	DVW-632 (다보링크)	DVW-642 (다보링크)	MEX605 (netis)	A604SR (ipTIME)
대역폭 [㎒]	20			
간섭신호출력 [dBm]	-10	5	-4	-3
대역폭 [㎒]	80			
간섭신호출력 [dBm]	-12	5	-2	-

표 31. DVW-632 손실율에 따른 수신출력세기

모델명(제조사) : DVW-632 (다보링크)						
출력 (dBm)	Throughput (Mbps)					
	대역폭 20 ㎒, 중심주파수 5785 ㎒			대역폭 80 ㎒, 중심주파수 5775 ㎒		
	평균	손실율 (%)	수신 출력세기 (dBm)	평균	손실율 (%)	수신 출력세기 (dBm)
OFF	**172.6**	-	-	**593.0**	-	-
OFF	**166.3**	-	-	**614.4**	-	-
-19	**166.3**	1.9	-56.60	-	-	
-17	**167.3**	1.3	-54.60	**604.4**	-0.1	-54.58
-15	**164.0**	3.2	-52.60	**572.5**	5.2	-52.58
-13	**151.5**	10.6	-50.60	**541.5**	10.3	-50.58
-12	**136.3**	19.6	-49.60	**off**	-	-49.58
-11	**123.9**	26.9	-48.60	-	-	-
-10	**off**	-	-47.60	-	-	-

표 32. DVW-642 손실율에 따른 수신출력세기

모델명(제조사) : DVW-642 (다보링크)						
출력 (dBm)	Throughput (Mbps)					
	대역폭 20 ㎒, 중심주파수 5785 ㎒			대역폭 80 ㎒, 중심주파수 5775 ㎒		
	평균	손실율 (%)	수신 출력세기 (dBm)	평균	손실율 (%)	수신 출력세기 (dBm)
OFF	**172.1**	-	-	**691.5**	-	-
OFF	**176.5**	-	-	**664.7**	-	-
-23	**-**	-	-	**692.7**	-2.2	-60.58
-21	**-**	-	-	**631.1**	6.9	-58.58
-19	**179.0**	-2.7	-56.60	**626.5**	7.6	-56.58
-17	**166.0**	4.8	-54.60	**563.2**	16.9	-54.58
-15	**112.7**	35.3	-52.60	**542.5**	20.0	-52.58
-13	**116.5**	33.2	-50.60	**519.7**	23.4	-50.58
-11	**112.9**	35.2	-48.60	**515.4**	24.0	-48.58
-9	**100.5**	42.3	-46.60	**463.5**	31.7	-46.58
-7	**96.6**	44.6	-44.60	**442.5**	34.7	-44.58
-5	**93.5**	46.3	-42.60	**449.6**	33.7	-42.58
-3	**90.8**	47.9	-40.60	**406.4**	40.1	-40.58
-1	**87.5**	49.8	-38.60	**365.9**	64.0	-38.58
1	**75.2**	56.8	-36.60	**303.5**	55.2	-36.58
3	**62.1**	*64.4*	-34.60	**131.2**	80.7	-34.58
5	**off**		-32.60	**off**	-	-32.58

표 33. MEX605 손실율에 따른 수신출력세기

모델명(제조사) : MEX605 (netis)						
출력 (dBm)	Throughput (Mbps)					
	대역폭 20 ㎒, 중심주파수 5785 ㎒			대역폭 80 ㎒, 중심주파수 5775 ㎒		
	평균	손실율 (%)	수신 출력세기 (dBm)	평균	손실율 (%)	수신 출력세기 (dBm)
OFF	**185.8**	-	-	**724.3**	-	-
OFF	**187.8**	-	-	**735.2**	-	-
-14	**-**	-	-	**724.2**	0.8	-51.58
-12	**-**	-	-	**706.6**	3.2	-49.58
-11	**185.0**	1.0	-48.60	**-**	-	-
-10	**-**	-	-	**657.9**	9.9	-47.58
-9	**177.7**	4.9	-46.60	**-**	-	-
-8	**-**	-	-	**666.9**	8.6	-45.58
-7	**173.2**	7.3	-44.60	**-**	-	-
-6	**-**	-	-	**590.2**	19.1	-43.58
-5	**159.3**	14.7	-42.60	**-**	-	-
-4	**off**	-	-41.60	**578.1**	20.8	-41.58
-3	**-**	-	-	**-**	-	-
-2	**-**	-	-	**off**	-	-39.58

표 34. A604SR 손실율에 따른 수신출력세기

모델명(제조사) : A604SR (ipTIME)						
출력 (dBm)	Throughput (Mbps)					
	대역폭 20 ㎒, 중심주파수 5785 ㎒			대역폭 80 ㎒, 중심주파수 5775 ㎒		
	평균	손실율 (%)	수신 출력세기 (dBm)	평균	손실율 (%)	수신 출력세기 (dBm)
OFF	**89.9**	-	-	-	-	-
OFF	**92.0**	-	-	-	-	-
-15	**90.8**	0.1	-52.60	-	-	-
-13	**90.5**	0.4	-50.60	-	-	-
-11	**87.3**	4.0	-48.60	-	-	-
-9	**54.1**	40.5	-46.60	-	-	-
-7	**42.5**	53.3	-44.60	-	-	-
-5	**14.0**	84.6	-42.60	-	-	-
-3	*** off**	-	-40.60	-	-	-

1. 결론

본 내용에서는 공공 드론과 비면허기기의 실환경 공동 주파수 사용을 위한 가이드라인에 활용할 수 있는 자료 제공을 위해, 드론 동향 조사를 실시하고 비면허기기의 외부 간섭신호에 따른 성능 검증을 위한 간섭실험을 진행하였다.

드론 동향 조사를 통해 드론은 임무·비행특성·형태 등 다양한 기준으로 분류되는 복합 시스템이며 기술 고도화와 활용 영역이 빠르게 확대되고 있으며, 아울러 글로벌 및 국내 드론 시장은 높은 성장세를 보이고 있으며 정부는 상용화·국산화·실증 중심의 정책을 적극 추진하고 있음을 파악할 수 있었다. 따라서 향후 공공 드론이 발전함에 따라 비면허 대역 활용 증가로 인한 주변 무선기기와의 전파간섭에 대한 분석이 필요할 것이다.

간섭실험의 경우 드론 동작 주파수 중 하나인 5.8 ㎓ 대역에 대한 출력에 따른 비면허기기 간섭영향을 검토하기 위해 진행하였다. 실험환경은 WLAN과 노트북(단말기)으로 특정 채널에서 무선 데이터 송수신을 할 수 있게 하였고, 신호발생기를 이용하여 동일 주파수 대역의 간섭신호를 WLAN에 인가해 주는 형태로 구성하였다.

WLAN 채널은 드론 동작 주파수가 5.8 ㎓을 고려하여 근접 채널인 157번 채널(5785 ㎒)을 선택하여 간섭신호가 없을 때의 데이터 전송속도를 측정하고, 해당 신호와 동일한 주파수와 대역폭을 갖는 간섭신호를 WLAN에 인가하여 데이터 전송 속도 저하율을 확인하였다.

또한 추가실험으로 DFS(Dynamic Frequency Selection) 기능 확인을 위해 U-NII 2 밴드 대역 채널에서도 WLAN을 동작시켜 상기와 동일한 시험을 진행하였다.

상기 실험을 통해 우리는 세 가지 사실을 확인할 수 있었는데, 첫 번째로 제품별로 간섭신호에 대한 민감도가 다르게 나타났으며, 일정 출력 이상의 간섭신호가 인가되는 경우 연결이 해제되는 것을 알 수 있었다.

두 번째로 DFS 동작 채널 대역인 U-NII 2 밴드 대역에서도 외부 간섭신호에 대해 타 대역과 동일하게 일정 출력 이상의 간섭신호에 대한 연결 해제 현상만 발생할 뿐, DFS 기능이 간섭신호로는 동작하지는 않음을 확인하였다.

또한 세 번째로 간섭신호가 있는 환경에서 AP 전원을 켰을 시, LBT(Listen Before Talk) 기능이 활용되어 간섭신호를 발생하고 있는 채널을 제외한 나머지 임의의 채널로 동작한다는 것을 알 수 있었다. 또한 임의의 채널을 선택하는 과정은 회사별로 다른 알고리즘을 사용하기 때문에 작동 방식의 규칙이 없음을 확인하였다.

이로써 본 내용에서는 공공 드론과 비면허기기가 동일한 주파수 대역에서 사용하기 위해 고려해야 할 점이 어떤 것인지 확인하였고, 상기의 결과를 통해 드론이 해당 주파수 대역을 사용하는 경우 출력에 대한 가이드라인 작성에 활용할 수 있을 것이다.

제5장 무선설비 적합성평가 시험방법 개선 결과

제1절 비면허 무선기기 시험방법 개선 연구

1. 개요

본 연구는 비면허 무선기기 신규 기술기준 마련을 위한 국제표준·해외 주요국(미국, 유럽 등)의 시험방법을 분석하고, 국내에 적용가능한 방안을 마련하는 것을 목표로 수행하였다. 특히 인공와우, 무선충전기, 지표투과 레이다(GPR) 등 기존 시험방법이 없거나 적용에 어려움이 있던 기기를 중심으로 제정안 초안을 작성하고 간소화 가능성과 실효성 있는 개선 방안을 마련하고자 하였다. 이를 위해 현행 규정과 실제 시험사례를 검토하고 국내 시험기관 의견을 수렴하여 개선 필요 항목을 도출하였다.

표 35. 비면허 무선기기 현황 및 인공와우 예시

비면허 무선기기 인증/등록 현황('23년)	인공와우 제품 및 수술 예시

2. 주요내용

연구반은 비면허 무선기기 시험방법의 실효성 제고와 시험 부담 완화를 목표로 주요 이슈별 해외 기준·국내 적용 현황을 검토하고, 간소화를 위해 시험방법 내 개정안 문구 검토가 필요한 항목을 중심으로 개정 방향을 정리하였다. 또한 무선충전기, 인체 밀착형 기기, 6㎓대 Wi-Fi, GPR 등 최근 기술변화를 반영한 새로운 시험 수요를 중심으로 적용 가능성 및 단계적 개정 전략을 마련하였다.

표 36. 비면허 무선기기 시험방법 개선 연구추진 경과

일자	추진내용
03-12	연구반 1차 회의 (무선충전기 시험방법 간소화 방안 검토)
06-11	연구반 2차 회의 (인체밀착기기 온도조건 및 GPR 시험방법 제정 검토)
08-25 ~ 08-27	국내외 GPR 시료 전파 측정 지원
09-15	연구반 3차 회의 (GPR 시험방법 초안 검토)
12-02	연구반 4차 회의 ('26년 수요조사 결과 공유)

상기의 연구를 위해 총 4회의 정식 연구반 회의를 개최하여 다양한 의견을 수렴하였으며, 각 회의의 주요 내용은 다음과 같다.

가. 제1차 연구반 회의

본 회의는 3월 12일 수행하였으며, 회의 개요 및 안건은 다음과 같다.

(개요)
- 무선충전기 시험방법 간소화 방안 검토 등을 위한 비면허 무선기기 시험방법 연구반 회의 개최

(안건)
- 무선충전기 시험 시 정격전압이 여러 가지일 경우 간소화 방안 검토
- 여러 전파형식을 사용하는 경우의 시험방법 적용 검토
- 인체에 밀착되어 사용되는 무선기기의 온도 시험방법 적용 검토

본 회의에서는 무선충전기 시험방법 간소화, 전파형식 적용, 인체 밀착형 기기의 온도 시험방법 등을 주요 안건으로 논의를 진행하였다. 우선, 무선충전기의 정격전압이 여러 개인 경우 시험 간소화를 위해 부속서 E에 추가한 문구의 적정성을 검토한 결과, 각 시험기관 의견을 취합하여 문구 정리하기로 하였다. 또한 KC 인증을 받은 스위칭 어댑터를 사용하여 무선충전기 시험을 실시하고 시험성적서에 어댑터 사진 및 제품사양을 명시하도록 결정한 사항에 대해 어댑터 사용이 시험결과에 미치는 영향을 검토한 결과, 인증을 받은 KC 무선충전기 시험성적서 분석을 통하여 사용전압에 따른 시험결과 값의 차이 분석 후 필요시 검증시험 실시 사용전압별 시험결과 비교·검증을 추진하기로 하였다.

(부속서 E) 정격전압이 여러가지인 경우 시험방법

기기를 동작시키는 정격전압이 여러가지인 경우 다음의 방법으로 시험한다.
a) 고주파부에 공급되는 전압이 동일한 정전압원 회로를 내장한 경우에는 하나의 정격전압으로 간주하며, 어느 하나의 정격전압으로 동작시켜 규정된 전원전압을 인가하여 시험을 실시한다. (다만, 무선전력전송(WPT) 기기의 경우에는 실제 사용전압으로 시험할 수 있다)
b) 위의 경우를 제외하면 각각의 정격전압으로 규정된 전원전압을 인가하여 시험을 실시한다.

또한 생활무선국용 무선설비의 기술기준이 간이무선국용 무선기기와 대동소이하므로 위의 시험방법을 동일하게 적용 가능 여부 검토하였으나, 기존 규정의 일관성과 품질관리 측면에서 신중한 접근이 필요하다는 의견이 제시되어 추후 검토하기로 결정하였다. 인공와우 등 인체 밀착형 무선기기의 온도 시험 조건 완화 여부에 대해서는 의료기기뿐 아니라 웨어러블기기 등을 포함하여 해외 사례 및 제품 설명서 조사를 통해 중장기적으로 검토하기로 결정하였다.

표 37. (부속서 A) 표 A.4 – 온도 시험 조건의 구분

구분기호	환경적 조건 및 적용 방법
ⓐ	−20 ℃와 +50 ℃의 온도에서 각각 1시간 이상 방치한 후 그 온도에서 규정된 전원 전압을 가하여 동작시켰을 때
ⓑ	−10 ℃와 +50 ℃의 온도에서 각각 1시간 방치한 후 그 온도에서 규정한 전원 전압을 가하여 동작시켰을 때
ⓒ	0 ℃와 +40 ℃ 온도에서 각각 1시간 이상 방치한 후 그 온도에서 규정된 전원 전압을 가하여 동작시켰을 때

나. 제2차 연구반 회의

본 회의는 6월 11일 수행하였으며, 개요 및 안건은 다음과 같다.

(개요)
- 무선충전기 시험방법 간소화 방안 검토 및 GPR 시험방법 마련 등을 위한 비면허 무선기기 시험방법 연구반 회의 개최

(안건)
- 무선충전기 시험방법 간소화 검토
- 인체에 밀착되어 사용되는 무선기기의 온도 시험방법 적용 검토
- 지표투과레이더(GPR) 시험방법 마련 검토

이번 회의에서는 1차 회의에서 도출된 검토사항을 기반으로 무선충전기, 인체 밀착형 기기에 대한 구체적인 간소화 방향을 논의하였고, 추가로 GPR 시험방법 마련을 위해 해외 시험방법을 검토하였다. 무선충전기와 관련하여 해외 시험 조

건과 최근 시험성적서를 분석한 결과를 바탕으로, 정격전압이 여러 개인 경우 상용전원 기반의 출력·불요발사 측정 방식으로 간소화하는 원칙을 설정하고 부속서 E 문구의 경우 차기 회의 전까지 의견을 수렴하기로 하였다.

표 38. 무선충전기 성적서 분석자료

No.	용도	성적서 발행일자	전파형식	시험 전원 (+10%)	부하	주파수 (㎑)	전계강도 측정값 (기준값: 500㎶/m)
1	무선 충전기	2025. 2. 24.	A1D	DC 13.2 V	**핸드폰 15 W**	**110.49**	**31.66**
					이어폰 5 W	110.42	46
					워치	329	3.04
2	Power Bank	2025. 1. 22.	A1D	DC 7.7 V (내장배터리)	5 W	128	70.8
					7.5 W	**128**	**121.6**
					15 W	360	13.2
				DC 9 V (USB-C)	5 W	128	70.8
					7.5 W	**128**	**85.1**
					15 W	360	15.1
				DC 5 V (USB-C)	5 W	128	101.2
					7.5 W	**128**	**124.5**
					15 W	360	16
3	무선 충전기	2023. 1. 10.	A1D	DC 5.5 V	핸드폰 충전	117	67.84
				DC 9.9 V		113	64.79
				DC 5.5 V	이어폰 충전	112	62.02
				DC 9.9 V		116	66.45
				DC 5.5 V	워치 충전	331	47.64
				DC 9.9 V		331	47.64
4	무선 충전기	2024. 9. 10.	A1D	DC 3.85 V	5 W	144.5	17.16
					7.5 W	128.4	10.6
					10 W	**161.8**	**32.62**
					15 W	130.2	15.49
5	무선 충전기	2024. 11. 25.	A1D	DC 15.4 V	5 W	127.9	14.32
					7.5 W	127.9	15.43
					10 W	360.1	15.05

No.	용도	성적서 발행일자	전파형식	시험 전원 (+10%)	부하	주파수 (㎑)	전계강도 측정값 (기준값: 500㎶/m)
					15 W	360.6	12.81
6	무선 충전기	2025. 1. 7.	A1D	DC 14.85 V	5 W	127.7	108.39
					7.5 W	127.8	98.74
					10 W	127.7	143.22
					15 W	127.8	115.21
7	무선 충전기			DC 5.5 V	7.5 W	121.22	89.85
				DC 9.9 V	**15 W**	**121.47**	**158.31**

인체 밀착형 기기의 온도 시험은 무선이어폰, 링, VR기기 등 범위를 확대하여 사용자 설명서 기반의 온도 정보 수집이 필요하다는 데 의견이 모아졌으며, 자료 확보 후 단계적 완화 방안을 검토하기로 하였다. 또한 GPR 시험방법(부록 참고)은 해외 기준 분석과 시험환경 구축 결과를 검토한 후, '25년 기술기준 개정을 목표로 EUT 확보 후 검증시험을 추진하기로 결정하였다.

표 39. 인체에 밀착되어 사용되는 무선기기의 작동 및 보관 온도

구분	제품사진 (제품군)	제품명 (제조사)	온도	비고
국내	(워치)	SM-L310 (삼성)	작동온도: 0℃ ~ 35℃ 보관온도: -20℃ ~ 50℃ ※ ECG, 혈압측정:12~40	
국외	(워치)	A2997 (애플)	작동온도: 0℃ ~ 35℃ 보관온도: -20℃ ~ 45℃	
국외	(인공와우 음성처리기)	Naída™ CI M90 (어드벤스드 바이오닉스)	작동온도: 0℃ ~ 45℃ 보관온도: -20℃ ~ 55℃	

국외	 (인공와우 음성처리기)	Me152x (메델)	작동온도: 0℃ ~ 50℃ 보관온도: -20℃ ~ 60℃	
국외	 (보청기)	Moxi V-R (유니트론)	작동온도: 5℃ ~ 40℃ 보관온도: -20℃ ~ 60℃	
국외	 (보청기)	Audéo™ I-R (포낙)	작동온도: 5℃ ~ 40℃ 보관온도: -20℃ ~ 60℃	

※ 인공와우 및 보청기는 국내 개발이 활발하지 않아서 사례 조사에서 제외

다. 제3차 연구반 회의

본 회의는 9월 15일 수행하였으며, 개요 및 안건은 다음과 같다.

(개요)

- 무선충전기 시험방법 간소화 및 지표투과레이더(GPR) 시험방법 마련 검토 등을 위한 비면허 무선기기 시험방법 연구반 회의 개최

(안건)

- 무선충전기 시험방법 간소화 검토
- 6㎓대 Wi-Fi 무선기기 시험방법 적용 검토
- 지표투과레이더(GPR) 시험방법 마련 검토

이번 회의에서는 기존 논의를 토대로 문구 정비 및 초안 검토를 진행하며 실질적인 개선안을 도출하였다. 먼저 무선충전기의 시험방법은 정격전압별 시험 원칙과 무선전력전송(WPT) 기기 조건을 명확히 반영한 개정 문구를 부속서 L에 마련하고, 기본파와 불요발사 측정 기준도 정비하였다.

(부속서 L) 전계강도 및 자계강도 무선기기 시험방법 개정안

① L.1 일반사항

b) 정격전압은 이 표준의 부속서 E(전파법 시행령 제25조제4호에 따른 무선설비의 정격전압 적용)를 따른다. **다만, 무선전력전송(WPT) 기기는 정격전압을 모두 지원하는 적합성평가를 받은 전원공급기(아답터)로 동작시켜 시험을 실시 할 수 있으며, 축전지나 충전지를 사용할 경우 추가로 시험을 실시한다.**

② L.2.3(피시험기기의 조건)

b) 시험주파수

— 무선기기의 사용주파수대역폭에 따라 시험주파수를 다음과 같이 적용하고, 단일주파수는 해당주파수에서 시험한다.

사용주파수대역폭	시험주파수
1 MHz이하	사용대역에서 기본파의 전계강도 또는 자계강도가 최대인 주파수(채널) 1개 선택
1 MHz초과 10 MHz이하	사용대역의 처음과 마지막 주파수(채널) 2개 선택
10 MHz초과	사용대역의 처음, 중간, 마지막 주파수(채널) 3개 선택

— **다만, 무선전력전송(WPT) 기기의 기본파는 정격출력(예: 5W, 7.5W, 10W, 15W 등)별로 각각 측정하고, 불요발사는 기본파의 전계강도가 최대인 정격출력에서 측정한다.**

6㎓대 Wi-Fi 시험은 비면허 기술기준 내 제7조 ⑤ 무선랜을 포함한 무선접속시스템용(WAS) 특정소출력무선기기의 기술기준 개정에 따른 시험항목 축소에 따라 검토를 진행하였다. 개정안 '나'목의 주파수 대역을 2개로 나누었을 때 각각의 대역을 모두 시험해야 하기에 시험량과 비용이 증가하는 문제가 있어, 이에 대한 시험기관 의견을 서면으로 수렴하기로 하였다. 또한 '마'목의 주석에 관해 6425~6445㎒ 대역의 기준값 적용 방식에 관한 표현 개선 필요성이 제기되어, 식·그림 적용 등 구체적 명시 방안을 논의하였다. 추가로 지난 회의를 바탕으로 작성한 GPR 시험방법 초안에 대해 검토하였고, 유럽 기준과의 정합성을 높이기 위해 무반사실 용어 및 식 표현을 정비하는 등 초안 수정을 진행하였으며, 추가 의견은 서면으로 보완하기로 하였다.

비면허 기술기준내 제7조 ⑤항 6GHz WiFi 기술기준 개정(안)

나. 건물 내에서만 사용하는 무선기기의 주파수 대역, 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도 등

주파수대역(㎒)	점유 주파수 대역폭	안테나 절대이득을 포함한 전력밀도	비고
5925~6425㎒	320㎒ 이하	5dBm/㎒ 이하	※ 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도는 평균치일 것 ※ 건물 내 전원에 연결 되어 설치 운용되는 기기 또는 이 기기와 통신하는 기기에 한함 ※ 자동차, 항공기, 철도(지하철 제외), 선박, 드론 등 이동체 에서 사용은 금지할 것
6425~7125㎒		2dBm/㎒ 이하	

마. 불요발사는 다음의 주파수 대역에서 안테나 절대이득을 포함한 평균전력밀도가 기준값 이하일 것

구분	주파수대역	기준값
가목의 경우	5925㎒ 미만, 6445㎒ 초과	- 34 dBm/㎒주)
나목의 경우	5925㎒ 미만, 7125㎒ 초과	- 27 dBm/㎒
다목의 경우	5925㎒ 미만, 6445㎒ 초과	- 27 dBm/㎒주)
주) 6425~6445㎒ 대역에서는 주파수의 증가에 따라 선형적으로 감소할 것		

라. 제4차 연구반 회의

본 회의는 12월 2일 수행하였으며, 개요 및 안건은 다음과 같다.

(개요)

- `26년도 시험방법 개정 수요조사 내용 검토 및 무선설비 적합성평가 시험방법 개선 검토 결과 공유 등을 위한 연구반 회의 개최

(안건)

- 2026년도 시험방법 개정 수요조사 내용 검토
- 무선설비 적합성평가 시험방법(KS X 3123) 개선 검토 결과 공유

본 회의는 '26년도 시험방법 개정 수요조사 내용과 KS X 3123 개선 논의 현황을 검토하며 차년도 작업 방향을 구체화하였다. 하기 표와 같이 Wi-Fi 전송속도 확인시험 간소화, 전압변동 시험 축소, RFID 시험의 첨두치 측정 인정 등 다수의 간소화 요청이 제기되었으나, 해외 사례 및 근거자료에 대한 추가 검토가 필요하다는 데 의견이 모아졌다. 특히 전압변동 시험의 경우 전체 제품 시장의 품질 편차와 시험 신뢰성 저하될 수 있다는 우려가 제기되었다. 이 중 근거자료를 빠르게 확보할 수 있는 Wi-Fi 전송속도 시험 간소화를 우선 검토 대상으로 선정하고, 시험데이터 확보를 위해 시험기관에 자료 요청을 진행하기로 하였다.

1. **Wi-Fi 전송속도 확인시험 간소화: KS X 3123 부속서 G.2 개정**
- G.2 ⓓ항목 Wi-Fi 전송속도 확인시험 시, 안테나 단자가 SISO와 MIMO로 모두 동작할 경우 둘 중 하나의 조건에서 측정

2. **Wi-Fi 전압변동 시험 간소화: KS X 3123 부속서 G.1 개정**
- G.1 b) 항목 정격전압에 대해 3.1.2 규정된 전원 전압에서 시험하는 것을 정격전압에서만 시험하도록 간소화

3. **전계강도 시험 간소화: KS X 3123 부속서 L 개정**
가) 첨두치 측정결과가 허용 기준을 만족하면 준첨두치 측정을 생략할 수 있다.
⇒ 규정보다 Worst 한 조건으로 시험 시 적합하면 적합으로 판단. 시험시간은 단축됨
나) (13.56MHz RFID 시험 간소화) 허용된 분해대역폭보다 높은 설정값으로 측정할 수 있으며, 허용 기준을 만족하는 경우 허용된 분해대역폭에서의 측정은 생략할 수 있다.
⇒ 규정보다 Worst 한 조건으로 시험 시 적합하면 적합으로 판단. 시험시간은 단축됨

시험방법 개선 연구반의 논의 결과를 바탕으로 본 연구반에서는 차년도부터 기자재 그룹핑 → 부속서 개정 사항 검토 → 통합되지 않은 기자재 대상 신규 제정 여부 검토 → 우선순위 선정 후 세부 계획 수립 등 단계적인 제정 로드맵을 작성하여 공유하기로 하였다. 또한 향후 작업반 운영 시 시험기관의 역할 분담과 의견 반영이 필수적이라는 점을 확인하였다.

3. 결과

본 연구에서는 비면허 무선기기 시험방법의 간소화 요구와 기술변화에 따라 개선이 필요한 항목들을 체계적으로 정리하고 무선충전기, 인체 밀착형기기, 6㎓대 Wi-Fi, GPR 등 주요 이슈별 적용 원칙과 시험방법 개정 방향을 도출하였다. 특히 개정안 작성, 사용전압 기반 시험 적용, 신규 시험방법 초안 마련 등 즉시 검토 가능한 과제와 중장기 검토가 필요한 과제를 구분하여 향후 개정의 기초 자료를 마련한 점에 의의가 있다.

차년도에는 금년도 연구 결과를 토대로 기자재 그룹핑, 부속서별 개정 필요 항목 확정, 통합되지 않은 기자재군의 신규 제정 여부 검토 등을 단계적으로 추진할 예정이며, 시험데이터 확보와 시험기관 의견 반영을 통한 실증 기반의 기술기준 개정 작업이 본격적으로 수행될 것으로 예상된다.

제2절 무선설비 시험방법(KS X 3123) 개선 연구

1. 개요

현행 KS X 3123 무선설비 시험방법은 다양한 기술기준(해상, 항공, 비면허, 간이무선국 등, 이동통신)을 단일 문서로 통합하여 운영하고 있어, 기술기준별 특성을 반영하기 어렵고 기술기준 제·개정 시 혼선이 발생하는 문제가 지속적으로 제기되어 왔다. 또한 하나의 통합 시험방법을 여러 부서에서 병행 관리함에 따라 기술기준 이력과 문서관리의 비효율이 누적되고, 신기술 등장 시 시험방법의 유연한 반영이 어려운 상황이다.

구분	AS-IS	TO-BE
형 식	무선설비 통합 시험방법	기술기준별 시험방법 기자재별 시험방법
관리성	시험방법 관리 복잡	시험방법 관리 간편
적용성	복잡하고 이해하기 어려움, 신기술 대응 어려움	직관적으로 이해하기 쉬움, 신기술 대응 쉬움

그림 33. KS X 3123 개선 방안

이에 따라 통합된 KS X 3123을 기술기준 분야별·기자재 특성 기반 시험방법 체계로 분리하고, 공통 시험항목은 최소화하여 운영하는 개선 방향을 검토하였다. 본 연구에서는 시험기관 설문조사, 연구반 회의, 분야별 현황 조사 등을 통해 시험방법 개정의 필요성과 개선 전략을 분석하고, 분야별 시험방법 표준화를 위한 기초자료를 마련하였다.

2. 주요내용

연구반은 KS X 3123의 문제점 분석, 기술기준별 조항 구성 및 시험항목 현황 조사, 수요자 설문조사, 공통 형식 초안 준비, 국제표준(3GPP/ETSI) 구조 비교 등 기초 작업을 체계적으로 수행하였다. 그 결과, 기존의 통합 시험방법 체계에서 벗어나 기술기준별 시험방법과 기자재별 특성을 반영한 세분화 시험표준으로 체계를 전환해야 한다는 데 공감대가 형성되었다. 또한 시험방법 적용의 일관성을 확보하기 위해 공통 시험항목을 KS X 3123에 최소 구성으로 유지하고, 나머지는 분야별 시험방법으로 분리하는 체계가 최적안으로 도출되었다.

표 40. 무선설비 시험방법 개선 연구추진 경과

일자	추진내용
04-15	무선설비 시험방법 개선 연구반 1차 회의
05-12	자문회의 (시험방법 개선 필요성에 대한 설문조사 추진 논의)
05-19	1차 설문조사 진행 (5일간)
05-28	2차 설문조사 진행 (5일간)
~	설문조사 결과 분석 보고서 작성
07-16	연구반 2차 회의 (설문조사 결과 공유)
~	기술기준 별 시험방법 현황 1차 조사
09-15	소규모 회의 (기술기준 별 시험방법 현황 조사)
~	기술기준 별 시험방법 현황 2차 조사
11-20	연구반 3차 회의 (시험방안 개선 방안 논의)

상기의 무선설비 시험방법 개선 방안 연구를 위해 정식 연구반 회의와 부속 논의를 포함하여 총 다섯 차례의 회의를 개최하여 다양한 의견을 수렴하였으며, 회의 내용은 다음과 같다.

가. 제1차 연구반 회의

본 회의는 4월 15일 수행하였으며, 회의 개요 및 안건은 다음과 같다.

(개요)
- 현 통합된 시험방법을 업무(해상, 항공, 비면허, 간이무선국 등, 이동통신) 분야별 시험방법 등으로 구분하고, 기자재별 시험방법 마련 검토를 위한 연구반 1차 회의 개최

(안건)
- 연구반 운영 및 구성 논의
- 시험방법 개선 추진 시 나타날 수 있는 문제점 논의
- 무선설비 적합성평가 시험방법 개선 방향 검토 및 토의

본 회의에서는 연구반 운영 목적 및 체계에 대해 논의하고 신규 연구반장을 선출했다. 이어서 KS X 3123 시험방법 개선 추진 시 기존 수요자(시험기관, 업체 등)의 혼란 발생 가능성, 개별 시험방법으로 개정 시 공통 요구사항 분리 방안 등 나타날 수 있는 문제점에 대해 논의하였다. 이에 따라 기존 수요자 의견 수렴 및 개정 필요성 근거 확보를 위해 설문조사를 실시하고, KS X 3123은 공통의 시험방법으로 개정 및 유지하는 것으로 결정하였다.

아울러 기술기준별 시험방법의 통일성을 확보하기 위한 공통 형식 마련 필요성도 논의되었다. 기자재별 시험방법은 기자재의 양이 많아 현실적으로 어려우

나 기술기준별 시험방법 제정은 가능하다는 의견이 제시되었고, 해상·항공 분야는 시험 건수가 적어 시험방법 제정에 어려움이 클 것으로 예상되어 별도 대책 검토가 필요하다는 점이 지적되었다.

본 회의를 통해 KS X 3123 시험방법 개선 과정에서 예상되는 주요 쟁점을 검토하고, 향후 연구반 운영 방향과 시험방법 개정의 기본 추진방향을 설정하였다.

나. 연구반 자문 회의

본 회의는 5월 12일 수행하였으며, 개요 및 안건은 다음과 같다.

(안건) - 무선설비 시험방법 개선 연구반 2차 회의 개최 전 수행 업무 논의 - 시험방법 개선 필요성에 대한 설문조사 추진 관련 논의

본 회의는 설문조사 추진계획을 수립하고 2차 연구반 회의 준비 방향을 구체화하기 위해 진행하였다. 1차 회의에서 결정된 바와 같이 KS X 3123 시험방법 개선 필요성에 대한 객관적 근거를 확보하기 위해 수요자 대상 설문조사를 실시하기로 하고, 설문 문항 구성, 조사 기간, 분석 방법 등에 대해 세부 검토하였다. 조사 결과는 차기 연구반 회의에서 연구반원에게 공유하고, 개선 필요성 및 추진 우선순위를 도출하는 근거자료로 활용하기로 하였다.

또한 기술기준별 시험방법 마련을 위한 공통 형식 초안의 작성 방향을 검토하였으며, 워킹그룹을 구성하여 초안 마련을 병행하는 방안도 논의하였다. 아울러 해외 시험방법 개정 체계와 연계된 기술표준(3GPP 등)의 구조를 검토하고, 이를 제2차 연구반 회의 안건으로 포함하여 논의의 기반을 마련하기로 하였다.

다. 설문조사 실시

본 설문조사는 KS X 3123 무선설비 시험방법의 개선 필요성을 파악하기 위해 두 차례에 걸쳐 시행되었으며, 개요는 다음과 같다.

(목적)
- 무선설비 적합성평가 시험방법(KS X 3123) 개선을 위해 현재 시험방법의 문제점과 기술 기준별·기자재별 시험방법 제정 시 예상되는 이슈 파악

(대상)
- 무선설비 적합성평가 시험기관의 시험원

(기간)
- 1차: `25. 5. 19.(월) ~ 5. 23.(금) [5일간]
- 2차: `25. 5. 28.(수) ~ 6. 5.(목) [5일간]

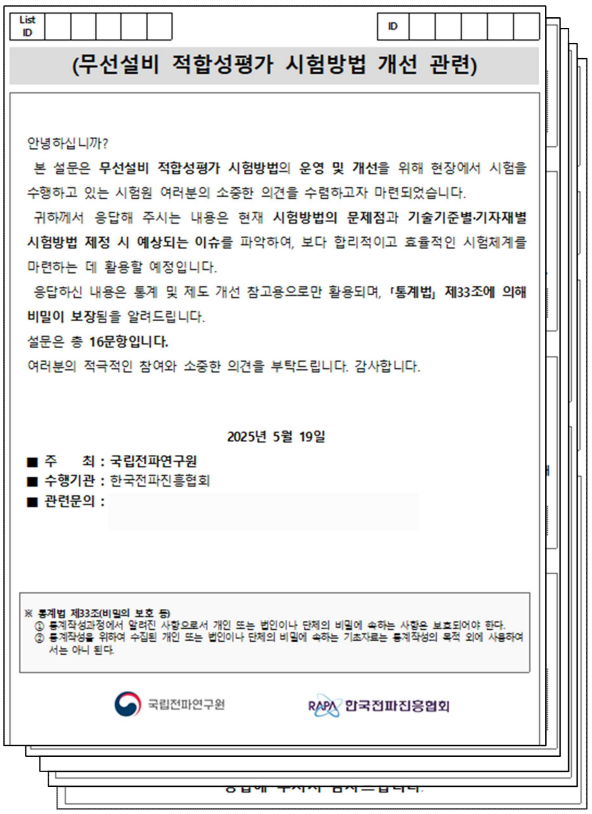
(응답자)
- 총 20개 사, 32인 (1차 15개 사, 26인 / 2차 5개 사, 6인)

(방법)
- 온라인 설문 (객관식 13문항, 주관식 2문항, 일부 객관식 하위 주관식 포함)

설문 결과를 종합적으로 분석한 결과, 우선 응답자들은 현행 KS X 3123이 기술 발전을 반영하고 일정 수준의 정확성을 갖추고 있다는 점에는 대체로 동의하였으나, 시험방법의 해석 차이로 인한 기관 간 적용 불일치 문제를 지적하며 시험방법의 구체화와 적용 범위 명확화의 필요성을 제기하였다. 또한 복잡하거나 중복되는 절차가 실무 부담을 가중시키고 있다는 의견이 다수였으며, 특히 전압 조건 반복 시험과 동일 성격의 시험항목 간 중복 수행 등에 대한 개선 요구가 확인되었다.

아울러 일부 기자재의 경우 적용가능한 기술기준이 명확하지 않아 동일 제품군 내에서도 시험항목 적용이 달라지는 사례가 발생하고 있다는 점이 지적되었으며, 이를 해소하기 위해 기자재 특성 기반의 세분화된 기준 정비 필요성이 제기되었다. 국제표준과의 정합성 확보에 대해서는 응답자의 공감대가 컸으며, 향후 개정 시 해외 규격과의 비교·분석을 통한 정합성 확보가 필요하다는 의견이 도출되었다.

한편 시험방법 개정 과정에서 충분한 유예기간 제공, 시험원 대상 교육 및 가이드라인 구축에 대한 요구도 높게 나타났으며, 기관 간 정보전달 체계가 일관적이지 않다는 지적도 제기되었다. 이에 따라 통합 자료 제공체계 마련과 사례 중심의 실무 가이드 제공 등 정보 접근성 강화를 위한 보완 필요성이 확인되었다.



List ID | ID

(무선설비 적합성평가 시험방법 개선 관련)

안녕하십니까?

본 설문은 **무선설비 적합성평가 시험방법**의 **운영 및 개선**을 위해 현장에서 시험을 수행하고 있는 시험원 여러분의 소중한 의견을 수렴하고자 마련되었습니다.

귀하께서 응답해 주시는 내용은 현재 **시험방법의 문제점**과 **기술기준별·기자재별 시험방법 제정 시 예상되는 이슈**를 파악하여, 보다 합리적이고 효율적인 시험체계를 마련하는 데 활용할 예정입니다.

응답하신 내용은 통계 및 제도 개선 참고용으로만 활용되며, **「통계법」 제33조에 의해 비밀이 보장됨**을 알려드립니다.

설문은 총 **16문항입니다.**

여러분의 적극적인 참여와 소중한 의견을 부탁드립니다. 감사합니다.

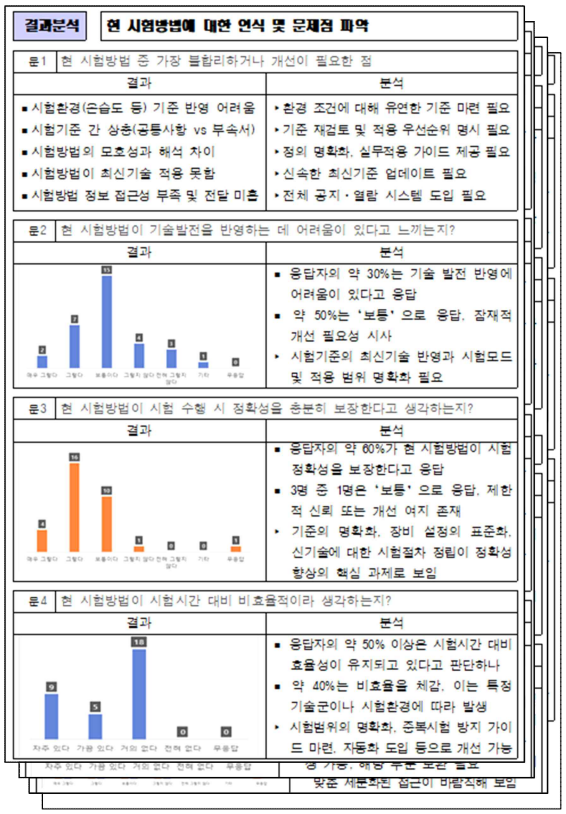
2025년 5월 19일

■ 주 최 : 국립전파연구원
■ 수행기관 : 한국전파진흥협회
■ 관련문의 :

※ 통계법 제33조(비밀의 보호 등)
① 통계작성과정에서 알려진 사항으로서 개인 또는 법인이나 단체의 비밀에 속하는 사항은 보호되어야 한다.
② 통계작성을 위하여 수집된 개인 또는 법인이나 단체의 비밀에 속하는 기초자료는 통계작성의 목적 외에 사용하여서는 아니 된다.

국립전파연구원 RAPA 한국전파진흥협회

<설문조사지>



결과분석 | 현 시험방법에 대한 인식 및 문제점 파악

문1 현 시험방법 중 가장 불합리하거나 개선이 필요한 점

결과	분석
▪ 시험환경(온습도 등) 기준 반영 어려움 ▪ 시험기준 간 상충(공통사항 vs 부속서) ▪ 시험방법의 모호성과 해석 차이 ▪ 시험방법이 최신기술 적용 못함 ▪ 시험방법 정보 접근성 부족 및 전달 미흡	▸ 환경 조건에 대해 유연한 기준 마련 필요 ▸ 기준 재검토 및 적용 우선순위 명시 필요 ▸ 정의 명확화, 실무적용 가이드 제공 필요 ▸ 신속한 최신기준 업데이트 필요 ▸ 전체 공지·열람 시스템 도입 필요

문2 현 시험방법이 기술발전을 반영하는 데 어려움이 있다고 느끼는지?

결과	분석
2 / 7 / 13 / 4 / 1 / 1 / 0	▪ 응답자의 약 30%는 기술 발전 반영에 어려움이 있다고 응답 ▪ 약 50%는 '보통'으로 응답, 잠재적 개선 필요성 시사 ▸ 시험기준의 최신기술 반영과 시험모드 및 적용 범위 명확화 필요

문3 현 시험방법이 시험 수행 시 정확성을 충분히 보장한다고 생각하는지?

결과	분석
4 / 16 / 10 / 1 / 0 / 0 / 1	▪ 응답자의 약 60%가 현 시험방법이 시험 정확성을 보장한다고 응답 ▪ 3명 중 1명은 '보통'으로 응답, 제한적 신뢰 또는 개선 여지 존재 ▸ 기준의 명확화, 장비 설정의 표준화, 신기술에 대한 시험절차 정립이 정확성 향상의 핵심 과제로 보임

문4 현 시험방법이 시험시간 대비 비효율적이라 생각하는지?

결과	분석
0 / 5 / 16 / 0 / 0	▪ 응답자의 약 50% 이상은 시험시간 대비 효율성이 유지되고 있다고 판단하나 ▪ 약 40%는 비효율을 체감, 이는 특정 기술군이나 시험환경에 따라 발생 ▸ 시험범위의 명확화, 중복시험 방지 가이드 마련, 자동화 도입 등으로 개선 가능

<결과 분석 보고서>

본 설문조사를 통해 현행 시험방법의 주요 문제점과 개정 시 고려해야 할 핵심 요구사항을 도출하여 향후 시험방법 개정 작업의 기초자료를 확보하였다. 세부적인 설문 결과와 설문조사지는 부록으로 작성하였다.

라. 제2차 연구반 회의

본 회의는 7월 16일 수행하였으며, 개요 및 안건은 다음과 같다.

(개요)

- 무선설비 적합성평가 시험방법 개선 관련 설문조사 결과 공유 및 시험방법 개선 방안 검토를 위한 연구반 2차 회의 개최

(안건)

- 무선설비 시험방법 개선 관련 설문조사 내용 검토 및 결과 공유
- 시험방법 공통형식 초안작성 관련 워킹그룹 운영 검토
- 시험방법 개정방안 관련 3GPP 표준체계 발표
- 전문연구반 전체 세미나 발표 내용 논의

본 회의에서는 설문조사 결과를 기반으로 현행 무선설비 시험방법의 개선 방향을 구체화하고, 시험방법 표준의 공통 구조 마련과 해외 표준체계 정합성 확보 방안을 논의하였다.

우선 시험기관 시험원의 의견을 반영한 설문조사 분석 결과를 공유하고, 환경조건·전압가변시험와 같이 일부 시험조건의 간소화 필요성, 부속서 - 공통기준 간 우선순위 설정, 시험자 해석 일관성 확보를 위한 기술협의·운영체계 마련 등이 제안되었으며, 이를 토대로 설문 결과 보고서를 수정 후 공람하고 시험기관에 향후 계획을 안내하기로 하였다.

이어 시험방법 공통형식 초안 작성을 위한 워킹그룹 운영방안이 논의되었으며, 시험방법 표준의 공통 목차를 우선 제정하여 연구반 전체에 배포하고, 각 분야별로 분산된 문서(기술검토서) 체계를 정비하는 방향에 공감대가 형성되었다. 특히 이동통신 분야의 기존 시험방법 정비 사례를 참고해 표준화된 구조를 마련하는 데 연구반이 협력하기로 하였다.

또한 시험방법 개정 시 국제정합성을 강화하기 위해 3GPP 표준체계 및 ETSI 문서 구조를 비교·검토하였으며, 국내 시험체계를 3GPP/GCF 인증 흐름과 연계해 재인증 부담을 줄이고 시험 일관성을 확보해야 한다는 의견이 제기되었다. ETSI 문서 참조 시에는 개별 항목뿐 아니라 전체 문서 간 연관성을 함께 고려해야 한다는 점도 강조되었다.

마지막으로 전문연구반 전체 세미나 발표 주제를 공유하며, 설문조사 분석 내용과 시험방법 개선 추진 방향을 중심으로 각 연구반 간 협력과 정보 공유 체계를 강화하기로 하였다.

마. 연구반 소회의

본 회의는 9월 15일 수행하였으며, 개요 및 안건은 다음과 같다.

(개요) - 시험방법 공통형식 초안작성을 위해 기술기준별 시험방법 현황 조사 결과 공유 및 차기 연구반 회의 안건 논의를 위한 연구반 소회의 개최 **(안건)** - 무선설비 시험방법(KS X 3123) 각 분야의 조항별 조사작업 결과 검토 및 논의 - 무선설비 시험방법 개선 연구반 3차 회의 안건 논의

본 회의에서는 비변허, 해상, 항공, 이동통신, 간이무선국 등, 위성 분야 대상 시험방법 현황(기술기준, RRA 가이던스, 지정시험기관 시험종목 등) 조사 결과를 검토하였다. 해상·항공 분야는 시험 수요가 거의 없고 기술기준에 운항·장비 성능 확인 조항이 포함되어 있어, 시험방법 정비에 추가 검토가 필요하다고 논의 되었다. 또한 이동통신과 위성 분야는 기존 연구반 활동을 통해 개정이 진행 중이며, 비면허 분야는 구조가 단순해 표준의 분리·신규 제정이 상대적으로 용

이하여 우선 정비 대상으로 검토하기로 하였다.

또한 각 분야 고시에서 실제 활용되지 않는 항목의 삭제 필요성, 무선 탐지(간이무선국) 등 수요가 낮은 항목의 존치 여부를 함께 논의하였다. 특히 동일한 기기에서 분야별 시험방법이 달라지는 문제(예: 무전기의 비면허/간이무선국 사례)를 방지하기 위해 분야 간 정합성을 확보해야 한다는 점이 강조되었다. 한편 KS X 3123 기본틀은 공통사항 중심으로 유지하여 향후 신규 기술 또는 예측이 어려운 기기가 등장하더라도 적용 가능하도록 하는 방향도 검토하였다.

조사 결과에 기반하여 신규 양식에 맞춘 추가 항목 정리와 기자재별 시험항목 조사 작업을 진행하기로 하였으며, 3차 회의에서 다룰 주요 검토사항과 추가 조사 방향을 정비함으로써 시험방법 공통체계 마련을 위한 사전 준비를 완료하였다.

바. 제3차 연구반 회의

본 회의는 11월 20일 수행하였으며, 개요 및 안건은 다음과 같다.

(개요) - 기술기준별 시험방법 현황 조사 결과 공유 및 향후 시험방법 개선 방향 논의를 위한 연구반 3차 회의 개최 **(안건)** - 기술기준 분야별 시험방법 구성 현황 조사 결과 공유 - 향후 시험방법 개선 방향 및 연구반 운영 계획 논의

본 회의를 통해 각 분야 조사 결과를 기반으로 한 시험방법 분리·개정 추진 방향을 정립하고, 공통 시험항목 및 표준형식 마련과 차년도 연구반 운영 계획 등 향후 추진체계를 구체화하였다. 먼저 해상, 항공, 이동통신, 비면허, 위성, 간이무선국 등 각 기술기준 분야를 대상으로 수행한 시험방법 구성 현황 조사를 바탕으로 기술기준 조항, RRA 시험가이던스, 지정시험기관 시험종목, KS X 3123 환경조건 등 세부 요소별 현황을 검토하였다.

이어 향후 시험방법 개선 방향에 대해, KS X 3123은 최소한의 공통 시험항목만 남기는 형태로 개정 및 유지하고, 기술기준 분야별 개별 시험방법 표준을 별도 문서로 분리해 제정하는 추진 방향에 의견이 모였다. 공통 시험항목은 무선설비규칙에서 필수로 요구되는 핵심 항목을 중심으로 선정하며, 공통 표준형식과 시험항목의 초안은 연구반에서 마련하고 분야별 세부 시험표준은 각 기술기준별 연구반이 작성하는 구조로 추진하기로 하였다. 또한 조사 결과를 기반으로 기자재 그룹핑, 표준 제정 수량 및 연차별 계획, 우선순위 등을 포함한 세부 로

드맵 수립이 필요하다는 점이 강조되었으며, 특히 현행 시험종목의 세분화 과다 문제를 해소하기 위해 유사 기자재 간 시험방법 통합 방안도 함께 검토하기로 하였다.

아울러 기존 이동통신 연구반의 개정 사례를 참조해 차년도에는 비면허 분야 시험방법을 우선 분리하는 방안이 제시되었으며, 해상·항공 분야는 기술기준 전면 개정이 병행 논의 중인 점을 감안해 현 단계에서는 시험방법 분리가 어렵다는 의견이 제시되었다. 이외에도 기술검토서 문서번호 체계 개편, 시험기준 간 용어 불일치 개선을 위한 별도 연구반 구성 필요성, 공통 시험방법과 개별 시험표준 간 상호 참조 구조 정리 등 향후 개선 요소에 대한 의견이 논의되었다.

3. 결과

올해는 무선설비 시험방법 개선을 위해 KS X 3123 문제점 분석, 시험기관 설문조사, 기술기준별·분야별 시험항목 조사, 공통 시험방법 체계 준비, 국제표준 구조 검토, 시험방법 개정 방향 정립 등 기초 분석과 구조 설계 업무를 중점적으로 수행하였다. 이를 통해 통합 시험방법의 한계를 명확히 확인하고, 향후 기술기준별 시험방법 분리 및 공통형식 마련을 위한 실질적 기반을 구축하였다.

이에 따라 연구반에서는 KS X 3123을 최소 공통시험항목 중심으로 개정하고, 기술기준 분야별로 개별 시험방법 표준을 마련하는 방향을 정립하였다. 차년도에는 본 연구반에서 공통 시험항목 및 표준형식 초안을 우선 확정하고, 각 기술기준 연구반은 이를 기반으로 기자재 그룹핑, 분야별 시험방법 초안 작성, 표준 제정 로드맵 수립을 추진할 예정이다. 또한 이동통신 연구반의 사례를 참고해 비면허 분야를 우선 분리하고, 분야 간 용어·구조 정합성 확보 체계도 병행 구축하기로 하였다. 전체 시험방법 분리·제정은 약 3년에 걸쳐 단계적으로 추진될 것으로 예상된다.

제3절 AI 기반 기술기준 효율화 연구

1. 개요

본 연구에서는 기술기준 및 시험방법 업무 전반에 AI 기반 분석·지원 체계를 도입하기 위한 기반을 마련하고자, 기존 기술기준 제·개정 및 간섭분석 프로세스를 정밀 분석하여 AI 적용이 가능한 영역을 도출하였다. 이를 위해 기술기준 실무담당자와 산·학·연 AI 전문가로 연구반을 구성하고, 반복적·정형적 작업의 자동화, 국제표준 비교·검토의 효율화, 개정 이력 관리 기능 고도화 등 실질적인 업무 혁신을 목표로 연구 활동을 추진하였다.

2. 주요내용

연구반 회의에서는 기존 기술기준 업무 프로세스 분석과 AI 적용 가능성 검토를 중심으로 논의를 진행하였다. 또한 세미나 개최를 통해 기술기준 업무에 활용 가능한 AI 기반 분석기술과 전파·레이다 관련 최신 연구동향을 파악하였다.

가. 연구반 회의

본 회의는 8월 29일 수행하였으며, 개요 및 안건은 다음과 같다.

(개요) - 기술기준 업무에 최적화된 AI 적용 방안을 도출하고, 이를 실질적으로 적용할 수 있는 업무 체계 마련을 위한 연구반 운영 **(안건)** - 연구반 운영 및 연구 추진방향 공유 - 업무 흐름, 투입자원, 문제점, 개선 필요 분야 등 기존 기술기준 업무 프로세스 분석 및 AI 적용 가능성 검토

본 회의에서는 연구반 운영 방향과 추진방식을 공유하고, 기술기준 제·개정 업무의 주요 문제점을 체계적으로 검토하였다. 특히 담당자 변경 시 기술기준 개정 사유와 검토 이력이 충분히 관리되지 않아 업무 연속성이 저하되고, 국제표준 부합화 과정에서 방대한 문서 비교·분석에 많은 인력과 시간이 소요되는 문제가 주요 이슈로 제기되었다. 이를 해결하기 위한 방안으로 반복적 검토 업무에 대한 AI 적용, 국제표준 문서 자동 분석 기능, 기술기준 개정 필요성 자동 탐지 등 실무 적용 방안이 논의되었다.

이어서 AI 기반 업무 자동화 기능을 구체적으로 발굴하기 위해 기술기준·시험방법 자료 분석, 개정 이력 DB화, 시험 데이터 기반 기준값 검토 등 세부 적용 분야를 정리하였다. 또한 글로벌 기술동향, 국제기구 표준문서, 논문 등을 AI 모

델로 분석하는 기능과 기술기준 초안 작성 보조 기능의 필요성이 제시되었으며, 프로토타입 모델 개발과 테스트 시스템 구현을 위한 단계별 추진 전략도 함께 검토되었다. 회의에서는 EMChat 등 기존 시스템과의 연동, 자동화된 회의록 요약 및 개정안 초안 작성 지원 기능 도입 가능성도 논의되어 향후 추진 방향에 반영할 계획이다.

나. 세미나 개최

1) AI기반의 전자기스펙트럼(EMS) 예측기술 세미나

본 세미나는 4월 14일 수행하였으며, 개요 및 강의 내용은 다음과 같다.

(개요)
- 기술기준 업무 수행에 활용가능한 AI기반 전자기스펙트럼(EMS) 예측기술 습득을 위한 전문가 세미나 개최

(안건)
- AI의 기본 개념 및 응용 분야
- AI를 활용한 데이터 분석 및 처리
- AI기술 활용 방안
- AI기술의 발전 방향

본 세미나는 AI가 전자기스펙트럼 분석 및 예측 업무에 적용될 수 있는 가능성을 파악하기 위해 개최되었으며, AI 기본 개념부터 데이터 처리·분석, EMS 예측기술 응용 사례까지 폭넓게 다루었다. 강의에서는 기술기준 업무에서 발생하는 대량의 전파환경 데이터를 AI로 처리하는 방안과, 예측 모델 기반의 업무 자동화 가능성이 제시되었다. 이를 통해 기술기준 담당자가 AI 기반 분석기법을 이해하고, 실무 적용성을 검토할 수 있는 기초 역량을 강화하는 계기가 마련되었다.

2) AI를 활용한 전파 전파 예측기술 세미나

본 세미나는 7월 8일 수행하였으며, 개요 및 강의 내용은 다음과 같다.

(개요)
- 기술기준 업무 수행에 이용할 수 있는 AI를 활용한 전파 전파 예측기술 습득을 위한 전문가 세미나 개최

(안건)
- 전파 전파 개념 및 기존 주요모델
- 전파 전파 예측을 위한 기계학습 모델
- 전파 전파 예측을 위한 심층학습 모델 및 발전 방향

두 번째 세미나에서는 전파 전파 모델링과 기계학습·심층학습 기반 예측기술이 중점적으로 다루어졌다. 특히 기존 전파모델의 한계를 보완하고 실제 환경에

서의 오차율을 낮추기 위한 딥러닝 기반 접근법이 소개되었으며, 기술기준 제·개정 과정에서 요구되는 전파환경 분석을 AI가 지원할 수 있는 구체적 가능성이 제시되었다. 참가자들은 AI 기반 예측모델이 빈도별 전파특성, 경로손실, 전계강도 평가 등에 활용될 수 있음을 확인하고 향후 시험방법 개정 검토에 연계할 필요성을 논의하였다.

3) 은닉 전자기기 탐지 레이다 세미나

본 세미나는 11월 17일 수행하였으며, 개요 및 강의내용은 다음과 같다.

(개요) - 레이다 무선설비 기술기준 연구반 관련, 은닉 전자기기 탐지를 위한 풀 디지털 위상배열 하모닉 레이다 세미나 개최 **(안건)** - Harmonic 레이다 기반 은닉 전자기기 탐지 기술 개요 - 풀 디지털 위상배열(PDMA) 구조 및 신호처리 기술 - 시스템 구현 사례 및 탐지 성능 평가

세 번째 세미나는 레이다 기술기준 연구반과 연계하여, 은닉 전자기기 탐지를 위한 하모닉 기반 레이다 기술 및 풀 디지털 위상배열(PDMA) 구조를 다루었다. 강의에서는 레이다 신호처리 기술, 시스템 구현 사례, 탐지 성능 평가 등이 전문적으로 소개되었으며, 차세대 레이다 기술의 분석 및 규제 검토 시 AI 기반 신호 분석 기술의 활용 가능성도 제시되었다. 이를 통해 레이다 분야 기술기준 개정 검토에 필요한 기술 이해도를 높이고, 향후 AI 적용 범위를 확장하는 데 기초 정보를 확보하였다.

3. 결과

연구반 회의 및 세미나를 통해 기술기준 제·개정 업무의 구조적 문제점과 AI 적용 가능 영역을 명확히 정리할 수 있었으며, 반복적 문서 분석·비교, 개정 이력 관리, 시험 데이터 기반 기준 검토 등 다수의 업무 단계에서 AI가 실질적 효율화를 제공할 수 있음을 확인하였다. 특히 국제표준과 국내표준의 자동 비교·검증, 개정 후보군 탐지, 회의록 및 초안 자동 생성 기능은 기술기준 업무의 생산성을 크게 높일 수 있는 핵심 기능으로 도출되었다.

세미나를 통해 확보한 AI 기반 EMS 분석기술, 전파 전파 예측 모델, 레이다 신호처리 및 탐지기술 관련 지식은 연구반 논의의 기술적 기반을 강화하고, 향후 데이터 수집·모델 개발·시스템 구현 과정에서 활용 가능한 실무적 인사이트를 제공하였다. 또한 연구반과 AI 전문가 간 협업 기반을 마련함으로써, 기술기준·시험방법 업무에 AI를 단계적으로 적용하기 위한 중장기 로드맵 수립의 기초

가 확립되었다.

향후에는 EMChat 등 기존 시스템과의 연동성 검토, 개정 이력 관리 체계 구축, 국제표준 분석 자동화 기능 구현 등을 중심으로 후속 연구를 추진할 예정이며, 연말까지 기술기준·시험방법 제·개정 프로세스 전반의 효율화 방안을 확정할 계획이다.

제6장 주파수 혼간섭 측정분석 전문지원 체계 운영 결과

제1절 해경청 SSPA 레이다 간섭 분석 연구

1. 연구 배경

본 연구는 해양경찰청의 신규 도입된 SSPA 방식의 레이다 운용 과정에서 혼·간섭으로 인한 오동작이 발생하는 현상을 측정하고 분석하였다. 장해현상은 특히 서해안 인근에서 출·입항 등 연안 항해 중 주변 상선, 해군 함정 및 관공선 등의 레이다 신호에 의해 레이다 전시 화면에 간섭이 나타나는 사례가 보고되면서, 레이다 운용의 안정성 확보를 위한 혼간섭 원인분석이 필요해졌다.

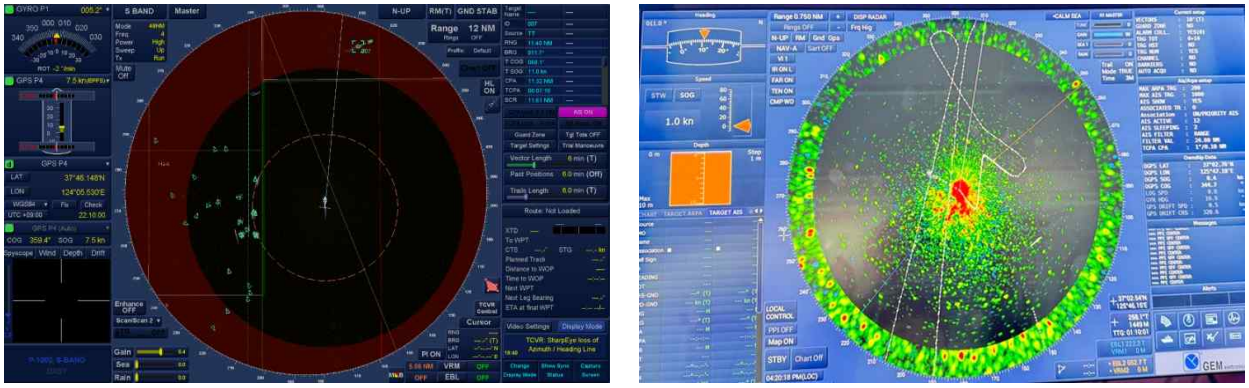


그림 34. SSPA 레이가 운용 중 관측된 장애현상 (출처: 해양경찰청)

2. 시나리오

혼간섭 원인 규명을 위해 SSPA 레이다 현장 조사 시나리오를 마련하고, 회의 및 서면 검토를 통해 측정 전까지 보완하였다.

가. 선박용 레이다(SSPA) 현장조사 시나리오

레이다 사양 확인, 탐지성능 평가 등을 포함한 현장조사 시나리오를 마련하였다.

□ 개요
- ㅇ 전파 간섭에 의한 레이다 장애 현상을 분석하기 위해 현장조사 실시
- ㅇ 해경청 선박용 SSPA 방식 레이다의 현장조사를 위한 시나리오

□ 목적
- ㅇ **1차 현장조사** : 선박용 SSPA 방식 레이다 사양 검증, 정상상태 탐지성능 평가
  - SSPA 방식 레이다의 운용채널 수, 주파수대역폭, 출력 등 검증
  - 최대탐지거리, 거리해상도 등 평가 → 탐지성능의 레퍼런스
- ㅇ **2차 현장조사** : OTA 방식으로 간섭신호 인가하여 장애현상 분석 및 간섭저감 기능·성능 평가
  - **전파 장애 상황을 통제 가능할 시에 현장조사 결과가 유의미**

시나리오는 1차와 2차 단계로 구분하여 구성되었다. 1차 단계에서는 레이다의 운용채널, 주파수 대역폭, 출력 등 기본 운용 특성을 OTA(Over-the-Air)방식 또는 Conduction 기반으로 확인하는 절차를 포함하였다. 이어서 2차 단계에서는 OTA 방식에 기반한 혼간섭 분석을 수행하도록 설계하였다. 이러한 단계별 구성은 실제 운용 환경에서 발생할 수 있는 간섭 요인을 체계적으로 검증하기 위한 목적을 갖는다. 작성된 시나리오는 이후 관계기관과의 시나리오 검토 회의를 통해 상세 절차와 적용 가능성을 중심으로 논의되었다.

나. 시나리오 검토 회의

본 회의는 7월 25일 수행하였으며, 회의 개요 및 안건은 다음과 같다.

(개요)
- 旣 운영 중인 레이다의 혼간섭 측정을 위해 측정 시나리오 검토, 시험 일정 논의 등 관계자 회의 추진

(안건)
- 측정 시나리오 자료 검토 및 논의
- 측정 일정 및 장소 협의

본 회의에서는 작성된 시나리오가 실제 측정 환경에서 수행 가능한지 여부를 중심으로 검토하였다. 회의 과정에서 제품별 지원 여건을 확인하고, Conduction 방식과 OTA 방식 중 어떤 방식을 적용할지에 대한 논의가 이루어졌다. 특히 제조사별 중심주파수와 대역폭 정보를 사전에 확보해야 한다는 필요성이 강조되었다.

현장조사 계획

구분		측정 방식	목적	현장조사 자료
1차 현장조사	1-1	Conduction(우선) 혹은 OTA	레이다 사양 검증	운용채널 수, 주파수대역폭, 출력 등
	1-2	OTA 방식	정상상태 탐지성능 평가	최대탐지거리, 거리해상도 등
2차 현장조사	2	OTA 방식	장애현상 분석	간섭저감 기능·성능

또한 측정 장소와 일정 조정 결과, 1-1차 Conduction 측정을 우선 추진하되 테스트 포트 제공이 어려운 경우 OTA 방식으로 전환하기로 결정하였다. 측정의 정확성을 확보하기 위해, 측정 일정 전까지 각 제품의 중심주파수 및 대역폭 자료를 확보하고 서면 검토를 완료한 뒤 현장 측정을 진행하였다.

3. 측정 결과

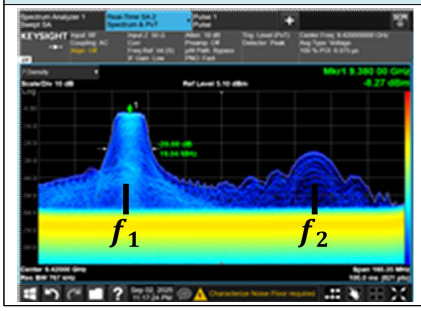
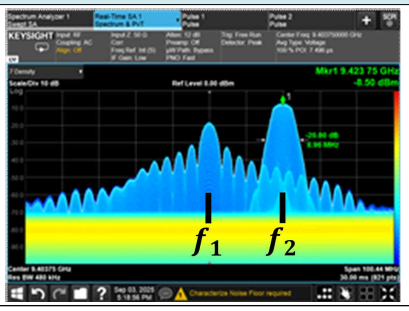
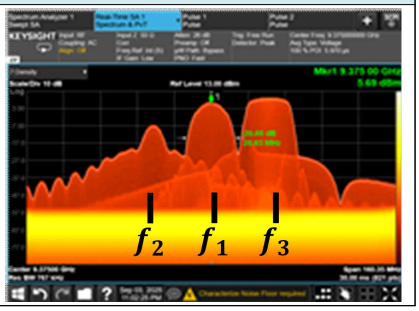
가. 해경청 선박용 SSPA 방식 레이다의 혼간섭 측정 실시

측정은 3일간 실시하였으며, 개요는 다음과 같다.

(목적) 전파 간섭에 의한 레이다 장애 현상을 분석하기 위한 레이다의 혼간섭 측정 실시 - SSPA 방식 레이다의 운용채널 수, 주파수대역폭, 출력 등 검증
(일자) `25. 9. 3.(수) ~ 9. 5.(금), 2박 3일
(장소) 해경부산정비창(HENSOLDT), 신아종합(FRUNO). 베가통신(GEM)

측정 주요 결과로, 3개 제조사 레이다 모두 한 개의 송신 채널에서 2개 이상의 지정주파수에서 펄스를 발사하는 것을 확인하였다.

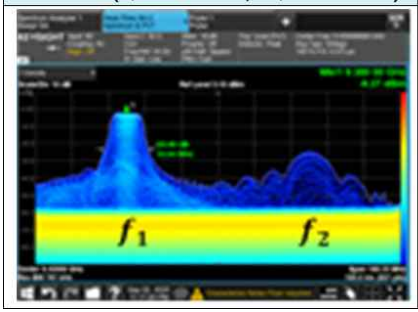
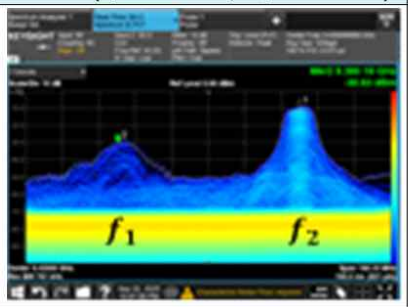
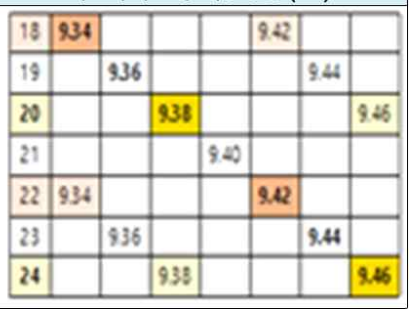
표 41. 3社 송신 신호 측정 파형

HENSOLDT社	FRUNO社	GEM社
		

HENSOLDT社의 경우 채널 쌍(CH20 - 24, CH18 - 22 등)에서 펄스 신호의 주파수 2개가 주/·부의 차이가 있을 뿐 동일한 주파수를 사용하는것을 확인하였다. GEM社의 모델은 탐지거리별로 송신모드가 구분되며 송신모드에 따라 사용주파수 및 펄스신호가 상이하며, 채널 내 주파수 이격거리가 25 ㎒임을 확인하였고, FURUNO社 모델은중심주파수가 다른 제조사 레이다와 상이하여, 채널 간 주파수 이격 거리가 100 ㎒로 No.1, 2 레이다간 상호간섭이 없었다.

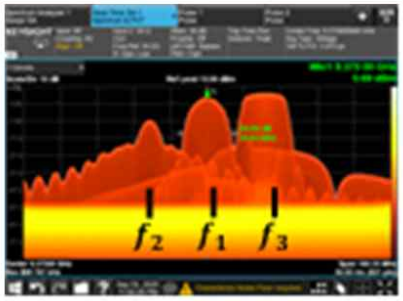
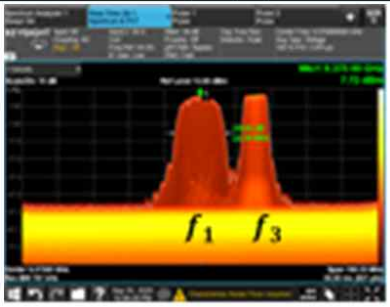
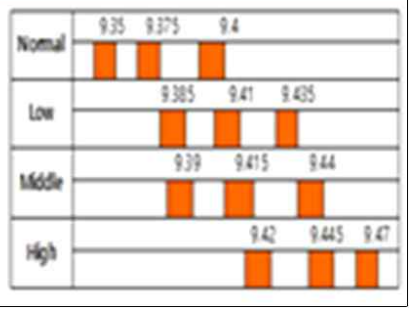
표 42. 3社 주요 측정 결과

< HENSOLDT>

CH20 (주-9.38 GHz, 부-9.46 GHz)	CH24 (주-9.46 GHz, 부-9.38 GHz)	주파수배치현황(GHz)
		

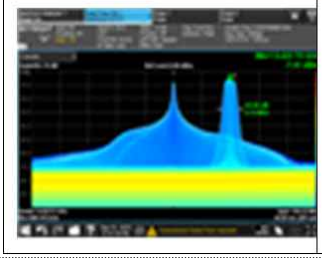
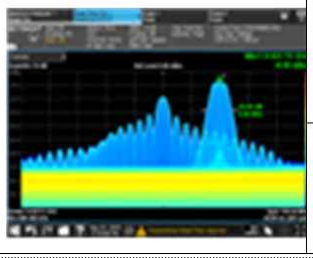
(주) 지정 주파수: Long/Medium/Short pulse 신호 순차 발사
(부) 지정주파수 + **80 MHz** 또는 지정주파수 – **80 MHz** : Short pulse 발사

< GEM >

CH: Normal, 거리: 3NM	CH: Normal, 거리: 48NM	주파수배치현황(GHz)
		

(3NM) Short: 지정주파수 – **25 MHz** / Medium: 지정주파수 / Long: 지정주파수 + **25 MHz**
(48NM) Medium: 지정주파수 / Long: 지정주파수 + **25 MHz**

<FURUNO>

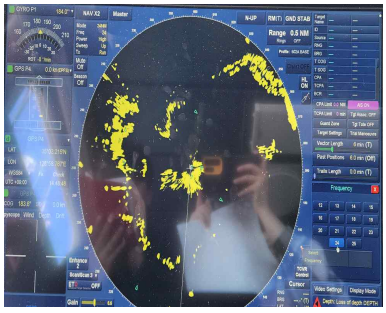
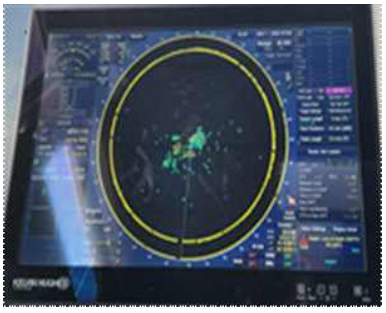
CH1, 3NM	CH1, 24NM	채널	주파수 배치 현황
		**CH1**	- P0N: 9403.75 MHz (Short) - Q0N: 9423.75 MHz ±5 MHz (Medium)
		CH2	- P0N: 9413.75 MHz (Short) - Q0N: 9433.75 MHz ±5 MHz (Medium)

※ 해경청 선박용 SSPA 레이다의 제조사별 점유 현황은 약 GEM社 70%, HENSOLDT社 25%, FRUNO社 5% 임 (SSPA레이다는 전체 선박용 레이다의 약 50%)

해경청의 경우 함정 규모에 따라[6] SSPA 레이다를 1대 이상 설치하며, 측정한 502함의 경우 동일한 주파수 대역의 레이다 2대 운용 중이다. 동일 함정 내 2대 레이다를 주파수가 겹치는 채널로 설정할 경우 전파 간섭현상이 실제로 발생함을 확인하였다.

6) 1000톤 이상 함정: X-band 레이다 1대, S-band 레이다 1대 설치
1000톤 미만 300톤 이상 함정: X-band 레이다 2대 설치
300톤 미만 함정: X-band 레이다 1대 설치

< HENSOLDT社 간섭현상 확인 >

전파간섭 無	전파간섭 발생	
No.2 레이다 **단독** 운용	No.1 레이다(CH24), No.2 레이다(CH20) **동시** 운용	
		

※ 2대 레이다를 **각각 20번, 24번 채널로 설정하여 동작 시 간섭현상 발생**하고, 채널 변경 시 간섭현상이 해소되는 것을 확인함

현장에서 측정 결과를 바탕으로 해경청의 현 운용 상황은 레이다 주파수 채널 설정 기준 부재로 인해 함정 내 레이다 간의 전파간섭(내부간섭) 가능성이 높으며, 외부 전파간섭 요인보다 우선적으로 조치할 필요가 있다고 논의 되었다. 따라서 해경청 내부적으로 제조사별 간섭 최소화를 위한 레이다 채널 설정 가이드를 마련하고, 일정기간(2~3주) 실운영을 통해 혼간섭 현상 관측 데이터를 수집하기로 하였다. 데이터 수집 후 회의를 통해 추가(2차) 측정 및 결과에 대해 논의했다. 3개 제조사별 측정한 세부 결과는 다음과 같다.

1) 세부 결과1 - HENSOLT社 (MK-11)

HENSOLT社의 경우 측정 일정 내 함정에 미설치된 제품 수급이 불가능하여 OTA 방식으로 측정을 진행하였다. 측정용 안테나는 레이다 안테나를 바라보고 일직선상에 오도록 위치하였고, 거리는 약 7.7m(수평거리: 7.56m, 높이: 1.53m)로 측정하였다.

그림 35. HENSOLT社 OTA 측정 현장(502함)

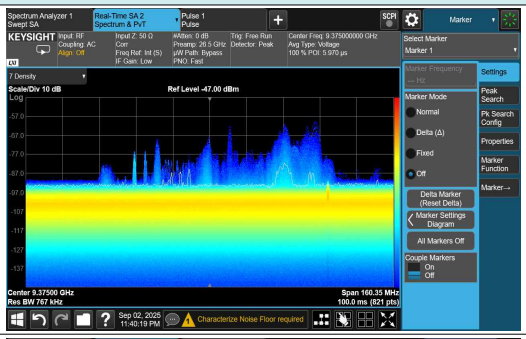
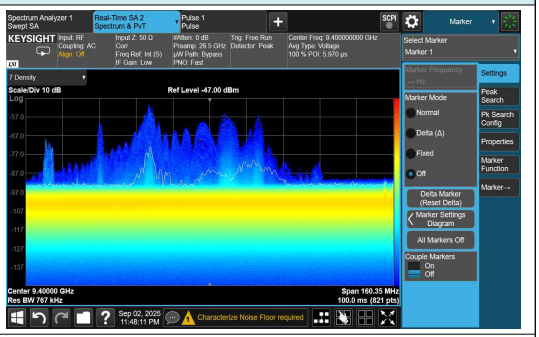
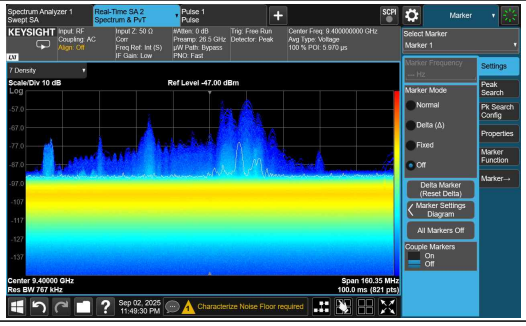
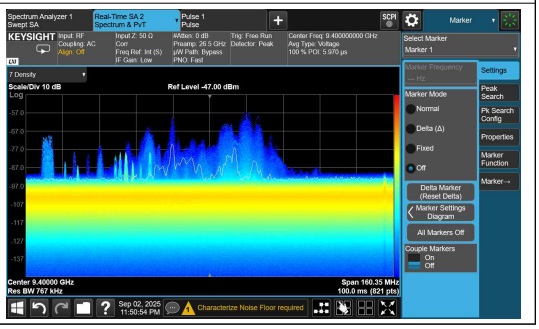
해경청의 운용 현황에 따르면 MK-11의 경우 운용가능한 주파수 채널은 12번에서 25번까지 있으며, 주로 운용하는 채널은 20번에서 25번이다. 해당 채널 사용 중 간섭현상이 발생하면 채널 회피를 위해 19번 이하 채널로 변경 후, 간섭현상이 사라지면 다시 20번에서 25번 채널 중 하나로 재설정하여 사용한다. 출력 파워는 High(300W)와 Low(45W 미만)로 설정할 수 있으며, 일반적으로 High로만 운용하고, Low의 경우 거의 사용하지 않는다.

표 43. HENSOLT社 레이다 규격

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th colspan="6">규격</th></tr>
<tr><td colspan="2">업마스트/다운마스트</td><td colspan="6">업마스트</td></tr>
<tr><td colspan="2">출력[W]</td><td colspan="6">300</td></tr>
<tr><td colspan="2">안테나[ft]</td><td colspan="6">8</td></tr>
<tr><td colspan="2">주파수 대역 (GHz)</td><td colspan="6">9.32 ~ 9.5
* 국내 전파법 안에서 사용 가능한 주파수 채널</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="8">주파수
변경 선택
(GHz)</td><td>CH</td><td>Center</td><td>+/- 10MHz</td><td>CH</td><td>Center</td><td>+/- 10MHz</td></tr>
<tr><td>12</td><td>9.22</td><td>9.21 to 9.23</td><td>19</td><td>9.36</td><td>9.35 to 9.37</td></tr>
<tr><td>13</td><td>9.24</td><td>9.23 to 9.25</td><td>20</td><td>9.38</td><td>9.37 to 9.39</td></tr>
<tr><td>14</td><td>9.26</td><td>9.25 to 9.27</td><td>21</td><td>9.40</td><td>9.39 to 9.41</td></tr>
<tr><td>15</td><td>9.28</td><td>9.27 to 9.29</td><td>22</td><td>9.42</td><td>9.41 to 9.43</td></tr>
<tr><td>16</td><td>9.30</td><td>9.29 to 9.31</td><td>23</td><td>9.44</td><td>9.43 to 9.45</td></tr>
<tr><td>17</td><td>9.32</td><td>9.31 to 9.33</td><td>24</td><td>9.46</td><td>9.45 to 9.47</td></tr>
<tr><td>18</td><td>9.34</td><td>9.33 to 9.35</td><td>25</td><td>9.48</td><td>9.47 to 9.49</td></tr>
<tr><td colspan="2">점유 주파수 대역폭[MHz]</td><td colspan="6">19</td></tr>
<tr><td rowspan="3">주파수별
송신신호</td><td>Short</td><td colspan="6">100ns</td></tr>
<tr><td>Medium</td><td colspan="6">8us</td></tr>
<tr><td>Long</td><td colspan="6">40us</td></tr>
</table>

본 측정에 앞서 시험 장소의 전파환경 측정을 위해 레이다 2대 모두 운용을 정지한 상태에서 사전측정을 진행하였다. 90도 간격으로 측정용 안테나를 회전시켜 주변의 전파환경을 측정하였고, 파형 캡처 결과와 같이 낮은 신호세기의 간섭신호가 관측되었다.

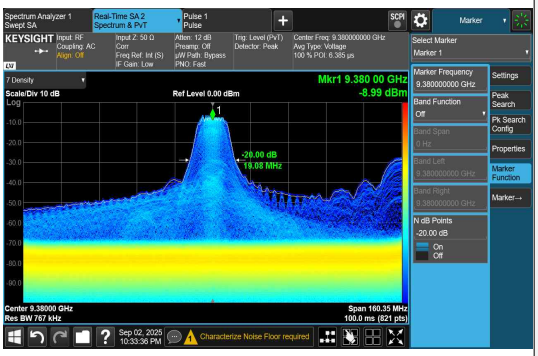
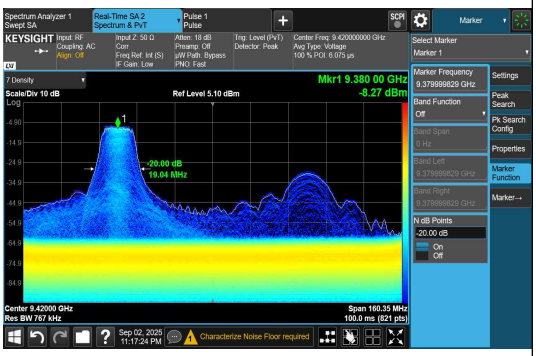
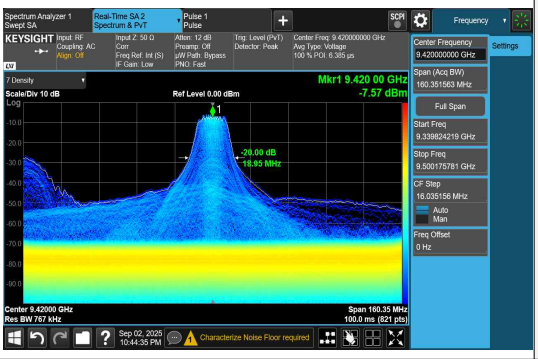
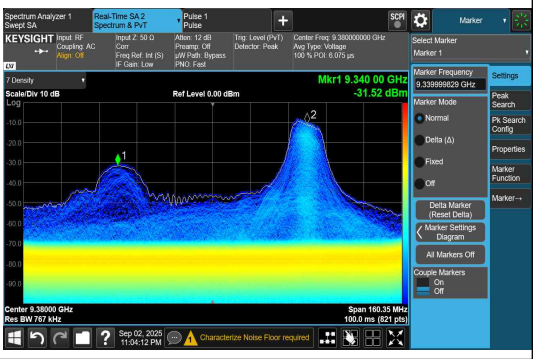
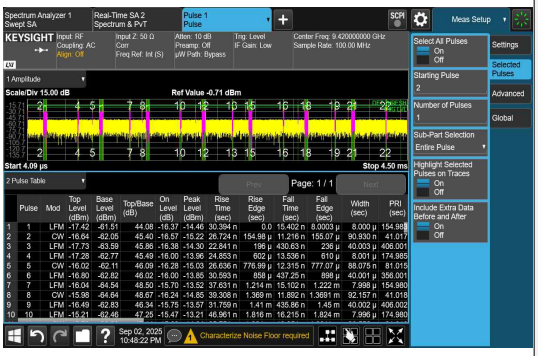
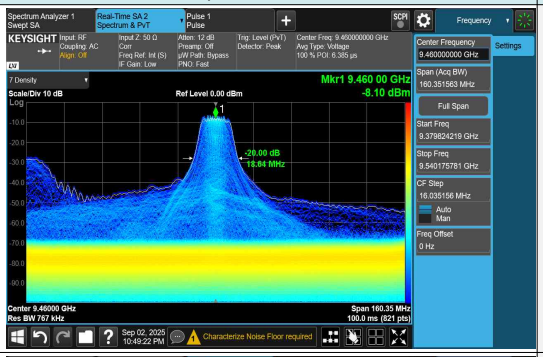
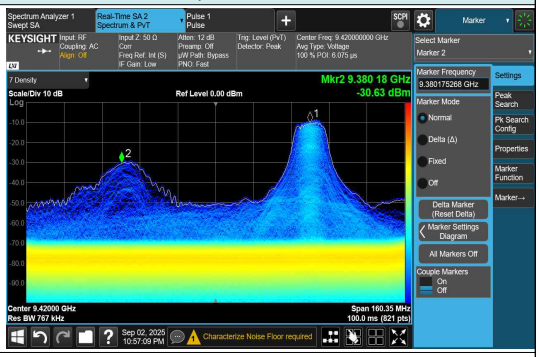
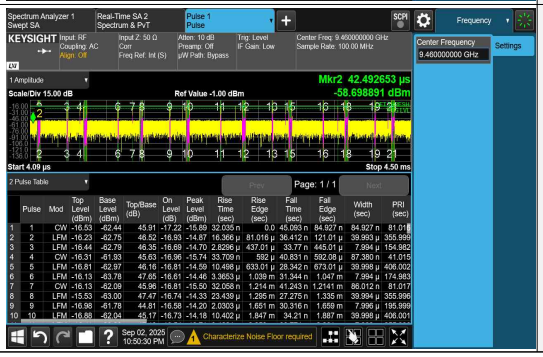
표 44. 시험장소(해경정비창) 전파환경

각도	파형캡처	각도	파형캡처
0		90	
180		270	

본 측정에서는 현장에서 주로 사용하는 20번에서 25번 채널 중 3개를 선정하여 20번, 22번, 24번 채널에 대해 측정을 진행하였다. 채널별 측정 결과 지정주파수(주)에서 Short, Medium, Long 펄스 신호를 순차적으로 발사하며, 지정주파수로부터 + 80 ㎒ 또는 - 80 ㎒ 이격된 주파수(부)에서도 Short 펄스 신호가 발사됨을 관측하였다. 즉 CH 18 - 22, CH 19 - 23, CH 20 - 24 등과 같이 제공받은 주파수 채널표의 중심주파수 간 차이가 80 ㎒인 경우 동일한 지정주파수에서 펄스 신호가 발사됨을 알 수 있다. 이에 따라 레이다 2대를 각각 20번, 24번 채널로 설정하여 동작시켰을 때 2대 모두 즉각적으로 간섭현상이 발생하고, 채널 변경 시 해당 간섭현상이 해소 되는 것을 확인하였다.

그림 36. No.1 레이다(CH24), No.2 레이다(CH20) 운용 시 전파간섭

표 45. HENSOLT社 채널 별 측정 결과

CH20, 3NM		CH20, 48NM	
스펙트럼		스펙트럼	
CH22, 3NM		**CH22, 48NM**	
스펙트럼		스펙트럼	
시간축		시간축	-
CH24, 3NM		**CH24, 48NM**	
스펙트럼		스펙트럼	
시간축		시간축	-

2) 세부 결과2 - FRUNO社 (FAR-2228)

그림 37. FRUNO社 전도 측정 현장(신아종합)

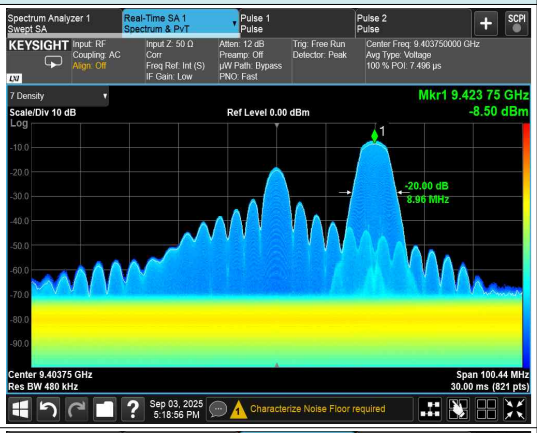
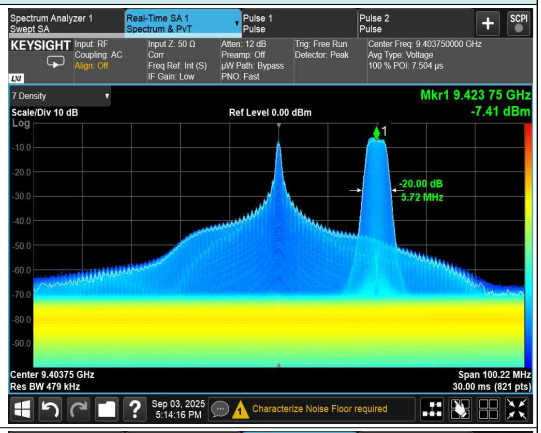
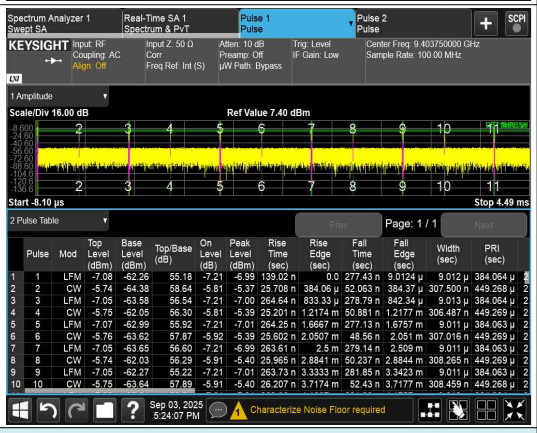
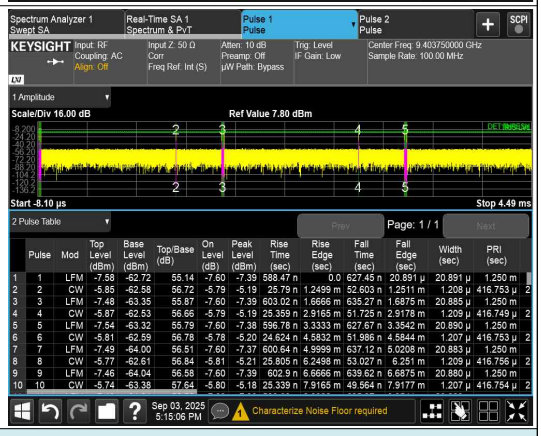
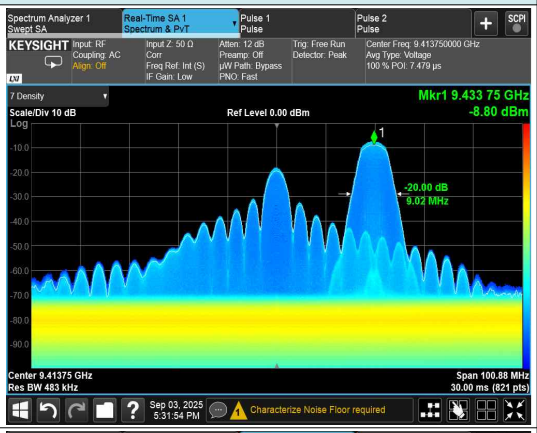
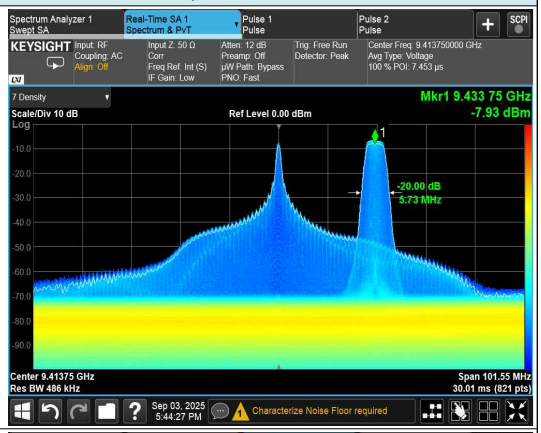
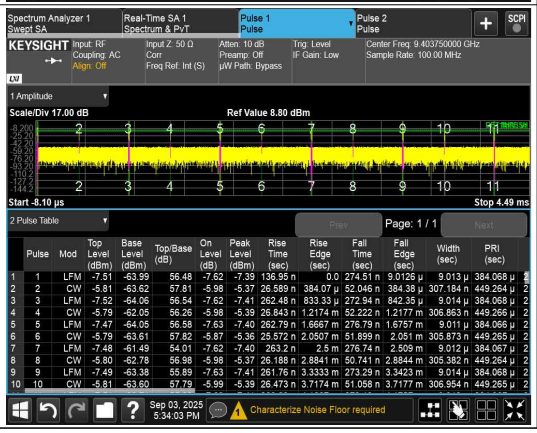
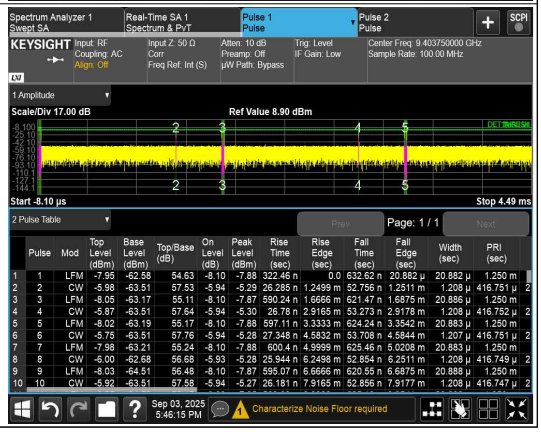
FRUNO社의 경우 전도 방식으로 측정을 진행하였으며, 안테나포트 → 방향성 결합기(-40dB) → 감쇄기(-20dB) → 계측기 순서로 연결하였다. 해당 제조사의 경우 기존 해경청의 운용 환경에서는 간섭현상이 거의 발생하지 않았으며, 타 제조사 레이다와 비교 시 채널별 중심주파수가 상이하게 운용되고 있음을 확인하였다.

표 46. FRUNO社 레이다 규격

구분		규격
업마스트/다운마스트		업마스트
출력[W]		600
안테나[ft]		
주파수 대역 (GHz)		9.32 ~ 9.5
주파수 변경 선택 (MHz)	CH1	- P0N: 9403.75 MHz (Short) - Q0N: 9423.75 MHz ±5 MHz (Medium)
	CH2	- P0N: 9413.75 MHz (Short) - Q0N: 9433.75 MHz ±5 MHz (Medium)

측정 결과 해당 레이다는 2개의 채널을 사용하고 각 채널마다 변조 펄스와 무변조 펄스 2개의 주파수와 신호(P0N, Q3N)를 운용하는 구조로, 사전에 제공된 기술 정보와 일치하였다. 변조 펄스는 장거리 탐지 시 거리분해능 확보를 위해 사용되며, 무변조 펄스는 짧은 펄스폭 특성으로 근거리 탐지에 적합하다. 또한 수색구조용 SART(Search And Rescue Radar Transponder) 모드가 별도로 존재함을 확인하였다.

표 47. FRUNO社 채널별 측정 결과

CH1, 3NM		CH1, 24NM	
스펙트럼		스펙트럼	
시간축		시간축	
CH2, 3NM		**CH2, 24NM**	
스펙트럼		스펙트럼	
시간축		시간축	

3) 세부 결과3 - GEM社 (Seaeagle-200N)

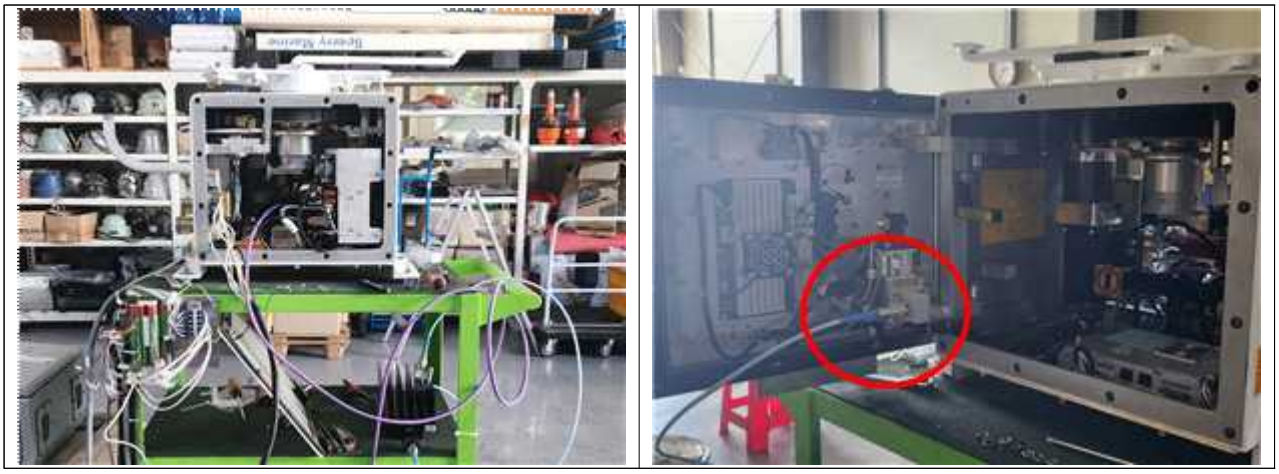


그림 38. GEM社 전도 측정 현장(베가통신)

본 측정은 전도 방식으로 측정하였고, 트랜시버 → 어댑터(WR90 - N) → 감쇄기(- 40 dB, - 20 dB) → 계측기로 연결하여 수행되었다. 해경청이 운용중인 GEM社의 레이다는 총 4개의 주파수 채널(Normal, Low, Middle, High) 중 1개 채널을 선택하여 운용하는 구조이다. 기존에 함내 2대의 레이다 주파수 채널을 동일하게(Normal - Normal) 운용할 경우 전파간섭이 발생하는 것이 확인되었으며, 이에 따라 Normal - Middle 또는 Normal - High 주파수 채널 조합으로 설정하여 운용하고 있는 것으로 파악되었다.

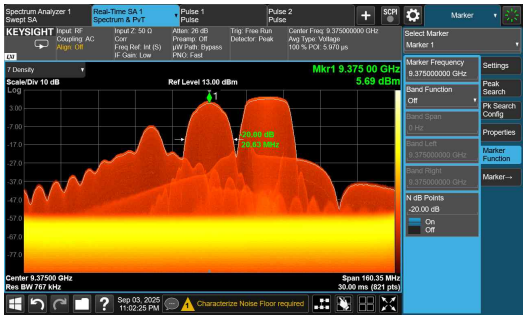
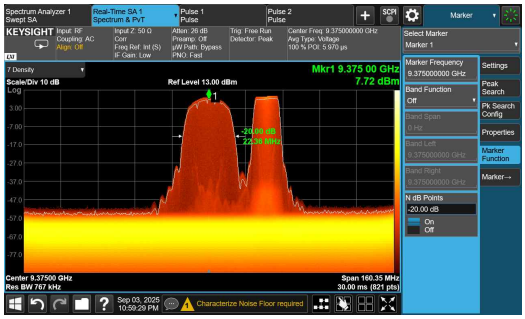
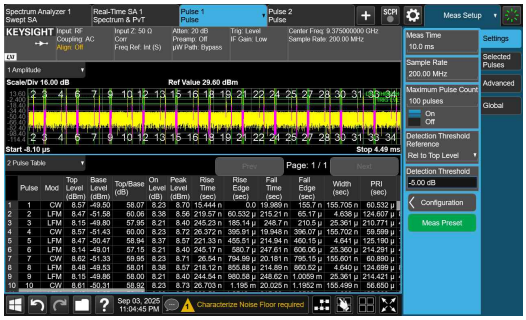
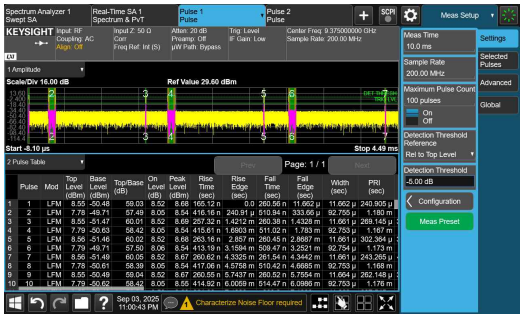
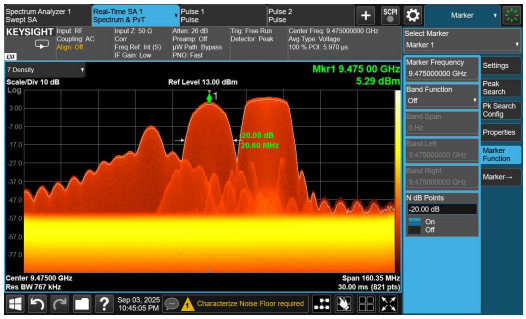
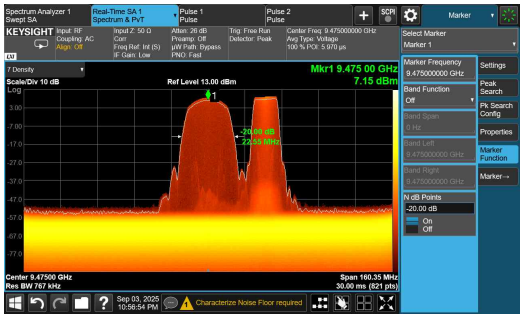
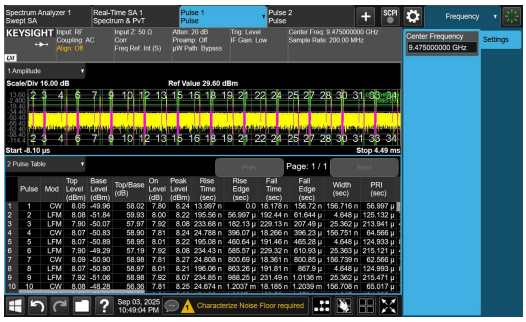
표 48. GEM社 레이다 규격

구분		규격
업마스트/다운마스트		업마스트
출력[W]		200
안테나[ft]		6
주파수 대역 (GHz)		9.32 ~ 9.5
주파수 변경 선택 (GHz)	Normal	9.375 GHz
	Low	9.410 GHz
	Middle	9.415 GHz
	High	9.445 GHz
		*(업체) 함정별 동일 주파수가 되지 않도록 중심주파수를 미세 조정하여 설정하고 있음
주파수 대역폭[MHz]		- 지정 주파수 대역폭 : 110 MHz * 중심주파수를 두고 50~80 MHz이나 정확한 실측값은 아니며 제조사 답변 무
주파수별 송신신호*	Short	0.05 ~ 93 μs (가변)
	Medium	
	Long	

측정 결과 GEM社 레이다는 탐지 거리 구간에 따라 송신 모드가 구분되며, 탐지 거리별로 사용 주파수와 펄스 신호가 상이하게 설정되는 것으로 확인되었다. 구체적으로 3 NM 구간에서는 Short, Medium, Long 펄스 신호가 발사되며, 48 NM 구간에서는 Medium, Long 펄스 신호가 발사되는 것을 확인했다. 측정한 각 중심 주파수는 아래와 같다.

- Short: 지정주파수 + 25 ㎒, Medium: 지정주파수, Long: 지정주파수 + 25 ㎒

표 49. GEM社 채널별 측정 결과

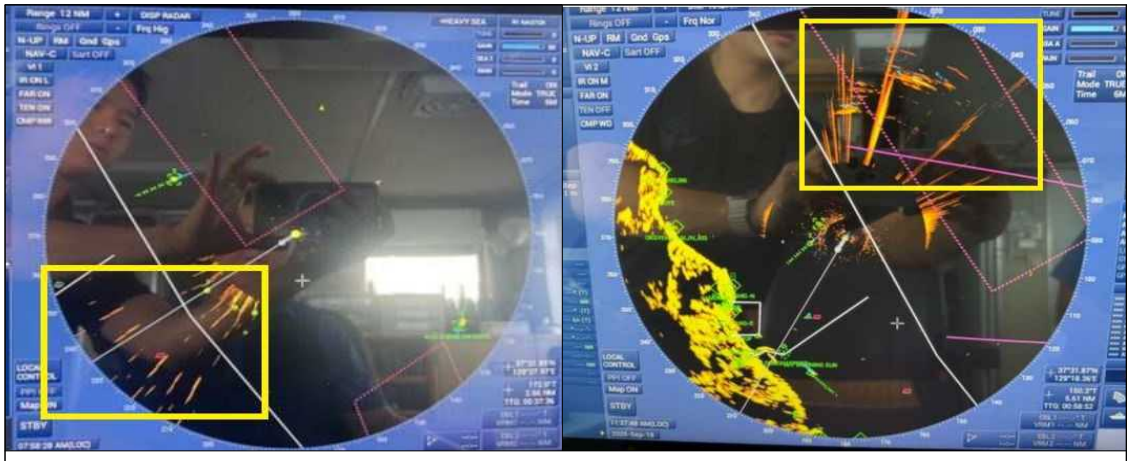
Normal, 3NM		Normal, 48NM	
스펙트럼		스펙트럼	
시간축		시간축	
High, 3NM		**High, 48NM**	
스펙트럼		스펙트럼	
시간축		시간축	-

나. 혼간섭 관측 데이터 수집 결과 및 검토 회의

본 회의는 10월 29일 수행하였으며, 회의 개요 및 안건은 다음과 같다.

(목적) - 해경청에서 旣운영 중인 SSPA 방식 레이다의 혼간섭 측정 결과 검토 및 관측 데이터 공유 등을 위한 회의 추진 (안건) - 해경청 선박용 레이다(SSPA) 혼간섭 측정 결과 검토 - 해경청 혼간섭 관측 데이터 공유 및 논의 - 혼간섭 2차 측정 관련 논의 등

현장 측정 이후 해경청은 실제 운용환경에서 혼간섭 여부를 확인하기 위해 자함 레이다 간 상호간섭(Test 1)과 연안 마그네트론 레이다 영향(Test 2)을 제조사별 권고 채널 조합을 적용해 수행하였으며, 수집된 데이터에서는 1-1차 조사에서 예상한 것보다 자함 레이다 간 간섭이 더 빈번하게 나타났고, Hensoldt社 대비 채널 조합이 단순해 상대적으로 안정적일 것으로 보였던 GEM社의 High - Normal 조합에서도 간섭이 발생한 것으로 확인되었으며, 외부 마그네트론 신호가 유입될 경우 자함 내 다른 레이다의 발신 채널 및 Gain 설정에 따라 간섭 양상이 변하는 점도 관측되었다.



CH High - Normal 조합河 No.1. 2 레이다 전파간섭 발생(동해 306함)

그림 39. No 1, 2 레이다간 상호 간섭 현상 (출처: 해양경찰청)

본 회의에서는 현장 측정과 이후 관측 데이터를 종합적으로 검토한 결과, 간섭의 주요 원인은 동일 함정 내 SSPA 레이다 2대 간 상호 영향이라는 내부 요인과 외부 마그네트론·VTS 신호 유입으로 인한 IMD 가능성이라는 외부 요인이 모두 작용한 것으로 추정되었다. 제조사별 중심주파수 편차와 다중 펄스 발사 특성이 혼합되면서 간섭 양상이 복잡해졌고, 수신 Gain 조정 시 간섭이 일시적으로 완화되는 점은 외부 신호 유입에 따른 혼간섭이 원인으로 추측된다.

이에 따라 제조사별 비 중첩 채널 조합 적용, 레이다 1대 우선 운용 등 현장에서 즉시 적용가능한 조치가 우선 검토되었으며, 외부 간섭을 고려한 안정적 운용을 위해서는 중·장기적 기술 검토가 필요하다는 의견이 제기되었다. 이에 본 단계에서 2차 측정은 실시하지 않기로 결정되었고, 향후 제조사와 해경 간 사전 기술협의가 충분히 이루어진 이후 국립전파연구원(RRA)의 검토 결과에 따라 9.2~9.3 ㎓ 대역(실험국 허가 필요)에서 SSPA 레이다 간섭 저감 효과를 검증하는 방안을 검토하기로 하였다.

4. 분석 및 결론

본 측정결과와 해경청의 관측데이터를 종합할 때, 동일 함정 내 SSPA 레이다 2대 간 상호 간섭은 초기 조사보다 더 빈번하게 발생한 것으로 확인되었다. 제조사별 중심주파수 차이와 다중 펄스 발사 특성이 간섭에 영향을 주었고, 외부 마그네트론 레이다·VTS 신호 유입도 간섭 요인으로 작용한 것으로 분석된다. 특히 수신 Gain 조정 시 간섭이 완화되는 점을 고려할 때, 외부 신호에 의해 수신부에서 인터모듈레이션(IMD)이 발생했을 가능성도 제기되었다. 종합적으로 볼 때 간섭은 함내 레이다 간 상호 영향과 외부 신호 유입이 복합적으로 작용한 결과로 판단된다.

단기적으로는 마스트 간격 조정, 제조사별 비 중첩 채널 조합 적용, 레이다 1대 우선 운용 등으로 간섭을 완화할 수 있으나, 구조적 원인 파악을 위해서는 중·장기적 기술 검토와 추가 연구가 필요하다는 의견이 제시되었다. 아울러 2차 측정은 현 단계에서는 추진하지 않기로 하였으며, 향후 국립전파연구원(RRA)의 검토 결과에 따라 9.2~9.3㎓ 대역(실험국)에서 SSPA 레이다의 간섭 저감 효과 검증 여부를 재검토하기로 하였다.

제2절 전기차용 무선충전기 불요발사 및 AM 간섭 영향 측정

1. 개요

무선전력전송(WPT) 기기는 출력 수준에 따라 허가 및 전자파적합성 분야로 규정되며, 전기자동차용 및 이동수단 전동기기용 WPT 기기는 규제 완화가 적용되고 있으나, 1 kW 이상의 고출력 WPT 기기는 전파응용설비 허가가 필요하고 전자파적합성(EMC) 및 전자파인체보호(EMF) 관점의 검토가 요구된다. 이에 따라 본 절에서는 주파수 혼간섭 측정분석 전문지원 체계 운영의 일환으로, 전기차용 고출력 무선충전 설비의 실운용 환경을 대상으로 불요발사 측정과 AM 방송 수신 간섭 영향 확인을 수행한 결과를 정리하였다.

2. 주요내용

본 측정은 2025. 3. 20.(목)부터 3. 21.(금)까지 전라남도 나주시(야외 도로)에서 수행되었으며, 와이파워원, 국립전파연구원, 한국전파진흥협회 등 관계기관이 참여하였다.

대상 설비는 100 kW 무선충전시스템(사용 주파수 85 kHz)으로, 실운용 조건을 고려하여 주차 충전, 운행 충전 등 동작 시나리오별로 측정을 수행하였다.

표 50. 시험 환경 사진

측정 항목은 (1) 전자파적합성(EMC) 관점의 불요발사 측정과 (2) AM 방송 수신에 대한 간섭 영향 확인이며, 필요 시 전자파인체노출량(EMF) 측정 절차도 검토하였다. EMC 불요발사 측정은 ‘전파응용설비의 기술기준(국립전파연구원 고

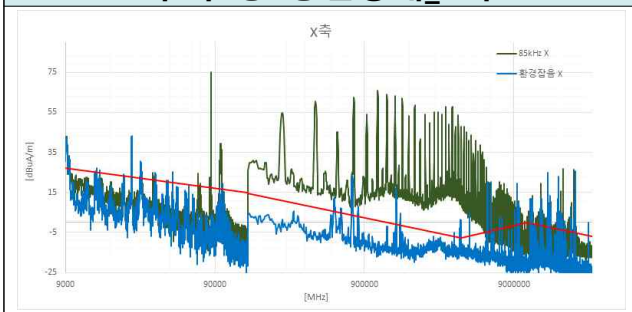
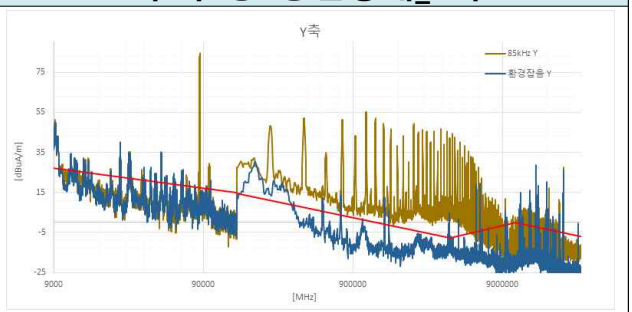
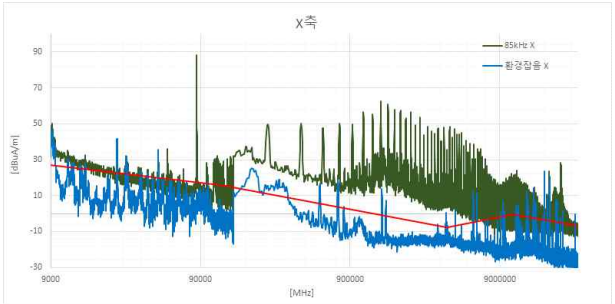
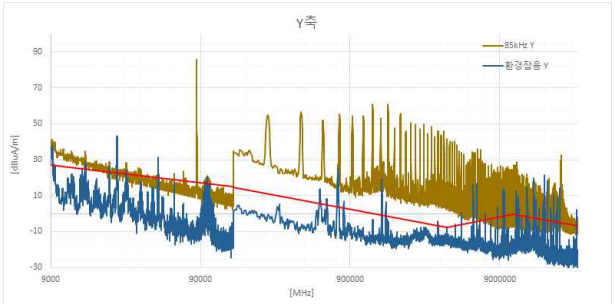
시 제2022-28호)'를 근거로 근접 불요발사 및 허용치 불요발사를 확인하였고, 측정 주파수 대역은 9 ㎑ ~ 150 ㎑(RBW 200 ㎐, SWT 7.2 s)와 150 ㎑ ~ 30 ㎒(RBW 1 ㎑, SWT 740 ms)로 설정하였다.

또한 EMF 측정은 IEC 62110 및 KS C 3380 등 국제기준을 준용하여 측정 절차를 검토하고, 설치 조건을 고려한 측정 및 분석 방향을 정리하였다.

3. 결론

측정 결과, 9 ㎑ ~ 30 ㎒ 대역의 환경 잡음 측정에서 일부 구간은 허용기준을 초과하는 상황이 확인되었으며, 100 ㎾ 무선전력전송설비가 동작(주차 충전, 운행 충전)할 때에는 대부분 조건에서 허용기준을 초과하는 방출이 확인되었다. 이는 전기차용 고출력 무선충전 설비의 실운용 환경에서 전자기적 간섭(EMI)이 환경 기준을 초과할 가능성이 있음을 시사하며, 전자파 적합성 확보를 위해서는 차폐 설계 개선, 필터링 기술 적용, 방출 저감 대책 마련 등 추가 조치가 필요함을 확인하였다.

표 51. 시험 측정 파형

주차 중 충전상태_X축	주차 중 충전상태_Y축
	
운행 중 충전상태_X축	**운행 중 충전상태_Y축**
	

제3절 FM 미약전계 무선기기 자동차극장 현장실험

1. 개요

본 절은 자동차 등 인공잡음이 존재하는 환경에서 FM 미약전계 무선기기의 전계강도 측정 및 음질평가를 통해, 자동차극장 현장 적용 가능성을 검증하기 위한 현장실험 결과를 정리한 것이다.

2. 주요내용

실험은 미약전계레벨의 FM 신호를 다수 안테나를 통해 커버리지 형태로 제공하는 것을 전제로, 자동차극장 구역별 FM 수신 품질을 확인하는 방식으로 계획되었다. 계획 단계에서의 실험 주요 항목은 송신 주파수 97.7 ㎒, 미약전계 기준 54 dBuV/m, 차량용 FM 수신기, 최대 6대 차량 조건 등을 기반으로 설정하였다. 또한 인접 차량 유무 및 전계강도 레벨 변화(20 dBuV/m, 30 dBuV/m, 40 dBuV/m)에 따른 음질 변화를 확인하고, 97.7 ㎒에서 FM 신호 On, Off 조건별 잡음 레벨을 비교하는 항목도 포함하였다.

표 52. 주요 실험 셋업

송신 주파수	안테나 설치 수	미약전계 기준	FM 수신기	인공부하 차량
97.7 ㎒	4개	54 dBuV/m	차량용	최대 6대

그림 40. 안테나 설치 구상도

현장에서는 차량 유입이 많아 정량 측정 동선 확보에 제약이 있었으며, 이에 따라 금년도에는 자동차를 이용해 자동차극장 구역을 순회하면서 주차 가능 구역별로 라디오 음질을 청취하여 평가하는 방식에 우선순위를 두고 실험을 수행하였다. 송신 주파수는 97.7 ㎒로 운용하였고, 송신 안테나 설치 조건을 3가지(CASE 1: 안테나 1개, CASE 2: 안테나 4개, CASE 3: 안테나 5개)로 구분하여 각 조건별 '자동차 구역별 음질 평가 결과'를 도출하였다.

3. 결론

본 현장실험을 통해 자동차극장과 같이 인공잡음 요인이 상존하고, 차량 밀집도에 따라 동선, 설치 조건이 수시로 달라질 수 있는 실운용 환경에서, '송신 안테나 설치 구성(1개, 4개, 5개)' 변화에 따른 구역별 수신 품질 분포를 비교할 수 있는 기초 자료를 확보하였다. 다만, 현장실험 과정에서 차량이 많아 차량 기반 음질평가 시 이동에 제약이 발생하였고, 이로 인해 실험 절차의 효율성과 반복 측정 가능성에 한계가 확인되었다.

표 53. 측정 CASE 1 (안테나 1개 설치)

	스크린														
	1열	2열	3열	4열	5열	6열	7열	8열	9열	10열	11열	12열	13열	14열	차량이동방향
J행									2.5	2.3	2.0				
-	2.5	2.3	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.0	→
I행				2.7	2.5	2.8	2.8	2.9	2.5	2.7	2.7				
H행				2.8	2.8	2.8	2.9	2.8	2.8	2.7	2.8				
-	2.9	2.8	2.4	2.5	2.5	2.7	2.7	2.5	2.5	2.7	2.6	2.7	2.8	2.8	←
G행	3.0	2.9	3.0	2.9	2.8	2.9	3.0	2.8	2.8	3.0	2.9	2.9	2.8	3.0	
F행	3.0	2.8	2.9	2.9	2.8	2.9	3.0	2.8	2.8	3.0	3.0	2.9	3.0	3.0	
-	2.0	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	3.0	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	→
E행	1.5	2.8	3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9	
D행	3.0	2.9	2.7	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9	
-	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	←
C행	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
B행	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
-	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	→
A행	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
							Ant 1								

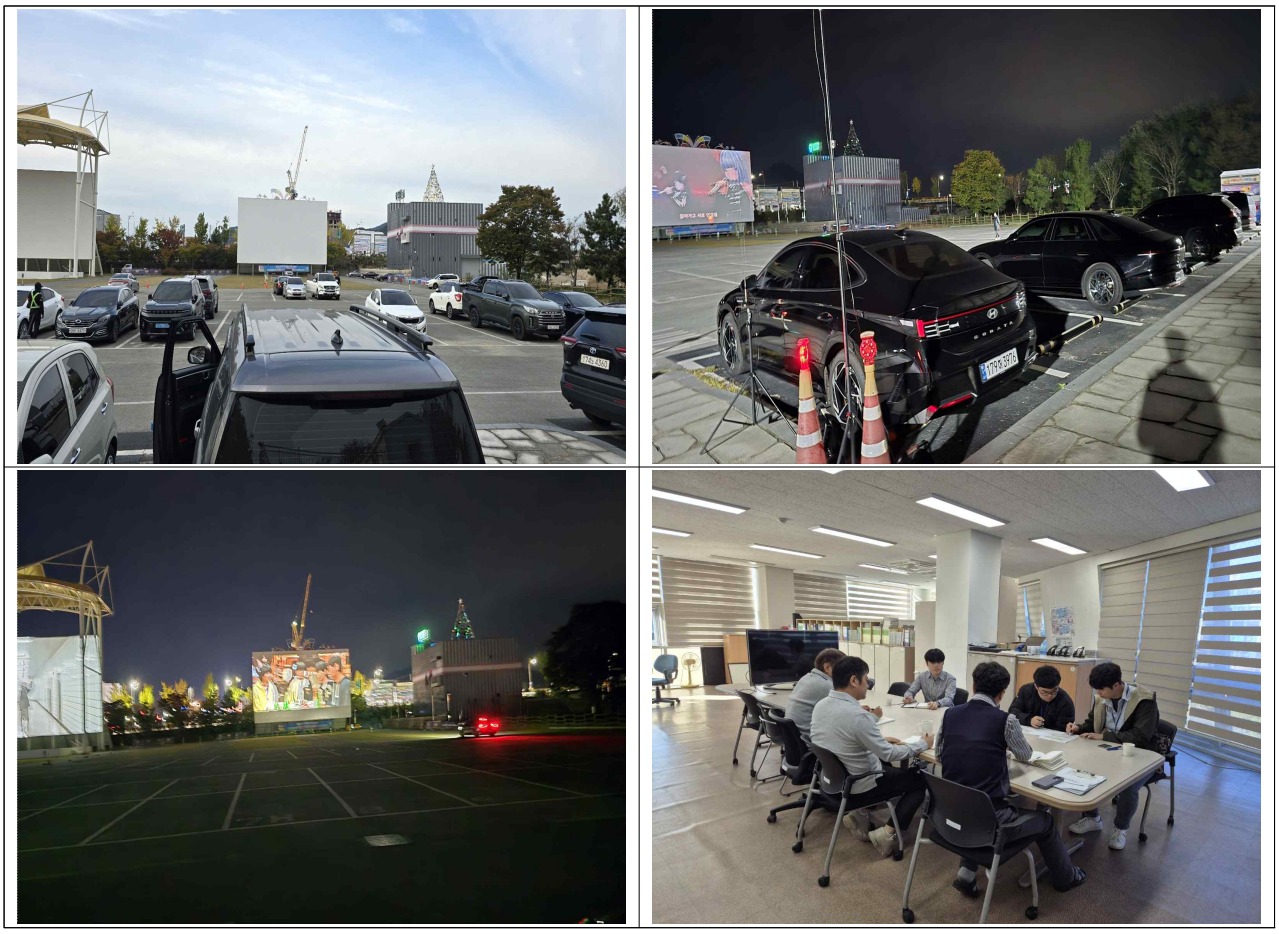
표 54. 측정 CASE 2 (안테나 4개 설치)

		스크린														
		1열	2열	3열	4열	5열	6열	7열	8열	9열	10열	11열	12열	13열	14열	
	J행															
	-															
	I행				3.0	2.8	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0				
	H행				3.0	2.8	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0				Ant 3
	-															
	G행	3.0	3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
	F행	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
	-															
	E행	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
	D행	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	Ant 2
	-															
	C행	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
Ant 4	B행	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
	-															
	A행	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
								Ant 1								

표 55. 측정 CASE 3 (안테나 5개 설치)

		스크린														
		1열	2열	3열	4열	5열	6열	7열	8열	9열	10열	11열	12열	13열	14열	
	J행															
	-				3.0		3.0				3.0					
	I행				3.0		3.0				3.0					
	H행				3.0		3.0				3.0					Ant 3
	-				3.0		3.0				3.0			3.0		
	G행	3.0			3.0		3.0				3.0			3.0		
Ant 5	F행	3.0			3.0		3.0				3.0			3.0		
	-	3.0			3.0		3.0				3.0			3.0		
	E행	3.0			3.0		3.0				3.0			3.0		
	D행	3.0			3.0		3.0				3.0			3.0		Ant 2
	-	3.0			3.0		3.0				3.0			3.0		
	C행	3.0			3.0		3.0				3.0			3.0		
Ant 4	B행	3.0			3.0		3.0				3.0			3.0		
	-	3.0			3.0		3.0				3.0			3.0		
	A행	3.0			3.0		3.0				3.0			3.0		
		↑			↑		↑				↑			↑		
		쏘나타			그랜저		RAV5	Ant 1			싼타페			K5		

표 56. 측정 현장 및 회의 사진



이에 따라 향후 실험에서는 핸디형 FM 수신기를 활용하여 음질평가의 기동성을 개선하고, RF케이블 설치 구간에 차량 통행이 빈번하다는 점을 고려하여 케이블 손상 방지를 위한 보호 덮개(플라스틱형 등) 적용을 검토할 필요가 있다.

또한 음질평가와 더불어 수신레벨 측정을 병행함으로써, 안테나 최소 설치 개수 및 최적 설치 위치 도출을 위한 정량 근거를 보강하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

제7장 결론

본 연구는 '전파자원 기술기준 선도 기반 조성'을 목표로, 국내외 적용기술과 국제표준을 반영한 기술기준 검토 기반을 마련하고, 분야별 '연구반' 운영 및 전문지원체계를 통해 기술기준 마련체계를 강화하는 방향으로 추진되었다. 또한 단순 문헌 검토의 범위를 넘어, 분야별 전문지원과 혼간섭 측정분석 지원, 현장 기반 검증을 포함하는 운영 틀을 마련함으로써 기술기준 개선 과정을 보다 실증적으로 지원할 수 있는 기반을 구축하고자 하였다.

연구 수행 과정에서 우선적으로 전문가 인력풀 운영체계를 정비하였다. 전년도 인력풀 운영 결과를 토대로 1차 조사를 실시하여 인력을 일괄 DB화하고, 온라인 시트를 활용한 통합 관리체계를 구축함으로써 연구반별, 분야별 전문가 현황을 보다 신속하고 일관되게 관리할 수 있도록 하였다. 아울러 전문가 세부 경력 조사는 대규모 인원 조사에 따른 회신 변동성과 운영 효율을 고려하여 온라인 설문 방식으로 설계하였고, 이동통신 무선설비 기술기준 연구반을 대상으로 우선 적용하여 조사 및 분석 체계를 마련하였다.

전문연구반 운영 측면에서는 분야별 담당자 협의를 통해 연구반 구성의 적정성을 재검토하고, 필요 연구반의 추가 개설, 인원 보강 등을 반영하여 총 13개 연구반을 운영하였다. 이를 통해 전파기술, 기술기준, 시험방법, 법률, 사회, 경제 등 다양한 분야의 논의 채널을 유지하면서도, 현안 발생 시 연구반 기반 검토와 전문지원 연계를 통해 대응할 수 있는 협업 구조를 확보하였다. 특히 연구반 운영을 '회의 개최'에 한정하지 않고, 안건 검토, 초안 작성, 실험 기획 및 수행 등 후속 작업이 연계되도록 운영함으로써 기술기준 개선 과제의 추진력을 높이고자 하였다.

해상 분야에서는 해상업무용 무선설비 기술기준 및 시험방법 연구를 통해 현행 조항의 국제기준 정합성, 개정 우선순위, 신규 제정 필요 과제 등을 점검하고 전면 개정 추진을 위한 사전 검토 체계를 정립하였다. 또한 VDES 등 신규 조항 제정을 전면 개정의 출발점으로 설정하고, 관련 국제기준(예, ITU-R 권고 등) 기반의 초안 마련 방향을 논의함으로써 차년도 '의견수렴 및 고도화' 단계로 연결 가능한 기반을 확보하였다. 선박국용 레이다(제18조) 개정안의 경우, 초안 수준에서의 작업 완료를 전제로 차년도 연구반 또는 관련 업체 의견수렴을 통해 개정안 완성도를 제고하는 추진전략을 설정함으로써 성급한 개정 추진에 따른 리스크를 줄이고, 합리적인 검토 절차를 확보하였다.

공공 분야에서는 공공 드론과 비면허기기의 주파수 공동사용 환경에서 간섭

가능성을 확인하고, 드론 제어 신호와 WLAN 신호 간 상호 영향에 대한 실험 관측 결과를 확보하였다. 특히 WLAN의 CSMA/CA 특성으로 인해 드론 제어 신호 측정이 단절되는 등 시험 과정에서 확인된 제약 요인은 향후 시험절차 설계와 간섭 저감 가이드라인 보완에 중요한 시사점을 제공한다. 이러한 결과는 공공 분야 주파수 공동사용 요구 확대에 따라, 출력, 설치, 운용 절차 등 준수 사항을 정리한 가이드라인(안) 마련 필요성에 실증 근거를 제공하는 데 의의가 있다.

시험방법 개선 측면에서는 비면허 무선설비 시험방법 개선 연구를 수행하고, 현행 통합 시험방법 체계의 한계를 확인하였다. 이에 따라 KS X 3123은 최소 공통시험항목 중심으로 개정하고, 기술기준 분야별로 개별 시험방법 표준을 마련하는 방향을 정립하였다. 또한 차년도에는 공통 시험항목 및 표준형식 초안을 우선 확정하고, 이를 기반으로 기자재 그룹핑, 분야별 시험방법 초안 작성, 표준 제정 로드맵 수립을 병행하는 단계적 추진이 필요하며, 전체 시험방법 분리 및 제정은 약 3년에 걸쳐 단계적으로 추진될 것으로 예상된다.

주파수 혼간섭 측정분석 전문지원 체계 운영에서는 현장 기반 데이터 확보를 통해 기술기준 검토의 실효성을 높이고자 하였다. SSPA 방식 레이다는 운용 중 혼간섭으로 인한 장애 현상이 보고됨에 따라, 운용 안정성 확보를 위한 원인 분석 필요성을 제기하고 측정 및 분석을 수행하였다. 전기차용 무선충전기 불요발사 및 AM 간섭 영향 측정은 실운용 환경 적용 가능성을 고려하여 결과를 정리하였고, 향후에는 노이즈 기여도 식별과 간섭 평가 기준 정교화 등 후속 연구가 필요함을 시사한다. FM 미약전계 무선기기 자동차극장 현장실험의 경우, 현장 여건으로 전계강도 레벨 측정이 제한된 상황에서 음질평가 중심으로 수행하였으며, 차년도에는 음질평가와 수신레벨 측정을 병행하여 안테나 최소 설치 개수와 최적 설치 위치 도출을 위한 정량 근거를 보강하는 것이 바람직하다.

종합하면, 본 연구는 분야별 연구반 운영과 전문지원, 현장 기반 측정 및 분석을 연계하여 기술기준 개선 과제의 추진 기반을 강화하였다. 다만 일부 현장실험은 환경 제약으로 정량 측정이 제한되는 등 한계도 확인되었으므로, 차년도에는 실험 설계 단계에서 계절, 시간대, 운용 조건을 다양화하고, 정량 지표(수신레벨, 간섭 발생률 등)와 정성 지표(음질평가 등)를 병행하여 분석 신뢰도를 높일 필요가 있다. 또한 해상 분야 VDES 및 레이다(제18조) 개정안, 공공 주파수 공동사용 가이드라인(안), KS X 3123 개정 및 시험방법 분리 로드맵 등은 '초안 정리' 단계에서 '의견수렴 및 고도화' 단계로 넘어가는 구간이 핵심이므로, 이해관계자 참여 확대, 쟁점 관리, 개정안 문안 품질관리 체계 강화 등을 통해 중장기적 제도개선 성과로 연결되도록 추진하는 것이 필요하다.

[참고문헌]

[1] 산업동향연구소, “2025 로봇·드론·인공지능(AI) 산업동향 및 시장 실태와 전망(Ⅰ)”, 산업동향연구소, 2025년 1월

[2] 산업동향연구소, “2025 로봇·드론·인공지능(AI) 산업동향 및 시장 실태와 전망(Ⅱ)”, 산업동향연구소, 2025년 1월

[3] 한국선급, “SOLAS CONSOLIDATED EDITION 2023”, 해인출판사, 2023년 4월

[4] 국립전파연구원 고시 제2025-15호, ‘신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준’, 2025년 3월.

[5] 국립전파연구원 고시 제2025-6호, 해상업무용 무선설비의 기술기준’, 2025년 6월.

[6] 과학기술정보통신부령 제86호 ‘무선 설비 규칙’, 2022년 1월

[7] KS X3123, 무선 설비 적합성 평가 시험방법, 2019년 3월

[8] IMO, Report of the Maritime Safety Committee on Its 110th session“, MSC 110/21, Agust, 2025

[부록 1] 해상업무용 기술기준 제18조(선박국용 레이다) 개정(안)

제18조(선박국용 레이다)① 2.92㎓ 이상 3.1㎓ 이하 또는 9.32㎓ 이상 9.5㎓ 이하 주파수의 전파를 사용하는 선박국용 레이다의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 중심주파수 및 지정주파수대역폭은 다음과 같을 것

가. 마그네트론 방식

주파수 대역	중심주파수	지정주파수대역폭
2.92㎓~3.1㎓	3.050㎓	100㎒ 이내
9.32㎓~9.5㎓	9.375㎓, 9.410㎓, 9.415㎓, 9.445㎓	110㎒ 이내

나. 반도체 방식

주파수 대역	중심주파수	(지정)주파수대역폭
2.92㎓~3.1㎓	주파수 대역 내에서 선정주)	±10 ㎒(20 ㎒) 이내
9.32㎓~9.5㎓		

주) 마그네트론 방식의 중심주파수는 사용할 수 없으며, 대역폭의 상한 주파수와 하한 주파수는 주파수 대역 이내이어야 하며, 간섭 발생시 자동으로 중심주파수를 변경하는 기능 적용 필수

2. 선박의 무선설비·나침의 기타 중요한 설비의 기능에 장해를 주거나 다른 설비에 따라 그 운용이 방해될 우려가 없는 장소에 설치할 것
3. 선박의 안전항해를 도모하기 위해 필요한 음성, 기타 음향의 청취에 방해가 되지 않을 정도로 기계적 잡음이 적을 것
4. 표시기의 화면에 근접한 위치에서 전원의 개폐, 기타의 조작을 할 수 있고 해당 지시기의 조작을 하기 위한 손잡이 종류는 쉽게 식별되고 사용하기 쉬울 것
5. 전원 전압이 정격 전압의 ±10% 이내에서 변동했을 경우에도 안정하게 동작할 것
6. 일반적으로 발생할 수 있는 온도나 습도의 변화 또는 진동에 대하여 영향을 받지 않고 동작할 것
7. 전원 인가 후 4분 이내에 정상 동작할 수 있을 것

8. 표시기는 다음 조건에 적합할 것

가. 눈, 비 또는 해면에 따라 화면에 나타나는 불필요한 표시를 감소시키는 장치를 가질 것

나. 표시면에 선수방향을 전기적으로 나타내는 휘선(이하 "선수선"이라 한다)이 표시될 것

(1) 선수선은 선수방향에 대하여 그 오차가 1도 이내, 그 폭은 0.5도 이내일 것

(2) 선수선을 표시하지 않는 상태가 가능하며, 그 상태에서 자동적으로 선수선이 표시되는 상태로 전환할 수 있을 것

다. 거리범위의 조합은 최소한 0.25, 0.5, 0.75, 1.5, 3, 6, 12, 24NM의 각 거리범위를 가질 것. 다만, 다른 거리범위도 추가할 수 있다. ⇒ MSC.192(79) 5.10

5.10 Display Range Scales

5.10.1 Range scales of 0.25, 0.5, 0.75, 1.5, 3, 6, 12 and 24 NM should be provided. Additional range scales are permitted outside the mandatory set. Low metric range scales may be offered in addition to the mandatory set.

5.10.2 The range scale selected should be permanently indicated.

라. 각 거리범위에 있어서 2개 이상의 거리환(표시면에 있어서 해당 선박의 위치를 중심으로 하여 전기적으로 나타내는 원의 휘선에 따라 일정한 거리를 가리키는 원을 말한다. 이하 같다)이 표시면의 가장자리까지 같은 간격으로 표시될 것

(1) 사용하고 있는 거리범위의 거리 및 거리환 간격의 거리는 각각 보기 쉬운 곳에 명시할 것

(2) 가변거리 마커(marker)에 따라 측정할 수 있는 것은 그 측정한 거리의 값이 표시될 것

~~마. 안테나의 높이가 해면으로부터 15m인 경우에는 다음의 목표를 명확히 표시할 수 있을 것~~

~~(1) 7NM의 거리에 있는 총톤수 5,000톤의 선박~~

~~(2) 2NM의 거리에 있는 유효반사면적 10m²의 부표~~

~~(3) 92m의 거리에 있는 유효반사면적 10m²의 부표~~

바. 500m의 거리에서 다음과 같은 방위분해능을 가질 것

(1) 방위각 3도 이내의 동 거리에 있는 2개의 목표를 구별하여 표시할 수 있을 것

⇒ MSC.192(79) 5.5.2 (규정에는 2.5 인치로 규정)

5.5.2 *Bearing*

The radar system should be capable of displaying two point targets at the same range, separated by 2.5° in bearing, as two distinct objects.

(2) 동일 방위에 있고 서로 68m 떨어진 2개의 목표를 구별하여 표시할 수 있을 것

⇒ MSC.192(79) 5.5.1 (규정에는 40 m 거리로 되어 있음. 확인 필요)

5.5.1 *Range*

The radar system should be capable of displaying two point targets on the same bearing, separated by 40 m in range, as two distinct objects.

9. 500m의 거리에서 다음과 같은 정밀도를 가질 것

가. ~~0.75NM의 거리에 있는~~ 목표의 방위를 2도 이내의 오차로 측정할 수 있을 것

나. 해당 선박과 목표간의 거리를 6%(거리범위가 ~~0.75NM~~ 500m 미만의 거리에 있어서는 82m) 이내의 오차로 측정할 수 있을 것

~~10. 해당 선박이 옆으로 10도 경사진 경우에도 제8호 마목에 의한 목표가 표시될 것~~

11. 나침의에 연동되어 목표의 방위를 진북 기준으로 안정하게 지시할 수 있을 것

가. 해당 나침의를 1분간에 2회의 비율로 수평으로 회전시킬 경우 그 회전에 연동되어 지시하는 방위는 해당 나침의가 지시하는 방위의 0.5도 이내의 오차일 것

나. 나침의와의 연동장치가 동작하지 않는 경우에도 선수방향과 목표의 방위각을 측정할 수 있을 것

12. 선박이 이동하고 있는 상태에서 정지하고 있는 목표 또는 육지를 지시기의 표시면에 고정하여 표시할 수 있는 장치는 해당 선박의 이동표시를 표시면의 중심으로부터 그 유효반경의 75%의 범위 내에 한정하는 것일 것

② 국제항해에 종사하는 선박에 설치하는 레이다는 제1항 각호(제8호 나목, 마목 및 바목을 제외한다)에 의한 조건 외에 다음 각 호의 조건에 적합하여야 한다.

1. 전원 인가 후 4분 이내에 정상 동작할 수 있어야 하며, 또한 정상 동작이 가능하도록 준비된 상태에서 5초 이내에 정상 동작할 수 있을 것 ⇒ MSC.192(79) 5.8

5.8 Radar Availability

The radar equipment should be fully operational (RUN status) within 4 minutes after switch ON from cold. A STANDBY condition should be provided, in which there is no operational radar transmission. The radar should be fully operational within 5 sec from the standby condition.

2. 표시기는 다음의 조건에 적합할 것

가. 레이다를 올바르게 동작시키기 위해서 필요한 신호 이외의 신호를 수신했을 경우에는 해당 신호를 억제할 수 있는 기능을 가질 것

나. 수동 및 자동으로 반사파에 의한 불필요한 표시를 감소시키는 기능을 가질 것

다. 허상은 될 수 있는 한 표시되지 않을 것

~~라. 선박 크기별로 다음과 같은 기능을 가질 것~~ ⇒ MSC.192(79) 2항

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

TABLE 2

Minimum detection ranges in clutter-free conditions

Target Description	Target Feature	Detection Range in NM[6]	
Target description[5]	Height above sea level in metres	X-Band NM	S-Band NM
Shorelines	Rising to 60	20	20
Shorelines	Rising to 6	8	8
Shorelines	Rising to 3	6	6
SOLAS ships (>5,000 gross tonnage)	10	11	11
SOLAS ships (>500 gross tonnage)	5.0	8	8
Small vessel with radar reflector meeting IMO Performance Standards[1]	4.0	5.0	3.7
Navigation buoy with corner reflector[2]	3.5	4.9	3.6
Typical Navigation buoy[3]	3.5	4.6	3.0
Small vessel of length 10 m with no radar reflector[4]	2.0	3.4	3.0

3. 안테나는 방위각 360도에 걸쳐 연속하여 자동적으로 매분 20회 이상 회전할 것 ~~또한 상대풍속이 51.4m/s의 상태에서도 지장 없이 동작할 것~~

4. 탐지 성능은 다음의 조건에 적합할 것

가. 10회의 주사로 적어도 8회의 주사가 물표(지시기의 화면상에 표시되는 해상의 물체를 말한다. 이하 동일)를 표시할 수 있어야 하며 물표의 탐지 오류율은 1만 분의 일 이하로 안테나가 해면으로부터 15m 높이인 경우에 다음의 목표를 명확히 표시할 수 있을 것 ⇒ MSC.192(79) 5.3.1.1

5.3.1.1 ***Detection in Clear Conditions***

In the absence of clutter, for long range target and shoreline detection, the requirement for the radar system is based on normal propagation conditions, in the absence of sea clutter, precipitation and evaporation duct, with an antenna height of 15 m above sea level.

Based on:

- an indication of the target in at least 8 out of 10 scans or equivalent; and
- a probability of a radar detection false alarm of 10^{-4},

the requirement contained in Table 2 should be met as specified for X-Band and S-Band equipment.

The detection performance should be achieved using the smallest antenna that is supplied with the radar system.

Recognizing the high relative speeds possible between own ship and target, the equipment should be specified and approved as being suitable for classes of ship having normal (<30 kn) or high (>30 kn) own ship speeds (100 kn and 140 kn relative speeds respectively).

~~(1) 20NM의 거리에 있는 해면으로부터의 높이가 60m인 암벽~~

~~(2) 8NM의 거리에 있는 해면으로부터의 높이가 6m인 암벽~~

(3) 6NM의 거리에 있는 해면으로부터의 높이가 3m인 암벽

~~(4) 11NM의 거리에 있는 해면으로부터의 높이가 10m인 총 톤수 5,000톤 이상인 선박~~

(5) 8NM의 거리에 있는 해면으로부터의 높이가 5m인 총톤수 500톤 이상인 선박

나. 3㎓대의 주파수를 사용하는 레이다는 가목의 (1)에서 (5)까지 이외에 다음의 목표물을 명확하게 표시할 수 있을 것

~~(1) 3.7NM의 거리에 있는 해면으로부터의 높이가 4m인 레이다 반사기를 설치한 선박~~

~~(2) 3.6NM의 거리에 있는 해면으로부터의 높이가 3.5m인 레이다 반사기를 설치한 항로용 부이~~

(3) 3NM의 거리에 있는 해면으로부터의 높이가 3.5m인 항로용 부이

(4) 3NM의 거리에 있는 해면으로부터의 높이가 2m인 레이다 반사기를 설치하지 않은 길이 10m의 선박

다. 9㎓대의 주파수를 사용하는 레이다는 다음의 조건에 적합할 것

(1) 가목의 (1)에서 (5)까지 이외에 다음의 목표물을 명확하게 표시할 수 있을 것

~~(가) 5NM의 거리에 있는 해면으로부터의 높이가 4m인 레이다 반사기를 설치한 선박~~

~~(나) 4.9NM의 거리에 있는 해면으로부터의 높이가 3.5m인 레이다 반사기를 설치한 항로용 부이~~

(다) 4.6NM의 거리에 있는 해면으로부터의 높이가 3.5m인 항로용 부이

(라) 3.4NM의 거리에 있는 해면으로부터의 높이가 2m인 레이다 반사기를 설치하지 않은 길이 10m의 선박

(2) 9㎓대의 주파수를 사용하는 레이다 항공표지와 수색 구조용 레이다 트랜스폰더로부터의 신호를 탐지할 수 있을 것 ⇒ MSC.192(79) 5.3.4

5.3.4 ***Operation with SARTs and Radar Beacons***

5.3.4.1 The X-Band radar system should be capable of detecting radar beacons in the relevant frequency band.

5.3.4.2 The X-Band radar system should be capable of detecting SARTs and radar target enhancers.

5. 분해능은 다음의 조건에 적합할 것

가. ~~1.5NM의~~ 500m의 거리범위에서 방위각 2.5도 이내에 있고 또한 그 거리범위 거리의 2분의 1 이상의 같은 거리에 있는 두개의 목표를 구별하여 표시할 수 있을 것

나. ~~1.5NM 이하의~~ 500m의 거리범위에서 동일방위에 있고 또한 그 거리범위 거리의 2분의 1 이상의 거리에 있는 상호 40m 떨어진 두 개의 목표를 구별하여 표시할 수 있을 것

6. 전파가 발사되지 않는 범위를 임의로 설정할 수 있는 기능을 가질 것

7. 선박의 측정 기준점을 설정할 수 있는 기능을 가질 것

8. 레이다 성능의 저하를 확인할 수 있는 기능을 가질 것

9. 목표인 물표가 존재하지 않는 경우에도 동작을 확인할 수 있는 기능을 가질 것

10. 목표인 물표를 수동 또는 자동(총톤수 10,000톤 이상의 선박인 경우에는 수동 및 자동)으로 탐지할 수 있어야 하며 탐지한 물표를 자동적으로 추적 할 수 있는 기능을 가질 것

11. 다음에 명시한 장치와 연동해서 방위, 위치, 선박 식별 등의 정보를 얻을 수 있을 것

(1) 자이로컴퍼스(진방위를 기준으로 한 선수, 방위를 표시하는 기기) 또는 선수방위 전달 장치(위성항행시스템으로부터 얻을 수 있는 선수의 방위를 검출하는 장치)

(2) 선속거리계(배의 속력 또는 거리를 측정하는 장치)

(3) 위성항행시스템

(4) 선박자동식별장치

12. 총톤수 10,000톤 이상의 선박에 설치하는 레이다는 선박의 항행을 예측하기 위한 기능을 가질 것

13. 총톤수 3,000톤 이상의 선박에 설치하는 2대의 레이다는 독립 또는 동시에 사용할 수 있을 것

③ 제1항 또는 제2항을 적용할 수 없는 레이다의 경우에는 다음 각 호의 조건을 적용한다.

1. 안테나공급전력은 10㎾(첨두전력) 이하일 것

2. 제1항제1호에서 제7호까지의 조건에 적합할 것

3. 표시기는 화면에 나타나는 불필요한 표시로서 눈 또는 비에 의한 것과 해면에 의한 것을 감소시키는 장치를 가질 것

4. 표시기는 선수방향을 표시할 수 있을 것(극좌표에 의한 표시방식인 경우에 한한다)

5. 500m의 거리에서 다음과 같은 방위분해능을 가질 것

   가. 방위각 5도 이내의 같은 거리에 있는 두 개의 목표를 구별하여 표시할 수 있을 것

   나. 동일방위에 있고 서로 150m 떨어진 두개의 목표를 구별하여 표시할 수 있을 것

6. 다음과 같은 정밀도를 가질 것

   가. 표시기 화면 가장자리에 표시되는 목표의 방위를 5도 이내의 오차로 측정할 수 있을 것

   나. 고정하여 표시된 거리환상의 목표를 표시하고 해당 선박과 그 목표와의 사이의 거리를 측정하는 경우에 있어서, 그 거리를 현재 사용하고 있는 거리범위 수치의 10% 또는 150m 중 어느 것이든 큰 수치 이내의 오차로 측정할 수 있을 것

~~7. 해당 선박이 옆으로 10도 경사되고, 안테나가 해면에서 5m의 높이에 있을 경우에도 1NM의 거리에서 유효반사면적 10㎡의 부표를 표시할 수 있을 것~~

[부록 2] 드론 개요 및 공격 사례

드론의 정의 및 다양한 분류 기준을 체계적으로 정리하고, 주요 활용 분야를 소개한다. 또한 세계 드론 시장 현황과 전망을 분석하고, 정책적 지원 및 상용화 추진 현황을 종합하였다. 아울러 드론 공격 및 침투 사례와 특징을 검토하였다.

1) 드론개요

가) 정의

드론(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)은 조종사가 탑승하지 않고 원격 조정 또는 자율 비행 방식으로 운용되는 항공기를 의미한다. 일반적으로 영상 촬영, 물류 운송, 감시·정찰, 재난 대응 등 다양한 목적에 활용되며, 크기와 성능, 비행 방식에 따라 설계가 다양하다. 드론은 비행체와 통신·제어 시스템으로 구성되며, 임무 수행에 따라 센서, 카메라, 통신장비 등을 탑재할 수 있다.

최근의 무인기(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)란, 항공기에 조종사가 탑승하지 않고 자동 또는 원격으로 비행이 가능하며, 1회용 또는 회수할 수 있어야 한다고 규정되어 있다.

이외에도 플랫폼 위주의 의미를 갖는 무인기 대신 통합된 체계임을 강조하기 위해 무인기체계(UAS: Unmanned Aircraft System)로도 표현되는데, 이는 운용 목적과 모델에 따라 상이할 수 있으나, 일반적으로 항공기의 기체에 통신장비와 감지기 등의 임무장비를 탑재시킬 수 있는 비행체와, 통신에 의하여 비행체를 조종 통제할 수 있도록 설계된 통제장비, 감지기와 같이 임무를 위해 무인기에 탑재되는 임무장비, 무인기의 운용에 필요한 분석, 정비 등에 활용되는 지원 장비로 구성되어 하나의 시스템에 운용되는 장비를 통칭한다.

또한, 미 공군이나 국제민간항공기구(International Civil Aviation Organization; ICAO)에서는 무인기를 원격조종항공기(Remotely Piloted Aircraft; RPA)라고도 지칭하나, 1990년대 말에 이르러서는 무인기(UAV)를 실제 전투에 이용하자는 개념으로 무인전투기(UCAV: Uninhabited Combat Air Vehicle)라는 명칭이 등장하였다.

민간 용도로도 그 사용 범위가 넓어지는 추세인데 실례로 원자력 사고 방지, 불법 행위 감시, 야생동물 보호, 기상 관측, 통신 중계, 농약 살포 등 다양한 용도로 개발·활용되고 있다. 현재 이스라엘의 경우 세계 최고 수준의 UAV기술을 보유하고 있고, 미국의 경우 2010년부터 미 공군력의 1/3을 무인

전투기를 포함한 무인기로 대체하고 있다.

무인기는 자율비행이 가능하다는 점에서 외부조종사가 직접 조종하는 원격조종항공기와는 차이가 있으며, 일단 비행을 개시한 후에는 목표물과 같이 파괴되는 미사일과는 달리 기본적으로 회수가 가능하여 반복적으로 임무에 투입될 수 있다는 차이가 있다.

오늘날의 무인기는 자신의 위치, 속도, 자세를 측정하고 주어진 임무에 맞는 최적의 경로를 스스로 생성하고, 이를 따라서 비행하며 자체적으로 고장을 진단하고 대응하는 매우 높은 수준의 자율성을 가지고 있다. 최근에는 위성항법장치와 센서·카메라 등을 장착한 민간용 드론이 개발돼 물자수송·교통관제·보안 등의 분야로 이용 범위가 확대되고 있다.

최근에 일반화된 드론은 '사람이 탑승하지 않는 항공기'로 정의되어 사용 중이며, 사용목적과 크기, 형태에 따라 다양한 형태와 기계요소로 구성되어 있다. 그러나 2016년 초 중국의 이항이 드론을 이용한 택시를 구상하고 시험 운항허가를 미국에서 얻는 등 드론의 개념은 무한 변신중으로 보여진다.

[그림] 다양한 무인기(UAV: Unmanned Aerial Vehicle) 이미지

자료 : 국토교통 창조경제 R&D포털 (www.landmark.re.kr)

나) 분류

아직 국제적인 드론의 분류 기준은 없으며 국가마다 적용하는 중량기준 또한 서로 다르다. 가장 보편적인 드론의 분류기준은 군사적 용도에 따른 분류, 비행반경에 따른 분류, 비행고도에 따른 분류, 크기에 따른 분류, 비행/임무수행 방식별 분류, 이착륙방식별 분류로 구분할 수 있다.

이외에도 드론이 멀티콥터의 일종이라는 특성으로 인해, 프로펠러의 수와 배치 형상에 따라 이름이 붙여지기도 하며, 이 멀티콥터에는 트리콥터, 쿼드콥터, X콥터, Y4콥터, 헥사콥터, Y6콥터 등으로 나누어진다.

멀티콥터의 일종인 쿼드콥터는 말 그대로 쿼드, 즉 4개의 프로펠러가 달린 헬리콥터이다. 멀티콥터는 로터(발전기, 전동기 등의 회전 기계에서 회전하는 부분)의 개수를 늘려 안정적으로 비행할 수 있는 일종의 항공기다. 일반적으로 쿼드콥터가 많이 쓰이는데, 이는 관리가 편하기 때문이다.

최근 헥사콥터, 옥타콥터 등의 멀티콥터가 다양한 측면에서 활용되고 있는 추세이다. 쿼드콥터는 다양한 명칭으로 불리는데 공식 명칭은 쿼드로콥터(Quad Rotor type Helicopter의 합성어)이다. 쿼드콥터에는 다수의 프로펠러가 장착돼 있어 기존 헬리콥터처럼 로터가 하나만 망가져도 곧바로 추락하지 않는데다가 다른 비행체보다 안정적이고 제어도 쉬어 큰 주목을 받고 있다. 특히 최근에는 쿼드콥터가 IT와 융합하면서 스마트폰으로 조정이 가능하고 영상 데이터까지 송수신하게 되는 등 점차 활용 분야가 넓어지는 추세이다.

최근에는 발전된 전자 제어시스템과 센서 덕분에 조작이 훨씬 쉬워지면서 UAV 형태의 쿼드콥터가 등장하기에 이르렀으며, 좁은 공간에서 운동 능력은 헬리콥터를 능가할 정도가 되었다.

○ 군사적 용도에 따른 분류

전술 무인항공기는 전술적 목적으로 사용하는 무인항공기로서, 순항거리 기준으로는 근거리이하, 고도기준으로는 중고도 이하의 무인항공기가 이에 해당한다. 전략 무인항공기는 전략적 목적으로 사용하는 무인항공기로서, 고고도 장기체공 능력이 요구된다. 특수임무 무인항공기는 무인전투기, 공격용 무인항공기, 교란용 무인항공기 등이 있다.

[그림] 세계의 주요 군사용 무인기

자료 : 조선일보

○ 비행반경에 따른 분류

운용 거리에 따른 무인기는 근거리(50km 이하), 단거거리(50~200km 이하), 중거리(200~650km 이하), 장거리(650~3000km 이상)로 분류된다.

- 근거리 무인항공기(CL:Close Range)는 약 50km 이내에서 활동할 수 있으며 사단급 이하부대를 지원하는 전술 무인항공기이다.
- 단거리 무인항공기(SR: Short Range)는 약 200km 이내에서 활동할 수 있으며 군단급 이하부대를 지원하는 무인항공기이다.
- 중거리 무인항공기(MR: Medium Range)는 약 650km 이내에서 활동할 수 있는 무인항공기이다.
- 장거리 체공형(LR: Long Range)는 약 3000km 내외에서 활동할 수 있으며 전략정보지원임무를 수행한다.

[표] 운용거리에 의한 무인기 분류

구 분	비행반경	특 징
근거리 무인기 (CL: Close Range)	약 50km 이내	사단급 이하 부대를 지원하는 전술 무인기
단거리 무인기 (SR: Short Range)	약 200km 이내	군단급 이하 부대를 지원
중거리 무인기 (MR: Medium Range)	약 650km 이내	미군은 F-4정찰기를 대체 예정
장거리 체공형 (LR: Long Range)	약 3000km 내외	전략 정보 지원. 미군의 경우 SR-71을 대체 예정

자료 : 무인기 테러의 대응방안(2012)

○ 비행고도에 따른 분류

운용고도에 따라서는 저고도(3km 이하), 중고도(3~10km), 고고도(10km 이상)로 분류된다.

- 군사적 측면에서 운용고도는 무인기 선택의 중요한 기준이며, 적으로부터의 발각과 공격을 피하기 위해서 고고도에서의 운용성이 요구되고 있다.
- 저고도 무인항공기(Low Altitude UAV) 는 6,200m(20,000ft) 이하의 무인항공기로서 저고도 비행을 하며 전자광학 카메라, 적외선 감지기 등을 탑재한다.
- 중고도 체공형 무인항공기(MAE: Medium Altitude Endurance)는 13,950m(45,000ft) 이하의 무인항공기로서 대류권 비행을 하며 전자 광학 카메라, 레이더 합성 카메라 등을 탑재한다.
- 고고도 체공형 무인항공기(HALE: High Altitude Endurance) 는 13,950m(45,000ft) 이상의 무인항공기로서 성층권을 비행하며 레이더 합성 카메라 등을 탑재한다.

[표] 운용 고도별 무인기 분류

구 분	비행 고도	영상정보 탑재장비
저고도 무인기 (Low Altitude UAV)	20,000 ft 이하 저고도 비행	전자광학 카메라, 적외선 감지기 등
중고도 체공형 무인기 (MAE: Medium Altitude Endurance	45,000 ft 이하 대류권 비행	전자 광학 카메라, 레이더 합성 카메라 등
고고도 체공형 무인기 (HAE: High Altitude Endurance)	45,000 ft 이상 성층권 비행	레이더 합성 카메라 등

자료 : 무인기 테러의 대응방안

○ 크기에 따른 분류

크기에 따라서는 15cm 이하의 초소형 무인기부터 20m 이상의 대형무인기로 분류될 수 있다. 초소형 무인기(MAV: Micro-Air Vehicle)의 크기는 15cm 이내 1인이 손으로 던져서 운용한다. 소형 무인기(Mini-UAV)는 1~2명이 휴대하면서 운용한다.

중소형 무인기(OAV: Organic Aerial Vehicle)는 차량 1대에 장비 및 운용자가 탑재되어 이동하면서 운용한다. 중형 무인기는 SR 급 이상의 무인기이며, 대형 무인기는 MR 급 이상의 무인기이다.

[표] 사이즈별 무인기 분류

구 분	크 기	특 징
초소형 무인기 (MAV: Micro-Air Vehicle)	15Cm 이내	1인이 손으로 던져서 운용
소형 무인기(Mini-UAV)	1~3m	1~2명이 휴대하면서 운용
중 소형 무인기 (OAV: Organic Aerial Vehicle)	3~10m	차량 1대에 장비 및 운용자가 탑재되어 이동하면서 운용
중형 무인기	10~20m	SR(Short Range)급 이상의 무인기
대형 무인기	20m 이상	MR(Middle Rage)급 이상의 무인기

자료 : 무인기 테러의 대응방안

<초소형>

<소형>

< 중형>

<대형>

○ 비행·임무 따른 분류

임무에 의한 분류는 Drone, RPV, VTOL, MAV에 따라 분류할 수 있다. 정찰기는 초기의 무인정찰기 형태로서 발사된 후부터는 인위적인 조종 없이 사전에 프로그램 된 비행경로를 따라 비행하며 장착된 카메라로 촬영하고, 비행이 끝난 후 녹화된 VCR 테임을 회수하여 정보를 얻는다. 공격기는 현재에도 적 레이더 방공망 파괴에 많이 쓰이는 형태의 무인 공격기로 일정한 상공에서 비행을 하다 적 레이더가 작동하면 레이더 신호를 따라가 자폭한다. 초소형 비행체는 소형 비행체로서 휴대용 정찰, 촬영, 물류의 수단으로서 활발히 개발되고 있다.

[표] 임무에 의한 무인기 분류

구 분		설 명
Drone	정찰기	초기의 무인정찰기 형태로서 발사된 후부터는 인위적이 조종 없이 사전에 프로그램된 비행로를 따라 비행하면서 카메라로 촬영한 후 녹화된 VCR 테잎을 회수하여 분석한다.
	공격기	현재에도 적 레이더 방공망 파괴에 많이 쓰이는 형태의 무인 공격기로서 일정한 상공에서 비행을 하다가 적 레이더가 작동하면 레이더 신호를 따라가서 자폭한다.
RPV (remotely piloted vehicle)	정찰기	통제소 가시거리 내에서 원격조종하여 실시간에 표적 정보를 수집하기 위한 무인기시스템.
	폭격기	통제형태는 정찰기와 같으나 탑재장비로 폭탄을 탑재하여 표적지역에 투하한다.
	전투기	현재의 유인 전투기를 대신하기 위해 개발 중인 전술 무인기
	표적기	방공포나 전투기의 훈련을 위해 표적으로 사용되는 무인기
VTOL (Vertical Take-off and landing)	무인 헬기	RPV의 경우 이착륙을 위한 장소의 제약이 많았으나 수직 이착륙기의 경우 이러한 제한사항을 상당히 해소시킬 수 있다.
MAV (micro air vehicles)	초소형 비행체	소형 비행체로서 휴대용 정찰 수단으로서 활발히 개발되고 있다.

자료 : 무인기 테러의 대응방안

○ 이착륙방식별 분류

지상 활주 이륙은 양호한 활주로가 가용할 경우만 이륙할 수 있다. 발사대 이륙은 활주로가 없거나 주변 장애물로 인해 활주 이륙이 불가할 경우 이를 극복하기 위해 고안된 방식이다.

공중 투하 방식은 타 수송용 항공기에 의해 일정지역까지 운송된 후 공중에서 투하되는 방식이다. 지상 활주 착륙은 양호한 활주로가 가용하고, 주변 지형이나 장애물이 활주 착륙에 적합한 경우에 사용되는 방식으로 착륙 활주거리를 짧게 하기위해 훅을 사용하거나, 바퀴에 브레이크 장치를 한다. 낙하산 전개 착륙은 지형이 활주 착륙에 부적합하거나, 엔진 고장 등의 비상 상황 발생 시 사용한다.

○ 비행체 형태별 분류

무인기를 형태로 구분하면, 고정익형, 회전익형, 수직이착륙형으로 구분할 수 있다.

[그림] 무인기 형태별 분류

<고정익형>

<회전익형>

<수직이착륙형>

○ 무게에 따른 분류

가장 보편적인 무인기 분류기준이나, 아직까지 국제적인 중량기준은 없으며 국가마다 적용하는 중량기준 또한 상이하다. 유럽의 경우 일반적으로 Model Aircraft, 150kg 이하의 소형 무인기, 150kg을 초과하는 대형 무인기 3단계로 구분하고 있다.

[표] 무게 기준에 따른 무인기 분류

구 분	무게 범위(kg)	무인기
무선조종 모형항공기 (modelaircraft)	나라마다 12, 20, 25, 30, 35kg 이하 등 기준이 다양	·엔진배기량 50CC 이하 ·레크리에이션, 스포츠, 레저 용도에 한정 ·조종자는 외부조종자이어야 하고 시야범위 내(LineofSight)에서만 비행 ·기계적으로 조종하도록 되어 있어야 하고 인간을 비롯한 살아있는 생물체 탑승 금지
소형 UAV	150kg 이하	·지표면 400ft내에서만 비행 ·외부조종사의 육안범위(500m)내에서 비행 ·최대 속도는 70kts로 제한 ·운동에너지가 95kJ(KiloJoules)을 초과해서는 안됨
대형 UAV	150kg 초과	·일반적으로 형식승인 필요

자료 : 정책연구정보서비스

○ 성능 기준에 따른 분류

무인기 성능 분류는 아직 세계적으로 공식 인정되어 통용되고 있는 분류기준은 없으며 국가별 또는 기관별로 다르다.

과거 미국 국방부 임무요구서의 분류기준에 의해 비행반경, 체공시간, 비행고

도에 따라 근거리, 단거리, 중거리, 장거리 체공형의 네 가지로 구분 하였으나, 최근 성능이 향상되고 다양한 무인기가 등장하면서 다음과 같은 몇 가지 기준을 추가하여 보다 세분화된 분류기준을 적용하고 있다.

- 초소형(Micro) : 미국 임무요구서 기준에 따르면 근거리 이하의 것으로서 1인이 운용할 수 있으며, 비행체의 크기는 15cm 이하, 운용반경 10km 미만, 비행시간 1시간 미만인 무인기
- 소형(Mini) : 운용반경은 10km 미만이지만 비행시간이 2~5시간인 무인기

JPO(Joint UAV Program Office) 및 UVSI의 분류기준에서 MRE(Medium Range Endurance), LAPD(Low Altitude Deep Penetration), LALE(Low Altitude Long Endurance), MALE(Medium Altitude Long Endurance)를 채택하여 추가 적용하였다.

[표] 성능 기준에 따른 무인기 분류

구분	비행거리(km)	비행고도(m)	체공시간(h)	이륙중량(kg)
Micro	<10	250	1	<5
Mini	<10	150-300	<2	<30
CR(Close Range)	10-30	3.000	2-4	150
SR(Short Range)	30-70	3.000	3-6	200
MR(Medium Range)	70-200	5.000	6-10	1,250
MRE(Medium Range Endurance)	> 500	8.000	10-18	1,250
LADP(Low Altitude Deep Penetration)	> 250	50-9,00	0.5-1	350
LALE(Low Altitude Long Endurance)	> 500	3.000	>24	<30
MALE(Medium Altitude Long Endurance)	> 500	14,000	24-28	1,500
HALE(High Altitude Long Endurance)	>2,000	20,000	24-48	4,500

○ 익면하중(Wing Loading)에 따른 분류

무인기 분류에 있어서 익면하중은 또 다른 유용한 기준이며, 익면하중은 무인기 전체 무게를 날개면적으로 나눈 값이다.

[표] 익면하중에 따른 분류

구 분	익면하중(kg/m2)	무인기
Low	<50	Seeker
Medium	50-100	X-45
High	>100	GlobalHawk

다) 주요 활용분야

드론 가격이 대폭 낮아지면서 영화 촬영, 택배, 재난 관리 등 민간 및 공공 분야에서의 수요가 급증하고 있으며, 다양한 분야에서의 응용사례가 발표되고 있고, 새로운 용도에 맞는 드론이 개발되는 등 선순환이 이어지면서 미래를 이끌 신산업으로 성장해 가고 있다.

[표] 드론의 주요 활용범위

택배용 드론	정밀농업용 드론	화물용 무인항공기
- DHL, 아마존, 구글 등이 택배용 드론 개발 중	- AUVSI, 2025년 정밀농업용 드론의 세계 민간 무인기 시장 80% 이상 점유율 예측	- FedEX 등 물류 회사는 화물용 무인항공기에 대한 수요 지속
- 시계 외 비행을 위한 장거리 통신 항법기술, 장시간 비행을 위한 동력원기술, 정밀비행 제어 기술 등	- 탑재 초분광 카메라 기술, 매핑 기술, 최적비행기술, UGV 통합 기술 등	- 대형무인기 설계 기술, 무인기 유인공역 비행 기술, cockpit 자동화 기술 등

자료: Power Review 드론편 (한국인터넷진흥원).

2) 세계 드론 관련 시장 전망

가) 글로벌 드론 서비스 시장규모와 전망

Markets&Markets 조사 결과에 따르면 전 세계 드론 서비스 시장은 2019년 44억 3,000만 달러에서 연평균 성장률 55.9%로 증가하여, 2025년에는 636억 4,000만 달러에 이를 것으로 전망된다.

[그림] 글로벌 드론 서비스 시장 규모 및 전망

자료 : Markets&Markets, 연구개발특구진흥재단 재인용

나) 지역별 드론 서비스 시장규모와 전망

전 세계 드론 서비스 시장을 지역별로 살펴보면, 2019년을 기준으로 북미 지역이 55.3%로 가장 높은 점유율을 차지하였고, 유럽 지역이 29.0%, 아시아-태평양 지역이 9.6%, 중동 지역이 3.6%. 기타 지역이 2.5%로 나타난다.

북미 지역은 2019년 24억 4,700만 달러에서 연평균 성장률 54.50%로 증가하여, 2025년에는 332억 6,250만 달러에 이를 것으로 전망된다. 유럽 지역은 2019년 12억 8,260만 달러에서 연평균 성장률 57.80%로 증가하여, 2025년에는 197억 7,170만 달러에 이를 것으로 전망된다. 아시아-태평양 지역은 2019년 4억 2,680만 달러에서 연평균 성장률67.40%로 증가하여, 2025년에는 93억 7,990만 달러에 이를 것으로 전망된다. 중동 지역은 2019년 1억 6,120만 달러에서 연평균 성장률 35.10%로 증가하여, 2025년에는 9억 8,000만 달러에 이를 것으로 전망되며, 기타 지역은 2019년 1억 980만 달러에서 연평균 성장률 14.10%로 증가하여, 2025년에는 2억 4,180만 달러에 이를 것으로 전망된다.

한편, 독일의 2020년 드론 시장 규모는 총 8억 3,900만 유로로 2019년(5억 7,400만 유로)대비 약 46%나 증가했으며, 독일 무인항공협회는 독일 드론 시장이 2025년까지 연평균 14.5%의 성장률로 성장해 2025년에는 시장 규모가 약 16억 4,900만 유로에 달할 것으로 전망했다.

[그림] 독일 상업용·개인용 드론 시장 전망(단위: 백만 유로)

자료 : 독일부인항공협회, 코트라 재인용

다) 군용 드론 시장규모와 전망

(연구개발특구진흥재단, 유망시장 Issue Report – 군용드론(2021))

글로벌 군사용 드론 시장은 2020년 106.8억 달러에서 연평균 12.78% 성장하여 2028년에 261.2억 달러로 성장할 전망이다. 국경 분쟁 활동이 증가하고 여러 나라의 군사 지출이 증가하면서 시장 수요가 증가할 가능성이 높다. 2020년 6월, 라다크 지역에서는 인도-중국 양측에서 수천 명의 군대가 대립하고 있고, 드론 기술은 양국이 고도가 높은 지역에서 정찰 작전을 위해 무인 항공기를 사용하면서 중요한 역할을 수행하기 때문이다.

전 세계 국방비 지출은 미국, 중국, 인도, 러시아 등의 군사 강국을 중심으로 최근 몇 년 동안 기하급수적으로 증가하고 있다. SIPRI 보고서에 따르면 2019년 전 세계 국방비 지출은 전년 대비 7.2% 증가했고, 여러 국가의 안전과 보안을 보장하기 위해 방어 역량을 강화하는 데 초점을 맞추고 첨단 기술시스템에 대한 수요가 증가할 것으로 예상한다. 국경 지역에 대한 정보, 감시, 정찰 및 표적(ISRT) 시스템에 대한 투자가 급증하고 있으며, 이러한 요인은 글로벌 군사 무인 항공기 시장에 영향을 미칠 것으로 예상한다.

국내 드론 시장 규모는 2018년 기준 2,276억 원에서 매년 20.5% 성장하여 2024년까지 6,980억 원 규모로 급성장 전망이다. 아직 군수요 드론 분야가 훨씬 큰 비중을 차지하고 있으며, 민수용 드론 시장은 운용성·적합성 부족, 규제 등으로 인해 잠재력을 보유한 정도에 그친다. 저가·소형 드론 보급으로 신고 대수, 활용 사업체, 자격 취득 등 드론 활용 부문의 시장이 빠르게 형성되고

있으나 주로 소규모 운영이다. 2016년도 기준 세계 드론 산업의 0.98% 점유, 2026년까지 세계 시장 점유율 4.9%로 성장 전망되며 정부는 2026년까지 기술 경쟁력 수준 5위 목표이다. 따라서 국내 드론 시장은 군 수요를 중심으로 형성되어 2020년까지 군사 부문 무인항공기가 지배적이었지만 이후 산업 부문으로도 점차 확대될 전망이다.

라) 최근 국내 드론상용화 지원사업

드론 상용화 지원사업은 사회적 요구가 크고 조속한 사업화가 필요한 6개 분야*를 사전에 공지하여 사업자(드론기업)를 선정했다.

* ① 드론 활용 활성화 ② 드론 부품 국산화, ③ 해상 소형선박 드론 자율배송 상용화, ④ 무인기 통신 네트워크 기술 상용화, ⑤ 5G기반 드론레이싱 고속영상 전송기술 상용화, ⑥ e-드론스포츠 및 신종 드론게임 개발 및 활성화

드론 활용 상용화 분야에서 '니어스랩'은 미국 유타주 소방서에 납품할 화재식별 및 재난현장 매핑 솔루션 개발하고, '해양드론기술'은 참치어선에서 사용할 드론영상기반 AI 어군식별 탐지체계 고도화를 추진한다.

첨단 드론기술 개발에는 '탑스커뮤니케이션'이 작년 4월 국제표준화기구(ISO)가 제정한 드론데이터통신기술(UAAN) 기반 자율비행 충돌회피 장비를 개발하여 실증할 예정이며, '엑스드론'은 GPS 교란에도 비행할 수 있는 소형 GPS항재밍 장치를 개발한다.

외산 의존도가 높은 드론 부품의 국산화를 위하여 '모터이앤지'와 '모멘텀스페이스'는 각각 레저용과 배송용 기체에 사용할 드론 전용모터 국내 생산라인을 구축하며, '비이아이랩'은 드론전용 고효율 경량 리튬메탈배터리를 개발한다.

또한, '파블로항공'은 웹기반 e-드론레이싱 경기개발 및 대회 개최, '캠틱종합기술원'은 드론서바이벌게임 고도화 개발 등 드론레저 확산을 위한 신 드론게임을 개발한다.

국토교통부는 올해 드론실증도시 사업을 활용한 K-드론배송 상용화 사업을 통해, 드론배송 활성화에 필수적인 배송거점과 배달점 등 드론배송 인프라를 전국적으로 지속 확충해 나갈 계획이며, 이와 함께, 드론스포츠 대회 활성화 및 e-드론 스포츠 등 신종 드론게임 개발을 통해 드론레저산업을 육성하고, 국민들이 드론을 쉽게 체험하고 즐길 수 있는 기반 조성을 확대해 나갈 계획

이다.

3) 드론 정책발전 방안

가) 개요 및 배경

드론은 레저 생활과 산업을 넘어 감시·정찰과 타격을 감행하는 무기체계로 활용되고 있는 상황이다. 2022년 우크라이나 전쟁은 드론의 전략적 중요성을 여실히 증명하고 있다. 비용 대비 작전 수행의 효율성이 높은 드론은 전장은 물론 평시 정찰과 감시 등에 있어 더욱 활용될 것으로 예상된다.

드론에 관한 기존의 연구는 드론이 전쟁이나 테러에 활용된 사례나 그 대책에 집중하는 경향이 있다. 군사, 테러, 경찰, 재난 등과 관련된 학술단체나 연구단체를 중심으로 드론 공격에 따른 대처 방안을 모색하고 있다. 그러나 드론에 의한 침투와 정찰, 물리적 공격 등의 위협에 대응하기 위한 안티드론 정책을 국가안보 차원에서 전반적으로 검토하고 국가 차원의 대응방안을 모색하는 데에는 한계가 있다.

한편 정부는 국가중요시설에 대한 안티드론 보안대책을 마련하였으며 안티드론 기술 연구개발 등의 정책을 실행하고 있다. 또한 전파법을 개정하여 전파차단에 의한 드론 무력화 기술 사용에 대한 법적 기반을 마련하고 공항시설법을 개정하여 공항 주변 불법 드론 대응을 강화하고 있다.

그렇지만 정부의 안티드론 정책은 이를 구체적으로 수행하기 위한 실행체계나 거버넌스 구조의 정립에 한계가 있으며, 전파차단 이외의 드론 무력화 기술이나 공항시설 이외의 장소에서의 안티드론 활동에 대해서도 침묵하고 있다. 북한의 드론 침투를 포함하여 진화하고 있는 드론 공격으로부터 국가의 안전과 국민의 생명을 보호하기 위해 안티드론 정책의 발전과 법제 개선 방안에 관한 연구가 필요한 상황이다. 이하에서는 드론 공격 및 침투 사례를 살펴보고, 안티드론 정책 현황과 그 한계를 고찰한다.

나) 드론공격 및 침투사례와 특징

드론을 활용하여 적기지를 공격하거나 주요 기반시설에 대한 타격을 감행·시도한 사례나 드론 공격을 통해 상대국이나 적성국의 주요 인물에 대한 암살을 시도하거나 주요 관저에 드론이 충돌하는 사례 등 실제 드론 공격 사례를 소개한다.

○ 적기지를 공격, 주요 기반시설에 대한 타격

- 2023년 3월 23일 시리아 북동부 하사카에서 미군이 이끄는 연합군 기지 유지관리 시설물이 이란제 자폭 드론의 공격을 받아 부대 계약업자와 장병 등 7명이 사상
- 예멘 '후티반군'이 2022년 3월 20일 사우디 서남부 도시 지잔에 있는 아람코 시설에 드론 공격을 감행하여 생산 차질 발생
- 2019년 9월 예멘 '후티반군'이 10대의 드론으로 사우디 아람코 정유시설을 공격하여 화재가 발생하고 사우디 원유 생산량이 절반으로 감소하여 세계 경제에 타격
- 국내에서도 2019년 8월 부산 고리원전 주변에서 드론으로 추정되는 미확인 비행체 4대가 동시에 포착

○ 상대국이나 적성국의 주요 인물에 대한 암살을 시도

- 2018년 8월 6일 드론에 폭탄을 탑재하여 베네수엘라 대통령에 대한 암살 공격 시도 발생
- 2015년 4월 22일 일본 총리관저 옥상에 추락한 드론에서 방사성 물질인 세슘이 검출되었고, 2015년 1월 26일에는 미국 백악관 외벽에 드론이 충돌한 사태 발생

○ 우크라이나 전쟁과 드론 공격 사례

- 우크라이나 드론이 2023년 5월 30일 모스크바의 민간인 지역에 대한 공격을 감행하여 우크라이나 전쟁이 러시아 본토로 확산
- 우크라이나 드론 8대가 모스크바에 침입하여 공격을 감행함에 따라 빌딩이 파괴되고 민간인들이 대피
- 우크라이나 드론 5대는 방공망에 식별되어 격추되었으며 3대는 안티드론 재밍으로 통제력 상실
- 이에 앞서 러시아는 2023년 5월 28일 키이우(Kyiv)에 대해 개전 이후 최대 규모의 드론 공습을 감행
- 러시아 드론은 이란제로 밝혀졌으며, 우크라이나는 방공망을 통해 54대의 러시아 드론 가운데 52대를 격추
- 2023년 4월 29일 우크라이나 드론이 크림반도의 항구도시 세바스토폴에 있는 연료 저장 시설을 폭격
- 우크라이나 당국은 이 공격으로 러시아 흑해 함대가 사용하는 원유 4만톤이 저장된 탱크 10개가 소실되었다고 주장하였지만 러시아 측은 탱크 1개가 파괴되었다고 주장
- 러시아 당국은 2023년 5월초 우크라이나가 푸틴을 암살하기 위해 2대의 드론으로 모스크바 공격을 시도하였다고 비난

- 이는 5월 9일 승전기념일 행사를 앞두고 벌어진 것이며 러시아 군과 보안 당국이 2대의 드론을 무력화시켰다고 주장
- 우크라이나는 2022년 12월 5일 드론을 이용하여 러시아의 전략 폭격기 주둔지인 엥겔스 비행장을 폭격
- 이 공격으로 러시아 폭격기 2대가 파괴되고 3명의 군인이 사망하였으며, 4명이 부상당한 것으로 확인
- 우크라이나 전쟁에서 러시아와 우크라이나 양측은 군사작전 수행에 있어 드론을 효과적으로 사용
- 특히 우크라이나 드론에 의하여 러시아 탱크가 파괴되는 장면이 소셜미디어 등을 통해 확산되면서 드론의 활용도는 인지전까지 확대

○ 드론 공격의 장점과 한계

유인 전투기를 이용한 공격에 비하여 드론을 이용한 공격은 비용이 극히 저렴하고 사상자는 감소한다. 드론을 통한 공격은 전투기 공격시 발생할 수 있는 영공 통과 등과 같은 외교적 마찰을 회피할 수 있는 수단이기도 하며, 드론은 잠재적 표적 상공에서 지속적인 비행이 가능하기 때문에 효율적인 작전 수행이 가능하다는 장점이 있다.

반면 드론은 공대공 능력이나 방공 시스템에 대응할 수 있는 수단이 부족하며 이러한 능력을 향상시키기 위해서는 상당한 비용이 소요된다. 또한 과로와 스트레스에 따른 드론 조종사 확보와 운영의 어려움 존재하며, 드론과 원격 조종사를 연결하는 데이터 링크가 전파 방해, 해킹, 스푸핑 등에 노출될 수 있는 취약점 존재한다.

[부록 3] 무선충전기 시험방법(KS X 3123 부속서 L) 개정(안)

부속서 L
(규정)

전계강도 및 자계강도 무선기기 시험방법

L.1 일반사항

a) '신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준'(이하 기술기준)의 제5조, 제6조, 제7조제1항, 제7조제6항, 제8조제3항에 따른 무선설비에 적용한다.
b) 정격전압은 이 표준의 부속서 E(전파법 시행령 제25조제4호에 따른 무선설비의 정격전압 적용)를 따른다. 다만, 무선전력전송(WPT) 기기는 정격전압을 모두 지원하는 적합성평가를 받은 전원공급기(아답터)로 동작시켜 시험을 실시 할 수 있으며, 축전지나 충전지를 사용할 경우 추가로 시험을 실시한다.
c) 안테나 이득 및 시험단자는 이 표준의 부속서 F(전파법 시행령 제25조제4호에 따른 무선설비의 안테나 이득 및 시험단자 적용)를 따른다.
d) 불요발사 측정 시 피시험기기의 측정 축은 X, Y, Z 축 중에 기본파의 최대 값이 측정된 축에서 측정한다.
e) 불요발사는 해당 무선기능(RF) 동작 시 발생한 것만 적용하며, 불요발사와 기본파의 측정값을 비 교할 때는 15MHz 이하의 주파수에 대한 6π/λ을 적용하지 않은 값으로 한다.

L.2 시험 환경 조건

L.2.1 시험장의 조건

a) 표준 시험장은 야외 시험장으로 하며, 시험장이 갖추어야 할 조건은 KS C 9816-1-4를 만족시키는 시 험장으로 한다.
b) 표준 시험장의 이용이 여의치 않은 경우에는 대체 시험장에서 측정을 할 수 있으며, 대체 시험장이 갖추어야 할 조건은 KS C 9816-1-4를 따른다.

L.2.2 측정장비 조건

a) 측정수신기
- 1 000 MHz 이하 주파수 영역의 측정수신기는 KS C 9816-1-1의 4에 따른 준첨두 검파기를 사용한다.
- 1 000 MHz 이상 주파수 영역의 측정수신기는 KS C 9816-1-1의 5에 따른 첨두 검파기를 사용한다.

b) 안테나
- 30 MHz 이하 주파수 영역의 측정 안테나는 KS C 9816-1-1의 4.3.2에 따른 지름 0.6 m 이내의 루프 안테나를 사용한다.
- 30 MHz ~ 1 000 MHz 주파수 영역의 측정 안테나는 KS C 9816-1-1의 4.5.1에 따른 안테나를 사용한다.
- 1 000 MHz 이상 주파수 영역의 측정 안테나는 KS C 9816-1-1의 4.6에 따른 안테나를 사용한다.

L.2.3 피시험기기의 조건

a) 무선기기가 축전지나 충전지를 사용할 경우, 완전 충전상태이어야 하고 건전지를 이용할 경우에는 새건전지로 교체하여야 한다.
b) 시험주파수

– 무선기기의 사용주파수대역폭에 따라 시험주파수를 다음과 같이 적용하고, 단일주파수는 해당주파수에서 시험한다.

사용주파수대역폭	시험주파수
1 MHz 이하	사용대역에서 기본파의 전계강도 또는 자계강도가 최대인 주파수(채널) 1개 선택
1 MHz 초과 10 MHz 이하	사용대역의 처음과 마지막 주파수(채널) 2개 선택
10 MHz 초과	사용대역의 처음, 중간, 마지막 주파수(채널) 3개 선택

– 다만, 무선전력전송(WPT) 기기의기본파는정격출력(예: 5W, 7.5W, 10W, 15W 등)별로각각측정하고, 불요발사는기본파의전계강도가최대인정격출력에서측정한다.

c) 출력신호 변조조건

– 피시험기기의 출력 신호는 변조 신호를 사용하며 변조가 불가능할 경우에는 반송파를 사용할 수 있고 이를 시험 성적서에 명시하여야 한다.

[부록 4] 지표/벽투과 레이다 시험방법(안)

부속서 N
(규정)

지표투과레이다용 무선설비의 적합성 평가 항목별 시험방법

N.1) 일반사항 및 시험환경 조건

a) 지표 및 벽투과레이다 무선기기의 정상운용 시 의도된 신호의 방사는 지면/벽을 향하도록 한다.
b) 정격전압은 국가표준 KS X 3123 부속서 E(전파법 시행령 제25조제4호에 따른 무선설비의 정격전압 적용)를 따른다.
c) 전계강도 및 자계강도 측정은 이 표준의 부속서 L(전계강도 및 자계강도 무선기기 시험방법)을 따른다.
d) 표준 시험장은 방사시험을 위한 무반사실 (Anechoic chamber)로 하여, 시험환경을 아래 그림 4.6와 같이 구성한다.

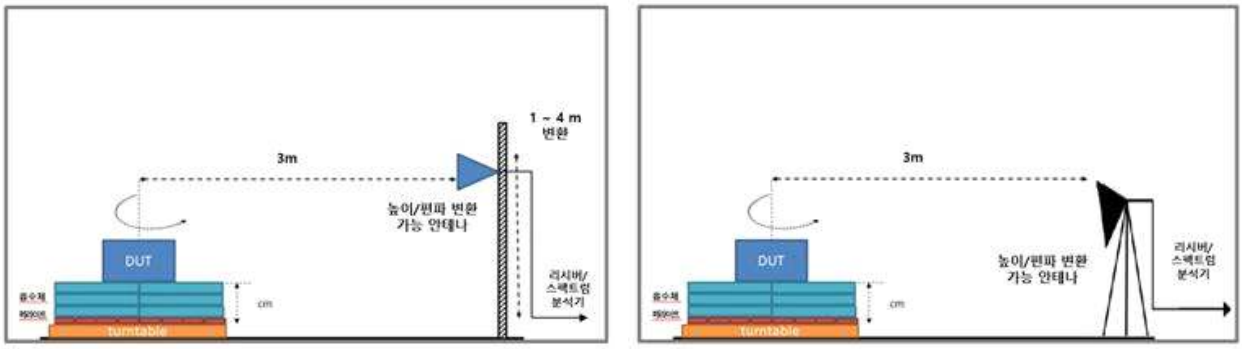


그림 4.6 1 ㎓ 이하(왼쪽) 및 1 ㎓ 이상(오른쪽) GPR/WPR 시험장 구성

이때, 지표 및 벽투과레이다 기기는 사용주파수 대역의 20dB 이상 성능의 비전도성의 흡수체 위에 위치해야 하며, 방사면은 흡수체의 아래 방향으로 한다. 또한 흡수체는 시험대상기기 전체가 거치될 수 있도록 충분히 커야 한다.(DUT 2.5cm 이상 이격) 지표 및 벽투과레이다 기기의 운용주파수 500 ㎒ 이하를 포함하는 경우는 시험대상기기 아래의 챔버 바닥면에 한 층의 저주파수 용 페라이트 타일을 배치한다.

※ 챔버 내 턴테이블을 기준으로 시험 대상기기 아래 흡수체 및 페라이트 타일을 설치하여 바닥과 거리를 이격해야 한다. 실제 기기 운용방식에 따라 지표면 접촉 방식(Gound-coupled)의 경우 지표면 이격거리에 대해 측정하고, 지표면 이격 방식(Air-Coupled)의 경우 지표면 이격거리(제조사 선언을 참고하여 10cm, 30cm, 50cm) 측정

1안) 측정 시 실제 GPR/WPR 운용 환경을 고려하여 바닥에서 측정한다.
2안) 측정 시 EMC 측정기준을 준용하여 80cm 높이를 맞춰 측정한다.
3안) 측정 시 실제 운용 환경을 고려하여 GPR 은 바닥에서, WPR 은 80cm 높이에서 측정한다. 단 GPR/WPR 겸용의 경우는 80cm 높이에서 측정한다.

N.2) 운용대역폭(Operational Bandwidth)의 측정

지표 및 벽투과레이다 기기의 운용대역폭의 측정을 위해 스펙트럼분석기의의 기본적인 설정을 아래 표 4.7과 같이 설정한다. 셋업에서 측정대상기기의 방사면을 측정 안테나로 향하도록 하여 충분한 신호를 수신할 수 있도록 해야 한다. 10회 이상의 스윕을 반복한 후, 출력이 최대인 주파수를 구해야 한다. 이 값을 중심으로 10 dB 낮은 상한 주파수와 하한 주파수를 구한다. 이때 전력 최대지점으로부터 10 dB 낮은 점이 복수로 측정되는 경우는 가장 바깥쪽의 값을 이용한다.

표 4.7 운영대역폭 측정을 위한 스펙트럼분석기 설정

중심주파수	측정대상기기 운용주파수
스윕 주파수폭	운용대역을 충분히 관찰할 수 있는 정도
분해능 대역폭	1 MHz 이상
비디오 대역폭	1 MHz 이상

[표 4.7] 계속

비디오 대역폭	분해능 대역폭의 1~ 3배
검출 모드	첨두 검출(Peak Detect)
표시 모드	최대값 유지(Max. Hold)
스윕 시간	자동
스윕 횟수	10회 이상

N,3) 불요발사의 측정

지표 및 벽투과레이다 기기의 충분한 신호레벨의 측정을 위하여 저잡음 증폭기를 사용할 수 있으며, 모든 측정에는 정상동작 신호가 사용되어야 한다. 1 ㎓이하 주파수의 측정 시 준첨두(quasi-peak) Detector를 사용한다. 1 ㎓ 이상 주파수의 측정 시에는 첨두값 검출(peak detector)을 사용한다. 스펙트럼분석기는 표 4.8과 같이 설정한다.

표 4.8. 불요발사 측정을 위한 스펙트럼분석기 설정

스윕 주파수폭	측정하고자 하는 주파수폭
분해능 대역폭	120 kHz (1 GHz 미만) / 1 MHz (1 GHz이상)
비디오 대역폭	분해능 대역폭의 1 ~ 3배
검출 모드	1 GHz 미만 : 준첨두(quasi-peak Detect) 1 GHz 이상 : 첨두 검출기(Peak Detect)
표시 모드	최대값 유지(Max. Hold)
스윕 시간 및 횟수	자동, 10회 이상

이때, 측정된 전력을 이용한 첨두전력(Peak Power)는 아래의 식(3)에 따라 계산될 수 있다.

$$Power_{peak} = P_m - G_R + L_C + L_{a.tten} - G_{Amp} + 20Log(4\pi\frac{D}{\lambda}) \quad \cdots\cdots \text{식 (3)}$$

여기서,

P_m = 측정된 전력.

G_R = 측정안테나의 이득, dBi.

L_C = 케이블 감쇄계수, dB.

$L_{a.tten}$ = 감쇄기 계수 (사용된경우), dB.

G_{Amp} = 외부 증폭기 계수 (사용된경우), dB.

D = 측정거리, m

N.3-1) GPS 대역 불요발사의 측정

GPS 운영 대역에서의 불요발사 측정은 <표4.9>와 같다

표 4.9. GPS불요발사 측정을 위한 스펙트럼분석기 설정

스윕 주파수폭	측정하고자 하는 주파수폭
분해능 대역폭	1 kHz
비디오 대역폭	분해능 대역폭의 1 ~ 3배
검출 모드	1 GHz 이상 : 첨두 검출기(Peak Detect)
표시 모드	최대값 유지(Max. Hold)
스윕 시간 및 횟수	자동, 10회 이상

N.4) 듀티사이클을 적용한 평균전력밀도 계산방법

지표 및 벽투과레이다 기기의 평균전력밀도는 앞에서 측정된 불요발사 결과를 전력으로 변환한 뒤 듀티사이클을 적용하여 계산할 수 있다. 펄스형 지표 및 벽투과레이다의 평균전력밀도를 결정할 때 식(4)와 식(5)를 사용한다.

평균전력밀도 = 최대전력 + 변환계수 ····· 식 (4)

변환계수 = 10log(PRF × τ) ····· 식 (5)

여기서,

τ = 펄스폭 = 1/단일펄스반송파의 -10 dB 대역폭

PRF = 제조사선언 펄스반복주파수

Step-Frequency 지표 및 벽투과레이다의 평균전력밀도를 결정할 때 식(6)과 식(7)를 사용한다.

평균전력밀도 = 최대전력 + 변환계수 ····· 식 (6)

변환계수 = 10log(DT/ST) ····· 식 (7)

여기서,

DT(Dwell Time)는 1 ㎒ 분해능대역폭을 사용한 최대전력주파수의 점유시간

ST(Scan Time)는 전체시퀀스 시간

Scan Time은 주파수 호핑 시스템의 사이클 타임과 동일하며, 송신기가 시퀀스의 첫 번째 주파수로 호핑 할 때마다의 간격

이때, 최대전력주파수의 점유시간 등의 측정을 위한 스펙트럼분석기 설정을 위하여 중심주파수를 반송주파수로 설정하고, 스윕 주파수폭은 0 Hz 로 한다. 이때, 분해능 대역폭은 1 MHz로 하고, 비디오 대역

폭은 분해능 대역폭과 같은 값으로 설정한다. 검출모드는 첨두값 검출모드 로하고 표시모드는 Clear Write 모드로 한다.

N.5) 최대방사전력밀도 측정방법

최대방사전력밀도 측정시 <표 5> 와 같이 설정한다.

표 5. 최대방사전력밀도 스펙트럼분석기 설정

스윕 주파수폭	측정하고자 하는 주파수폭
분해능 대역폭	50 MHz
비디오 대역폭	분해능 대역폭의 1 ~ 3배
검출 모드	1 GHz 이상 : 첨두 검출기(Peak Detect)
표시 모드	최대값 유지(Max. Hold)
스윕 시간 및 횟수	자동, 10회 이상

최대전력 밀도 측정시 50 MHz 분해능 대역폭의 적용이 불가인 경우, 분해능 대역폭을 변경하여 측정할 수 있으며, 1 MHz 이하로 설정하지 않도록 한다.
분해능 대역폭 변경이 필요시 아래 식(8)를 적용한다.

$$EIRP_{1MHz} = EIRP_{50MHz} + 20Log(\frac{1\,MHz}{50\,MHz}) = 0\,dBm + (-34\,dB) = -34\,dBm \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{식 (8)}$$

N.6) 비활성화 메커니즘 시험방법

지표투과레이다는 통신용도가 아니므로 기기의 의도적인 사용 시에는 자유공간을 향한 송신이 이뤄져서는 안되며, 이러한 상황이 발생하지 않도록 정상적인 사용 중단 시 기기가 비활성화가 되어야 한다. 이에 비활성화 메커니즘 요구사항을 준수해야하며, 그 내용은 <표 6>과 같다.

표 6. 비활성화 메커니즘 요구사항

휴대용으로 사용되며, 수동으로 동작되는 GPR/WPR의 경우, 수동으로 동작하는 비잠금 스위치를 사용해야 하며, 장비운용자로부터 사용이 중지되었을 때 기기가 10초 이내에 송신을 중단해야 한다
제어시스템으로 동작되는 제품의 경우, 사용이 중단되거나, 장비 운용자에 의하여 사용이 중지되었을 때 기기가 10초 이내에 송신을 중단해야 한다.

[부록 5] 무선설비 시험방법 개선을 위한 의견수렴 설문항목

[문1] 현재 무선설비 적합성평가 시험방법(시험절차 및 기준)에서 가장 불합리하거나 개선이 필요한 점은 무엇이라고 생각하십니까?(서술형)

예) 시험에 필요한 정보들이 여러 문서에 분산되어 있음

[문2] 현재 시험방법이 기술발전(신기술, 신제품 등장 등)을 반영하는 데 어려움이 있다고 느끼십니까? **(번호 :)**

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 그렇지 않다 ⑤ 전혀 그렇지 않다

⑥ 기타 (_____)

[문2-1] 위 문항에서 ① 매우 그렇다 / ② 그렇다 를 선택한 경우, 해당 시험 방법과 이유를 기재 바랍니다.

시험방법과 이유)

[문3] 현재 시험방법이 실제 시험 수행(장비 사용, 측정, 분석 등) 시 정확성을 충분히 보장한다고 생각하십니까? **(번호 :)**

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 그렇지 않다 ⑤ 전혀 그렇지 않다

⑥ 기타 (_____)

[문3-1] 위 문항에서 ④ 그렇지 않다 / ⑤ 전혀 그렇지 않다 를 선택한 경우, 해당 시험 방법과 이유를 기재 바랍니다.

시험방법과 이유)

[문4] 현재 시험방법이 실제 시험에 소요되는 시간대비 비효율적이라고 느낀 적이 있습니까? (번호 :)

① 자주 있다 ② 가끔 있다 ③ 거의 없다 ④ 전혀 없다

[문4-1] 위 문항에서 ① 자주 있다 / ② 가끔 있다 를 선택한 경우, 구체적인 사례를 기재 바랍니다.

예) 1. 무선설비 종류/ 해당 시험방법 / 이유 (1가지 이상)

[문5] 현재 시험방법 중 특정 시험 항목이 기술기준의 요구사항에 비해 과도하거나 불필요하다고 느낀 경험이 있습니까?(번호 :)

① 자주 있다 ② 가끔 있다 ③ 거의 없다 ④ 전혀 없다

[문5-1] 위 문항에서 ① 자주 있다 / ② 가끔 있다 를 선택한 경우, 구체적인 사례를 기재 바랍니다.

상기 문항에 대한 사례

[문6] 현재 시험방법 중 특정 시험 항목이 기술기준의 요구사항에 비해 미흡하거나 보완해야 할 점이 있다고 느낀 경험이 있습니까?(번호 :)

① 자주 있다 ② 가끔 있다 ③ 거의 없다 ④ 전혀 없다

[문6-1] 위 문항에서 ① 자주 있다 / ② 가끔 있다 를 선택한 경우, 구체적인 사례를 기재 바랍니다.

상기 문항에 대한 사례

[문7] 특정 무선설비 종류(예: Wi-Fi, LTE, Bluetooth 등) 시험 시 시험방법이 일반적이거나 모호하게 설명되어 있어 시험원 간 해석 차이가 발생한 경험이 있습니까?(번호 :)

① 자주 있다 ② 가끔 있다 ③ 거의 없다 ④ 전혀 없다

[문7-1] 위 문항에서 ① 자주 있다 / ② 가끔 있다 를 선택한 경우, 구체적인 사례를 기재 바랍니다.

예) 1. 무선설비 종류 / 시험방법 / 모호한 부분 / 실제 시행한 시험방법 (1가지 이상)

[문8] 시험방법이 구체적으로 명시되어 있음에도 불구하고 시험자 간 시험방법 및 결과 해석의 차이가 발생한 경험이 있습니까?(번호 :)

① 자주 있다 ② 가끔 있다 ③ 거의 없다 ④ 전혀 없다

[문8-1] 위 문항에서 ① 자주 있다 / ② 가끔 있다 를 선택한 경우, 구체적인 사례를 기재 바랍니다.

예) 1. 무선설비 종류 / 시험방법 / 시험 결과 / 발생 주요 원인 (1가지 이상)

[문9] 시험방법 개선 시 가장 우선적으로 고려해야 할 요소는 무엇이라고 생각하십니까? (복수 선택 가능)(번호 :)

① 시험 신뢰성 강화
② 시험 소요시간 단축
③ 비용 절감
④ 신기술 반영
⑤ 국제 규격 부합
⑥ 시험자 간 일관성 확보
⑦ 기타 (_____)

[문10] 적합성평가 시험방법의 표준화 및 국제 조화(국제규격 부합화 등)에 대한 필요성을 어떻게 평가하십니까?(번호 :)

① 매우 필요하다 ② 필요하다 ③ 보통이다 ④ 필요하지 않다 ⑤ 전혀 필요하지 않다
⑥ 기타 (_____)

[문11] 기술기준별(예: 해상업무용 무선설비의 기술기준, 항공업무용 무선설비의 기술기준)로 시험방법을 별도로 제정할 경우 예상되는 문제점은 무엇이라고 생각하십니까?(서술형)

[문11-1] 기술기준별 시험방법 제정 시 발생할 수 있는 시험 복잡성, 중복 시험, 시험시간 증가 등에 대해 우려가 있으십니까?(번호 :)

① 매우 우려된다 ② 다소 우려된다 ③ 보통이다 ④ 거의 없다 ⑤ 전혀 없다
⑥ 기타 (_____)

[문11-2] 기술기준별로 세분화된 시험방법이 현재 시험방법 보다 시험의 정확성과 신뢰성 향상에 도움이 된다고 생각하십니까?(번호 :)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 그렇지 않다 ⑤ 전혀 그렇지 않다
⑥ 기타 (_____)

[문12] 기자재별(예: 레이다, RFID, 블루투스 기기 등)로 시험방법을 별도로 제정할 경우 예상되는 문제점은 무엇이라고 생각하십니까?(서술형)

[문12-1] 기자재별 시험방법 제정 시 발생할 수 있는 시험 복잡성, 중복 시험, 시험시간 증가 등에 대해 우려가 있으십니까?(번호 :)

① 매우 우려된다 ② 다소 우려된다 ③ 보통이다 ④ 거의 없다 ⑤ 전혀 없다
⑥ 기타 (_____)

[문12-2] 기자재별로 세분화된 시험방법이 현재 시험방법 보다 시험의 정확성과 신뢰성 향상에 도움이 된다고 생각하십니까?(번호 :)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 그렇지 않다 ⑤ 전혀 그렇지 않다
⑥ 기타 (_____)

[문13] 시험방법 개정 또는 기술기준별·기자재별 시험방법 신설 시, 시험원 대상 교육이나 가이드라인 제공이 필수적이라고 생각하십니까?(번호 :)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 그렇지 않다 ⑤ 전혀 그렇지 않다

⑥ 기타 (_____)

[문14] 시험방법 개정 시, 어느 정도의 유예기간이 필요하다고 생각하십니까?(번호 :)

① 필요없음 ② 6개월 이내 ③ 6개월 ~ 12개월 ④ 1년 이상 ⑤ 기타 (_____)

[문15] 시험방법 개선을 위해 추가적으로 고려해야 할 사항이나 자유롭게 제안하고 싶은 사항이 있다면 작성해 주십시오.(서술형)

[부록 6] 무선설비 시험방법 개선 설문조사 분석 보고서

□ 개 요

- ㅇ 목 적: 무선설비 적합성평가 시험방법(KS X 3123) 개선을 위해 현재 시험방법의 문제점과 기술기준별·기자재별 시험방법 제정 시 예상되는 이슈 파악
- ㅇ 대 상: 무선설비 적합성평가 시험기관의 시험원
- ㅇ 기 간: (1차) ‘25. 5. 19.(월) ~ 5. 23.(금) [5일간]
  (2차) ‘25. 5. 28.(수) ~ 6. 5.(목) [5일간]
- ㅇ 응답자: 총 20개 사, 32인 (1차 15개 사, 26인 / 2차 5개 사, 6인)
- ㅇ 방 법: 온라인 설문 (객관식 13문항, 주관식 2문항, 일부 객관식 하위 주관식 포함)

□ 설문조사 결과 총평 및 분석

① 시험방법 적용 범위 명확화

- 응답자 다수가 기술 발전 반영 및 정확성(문3)을 긍정 평가했으나, 시험자 간 해석 차이(문7, 문8) 및 시험방법 구분의 모호성 지적

⇨ 시험방법의 구체화와 적용 범위의 명확화 필요

② 시험 절차의 중복성 개선

- 복잡하고 중복된 시험 절차(문4, 문5, 문11)는 실무 부담을 가중하며, 전압별 반복 시험 등은 시간과 비용 측면에서 개선 필요성 제기

⇨ 대표조건 기반 시험 및 중복 항목 간소화를 통해 효율성 제고 필요

③ 기자재별 기술기준 적용 명확화

- 일부 기자재에 명확한 기술기준 적용이 어려워 동일 제품군 내 시험 항목 적용이 상이하거나 기준 해석이 달라지는 문제 발생

⇨ 기자재 특성 기반의 세분화된 시험항목 지정 등 기준 정비 필요

④ 표준화 및 국제 규격 부합화 공감대 형성

- 시험방법의 국제 기준 부합과 표준화에 대해서 필요성 공감(문10)

⇨ 글로벌 기술 대응을 위해 기준 정합성 확보와 해외 벤치마킹 필요

⑤ 시험방법 개정 시 소통 및 교육 강화

- 시험방법 개정 시 유예기간(문14)과 시험원 교육/가이드라인(문13) 제공 요구가 높고, 시험기관 간 정보전달 체계 일관성 부족 제기

⇨ 통합 자료 플랫폼, 사례 중심 가이드 등 정보전달 체계 구축 필요

결과분석	현 시험방법에 대한 인식 및 문제점 파악

문1	현 시험방법 중 가장 불합리하거나 개선이 필요한 점
결과	분석
■ 시험환경(온습도 등) 기준 반영 어려움 ■ 시험기준 간 상충(공통사항 vs 부속서) ■ 시험방법의 모호성과 해석 차이 ■ 시험방법이 최신기술 적용 못함 ■ 시험방법 정보 접근성 부족 및 전달 미흡	▸ 실제 운영조건 및 해외사례 검토 후 간소화 ▸ 기준 재검토 및 적용 우선순위 명시 필요 ▸ 기술협의회를 통한 논의 필요 ▸ 신속한 최신기준 업데이트 필요 ▸ 상시 공시되어 있음(별도 필요시 안내)

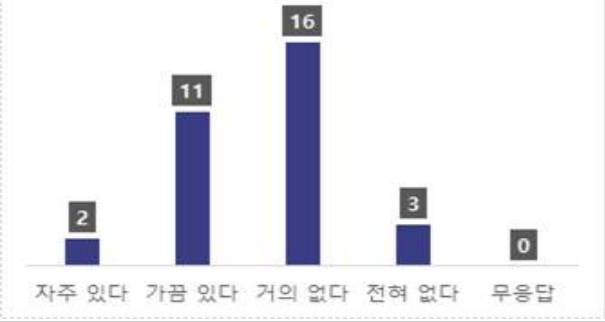
문2	현 시험방법이 기술발전을 반영하는 데 어려움이 있다고 느끼는지?
결과	분석
	■ 응답자의 약 30%는 기술 발전 반영에 어려움이 있다고 응답 ■ 약 50%는 '보통'으로 응답, 잠재적 개선 필요성 시사 ▸ 시험기준의 최신기술 반영과 시험모드 및 적용 범위 명확화 필요

문3	현 시험방법이 시험 수행 시 정확성을 충분히 보장한다고 생각하는지?
결과	분석
	■ 응답자의 약 60%가 현 시험방법이 시험 정확성을 보장한다고 응답 ■ 3명 중 1명은 '보통'으로 응답, 제한적 신뢰 또는 개선 여지 존재 ▸ 기준의 명확화, 장비 설정의 표준화, 신기술에 대한 시험절차 정립이 정확성 향상의 핵심 과제로 보임

문4	현 시험방법이 시험시간 대비 비효율적이라 생각하는지?
결과	분석
	■ 응답자의 약 50% 이상은 시험시간 대비 효율성이 유지되고 있다고 판단하나 ■ 약 40%는 비효율을 체감, 이는 특정 기술군이나 시험환경에 따라 발생 ▸ 시험범위의 명확화, 중복시험 방지 가이드 마련, 자동화 도입 등으로 개선 가능

문5	현 시험 항목 중 과도하거나 불필요하다고 생각하는 항목이 있는지?
결과	분석
	■ 응답자의 약 30%가 일부 시험 항목이 과도하거나 불필요하다고 응답 ■ 다수는 현재 시험 항목 구성이 적절하다고 응답 ▸ 특정 시험조건(전압가변 등)에선 시험 간소화 및 기준 명확화 필요성 제기

문6	현 시험 항목 중 기술기준에 보완할 필요가 있는 항목이 있는지?
결과	분석
	■ 응답자의 약 40%는 기술기준에 보완 필요 항목이 있다고 응답 ■ 서술형 응답에서 신기술 시험 적용 기준 부족, 측정 조건 불일치 등이 반복 지적 ▸ 일부 시험항목에 대한 명확화 및 최신 기술 반영 중심의 보완 요구 필요

문7	현 시험방법이 모호해 시험원 간 해석차이가 있는지?
결과	분석
	■ 응답자의 약 40%는 시험방법이 명확하지 않아 해석 차이가 있다고 응답 ■ 일부 항목은 규정의 표현이 추상적이거나 적용 범위가 모호해 해석 차이 유발 ▸ 운영 중인 기술협의회를 통해 모호한 부분 해석 차이 조율 필요

문8	시험방법이 구체적임에도 시험자간 시험방법 및 결과의 해석차이가 있는지?
결과	분석
	■ 응답자의 80% 이상이 시험방법이 구체적이면 해석 차이가 거의 없다고 응답 ▸ 시험자 간 해석 차이를 줄이기 위해 시험방법의 구체화 명확화 필요 ▸ 일부 기술군에서는 세부 해석 차이 발생 가능, 해당 부분 보완 필요

결과분석 시험방법 개선 우선순위 및 국제 조화 필요성

문9	시험방법 개선 시 가장 우선적으로 고려해야할 요소는 무엇인지?
결과	분석

- 시험자 간 해석 및 결과의 일관성 확보가 매우 중요
- 시험시간 절감, 신뢰도 향상을 시험방법 개선의 최우선 과제로 인식
- 국제 규격 부합과 신기술 반영은 중장기적으로 중요도가 높음

문10	시험방법 표준화 및 국제규격 부합화의 필요성에 대해 어떻게 평가하는지?
결과	분석

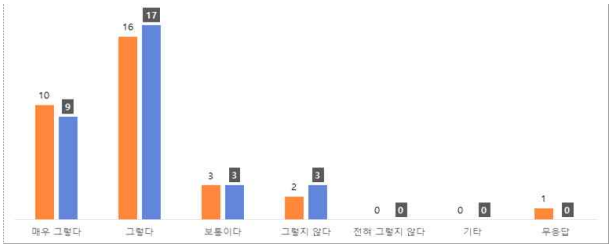
- 응답자의 약 60% 이상이 국제 기준에 부합하는 시험방법의 표준화 필요성 인식
- 국내 시험방법의 국제 규격 정합성 확보를 우선순위 과제로 고려 필요

결과분석 기술기준별 · 기자재별 시험방법 도입에 대한 의견

문11	시험방법 제정 시 발생(시험 복잡성, 중복성, 시간증가 등) 가능한 우려가 있는지?
결과	분석

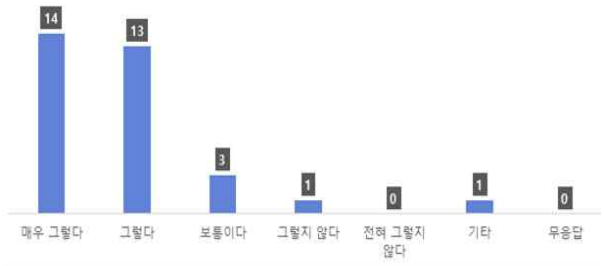
- 전체 응답자의 약 60% 이상은 시험방법 제정에 따른 문제를 우려하지 않음
- 하지만 약 30%는 현실적 부담을 가짐
- 시험조건 간소화 및 반복시험 생략 기준 제시 등 현장 상황 고려 필요

문12	기술기준 및 기자재별 세분화된 시험방법이 현재보다 정확성 · 신뢰성이 높다고 보는지?
결과	분석



- 응답자의 약 80% 이상이 기술기준 및 기자재별 세분화된 시험기준이 시험의 정확성과 신뢰성을 향상시킬 것으로 판단
- 표준 일괄 적용 방식보다 기자재 특성에 맞춘 세분화된 접근이 바람직해 보임

결과분석	제도 실행 시 고려사항 및 기타의견

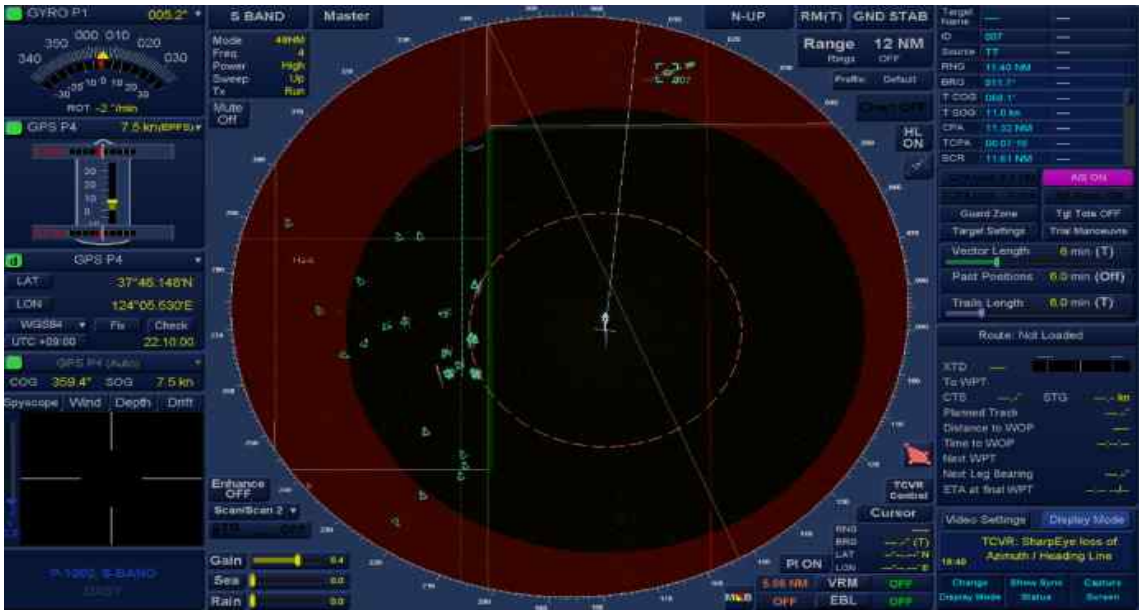
문13	시험방법 재개정시 교육이나 가이드라인이 필요하다 생각하는지?
결과	분석
	■ 응답자의 약 80% 이상이 시험방법 개정 시 교육자료 또는 가이드라인 필요성 인식 ■ 이는 시험자 간 해석 차이 감소, 혼란 방지, 신속한 적용 가능 ▸ 향후 개정 시 시험 목적 및 시험방법 상세 기술, 시험방법 설명회 개최 필요

문14	시험방법 개정 시 유예기간이 필요하다 생각하는지?
결과	분석
	■ 응답자의 약 90% 이상이 시험방법 개정 시 유예기간이 필요하다고 응답 ■ 특히 “6~12개월” 을 적정 기간으로 보는 의견이 가장 많음(46.9%). ▸ 제도 변화에 안정적 대응할 수 있도록 제도적 정착 기간이 필요함을 보여줌

문15	시험방법 개선을 위해 추가적인 고려사항 또는 제안사항
결과	분석
■기자재별 맞춤형 시험방법 체계 마련	▸기자재 특성을 반영한 시험항목 지정
■시험방법의 모호성 해소, 해석 일관성 확보	▸기술협의회 적극 운영, 시험방법 상세 기술, 시험방법 설명회 개최
■시험 절차 간소화 및 중복시험 해소	▸일부항목 대표조건 기반 시험으로 간소화
■시험방법 개정 시 안내·전파 체계 개선	▸전체 공지·열람 사이트 안내

[부록 7] 해양경찰청 전파간섭 및 허위 물표 발생 사진 (중부청-24년 하반기 관측사항)

레이다(제조사) : "MK-11" (HENSOLDT社)



전시기 화면 상 불규칙적인 적색 음영 발생

전자해도 화면(대연평도 남서방 23해리)	레이더 오류 화면

GPS 전파혼신 발생 시

① NLL 인근 해상으로 GPS 위치 이동 현상 발생

※ (COG(000도) 및 SOG(00kts) 산출 불가) / 오류위치: 37-30N, 125-13E

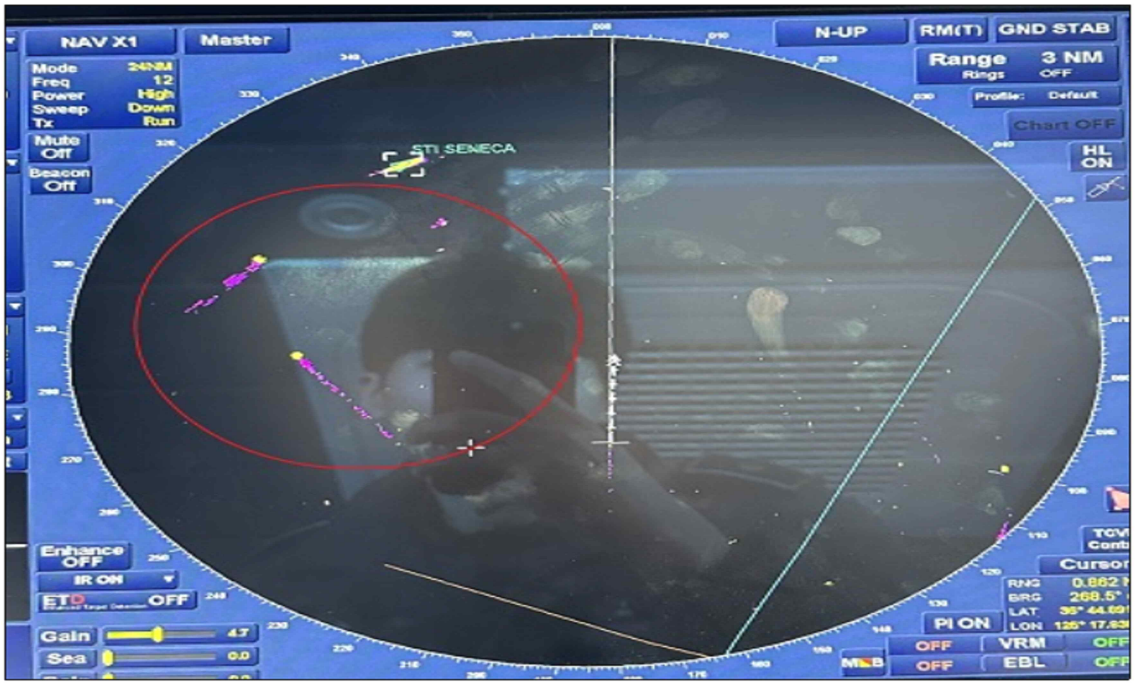
② SSPA 레이더-GPS 연동에 따라, 레이더 위치 또한 교란 위치로 인식

⇨ 다수 허상 타겟이 화면에 표출(GPS교란 된 타켓으로 추정)

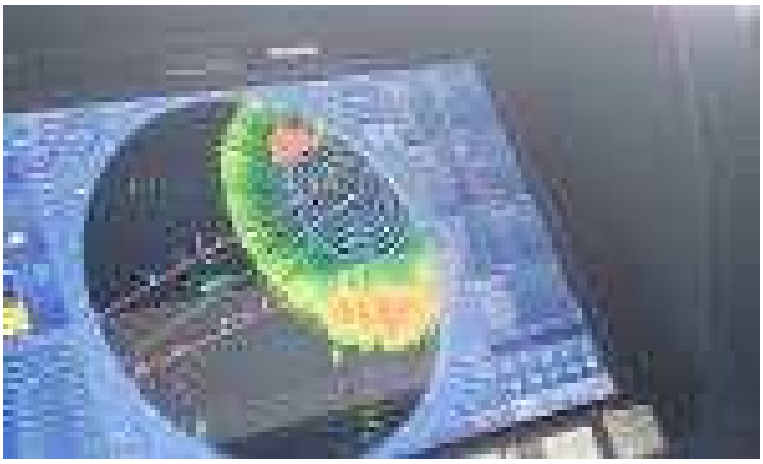
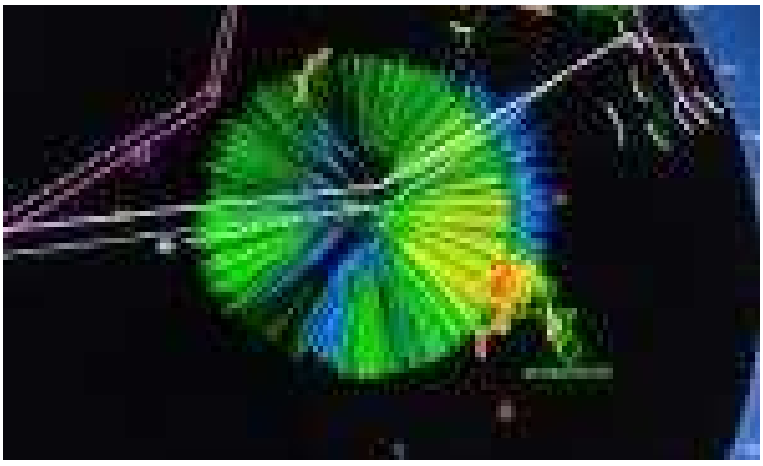
③ 레이더 시스템 내 자함 위치값 보정 불가(DR 기능 사용 불가)

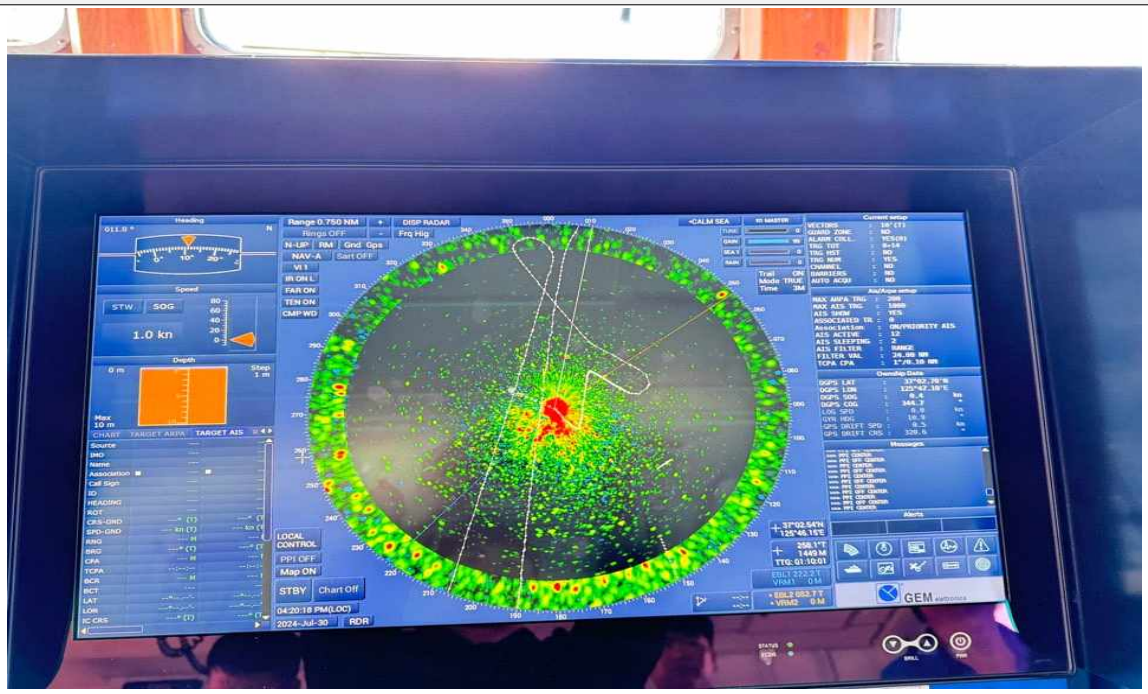
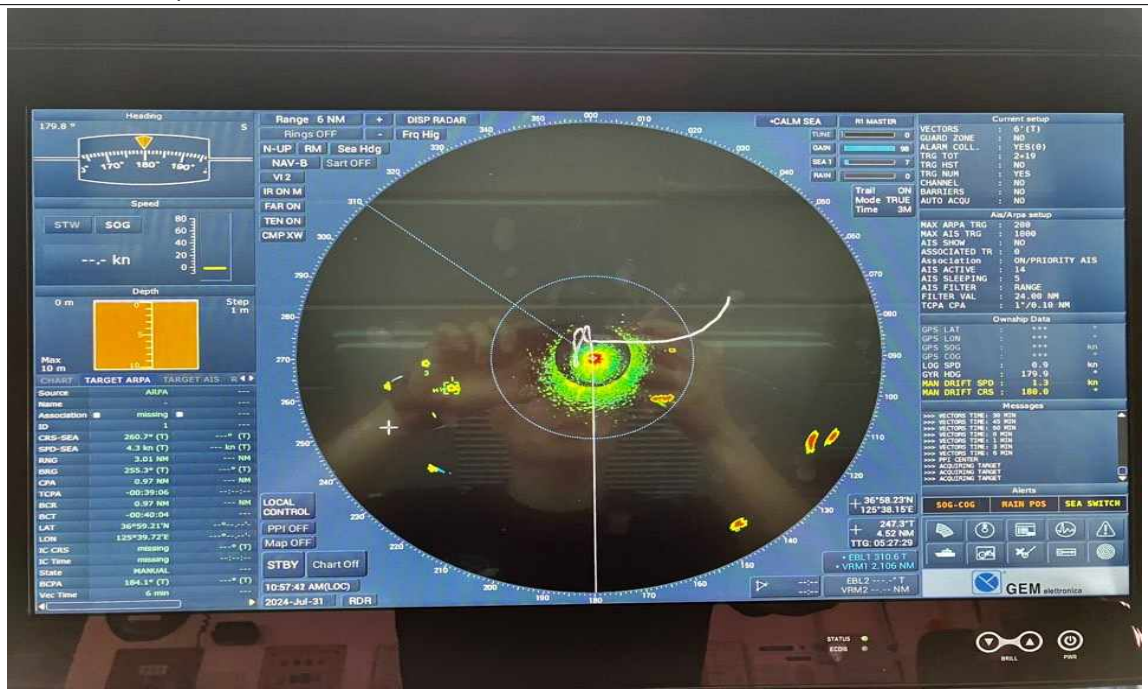
⇨ 오류 위치 물표 탐색에 따라 실물표 전탐 불가 상황 발생

* 동형함정(316함 GEM / Leonardo SSR,) GPS 교란 관련 해당 사항 문의 결과 SSPA R/D 사용에는 문제 없음 확인

레이다(제조사) : “MK-11” (HENSOLDT社)
 붉은색 음영 구간 발생하면서 구역내 물표 탐지 불가 R/D SCALE 조정 시 탐지 안정화 시까지 약 1분 소요
 소형 물표가 본 함으로 접근하는 듯한 허상이 빈번하게 발생

레이다(제조사) : “MK-11” (HENSOLDT社)
 잦은 허상으로 항해 중 허상과 실제 물표 구분상 어려움 발생
 오픈된 해상에서 함정 우현으로 허상(소형물표) 표출됨

레이다(제조사) : “seaeagle-200n” GEM社)
  인천해경전용부두 출·입항 등 연안항해 시, 인근 상선, 해군 함정· 관공선 등에 의해 레이더 간섭 발생 레이다 IR(동일 주파수 간섭 제거) 활성화 및 송신 펄스 변경 등 조치에도 5분 이내에 간섭 재발생

레이다(제조사) : “Leonardo SSR” GEM社)

SCALE 1마일내 R/D 간섭 현상

SCALE 6마일내 R/D 간섭 현상

[부록 8] 해양경찰청 SSPA 방식 선박용 레이다 정보

□ **주파수 정보**

- 함정별(레이다별) 설정(할당) 주파수 채널 수
  - HENSOLDT社 MK-11 레이다

□ **레이다별 conduction 시험 가능 여부**

- 함정별(레이다별) 업마스트/다운마스트 정보
  - HENSOLDT社 MK-11 : 업마스트
  - GEM社 Seaeagle-200N, Leonardo SSR : 업마스트
  - Furuno社 FAR-2228-NXT : 업마스트

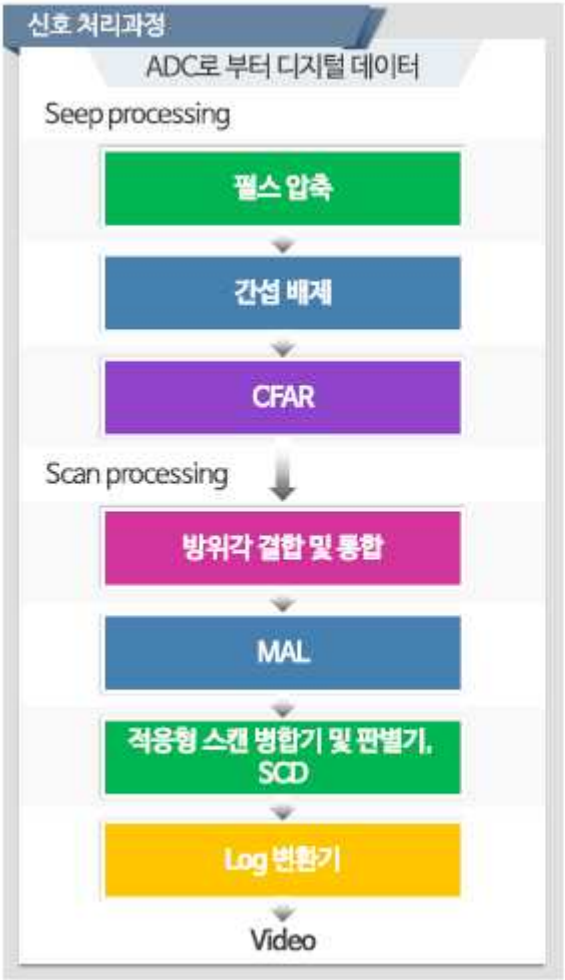
- 함정별(레이다별) Condcution 시험 가능 여부 ["트랜시버↔안테나" 중간에 커플링 포트 체결하여 계측기 연결]
  - HENSOLDT社 MK-11 : 불가능
  - GEM社 Seaeagle-200N, Leonardo SSR : 테스트 포트가 RF 단자이나 레이다는 이 테스트를 알람으로 인식하여 레이다 구동 불가
  - Furuno社 FAR-2228-NXT : 확인 어려움

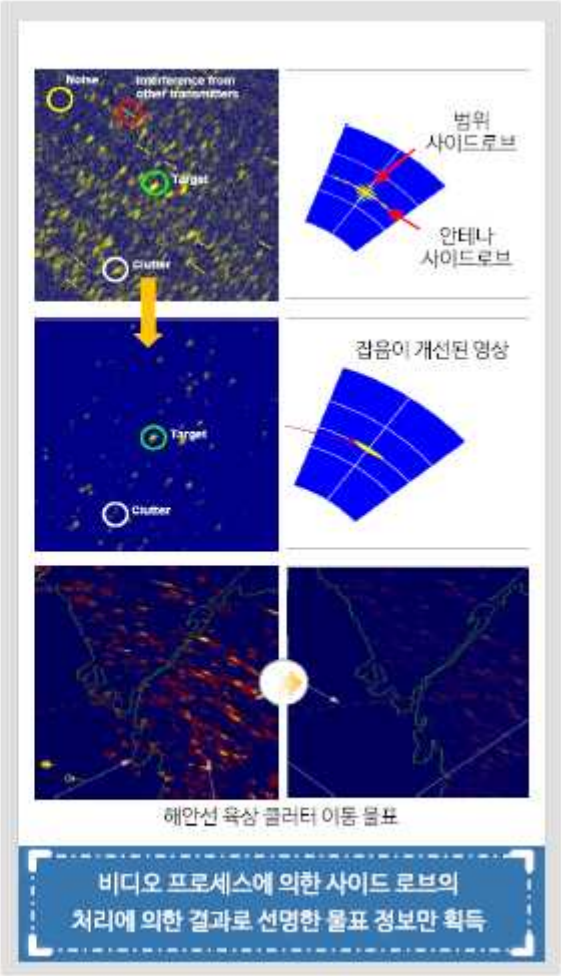
  *레이다 안테나 외부에서 휴대용 스펙트럼 분석기*로 확인 가능합니다.

  (안리쓰 Field Master Pro MS2090A 등)

□ **레이다별 수신부 구조 및 간섭저감 기능블럭 세부구조**

- SW 관점의 레이다별 수신부 구조도(블럭도)
  - HENSOLDT社 MK-11





- GEM社 Seaeagle-200N, Leonardo SSR
  답변 無
- Furuno社 FAR-2228-NXT : 업마스트
  답변 無

• 전파 간섭저감 기능 블록도 [아래는 예, 레이다 모델별로 상이함]
: 업체 답변 자료 無

□ 레이다 송신신호 사양

• 주파수별 송신신호(short/medium/long pulse) 정보
- HENSOLDT社 MK-11 (출력 300W, 안테나 8ft), MK-5(출력 80W, 안테나 6ft)
  * 국내 전파법 안에서 사용가능한 주파수 채널

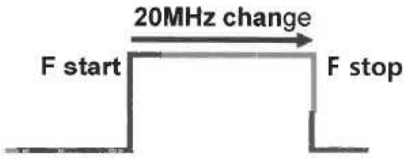
송수신부	규격	
출 력	300W	
주파수	9.32 ~9.5GHz	
주파수 변경 선택	P1	9.36 GHz
	P2	9.38 GHz
	P3	9.40 GHz
	P4	9.42 GHz
	P5	9.44 GHz
	P6	9.46 GHz

송수신부	규격	
출 력	80W	
주파수	9.32 ~9.5GHz	
주파수 변경 선택	P1	9.32 GHz
	P2	9.34 GHz
	P3	9.36 GHz
	P4	9.38 GHz
	P5	9.40 GHz
	⁞	⁞
	P9	9.48 GHz

* X, S밴드 레이다에서 지원하는 주파수 채널

Frequency Number	Centre Frequency	+/- 10MHz Sweep
12	9.22	9.21 to 9.23
13	9.24	9.23 to 9.25
14	9.26	9.25 to 9.27
15	9.28	9.27 to 9.29
16	9.30	9.29 to 9.31
17	9.32	9.31 to 9.33
18	9.34	9.33 to 9.35
19	9.36	9.35 to 9.37
20	9.38	9.37 to 9.39
21	9.40	9.39 to 9.41
22	9.42	9.41 to 9.43
23	9.44	9.43 to 9.45
24	9.46	9.45 to 9.47
25	9.48	9.47 to 9.49

Frequency Number	Centre Frequency	+/- 10MHz Sweep
1	2.93	2.92 to 2.94
2	2.95	2.94 to 2.96
3	2.97	2.96 to 2.98
4	2.99	2.98 to 3.00
5	3.01	3.00 to 3.02
6	3.03	3.02 to 3.04
7	3.05	3.04 to 3.06
8	3.07	3.06 to 3.08



- GEM社 Seaeagle-200N(출력 200W), Leonardo SSR(출력 400W)

: 펄스 설정은 선택한 스케일 범위에 자동으로 연결된 다음 NAV 모드에 연결됨

Range (NM)	Fix marks number	Fix marks interval (NM)	TX mode
0.0625	2	0.031	NAV-A
0.125	2	0.0625	NAV-A
0.25	2	0.125	NAV-A

Range (NM)	Fix marks number	Fix marks interval (NM)	TX mode
0.5	4	0.125	NAV-A
0.75	6	0.125	NAV-A
1.5	6	0.25	NAV-A
3	6	0.5	NAV-B
6	6	1	NAV-B
12	6	2	NAV-C
24	6	4	NAV-D
48	6	8	NAV-E
96	6	16	NAV-F

- Furuno社 FAR-2228-NXT (출력 600W)

제안요청서 요구 장비 규격			제안 사양	준수여부
송수신부	주 파 수	9.32~9.50㎓	CH1 P0N : 9403.75 MHz/ Q0N : 9423.75 MHz ±5 MHz or CH2 P0N : 9413.75 MHz/ Q0N : 9433.75 MHz ±5 MHz	준수
	최대 출력	100톤 미만 : 50W 이상 200톤 미만 : 80W 이상	600W	우수

* 동일라인 마그네트론 레이다와 주파수 비교

X-밴드(마그네트론)	9410MHz ±30MHz, P0N
X-밴드(solid-state)	CH1 P0N: 9403.75MHz/ Q0N: 9423.75MHz ±5MHz 또는 CH2 P0N: 9413.75MHz/ Q0N: 9433.75MHz ±5MHz
S-밴드(마그네트론)	3050MHz ±30MHz, P0N
S-대역(solid-state)	CH1 P0N: 3043.75MHz/ Q0N: 3063.75MHz ±5MHz 또는 CH2 P0N: 3053.75MHz/ Q0N: 3073.75MHz ±5MHz

펄스폭

	0.125 NM to 0.5 NM	0.75 NM	1 NM*	1.5 NM	2 NM*	3 NM
CUSTOM1	S1	S1	S1	S2	S2	M1
CUSTOM2	S1	S1	S1	S2	S2	M1
CUSTOM3	S1	S1	S1	S2	S2	M1
NEAR	S1	S1	S1	S2	S2	M1
FAR	S1	S1	S1	S2	S2	M1
NEAR BOUY	S1	S1	S1	S2	S2	M1
FAR BUOY	S1	S1	S1	S2	S2	M1
ROUGH SEA	S1	S1	S1	S2	S2	M1
SHIP	S1	S1	S1	S2	S2	M1
HARBOR	S1	S1	S1	S2	S2	M1
BIRD	S1	S1	S1	S2	S2	M1
COAST	S1	S1	S1	S2	S2	M1

Table continued on the following page.

	4 NM*	6 NM	8 NM*	12 NM	16 NM*	24 NM
Table continued from the previous page.						
CUSTOM1	M1	M2	M2	L	L	L
CUSTOM2	M1	M2	M2	L	L	L
CUSTOM3	M1	M2	M2	L	L	L
NEAR	M1	M3	M3	M3	M3	L
FAR	M1	M3	M3	L	L	L
NEAR BOUY	M1	M2	M2	M3	M3	L
FAR BUOY	M1	M3	M3	L	L	L
ROUGH SEA	M1	M2	M2	M3	M3	L
SHIP	M1	M2	M2	L	M3	L
HARBOR	M1	M2	M2	M3	M3	L
BIRD	M1	M2	M2	M3	M3	L
COAST	M1	M2	M2	M3	M3	L

*: B 사양 만 이용가능.

X-밴드 solid-state Radar

PRR (약 Hz)	범위 스케일(NM)																
	0.125	0.25	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	6	8	12	16	24	32	48	96
1500	S1																
1500			S2														
1200				M1													
1000						M2											
1000								M3									
600										L							

1/2/4/8/16/32 NM 범위: B/W형 Radar 전용

S-밴드 solid-state Radar

PRR (약 Hz)	거리 스케일(NM)																
	0.125	0.25	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	6	8	12	16	24	32	48	96
2400*	S1																
2000*			S2														
1500				M1													
1060						M2											
1000								M3									
600										L							

1/2/4/8/16/32 NM 범위: B/W형 Radar만 해당

*: 1800Hz(S1) 및 1500Hz(S2), 32nm에서 TT 범위.

전파자원 기술기준 선도 기반 조성 연구

국립전파연구원
National Radio Research Agency

(58323) 전남 나주시 빛가람로 767
발 행 일 : 2025. 12.
발 행 인 : 정 창 림
발 행 처 : 과학기술정보통신부 국립전파연구원
전　　화 : 061) 338-4623
인　　쇄 : 경성문화사
Tel. 02) 786-2999

ISBN : 979-11-5820-280-4 < 비 매 품 >

주　의

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

9 791158 202804
93560
ISBN 979-11-5820-280-4