	<p style="text-align: center;">공단 표준규격 (LTE-R 기지국설비)</p>	<p style="text-align: right;">KRSA-5007-R2 제정 2020. 07. 30. 개정 2023. 06. 28. 확인 . . .</p>
---	---	---

1. 적용범위 및 분류

1.1 적용범위

이 규격은 국가철도공단에서 발주하는 철도통합무선망(LTE-R)의 LTE-R 기지국설비에 대하여 적용한다.

1.2 분류

LTE-R 기지국설비는 기지국장치(DU, RRU) 및 안테나로 분류한다.

1.2.1 기지국 설비

- (1) DU
- (2) RRU
- (3) 안테나

2. 용어의 정의

(1) 철도통합무선망(이하 “LTE-R”)

모든 지상설비간 또는 지상설비와 차상설비 사이에 음성, 영상, 데이터의 통신을 위한 열차 무선 설비를 말한다.

(2) 철도교통관제센터(이하 “관제센터”)

전국 철도교통 상황을 실시간 감시 및 제어하기 위한 CTC, 정보통신설비 등 각종 관제 설비가 집합하여 운용 중인 장소를 말한다.

(3) 철도교통예비관제실(이하 “예비관제실”)

한국철도 공동사옥에 위치하여 비상 시 관제센터의 역할을 대신 수행하기 위한 CTC, 정보통신설비 등 각종 예비관제설비를 운용중인 장소를 말한다.

(4) 중간기기실

역사를 제외한 변전소(SS), 급전구분소(SP), 보조급전구분소(SSP), 신호기계실 등 철도운행을 위해 전기 및 신호 관련 설비가 설치된 장소를 말한다.

(5) 상호운용성 검증

상호운용성은 다음의 각 항목을 말한다.

가. 3GPP 표준 적합성 검증 : LTE RF/RRM, 프로토콜, USIM, RSE(불요발사), 방사성능
나. 기능·성능 및 망연동 검증 : LTE-R 기능·성능·시스템 요구사항 검증 및 기존
철도망, 재난안전통신망과의 망연동 시험

다. 커버리지 및 통신품질 검증 : 커버리지 요구 기준 검증, 역사(인빌딩), 지상/차상간,
차량기지 등 커버리지 및 통신 품질 필드 측정

(6) 보안적합성 검증

보안적합성 검증은 다음의 각 항목을 말한다.

가. 이동통신장비, 단말기, USIM : EPC/IMS, MCPTT, DU, RRU, 단말기, USIM 등 보안성 시험
나. 네트워크장비, 정보보호제품, 운영소프트웨어 : L3, L4, 백본, NMS, FW, IPS 등 보안성 시험
다. 보안체계 : 보안관리체계심사, 기지국 물리보안 현장실사, 운영센터 물리보안 현장실사

(7) 중앙제어센터설비

중앙제어센터설비는 관제센터 및 예비관제실에 설치되는 LTE-R 중앙제어장치 및 각종
서버를 말한다.

(8) 중앙제어장치

중앙제어장치는 차상 및 현장 지상설비를 모두 접속하여 중앙제어, 원격감시제어, 운행정보
전송 등에 필요한 모든 장치를 제어한다.

(9) 각종서버

중앙제어장치의 기능을 지원하는 설비로 지령서버, 개통서버, 녹취서버, 기타서버 등을
말한다.

(10) 단말기

철도시설관리 및 운용과 관련된 시설관리자, 운용요원 및 여객 전무 등이 사용하기에
적합한 무전기타입 및 스마트폰타입 휴대용 단말기, 관제조작반, 차상무선통신장치를
말한다.

(11) 핸드오버

LTE-R에서 단말기가 통화 중인 기지국의 서비스권을 벗어나 인접기지국의 서비스권으로
이동할 경우 기지국간에 통화로를 자동적으로 전환 연결시킴으로써 지속적으로 통화가 유지
되도록 하는 기능으로 X2핸드오버와 S1핸드오버가 있으며, X2핸드오버는 DU, RRU간을 S1
핸드오버는 MME간을 의미한다.

(12) RSRP

단말기에 수신되는 Reference Signal의 Power로 핸드오버와 Cell Selection/Reselection의
기준값 등으로 활용되며, 채널 상태에 따른 Path-Loss를 추정할 수 있다.

(13) SINR

Serving Cell의 RS 및 PDSCH Power를 기준으로 잡음(noise) 대비 Serving Cell의
Signal Power로 RF의 Quality를 판단하며, 일반적인 상용망에서 DL 속도 및 Forward RF

환경을 판단하기에 가장 적합한 지표로 CQI 판단의 근거가 된다.

(14) RSSI

단말기에 수신되는 모든 Power의 총 크기로써 RS가 존재하는 심볼 구간에서의 수신세기이며, 신호 세기에 인접한 채널의 간섭, 열잡음을 포함한다.

(15) RSRQ

단말기에 수신되는 Power 대비 Reference Signal Power의 비로 수식은 다음과 같으며,

- $RSRQ = (RSRP/RSSI) * RB \text{ 개수}$

신호 세기와 함께 간섭 등을 측정에 포함시키기 때문에, RSRP와 더불어 핸드오버를 결정하는 지표로도 사용한다.

3. 적용규격

3.1 관련규격

3.1.1 국내 관련법규 및 규격

- (1) 철도안전법, 동 시행령 및 시행규칙, 관련고시
- (2) 방송통신발전기본법, 동 시행령 및 시행규칙, 관련고시
- (3) 전파법, 동 시행령 및 시행규칙, 관련고시
- (4) 무선설비규칙 및 무선설비기준(국립전파연구원 고시)
- (5) 정보통신공사업법, 동 시행령
- (6) 방송통신설비의 기술기준에 관한 규정, 관련고시
- (7) 국가건설기준의 철도설계기준(정보통신편)
- (8) 철도설계지침 및 편람(정보통신편)
- (9) 한국산업표준규격(KS)
- (10) 한국철도표준규격(KRS)
- (11) 한국정보통신기술협회(TTA) 정보통신단체표준
- (12) 한국철도공사 LTE-R 관련규격
- (13) 기타 국내에서 적용되는 법령

3.1.2 국외 관련규격

- (1) 이동통신표준화기술협력기구(3GPP)규격
- (2) 국제전기통신연합(ITU-T, ITU-R)
- (3) 국제전기전자기술자협회(IEEE)규격
- (4) 미국표준협회(ANSI)규격
- (5) 국제표준화기구(ISO)규격
- (6) 유럽전기통신표준협회(ETSI)규격

(7) 기타 국제적으로 공인된 규격

3.2 단위 및 기호

3.2.1 치수, 용적, 용량 및 기타 단위는 SI 단위계에 의한다.

3.2.2 규격서, 도면 등에 사용하는 전기전자 및 정보통신 기호, 약어는 국제적으로 공인된 약어, 심벌 등으로 표기하여야 한다.

3.3 기타사항

3.3.1 이 규격서에 세부적으로 명시되지 않은 사항은 통상 적용하는 국제 및 국내규격에 따른다.

3.3.2 이 규격서에서 요구하는 조건이 서로 상이할 때에는 성능을 최상으로 보장할 수 있는 기준을 적용하여야 한다.

4. 필요요건

4.1 공통요건

4.1.1 신뢰성 및 가용성

- (1) 기지국설비는 고도의 신뢰성과 가용성을 가진 설비, 장치로 구성되어야 한다.
- (2) PS-LTE, LTE-M간 장비 및 시스템간 상호운용성이 가능 해야 하며, 응용프로그램의 신속한 적용, 확장의 유연성이 가능해야 한다.
- (3) 기지국장치(DU, RRU)에서 수집된 EMS 장애정보는 관제센터, 예비관제실, 관할 유지보수센터, LTE-R NMS 등 필요한 장소에 알려져야 한다.
- (4) DU는 장비 이중화로 구성하며, DU간 절체는 1분 이내 이어야 한다.
- (5) DU는 GPS/IEEE1588 동기 방식을 지원하고, GPS와 IEEE1588간 이중화를 지원하여야 한다.
- (6) KTCS(한국형열차제어시스템)에서 요구하는 기능 및 성능이 구현되도록 하며, 열차제어 데이터는 가장 높은 수준의 우선순위를 가져야 한다.(TTAK.KO-06.0369)

4.1.2 상호운용성 및 보안적합성 검증

- (1) 상호운용성 검증은 다음 항목에 대하여 공인기관(TTA 등) 검증을 받아야 한다.
 - 가. 단말기 3GPP 표준 적합성 검증
 - 나. 기능·성능 및 망연동 검증
 - 다. 커버리지 및 통신품질 검증
- (2) 보안적합성 검증은 다음 항목에 대하여 국가기관(국가정보원) 검증을 받아야 한다.
 - 가. 이통통신장비, 단말기, USIM

- 나. 네트워크장비, 정보보호제품, 운영소프트웨어
- 다. 보안체계

4.1.3 안정성

- (1) 기지국설비(안테나 제외)는 KC인증을 득하여야 한다.
- (2) 안테나, 급전선, 광케이블 등 각종 자재는 관련법에서 정한 화재대비 난연 또는 이에 상응하는 재질을 사용하여야 한다.
- (3) 옥외에 설치되는 장치는 낙뢰로부터 보호할 수 있어야 하며, 보호대책을 수립하여 설치하여야 한다.
- (4) LTE-R의 각 장치는 안전하게 지지(필요시 풍압 등 구조계산 포함)하고 철재 받침대를 설치할 경우, 받침대는 바닥면(콘크리트)에 고정하여야 하며, 본체함과 받침대 간 절연이 되어야 한다.

4.1.4 유지보수성

- (1) 검사 및 수리를 위해 쉽고 안전하게 접근할 수 있어야 한다.
- (2) 기지국설비는 EMS 기능에 의하여 현장을 원격 접속으로 기지국의 동작상태를 확인할 수 있으며, 유지보수에 필요한 기능 및 네트워크 인터페이스를 제공해야 한다.
- (3) 각 설비별로 자체진단 기능을 제공하여야 하며, 감지할 수 있는 모든 장애는 기억장치와 관제센터 및 예비관제실 등 필요 장소에 알려져야 한다.
- (4) 예측 가능한 장애유형은 미리 정해져 있어야 하며 장애 특성(수준별, 주기별로 구분)을 제공하여야 한다.
- (5) RRU 및 안테나 설치선로 환경을 고려하여 단독폴 또는 전철주 등에 설치한다.
- (6) 기지국장치(DU, RRU) 등에 대한 원격네트워크 관리가 가능하도록 하여야 한다.
- (7) 중앙제어센터설비와 기지국설비는 다른 기종 간 장비인 경우에도 신속하고 원활한 유지보수 및 향후 업그레이드 등을 위하여 상호 호환성 및 안정성이 확보되어야 한다.

4.1.5 원격제어 및 자가진단 기능

- (1) 관제센터 및 예비관제실, 유지보수센터에서 기지국장치(DU, RRU)의 원격제어가 가능하여야 한다.
 - DU 원격제어 항목 : SW, 형상, 장애, 진단, 인벤토리(Inventory), 통계 관리
 - RRU 원격제어 항목 : SW, 형상, 장애, 진단, 인벤토리(Inventory) 관리
- (2) 운용중인 LTE-R 장비의 구성관리, 알람조회, 실시간 진단이 가능하도록 하여야 한다.

4.1.6 확장성

- (1) 국내 및 국제표준의 최신의 개방시스템 표준 지향으로 확장성이 확보되어야 한다.

(2) 기지국장치(DU)는 RRU 확장시에도 상호운용성이 보장되어야 한다.

4.1.7 상호간섭 배제

(1) 각종 장치의 동작, 운영 중에 타 분야 장치에 영향을 주거나 또는 받지 않아야 하며 전력 유도전압 및 외부 전자파로부터 영향을 받지 않아야 한다.

- 기본 EMC Standard를 준수해야 한다.

4.1.8 내환경성

기지국장치(DU, RRU)는 설치 및 운용 개소의 주변 환경 여건에서 영향을 받지 않도록 설치하여야 한다.

(1) 내 부식성, 방습, 방수, 방진, 염해방지

외부환경에 노출되어 사용되는 자재 및 단말기는 내 부식성과 우수한 방습, 방수, 방진 및 염해방지 특성을 가져야 한다.

(2) 온, 습도 조건

우리나라 기후에 대해 각 장비는 내구성 있게 제작하여야 하며, 통상적으로 발생하는 충격이나 진동에 대하여 성능의 저하 없이 정상 동작되어야 한다.

구분	동작온도	동작습도
RRU	-30℃~50℃	5~95% RH

4.2 서비스 요구사항

4.2.1 기능 요구사항

주요기능 항목		판정기준
1	RRU 적정간격 (터널, 개활지)	커버리지 이중화
2	DU간 핸드오버	99% 이상
3	RRU간 핸드오버(이동)	99% 이상
4	전계강도(RRU 출력)	46dBm 이하
5	커버리지	98% 이상 (RSRP -110dBm 이상)

주요기능 항목		판정기준
6	통화설정시간	<ul style="list-style-type: none"> • MCPTT 기반 음성통화 호의 접속시간 : 300ms 이내(KPI 1*) • MCPTT 기반 음성통화 호의 End-to-End 접속 시간 : 1000ms 이내(KPI 2*) * KPI 1 : 휴대용단말기 PTT버튼을 누르고 통신망으로부터 통화가 가능한 응답을 수신할 때까지의 시간 * KPI 2 : 호 셋업부터 통화 가능한 응답 전까지의 End-to-end 접속시간 • 상기 사항에 의해 해당 되지 않는 모든 음성/영상 통화 < 3.5초(90%), < 5초(100%)
7	핸드오버 성공율	99% 이상
8	호접속 성공율	99% 이상
9	장시간접속 절단횟수	시간당 0.01회 이하
10	데이터수신성공율	99% 이상
11	데이터전송 지연시간	300ms 이하
12	연속패킷 손실시간	전송절단시간 5s 이내
13	네트워크등록시간	500ms 이하
14	통화품질측정	MOS기준 3.0이상
15	데이터전송용량	다운로드 : 단말기별 최소 2Mbps 이상 - 단말기별 전송률 합산 평균 17Mbps 이상 업링크 : 단말기별 최소 1Mbps 이상 - 단말기별 전송률 합산 평균 10Mbps 이상
16	영상데이터지연시간	영상전송 : 300ms이하(99% 이상) 영상통화 : 150ms이하

(1) 커버리지

커버리지는 시간적·공간적으로 연속적이어야 하며, 안정성을 보장하기 위해 98%이상 (휴대용:RSRP -110dBm 이상, 단 차량용은 -95dBm이상) 이어야 한다. LTE-R의 네트워크는 철도 통신용 이동단말(휴대용 및 차량용)을 수용할 수 있어야 하며 단말기가 해당 구간 최고속도로 이동할 때 원활한 통신을 제공하여야 한다.

(2) 안전성

KTCS(한국형열차제어시스템)에서 요구하는 기능이 구현되도록 하여야 한다.

(3) 상호연동

PS-LTE 등 통합공공망 운영기관과의 상호연동이 가능하도록 구축하여야 한다.

(4) 주파수 클리어런스

기지국장치(DU, RRU) 구성시 Cell Plan(주파수 클리어런스 분석 포함) 등 컴퓨터 시뮬레이션 자료를 포함한 전파환경분포 예측 자료를 근거로 설치 위치, 수량 등을 산출하여야 한다.

(5) 전파간섭

LTE-R은 각 장치의 주파수, 공중선전력, 점유주파수대역폭 등은 “간이무선국·우주국·지구국의 무선설비 및 전파탐지용 무선설비 등 그 밖의 업무용 무선설비의 기술기준”(국립전파연구원고시)의 통합공공망용 무선설비 기술기준에 따라야 한다.

4.2.2 시스템성능 요구사항

분류		주요 시스템성능	비고
기지국 설비	DU	<ul style="list-style-type: none"> • FDD 10MHz 2T2R 12Cell 용량 이상 • 무선신호 송/수신 기능, 트래픽 신호에 대한 변복조 신호처리 기능 • 패킷 스케줄링 기능(무선 자원의 효율적 운용과 QoS 보장) • 무선대역폭 할당 기능, 기지국의 셀 초기화, 기지국 시스템 정보 전송 • 호 연결 설정/유지/해제 등의 연결 제어, EPC와 정합 기능, EPC와 연동하여 핸드오버 수행 • DU간은 Active/Standby형태로 1분 이내 자동절체(이중화)가 가능 • DU는 GPS와 IEEE1588간 동기화, 이중화 지원 가능 • DU는 냉각 기능이 있으며, 19" 표준랙 실장이 가능 • 동작온도는 0 ~ 50℃ 가 가능. • 본체함은 내부에서 발생하는 열을 외부로 방출할 수 있도록 하고, 분진방지 기능을 갖추어야 한다. • 본체함 내부에는 데이터 케이블과 전원 케이블이 분리될 수 있도록 덕트 또는 가이드 라인을 사용하여야 하고, 입력 전원부는 Noise가 유입되는 것을 차단하여야 한다. • 본체함은 내장되는 각 시스템의 PCB와 유니트 취급이 용이하고, 확장 및 유지보수가 편리한 구조로 제작하여야 하며, 빈 Slot에는 Blank Panel로 처리하여야 한다. • 본체함 내 장치별 내부 배선용 케이블에는 인입과 인출지점 또는 용도를 확인할 수 있도록 인식표를 부착하여야 한다. • 각 장치는 전자유도 방지를 위하여 EMC 구조로 하여야 한다. 	역사용
	RRU	<ul style="list-style-type: none"> • 최대 출력은 각 Path당 40watt 	선로변

		<ul style="list-style-type: none"> • RRU는 700MHz(상향: 718M ~ 728MHz, 하향: 773M ~ 783MHz) 대역에서 동작하며 2Tx/2Rx을 지원. • RRU는 팬을 통한 강제 냉각방식 또는 자연 대류에 의한 냉각방식으로 IP65(Ingress Protection 65)를 만족. • RRU는 각부 장애상태 확인을 위하여 LED를 통한 확인, 원격 EMS를 통한 상태확인 기능이 가능해야 함. • 2T2R 송수신동작을 위하여 내부회로가 분리되어 운영. • RRU는 별도의 광분배함을 통하여 기지국장치(DU)와 광케이블 접속을 하며, 본선 전구간(터널 및 개활지 포함)에 설치되는 기지국장치(RRU)의 지속적인 서비스를 위하여 별도의 정류기와 축전지로 정전보상시간은 3시간 이상을 보장 • Input power는 -48vDC가 가능. • RRU는 외부 환경영향을 최소화하기 위하여 IP65 이상의 방수방진 기능을 만족하며, 설치개소의 환경적인 영향을 받지 않도록 방진·방수충격·진동·염해방지 등 내구성 확보를 위한 테스트 결과를 만족 • 동작온도 : -30℃ ~ 50℃, 동작습도는 5~95% RH 	
	안테나	<ul style="list-style-type: none"> • 섹터(차량기지 및 지상구간) <ul style="list-style-type: none"> - 좁은 지향 특성으로 선로 구간 서비스 가능 - 기구적 + 전기적 TILT 기능 - 이득이 높고 MIMO 기능 • 야기(본선 및 승강장) <ul style="list-style-type: none"> - 곡선구간 서비스를 위한 기구적 TILT 기능 - 수평, 수직 편파의 MIMO기능 • 옴니(인빌딩 및 승강장) <ul style="list-style-type: none"> - 무게가 가볍고 미관이 좋음 (인빌딩 환경) - 간편한 설치 기능 • 패치(인빌딩 및 승강장) <ul style="list-style-type: none"> - 천정고가 높은 실내 벽면에 설치 같은 층의 커버리지 확장 시 용이 (인빌딩 환경) • 안테나는 공통으로 RRU와 분배기간 서지보호기 설치가 가능 	

4.2.3 셀 플랜

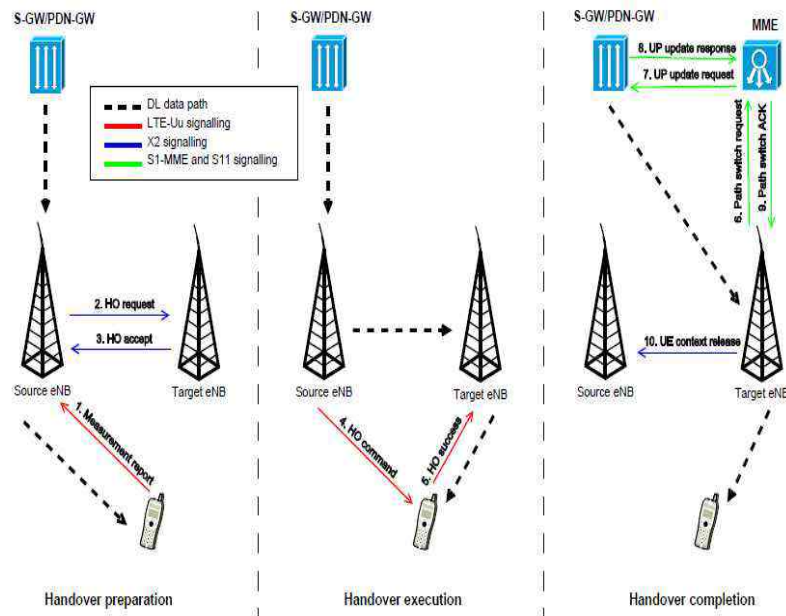
- (1) 수요 예측에 의한 트래픽 분석 결과(주파수 클리어런스 분석 포함)를 기초로 하여 디지털 지도를 활용한 컴퓨터 시뮬레이션 셀 플랜(Cell Planning)에 의한 기지국 선정 및 커버리지 분석을 실시하여야 한다.
- (2) 지형적인 특성에 의해 발생할 수 있는 공간 및 터널 등 전파음영지역의 해소를 위해 목표서비스가 만족되도록 기지국장치(DU, RRU) 배치 방안을 수립하여야 한다.
- (3) 셀 플랜에 의한 기지국 위치 선정시 Cell 분석, 전파경로분석으로 예측모델 적용에 의한 링크버짓(Link budget) 등을 고려하여 최적의 기지국을 배치하여야 한다.
- (4) 트래픽용량 적정성 분석 및 기지국 위치선정, 서비스구역 예측 등을 알 수 있는 셀 플랜 보고서를 작성하여야 한다.
- (5) 기지국별 및 지역별 서비스 영역을 확인할 수 있는 서비스구역 예측도 (Coverage Map)를 작성하여야 한다.
- (6) 동일 주파수 간섭, 인접채널 간섭, 상호혼변조, 타 시스템과의 간섭 등을 고려한 최적의 통화권 확보 분석을 수행하여 최적화 작업 계획 등을 작성하여야 한다.

4.2.4 전파측정

- (1) 기지국 설치 사이트에 대하여 전파측정 및 전파환경 조사·분석을 수행하여 최적의 철도 통합무선망(LTE-R)이 구축될 수 있도록 하여야 한다.
- (2) 기지국 설치위치에 대한 도상검토를 실시하여 측정계획 수립 및 측정을 수행한다.
- (3) 전파측정은 수신 신호세기를 측정하는 전파측정시스템으로 측정하되 공단과 협의하여 주요 건물내부, 지하구간 등 특수지역의 측정도 수행한다.
- (4) 측정치와 셀 플랜에 의한 예측치를 비교 분석한 후 전파음영지역을 파악하고 경제성, 신뢰성, 확장성, 접속성, 유지보수 등을 고려하여 음영지역 해소를 위해 기지국장치(RRU)의 위치를 선정하여야 한다.

4.2.5 핸드오버

LTE-R에서는 셀 간 핸드오버, DU 간 핸드오버가 이루어져야 하고 핸드오버에 의해 소요되는 핸드오버 스위칭 시간이 최소화되어야 하며, 셀 간 핸드오버에 의해서 단말기와 DU 간 통신이 끊김 없이 이루어져야 한다.



[그림 2] 핸드오버 절차(3GPP TS 36.300)

4.3 기지국설비(DU)

- (1) 기지국장치(DU↔RRU)간 연결방식은 광케이블을 이용하여 Point-To-Point 방식으로 구성한다.
- (2) 기지국장치(DU)는 중앙제어센터설비와 기지국장치(RRU) 및 각종 단말장치간 무선통신망을 제공하고, 중앙제어센터설비에서 제어할 수 있어야 한다.
- (3) 중앙제어센터설비, 기지국장치(RRU), 단말장치와 연동하여 핸드오버를 수행하여야 한다.
- (4) 기지국장치(DU)는 음성통화, 영상통화, 각종 데이터 전송 등 LTE-R을 이용하여 송수신 가능한 모든 데이터 및 재난, 사고발생 시 폭증하는 트래픽을 전송할 수 있는 기능과 성능을 제공하여야 하며, 향후 확장을 고려한 충분한 용량이어야 한다.
- (5) 기지국장치(DU)의 동작상태 및 장애상태 등을 확인할 수 있어야 하며, 관제센터 및 예비 관제실 LTE-R 관리장치(EMS)에서도 기지국장치(DU)의 동작상태를 확인할 수 있어야 한다.
- (6) 기지국장치(DU)는 GPS를 통해 동기화하고, 싱크 이중화는 NTP 백업을 통해 구현하여야 한다.
- (7) 휴대용 노트북을 이용하여 점검 및 유지보수를 할 수 있는 기능과 인터페이스를 제공하여야 한다.
- (8) 기지국장치(DU)는 호처리(Attach, Detach, Service Request, 핸드오버 등) 기능을 제공하여야 한다.
- (9) 기지국장치(DU)는 중앙제어센터설비, 기지국장치(RRU), 관리장치 등과 연동하기 위한 네트워크 인터페이스 기능을 제공하여야 한다.
- (10) 기지국장치(RRU)의 동작상태 등을 확인할 수 있어야 하며, 기지국장치(RRU)의 장애 및

동작상태 정보를 중앙제어센터설비로 전송할 수 있어야 한다.

- (11) 기지국장치(DU, RRU)간 연결을 위하여 광모듈을 지원하여야 하고, 광모듈은 기지국장치(DU,RRU)의 성능을 확보하기 위한 충분한 용량과 광모듈 포트 수량을 제공하여야 한다.
- (12) 광케이블 집합, 분배, 접속을 위한 광분배함을 설치하여야 하며, 광케이블 접속은 광점퍼코드를 이용하여 접속하여야 한다.

4.4 기지국설비(RRU)

- (1) 기지국장치(RRU)는 설치되는 장소의 환경 여건에 따라 설치 방법 등을 제공하여야 하며, 설치에 필요한 지지대, 지지금구 등 일체의 자재를 제공하여 설치하여야 한다.
- (2) 기지국장치(RRU)는 대합실, 승강장, 본선(토공/교량/터널구간, 대피로), 차량기지, LTE-R 단말장치에 무선 통화로를 제공하여야 하고, 기지국장치(RRU)의 운용상태를 원격지에서 감시 및 제어할 수 있어야 한다.
- (3) 중단 없는 LTE-R 서비스를 제공하기 위한 무선 커버리지 이중화는 DU 이중화와 가상셀(Copy Cell)을 적용하여 구현하여야 한다.
- (4) 기지국장치(RRU)는 음성통화, 영상통화 및 각종 데이터 전송 등 LTE-R을 이용하여 송수신 가능한 모든 데이터를 전송할 수 있는 기능과 성능을 제공하여야 한다.
- (5) 각 부의 장애, 동작상태 등을 확인할 수 있어야 하며, 중앙제어센터설비에서도 LTE-R NMS 및 개별 EMS를 통해 확인할 수 있어야 한다.
- (6) 기지국장치(RRU)당 2개의 송/수신(2Tx, 2Rx) 이상 동작할 수 있도록 하여야 한다.
- (7) 기지국장치(DU, RRU)간 연결을 위하여 광모듈을 지원하여야 하고, 광모듈은 기지국장치(DU)와 기지국장치(RRU)의 성능을 확보하기 위한 충분한 용량으로 제공하여야 한다.
- (8) 광케이블 집합, 분배, 접속을 위한 광분배함을 설치하여야 하며, 기지국장치(RRU)와의 광케이블 접속은 광점퍼코드를 이용하여 접속하여야 한다.
- (9) 기지국장치(RRU)는 물과 분진에 의한 장비의 손실을 방지하기 위하여 IP65 이상의 방수 방진 기준을 만족하여야 한다.
- (10) 본선터널 내에 설치되는 기지국장치(RRU)의 전원은 전력분야에서 제공하는 전원을 이용하며, 전원 차단시에도 지속적인 서비스 제공을 위해서 축전지의 정전보상시간은 향후 신호 제어데이터 수용 등을 감안하여 3시간 이상으로 제공하여야 한다.
- (11) 기지국장치(RRU)는 운용 개소의 주변 환경 여건에서 영향을 받지 않도록 충격·진동·염해방지 등 철도 운행 조건에 적합한 내구성을 구비하도록 하여야 한다.
- (12) 환경조건
운영온도 : -30℃ ~ 50℃

4.5 안테나(분배기 및 부속자재)

- (1) 지상구간, 차량기지 및 지하구간의 대합실, 승강장, 본선(토공, 교량, 터널구간, 대피로)의

전파환경을 고려하여 안테나, 분배기 등을 설치하여야 한다.

- (2) 본선(토공, 교량, 터널구간, 대피로) 내에 설치되는 안테나는 차량 운행에 지장을 초래하지 않도록 설치하여야 한다.
- (3) 차량기지 외부 또는 본선 지상구간에 설치되는 안테나 지지대는 최대풍속(철도설계지침 및 편람에서 정한 풍속 이상)을 견딜 수 있는 구조이어야 하며, 낙뢰로부터 보호되어야 한다.
- (4) 커넥터류, 지지금류 및 접속 자재는 내 부식성과 우수한 방습, 방수 특성을 가져야 한다.
- (5) 터널 입출구에 LTE-R안테나 설치시 재난방송수신설비/이동통신의 안테나 설치공간도 고려하여 설치하여야 한다.
- (6) 본선 관로로부터 기지국장치(RRU)까지의 케이블 포설 및 케이블 인입을 위한 관로, 기지국 장치(RRU)에서 안테나까지의 케이블 포설 및 관로를 구성하여야 한다.

[표 4] 안테나 종류 및 규격

구분	외관	규격	설치장소	비고
섹터안테나		<ul style="list-style-type: none"> 주파수 범위:718~783MHz 이득:14dBi이상 정재파비:1.5:1이하 지향성:수평68° ±6, 수직16° ±3 최대허용전력:200W 커넥터 타입:2 x DIN-Female 	본선 (지상), 차량기지 (옥외)	이득이 높고 MIMO 가능
		<ul style="list-style-type: none"> 주파수 범위:718~783MHz 이득:13dBi이상 정재파비:1.5:1이하 지향성:수평35° ±7, 수직35° ±7 최대허용전력:200W 커넥터 타입:2 x DIN-Female 	본선(지상)	이득이 높고 MIMO 가능 (예리한빔폭의 섹터)
야기안테나		<ul style="list-style-type: none"> 주파수 범위:718~783MHz 이득:11dBi이상 정재파비:1.5:1이하 지향성:수평55° ±5, 수직50° ±5 최대허용전력:200W 커넥터 타입:1 x N-Female 	본선(터널), 인빌딩	무게가 가볍고 취부가 용이함
옴니안테나		<ul style="list-style-type: none"> 주파수 범위:718~783MHz 이득:1.5dBi이상 정재파비:1.8:1이하 지향성:수평360°, 수직70° 이상 최대허용전력:10W 커넥터 타입:1 x N-Female 	대합실, 승강장	무게가 가볍고 미관이 좋음
패치안테나		<ul style="list-style-type: none"> 주파수 범위:718~783MHz 이득: 5dBi이상 정재파비:1.8:1이하 지향성:수평60°, 수직60° 이상 최대허용전력:10W 커넥터 타입:1 x N-Female 	대합실, 승강장	천정고가 높은 실내 벽면에 설치하여 같은 층의 커버리지 확장시 용이함

4.6. 설비의 설치

4.6.1 통신기계실

- (1) 통신기계실 기기 설치에 따른 배치 및 각종 부대설비에 대한 적용기준은 통신기계실 설비에 관하여 법령, 기준, 규격, 권고 등에 의한다.
- (2) 방송통신설비기술기준에 관한 규정 제19조 구내통신실의 면적확보, 방송통신설비의 안전성·신뢰성 및 통신규약에 대한 기술기준[별표 1] 통신기계실의 구조조건에 의한다.

4.6.2 기기 배치

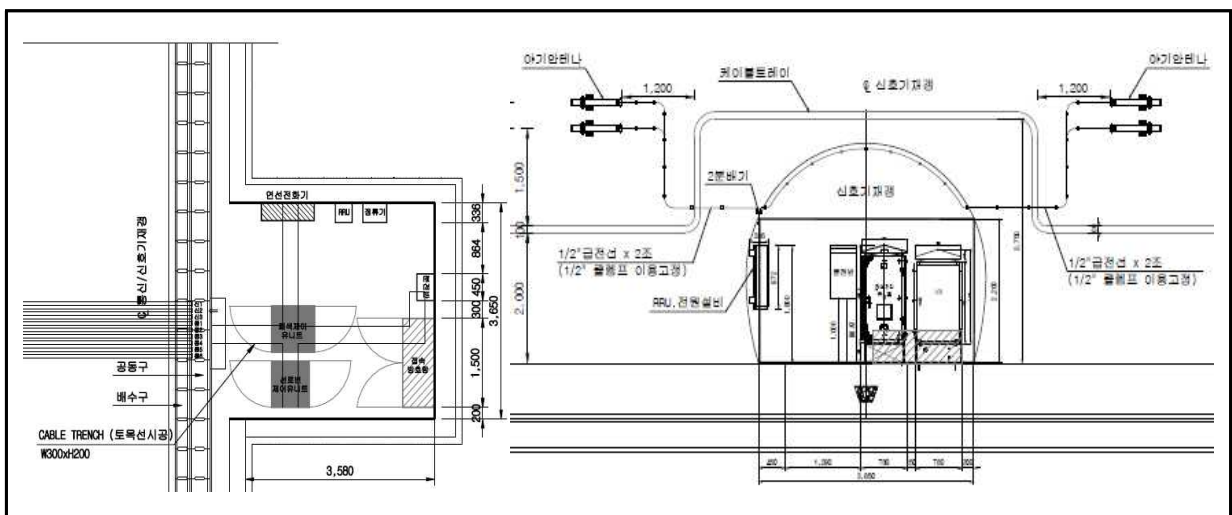
- (1) DU 및 RRU 장치 설비

DU 및 RRU 장치는 역사 및 중간기기실(SS, SP, SSP, 신호소 등)의 통신기계실 등에 설치한다.

- (2) 통신기계실 내에 RRU는 DU와 인접하여 설치한다.
- (3) 통신기계실 내 온·습도 유지는 건축분야에서 설치하는 항온항습기(또는 냉난방기)를 이용한다.
- (4) 통신기계실에 설치하는 MDF단자대는 개소별로 역사는 역무통신분야, 중간기기실(SS, SP, SSP, 신호소)은 통신선로분야에서 통합 설치하는 단자대를 이용한다.
- (5) 중간기기실의 장비와 안테나 간은 근접하게 설치하여 급전선 손실을 최소화한다.

4.6.3 기재갱내

- (1) 기지국 전원설비와 축전지는 외부함체로 보호하고 RRU를 인접하여 설치한다.
- (2) RRU는 벽취부 형태로 제작하여 벽면에 취부 되도록 한다.
- (3) 기재갱내 LTE-R 분야에서 설치하는 전원설비(분전반)는 재난방송수신설비, 연선전화망, 열차방송설비의 전원을 공급하며, RRU 전원설비(분전반)에 해당설비의 전원단자를 추가한다.
- (4) 기재갱내 철도통합무선망(LTE-R) 설비 기기배치(예시)



4.6.4 터널 시 종점(지상)

(1) 철도통합무선망(LTE-R) RRU 설치

RRU는 통합함체 내 또는 단독으로 설치되며, 단독으로 설치될 경우, 터널 내 벽면에 고정하여 설치한다.

(2) 통합함체 내 철도통합무선망(LTE-R)설비에서 설치하는 전원설비(분전반)는 재난방송수신 설비, 열차방호, 연선전화망의 전원을 공급하며, 전원설비(분전반)에 해당설비의 전원단 자를 추가한다.

(3) 통합함체 제작조건

철도 선로연변은 유지보수가 용이하고 진입도로가 확보된 부지를 우선적으로 선정하며 RRU와 전원설비(정류기 및 축전지)를 하나의 외부함체에 통합하여 수용한다.

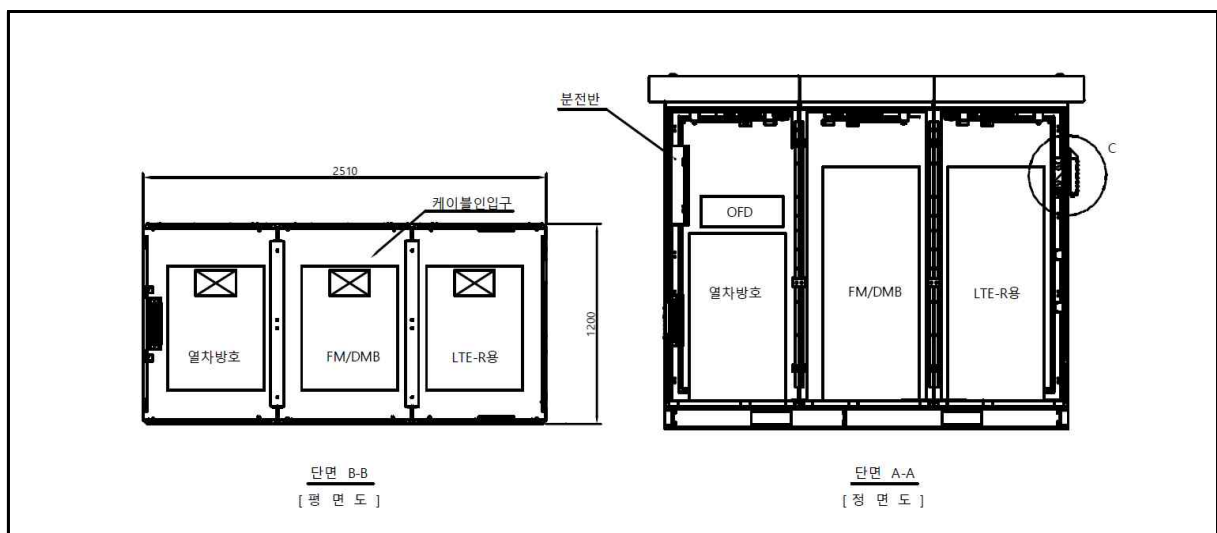
함체는 옥외에 설치되므로 다음의 조건을 고려하여 제작한다.

(a) RRU 장치와 재난방송수신설비, 열차방호 장비, 광분배합과 분전반을 모두 수용할 수 있는 크기로 제작하고 유지보수가 용이하도록 앞면과 후면에 3중문을 설치한다.

(b) 옥외 조건을 고려하여 진동방지, 방수, 내부 온도 유지가 되는 구조로 제작한다.

(c) 외부먼지유입 방지 및 곤충유입 방지를 위한 구조로 제작한다.

(4) 터널 시·종점(지상) 위치 RRU 기기배치(외부함체)(예시)

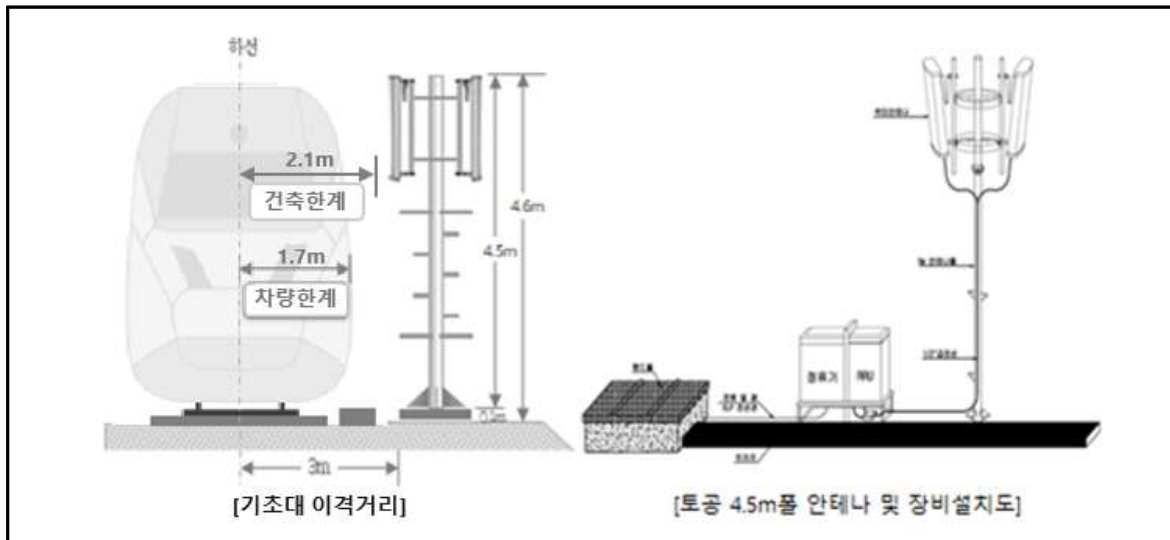


4.6.5 강관주

[표 4] 유형별 강관주 종류

종 류	비 고
4.5M 강관주(토공)	<ul style="list-style-type: none"> • 철근콘크리트 기초대 포함 (철도설계지침 및 편람에서 정한 풍속이상 구조설계) • 강관주 접지 포함
5M 강관주(옥상)	
벨마우스	

(1) 토공 4.5m 강관주 설치(일반철도 예시)



(a) 선로와 기초대간 거리는 선로중심에서 3m 이상 확보, 지상 4.6m 높이에 섹터안테나 설치

※ 공단 승인하에 현장여건에 따라 가감하여 설치하되, 기지국 설비(RRU, 안테나, 폴, 취부금구 등)는 건축한계(직선구간 2.1m)에 저촉되어서는 안됨

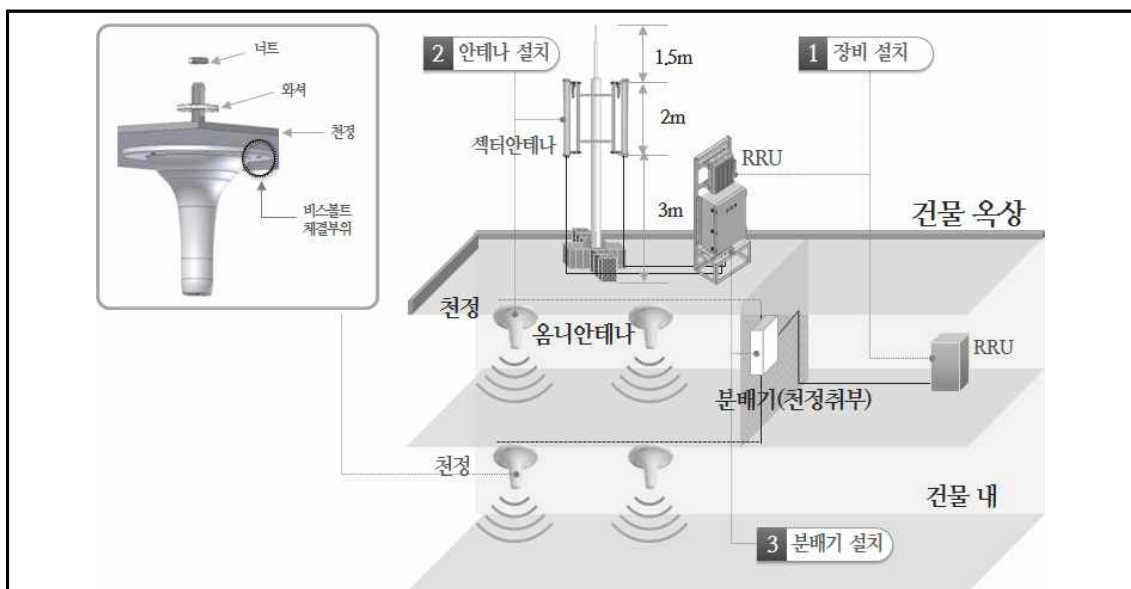
(b) 작업자 안전을 위해 전차보호선에 절연방호관 사용

(c) 안전난간 및 발판 설치

(d) RRU 함체와 강관주간의 급전선케이블은 외부 노출 없도록 전선관 및 덕트로 보호

(e) 안테나폴의 경우 현장여건에 따라 일체형 또는 조립형으로 시공

(2) 옥상 5m 강관주 설치(예시)



(a) 낙뢰로부터 무선설비를 보호할 수 있도록 하는 낙뢰보호장치(피뢰침은 제외) 및 접지 시설을 설치

(b) 기초대는 견고하도록 블록 기초대로 기초 (이동통신 사용 공법 준수)

(3) 벨마우스 설치(예시)

형 태	설 치 도
<ul style="list-style-type: none"> • 벨마우스 측면 2m 안테나 폴 <ul style="list-style-type: none"> - 안테나 폴에 원통형 안테나 거치대를 설치하여 LTE-R, 재난방송수신설비, 열차방호 안테나를 모두 수용함. - 앵글가대 제작 후 벨마우스 구조물에 케미컬 앵커로 견고히 고정 	

(a) 적용 기준

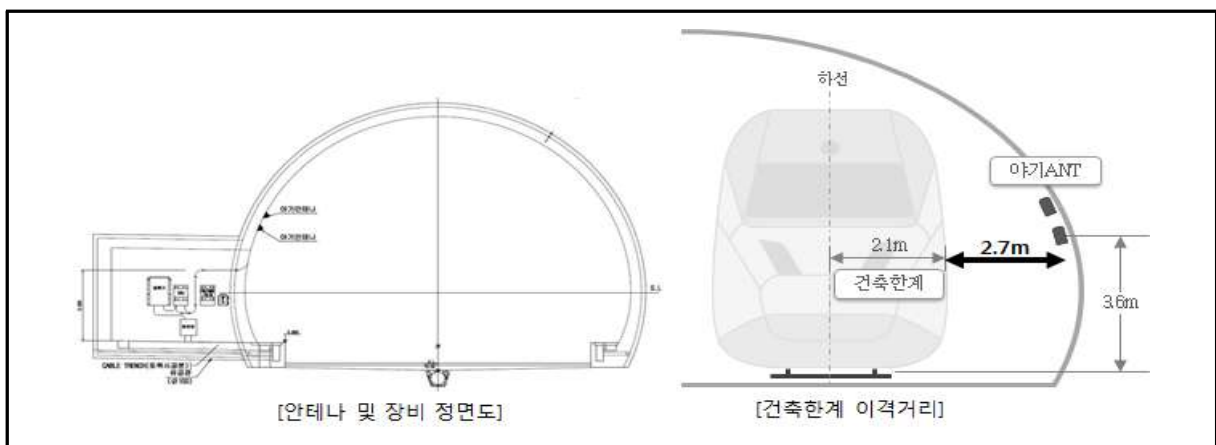
구 분	강관주 높이	설치
터널 시종점	2m 폴	<ul style="list-style-type: none"> • 벨마우스 측면 설치 - 벨마우스 구조물에 앵글 고정

(b) 유지보수 사다리 설치

벨마우스 측면 및 위에 안테나를 설치함에 따라 벨마우스로 올라갈 수 있는 유지보수 사다리 및 작업발판을 설치한다.

- 계단은 무늬강판으로 이동시 미끄러지지 않도록 구성

(4) 터널 내 안테나 설치(예시)



- (a) 야기안테나 설치시 열차 건축한계 2.1m이상 이격하여 설치
- (b) 터널 내 야기안테나 고정시 케미컬앵커로 단단히 고정
- (c) 안테나 부속 볼트, 너트는 풀림방지용 등을 사용

5. 검사 및 시험

5.1 일반사항

검사 및 시험은 각 설비별 구성 각 장치에 대한 기술적 요구조건의 만족 여부를 단계별로 확인하는 과정으로, 각 설비별 기능, 성능, 특성, 외관, 설비간 인터페이스 적합성 및 장애시 시스템 수리, 회복 등에 관한 검사 및 시험을 수행한다. 시험항목 추가 및 변경 발생 시 공단과 협의를 통해 결정한다.

5.2 검사 및 시험 규격

5.2.1 검사 및 시험계획서(ITP)

설비(공종)별 검사 및 시험계획서를 해당 검사 및 시험 착수 전 공단에 제출하여 승인을 받는다.

5.2.2 검사 및 시험점검표(ITC)

설비(공종)별 검사 및 시험점검표를 해당 검사 및 시험 착수 전 공단에 제출하여 승인을 받는다.

5.3 단계별 검사 및 시험

5.3.1 공장시험

공장시험은 본 사업을 위해 제작되는 설비의 성능, 규격, 기능 등에 대하여 발주처가 사전에 승인한 검사 및 시험계획서 절차에 따라 실시한다.

5.3.2 현장 반입검사

각 설비별 현장반입검사를 위해 사전에 검사계획서를 제출, 승인을 득하며 반입물품의 수량 및 외관검사를 시행하고 결과보고서를 제출한다.

5.3.3 현장 설치검사

주자재 및 기타설비 설치시 시방서와 설치도면에 따른 시공여부를 검사하며, 설치 후 기능

및 성능에 대한 시험을 수행하고 이에 대한 보고서를 제출한다.

5.3.4 시험 및 시운전

(1) 개별시험

설비별 시험, 국소별 또는 기지국 관할별로 구성되는 설비, 장치 등의 조정 및 운용시험을 시행한다.

(2) 종합시험(시운전)

개별시험 완료 후 모든 시스템의 운용조건하에서 각 분야와 통합하여 시스템의 최종 검증, 확인시험을 시행한다.

- 정적시험 항목(예시)

VoLTE 통화시험, PTT 통화시험, VoLTE/PTT 성능시험 등

- 동적시험 항목(예시)

기지국간 핸드오버, 단말간 동적통화 등

6. 표시 및 포장

6.1 표시

(1) 내부표시 : 제품의 사용상 지장이 없는 곳에 쉽게 지워지지 않는 방법으로 품명, 제작년월, 제작자명 등을 표시하여야 한다. 표시위치 및 표시해야 할 항목은 감독자와 협의하여 최종 결정한다.

(2) 외부표시 : 외부 포장면의 적당한 곳에 품명, 제작년월, 제작자명, 수량 등을 표시하여야 하며, 기타 필요한 추가사항은 감독자와 협의하여 최종 결정한다.

6.2 포장

보관 및 수송 중에 충격, 침습 등으로부터 각종 설비를 보호하기 위해 안전하고 견고하게 포장하여야 하며, 포장방법 및 세부사항은 공단이 정하는 바에 따른다.

붙임1. 약어해설

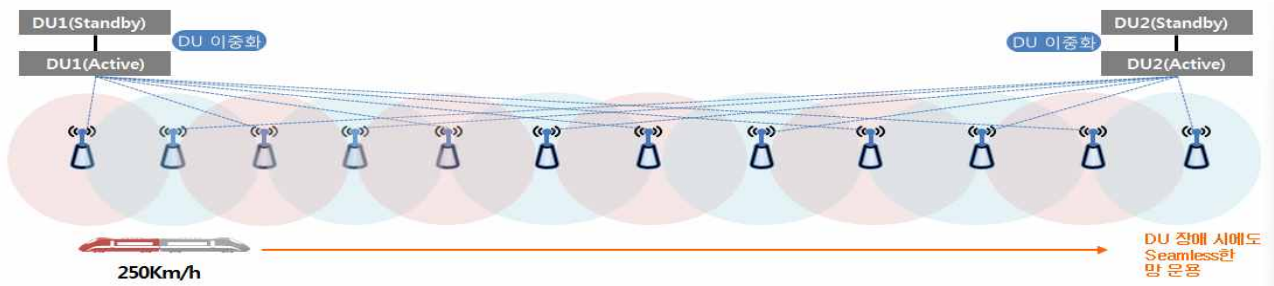
약어	원어	해설	비고
3GPP	3 rd Generation Partnership Project	무선통신 관련 국제 표준을 제정하기 위한 이동통신 표준화 기술협력 기구	
CSC	Common Services Core	PTT그룹, User Profile, 단말기 인증 ID/Password 및 Key를 관리	
CPRI	Common Public Radio Interface	기지국 DU-RRU 간 디지털신호의 원격 정합을 위한 국제 규격	
DU	Digital Unit	기지국의 디지털 신호 처리 부분으로 무선 디지털 신호를 암호화, 복호화 하는 채널 카드로 구성	
EMS	Element Management System	망관리시스템	
EPC	Evolved Packet Core	MME, SAE-GW, PCRF 등으로 구성된 LTE-R 코어 네트워크 장비	
eNB	evolved Node B	LTE 기지국	
FRS	Functional Requirements Specification	기능 요구사항 사양서	
LTE-M	LTE-Maritime	초고속 해양통신무선망	
LTE-R	Long Term Evolution based Railway wireless communication System	LTE 기반 철도통합무선망	
MDM	Mobile Device Management	휴대단말기 보안관리	
NTP	Network Time Protocol	패킷 교환, 가변 레이턴시 데이터 네트워크를 통해 컴퓨터 시스템 간 시간 동기화를 위한 네트워크 프로토콜	
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access	직교 주파수 분할 다중 접속	
PS-LTE	Public Safety-Long Term Evolution	국가재난안전통신망	
PTT	Push-To-Talk	SIP 기반으로 단말장치에 무전 기능을 결합하여 반이중통신을 지원	
RF	Radio Frequency	무선통신용으로 사용되는 주파수	
RRM	Radio Resource Management	무선 시스템에서 서비스 품질을 지원하기 위한 무선 자원 관리 솔루션	
RSE	Radiated Spurious Emissions	불요발사: 무선통신 단말기에 허용된 주파수 대역 밖으로 방사되는 불요파의 방사전력을 측정하는 시험	

약어	원어	해설	비고
RRU	Remote Radio Unit	기지국의 DU와 연결되어 실제 사용 주파수로 방사되는 장치로서 analog 신호를 처리	
SC-FDMA	Single Carrier-Frequency Division Multiple Access	단일 반송파 주파수 분할 다중 접속	
SRS	System Requirement Specification	시스템 요구사항 사양서	
TNMS	Total Network Management system	관제센터에 설치 운용중인 통신망관리시스템	
TRS	Trunked Radio System	주파수 공용방식. 중계국을 이용하여 다수가 이용하는 무선통신방식	
USAT	USIM Application Toolkit	USIM이 단말기에서 다양한 서비스를 제공할 수 있도록 도와주는 역할 수행	
USIM	Universal Subscriber Identity Module	범용 가입자 식별 모듈. 가입자 정보를 탑재한 SIM카드와 UICC(Universal IC Card)가 결합된 형태로써 사용자 인증과 글로벌 로밍, 전자상거래 등 다양한 기능을 1장의 카드에 구현	
VHF	Very High Frequency	초단파. 주파수 30~300MHz, 파장 1-10m의 전파	
VoLTE	Voice over LTE	LTE 기반 음성통화	

붙임2. 개념도

기지국설비는 기지국장치(DU), 기지국장치(RRU) 및 안테나로 구성되며, 전체적인 구성 개념도는 다음과 같다.

[Copy Cell 미적용]



[Copy Cell 적용]

