

	<p style="text-align: center;">공단 표준규격</p> <p style="text-align: center;">29kV 부하개폐기</p> <p style="text-align: center;">(29kV Load Break Switch)</p>	<p style="text-align: center;">KRSA-3113-R2</p> <p>제정 2018.06.08.</p> <p>개정 2024.07.02.</p> <p>확인 2021.06.30.</p>
---	---	--

1. 적용 범위 및 분류

1.1 적용범위

이 규격은 교류 전기철도 25kV 급전계통에 사용되는 부하개폐기(29kV Load Break Switch; 이하 '부하개폐기(LBS)' 라 한다.) 에 대하여 적용한다.

1.2 분 류

부하개폐기는 부상, 조작기 외함, 제어함으로 구성한다.

1.2.1 Pole 종류는 1 Pole 과 2 Pole 로 분류한다.

1.2.2 사용용도에 따른 종류는 표 1과 같이 분류한다.

[표 1] 부하개폐기 사용 용도에 따른 종류

기 호	구 분	용 도
PLBS-M	현장 조작형	현장에서 수동 조작과 전동 조작 가능
PLBS-R	원격 조작형	현장 조작과 교통 관제 센터 등 에서 원격 조작 가능(6절 추가)

2. 인용표준

KS C IEC 60587(2007) 가혹한 주위 조건에서 사용되는 전기 절연재료 - 내트래킹성 및 내 침식성 평가를 위한 시험 방법

KS C IEC 60850(2012) 철도용 견인 시스템의 공급전압

KS C IEC 62271-1(2014) 고압 개폐기와 제어기 - 제1부;공통 시방서

KS C IEC 62271-103(2015) 고압 개폐장치 및 제어장치 - 제103부;정격전압 1kV 초과 52kV 이하의 개폐기

KRSA-3007-R1(2016) 가스절연개폐장치(29kV)

IEC 62271-201(2014) High-voltages switchgear and controlgear - Part 201: AC insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages

- above 1 kV and up to and including 52 kV
- IEC 62497-1(2010) Railway applications – Insulation coordination – Part 1: Basic requirements
– Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment
- IEC 62505-1(2009) Railway applications – Fixed installations – Particular requirements for a.c. switchgear – Part 1: Single-phase circuit-breakers with U_n above 1kV
- IEC 62505-2(2009) Railway applications – Fixed installations – Particular requirements for a.c. switchgear – Part 2: Single-phase disconnectors, earthing switches and switches with U_n above 1 kV
- BS EN 50163(2004) Railway applications – Supply voltages of traction systems
- ASTM G154 Standard Practice for Operating Fluorescent Ultraviolet (UV) Lamp Apparatus for Exposure of Materials
- IEEE C37.71(2001) IEEE Standard for Three-Phase Manually Operated Subsurface and Vault Load-Interrupting Switches for Alternating-Current Systems
- IEEE C37.90.1 IEEE Standard for Surge Withstand Capability (SWC) Tests for Relays and Relay Systems Associated with Electric Power Apparatus
- IEEE C37.90.2 IEEE Standard for Withstand Capability of Relay Systems to Radiated Electromagnetic Interference from Transceivers
- IEEE C62.45(2002) IEEE Recommended Practice on Surge Testing for Equipment Connected to Low-Voltage AC Power Circuits
- KR E - 03030(2014) 전차선로의 전압
- NEMA C37.85 Interrupter used in power switchgear X-Radiation Limits for AC high-voltage power vacuum

3. 사용조건

3.1 정상사용조건

3.1.1 사용상태는 옥내·옥외에 적용한다.

3.1.2 정상상태란 다음 사항을 전부 만족시키는 경우를 말한다.

- (1) 주위온도는 최고 40[℃], 최저는 -25[℃] 이내로 한다.
- (2) 표고 1,000m 이하
- (3) 빙설 부착량이 5kg/m²를 초과하지 않는 장소

3.2 특수사용조건

3.1항에 규정한 이외의 자연환경 또는 계통상 특수한 사용조건은 필요시 별도로 규정한다.

3.3 일반조건

3.3.1 사용재료는 KS(Korean Industrial Standards) 표시품 또는 동등이상이어야 한다.

3.3.2 발주시 제공된 도면, 공단 참고도 등을 참조하여 현장여건 등을 감안한 도면을 작성하여야 한다.

4. 정격

4.1 정격전압

정격전압은 29[kV]를 표준으로 한다.

4.2 정격절연강도

부하개폐기의 정격절연강도는 표 2의 값을 표준으로 한다.

[표 2] 절연강도

정격 전압 [kV]	정격 절연 전압 [kV]		뇌충격 내전압 [kV, 파고치]		상용주파 내전압 [kV, rms]		부분방전 [kV / pC 이하]	
	주회로와 대지간	동극 접점간	주회로와 대지간	동극 접점간	주회로와 대지간	동극 접점간	주회로와 대지간	동극 접점간
29	29	52	250	250	95	95	31.9/20	31.9/20

4.3 정격주파수

정격주파수는 규정의 조건에 적합하도록 설계된 상용 주파수를 말하며 60Hz을 표준으로 한다.

4.4 정격부하전류

정격부하전류는 정격전압, 정격주파수하에서 규정된 온도상승 한도를 초과하지 않고 그 회로에 연속적으로 흘릴 수 있는 전류 한도를 말하며 표 3을 표준으로 한다.

[표 3] 정격전류 및 정격단시간 내전류

정격부하 전류[A]	정격단시간 내전류[kA]	정격투입 전류[kAp]	루프전류 [A]	케이블충전 전류[A]	선로충전 전류[A]	무전압 개폐[회]
2,000	20	52	2,000	16	1.5	5,000

4.5 정격단시간 내전류

정격단시간 내전류(r.m.s)는 1초간 그 부하개폐기에 흘렀을 때 이상이 발생하지 않는 전류의 최대 한도를 말하며 표 3을 표준으로 한다.

4.6 정격투입전류

정격투입전류의 최대 파고치는 정격단시간 내전류의 2.6배로 한다.

4.7 루프전류

루프전류는 병렬로 연결된 대용량 변압기로 이루어진 폐루프(Closed-loop) 회로를 개방할 때의 차단용량을 말하며 표 3을 표준으로 한다.

4.8 케이블충전전류

케이블충전전류는 무부하 상태의 케이블 회로를 개방할 때의 차단용량을 말하며 표 3을 표준으로 한다.

4.9 선로충전전류

선로충전전류는 무부하 상태의 가공선로를 개방할 때의 차단용량을 말하며 표 3을 표준으로 한다.

4.10 무전압개폐

무전압개폐는 기계적 동작 상태시 부하개폐기의 기계적 내구성을 말하며 표 3을 표준으로 한다.

4.11 온도상승

4.11.1 온도상승은 주위온도가 40℃를 넘지 않을 때 부하개폐기 각 부분의 온도상승은 IEC 62505-1에 규정된 허용한도를 초과하지 않는다.

4.11.2 부하개폐기의 부품, 재질 및 절연물에 대한 온도와 온도 상승한계는 표 4와 같이 분류한다.

[표 4] 온도상승의 허용값

부품, 재질, 절연물의 특성	온도 [℃]	주위온도가 40[℃]를 초과하지 않은 곳에서의 온도상승(K)
외부 도체와 접속되는 입력부 단자	105	65
외부 도체와 접속되는 출력부 단자	105	65
에폭시(입력부 단자) 표면	120	80
에폭시(출력부 단자) 표면	120	80
에폭시(V.I)표면	120	80

4.12 제어회로 제어전압 및 절연강도

4.12.1 제어회로 제어전압의 변동범위는 표 5와 같이 분류한다.

[표 5] 정격조작전압 및 제어전압

장치 및 기구별		정격치[V]	변동범위[%]
제어장치	제어함 입력전압	AC 220	정격치의 85~110
	제어부 조작전압	DC 24	—

4.12.1.1 입력전압

제어부 조작을 위한 AC/DC 변환용 입력전압을 말하고 축전지를 상시 충전시키는 전압

4.12.1.2 조작전압

제어부 및 단말장치(FRTU)에 인가되는 전압

4.12.3 제어회로내전압 : 2kV, 1분간

4.12.4 전자기 적합성(EMC & EMI) 성능을 가질것

4.13 주회로의 절연

4.13.1 부하개폐기의 주회로부는 IEC 62497-1, IEC 62505-2에 명시되어 있는 상용주파 내전압에 견디어야 한다.

4.13.2 부하개폐기의 모든 보조회로는 충전부와 대지간에 2,000[V] 상용주파 내전압을 인가하여 1분간 견디어야 한다.

4.14 제어기능

4.14.1 부하개폐기는 제어부에서 개폐(Open/Close)조작할 수 있으며, 개폐 조작 신호를 받으면 1초 이내에 동작을 완료하고 이때의 상태정보를 통합단말장치에 제공 할 수 있어야 한다.

4.14.2 제어함에는 조작 회로를 개폐시킬 수 있는 누름스위치를 전면에 설치하고 이에 대한 쏘정장치를 구비하여야 한다.

4.14.3 부하개폐기는 제어회로의 외부 전원 없이 전기적인 조작과 수동 조작으로 부하개폐기를 안전하고 확실하게 조작할 수 있어야 한다.

4.14.4 현장에서 축전지의 충전상태와 충전장치의 이상 유무를 쉽게 판별할 수 있으며, 원격에서도 확인 가능하여야 한다.

4.14.5 제어기능은 사용온도 범위 내에서 그 특성이 균일하게 유지되어야 한다.

4.14.6 부하개폐기로 부터 취득한 데이터는 통합단말장치에 전송할 수 있어야 한다.

5. 구조 및 특성

5.1 구조 일반

5.1.1 부하개폐기는 단상 단일 조작장치(PMA)로 본체(부싱 및 조작기 외함), 취부금구 및 제어함으로 구성되고 전주(철주 등)에 용이하고 안정된 상태로 설치 할 수 있는 구조로써 보수 점검이 용이하고 간단한 구조로 제작하여야 한다.

5.1.2 부하개폐기는 전기적·기계적인 충분한 내력을 가지며, 부하개폐기의 각 부분은 간단 견고하고 개폐조작이 원활, 확실하게 동작되고 개폐 조작중 반투입, 반개방 상태가 일어나지 않고 진동 또는 기타 원인으로 저절로 개폐되지 않으며 부하개폐기의 어느 곳에도 물이 고일 수 있는 부분이 없어야 한다.

5.1.3 본체는 전주(철주 등)에 설치하였을 때 자체 하중과 풍압 및 최대고장전류 통전시의 진동 등에 충분히 견딜 수 있어야 한다.

5.1.4 본체의 형상 및 크기는 승인 도면에 따르되 별도로 지정하지 않은 치수의 허용오차는 $\pm 5\%$ 이어야 한다.

5.2 부싱

5.2.1 옥외 사용에 적합하고 부하개폐기의 기준충격절연강도 이상을 유지하며 모든 접합부는 충분한 기계적 고착력이 유지되어야 한다.

5.2.2 재질은 발수성을 갖는 옥외용 에폭시(Epoxy)로써 표면에는 흙이나 균열, 부풀음 등의 사용상 유해한 결함이 없이 매끈하고, 부하개폐기 동작시의 전기적·기계적 충격에 충분히 견딜 수 있도록 견고하며, 습기가 침투할 수 없는 구조이어야 한다.

5.2.3 부싱은 동력선을 연결하기 위한 구조로 제작되어야 하며 동관단자와 직접 연결 할 수 있는 구조이어야 한다.

5.2.4 절연 연면거리(Insulation Creepage Distance)

기상의 악천후 운전조건인 정격전압당 연면거리(Creepage Distance)가 48[mm/kV] 이상으로 설계, 제작되어야 한다.

5.3 조작기 외함

5.3.1 스테인리스강판 【KS D 3705의 3항(종류 및 기호) STS304】 또는 이와 기계적 성질 및 화학성분이 동등이상의 재질을 사용하며 그 위에 수지계통의 피막을 입혀 완전히 방청처리 하였으며, 또한 저면은 지면으로부터 50mm 이상 띄워서 부식이 안 되는 구조이어야 한다.

5.3.2 접합면 밀봉을 위해 사용하는 O-링(Ring)은 내열, 내후성이 우수한 에틸렌 프로필렌 고무(EPR)계의 재질을 사용하고, O-링의 표면에는 내열성·내후성이 우수한 구리스가 도포되어야 한다.

5.3.3 습기 유입이 방지되는 구조이며, 내부에는 초기 유입된 공기의 수분을 건조처리 할 수 있는 흡습제가 공기량의 0.1배 이상 구비되어야 한다.

5.4 조작기구

5.4.1 조작에 특별한 기술을 요하지 않도록 설계되며, 개폐 속도는 조작방식에 무관하게 항상 일정하여야 한다.

5.4.2 제어함의 전기적 개폐(전동조작)에 의한 조작 뿐 아니라 본체의 수동 조작기구에 의한 조작이 가능하며, 조작방식에 따라 ‘현장(Local) / 원격(Remote)’으로 조작이 가능하고 전기적 개폐조작의 경우 조작기구의 이상으로 인하여 연속적인 투입과 개방이 반복되지 않아야 한다.

5.4.3 본체에는 다음의 부속장치가 구비되어 있어야 한다.

5.4.3.1 수동조작기구

- (1) 부하개폐기를 수동으로 투입, 개방을 안전하고 용이하게 조작할 수 있는 기계적 장치를 구비하여야 한다.
- (2) 1회 조작으로 개방과 투입이 완료되며, 중립 위치에서만 전기적 제어가 가능하여야 한다.

5.4.3.2 조작잠금장치(Operating Lock)

조작잠금장치는 특고압용 절연 조작봉에 의해 안전하고 용이하게 조작할 수 있으며 1회 조작으로 잠금과 풀림이 완료되어야 한다.

잠금시에는 수동과 전동의 조작이 불가하며, 부하개폐기 동작시에는 반드시 조작잠금장치를 풀림으로 조작하여야 한다.

5.4.3.3 동작상태 표시기

부하개폐기에는 주상 및 지상에서 개폐상태를 확실하게 식별할 수 있는 동작상태표시기가 장치되어 있어야 한다.

5.4.3.4 접지단자

22mm² ~ 38mm²의 동선을 별도의 보조금구 없이 쉽게 접속할 수 있고, 이의 재질은 본체와 같은 것으로 한다.

5.4.3.5 운반고리

외함 상부에는 2개 이상의 운반고리가 설치되어 있고, 운전중 운반고리가 전기적 특성에 영향을 주지 않아야 한다.

5.4.3.6 보조접점

부하개폐기에는 주접점과 연동되는 a 및 b의 보조접점이 각 2개 이상씩 구비되어 있고 제어함까지 전기적으로 연결되어야 한다.

5.5 개폐부

5.5.1 전류의 개폐는 진공개폐부(Vacuum Interrupter) 내에서 이루어지며, 진공개폐부는 정격 부하전류의 안전한 개폐와 통전이 안정되게 유지될 수 있는 구조와 강도를 가지고 있고 동작수명 동안 기밀이 유지되는 구조이어야 한다.

5.5.2 개폐부 절연은 외부로부터 완전한 절연이 이루어지고, 옥외 사용에도 문제점이 발생하지 않는 구조이어야 한다.

5.6 접속단자

5.6.1 승인도면에 의거한 단자 홀(Hole)에 적합한 전선을 접속할 수 있는 구조이어야 한다.

5.6.2 접속단자는 전기적으로 도전성이 우수하고, 기계적 강도가 우수한 재질이어야 한다.

5.6.3 부싱과 도체간 접속부위는 부싱 내부로 물이 침투할 수 없도록 처리되어야 한다.

5.7 취부금구

재질은 【KS D 3503의 3항(종류 및 기호)의 SS400】 또는 동등이상이고, 용융아연도금 처리하여야 한다.

5.8 제어함

제어함은 수동 조작형, 원격 조작형에 사용되고, 사용 용도에 따른 종류(표1 참조)로 분류하며, 원격 조작형일 경우 통신장치설비 공간을 확보하여야 한다.

5.8.1 스테인리스 강판 【KS D 3705의 3항(종류 및 기호)의 STS 304】 또는 이와 기계적 성질 및 화학성분이 동등 이상인 재질을 사용하여 제작하고 철주에 용이하게 설치할 수 있는 취부금구가 구비되어야 한다.

5.8.2 상부에는 윤반고리, 전면에는 문(Door)의 잠금장치가 있고 조작 및 점검시 문을 120° 이상 열어서 고정시킬 수 있어야 한다.

5.8.3 제어함은 IEC 60529의 IP55 기능을 구비한 구조로써 부식방지 처리되어 있고, 온도조건에 따라 자동으로 작동하는 냉각팬과 히팅장치를 설치하여 제어회로가 사용 온도범위 (-30℃~70℃)에서 이상 없이 동작되어야 한다.

5.8.4 제어함의 하면에는 통신선의 인입을 대비하여 직경 20mm 정도의 인입구 장치를 구비하고, 평상시에는 밀폐되어야 한다.

5.8.5 제어함의 외부에는 22mm²~38mm²의 동선을 별도의 보조금구 없이 직접 접속할 수 있는 접지선 접속단자가 구비되어야 한다.

5.8.6 제어부

5.8.6.1 제어부는 연결단자를 통하여 다음과 같은 정보를 통합단말장치에 제공할 수 있어야 한다.

상태정보 : 닫힘(Close)/열림(Open)
 잠금(Lock)/풀림(Unlock)-본체
 제어함의 문 개폐상태
 축전지 상태

5.8.6.2 제어부에는 다음의 제어 스위치, 표시장치(램프)를 구비하며, 사용온도 최고 70℃, 최저 -30℃ 범위 내에서 정상동작하여야 한다.

(1) 제어스위치

- (a) 조작스위치 : 닫힘(Close), 열림(Open)
- (b) 조작잠금 스위치 : 잠금/풀림
- (c) 표시장치(램프) 시험스위치(Push Button)
- (d) 제어전원 스위치(On/Off) 및 퓨즈(Fuse)

(2) 표시장치(램프)

- (a) 주점점 상태표시 : 닫힘(적색), 열림(녹색)
- (b) 잠금(Lock) 표시(제어함/본체)

5.8.6.3 제어부는 과전압 유입방지장치와 과전류 보호장치를 구비하여야 하며, 제어함 도어를 열었을 때를 제외하고는 불필요한 축전지 방전을 최소화하며, 각종 과전압 보호를 목적으로 사용된 장치나 소자의 불량으로 오동작이나 오정보가 제공되지 않도록 제어회로를 구성하여야 한다.

5.8.6.4 제어부는 AC 220V 전원을 외부에서 공급받아 축전지를 충전하고 통합단말장치의 전원과 PMA 조작전원을 함께 공급하여야 한다.

5.8.6.5 축전지(Battery)와 충전장치는 다음과 같다.

(1) 제어전원용 축전지

DC 24V로써 1회 만충전으로 50회 이상의 개폐동작이 가능하여야 하고, 교류전원 상실시에도 통신장치를 포함하여 24시간 이상 제어가 가능한 충분한 용량이어야 한다.

(2) 충전장치

주위온도의 변화에 따라 축전지에 필요한 충전전류가 자동적으로 조정되며, 과충전 및 과방전을 방지할 수 있어야 한다.

(3) 축전지 시험단자

부하 또는 무부하시 축전지 전압과 충전장치의 이상 여부를 확인할 수 있도록 시험장치와 축전지 충전회로 상태표시등을 구비하여야 한다.

5.9 제어케이블

5.9.1 제어케이블은 차폐케이블(CW-SB) 또는 이와 동등 이상의 규격품으로써 외부가 쉽게 손상되지 않고, 설치 및 운전에 무리가 없는 구조이어야 한다.

5.9.2 제어케이블의 양단은 본체 및 제어함에 신속하고, 용이하게 연결할 수 있는 내후성의 암나사(Female)형으로서 연결 후, 자연적으로 분리 탈락되지 않도록 잠금장치가 있는 구조의 커넥터를 구비하여야 한다.

5.9.3 본체 및 제어함에는 제어케이블을 신속하고, 용이하게 연결할 수 있는 내후성의 돌기 잠금형 체결방식(Bayonet Coupling)의 제어케이블을 구비하여야 한다.

5.9.4 본체 및 제어함의 케이블 연결용 리셉터클(Receptacle)은 수송, 보관 및 취급 중에 연결용 핀(Pin)이 쉽게 손상되지 않는 구조이어야 한다.

5.10 도장 및 도금

5.10.1 도장

부하개폐기의 외함 및 제어함은 충분한 방청처리를 하고 쉽게 벗겨지지 않도록 하고, 색상은 승인된 도면에 의한다.

5.10.2 도금

취부금구, 볼트 및 너트류는 표면의 불순물을 제거후 전면 균일하게 용융아연도금 또는 이와 동등이상(용융알루미늄 도금 등)의 도금을 하여야 한다.

용융아연도금의 경우 아연 부착량은 500g/m^2 이상(단, 볼트너트는 350g/m^2 이상)

6. 통신단말장치(Remote Terminal Unit)

이 기기는 부하개폐기의 상태를 감시하여 상위 사령설비에 보고하고, 상위 사령설비에서 전달된 제어 명령을 수행하는 장치로서 부하개폐기 제어함 내에 일체형으로 설치하여야 하며 전자파장해나 유도장해 등에 의해 영향이 없도록 하여야 한다.

원격 조작형(PLBS-R)에 적용한다.

6.1 CPU(Central Processing Unit)모듈

부하개폐기 원격제어 및 감시 기능을 수행하고 프로토콜은 DNP 3.0 및 IEC 60870-5-101 등을 구비하여 기존설비와 데이터 통신에 호환성 문제가 없어야 하며, 제어기와 통합 구조로 할 수 있다. 또한 32Bit 이상의 Micro processor와 Battery Backup C-MOS RAM이 장착되어야 한다

6.2 DI/DO 모듈의 감시 Point 용량 Module 당 8 Point와 제어 Point 용량 Module 당 4 Point를 가진다.

6.3 AI 모듈의 입력전압은 0 ~ 4V이며, 입력 Point 수는 8 Point 이상이어야 한다.

6.3.4 통신 모듈

상위 Host(스마트급전제어장치 포함)와의 통신을 위한 전송장치로 상위 Host 통신 조건을 만족하여야 하며 기존 사령실에 설치되어 운용중인 설비와 데이터 통신에 이상이 없어야 한다.

7. 시험 및 검사

7.1 시험의 종류

시험은 형식시험, 검수시험으로 나누며 각 시험은 아래와 같다.

7.1.1 형식시험

초기개발 또는 규격 변경 등 자재의 성능에 영향을 줄 수 있는 설계 또는 재료의 변경 있을 때 시행하며, 시험 및 검사항목에 대한 판정은 공인시험기관에서 시행한 공인시험 성적서에 의한다.

폐시품은 신품으로 양호한 제품을 사용하며 본 규격의 규정된 사용 상태에서 시험하여야 한다.

7.1.2 검수시험

형식시험에 합격한 자재에 한하여 자재 납품 시 시행하며 완전히 조립 제작된 부하개폐기에 대하여 시행한다.

7.2 시험방법 일반사항

7.2.1 시험방법 적용상 문제가 있을 시는 사용자와 제작자간의 협의에 의한다.

7.2.2 부하개폐기의 시험 및 검사항목은 다음과 같이 구분한다.

7.3 시험방법

검수시험 및 현장시험의 세부 내용은 ITP & ITC 에 따른다.

[표 6] 시험 및 검사 항목

그룹	시험 및 검사항목	형식 시험	검수 시험	시험방법	비고
1	구조 및 외관검사	○	○	7.3.1	
	전류 및 개폐용량시험			7.3.2	
	(1) 부하전류개폐	○			
	(2) 루프전류개폐	○			
	(3) 케이블충전전류개폐	○			
	(4) 선로충전전류개폐	○			
	단시간 내전류시험	○		7.3.3	
	정격 투입전류시험	○		7.3.4	
	무전압 개폐시험	○	○	7.3.5 주 ⁽¹⁾	
2	절연내력시험			7.3.6	
	(1) 상용주파 내전압시험	○	○	주 ⁽²⁾	
	(2) 충격과 내전압시험	○			형식시험에만 적용
	온도상승시험	○		7.3.7	
	부분방전시험	○	○	7.3.8 주 ⁽³⁾	
	주회로 저항측정	○	○	7.3.9 주 ⁽⁴⁾	
	본체밀봉시험	○	○	7.3.10 주 ⁽³⁾	
	충격시험	○		7.3.11	
	제어장치 진동시험	○		7.3.12	
	제어장치 충격시험	○		7.3.13	
	조작확인시험	○	○	7.3.14	
	제어함구조 및 외관검사	○	○	7.3.15	

그룹	시험 및 검사항목	형식 시험	검수 시험	시험방법	비고
3	제어회로내전압시험 및 전자기적합성			7.3.16	
	(1) 상용주파내전압시험	○	○		
	(2) 충격내전압시험	○			
	(3) 서어지 시험	○			
	(4) 전파장애 시험	○			
	에폭시부싱 시험			7.3.17	
	(1) 기계적강도시험	○			
	(2) 충격강도시험	○			
	(3) 기밀시험	○			
	(4) 굽힘시험	○			
	(5) 고주파섬락시험	○			
	(6) 내트래킹시험	○			
	(7) 내후성시험	○			
	(8) 발수성시험	○			
	(9) 난연성시험	○			
	(10) X선 투과시험	○			
	(11) 내한성시험	○			
	(12) 인장강도시험	○			
	(13) 가열노화시험	○			
	(14) 수분침투시험	○			
	절연저항시험	○	○	7.3.18	주 ⁽³⁾
	내오손시험	○		7.3.19	
	시스템연결동작시험	○	○	7.3.20	주 ⁽³⁾

그룹	시험 및 검사항목	형식 시험	검수 시험	시험방법	비고
3	제어기능 확인시험	○	○	7.3.21	주 ⁽³⁾
	본체 외함 재질시험			7.3.22	
	(1) 기계적 성질시험	○	○		주 ⁽⁵⁾
	(2) 화학성분 분석	○	○		주 ⁽⁵⁾
	제어회로 내환경시험	○		7.3.23	
4	통합단말장치		○	7.3.24	PLBS-R 규격만 적용

주⁽¹⁾ 검수시험은 10회 실시한다.

(2) 검수시험은 건조시험만 실시

(3) 검수시험시 제조자의 검사 성적서를 입회자가 검토 및 확인하며, 필요시 발취시험을 수행할 수 있다.

(4) 검수시험은 형식시험시 전류시험전 측정값의 1.2배 이하로 한다.

(5) 검수시험시 부하개폐기 제조업체가 공인시험기관에 의뢰하여 발행된 시험성적서 또는 강관 제조사의 Mill Sheet로 대체 할 수 있다.

(6) 형식시험시 시료는 표 6에 준하여 제 1그룹은 동일 부하개폐기에 대하여 시행하고, 제 2그룹에 대한 시험은 동일 부하개폐기가 아닌 경우에도 가능하다.

7.3 형식시험과 검수시험의 방법은 표 6에 의거하여 다음과 같이 시행한다.

7.3.1 구조 및 외관검사

구조 및 외관검사는 IEC 62505-2와 [국가철도공단](#) 표준규격에 따른다.

7.3.2 전류 및 개폐용량시험

7.3.2.1 부하전류개폐시험은 표 3의 기준으로 100회 시험하며, IEC 62505-2의 5.8 또는 KS C IEC 62271-103의 6.101에 따른다.

7.3.2.2 루프전류개폐시험은 표 3의 기준으로 20회 시험하며, IEC 62505-2의 5.8 또는 KS C IEC 62271-103의 6.101에 따른다.

7.3.2.3 케이블충전전류개폐시험은 16[A], 10회로 시험하며, IEC 62505-2의 5.8 또는 KS C IEC 62271-103의 6.101에 따른다.

7.3.2.4 선로충전전류개폐시험은 1.6[A], 10회로 시험하며, IEC 62505-2의 5.8 또는 KS C IEC 62271-103의 6.101에 따른다.

7.3.3 단시간 내전류시험

단시간 내전류시험은 실효치 표 3 기준으로 1sec로 시험하며, IEC 62505-2의 5.5 또는 KS C IEC 62271-103의 6.6에 따른다.

7.3.4 정격 투입전류시험

정격 투입전류시험은 표 3의 기준으로(파고치) 2회 시험하며, IEC 62505-2의 5.10 또는 KS C IEC 62271-103의 6.101에 따른다.

7.3.5 무전압 개폐시험

무전압 개폐시험은 표 3의 기준으로 하며, IEC 62505-2의 7.3 또는 KS C IEC 62271-103의 6.102.2에 따른다.

7.3.6 절연내력시험

7.3.6.1 상용주파 내전압시험은 IEC 62497-1의 7.4 또는 KS C IEC 62271-103의 6.2에 따르며, 검수시험 시 주수시험은 생략한다.

7.3.6.2 충격파 내전압시험은 IEC 62497-1의 7.3 또는 KS C IEC 62271-103의 6.2에 따른다.

7.3.7 온도상승시험

온도상승시험은 KS C IEC 62271-103의 6.5에 따르고, KS C IEC 62271-1의 4.4항을 만족하여야 한다.

7.3.8 부분방전시험

부분방전시험은 IEC 62271-201의 6.2.9에 따른다.

7.3.9 주회로 저항측정

주회로 저항측정은 KS C IEC62271-103의 6.4에 따른다.

7.3.10 본체 밀봉 시험

본체 밀봉시험은 IP X8등급으로 1시간 시험 후 7.3.6.1항의 건조 상용주파내전압 시험을 하며, KS C IEC 60529의 6항(제2 특성 숫자로 표시되는 방수 등급)에 따른다.

7.3.11 충격시험

부하개폐기 본체의 충격시험은 KS C 4511의 9.8.2항(내충격성 시험)에 따른다.

7.3.12 제어장치 진동시험

제어장치의 진동시험은 진동응답시험과 진동 내구시험의 등급 1에 만족하여야 하며, KS C IEC 60255-21-1에 따른다.

7.3.13 제어장치 충격시험

제어장치의 충격, 충돌 시험은 충격응답시험, 충격내구시험 및 충돌시험의 등급 1에 만족하여야 하며, KS C IEC 60255-21-2에 따른다.

7.3.14 조작확인시험

조작확인시험은 IEEE Std C37.71의 7.4에 따른다.

7.3.15 제어함구조 및 외관검사

제어함구조 및 외관검사는 5.8항에 따른다.

7.3.16 제어회로내전압시험 및 전자기적합성시험

7.3.16.1 상용주파 내전압시험은 KS C 8330의 9.2.16항에 따른다.

7.3.16.2 충격내전압시험은 IEEE Std C62.45에 따른다.

7.3.16.3 서어지 시험은 IEEE Std C37.90.1에 따른다.

7.3.16.4 전파장애 시험은 IEEE Std C37.90.2에 따른다.

7.3.17 에폭시 부상시험

7.3.17.1 기계적강도시험은 KS C 4511의 9.12에 따른다.

7.3.17.2 충격강도시험은 KS M ISO 179-1에 따르며, 9kJ/m^2 이상이어야 한다.

7.3.17.3 기밀시험은 KS C 4511의 9.10에 따르며, $0.25\text{MPa} \cdot \text{G}(2.5\text{kgf/cm}^2 \cdot \text{G})$ 에서 이상이 없어야 한다.

7.3.17.4 굽힘시험은 KS C IEC 60137의 8.9항에 따르며, 변형 및 파손이 없어야 한다.

7.3.17.5 고주파섬락시험은 시험품의 양전극사이에 섬락시키는데 충분한 고주파 전압을 3~5초간 가하여 시험품의 각부의 이상유무를 확인한다.(단, 주파수는 약 200kHz.)

7.3.17.6 내트래킹시험은 KS C IEC 60587(4.5kV, 6시간)에 따른다.

7.3.17.7 내후성시험은 완제품에서 시료를 채취하여 시행하며, ASTM G154의 UV B Lamp로 1,000시간 시험후 0.1mm 이상의 균열이 없어야 한다.

7.3.17.8 난연성시험은 KS M IEC 60695-11-10에 의하고 수직연소시험 난연등급은 V-0 이어야 한다.

7.3.17.9 발수성 시험은 IEC TS 62073에 따라 측정하며, WC1 또는 WC2 이어야 한다.

7.3.17.10 X선 투과시험은 부상의 중앙부분에 폭 10mm의 X-Ray를 조사하여 절연체의 기포는 최대 0.07mm이하에서 0.05mm이상은 30개/16 cm^2 까지 허용하며, 이물질은 최대 0.25mm이하에서 0.05mm이상은 15개/16 cm^2 까지 허용된다.

7.3.17.11 내한성시험은 KS C IEC 60068-2-1 또는 KS C 0220에 따르며, $-30^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 에서 96시간 시험후 이상이 없어야 한다.

7.3.17.12 인장강도시험은 KS M 3006의 3호형 시편으로 시험시 50N/ mm^2 이상이어야 한다.

7.3.17.13 가열노화시험은 KS C IEC 60811-1-2의 8.2항에 따르며, 120°C , 96시간 가열하여 인

장강도는 가열전의 80% 이상이어야 한다.

7.3.17.14 수분침투시험은 NEMA C 29.11의 7.1.5항(Water Penetration Test)에 따르되, 확인 시험은 다음과 같다.

- (1) 피시험품의 수량은 1개로 한다.
- (2) 외관검사 : 육안검사로 외관상 균열, 부풀음 등이 없어야 한다.
- (3) 급준파임펄스전압시험 : $1,000\text{kV}/\mu\text{s}$ 이상의 준도를 갖는 급준파임펄스전압을 정극성 및 부극성 각 25회 인가했을 때 관통절연파괴가 없어야 한다.
※ 실 사용상태를 가정하여, 절연로드부 섬락 인정
- (4) 상용주파내전압시험 : 상용주파내전압의 90% 전압을 1분간 인가후, 80% 전압을 30분간 인가했을 때 견뎌야 한다.

7.3.18 절연저항시험은 조작회로 및 제어회로와 대지간 $2\text{M}\Omega$ 이상이어야 한다.

7.3.19 내오손시험은 KS C 8330의 9.2.22항에 따르며, 5% Fast Over Voltage는 29kV 이상이어야 한다.

7.3.20 시스템 연결 동작시험은 구매당사자 또는 제조사에서 제공한 Software가 설치된 모의 주장치와 연결하여 동작, 신호전송 시험한다.

7.3.21 제어기능 확인시험은 5.8.6항을 만족하여야 한다.

7.3.22 본체 외함 재질시험은 KS D 3705의 11항에 따르며, 5.3.1항과 5.8.1항을 만족하여야 한다.

7.3.23 제어함 내환경시험은 KS C IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2에 따르며, $-30\pm 3^{\circ}\text{C}$, $70\pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 시험하여 만족하여야 한다.

7.3.24 통합단말장치는 6항을 만족하여야 한다.

8. 표시 및 명판

8.1 제품 표시

제품의 표시 및 명판은 철도건설공사 전문시방서 ET04507(기기 표지류 신설)에 준한다.

8.1.1 내부표시 : 제품의 사용상 지장이 없는 곳에 쉽게 지워지지 않는 방법으로 품명, 제작
년월, 제작자명, 제조번호를 표시하여야 한다.

8.1.2 외부표시 : 전면 상단에는 각각의 명칭을 나타내는 명판을 취부하여야 한다.

8.2 각 구성기기 및 관련 부속장치의 표시는 승인도면에 따른다.

9. 포장 및 운송

포장방법은 KS T 1002에 의하며 운송 등 세부사항은 인수·인도 당사자 간에 협의에 따른다.

RECORD HISTORY

- Rev.0('18.06.08) 신규 제정(기준심사처-676호(2018. 6. 8.)에 의거 제정)
- Rev.0('21.06.30) 철도용품 규격관리지침에 의거 확인 시기가 도래한 규격에 대한 타당성 확인(기준심사처-2596호, 2021. 6.30.)
- Rev.1('23.11.27) KRSA-0001-R2 표준규격의 서식 및 작성방법 및 인용표준 부합화에 따른 개정(기준심사처-4429호, 2023.11.27.)
- Rev.2('24.07.02) 철도시설성능검증 결과에 따른 부하개폐기 부속기능 변경(심사기준처-1191호, 2024.07.02.)