

전기철도기기류 전자파적합성 기준 개정안 설명 자료

□ 필요성

- PSD 레이저 센서 내성 기준 산정의 특수성과 기준 개정안 마련 과정을 관계 기관에 설명하고 의견 수렴을 통한 EMC 기준의 적실성 제고

□ 안내 사항

- (특수성) 일반적인 EMC 내성 기준과 다르게 준 사안은 5G 이동통신 안테나 방출 전자파에 대한 내성 기준을 산정하는 것
 - 5G 이동통신 안테나 거리, 빔 방향·폭에 따라 센서에 미치는 영향이 달라져 내성기준이 5G 안테나 운용 환경(이하, 환경 조건)에 연동됨
- (내성기준 산정 과정) 5G 안테나에서의 거리별 전계강도 측정값을 바탕으로 내성 기준안 마련(붙임1)
 - ※ 센서의 내성 기준이 거리별 전계강도보다 낮으면 센서의 오동작이 발생하므로 내성기준은 거리별 전계강도 최댓값보다 높아야 함

○ 내성 기준안

| | 시험 항목 | 시험 조건 | 단위 | 적용 대상 및 환경 조건 |
|----|-----------------|-------------|------------------|---|
| 1안 | 광대역 방사성 RF 전자기장 | 3 400~3 700 | MHz | <ul style="list-style-type: none"> ○ 대상기기는 PSD 레이저 센서에 한한다. ○ ①기지국과 센서 간 가로 이격거리는 1.5m, ②빔 중심 진행 방향은 철로와 평행하며, 빔폭 반각은 36°, ③5G 신호 기지국의 출력은 33dBm인 환경에서의 기준이다. |
| | | 20 | V/m | |
| | | 300 | MHz 5G(TM1.1) | |
| 2안 | 광대역 방사성 RF 전자기장 | 3 400~3 700 | MHz | <ul style="list-style-type: none"> ○ 대상기기는 PSD 레이저 센서에 한한다. ○ 기지국과 센서 간 가로 이격거리는 1.5m, 빔 중심 진행 방향은 철로와 평행하며, 빔폭 반각은 36°, 5G 신호 기지국의 출력은 33dBm, 차폐 구조물은 금속 재질이며 기지국 기준 측·후면 방향으로 설치되는 환경에서의 기준이다 |
| | | 5 | V/m | |
| | | 300 | MHz 5G(TM1.1) | |

※ 차폐체 구조 붙임1 참조

□ 요청 사항

- 내성 기준안에 대한 찬·반 의견. 반대하는 경우 반대 사유 회신

붙임1

PSD 레이저 센서 방사내성 기준안

1안

PSD 레이저 센서 방사내성 기준(비차폐 상태)

□ 개 요

- (필요성) 5G 이동통신 광대역 전파에 의한 승강장안전문 레이저 센서 오동작이 발생함에 따라 전자파 방사 내성 기준 강화 필요
 - ※ '22년 국정감사에서 김영주 의원은 국민안전을 최우선으로 과기정통부 주도의 스크린도어 문제해결 요청, 장경태 의원은 센서 부품류에 대한 전자파 영향조사 필요성 제기
- (환경 요인) 승강장 내에서 5G 전파가 PSD 레이저 센서에 미치는 영향은
①기지국과 센서 간 거리, ②빔 방향·폭, ③기지국 출력에 따라 달라짐
→ 5G 이동통신 전자파에 대한 PSD 레이저 센서의 광대역 방사내성 기준이 5G 안테나 운용 환경(이하, 환경 조건)에 연동됨
- (내성기준 마련) 센서의 내성 기준은 센서가 설치되는 위치에서의 전계도보다 높아야* 함
 - 5G 이동통신 안테나에서의 거리별 전계강도를 측정하였고, 이를 바탕으로 내성 기준안 마련
 - * 센서의 내성 기준이 거리별 전계강도보다 낮으면 센서의 오동작이 발생하므로 내성기준은 거리별 전계강도 최댓값보다 높아야 함

□ 환경 조건

- (가로 이격거리) 기지국과 센서간 가로 이격거리는 1.5m*
 - * '23년 PSD 종합검증 회의에서에서 기지국과 센서간 최소 이격거리를 2m로 합의한바 있으나 빔 방향을 고려하여 가로 이격거리로 수정
- (빔 방향·폭) 빔 중심 진행 방향은 철로와 평행하며, 빔폭 반각*은 36°
 - * 기지국 안테나에서 가로 이격거리 1.5m에 PSD 레이저 센서를 설치하였을 때 세로 거리가 증가함에 따라 2m까지는 전계강도가 증가하다가 2m부터 감소함
→ 세로거리 2m까지는 빔폭 밖이고, 2m부터 빔폭 범위임을 의미 → 즉, 빔폭 반각은 36°임
- (기지국 출력) 5G 이동통신 기지국 출력은 33dBm

□ 기지국 현황 및 방침

- (기지국 현황) 아래 그림1과 같이 환경 조건을 충족하고 있는 역사도 있으나 그림2와 같이 환경 조건을 충족하지 못하는 역사도 다수 존재함
- (방침) 환경 조건을 충족하지 못하는 경우 후순위 설치자는 내성 기준*을 충족하도록 기지국 출력·이격거리 등을 조정하여야 함

< 광역철도 승강장 기지국 안테나 설치 환경 >



- (환경 조건) 그림 1과 같이 빔 중심 진행 방향이 철로와 평행하며, 가로 이격거리는 1.5m 이상
- (환경 조건 미충족) 그림 2와 같이 빔 중심 진행 방향이 철로 방향이거나, 가로 이격거리가 1.5m 미만

※ 기지국과 센서간 높이 차이도 아래 그림 3과 그림 4와 같이 다양하나, 최악조건인 동일 높이에서 내성 기준을 정함



□ 내성 기준 마련 과정·결과

【거리별 전계강도 측정】

- 장비 배치 및 측정 절차



- ① 수신 안테나를 높이 3.8m 높이(5G 안테나 전파 세기 가장 강함), 가로 이격거리 1.5m 위치에 비차폐 상태로 배치하고,
- ② 측정거리(세로 거리)를 1m~8m까지 변화 시키면서 전계강도 측정

○ 측정 데이터

| 측정 거리 (세로 거리) m | 수신안테나 높이 3.8m 가로 이격거리 1.5m | |
|-----------------------|-------------------------------|--------------|
| | dBuV/m | V/m |
| 1.0 | 143.62 | 15.17 |
| 1.5 | 145.19 | 18.18 |
| 2.0 | 145.56 | 18.97 |
| 3.0 | 143.46 | 14.89 |
| 4.0 | 142.61 | 13.51 |
| 5.0 | 141.15 | 11.42 |
| 6.0 | 140.06 | 10.07 |
| 7.0 | 139.64 | 9.59 |
| 8.0 | 138.26 | 8.18 |

- (데이터 분석) 측정거리 2m에서 비차폐 전계강도는 18.97V/m,
 - 1m에서 2m까지는 측정 거리가 증가할수록 전계강도 증가
→ 이는 해당 영역이 5G 이동통신 전파 빔폭 범위 밖임의 의미
 - 2m 이상의 범위에서 측정 거리가 증가할수록 전계강도가 감소
→ 5G 이동통신 기지국의 빔폭 범위임을 의미

< 기타 시험 조건 >

○ OCNS* 조건 및 33dBm의 출력으로 이통3사 광대역 신호 동시 송출**

* 5G 신호는 TDD 방식으로 데이터 수신량에 따라 출력의 강도가 달라짐. 가상으로 최대 수신 상태를 인가하여 5G 송신기에 최대 출력이 유지되는 상태

** TDD 방식으로 SKT는 3.6 ~ 3.7GHz 대역의 중계기 신호, KT는 3.5 ~ 3.6GHz 대역의 기지국 신호, LG U+는 3.4 ~ 3.5GHz 대역의 기지국 신호를 동시 송출(3.4~3.7GHz)

○ 측정 장비

| 기 기 명 | 모 델 명 | 제 조 사 | 비 고 |
|--------|------------|-------------|----------------|
| 신호발생기 | MG3710E | 안리쓰 | 100kHz - 6GHz |
| 수신 안테나 | POD 16 | seibersdorf | 1 - 6GHz |
| 감쇄기 | WA51-40-43 | 와인셀 | 40dB 감쇄 |
| EMI리시버 | ESR | 로데슈바르츠 | 9kHz - 26.5GHz |

【PSD 레이저 센서 방사내성 기준】

○ 시험 설정과 같은 환경 조건*에서 PSD 레이저 센서의 내성기준은 20V/m**

* ① 기지국과 센서 간 가로 이격거리 1.5m, ② 빔 중심 진행 방향은 철로와
평행하며, 빔폭 반각은 36°, ③ 5G 신호 기지국의 출력이 33dBm

** 3차에 걸쳐 거리별 전계강도를 측정하였고, 그 중 최악의 상황(수직·수평 편파, 좌우 빔폭,
빔폭잉 방향 모두 최악 상황)으로 산정됨

□ 전기철도기기류의 전자파적합성 기준 개정안

○ '신호 및 전기통신 기기의 내성기준(전자파적합성 기준 [별표7] 2.나.)' 규정은
협대역만 규정되어 있고, 광대역 신호에 대한 규정은 없음

- 함체 포트의 전자파 내성 시험 중 방사성 RF 전자기장 시험 항목에
광대역 신호 조건을 추가하고, (주2)에 대상기기(대상기기는 PSD
레이저 센서에 한한다)를, (주3)에 환경 조건(기지국과 센서 간 가로 이격거리는
1.5m, 빔 중심 진행 방향은 철로와 평행하며, 빔폭 반각은 36°, 5G 신호
기지국의 출력은 33dBm인 환경에서의 기준이다)을 규정
- 광대역 방사내성 시험방법을 KN50/KN51(전기철도기기류 전자파적합성
시험방법) 부속서에 추가

○ 개정안

| 시험 항목 | 시험 조건 | 단 위 | 시험 방법 | 성능 평가 기준 | 비고 |
|--------------------|--|---|------------------|----------|--------------|
| 방사성 RF 전자기장 | 80 ~ 800 10 80 | ○ 일반환경 MHz V/m % AM (1 kHz) | KS C 9610-4-3 | A | (주1), |
| | 800 ~ 1 000 20 80 1 400 ~ 2 000 10 80 2 000 ~ 2 700 5 80 2 700 ~ 5 100 5 80 5 100 ~ 6 000 3 80 | ○ 디지털 무선전화기 사용환경 MHz V/m % AM (1 kHz) MHz V/m % AM (1 kHz) MHz V/m % AM (1 kHz) MHz V/m % AM (1 kHz) MHz V/m % AM (1 kHz) | | | |
| 광대역 방사성 RF 전자기장 | 3 400 ~ 3 700 20 300(검토중) | MHz V/m MHz 5G (TM1.1) (검토중) | KN50/KN51 부속서 | | (주2) (주3) |
| 전원주파수 자기장 | 16.7 100 | Hz A/m | KS C 9610-4-8 | A | (주1) (주4) |
| | 60 100 | Hz A/m | | | |
| | 0 300 | Hz (직류) A/m | | | |
| 정전기 방전 | ±6 (접촉방전) ±8 (기중방전) | kV kV | KS C 9610-4-2 | B | (주1) |

(주1) 3 m 구역 내에 있는 기기에만 적용하며 이 영역 밖이나 철도 환경 내에 있는 기기에 대해서는 산업 환경에서의 일반기준을 적용한다.
(주2) 대상기기는 PSD 레이저 센서에 한한다.
(주3) ①기지국과 센서 간 가로 이격거리는 1.5m, ②빔 중심 진행 방향은 철로와 평행하며, 빔폭 반각은 36°, ③5G 신호 기지국의 출력은 33dBm인 환경에서의 기준이다.
(주4) 홀 소자, 전기동역학 마이크 등과 같이 자기장에 민감한 소자를 포함한 기기에만 적용한다.

○ 신구대조표(붙임1)

| 현재 기준 | | | | | | 개정안 | | | | | |
|-------------|---------------|--------------|---------------|----------|------|-------------|---------------|--------------|---------------|----------|------|
| 시험항목 | 시험조건 | 단위 | 시험방법 | 성능 평가 기준 | 비고 | 시험항목 | 시험조건 | 단위 | 시험방법 | 성능 평가 기준 | 비고 |
| 방사성 RF 전자기장 | 80 ~ 800 | MHz | KS C 9610-4-3 | A | (주1) | 방사성 RF 전자기장 | 80 ~ 800 | MHz | KS C 9610-4-3 | A | (주1) |
| | 10 | V/m | | | | | 10 | V/m | | | |
| | 80 | % AM (1 kHz) | | | | | 80 | % AM (1 kHz) | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | 800 ~ 1 000 | MHz | | | | | 800 ~ 1 000 | MHz | | | |
| | 20 | V/m | | | | | 20 | V/m | | | |
| | 80 | % AM (1 kHz) | | | | | 80 | % AM (1 kHz) | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | 1 400 ~ 2 000 | MHz | | | | | 1 400 ~ 2 000 | MHz | | | |
| | 10 | V/m | | | | | 10 | V/m | | | |
| | 80 | % AM (1 kHz) | | | | | 80 | % AM (1 kHz) | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

2안 PSD 레이저 센서 방사내성 기준(차폐 상태)

□ 내성 기준 마련 과정 · 결과

【거리별 전계강도 측정】

○ 장비 배치 및 측정 절차

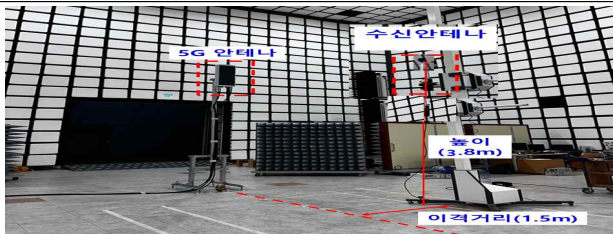


그림 5. 차폐구조물 없음

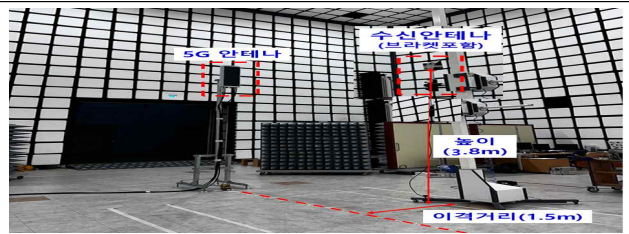


그림 6. 차폐구조물 측·후면

- ① 수신 안테나를 높이 3.8m 높이(5G 안테나 전파 세기 가장 강함), 가로 이격거리 1.5m 위치에 비차폐 상태로 배치하고,
- ② 측정거리(세로 거리)를 1m~8m까지 변화시키면서 전계강도 측정
- ③ 차폐 구조물 측·후면이 5G 안테나를 향하도록 배치한 후 ① ~ ② 수행

<차폐체 구조>

| 실제 레이저 센서 배치 모습 | 전계강도 측정 시 차폐체 내부 수신기 배치 |
|-----------------|-------------------------|
| | |

○ 측정 데이터

| 측정 거리 (세로 거리) m | 수신안테나 높이_3.8m 수신안테나이격거리_1.5m | | 수신안테나 높이_3.8m 수신안테나이격거리_1.5m 차폐구조물 | |
|-----------------------|---------------------------------|--------------|--|-------------|
| | dBuV/m | V/m | dBuV/m | V/m |
| 1.0 | 143.62 | 15.17 | - | - |
| 1.5 | 145.19 | 18.18 | - | - |
| 2.0 | 145.56 | 18.97 | 133.02 | 4.48 |
| 3.0 | 143.46 | 14.89 | 131.46 | 3.74 |
| 4.0 | 142.61 | 13.51 | 131.31 | 3.68 |
| 5.0 | 141.15 | 11.42 | 129.66 | 3.04 |
| 6.0 | 140.06 | 10.07 | - | - |
| 7.0 | 139.64 | 9.59 | - | - |
| 8.0 | 138.26 | 8.18 | - | - |

- (데이터 분석) 측정거리 2m에서 비차폐 전계강도는 18.97V/m, 차폐 구조물 내부의 전계강도는 4.48V/m임
- 1m에서 2m까지는 측정 거리가 증가할수록 전계강도 증가
→ 이는 해당 영역이 5G 이동통신 전파 빔폭 범위 밖임의 의미
 - 2m 이상의 범위에서 측정 거리가 증가할수록 전계강도가 감소
→ 5G 이동통신 기지국의 빔폭 범위 안임을 의미
 - 차폐 구조물 안의 전계강도는 빔폭 범위 안에서 전계강도가 높은 곳에 대해서만 측정하였고, 측정 결과 5V/m 미만임

< 기타 시험 조건 >

○ OCNS* 조건 및 33dBm의 출력으로 이통3사 광대역 신호 동시 송출**

* 5G 신호는 TDD 방식으로 데이터 수신량에 따라 출력의 강도가 달라짐. 가상으로 최대 수신 상태를 인가하여 5G 송신기에 최대 출력이 유지되는 상태

** TDD 방식으로 SKT는 3.6 ~ 3.7GHz 대역의 중계기 신호, KT는 3.5 ~ 3.6GHz 대역의 기지국 신호, LG U+는 3.4 ~ 3.5GHz 대역의 기지국 신호를 동시 송출(3.4~3.7GHz)

○ 측정 장비

| 기 기 명 | 모 델 명 | 제 조 사 | 비 고 |
|--------|------------|-------------|----------------|
| 신호발생기 | MG3710E | 안리쓰 | 100kHz - 6GHz |
| 수신 안테나 | POD 16 | seibersdorf | 1 - 6GHz |
| 감쇄기 | WA51-40-43 | 와인셀 | 40dB 감쇄 |
| EMI리시버 | ESR | 로데슈바르츠 | 9kHz - 26.5GHz |

【PSD 레이저 센서 방사내성 기준】

- 차폐 구조물 내부에 설치되는 PSD 레이저 센서의 전계강도는 $5V/m^*$
 - * 3차에 걸쳐 거리별 전계강도를 측정하였고, 그 중 최악의 상황(수직·수평 편파, 좌우 빔폭, 빔폭잉 방향 모두 최악 상황)으로 선정됨
 - ※ (환경 조건) ① 기지국과 센서 간 가로 이격거리 1.5m, ② 빔 중심 진행 방향은 철로와 평행하며, 빔폭 반각은 36° , ③ 5G 신호 기지국의 출력이 33dBm, ④ 차폐 구조물은 금속 재질이며 기지국 기준 측·후면 방향으로 설치되는 환경에서의 기준임

□ 전기철도기기류의 전자파적합성 기준 개정안

- '신호 및 전기통신 기기의 내성기준(전자파적합성 기준 [별표7] 2.나.)' 규정은 협대역만 규정되어 있고, 광대역 신호에 대한 규정은 없음
 - 합체 포트의 전자파 내성 시험 중 방사성 RF 전자기장 시험 항목에 광대역 신호 조건을 추가하고, (주2)에 대상기기(대상기기는 PSD 레이저 센서에 한한다)를, (주3)에 환경 조건(기지국과 센서 간 가로 이격거리는 1.5m, 빔 중심 진행 방향은 철로와 평행하며, 빔폭 반각은 36° , 5G 신호 기지국의 출력은 33dBm, 차폐 구조물은 금속 재질이며 기지국 기준 측·후면 방향으로 설치되는 환경에서의 기준이다)을 규정
 - 광대역 방사내성 시험방법을 KN50/KN51(전기철도기기류 전자파적합성 시험방법) 부속서에 추가

○ 개정안

| 시험 항목 | 시험 조건 | 단 위 | 시험 방법 | 성능 평가 기준 | 비고 |
|-----------------|--|---|------------------|----------|--------------|
| 방사성 RF 전자기장 | 80 ~ 800 10 80 | ○ 일반환경 MHz V/m % AM (1 kHz) | KS C 9610-4-3 | A | (주1), |
| | 800 ~ 1 000 20 80 1 400 ~ 2 000 10 80 2 000 ~ 2 700 5 80 2 700 ~ 5 100 5 80 5 100 ~ 6 000 3 80 | ○ 디지털 무선전화기 사용환경 MHz V/m % AM (1 kHz) MHz V/m % AM (1 kHz) MHz V/m % AM (1 kHz) MHz V/m % AM (1 kHz) MHz V/m % AM (1 kHz) | | | |
| 광대역 방사성 RF 전자기장 | 3 400 ~ 3 700 5 300(검토중) | MHz V/m MHz 5G (TM1.1) (검토중) | KN50/KN51 부속서 | | (주2) (주3) |
| 전원주파수 자기장 | 16.7 100 | Hz A/m | KS C 9610-4-8 | A | (주1) (주4) |
| | 60 100 | Hz A/m | | | |
| | 0 300 | Hz (직류) A/m | | | |
| 정전기 방전 | ±6 (접촉방전) ±8 (기중방전) | kV kV | KS C 9610-4-2 | B | (주1) |

(주1) 3 m 구역 내에 있는 기기에만 적용하며 이 영역 밖이나 철도 환경 내에 있는 기기에 대해서는 산업 환경에서의 일반기준을 적용한다.
(주2) 대상기기는 PSD 레이저 센서에 한한다.
(주3) ①기지국과 센서 간 가로 이격거리는 1.5m, ②빔 중심 진행 방향은 철로와 평행하며, 빔폭 반각은 36°, ③5G 신호 기지국의 출력은 33dBm, ④차폐 구조물은 금속 재질이며 기지국 기준 측·후면 방향으로 설치되는 환경에서의 기준이다.
(주4) 홀 소자, 전기동역학 마이크 등과 같이 자기장에 민감한 소자를 포함한 기기에만 적용한다.

○ 신구대조표

| 현재 기준 | | | | | | 개정안 | | | | | |
|--|---------------|----------------|---------------|----------|------------|--|---------------|----------------------|--------------------|------------|------|
| 시험항목 | 시험조건 | 단위 | 시험방법 | 성능 평가 기준 | 비고 | 시험항목 | 시험조건 | 단위 | 시험방법 | 성능 평가 기준 | 비고 |
| 방사성 RF 전자기장 | | 일반환경 | KS C 9610-4-3 | A | (주1) | 방사성 RF 전자기장 | | 일반환경 | KS C 9610-4-3 | A | (주1) |
| | 80 ~ 800 | MHz | | | | | 80 ~ 800 | MHz | | | |
| | 10 | V/m | | | | | 10 | V/m | | | |
| | 80 | % AM (1 kHz) | | | | | 80 | % AM (1 kHz) | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | 디지털 무선전화기 사용환경 | | | | | | | | | |
| | 800 ~ 1 000 | MHz | | | | | 800 ~ 1 000 | MHz | | | |
| | 20 | V/m | | | | | 20 | V/m | | | |
| | 80 | % AM (1 kHz) | | | | | 80 | % AM (1 kHz) | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | 1 400 ~ 2 000 | MHz | | | | | 1 400 ~ 2 000 | MHz | | | |
| | 10 | V/m | | | | | 10 | V/m | | | |
| | 80 | % AM (1 kHz) | | | | | 80 | % AM (1 kHz) | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | 2 000 ~ 2 700 | MHz | | | | | 2 000 ~ 2 700 | MHz | | | |
| 5 | V/m | 5 | V/m | | | | | | | | |
| 80 | % AM (1 kHz) | 80 | % AM (1 kHz) | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 2 700 ~ 5 100 | MHz | 2 700 ~ 5 100 | MHz | | | | | | | | |
| 5 | V/m | 5 | V/m | | | | | | | | |
| 80 | % AM (1 kHz) | 80 | % AM (1 kHz) | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 5 100 ~ 6 000 | MHz | 5 100 ~ 6 000 | MHz | | | | | | | | |
| 3 | V/m | 3 | V/m | | | | | | | | |
| 80 | % AM (1 kHz) | 80 | % AM (1 kHz) | | | | | | | | |
| 전원주파수 자기장 | 16.7 | Hz | KS C 9610-4-8 | A | (주1), (주2) | 전원주파수 자기장 | 3 400 ~ 3 700 | MHz | KS 950/9561 부속서 | (주2), (주3) | |
| | 100 | A/m | | | | | 5 | V/m | | | |
| | 60 | Hz | | | | | 300 겐트랑 | MHz 5G (TMI.1) (겐트랑) | | | |
| | 100 | A/m | | | | | | | | | |
| | 0 | Hz (직류) | | | | | | | | | |
| | 300 | A/m | | | | | | | | | |
| 정전기 방전 | ±6 (결속방전) | kV | KS C 9610-4-2 | B | (주1) | 정전기 방전 | ±6 (결속방전) | kV | KS C 9610-4-2 | B | (주1) |
| | ±8 (기중방전) | kV | | | | | ±8 (기중방전) | kV | | | |
| (주1) 3 m 구역 내에 있는 기기에만 적용하며 이 영역 밖이나 철도 환경 내에 있는 기기에 대해서는 산업 환경에서의 일반기준을 적용한다. | | | | | | (주1) 3 m 구역 내에 있는 기기에만 적용하며 이 영역 밖이나 철도 환경 내에 있는 기기에 대해서는 산업 환경에서의 일반기준을 적용한다. | | | | | |
| (주2) 홀 소자, 전기동역학 마이크 등과 같이 자기장에 민감한 소자를 포함한 기기에만 적용한다. | | | | | | (주2) 홀 소자, 전기동역학 마이크 등과 같이 자기장에 민감한 소자를 포함한 기기에만 적용한다. | | | | | |

붙임2

PSD 레이저 센서 거리별 전계강도 측정 결과

1 거리별 전계강도 1차 측정 결과

□ 개 요

- (목적) PSD 센서 5G 광대역 방사내성 기준 마련을 위한 거리별 전계강도 측정
- (일시/장소) '23.9.14.(목)~9.15.(금)/RAPA IoT 기술지원센터 25m 챔버

□ 시험 조건 및 측정

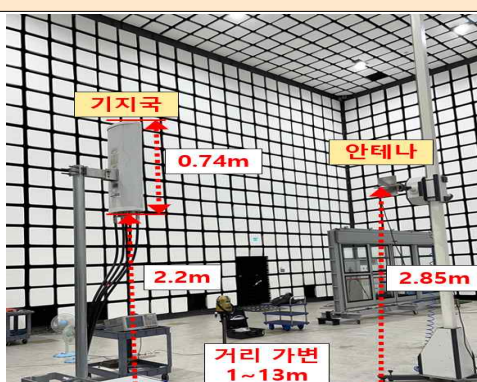
- (송출 신호) 기지국 출력값을 33dBm으로 하고 국내 3사 이동통신 기지국의 동시 송출 조건(3,400MHz ~ 3,700MHz)에 따라 검증

| 통신사 | 주파수 대역[MHz] | 대역폭[MHz] | 방식 | 비고 |
|--|---------------|----------|-----|----|
| 3사 통합 | 3,400 ~ 3,700 | 300 | TDD | |
| ※ (통신사별 사용 대역) ① SKT : 3600MHz ~ 3700MHz(100MHz 대역폭), ② KT : 3500MHz ~ 3600MHz(100MHz 대역폭), ③ U+ : 3400MHz ~ 3500MHz(100MHz 대역폭) | | | | |

- OCNS 조건*에서 시험 실시

* 5G 신호는 TDD 방식으로 데이터 수신량에 따라 출력의 강도가 달라짐.
가상으로 최대 수신 상태를 인가하여 5G 송신기에 최대 출력이 유지되는 상태

○ 최악조건(Line-of-Sight)에서의 전계강도 측정

| 시험 장비 배치 | 시험 절차 |
|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> ○ 챔버에 이동3사 5G 기지국(또는 중계기) 설치 ○ 기지국 안테나와 수신안테나(혼/프로브)를 Line-of-Sight 조건으로 설치 ○ 5G 통합 안테나를 통해 300MHz 대역에서 최대출력을 송신(33dBm) ○ 1m에서부터 거리를 1m씩 증가시키며 13m 지점 까지 전계강도 측정 |

[측정장비 설정]

| 측정 주파수 | 측정모드 | 분해 대역폭 | 비디오 대역폭* | 검출 모드** |
|---------------|---------------|---------|----------|----------|
| 3,400 ~ 3,700 | 채널파워(300 MHz) | 120 kHz | 300 kHz | Max Hold |

* 분해 대역폭과 같거나 10배 이내

** 최고치 유지(Max Hold) : 스위프 동안에 측정 주파수에서 최솟값을 검출 및 유지함(축적된 값과 측정값을 비교하여 측정값이 크게 되면 값을 갱신하고 다음 비교기준으로 삼음)

□ 기지국 출력별 전계강도 측정결과

| 거리[m] | 수직편파 | | 수평편파 | |
|-------|-------------------|-------|----------|-------|
| | 기지국 출력 33dBm_전계강도 | | | |
| | [dBuV/m] | [V/m] | [dBuV/m] | [V/m] |
| 1 | 157.80 | 77.62 | 154.65 | 54.01 |
| 2 | 152.31 | 41.26 | 149.22 | 28.91 |
| 3 | 148.79 | 27.51 | 146.21 | 20.44 |
| 4 | 146.72 | 21.68 | 143.54 | 15.03 |
| 5 | 144.75 | 17.28 | 141.65 | 12.09 |
| 6 | 143.27 | 14.57 | 140.12 | 10.14 |
| 7 | 142.11 | 12.75 | 138.66 | 8.57 |
| 8 | 141.04 | 11.27 | 137.56 | 7.55 |
| 9 | 140.01 | 10.01 | 136.50 | 6.68 |
| 10 | 139.09 | 9.01 | 135.64 | 6.05 |
| 11 | 138.20 | 8.13 | 134.80 | 5.50 |
| 12 | 137.24 | 7.28 | 134.06 | 5.05 |
| 13 | 136.68 | 6.82 | 133.36 | 4.66 |

$$E_{eq} = 10^{\left(\frac{P_{CH}}{20}\right)} \cdot 10^{-6}$$

E_{eq} is the equivalent field strength (RMS value), in V/m; and

P_{CH} is the measured channel power, in dB(μV/m)

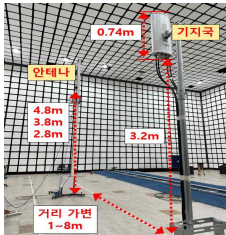
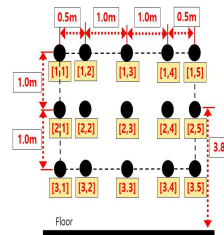
2 거리별 전계강도 2차 측정 결과

□ 개 요

- (필요성) 5G 광대역 신호에 대한 PSD 센서 방사내성 기준 마련을 위해 이통3사 기지국 안테나와 센서 간 거리별 전계강도 측정
- (일시/장소) '23. 12. 20.(수) ~ 12. 22.(금)/송도 IoT 기술지원센터 챔버(25m)
- (참석자) 국립전파연구원(안형배 연구관, 김계돈 주무관), 전자과학기술원(임영철 팀장, 박세호 센터장, 임재훈 차장, 장건호 과장, 진동수 과장, 김재은 대리)

□ 시험절차

- 이통3사 기지국 안테나와 수신안테나(등방성 안테나)를 아래와 같이 설치

| 장비 배치 | 설 명 |
|--|--|
|  <p><그림 1></p> |  <p><그림 2></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 기지국 길이는 0.74m, 기지국 밑면과 바닥과의 거리 3.2m ○ 기지국과 등방성 안테나와의 수평거리는 1m ~ 8m ○ 지면에서 3.8m인 지점*을 중심으로 좌우 1m, 1.5m, 상하 1m 높이에서 등방성 안테나를 위치 <p>* 기지국 중 가장 강한 전자파가 나오는 위치임(LOS 조건)</p> |

- OCNS* 조건 및 33dBm의 출력으로 이통3사 광대역 신호 동시 송출**

* 5G 신호는 TDD 방식으로 데이터 수신량에 따라 출력의 강도가 달라짐. 가상으로 최대 수신 상태를 인가하여 5G 송신기에 최대 출력이 유지되는 상태

** TDD 방식으로 SKT는 3.6 ~ 3.7GHz 대역의 중계기 신호, KT는 3.5 ~ 3.6GHz 대역의 기지국 신호, LG U+는 3.4 ~ 3.5GHz 대역의 기지국 신호를 동시 송출(3.4~3.7GHz)

- 기지국 안테나와 수신안테나*의 수평거리를 1m, 1.5m, 2m, 3m, 4m, 5m까지 증가시키면서 <그림2> 15개 위치에서의 전계강도 측정

※ 수신안테나(등방성 안테나) : POD 16 (1~6GHz, Seibersdorf Laboratories)

- 기지국 안테나와 수신안테나의 수평거리를 6m, 7m, 8m까지 증가시키면서 <그림2> 2.3, 3.1, 3.2, 3.4, 3.5 위치*에서의 전계강도 측정

* 기지국 송신 신호의 빔폭을 벗어난 부분에서 거리별 전계강도 변화 경향 관측을 위함

[측정장비 설정]

| 송신 주파수 [MHz] | 측정 모드 | 분해능대역폭 (RBW) | 비디오대역폭 (VBW)** | 검출 모드*** |
|-----------------|---------------|-----------------|-------------------|----------|
| 3,400 ~ 3,700 | 채널파워*(300MHz) | 1 MHz | 300 MHz | Max Hold |

* 채널 파워 : 지정 채널에서 정의된 채널폭 안에 있는 모든 파워의 합



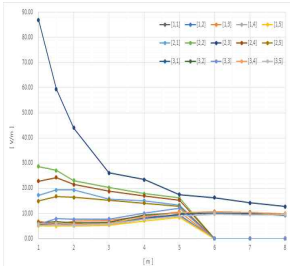
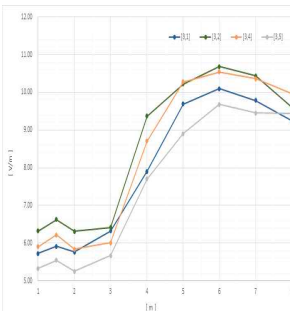
** 통상적으로 VBW는 RBW보다 3~5배 크게 설정 또는 분해능 대역폭과 같거나 10배 이내로 설정

*** 최고치 유지(Max Hold) : 스위프 동안에 측정 주파수에서 최고값을 검출 및 유지함(축적된 값과 측정값을 비교하여 측정값이 크게 되면 값을 갱신하고 다음 비교기준으로 삼음)

※ 분해능대역폭(RBW) : 인접 주파수 성분들 간에 얼마나 세밀하게 분해(분리)할 수 있는가의 능력

※ 비디오대역폭(VBW) : 파형의 출력임을 평균화하여 부드럽게 보여주는 능력(화면상 파형을 부드럽게 보이는 효과)

□ 측정 데이터 및 분석

| 측정 그래프 | 측정 데이터 분석 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------|----|-----|----|----|----|----|----|---|---|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|  | <ul style="list-style-type: none">○ 좌측 그래프는 <그림2> 15개 위치에서의 거리별 전계강도 값을 나타냄○ <그림2> 2.3 위치의 전계강도 값이 최악조건(Line Of Sight)에서의 전계강도 값이며, 거리별 전계강도는 아래와 같음 <table border="1" data-bbox="481 1281 1422 1404"><thead><tr><th>거리[m]</th><th>1</th><th>1.5</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th></tr></thead><tbody><tr><td>전계강도 [V/m]</td><td>87</td><td>60</td><td>44</td><td>26</td><td>23</td><td>17</td><td>16</td><td>14</td><td>13</td></tr></tbody></table> | 거리[m] | 1 | 1.5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 전계강도 [V/m] | 87 | 60 | 44 | 26 | 23 | 17 | 16 | 14 | 13 |
| 거리[m] | 1 | 1.5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | |
| 전계강도 [V/m] | 87 | 60 | 44 | 26 | 23 | 17 | 16 | 14 | 13 | | | | | | | | | | | | |
|  | <ul style="list-style-type: none">○ 좌측 그래프는 <그림2> 3.1, 3.2, 3.4, 3.5 위치의 전계강도 값을 나타냄○ 6m까지는 증가하다가 6미터를 기점으로 감소하는 경향이 있음<ul style="list-style-type: none">- 이는 기지국에서 광대역 신호가 등방성으로 방사되는 것이 아니고, 일정한 빔폭을 갖고 방출되고 있으며- 6m 전까지는 기지국의 빔폭 밖의 범위이고, 6m인 지점부터 빔폭 안으로 들어가는 것으로 분석됨 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

□ 측정 데이터 및 분석

| 거리 [m] | 기지국 출력 33dBm_전계강도 [dBuV/m] | | | | |
|-----------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1.0 | [1,1] 134.61 | [1,2] 134.68 | [1,3] 136.77 | [1,4] 134.41 | [1,5] 134.15 |
| | [2,1] 144.75 | [2,2] 149.15 | [2,3] 158.78 | [2,4] 147.17 | [2,5] 143.49 |
| | [3,1] 135.16 | [3,2] 136.02 | [3,3] 135.11 | [3,4] 135.42 | [3,5] 134.53 |
| 1.5 | [1,1] 134.07 | [1,2] 135.02 | [1,3] 134.82 | [1,4] 134.66 | [1,5] 133.99 |
| | [2,1] 145.70 | [2,2] 148.66 | [2,3] 155.49 | [2,4] 147.70 | [2,5] 144.46 |
| | [3,1] 135.44 | [3,2] 136.43 | [3,3] 137.90 | [3,4] 135.88 | [3,5] 134.88 |
| 2.0 | [1,1] 134.22 | [1,2] 134.86 | [1,3] 136.92 | [1,4] 134.08 | [1,5] 134.06 |
| | [2,1] 145.70 | [2,2] 147.27 | [2,3] 152.87 | [2,4] 146.64 | [2,5] 144.27 |
| | [3,1] 135.21 | [3,2] 136.01 | [3,3] 137.66 | [3,4] 135.33 | [3,5] 134.41 |
| 3.0 | [1,1] 135.24 | [1,2] 135.71 | [1,3] 137.25 | [1,4] 134.80 | [1,5] 134.61 |
| | [2,1] 143.97 | [2,2] 146.14 | [2,3] 148.34 | [2,4] 145.51 | [2,5] 143.70 |
| | [3,1] 136.02 | [3,2] 136.15 | [3,3] 137.74 | [3,4] 135.58 | [3,5] 135.07 |
| 4.0 | [1,1] 137.91 | [1,2] 138.63 | [1,3] 139.00 | [1,4] 137.84 | [1,5] 137.00 |
| | [2,1] 143.57 | [2,2] 145.06 | [2,3] 147.39 | [2,4] 144.63 | [2,5] 142.98 |
| | [3,1] 137.96 | [3,2] 139.43 | [3,3] 140.06 | [3,4] 138.80 | [3,5] 137.73 |
| 5.0 | [1,1] 139.28 | [1,2] 139.46 | [1,3] 140.56 | [1,4] 139.03 | [1,5] 138.44 |
| | [2,1] 142.55 | [2,2] 144.17 | [2,3] 144.85 | [2,4] 143.73 | [2,5] 142.17 |
| | [3,1] 139.73 | [3,2] 140.19 | [3,3] 141.66 | [3,4] 140.24 | [3,5] 138.99 |

| 거리 [m] | 기지국 출력 33dBm_전계강도 [V/m] | | | | |
|-----------|-------------------------|----------------|------------------------------|----------------|-----------------------|
| 1.0 | [1,1] 5.38 | [1,2] 5.42 | [1,3] 6.89 | [1,4] 5.25 | [1,5] 5.10 |
| | [2,1] 17.28 | 28.67 | [2,3] 86.90 | [2,4] 22.83 | [2,5] 14.95 |
| | [3,1] 5.73 | [3,2] 6.32 | [3,3] 5.70 | [3,4] 5.90 | [3,5] 5.33 |
| 1.5 | [1,1] 5.05 | [1,2] 5.64 | [1,3] 5.51 | [1,4] 5.41 | [1,5] 5.01 |
| | [2,1] 19.28 | 27.10 | [2,3] 59.50 | [2,4] 24.27 | [2,5] 16.71 |
| | [3,1] 5.92 | [3,2] 6.63 | [3,3] 7.85 | [3,4] 6.22 | [3,5] 5.55 |
| 2 | [1,1] 5.14 | [1,2] 5.53 | [1,3] 7.01 | [1,4] 5.06 | [1,5] 5.05 |
| | [2,1] 19.28 | 23.09 | [2,3] 44.00 | [2,4] 21.48 | [2,5] 16.35 |
| | [3,1] 5.76 | [3,2] 6.32 | [3,3] 7.64 | [3,4] 5.84 | [3,5] 5.25 |
| 3 | [1,1] 5.78 | [1,2] 6.10 | [1,3] 7.29 | [1,4] 5.50 | [1,5] 5.38 |
| | [2,1] 15.79 | 20.28 | [2,3] 26.12 | [2,4] 18.86 | [2,5] 15.31 |
| | [3,1] 6.32 | [3,2] 6.42 | [3,3] 7.71 | [3,4] 6.01 | [3,5] 5.67 |
| 4 | [1,1] 7.86 | [1,2] 8.54 | [1,3] 8.91 | [1,4] 7.80 | [1,5] 7.08 |
| | [2,1] 15.08 | 17.91 | [2,3] 23.42 | [2,4] 17.04 | [2,5] 14.09 |
| | [3,1] 7.91 | [3,2] 9.36 | [3,3] 10.07 | [3,4] 8.71 | [3,5] 7.70 |
| 5 | [1,1] 9.20 | [1,2] 9.40 | [1,3] 10.67 | [1,4] 8.94 | [1,5] 8.36 |
| | [2,1] 13.41 | 16.16 | [2,3] 17.48 | [2,4] 15.36 | [2,5] 12.84 |
| | [3,1] 9.69 | [3,2] 10.22 | [3,3] 12.11 | [3,4] 10.28 | [3,5] 8.90 |

| 거리 [m] | 기지국 출력 33dBm_전계강도 [dBuV/m] | | | | |
|-----------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 6 | [1,1] | [1,2] | [1,3] | [1,4] | [1,5] |
| | - | - | - | - | - |
| | [2,1] | [2,2] | [2,3] | [2,4] | [2,5] |
| | - | - | 144.23 | - | - |
| | [3,1] | [3,2] | [3,3] | [3,4] | [3,5] |
| | 140.08 | 140.57 | - | 140.46 | 139.72 |
| 7 | [1,1] | [1,2] | [1,3] | [1,4] | [1,5] |
| | - | - | - | - | - |
| | [2,1] | [2,2] | [2,3] | [2,4] | [2,5] |
| | - | - | 143.06 | - | - |
| | [3,1] | [3,2] | [3,3] | [3,4] | [3,5] |
| | 139.81 | 140.37 | - | 140.31 | 139.51 |
| 8 | [1,1] | [1,2] | [1,3] | [1,4] | [1,5] |
| | - | - | - | - | - |
| | [2,1] | [2,2] | [2,3] | [2,4] | [2,5] |
| | - | - | 142.12 | - | - |
| | [3,1] | [3,2] | [3,3] | [3,4] | [3,5] |
| | 139.32 | 139.65 | - | 139.97 | 139.49 |

| 거리 [m] | 기지국 출력 33dBm_전계강도 [V/m] | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 6 | [1,1] | [1,2] | [1,3] | [1,4] | [1,5] |
| | - | - | - | - | - |
| | [2,1] | [2,2] | [2,3] | [2,4] | [2,5] |
| | - | - | 16.27 | - | - |
| | [3,1] | [3,2] | [3,3] | [3,4] | [3,5] |
| | 10.09 | 10.68 | - | 10.54 | 9.68 |
| 7 | [1,1] | [1,2] | [1,3] | [1,4] | [1,5] |
| | - | - | - | - | - |
| | [2,1] | [2,2] | [2,3] | [2,4] | [2,5] |
| | - | - | 14.22 | - | - |
| | [3,1] | [3,2] | [3,3] | [3,4] | [3,5] |
| | 9.78 | 10.44 | - | 10.36 | 9.45 |
| 8 | [1,1] | [1,2] | [1,3] | [1,4] | [1,5] |
| | - | - | - | - | - |
| | [2,1] | [2,2] | [2,3] | [2,4] | [2,5] |
| | - | - | 12.76 | - | - |
| | [3,1] | [3,2] | [3,3] | [3,4] | [3,5] |
| | 9.25 | 9.61 | - | 9.97 | 9.43 |

$$E_{eq} = 10^{\left(\frac{P_{CH}}{20}\right)} \cdot 10^{-6}$$

E_{eq} is the equivalent field strength (RMS value), in V/m; and
 P_{CH} is the measured channel power, in dB(μ V/m)

3 거리별 전계강도 3차 측정 결과

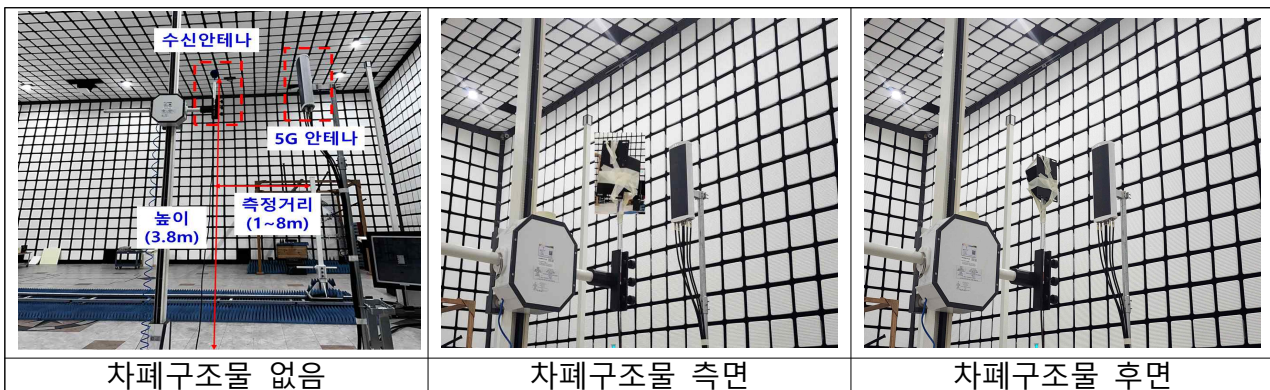
□ 개 요

- (필요성) 5G 광대역 신호에 대한 PSD 센서 방사내성 기준 마련을 위해 이통3사 기지국 안테나와 센서 간 거리별 전계강도 측정
- (일시/장소) '24. 5. 8.(수) /송도 IoT 기술지원센터 챔버(25m)
- (참석자) 국립전파연구원(안형배 연구관, 김계돈 주무관), 전자과학기술원(임영철 팀장, 박세호 센터장, 장건호 과장, 진동수 과장)

□ 시험 절차 · 결과

【정면 배치(LOS) 전계강도】

- 장비 배치 및 측정 절차



- ① 5G 안테나 전파 세기가 가장 강한 3.8m 높이 정면에 수신안테나 배치
- ② 세로 측정거리를 1m ~ 8m까지 변화시키면서 전계강도 측정
 - ※ 비차폐 전계강도 측정 이유는 과거 비차폐 측정값과의 비교를 통해 차폐구조물 내부의 전계강도 측정값의 신뢰도를 확보하기 위함
- ③ 차폐구조물 측면이 5G 안테나를 바라보도록 배치한 후 ① ~ ② 수행
- ④ 차폐구조물 후면이 5G 안테나를 바라보도록 배치한 후 ① ~ ② 수행

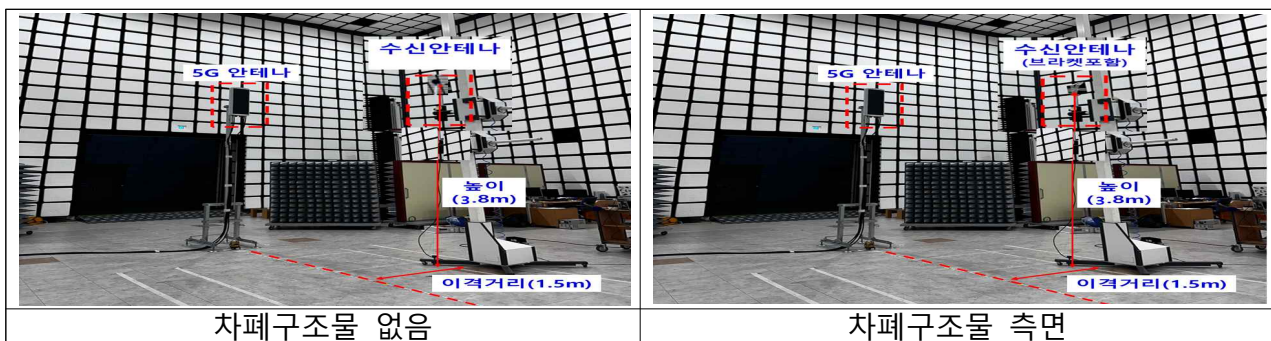
○ 측정 데이터

| 측정거리 (세로거리) m | 차폐구조물 없는 경우 전계강도 | | 차폐구조물 측면 전계강도 | | 차폐구조물 후면 전계강도 | |
|---------------------|---------------------|--------------|------------------|-------------|------------------|-------------|
| | dBuV/m | V/m | dBuV/m | V/m | dBuV/m | V/m |
| 1.0 | 158.77 | 86.80 | 143.34 | 14.69 | 142.88 | 13.93 |
| 1.5 | 155.16 | 57.28 | 141.06 | 11.30 | 140.2 | 10.23 |
| 2.0 | 152.72 | 43.25 | 139.38 | 9.31 | 138.43 | 8.35 |
| 3.0 | 148.37 | 26.21 | 136.93 | 7.02 | 134.72 | 5.45 |
| 4.0 | 147.35 | 23.31 | 135.14 | 5.71 | 133.85 | 4.93 |
| 5.0 | 144.84 | 17.46 | 133.12 | 4.53 | 131.75 | 3.87 |
| 6.0 | 144.22 | 16.26 | 132.4 | 4.17 | 129.49 | 2.98 |
| 7.0 | 142.29 | 13.02 | 130.93 | 3.52 | 128.44 | 2.64 |
| 8.0 | 142.10 | 12.74 | 129.79 | 3.09 | 127.19 | 2.29 |

- (데이터 분석) 세로 측정거리 2m에서 차폐구조물 측면이 5G 안테나를 향할 때 차폐 구조물 내부의 전계강도는 $9.31V/m^*$, 후면의 경우 $8.35V/m$
 - 비차폐 전계강도는 '23년 12월 측정 결과값(붙임2)과 비슷하므로 차폐구조물 내부의 전계강도 측정값의 신뢰도 확보 가능
 - 거리가 증가함에 따라 전계강도는 감소하고, 차폐구조물 후면보다 차폐구조물 측면의 전계강도가 $1V/m$ 높은 경향을 보임

【가로 이격거리 1.5m 배치 전계강도】

○ 장비 배치 및 측정 절차



- ① 수신 안테나를 높이 3.8m 높이(5G 안테나 전파 세기 가장 강함), 가로 이격거리 1.5m 위치에 비차폐 상태로 배치하고,
- ② 측정거리(세로 거리)를 1m~8m까지 변화시키면서 전계강도 측정
- ③ 차폐 구조물 측·후면이 5G 안테나를 향하도록 배치한 후 ① ~ ② 수행

○ 측정 데이터

| 측정 거리 (세로 거리) m | 수신안테나 높이_3.8m 수신안테나이격거리_1.5m | | 수신안테나 높이_3.8m 수신안테나이격거리_1.5m 차폐구조물 | |
|-----------------------|---------------------------------|--------------|--|-------------|
| | dBuV/m | V/m | dBuV/m | V/m |
| 1.0 | 143.62 | 15.17 | - | - |
| 1.5 | 145.19 | 18.18 | - | - |
| 2.0 | 145.56 | 18.97 | 133.02 | 4.48 |
| 3.0 | 143.46 | 14.89 | 131.46 | 3.74 |
| 4.0 | 142.61 | 13.51 | 131.31 | 3.68 |
| 5.0 | 141.15 | 11.42 | 129.66 | 3.04 |
| 6.0 | 140.06 | 10.07 | - | - |
| 7.0 | 139.64 | 9.59 | - | - |
| 8.0 | 138.26 | 8.18 | - | - |

○ (데이터 분석) 세로 측정거리 2m에서 비차폐 전계강도는 18.97V/m,
차폐 구조물 내부의 전계강도는 4.48V/m임

- 1m에서 2m까지는 세로 측정 거리가 증가할수록 전계강도 증가
→ 이는 해당 영역이 5G 이동통신 전파 빔폭 범위 밖임의 의미
- 2m 이상의 범위에서 세로 측정 거리가 증가할수록 전계강도가 감소
→ 5G 이동통신 기지국의 빔폭 범위 안임을 의미
- 차폐 구조물 안의 전계강도는 빔폭 범위 안에서 전계강도가 높은 곳에 대해서만 측정하였고, 측정 결과 5V/m 미만임

< 기타 시험 조건 >

○ OCNS* 조건 및 33dBm의 출력으로 이통3사 광대역 신호 동시 송출**

* 5G 신호는 TDD 방식으로 데이터 수신량에 따라 출력의 강도가 달라짐. 가상으로 최대 수신 상태를 인가하여 5G 송신기에 최대 출력이 유지되는 상태

** TDD 방식으로 SKT는 3.6 ~ 3.7GHz 대역의 중계기 신호, KT는 3.5 ~ 3.6GHz 대역의 기지국 신호, LG U+는 3.4 ~ 3.5GHz 대역의 기지국 신호를 동시 송출(3.4~3.7GHz)

○ 측정 장비

| 기기명 | 모델명 | 제조사 | 비고 |
|--------|------------|-------------|----------------|
| 신호발생기 | MG3710E | 안리쓰 | 100kHz - 6GHz |
| 수신 안테나 | POD 16 | seibersdorf | 1 - 6GHz |
| 감쇄기 | WA51-40-43 | 와인셀 | 40dB 감쇄 |
| EMI리시버 | ESR | 로데슈바르츠 | 9kHz - 26.5GHz |