

	<p>공단 표준규격 정류기용 변압기반 (Rectifire Transformer)</p>	<p>KRSA-3114-R0 제정 2018. 12. 27. 개정 확인 2021. 12. 10.</p>
---	---	--

1. 적용범위 및 분류

1.1 적용범위

이 규격은 직류전철변전소 등에 설치되는 전차선 급전 정류기용 변압기반(Rectifier Transformer)에 대하여 규정한다.

1.2 사용조건

1.2.1 정상사용조건

- (1) 고도 : 해발 1,000 m 이하
- (2) 설치위치 : 옥내, 지상 및 지하
- (3) 대기온도
 - 옥내 : 최고 40 ℃, 최저 0 ℃
 - 옥외 : 최고 40 ℃, 최저 -25 ℃
 - 제어실 : 최고 35 ℃, 최저 10 ℃
- (4) 상대습도 : 최대 95 %, 최소 5 %

1.2.2 특수사용조건

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

1.3 분류

변압기의 종류 및 정격은 표1 및 표2와 같이 분류한다.

[표 1] 변압기 종류

사용장소	냉각방식	상수별
옥내용	건식 자냉식	3Φ

[표 2] 변압기 정격

정격전압[V]		정격용량[kVA]	비 고
1차	2차		
22,900V	병렬 연결시 AC 1,188V x 2	4,480	비표준

2. 인용표준

- KS C 2517(2009) 방향성 전기강판 및 강대
- KS D 6701(2012) 알루미늄 및 알루미늄 합금의 판 및 띠
- KS C 4004(2008) 전기기기 절연의 종류
- KS C 4311(2008) 건식 변압기
- KS D 3503(2008) 일반 구조용 압연강재
- KS D 3512(2012) 냉간 압연 강판 및 강대
- KS C IEC 60071-1(2012) 절연 협조-제1부 : 정의 및 일반원칙
- KS C IEC 60076-11(2008) 건식 변압기
- KS C IEC 60076-1(2012) 전력용변압기-제1부:일반적요구사항
- KS C IEC 60076-2(2012) 전력용변압기-제2부:온도상승
- KS C IEC 60076-3(2012) 전력용변압기-제3부:절연 등급, 절연 시험 및 이격
- KS C IEC 60076-5(2008) 전력용변압기-제5부:단락강도시험
- KS C IEC 60076-10(2008) 전력용변압기-제10부 : 소음 레벨의 측정
- KS C IEC 60044-1(2008) 계기용변성기 - 제1부 : 변류기
- KS C IEC 60044-6(2008) 계기용변성기 - 제6부 : 보호용 변류기의 과도성능에 대한 요건
- KS C IEC 60255-5(2003) 계전기-파트5 측정 계전기 및 보호기기의 절연협조 - 요구조건 및 시험
- KS T 1002 수송 포장 계열 치수

3. 필요조건

3.1 재료

- (1) 사용재료는 KS(Korean Industrial Standards) 표시품 또는 동등이상이어야 한다.
- (2) 모든 자재, 설비, 장치 및 계통은 성능저하나 오동작 없이 견딜 수 있도록 보장되어야 한다.

3.2 형태

- (1) 외형은 운전, 유지, 보수 등이 용이한 구조이어야 한다.
- (2) 정류기용변압기의 구조형상 및 치수는 제작도면에 의한다.

3.3 제조 및 가공

3.3.1 외함

- (1) 변압기반은 금속제 폐쇄형 배전반 안에 내장되는 변압기, 부속장치, 고압단자, 온도계 및 기타 필요품으로 구성된다.

- (2) 변압기 외함의 재질은 일반 구조용 압연강재 (KS D 3503)을 사용하여야 하며 수송, 설치에 적합하고 기초에 용이하게 고정할 수 있는 구조 이어야 한다.
- (3) 변압기 외함은 금속제 철판 및 보강 후레임을 사용 제작해야 하며 외함의 전·후면에는 문을 설치해야 하고 철판의 두께는 전, 후면 도어 3.2mm, 측면은 2.3mm, 기타는 1.6mm 이상으로 한다.
- (4) 케이블의 인입, 인출은 외함 하부로 할 수 있는 구조로 하고, 케이블 결선 시 작업을 용이하게 하기 위하여 케이블 지지대 및 케이블 브라켓(Cable Bracket)을 설치한다.
- (5) 변압기반은 케이블 접속 및 탭 절환등이 용이한 구조이어야 하며 변압기에 의한 감전 등 제반 전기적 사고를 방지하기 위한 보호 장치를 갖추어야 한다.
- (6) 외함의 문은 열었을 때 그 위치를 고정할 수 있도록 도어 스타퍼(Door Stopper)를 설치한다.
- (7) 외함의 밑 부분은 현장설치 및 고정을 위하여 채널베이스(Channel Base)를 설치한다.
- (8) 변압기의 외함은 변압기를 통풍 냉각시킬 수 있는 구조이어야 하며, 낙진, 낙수 등으로부터 변압기함 내부를 보호할 수 있는 구조로 한다.
- (9) 변압기의 전, 후면도어에는 가압 여부를 식별할 수 있는 표시등을 설치한다.
- (10) 각종 표시 등(Lamp), 계기, 버저(Buzzer) 등이 부착되는 곳은 도어(Door)식으로 하여 뒷면 배선을 육안점검 할 수 있도록 한다.
- (11) 외부 단자와 모든 접속부에 대한 도금 방법은 은도금을 원칙으로 하며 이종금속의 접속 시에는 도금방법을 별도 제시하여 발주처의 승인을 득한 후 제작한다.
- (12) 각 변압기반의 전후면 상단에는 각각의 명칭을 나타내는 명판을 취부 한다. 전면 도어에는 설치된 변압기의 명판을 취부하여 외부에서 확인 가능하도록 한다.
- (13) 변압기반 하부의 베이스 상부 50mm 위치에 접지모선(6t × 40)을 취부하여야 하며, 접지 모선의 말단에는 인접반 접지 모선과 용이하게 접속할 수 있는 접속편을 취부함과 동시에 접지선 접속단자(100SQ 동관단자)를 취부하여야 한다.
- (14) 금속체 비충전부는 서로 연결되어 접지모선에 의해 접지시킬 수 있도록 한다.
- (15) 외함 상부에 리프팅러그(Lifting Lug)를 취부 하여야 한다.
- (16) 외함의 강판 표면을 균일하게 다듬고 불순물을 완전히 제거한 후 정전분체 도장을 한다. 별도의 요청이 없는 경우 색상은 Munsell No. 5Y 7/1로 하고 두께는 80 μ m 이상으로 한다.
- (17) 변압기반 내부 앞, 뒤 문 상부에 조명을 설치하고 문 개폐와 연동하여 점/소등 되도록 한다.
- (18) 변압기반 내부 제어관널에 콘센트를 설치한다
- (19) AC/DC, 제어용 배선은 난연성 전선을 사용하여야 한다.

3.3.2 철심(Core)

철심의 재질은 냉간압연 방향성 규소강판(KS C 2517)을 사용하며, 스텝랩(STEP-LAP) 방식으로 절단, 적층하여 충분한 기계적 강도와 함께 손실을 최소화 할 수 있는 구조로 조립하며 부식방지를 위해 방청처리 한다.

3.3.3 권선(Winding)

- (1) 사용 중에 발생하는 열 방산을 위해 1, 2차 권선 간에 냉각 닥트를 두어야 한다.
- (2) 1차 권선은 특수 코팅된 도전을 99.9% 이상의 전기동을 사용하여 단락 기계력에 대해 내량이 우수하도록 제작하며, 2, 3차 권선은 정류기와 결합하여 사용시 문제가 없도록 적정한 용량으로 설계하며 권선은 동 판재를 사용하여 제작한다.
- (3) 권선의 절연물은 에폭시수지와 광 섬유사를 사용한 몰드형으로써, 부분 방전이 없고 냉각 효과가 우수하며 단락사고에 대비하여 열적, 기계적 파괴력에 충분한 내응력을 갖도록 제작한다. 또한, 크랙이 발생하여 습기가 침투되지 않으며, 국부 과열을 최소화 할 수 있는 구조로 난연성, 자기소화성인 재료를 사용한다.
- (4) 권선의 에폭시 수지 몰딩은 운전 중 생기는 부하변동으로 인한 온도 및 진동으로 발생하는 열팽창과 수축에 변형되지 않도록 제작한다.
- (5) 권선의 지지 및 권선과 철심간에는 탄성체의 스페이스(Spacer)를 넣어 고정하여 철심의 자기 외형 진동이 권선으로 전달됨을 방지하며, Mold 권선 표면으로부터 발생하는 소음을 저감 시킬 수 있는 구조이어야 한다.
- (6) 특고압 권선은 변압기의 자체 내압에 견디는 절연강도를 가져야 하고 전기적으로 부분 방전 등이 없어야 하며 충격전압에 대한 전기적, 기계적 강도에 견디도록 한다.
- (7) 무전압시 탭 절환 단자는 고압 권선 표면에 위치하여 탭 절환이 용이하도록 상,하 등 간격으로 인출하여 안전한 절연거리를 유지하고 먼지등이 침입할 수 없도록 절연 Cap 등으로 보호되어야 한다. or 절연 Cap으로 보호되어 먼지 등의 침입을 방지할 수 있도록 하여야 한다.
- (8) 권선온도 검출 보호장치는 권선온도 상승시 변압기 보호를 위해 2차권선 각상에 1개씩 권선온도 검출 센서(Sensor)를 설치하여 최대 허용온도 초과 시 계전기(Relay)가 동작, 1차는 경보, 2차는 차단기가 트립(Trip) 할 수 있는 접점을 갖는 디지털(Digital) 온도 제어기를 외함에 설치하고 통신기능이 내장되어 외부송출이 가능토록 한다.

3.3.4 정류기용 변압기반

- (1) 정류기용 몰드변압기는 12펄스(PULSE) 다이오드방식 정류기에 적합하게 설계 되어야 하며 2차측은 2중 권선으로 제작한다.
- (2) 변압기는 정류기와 결합하여 규정한 정격용량을 공급할 때 고조파로 인한 권선의 전력 손실 및 온도 상승에 의한 손실등을 고려하여야 한다.

- (3) 정류기용 변압기반은 병렬운전에 적합하게 설계 제작한다.
- (4) 변압기는 고조파에 대한 설계 고려가 되어야 하며 고조파 전류에 따라 변압기의 최대용량의 감소율(감소율은 ANSI C57.110 및 IEEE 519 기술내용 적용)을 계산하여 감소되는 비율만큼 변압기의 온도상승분 증가만큼 적정용량이 되도록 설계, 제작하여야 한다.
- (5) 변압기의 절연은 도체에 Epoxy 수지가 균등한 두께로 몰딩되어 온도변화 및 과부하시 크랙 발생이 없어야 한다.
- (6) 에폭시(Epoxy) 수지를 사용하여 내습성 및 내절연성에 우수하여야 한다. 또한 에폭시(Epoxy) 수지 및 첨가물은 절연물 내 기포 및 이물질이 완전 제거되는 방법으로 제작되어야 한다.
- (7) 변압기 본체에는 접지용 단자가 있어야 한다.
- (8) 변압기 본체와 하부 베드프레임(Bed Frame) 사이에 방진 시설을 하여 변압기 본체에서 생기는 진동이 지면에 전달되지 않도록 한다.
- (9) 변압기 고/저압 권선사이의 공기온도 측정을 위하여 상부에 온도계를 설치한다. 그리고 최대온도에서 경보를 울릴 수 있도록 필요한 접점이 있어야 한다.
- (10) 특고압배전반과 결합하기 위한 케이블 단말접속재 및 정류기와 결합하기 위한 케이블 동 주물단자(동관단자)를 제외한다.
- (11) 변압기 상부에 리프팅러그(Lifting Lug)를 취부 하여야 한다.
- (12) 변압기에서 발생하는 진동전달을 억제하기 위하여 본체 Base와 바닥(콘크리트) 사이에는 방진고무를 취부 한다.
- (13) 클램프 및 베이스의 강판 표면을 균일하게 다듬고 불순물을 완전히 제거한 후 정전분체도장을 한다. 별도의 요청이 없는 경우 색상은 EX8816-BLUE(K)로 하고 두께는 80 μ m 이상으로 한다.

3.4 성능 및 겉모양

3.4.1 절연내력

절연내력은 IEC 60076-11(건식 변압기)에 의하며 표 3과 같다.

[표 3] 절연내력

계통전압(kV)	상용주파 내전압(kV)	충격전압(kV) (1.2 x 50 μ s)	유도 내전압
24.0	50	125	정격전압의 2배 (400Hz / 18초)
1.2	10	20	

3.4.2 탭 전압

정류기용 변압기반의 탭 전압은 표 4와 같다.

[표 4] 탭 전압

공칭전압	탭 전압
22.9kV급	(F)24 - (F)23.5 - (R)22.9 - (F)22.3 - (F)21.8

3.4.3 정격 및 특성

[표 5] 정격 및 특성

No.	항 목	내 용
1	상수	3상 60Hz
2	종별	에폭시 몰드(EPOXY MOLD) 자냉식
3	1차 정격전압	22,900V
4	과부하 정역	100% 연속, 150% 2시간, 300% 1분
5	정격 1차 용량	4480kVA
6	정격 2차 용량	1×2240KVA, 1×2240kVA
7	2차 정격전압	1,188V x 2
8	결선	DELTA/DELTA-STAR
9	절연종류	F종
10	전압 변동율	2%
11	임피던스전압	7.5%
12	절연등급 상용내주과전압 충격 내전압	1차 - 50kV, 2차 - 20kV 1차 - 125kV, 1차 - 40kV
13	냉각방식	건식공냉식
14	소음기준	70dB이하
15	극성	감극성
16	무부하 전류	1.5%
17	효율	99% 이상

※ 표기되지 않은 정격은 현재 직류급전계통에 사용중인 변압기에 따른다

3.4.4 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, 설치장소확보가 곤란하여 작은 용량으로 소요강도 확보가 필요한 경우 등 특수한 경우에 한하여 적용한다.

단, 동등이상의 규격으로 공인기관의 단락강도 시험을 실시한 업체는 관련 성적서로 대체할 수 있다.

(2) 열 성능

변압기의 단락회로에 대한 열성능은 KS C IEC 60076-5 4.1항에 의거 계산에 의해 증명한다.

(3) 기계적강도

변압기의 단락회로에 대한 동적 영향을 견딜수 있는 능력은 KS C IEC 60076-5 4.2항에 의해 시험전류 최대값[열 성능 계산을 위한 전류값 \times 비대칭계수(X/R)]과 시험시간을 산정하여 시험을 시행하여야 한다.

3.4.5 과부하 내량

정격연속 전 부하 운전에서 온도가 상승 후 정격의 150%부하로 2시간 공급 후에 23분 간격으로 1분간씩 5번의 300% 과부하에 견딜 수 있어야 한다.

3.4.6 변압기의 소음

변압기의 소음은 KS C IEC 60076-10에 의한다.

3.4.7 내진대책

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

4. 검사와 시험

4.1 검사의 분류

- (1) 구조검사
- (2) 외관검사

4.2 시험 종류

시험은 형식시험, 검수시험으로 구분하며, 각 시험은 아래와 같다.

4.2.1 형식시험

초기개발 등 제품의 품질확인 및 제작자의 품질 유지능력을 인정하기 위한 것으로 시험 및 검사항목에 대한 판정은 공인인증기관에서 시행한 공인 시험성적서에 의한다. 단, 부속 장치 중 외자재는 공인기관에서 시행한 시험성적서로 대체 할 수 있다.

4.2.2 검수시험

형식시험으로 확인된 성능을 보증하기 위해 형식시험 항목의 일부를 시행한다.

4.2.3 시험항목

[표 6] 시험 및 검사항목

시험 및 검사항목	형식	검수	시험방법
1. 구조 및 외관검사	○	○	4.4.1.1항
2. 절연저항 측정	○	○	4.4.1.2항
3. 변압비 측정 및 극성시험	○	○	4.4.1.3항
4. 임피던스 전압 및 전부하시험	○	○	4.4.1.4항
5. 무부하손 및 여자전류 측정	○	○	4.4.1.5항
6. 권선저항 측정	○	○	4.4.1.6항
7. 유도내전압시험	○	○	4.4.1.7항
8. 상용주파 내전압시험	○	○	4.4.1.8항
9. 온도상승시험	○		4.4.1.9항
10. 뇌임펄스 내전압시험	○		4.4.1.10항
11. 부분방전 시험	○	○	4.4.1.11항
12. 소음레벨	○	○	4.4.1.12항
13. 변압기의 단락강도시험	○		4.4.1.13항

4.3 시험방법 일반사항

- (1) 검수시험은 전량에 대하여 시행하여야 한다.
- (2) 부품 호환사용 승인이 필요한 경우는 검수시험 요청전까지 완료되어야 한다.
- (3) 검수 및 현장시험의 세부내용은 ITP/ITC에서 따로 정한다.

4.4 시험방법

4.4.1 형식시험

4.4.1.1 구조 및 외관검사

구조 및 외관검사는 각 부의 구조 및 치수의 승인도면과 일치여부를 검사하고 외부 도장 상태 및 명판 등 부착물 상태를 육안 검사한다.

4.4.1.2 절연저항

절연저항 시험은 변압기 각 권선 간 및 대지 간 1000V 메거로 측정하여 1,000[MΩ]이상, 제어용배선-대지 간 500V 메거로 측정하여 2[MΩ] 이상이어야 한다.

4.4.1.3 변압비 측정 및 극성시험

극성시험은 KS C IEC 60076-1의 10.3항(전압비 측정 및 위상변위 검사)을 따른다.

4.4.1.4 임피던스 전압 및 전부하시험

KS C IEC 60076의 10.4항 (단락회로 임피던스 및 부하손의 측정)을 따른다.

4.4.1.5 무부하손 및 여자전류 측정

KS C IEC 60076-1의 10.5항(무부하손 및 전류측정)을 따른다.

4.4.1.6 권선저항 측정

KS C IEC 60076-1의 10.2항(권선저항 측정)을 따른다.

4.4.1.7 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 600769-3의 12항(유도교류전압 시험)을 따른다.

4.4.1.8 상용주파내전압시험

KS C IEC 60076-3의 11항(분리전원 교류 내전압시험)을 따른다.

4.4.1.9 온도상승시험

KS C IEC 60076-2의 5항(온도상승시험)을 따른다.

4.4.1.10 뇌임펄스내전압시험

KS C IEC 60076-11의 뇌임펄스(LIC)시험)을 따른다.

4.4.1.11 부분방전 측정(일상 및 형식시험)

KS C IEC 60076-11(건식변압기)의 22항(부분방전측정)에 따른다.

4.4.1.12 소음레벨

KS C IEC 60076-10의 방법을 따른다.

4.4.1.13 변압기의 단락강도시험

본 규격 3.4.4항에 따른다.

4.4.2 검수시험

4.4.2.1 구조 및 외관검사

시험방법 및 결과는 4.4.1의 1에 의한다.

4.4.2.2 절연저항

시험방법 및 결과는 4.4.1의 2에 의한다.

4.4.2.3 변압비 측정 및 극성시험

시험방법 및 결과는 4.4.1의 3에 의한다.

4.4.2.4 임피던스 전압 및 전부하시험

시험방법 및 결과는 4.4.1의 4에 의한다.

4.4.2.5 무부하손 및 여자전류 측정

시험방법 및 결과는 4.4.1의 5에 의한다.

4.4.2.6 권선저항 측정

시험방법 및 결과는 4.4.1의 6에 의한다.

4.4.2.7 유도내전압 측정

시험방법 및 결과는 4.4.1의 7에 의한다.

4.4.2.8 상용주파내전압시험

시험방법 및 결과는 4.4.1의 8에 의한다.

4.4.2.11 부분방전 시험

시험방법 및 결과는 4.4.1의 11에 의한다.

4.4.2.12 소음레벨

시험방법 및 결과는 4.4.1의 12에 의한다.

5. 표시 및 포장

5.1 표시

- (1) 내부표시 : 제품의 사용상 지장이 없는 곳에 쉽게 지워지지 않는 방법으로 품명, 제작년월, 제작자명 또는 그 약호 등을 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 별도로 정할 수 있다.

5.2 포장 및 운송

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