

	<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-R0</p> <p>제정 2016.06.16.</p> <p>개정 . . .</p> <p>확인 2017.06.22.</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 방

향성 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 60214-1 부하시 탭 절환장치(폐지)~~

~~KS C IEC 60214-2 탭 절환장치 제2부 : 응용 지침(폐지)~~

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 부싱

- (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)부상”에 의한 시험성적서를 제출하여야 한다.
- (3) 외부단자의 모든 접촉표면은 나사부분을 제외하고 은도금하여야 하며 부상단자와의 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 스러지 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) 흡습호흡기
 - (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) 부상

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

[표 4] 부상의 절연계급

구 분	1차측단자(u. v)	2차측단자(U. V)	비 고
정격전압 [kV]	24	36	
상용주파 내전압 [kV]	50	70	
충격 내전압 [kV] ($1.2 \times 50\mu s$)	125	145	

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 부하역율 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 정격전류의 25배 또는 35배의 전류로 KS C IEC 60076-5에 의한 단락시험을 하여도 열적 또는 기계적 손상이 없어야 한다. 단, 35배의 전류는 계통특성, 설치장소 확보가 곤란하여 작은 용량으로 소요강도 확보가 필요한 경우 등 특수한 경우에 한하여 적용한다.

(2) 열 성능

변압기의 열 성능은 KS C IEC 60076-5 단락 회로의 열 성능에 따른 계산에 의해 증

명하여야 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. ~~(단, 시험은 대표용량으로 7.5MVA를 적용한다.)~~

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

5.2 포장 및 운송

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