

KDS 32 20 10 : 2024

수변전설비

2024년 8월 22일 개정
<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



국토교통부



건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설 공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 KDS 전기설비 분야의 적합성 평가 연구결과에 따라서 공통으로 적용되는 설계기준을 제시하기 위하여 개정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
건축전기설비설계기준	• 건축전기설비설계기준 제정	제정 (2000.04)
건축전기설비설계기준	• 건축전기설비설계기준 개정	개정 (2005.07)
건축전기설비설계기준	• 건축전기설비설계기준 개정	개정 (2011.12)
KDS 31 60 10:2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KDS 31 60 10:2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)
KDS 31 60 10:2019	• 전기설비 분야 적합성 평가 결과에 따라 개정	개정 (2019.2)
KDS 32 20 10:2024	• 최신 건설기술 반영을 위한 전기설비건설기준 정비연구 결과에 따라 개정 • 설비 대분류 분리에 따른 코드번호 변경	개정 (2024.8)

제 정 : 2016년 6월 30일

개 정 : 2024년 8월 22일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 건설산업과

관련단체 : 한국조명·전기설비학회

작성기관 : 한국조명·전기설비학회

- 국토교통부장관은 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 고시일을 기준으로 매 3년이 되는 시점마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항	1
1.1 목적	1
1.2 적용범위	1
1.3 참고기준	1
1.4 용어의 정의	4
1.5 기호의 정의	4
1.6 설계 고려사항	4
2. 조사 및 계획	5
2.1 사전조사	5
2.2 계획	5
3. 재료	6
4. 설계	6
4.1 수전전압 결정	6
4.2 수전설비시스템 검토	7
4.3 구내배전전압 및 변압방식 결정	7
4.4 변압기구성 및 용량 결정	7
4.5 수변전설비 기기 정격 선정	8
4.6 수변전설비 단선결선도 작성	8
4.7 건축물의 에너지절약설계기준 등의 관련 규정 검토	9
4.8 전기실 면적 결정	9
4.9 설계도서 작성	9
부록 A. 피뢰기 보호도체 굵기 산정(참고)	10
부록 B. 22.9 kV 계통 수변전설비 배전반 금속외함의 보호도체 산정(참고)	11
부록 C. 변압기 중성점 및 380-220 V 배전반 금속외함 보호도체 굵기 산정(참고)	15

1. 일반사항

1.1 목적

- (1) 이 기준은 전기사용 부하기기에 적합한 전압으로 변성하는 수변전설비가 안전하고 신뢰도 높은 전기품질로 부하에 공급하기 위한 표준적인 설계방법을 제공하여 합리적인 계획, 설계를 도모하는데 목적이 있다.

1.2 적용범위

- (1) 전기사용 부하기기에 전기를 공급하기 위하여 설치되는 전기 인입설비, 변압기설비, 배전반 등의 수변전설비 설계에 관하여 적용한다.
- (2) 건설공사에서 이와 유사한 설비에도 이를 적용한다.

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

- 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙
- 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙
- 건축물의 피난, 방화구조 등의 기준에 관한 규칙
- 건축법
- 공항시설법
- 산업안전보건법
- 산업안전보건기준에 관한 규칙
- 산업표준화법
- 소방시설 설치 및 관리에 관한 법
- 신에너지 및 재생에너지 개발, 이용, 보급촉진법
- 에너지이용합리화법
- 전기사업법
- 전기공사사업법
- 전력기술관리법
- 전기안전관리법
- 전기용품 및 생활용품 안전관리법
- 주차장법
- 주택법
- 주택건설기준 등에 관한 규정
- 지진·화산재해대책법
- 초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법
- 화재의 예방 및 안전관리에 관한 법

- 환경친화적 자동차의 개발 및 보급촉진에 관한 법률

1.3.2 관련 기준

- 건축물의 에너지절약 설계기준(국토교통부)
- 고효율 에너지기자재의 보급촉진에 관한 규정(산업통상자원부)
- 공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정(산업통상자원부)
- 에너지관리기준(산업통상자원부)
- 전기설비기술기준(산업통상자원부)
- 전기설비 검사 및 점검의 방법 절차 등에 관한 고시(산업통상자원부)
- 지하공간 침수방지를 위한 수방기준(행정안전부)
- 한국전기설비규정(KEC) (산업통상자원부)
- KDS 32 10 10 전기설비 일반사항
- KDS 41 17 00 건축물 내진설계기준

1.3.3 관련 표준

- KS C IEC 60364 저압전기설비
- KS C IEC 60051 직동식 지시전기계기
- KS C IEC 60071 절연협조
- KS C IEC 60076 전력용 변압기
- KS C IEC 60099 서지피뢰기
- KS C IEC 60143 전력시스템용 직렬커패시터
- KS C IEC 60211 최대수요전력표시기(1.0급)
- KS C IEC 60216 전기절연재료의 내열성 결정지침
- KS C IEC 60227 정격전압 450/750 V 이하 염화비닐절연케이블
- KS C IEC 60228 절연케이블용 도체
- KS C IEC 60255-1 측정계전기와 보호장치
- KS C IEC 60252 교류전동기 커패시터
- KS C IEC 60265 고압스위치
- KS C IEC 60269 저전압퓨즈
- KS C IEC 60282 고압퓨즈
- KS C IEC 60332 화재 조건에서 전기/광섬유케이블시험
- KS C IEC 60439 저전압개폐장치 및 제어장치 부속품
- KS C IEC 60601 의료용 전기기기
- KS C IEC 60614-1-A 전기 설비용 전선관
- KS C IEC 60694 고압개폐기 및 제어기기 공통사항
- KS C IEC 60898 주택용 및 이와 유사한 용도의 과전류 보호용 차단기
- KS C IEC 60909 3상 교류계통의 단락전류

- KS C IEC 60947 저전압 개폐장치 및 제어장치
- KS C IEC 61000 전기자기적합성 (EMC)
- KS C IEC 61009 주택용 및 이와 유사한 용도의 과전류 보호장치를 가진 누전차단기
- KS C IEC 61010 측정, 제어 및 실험실용 전기장비 안전요구 사항
- KS C IEC 61039 절연유의 분류
- KS C IEC 61234 전기절연재료의 수화안전성 시험방법
- KS C IEC 61302 전기절연재료
- KS C IEC 61439 저압배전반
- KS C IEC 61558 전력용변압기, 전원장치, 리액터 및 유사기기의 안전
- KS C IEC 61936 교류 1 kV 초과 전력설비
- KS C IEC 62262 외부 기계적 충격에 대한 전기기기용 외곽의 보호등급
- KS C IEC 62271-1 고압 개폐기와 제어기
- KS C IEC 62305 피뢰시스템
- KS C 1201 전력량계류 통칙
- KS C 1203 전력량계류의 내후성능
- KS C 1206 무효전력량계
- KS C 1208 유도형전력량계
- KS C 1211 최대수요전력계
- KS C 1706 계기용변성기(표준용 및 일반 계기용)
- KS C 2301 전기 절연유
- KS C 2620 동선용 압착단자
- KS C 4311 건식변압기
- KS C 4610 고압 피뢰기
- KS C 4612 고압 전류제한퓨즈
- KS C 4613 산업용 누전차단기
- KS C 4802 고압 및 특고압 전력커패시터
- KS C 4805 전기기기용 커패시터
- KS C 7702 전구류의 베이스 및 소켓
- KS C 8304 상자개폐기(저압회로용)
- KS C 8401 강제전선관
- KS C 8422 금속제 가요전선관
- KS C 8459 금속제 가요전선관용 부속품
- KS C 8460 금속제 전선관용 부속품
- KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
- KS D 5530 구리 버스바
- KS D 6705 알루미늄 및 알루미늄 합금 박(薄)
- KS D 8308 용융 아연도금

1.4 용어의 정의

- 변압기뱅크 : 어떤 상(相) 수의 전력을 변성하는 1조의 변압기(예, 3대의 단상변압기로 3상 전력을 변성하는 경우에 그 3대의 1조를 1뱅크라 함)
- 최대수요전력 : 일정 기간 중 사용한 전력의 최댓값
- 최대수요전력 제어장치 : 최대수요전력의 억제, 전력부하의 평준화 등을 위하여 최대수요전력을 감시, 경보 및 제어할 수 있는 장치
- 자동역률제어장치 : 역률개선용 커패시터를 전원계통에 자동으로 투입하거나 분리하는 장치

1.5 기호의 정의

내용 없음

1.6 설계 고려사항

1.6.1 인입

- (1) 건축물에 전기를 배전하려는 경우에는 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제20조의2(전기설비 설치공간 기준)에서 정하고 있는 사항을 반영하여야 한다.
- (2) 지중 배전선로에서 전기를 수전하는 경우는 구내에 개폐기장치 설치공간과 전기실까지의 경로에 맨홀을 설치한다. 지중전선의 피복금속체의 접지는 한국전기설비규정 334.4에 따른다.
 - ① 구내에 시설되는 전기 인입용 지중함(핸드홀 또는 맨홀)은 그 상부 중량물 하중에 충분히 견디는 구조로 하고, 뚜껑은 사람이 쉽게 개폐할 수 없는 구조로 한다.
 - ② 구내에 노출되어 시설되는 전기사업자용 전기설비(예: 변압기, 개폐기 등)는 불특정인이 접근할 수 없도록 안전한 시설을 갖추어야 한다.
- (3) 가공선로 인입 및 지중수전시 전선로 구성을 위한 공사방법은 전기설비기술기준 및 한국전기설비규정, 전기설비 검사 및 점검의 방법 절차 등에 관한 고시에 따른다.

1.6.2 수전설비시스템

- (1) 계약용량은 전기사업자와 협의하여 기본공급약관에 준하여 결정한다.
- (2) 수전설비시스템은 건축물의 용도 및 부하기기의 중요도, 수전전력의 신뢰도, 경제성 등을 고려하여 선정하여야 하며, 수전지점은 전기사업자와 협의한다.

1.6.3 변전설비시스템

- (1) 변전설비시스템은 부하설비의 종류와 규모, 중요도 등을 검토하여 변압기의 뱅크 구성, 모선방식, 내진방법 등을 결정하여야 한다. 변전설비시스템은 고장 시 많은 손해가 발생하고 긴 복구시간이 필요하므로 신뢰도의 향상을 위해 고장 시 파급범위를 최

소한으로 억제하도록 계획하여야 한다.

- (2) 변전설비시스템의 단락 및 지락 등에 의한 보호방식의 선정은 전기설비기술기준 및 한국전기설비규정 등에 따라 안전하도록 하여야 한다.

1.6.4 설계순서

- (1) 수변전설비의 설계 순서도는 그림 1.6-1을 따라 작성할 수 있다.

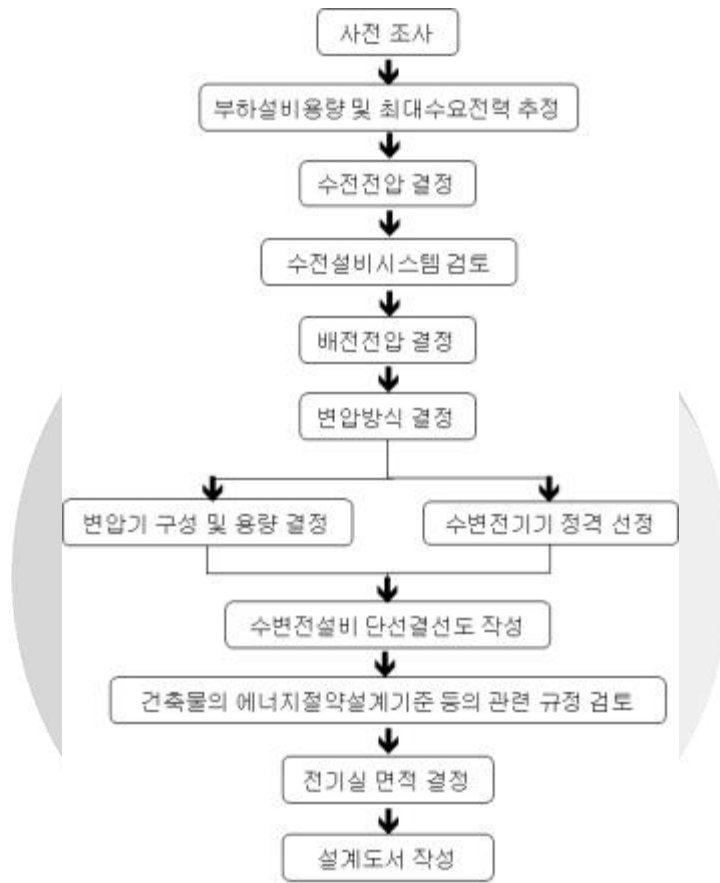


그림 1.6-1 설계 순서도

2. 조사 및 계획

2.1 사전조사

- (1) 수용가의 수전위치를 확인하여 상용전원의 인입선로 및 인입점 등을 조사 검토한다.
- (2) 건축물의 용도, 규모, 연면적 등을 조사 검토한다.

2.2 계획

2.2.1 부하설비용량 및 최대수요전력 추정

- (1) 연결 부하설비용량 추정

- ① 부하밀도에 의한 방법
 - 가. 기존 건축물의 용도에 따른 부하의 종류별 부하밀도를 참고하여 부하종류별로 연결 부하를 산출한 후 이를 합산하여 부하설비용량을 산정한다.
즉, 부하종류별 부하용량 = 부하별 부하밀도(VA/m²) × 건축물의 연면적(m²)
 - ② 실제부하에 의한 방법
 - 가. 실제로 설치되는 부하를 기준하여 연결 부하설비용량을 산정한다.
 - ③ 공동주택의 경우에는 주택건설기준 등에 관한 규정 제40조(전기시설) 및 KEC 등에 따라서 산정하여야 한다.
 - ④ 부하설비용량은 전기사업자의 기본공급약관을 참조하여 산정할 수 있다.
- (2) 최대수요전력 추정
- ① 산정된 부하종류별 연결부하에 수용률을 적용하여 부하별 최대수요전력을 추정하여 산정한다.
 - 부하별 최대수요전력 ≥ 부하별 연결부하 × 부하별 수용률
 - ② 부하별 최대수요전력을 합산한 값에 부등률을 적용하여 최대수요전력을 산정한다.
 - 최대수요전력 ≥ 부하별 최대수요전력 합계 ÷ 부등률

2.2.2 설비 계획시의 고려사항

- (1) 필요한 기능을 확보하는 동시에 생애주기비용을 저감할 수 있도록 검토한다.
- (2) 에너지절약, 수명 연장, 재활용 등이 가능한 기기의 채택과 친환경 시스템이 되도록 검토한다.
- (3) 시설의 효율적 운용 및 유지관리를 할 수 있도록 계통 구분, 계측, 계량 등을 할 수 있도록 검토한다.
- (4) 재해 시에도 시설 이용자의 안전 확보를 위해 필요한 전기설비의 기능을 확보할 수 있도록 계획한다.
- (5) 재해긴급 구조 활동이 필요한 건축물에서는 재해긴급구조에 필요한 전기설비의 기능을 확보할 수 있도록 계획한다.
- (6) 배전반은 확실한 조작을 할 수 있어야 하며, 고온, 다습한 장소를 피하는 등 주위환경에 유의하여 배치한다.
- (7) 지반의 부등침하 등의 우려가 있는 경우 필요에 따라 피해를 방지하도록 계획한다.

3. 재료

내용 없음

4. 설계

4.1 수전전압 결정

- (1) 수전전압은 전기사업자의 기본공급약관에 따라 결정한다.

4.2 수전설비시스템 검토

4.2.1 수전방식 결정

- (1) 건축물의 용도와 전기설비의 중요도 등을 고려하여 수전방식을 결정한다.
- (2) 2회선 수전방식에서 수전설비를 2중 모선방식(상용, 예비모선을 각각 설치)으로 구성할 경우에는 합성 계량장치를 설치한다. 다만, 전기사업자와 협의한다.

4.3 구내 배전전압 및 변압방식 결정

(1) 구내 배전전압

① 특고압 및 고압배전설비

가. 구내 건축물이 다수 건축되거나 대규모 전기시설로 인하여 주전기실과 부전기실을 설치해야 하는 경우 부전기실 배전전압은 3상 22.9 kV, 6.6 kV, 3.3 kV 등 부하의 특성과 배전거리 등을 검토하여 선정한다.

나. 부하의 정격전압이 고압(3상 6.6 kV, 3.3 kV 등)인 경우 해당 부하에 고압을 공급할 수 있는 배전시스템을 구성한다.

② 저압배전설비

가. 조명, 전열, 동력 등 일반적인 부하의 경우 배전전압은 3상 4선 380-220 V 또는 3상 3선 380 V로 할 수 있다.

나. 특수부하의 경우에는 부하의 정격을 고려하여 이에 적합한 배전시스템을 구성한다.

(2) 변압방식

- ① 부하의 사용전압을 검토하여 1단 강압방식 또는 2단 강압방식을 선정한다.

4.4 변압기 구성 및 용량 결정

(1) 변압기 구성

- ① 건축물의 규모, 부하의 사용전압 구분, 부하의 용도 구분, 상용과 비상용의 구분 등을 고려하여 뱅크를 구성한다.

(2) 변압기용량 결정

- ① 부하설비용량과 수용률 등을 고려하여 변압기 용량을 결정한다.
- ② 2단 강압방식의 경우, 수전용 변압기용량은 2차측 변압기(고압 변압기)용량을 합산한 값에 부동률을 적용하여 산출된 값을 기준으로 한다.
- ③ 동력부하의 경우 최대용량의 전동기에 대한 기동전류, 허용전압강하 등을 고려하여 변압기용량을 산정한다.
- ④ 고조파발생부하 용량 및 장래 부하증설이 예상되는 경우에는 이를 고려하여 변압기용량을 산정한다.

(3) 수용률(Demand Factor)

- ① 수용률은 최대수요전력을 구하기 위한 것으로 최대수요전력의 총부하설비용량에

대한 비율이다.

- ② 수용률은 부하용도에 따른 유사건물 데이터를 참조할 수 있으며, 공장의 경우에는 에너지관리기준 별표 6을 참조할 수 있다.

(4) 부등률(Diversity Factor)

- ① 부등률은 합성최대수요전력을 구하는 계수로서 각 부하의 최대수요전력 합계와 합성최대수요전력과의 비율이며, 최대수요전력의 합계는 항상 합성최대수요전력 값보다 크다.(≥ 1.0)
- ② 부등률은 부하용도에 따른 유사건물 데이터를 참조할 수 있다.

4.5 수변전설비 기기의 정격 선정

4.5.1 변전설비시스템의 구성 기기

- (1) 변전설비시스템의 구성 기기는 부하설비용량을 고려하여 전기설비의 안전이 확보되도록 기기 정격을 선정하여야 한다. 차단기는 해당 선로를 통과하는 최대단락전류를 차단하는 능력이 있어야 한다.
- (2) 변압기 선정 시에는 사용 장소, 부하 특성, 효율성, 안전성 등이 고려되어야 하며, 표준소비효율변압기를 사용한다. 다만, 고조파발생부하 비중이 높은 설비의 경우 전기품질 개선과 전력손실 저감을 위해 고조파 감쇄 기능의 변압기 또는 동등 이상의 성능을 갖는 변압기를 사용할 수 있다.
- (3) 변압기뱅크마다 전압, 전류, 역률, 전력 및 최대수요전력 등의 계측이 가능한 기기를 설치하여 부하감시 및 예측이 가능하도록 한다. 다만, 하나의 뱅크만 구성될 경우에는 기능을 조정할 수 있다.
- (4) 보호계전기는 전기설비의 고장(단락, 지락 등) 시 사람 및 기기의 손상을 억제하여야 하며, 전기설비의 안정적인 운영을 유지할 수 있도록 시설하여야 한다.
- (5) 수전단측 역률은 90 % 이상으로 관리기준을 설정하고, 설정된 역률을 유지하는데 기술적으로 타당할 경우에는 설비의 부분별 또는 일괄하여 커패시터를 설치할 수 있다. 이 경우 경부하 시에 진상 역률이 되지 아니하도록 자동역률제어장치 또는 부분개방장치 등의 시설이 필요하다.
- (6) 수용가 측의 최대수요전력을 감시 및 억제하고 전력부하 평준화 등을 위하여 배전반에 최대수요전력제어장치 설치를 검토하여야 한다. 최대수요전력제어장치는 고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정에 따른다.

4.5.2 수변전설비의 보호도체

- (1) 접지설비에 관한 사항은 KDS 32 40 20에 따른다.
- (2) 수변전설비의 보호도체 굵기에 관한 사항은 부록을 참조하여 설계할 수 있다.

4.5.3 접지도체 굵기

- (1) 주접지단자와 접지극을 연결하는 접지도체의 굵기는 주접지단자에 연결되는 보호도체 중 가장 큰 굵기로 한다.

4.6 수변전설비 단선결선도 작성

- (1) 설계순서도에서 결정된 수전방식, 수변전설비 구성기기, 변압방식, 변압기 구성 및 용량 등의 자료를 바탕으로 수변전설비 단선결선도를 작성한다.
- (2) 설계완료 후 변압기용량이 최종적으로 결정되면 변압기용량과 전체 시스템에 적합하게 수변전설비 기기의 정격을 조정하여 단선결선도를 완성한다.

4.7 건축물의 에너지절약설계기준 등의 관련 규정 검토

- (1) 수변전설비 구성 기기는 에너지절약을 도모할 수 있는 고효율에너지기자재 인증제품을 선정하며, 건축물의 에너지절약설계기준에서 정하고 있는 사항을 검토하여야 한다.
- (2) 건축물의 위치와 주변 환경, 전기실의 위치 등을 검토하고, 지하공간 침수방지를 위한 수방기준에 따라 침수방지대책을 검토하여야 한다.
- (3) 인명안전을 위해 지진 후에도 반드시 기능해야 하는 전기 비구조요소에 대해서는 KDS 41 17 00(건축물 내진설계기준)에서 정하고 있는 사항을 검토하여야 한다.
- (4) 전기설비 검사 및 점검의 방법·절차 등에 관한 고시에서 정하고 있는 사항을 검토하여야 한다.
- (5) 건축물의 피난, 방화구조 등의 기준에 관한 규칙에서 정하고 있는 사항을 검토하여야 한다.
- (6) 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙에서 정하고 있는 전기설비 설치공간 확보기준에 관한 사항을 검토하여야 한다.
- (7) 공동주택과 준주택(오피스텔)에 설치하는 고압 이상의 변압기의 설치에 관한 사항은 KEC 351.6에 따른다.

4.8 전기실 면적 결정

- (1) 수변전설비의 단선결선도를 바탕으로 수전전압, 수배전반의 수량 등을 고려하여 전기실의 면적을 결정한다.
- (2) 전기실의 면적은 유지관리와 보수점검 및 장비 반입통로가 확보되어야 하며, 장애 증설이 예상되는 경우에는 이를 고려하여야 한다.

4.9 설계도서 작성

- (1) 설계절차가 완료된 경우에는 전력기술관리법 등에서 정하는 설계도서를 작성한다.

부록 A. 피뢰기 보호도체 굵기 선정(참고)

1. 일반사항

1.1 목적

- (1) 이 부록은 수변전설비에 사용되는 피뢰기의 보호도체 규격을 선정하기 위한 절차에 대하여 예시로 기술하고 있으며, 설계자가 판단하여 결정할 수 있다.

1.2 적용범위

- (1) 수변전설비의 피뢰기에 적용한다.

1.3 참고기준

- KS C IEC 60364-5-54 전기기기의 선정 및 설치-접지설비 및 보호도체
- KS C IEC 60099-4 산화금속형 갭리스 서지 피뢰기
- 한국전력공사 설계기준 DS-3800

2. 재료

- (1) 간선 및 배선설비에 관한 사항은 KDS 32 25 10에 따른다.

3. 보호도체 굵기 선정

DS-3800(배전선로 내뢰기준)의 3.1항 (2)호 “선로와 피뢰기간의 리드선은 절연전선 5 mm 이상의 전선을 사용한다”의 규정을 근거로 수변전설비에 설치되는 피뢰기의 보호도체 굵기는 절연전선의 25 mm² 이상을 사용할 수 있다.

부록 B. 22.9 kV 계통 수변전설비 배전반 금속외함의 보호도체 선정(참고)

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 부록은 수전용 배전반 금속외함의 보호도체 굵기를 선정하기 위한 절차에 대하여 예시로 기술하고 있으며, 설계자가 판단하여 결정할 수 있다.

1.2 적용범위

(1) 22.9 kV 수변전설비 금속외함과 배전반 2면 이상이 나란히 설치될 경우 배전반 내부 공통 보호도체 굵기 선정에 적용한다.

1.3 참고기준

- KS C IEC 60364-5-54 전기기기의 선정 및 설치-접지설비 및 보호도체
- KS C IEC 60909-0 3상교류계통의 단락전류
- KS C IEC 61936-1 교류 1 kV 초과 전력설비
- KECG 1703-2019(접지시스템 설계방법에 관한 기술지침)
- 한전설계기준 DS-2601
- 한전설계기준 DS-4903
- 한전설계기준 DS-4920(부표)

1.4 기호

S : 보호도체 굵기(mm²)

t : 보호 장치 동작시간(초)

I_g : 지락전류(A)

k : 도체 재질(구리도체 적용), 초기온도와 최종온도에 따라 정해지는 계수

P : 한국전력공사 배전용 변압기 용량
(154 kV/22.9 kV/6.6 kV, 60 MVA)

V : 정격전압(22.9 kV)

E : 상전압($\frac{22.9}{\sqrt{3}}$ kV)

% Z : 지락사고 점에서 본 전원 측 %임피던스

NGR : Neutral Ground Reactor

2. 재료

(1) 간선 및 배선설비에 관한 사항은 KDS 32 25 10에 따른다.

3. 설계

3.1 설계조건

(1) 보호도체

- 접지용 비닐절연전선을 사용

(2) 보호도체 조건

- 초기온도 40℃, 최대허용온도 160℃ 적용($k = 136$)

$$k = \sqrt{\frac{Q_c(\beta + 20^\circ\text{C})}{\rho_{20}} \ln\left(\frac{\beta + \theta_f}{\beta + \theta_i}\right)}$$

Q_c : 20℃에서 도체 재료의 용적 열용량

β : 해당도체 0℃에서 저항률의 온도계수 역수(234.5)

ρ_{20} : 20℃에서 도체 재료의 전기적 저항률

θ_f : 도체의 최종온도 θ_i : 도체의 초기온도

$$\sqrt{\frac{Q_c(\beta + 20^\circ\text{C})}{\rho_{20}}} = 226$$

$$k = 226 \times \sqrt{\ln\left(\frac{\beta + \theta_f}{\beta + \theta_i}\right)} = 226 \times \sqrt{\ln\left(\frac{234.5 + 160}{234.5 + 40}\right)} = 136$$

(3) 전원측(22.9 kV 가공배전선로) 전력계통의 설비 조건

① 한국전력공사 배전용 변압기 %Z(자기용량 기준)

정격용량	권 선	%Z 표기	용량	%Z
60 MVA	1차-2차	% Z_{HM}	60 MVA	20.0
	2차-3차	% Z_{ML}	20 MVA	3.0
	3차-1차	% Z_{HL}	20 MVA	10.0

② 배전선로의 선도체 ACSR 160 mm², 중성선 ACSR 95 mm²

③ 한전 배전용 변압기 22.9 kV 중성점 NGR 0.6 Ω (DS-4903 참조)

④ 기준용량 100 MVA

(4) 고장전류 지속시간 또는 보호장치 동작시간

- 1초로 한다.(DS 2601, KS C IEC 61936-1 참고)

(5) 22.9 kV 배전거리

- 1 km 적용(변전소~수용가)

(6) 계산식

① 보호도체 계산식

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} \times I = \frac{\sqrt{t}}{136} \times I \text{ mm}^2$$

여기서, I : 보호장치를 통해 흐를 수 있는 예상 고장전류 실효값(A)

② 지락전류 계산식

$$I_g = \frac{3 \times 100}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \times \text{기준전류} \left(\frac{100 \text{MVA}}{\sqrt{3} \times 22.9 \text{kV}} \right)$$

$$Z_1 = Z_2 = Z_t + Z_{t1} \quad Z_0 = Z_t + Z_{t0} + (3 \times \text{NGR})$$

Z_t : 한전 배전용 변압기 %Z
(정상분 Z_{HM} , 영상분 Z_{ML} 적용)

Z_{t1} : 선로의 정상%Z
 Z_{t0} : 선로의 영상%Z

3.2 보호도체 산정 예시(22.9 kV 가공배전선로 1 km)

3.2.1 지락전류 산출

(1) 배전계통 100 MVA 기준 %임피던스 산출

① 배전용 변압기 (Z_t)

$$Z_{HM} = \frac{\text{기준용량}}{\text{자기용량}} \times \%Z = \frac{100}{60} \times 20 = j33.33[\%]$$

$$Z_{ML} = \frac{\text{기준용량}}{\text{자기용량}} \times \%Z = \frac{100}{20} \times 3 = j15[\%]$$

② 배전선로 (Z_{t1}) ACSR 160 mm²(DS-4920부표)

$$Z_{t1} = 3.47 + j7.46[\%]$$

③ 배전선로(Z_{t0}) ACSR 160 mm²-95 mm²(DS-4920 부표)

$$Z_{t0} = 11.99 + j29.26[\%]$$

$$④ Z_{NGR} = j0.6 \times \frac{\text{기준용량}}{10 \times V^2} = j0.6 \times \frac{100,000}{10 \times 22.9^2} = j11.44[\%]$$

⑤ 정상 및 영상 %임피던스(Z_1, Z_2)합계

$$Z_1 = Z_2 = Z_{HM} + Z_{t1} = j33.33 + 3.47 + j7.46$$

$$= 3.47 + j40.79[\%]$$

⑥ 영상 %임피던스(Z_0)합계

$$Z_0 = Z_{ML} + Z_{t0} + (3 \times \text{NGR})$$

$$= j15 + 11.99 + j29.26 + (3 \times j11.44) = 11.99 + j78.58[\%]$$

(2) 지락전류 산정

$$I_g = \frac{3 \times 100}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \times \frac{100 \text{MVA}}{\sqrt{3} \times 22.9 \text{kV}}$$

$$= \frac{3 \times 100}{2(3.47 + j40.79) + (11.99 + j78.58)} \times \frac{100,000}{\sqrt{3} \times 22.9}$$

$$= 4,712.9 \text{ A}$$

(3) 보호도체 굵기 산정

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{1}}{136} \times 4,712.9 = 34.65 \text{ mm}^2$$

따라서, 22.9 kV 수전설비 배전반외함의 보호도체는 비닐절연전선 35 mm² 이상을 선정한다.



부록 C. 변압기 중성점 및 380-220 V 배전반 금속외함 보호도체 굵기 산정(참고)

1. 일반사항

1.1 목적

- (1) 이 부록은 변압기 중성점 및 배전반 금속외함의 보호도체 굵기를 선정하기 위한 절차에 대하여 예시로 기술하고 있으며, 설계자가 판단하여 결정할 수 있다.

1.2 적용범위

- (1) 변압기 2차측 전압 3상4선 380-220 V의 중성점 및 저압배전반 금속외함 보호도체와 저압배전반 2면 이상을 나란히 설치할 경우 배전반 내 공통 보호도체 굵기 선정에 적용한다.

1.3 참고기준

- KS C IEC 60909-0 3상 교류계통의 단락전류
- KS C IEC 60364-5-54 전기기기의 선정 및 설치-접지설비 및 보호도체
- KECG 1703-2019 접지시스템 설계방법에 관한 기술지침

1.4 기호

S : 보호도체 굵기[mm²]

t : 보호장치 동작시간[sec]

I_g : 지락전류[A]

k ; 도체 재질(구리도체 적용), 초기온도와 최종온도에 따라 정해지는 계수

P : 변압기 용량[kVA]

V : 변압기 선간전압(380 V)

E : 변압기 상전압(220 V)

% Z : %임피던스

Z : 지락 사고점에서 전원까지 사고계통 임피던스 합

2. 재료

- (1) 간선 및 배선설비에 관한 사항은 KDS 32 25 10에 따른다.

3. 설계

3.1 설계 순서

- (1) 설계 순서는 그림 부록 C-1에 따른다.

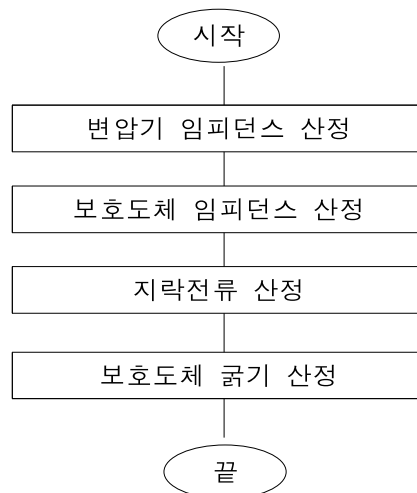


그림 부록 C-1 설계 순서도

3.2 설계조건

(1) 보호도체

- 접지용 비닐절연전선을 사용

(2) 보호도체(구리도체 적용) 조건

- 초기온도 40℃, 최대허용온도 160℃ 적용(k=136)

$$k = \sqrt{\frac{Q_c(\beta + 20^\circ\text{C})}{\rho_{20}} \ln\left(\frac{\beta + \theta_f}{\beta + \theta_i}\right)}$$

Q_c : 20℃에서 도체 재료의 용적 열용량

β : 해당도체 0℃에서 저항률의 온도계수 역수(234.5)

ρ_{20} : 20℃에서 도체 재료의 전기적 저항률

θ_f : 도체의 최종온도 θ_i : 도체의 초기온도

$$\sqrt{\frac{Q_c(\beta + 20^\circ\text{C})}{\rho_{20}}} = 226$$

$$k = 226 \times \sqrt{\ln\left(\frac{\beta + \theta_f}{\beta + \theta_i}\right)} = 226 \times \sqrt{\ln\left(\frac{234.5 + 160}{234.5 + 40}\right)} = 136$$

(3) 변압기 %임피던스(표준소비효율-몰드변압기 기준)

변압기 정격전압 22.9 kV/380-220 V		변압기 정격전압 6.6(3.3) kV/380-220 V	
변압기 용량[kVA]	%Z	변압기 용량[kVA]	%Z
300 ~ 750	6.0	300 ~ 500	5.0
1,000 ~ 3,000	7.0	600 ~ 1,000	6.0
-	-	1,250 ~ 3,000	7.0

(4) 변압기 사고

- 1선 지락전류 적용

(5) 변압기 2차 측 전압

- 3상 4선 380-220 V

(6) 보호도체

① 변압기 중성점에서 주접지단자반까지 보호도체 설치거리 5 m 적용

② 저압배전반 금속외함에서 주접지단자반까지 보호도체 설치거리 5 m 적용

(7) 비대칭계수

- 미적용

(8) 보호장치 동작시간

저압 측 보호장치의 동작시간은 고압 측 보호장치의 동작시간 1초를 고려하여 0.5초로 한다.

① KECG 1703-2019 1선 지락전류계산 시 사고전류 지속시간 0.5초

② 한전 보호계전기정정지침의 22.9 kV 배전계통의 OCGR 한시 동작시간 0.5초

(9) 계산식

① 보호도체 계산식

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} \times I = \frac{\sqrt{t}}{136} \times I \quad \text{mm}^2$$

여기서, I : 보호장치를 통해 흐를 수 있는 예상 고장전류 실효값(A)

② 지락전류 계산식

전력계통의 1선 지락사고전류 계산식 다음과 같다.

$$I_g = \frac{\sqrt{3} V}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \quad \text{A}$$

(Z_1, Z_2 : 정상, 역상임피던스 Z_0 : 영상임피던스)

그러나, 구내 3상 4선식 배전계통의 경우 보호도체는 변압기 중성점에 연결되어 있어 1선 지락사고는 선도체와 보호도체가 단락된 상태이므로 이것은 단상 단락사고로 해석할 수 있으며, 1선 지락사고 점에서 전원까지 사고계통의 전체 고장임피던스와 전원전압에 의거하여 다음 식으로 1선 지락사고전류를 산출할 수 있다.

$$I_g = \frac{V/\sqrt{3}}{Z} = \frac{E}{Z_t + Z_l + Z_{PE}} \quad \text{A}$$

Z_t : 변압기 임피던스 Z_l : 선도체 임피던스

Z_{PE} : 보호도체 임피던스

(단, 변압기 2차 측 단자에서 주차단기(ACB 등)에 연결되는 선도체는 비교적 단면적이 크고 배선거리가 짧아서 사고계통 전체 고장임피던스 대비 선도체 임피던스가 상당히 작으므로 선도체 임피던스 Z_l 은 지락전류 산정에서 무시한다)

③ 변압기 임피던스 계산식(변압기의 %임피던스를 변압기 임피던스로 환산)

$$Z = \frac{V^2 \times \%Z}{P[VA]} \times \frac{1}{100} = \frac{V^2 \times \%Z}{P[kVA]} \times 10^{-5} \Omega$$

④ 보호도체 온도 160°C 일 때 저항조정계수 산출

$$\delta_b = [1 + \alpha(T_m - T_{20})] \times \delta_a$$

$$\delta_a = \frac{1}{1 + \alpha(T_m - 20)}$$

$$= \frac{1}{1 + 0.00393(70 - 20)} = 0.83577$$

δ_b : 보호도체 온도 160°C 일 때 저항조정계수

α : 0.00393 δ_a : 0.83577 T_m : 160°C

$$\delta_b = [1 + 0.00393(160 - 20)] \times 0.83577 = 1.2956$$

3.3 보호도체 산정 예시

[전제조건]

여기서, 보호도체는 변압기 중성점보호도체와 저압배전반 금속외함 보호도체이며, 주 접지단자함까지 배선거리는 각각 5 m, 전체 배선거리 10 m로 한다.

(1) 변압기용량- 300 kVA 이하(%Z = 5%, X/R=4.15)

① 변압기 임피던스 산출

$$Z_t = \frac{V^2 \times \%Z}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 5}{300} \times 10^{-5} = 0.024066 \Omega$$

$$R_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1 + (X/R)^2}} = \frac{0.02406}{\sqrt{1 + (4.15)^2}} = 0.005636 \Omega$$

$$X_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1 + 1/(X/R)^2}} = \frac{0.02406}{\sqrt{1 + 1/(4.15)^2}} = j0.02339 \Omega$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 50 mm²(10 m) 예상

2) 보호도체 온도 160°C 일 때 임피던스 산출

도체 온도 70°C 임피던스 : $Z = 0.4637 + j 0.1056 \Omega/\text{km}$

도체 온도 160°C 임피던스

$$\begin{aligned} Z_{PE} &= [(0.4637 \times 1.2956) + j 0.1056] \div 1000 \times 10 \\ &= 0.006007 + j 0.001056 = 0.0060991 \Omega \end{aligned}$$

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_t + Z_{PE}} = \frac{220}{0.005636 + j0.02339 + 0.006007 + j0.001056} = 8,125 \text{ A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 8,125 = 42.2 \text{ mm}^2$$

따라서, 보호도체 50 mm² 이상을 선정하며, 배전반 내의 공통 보호도체(버스바 등)는 이 굵기 이상으로 한다.

(2) 변압기용량 - 500 kVA(%Z = 5%, X/R = 4.69)

① 변압기 임피던스 산출

$$Z_t = \frac{V^2 \times \%Z}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 5}{500} \times 10^{-5} = 0.01444 \text{ } \Omega$$

$$R_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1+(X/R)^2}} = \frac{0.01444}{\sqrt{1+(4.69)^2}} = 0.003011 \text{ } \Omega$$

$$X_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1+1/(X/R)^2}} = \frac{0.01444}{\sqrt{1+1/(4.69)^2}} = j0.014122 \text{ } \Omega$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 70 mm²(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160°C일 때 임피던스 산출

도체온도 70°C 임피던스 : Z=0.3217+j 0.1012 Ω/km

도체온도 160°C 임피던스

$$Z_{PE} = [(0.3217 \times 1.2956) + j 0.1012] \div 1000 \times 10$$

$$= 0.004167 + j 0.001012 = 0.004288 \text{ } \Omega$$

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_t + Z_{PE}} = \frac{220}{0.003011 + j0.014122 + 0.004167 + j0.001012} = 13,134.3 \text{ A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 13,134.3 = 68.3 \text{ mm}^2$$

따라서, 보호도체 70 mm² 이상을 선정하며, 배전반 내의 공통 보호도체(버스바 등)는 이 굵기 이상으로 한다.

(3) 변압기용량 - 750 kVA(%Z = 6%, X/R = 5.24)

① 변압기 임피던스 산출

$$Z_t = \frac{V^2 \times \%Z}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 6}{750} \times 10^{-5} = 0.011552 \text{ } \Omega$$

$$R_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1+(X/R)^2}} = \frac{0.011552}{\sqrt{1+(5.24)^2}} = 0.002165 \text{ } \Omega$$

$$X_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1+1/(X/R)^2}} = \frac{0.011552}{\sqrt{1+1/(5.24)^2}} = j0.011347 \text{ } \Omega$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 95 mm²(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160℃일 때 임피던스 산출

도체온도 70℃ 임피던스 : $Z=0.2324+j 0.1017 \Omega/\text{km}$

도체온도 160℃ 임피던스

$$\begin{aligned} Z_{PE} &= [(0.2324 \times 1.2956) + j 0.1056] \div 1000 \times 10 \\ &= 0.003011 + j 0.001056 = 0.003190 \Omega \end{aligned}$$

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_t + Z_{PE}} = \frac{220}{0.002165 + j0.011347 + 0.003011 + j0.001056} = 16,369.4 \text{ A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 16,369.4 = 85.1 \text{ mm}^2$$

따라서, 보호도체 95 mm² 이상을 선정하며, 배전반 내의 공통 보호도체(버스바 등)는 이 굵기 이상으로 한다.

(4) 변압기용량 - 1,000 kVA(%Z = 6%, X/R = 5.71)

① 변압기 임피던스 산출

$$Z_t = \frac{V^2 \times \%Z}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 6}{1000} \times 10^{-5} = 0.008664 \Omega$$

$$R_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1 + (X/R)^2}} = \frac{0.008664}{\sqrt{1 + (5.71)^2}} = 0.001494 \Omega$$

$$X_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1 + 1/(X/R)^2}} = \frac{0.008664}{\sqrt{1 + 1/(5.71)^2}} = j0.008534 \Omega$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 120 mm²(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160℃일 때 임피던스 산출

도체온도 70℃ 임피던스 : $Z=0.185+j 0.0995 \Omega/\text{km}$

도체온도 160℃ 임피던스

$$\begin{aligned} Z_{PE} &= [(0.185 \times 1.2956) + j 0.0995] \div 1000 \times 10 \\ &= 0.002396 + j 0.000995 = 0.002594 \Omega \end{aligned}$$

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_t + Z_{PE}} = \frac{220}{0.001494 + j0.008534 + 0.002396 + j0.000995} = 21,375 \text{ A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 21,375 = 111.1 \text{ mm}^2$$

따라서, 보호도체 120 mm² 이상을 선정하며, 배전반 내의 공통 보호도체(버스바 등)는 이 굵기 이상으로 한다.

(5) 변압기용량 - 1,250 kVA(%Z = 7%, X/R= 6.14)

① 변압기 임피던스 산출

$$Z_t = \frac{V^2 \times \%Z}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 7}{1250} \times 10^{-5} = 0.0080864 \ \Omega$$

$$R_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1+(X/R)^2}} = \frac{0.0080864}{\sqrt{1+(6.14)^2}} = 0.0012999 \ \Omega$$

$$X_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1+1/(X/R)^2}} = \frac{0.0080864}{\sqrt{1+1/(6.14)^2}} = j0.007981 \ \Omega$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 120 mm²(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160°C일 때 임피던스 산출

도체온도 70°C 임피던스 : Z=0.185+j 0.0995 Ω/km

도체온도 160°C 임피던스

$$\begin{aligned} Z_{PE} &= [(0.185 \times 1.2956) + j 0.0995] \div 1000 \times 10 \\ &= 0.002396 + j 0.000995 = 0.002594 \ \Omega \end{aligned}$$

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_t + Z_{PE}} = \frac{220}{0.0012999 + j0.007981 + 0.002396 + j0.000995} = 22,663.8 \ \text{A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 22,663.8 = 117.8 \ \text{mm}^2$$

따라서, 보호도체 120 mm² 이상을 선정하며, 배전반 내의 공통 보호도체(버스바 등)는 이 굵기 이상으로 한다.

(6) 변압기용량 - 1,500 kVA(%Z = 7%, X/R= 6.54)

① 변압기 임피던스 산출

$$Z_t = \frac{V^2 \times \%Z}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 7}{1500} \times 10^{-5} = 0.0067386 \ \Omega$$

$$R_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1+(X/R)^2}} = \frac{0.0067386}{\sqrt{1+(6.54)^2}} = 0.0010185 \ \Omega$$

$$X_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1+1/(X/R)^2}} = \frac{0.0067386}{\sqrt{1+1/(6.54)^2}} = j0.006661 \ \Omega$$

② 보호도체 임피던스

- 1) 보호도체는 비닐절연전선 150 mm²(10 m) 예상
- 2) 보호도체온도 160℃일 때 임피던스 산출
도체온도 70℃ 임피던스 : $Z=0.1508+j 0.0992 \Omega/\text{km}$
도체온도 160℃ 임피던스

$$Z_{PE} = [(0.1508 \times 1.2956) + j0.0992] \div 1000 \times 10 \\ = 0.001953 + j 0.000992 = 0.002190 \Omega$$

- ③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_t + Z_{PE}} = \frac{220}{0.0010185 + j0.006661 + 0.001953 + j0.000992} = 26,797.8 \text{ A}$$

- ④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 26,797.8 = 139.3 \text{ mm}^2$$

따라서, 보호도체 150 mm² 이상을 선정하며, 배전반 내의 공통 보호도체(버스바 등)는 이 굵기 이상으로 한다.

- (7) 변압기용량 - 1,750 kVA(%Z = 7%, X/R = 6.92)

- ① 변압기 임피던스 산출

$$Z_t = \frac{V^2 \times \%Z}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 7}{1750} \times 10^{-5} = 0.005776 \Omega$$

$$R_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1 + (X/R)^2}} = \frac{0.005776}{\sqrt{1 + (6.92)^2}} = 0.0008261 \Omega$$

$$X_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1 + 1/(X/R)^2}} = \frac{0.005776}{\sqrt{1 + 1/(6.92)^2}} = j0.0057166 \Omega$$

- ② 보호도체 임피던스

- 1) 보호도체는 비닐절연전선 185 mm²(10 m) 예상
- 2) 보호도체온도 160℃일 때 임피던스 산출
도체온도 70℃ 임피던스 : $Z=0.1216+j 0.0999 \Omega/\text{km}$
도체온도 160℃ 임피던스

$$Z_{PE} = [(0.1216 \times 1.2956) + j 0.0999] \div 1000 \times 10 \\ = 0.001575 + j 0.000999 \Omega$$

- ③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_t + Z_{PE}} = \frac{220}{0.0008261 + j0.0057166 + 0.001575 + j0.000999} = 30,847.1 \text{ A}$$

- ④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 30,847.1 = 160.4 \text{ mm}^2$$

따라서, 보호도체 185 mm² 이상을 선정하며, 배전반 내의 공통 보호도체(버스바 등)

는 이 굵기 이상으로 한다.

(8) 변압기용량 - 2,000 kVA(%Z = 7%, X/R = 7.29)

① 변압기 임피던스 산출

$$Z_t = \frac{V^2 \times \%Z}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 7}{2000} \times 10^{-5} = 0.005054 \ \Omega$$

$$R_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1+(X/R)^2}} = \frac{0.005054}{\sqrt{1+(7.29)^2}} = 0.0006868 \ \Omega$$

$$X_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1+1/(X/R)^2}} = \frac{0.005054}{\sqrt{1+1/(7.29)^2}} = j0.005007 \ \Omega$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 185 mm²(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160°C일 때 임피던스 산출

도체온도 70°C 임피던스 : Z=0.1216+j 0.0999 Ω/km

도체온도 160°C 임피던스

$$\begin{aligned} Z_{PE} &= [(0.1216 \times 1.2956) + j 0.0999] \div 1000 \times 10 \\ &= 0.001575 + j 0.000999 = 0.001865 \ \Omega \end{aligned}$$

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_t + Z_{PE}} = \frac{220}{0.0006868 + j0.005007 + 0.001575 + j0.000999} = 34,279.8A$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 34,279.8 = 178.2 \ \text{mm}^2$$

따라서, 보호도체 185 mm² 이상을 선정하며, 배전반 내의 공통 보호도체(버스바 등)는 이 굵기 이상으로 한다.

(9) 변압기용량 - 2,500 kVA(%Z = 7%, X/R = 10.47)

① 변압기 임피던스 산출

$$Z_t = \frac{V^2 \times \%Z}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 7}{2500} \times 10^{-5} = 0.0040432 \ \Omega$$

$$R_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1+(X/R)^2}} = \frac{0.0040432}{\sqrt{1+(10.47)^2}} = 0.00038442 \ \Omega$$

$$X_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1+1/(X/R)^2}} = \frac{0.0040432}{\sqrt{1+1/(10.47)^2}} = j0.00400665 \ \Omega$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 240 mm²(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160℃일 때 임피던스 산출

도체온도 70℃ 임피던스 : $Z=0.0942+j 0.0993 \Omega/\text{km}$

도체온도 160℃ 임피던스

$$Z_{PE} = [(0.0942 \times 1.2956) + j 0.0993] \div 1000 \times 10 \\ = 0.001220 + j 0.000993 = 0.001573 \Omega$$

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_t + Z_{PE}} = \frac{220}{0.00038442 + j0.00400665 + 0.001220 + j0.000993} = 41,898.6 \text{ A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 41,898.6 = 217.8 \text{ mm}^2$$

따라서, 보호도체 240 mm² 이상을 선정하며, 배전반 내의 공통 보호도체(버스바 등)는 이 굵기 이상으로 한다.

(10) 변압기용량 - 3,000 kVA(%Z = 7%, X/R = 10.8)

① 변압기 임피던스 산출

$$Z_t = \frac{V^2 \times \%Z}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 7}{3000} \times 10^{-5} = 0.003369 \Omega$$

$$R_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1 + (X/R)^2}} = \frac{0.003369}{\sqrt{1 + (10.8)^2}} = 0.0003106 \Omega$$

$$X_t = \frac{Z_t}{\sqrt{1 + 1/(X/R)^2}} = \frac{0.003369}{\sqrt{1 + 1/(10.8)^2}} = j0.00335465 \Omega$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 300 mm²(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160℃일 때 임피던스 산출

도체온도 70℃ 임피던스 : $Z=0.0768+j 0.0988 \Omega/\text{km}$

도체온도 160℃ 임피던스

$$Z_{PE} = [(0.0768 \times 1.2956) + j 0.0988] \div 1000 \times 10 \\ = 0.000995 + j 0.000988 \Omega$$

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_t + Z_{PE}} = \frac{220}{0.0003106 + j0.00335465 + 0.000995 + j0.000988} = 48,515.1 \text{ A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 48,515.1 = 252.2 \text{ mm}^2$$

따라서, 보호도체 300 mm² 이상을 선정하며, 배전반 내의 공통 보호도체(버스바 등)는 이 굵기 이상으로 한다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
신호섭	(주)더힐코리아	김세동	두원공과대학교
서동범	(주)정우DC	장성규	(주)하이텍이피씨
이주철	건일이엔지 SCEI연구소	류우찬	부경대학교
김한진	한국승강기안전공단	노준석	DL E&C
유홍국	건일이엔씨(주)	이종환	인천국제공항공사
한종선	에이플러스이엔씨(주)	주영경	한국건설기술연구원

자문위원

성명	소속	성명	소속
강형구	한국교통대학교	김시복	인천도시공사
류홍제	중앙대학교	김훈	강원대학교
이종필	중원대학교	송준석	한국토지주택공사
허재완	한국전기안전공사		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	최봉혁	한국건설기술연구원
김기현	한국건설기술연구원	허원호	한국건설기술연구원
김나은	한국건설기술연구원	김광호	강원대학교
김민관	한국건설기술연구원	남기범	한국전기기술인협회
김재훈	한국건설기술연구원	신석하	(주)엠알솔루텍
김태송	한국건설기술연구원	신형철	인천국제공항공사
김희석	한국건설기술연구원	신희경	엘피에스코리아
류상훈	한국건설기술연구원	박철규	서울도시주택공사
안준혁	한국건설기술연구원	이복희	인하대학교
원훈일	한국건설기술연구원	이이문	한국토지주택공사
이상규	한국건설기술연구원	이정호	한국전기연구원
이소정	한국건설기술연구원	정영호	한국교통대학교
이승재	한국건설기술연구원	조병우	석우엔지니어링(주)
이승환	한국건설기술연구원	최옥만	한국토지주택공사
이용수	한국건설기술연구원		
이원중	한국건설기술연구원		
주영경	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
김영일	서울과학기술대학교	이영범	(주)수성엔지니어링
송상빈	한국광기술원	박영	한밭대학교
최영욱	한국전기연구원	박경윤	LG전자
주강필	SK에코플랜트(주)		

국토교통부

성명	소속	성명	소속
전인재	국토교통부 건설산업과	이종문	국토교통부 건설산업과
		이상민	국토교통부 건설산업과

KDS 32 20 10 : 2024 수변전설비 설계기준

2024년 8월 22일 개정

소관부서 국토교통부 건설산업과

관련단체 (사)한국조명·전기설비학회
06130 서울특별시 강남구 테헤란로7길 22 1관 1104호
Tel : 02-564-6534 E-mail : kiiee@kiiee.or.kr
<http://www.kiiee.or.kr>

작성기관 (사)한국조명·전기설비학회
06130 서울특별시 강남구 테헤란로7길 22 1관 1104호
Tel : 02-564-6534 E-mail : kiiee@kiiee.or.kr
<http://www.kiiee.or.kr>

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>