

	<p style="text-align: center;">공단 표준규격</p> <p style="text-align: center;">22.9kV/27.5kV 유입형 단상변압기</p> <p style="text-align: center;">(22.9kV/27.5kV Single phase transformer-Oil type)</p>	<p>KRSA-3109-R1</p> <p>제정 2016.06.16. 개정 2020.07.07. 확인</p>
---	--	--

1. 적용범위 및 분류

1.1 적용범위

이 규격은 교류 전기철도 단권변압기 급전방식의 차량기지 등에서 비상급전용으로 사용하는 22.9kV/27.5kV 유입형 단상변압기(이하“변압기”라 한다)에 대하여 적용한다.

1.2 사용조건

1.2.1 정상사용조건

- (1) 주위온도는 최고 40[℃], 최저는 -25[℃], 이내로 한다.
- (2) 표고 1,000[m] 이하
- (3) 주위공기 오손이 현저하지 않은 장소

1.2.2 특수사용조건

1.2.1항에 규정한 이외의 자연환경 또는 계통상 특수한 사용조건은 필요시 별도로 규정한다.

1.3 분류

[표 1] 정격전압 및 정격용량

상수	정격전압[kV]		정격용량(KVA)		사용장소
	1차	2차	자냉식	풍냉식	
1Ø	22.9	27.5	5,000	—	옥외 또는 옥내용
	22.9	27.5	7,500		
	22.9	27.5	10,000		

2. 인용표준

본 제품에 적용할 인용 규격은 다음과 같다.

KS C 2101 절연유시험방법

KS C 2301 전기절연유

KS C IEC 60404-8-7 자성재료-제8-7부 : 개별재료의 규격-완제품 상태의 냉간압연된 방향성 전기강판과 강대

KS C 3101 전기용 연동선

KS C 3105 평각동선

KS C IEC 60085 전기절연-내열성 평가와 표시

KS C 4313 3MVA 이상급 전력용 변압기

KS D 3503 일반 구조용 압연강재

KS D 3512 냉간압연 강판 및 강대

KS T 1002 수송 포장 계열 치수

KS C IEC 60044-1 계기용변성기 제1부 : 변류기

KS C IEC 60044-6 계기용변성기 제6부 : 보호용 변류기의 과도성능에 대한 요건

KS C IEC 60071-1 절연 협조-제1부 : 정의 및 일반 원칙

KS C IEC 60076-1 전력용변압기-제1부: 일반

KS C IEC 60076-2 전력용변압기-제2부: 액체 절연 변압기에 관한 온도상승

KS C IEC 60076-3 전력용변압기-제3부: 절연 등급, 절연 시험 및 이격

KS C IEC 60076-5 전력용변압기-제5부: 단락용량

KS C IEC 60076-10 전력용변압기-제10부 : 소음 레벨의 측정

KS C IEC 60137 1,000V 이상의 교류전압을 위한 절연부싱

KS C IEC 60296 전기공학적 장치용 유체 - 변압기 및 수배전반용 미사용 광유계 절연유

* 단, 표준규격 개정 지연시 최신 인용표준 규격을 우선 적용한다.

3. 필요조건

3.1 재료

3.1.1 권선

- (1) 권선에 사용하는 동선은 KS C 3101 및 KS C 3105 또는 이와 동등 이상을 사용하여야 한다.
- (2) 권선의 절연재료는 KS C IEC 60085에 의하여 특별고압용 또는 이와 동등 이상으로 한다.

3.1.2 철심

철심은 KS C IEC 60404-8-7 또는 이와 동등 이상을 사용하여야 한다.

3.1.3 부식

- (1) 절연전면(全面)의 전위경도는 균일하여야 하며, 대기에 대하여 완전 밀봉되고 최악의 운전상태에서도 열적으로 안정되어야 한다.
- (2) 재질은 균등질의 자기제 또는 이와 동등이상의 것을 사용하여야 하며, 그 구조는 기포(void)나 금, 흠 등이 없이 견고하고 습기가 침투할 수 없는 방습형이어야 한다. 또한 내·외부에서 코로나의 발생없이 운전되어야 하며, 밀봉부분이나 기타 주요 부품에 손상을 일으키지 않고 아크 섬락에 견딜 수 있어야 한다. 자기제 이외의 부품을 사용할 때는 이에 대한 특성자료와 “3.4.2 절연계급 (2)부식”에 의한 시험성적서를 제출하여야 한다.
- (3) 외부단자의 모든 접촉표면은 나사부분을 제외하고 은도금하여야 하며 부식단자와의 모든 접속은 분해조립할 수 있도록 클램프형 (Clamp type) 또는 스터드형(Stud type)의 접속단자를 사용하여야 한다.

3.1.4 전기절연유

전기절연유는 KS C IEC 60296 또는 KS C 2301의 광유(1종 4호)를 사용하거나 또는 이와 동등 이상을 사용하여야 한다. KS C 2301의 광유(1종 4호)는 산화안정성 특성값이 120℃, 75시간에 스렛지 0.3% 이하, 전산가 0.4mgKOH/g이하이며 PCBs 함유량이 없는 것으로 한다.

3.1.5 외함

변압기의 외함은 KS D 3503의 SS400 또는 이와 동등이상을 사용하여야 한다.

3.2 형태

- (1) 외형은 운전, 유지, 보수 등이 용이하여야 한다.
- (2) 변압기의 구조형상 및 치수는 제작도면에 의한다.

3.3 제조 및 가공

3.3.1 권선

- (1) 온도 변화 때의 수축 팽창에 의한 절연 손상 및 이상 운전 상태에서 진동 및 변형 등을 방지할 수 있고 절연유가 순환되도록 하되, 국부 과열을 경감할 수 있는 적합한 모양으로 제작되어야 한다.
- (2) 권선의 접속부분에 대한 접속 방법은 용접 접속 또는 압착 접속을 원칙으로 한다. 다만 충분한 기계적, 전기적 성능을 유지할 수 있는 경우에 한하여 납땜 접속으로 할 수

있다. 권선으로부터 단자판 및 부상까지의 모든 리드선 등은 코일 및 접속부의 변형이나 진동에 의한 손상이 일어나지 않도록 견고하게 지지되어야 한다.

3.3.2 철심

철심의 접합부는 운전중 진동 및 단락사고 시 전자기자력에 견딜 수 있도록 하여야 하며 철손, 여자전류, 소음이 최소화 되도록 한다.

3.3.3 오프회로 탭 전환기(Off Circuit Tap Changer : OCTC)

- (1) 변압기의 고압측에 OCTC 1조를 설치하여 전압을 조정할 수 있어야 하며, 변압기 설치 장소에서 수동으로 조작할 수 있어야 한다.
- (2) 오프회로 탭 전환기의 전압은 다음과 같다.

[표 2] 오프회로 탭 전환기 전압조정범위 및 탭 수

조정범위[%]		탭 수				비 고
승압	강압	승압	강압	중앙	총 탭수(중앙 탭 포함)	
5	5	2	2	1	5	27.5kV

3.3.4 방압안전장치(Pressure Relief Device)

- (1) 변압기 내부고장에 의한 외함 내의 압력상승을 충분히 완화시킨 후 자동 복귀되어야 하며, 경보 또는 트립회로 접점을 구성하여야 한다.
- (2) 방압안전장치의 방출방향은 인접 시설물에 피해를 주지 않도록 배치되어야 한다.

3.3.5 콘서베이터(Conservator)

- (1) 콘서베이터는 변압기 외함 상부에 취부 하여야 하고 수송에 편리하도록 외함과 분리시킬 수 있도록 하며, 경보회로 접점을 구성한다.
- (2) 콘서베이터는 유열화방지 공기주머니(Air Seal Cell)방식을 표준으로 한다.
- (3) 콘서베이터는 다음 기구들을 구비한다.
 - (a) 배유밸브
 - (b) 흡습흡습기
 - (c) 유면계

3.3.6 방열장치(Radiator)

- (1) 방열기는 최소의 공간에서 최대의 방열면적을 얻을 수 있도록 설계·제작하여야 하며,

수송에 편리하도록 변압기 본체로부터 누유없이 분리가 가능하여야 한다.

(2) 방열장치에는 배유 코크를 취부 하여야 한다.

3.3.7 외함

(1) 변압기의 외함은 운반 및 취급에 편리한 구조로서 충격이나 진동 등에도 손상을 받지 않아야 하며 누유가 되지 않도록 한다.

(2) 완전 조립된 변압기는 적합한 개스킷을 사용하고, 운전상태에서 누유가 되지 않아야 하며, 외함은 다음 기구들을 구비하여야 한다.

(a) 유 온 계 (Oil Temperature Indicator)

변압기 유온을 감지하여 일정온도 이상이 되었을 때 동작하는 경보 및 트립용 접점을 구비하여야 한다.

(b) 권선 온도계 (Winding Temperature Indicator)

경보 및 트립용 접점, 기타 냉각 장치의 자동운전을 위한 접점과 온도 감지부(Pt 100 [Ω])를 구비하여야 한다.

(c) 부흐홀츠 계전기(Buchholtz Relay)

변압기 운전 중 지상에서 가스 축적을 점검할 수 있는 밸브(Valve)를 취부 하여야 하며 1단계 경보접점, 2단계 트립접점을 구비하여야 한다.

(d) 방압안전장치 (Pressure Relief Device)

변압기내 이상 압력 발생시 변압기 보호를 위한 방압설비와 전원 및 부하차단을 위한 경보 또는 트립 접점을 구비 하여야한다. 방압안전장치의 방출방향은 인접 시설물에 피해를 주지 않도록 배치되어야 한다.

(e) 보조접점

모든 트립, 경보용 및 기타 신호용 보조접점은 시스템 운전에 적합하도록 충분한 용량을 구비한다.

(f) 기타장치

- 1) 배유밸브, 방열기 분리형 밸브
- 2) 접지단자 (70mm²~150mm² 취부용)
- 3) 공통단자함(변압기 Panel) 등

3.3.8 이동장치 및 이동정지장치

변압기에 부착된 이동장치는 스키드반으로 하되, 지진 또는 그 외의 진동에도 이동되지 않도록 이동정지 장치를 설치하여야 한다.

3.3.9 도장

- (1) 단자 이외에 노출된 모든 금속부분은 도장하기 직전에 산화피막, 기름, 먼지 등 불순물을 제거한 후 방식도료로서 2회 이상 도장하여야 한다.
- (2) 변압기는 방식 도장을 하여야 하고 내면에는 내유성, 외면에는 내수성 도장을 하여야 하며, 색상 및 두께는 공단과의 협의에 따른다.

3.4 성능 및 겉모양

3.4.1 성능

- (1) 정격의 종류 : 연속정격
- (2) 정격전압 및 정격용량 : [표 1]에 의한다.
- (3) 정격주파수 : 60Hz

3.4.2 절연계급

(1) 권선

권선절연계급은 KS C IEC 60076-3 의 절연 요구 사항과 내전압 시험 규칙에 의하며 기준은 다음과 같다.

[표 3] 권선의 절연계급

구 분	1차측 단자(u. v)	2차측 단자(U. V)	비 고
정격전압 [kV]	22.9	27.5	
상용주파 내전압 [kV]	50	70	
충격 내전압 [kV] ($1.2 \times 50\mu s$)	125	145	

(2) 부싱

부싱의 절연계급은 KS C IEC 60137 또는 이와 동등 이상을 사용하여야 하며, 종류 및 정격은 다음과 같다.

[표 4] 부싱의 절연계급

구 분	1차측단자(u. v)	2차측단자(U. V)	비 고
정격전압 [kV]	24	36	
상용주파 내전압 [kV]	55	77	
충격 내전압 [kV] ($1.2 \times 50\mu s$)	125	170	

3.4.3 효율

정격전압, 정격주파수, 전부하, 역률 100%에서 75℃로 환산한 효율은 다음과 같다.

[표 5] 효율

용 량(KVA)	효 율(%)
5,000 ~ 10,000	99 이상

3.4.4 온도상승 허용한도

(1) 일반사항

주위온도가 40℃를 초과하지 않고 KS C IEC 60076-2에 의한 방법으로 정하였을 경우 연속정격출력을 낼 때 아래표의 값을 넘어서는 안 된다.

(2) 과전압시 온도상승

변압기 2차 정격전압의 105% 전압 및 부하역률 80%에서 아래표의 값을 넘지 않고 연속 정격 출력으로 운전할 수 있어야 하며 또한 무부하상태에서 2차 정격전압의 110% 전압에서 아래표의 값을 넘지 않고 운전할 수 있어야 한다.

[표 6] 변압기의 온도상승 허용한도

변압기의 부분	측정방법	온도상승허용한도(K)
1. 권선(유입자냉식 또는 유입풍냉식)	저항법	65
2. 유온 본체 탱크내의 최상부 절연유가 외기와 접촉하지 않는 경우	온도계법	60
3. 철심 및 기타부분 철심 및 기타 금속부분의 절연면에 접 하는 표면	온도계법	근접 절연물을 손상하지 않을 온도

3.4.5 단락강도

(1) 일반사항

변압기는 KS C IEC 60076-5 4항에 단락 회로 전류로 단락시험을 하여도 열적 기계적 손상이 없어야 한다.

(2) 열 성능

변압기의 열 성능은 KS C IEC 60076-5 단락 회로의 열 성능에 따른 계산에 의해 증명하여야 한다.

(3) 기계적 강도

변압기의 기계적 강도는 IEC 60076-5의 단락회로의 동적 영향을 견딜 수 있는 능력에 의해 시험전류 최대값[열 성능 계산을 위한 전류값 \times 비대칭계수(X/R)]과 시험시간을 산정하여 시험을 시행하여야 한다.

3.4.6 과부하 내량

변압기는 정격용량의 150%의 부하에 2시간 동안 또는 300%의 부하에 2분 동안 연속 사용하여도 이상이 없어야 한다.

3.4.7 소음

변압기의 소음은 KS C IEC 60076-10(소음 레벨의 측정)에 의한다.

3.4.8 내진대책

특별한 요구가 없을시 변압기는 지진강도 0.2g(6.5M) 이상의 강도에 견디도록 설계 및 제작되어야 한다.

4. 검사와 시험 및 품질보장

4.1 검사의 분류

- (1) 구조검사
- (2) 외관검사

4.2 시험의 종류

시험은 형식시험, 검수시험으로 구분하며, 각 시험은 아래와 같다.

4.2.1 형식시험

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

단, 부속장치 중 외자재는 개발 제품에 대한 공인 인증시험을 필했을 경우, 제작자 시험 성적서로 대체할 수 있다.

4.2.2 검수시험

형식시험에 합격한 자재에 한하여 자재 납품 시 시행한다.

4.2.3 현장시험

검수시험을 필한 제품에 대한 현장 설치완료 후 시행한다.

4.2.4 시험 항목

[표 7] 시험 및 검사항목

시험 및 검사항목	형식	검수	현장	시험방법
1. 구조 및 외관검사	○	○	○	4.4.1항
2. 절연저항 측정	○	○	○	4.4.2항
3. 변압비 측정, 극성시험	○	○		4.4.3항
4. 임피던스 전압 및 전부하시험	○	○		4.4.4항
5. 무부하손 및 여자전류 측정	○	○		4.4.5항
6. 권선저항 측정	○	○		4.4.6항
7. 유도내전압시험	○	○		4.4.7항
8. 상용주파 내전압시험	○	○		4.4.8항
9. 절연물 역율시험	○	—		4.4.9항
10. 온도상승시험	○	○		4.4.10항
11. 뇌임펄스 내전압시험	○	○		4.4.11항
12. 절연유 시험 ^{주1)}	○	○		4.4.12항
13. 조작 및 제어회로의 절연강도시험	○	○		4.4.13항
14. 소음레벨	○	○		4.4.14항
15. 변압기의 단락강도시험	○	—		4.4.15항
16. 부식시험 ^{주2)}	○	—		4.4.16항
17. OCTC 시험	○	○ ^{주2)}		4.4.17항

4.3 시험방법 일반사항

4.3.1 검수시험은 전량에 대하여 시행하여야 한다.

온도 상승 시험 대상 변압기는 필요시 직접식 광온도계를 설치하여 권선 온도 측정을 병행한다.

주1) 해당 시험은 제작사 공인기관 시험성적서로 대체할 수 있다.

주2) 형식성적서 확인 후 동작시험만 시행한다.

4.3.2 부품 호환사용 승인이 필요한 경우는 검수시험 요청 전까지 완료되어야 한다.

4.4 시험방법

4.4.1 구조 및 외관검사

각 부의 구조 및 치수의 승인도면과 일치여부를 검사하고 외부도장상태 및 명판 등 부착물 상태를 육안 검사한다.

4.4.2 절연저항

절연저항 시험은 절연저항계를 사용하여 주회로 1,000MΩ이상, 접점과-대지간은 2MΩ 이상이어야 한다.

4.4.3 변압비 측정, 극성시험

변압비 측정, 극성시험은 KS C IEC 60076-1의 전압비 측정 및 위상변위 검사를 따른다.

4.4.4 임피던스 전압 및 전부하시험

KS C IEC 60076-1의 단락회로 임피던스 및 부하손의 측정을 따른다.

4.4.5 무부하손 및 여자전류 측정

KS C IEC 60076-1의 무부하손 및 전류측정을 따른다.

4.4.6 권선저항 측정

KS C IEC 60076-1의 권선저항 측정을 따른다.

4.4.7 유도내전압 시험

유도시험 전압의 파고값을 측정해야 하고, 파고값을 $\sqrt{2}$ 로 나눈 값이 시험전압값과 같아야 한다. 시험시간은 100% 시험전압에서 시험주파수가 정격주파수의 2배 이하인 경우 60초이어야 하고, 시험주파수가 정격주파수의 2배를 초과하는 경우 시험시간은 다음과 같으며 15초 이상이어야 한다.

$$\text{시험시간(초)} = (\text{정격주파수})/(\text{시험주파수}) \times 120$$

기타사항은 KS C IEC 60076-3의 유도교류전압 시험을 따른다.

4.4.8 상용주파내전압시험

KS C IEC 60076-3의 분리전원 교류 내전압시험을 따른다.

4.4.9 절연물 역율시험

IEEE C57.12.90의 Insulation power-factor tests을 따른다.

4.4.10 온도상승시험

KS C IEC 60076-2의 온도상승시험을 따른다.

4.4.11 뇌임펄스내전압시험

KS C IEC 60076-3의 말단부에서 초핑된 뇌임펄스 (LIC)시험을 따른다.

4.4.12 절연유 시험

KS C IEC 60296 또는 KS C 2101에 따른다.

4.4.13 조작 및 제어회로의 절연강도시험

조작 및 제어회로와 대지간에 AC 60Hz 2,000V를 1분간 인가한다.

4.4.14 소음레벨

KS C IEC 60076-10의 방법을 따른다.

4.4.15 변압기의 단락강도시험

KS C IEC 60076-5에 따른다.

4.4.16 부식시험

KS C IEC 60137에 따른다.

4.4.17 OCTC 시험

KS C IEC 60214-1,2에 따른다.

5. 표시 및 포장**5.1 표시**

- (1) 내부표시 : 제품의 사용상 지장이 없는 곳에 쉽게 지워지지 않는 방법으로 품명, 제작년월, 제작자명 또는 그 약호를 표시하여야 한다.
- (2) 외부표시 : 외부 포장 표면의 적당한 곳에 품명, 제작년월, 제작자명 또는 그 약호, 수

량을 표시하여야 하며, 기타 필요한 추가사항은 인수·인도 당사자 간의 협의에 따라 별도로 정할 수 있다.

5.2 포장 및 운송

포장 방법은 KS T 1002에 의하며 운송 등 세부사항은 인수·인도 당사자 간의 협의에 따른다.