KOREA NATIONAL RAILWAY

KR E-04010

Rev.18, 27. July 2026

배전선로 설계일반

2026. 07. 27

국가철도공단

REVIEW CHART

개정 번호	개정 일자	개정사유 및 내용(근거번호)	작성자	검토자	승인자
0	2008.11.12	철도전철전력설비 시설지침 제정 (국토부→공단 이관, 제정) (기준팀-2757호, '08.11.12)	유향복 이해원	이시용 김도원	강창호
1	2010.02.10	철도전철전력설비시설지침 전면개정 (기준심사처-269호, '10.02.10)	김동철 박순달 조성희	유승위 김도원	김영국
2	2011.12.01	철도전철전력설비설계지침 제정 (국토부 기준관리 체계 부합화) (설계기준처-373호, '11.12.01)	최석효 이해원 조성희	석종근 양인동	김영우
3	2012.12.5	철도설계지침(전철전력편)전면개정 국제화 방식기준체계(KR-CODE)정비 (설계기준처-3537호, 12.12.5)	임균길	석종근 김은태	김영우
4	2014.03.06	철도설계지침 및 편람(KR CODE) 개정(설계기준처-554호, '14.03.06)	임균길	유승위 김은태	김영우
5	2014.12.26	철도설계지침 및 편람(KR CODE) 개정(설계기준처-3909호, '14.12.29)	임균길	김대원 최태수	이동렬
6	2015.06.29	철도설계지침 및 편람(KR CODE) 개정(설계기준처-1813호, '15.06.29)	임균길	최태수	이동렬
7	2015.12.29	철도설계지침 및 편람(KR CODE) 개정(설계기준처-3732호, '15.12.29)	임균길	손병두 최태수	이동렬
8	2016.06.14	설계기준 개선 발굴과제(단기), VOC 수집, 건축설비처/시설개량처의 개정 요청사항을 반영한 지침 개정(설계기준처-1683 , 2016.06.14)	문영기	손병두 김정호	김영하
9	2016.08.24	철도설계지침 및 편람 개정 (설계기준처-2345호, '16.08.24)	임균길	손병두 조병찬	김영하

개정 번호	개정 일자	개정사유 및 내용(근거번호)	작성자	검토자	승인자
10	2017.12.18	철도설계지침 및 편람 개정 (설계기준처-3767호, '17.12.18)	오승태	이만수 구욱현	김영하
11	2018.12.14	철도설계지침 및 편람 개정 (기준심사처-2799호, '18.12.14)	오승태	민병균 구욱현	손병두
12	2019.12.00	철도설계지침 및 편람 개정 (기준심사처-4361호, '19.12.19)	김인태	박창완 구연봉	이종윤
13	2021.02.15	철도설계지침 및 편람 개정 (기준심사처-483, '21.02.09)	김인태 이석원	박창완 구연봉	최원일
14	2021.06.22	철도설계지침 및 편람 개정 (기준심사처-2394호, '21.06.21)	김인태 이석원	이창현 전공준	최원일
15	2023.11.27	관계 법령, 설계기준 등 인용 기준 최신화, 표현방식 변경, 오류사항 수정 등 단순사항 수정 (기준심사처-4429호, 23.11.27)	황재광 방가영	이창현 황석규	김종호
16	2024.11.25	KR CODE 고도화 방안에 따른 전면개정 (심사기준처-3508호, 24.11.22)	황재광 방가영	백효순 황석규	손병두
17	2025.03.28	공단 건설기준 내실 정비 방안에 따른 개정(심사기준처-1192호, '25.03.27)	황재광 방가영	황석규	박진용
18	2026.07.27	공단 신재생에너지 확대 및 건설분과 과제 이행을 위한 개정 (심사기준처-3068호, '26.07.24)	황재광 박신영	황석규	송 권

목 차

지침

1. 적용범위 1
2. 설계 단계별 업무 1
3. 설계조사 1
4. 배전선로의 계획 2
5. 배전선로의 경과지 선정 2
6. 배전용량의 산정 3
7. 배전선로 및 수배전계통의 구성 3
7.1 배전선로의 구성 3
7.2 수배전 계통구성 4
8. 배전선로의 전압 4

편람

해설 1. 적용범위 6
해설 2. 설계 단계별 업무 7
해설 3. 설계조사 9
해설 4. 배전선로의 계획 11
해설 5. 배전선로의 경과지 선정 12
해설 6. 배전용량의 산정 13
6.1 배전용량의 산정 13
해설 7. 배전선로 및 수배전계통의 구성 15
7.1 배전선로의 구성 17
7.2 수전전압 선정 및 계통구성 18
7.3 배전계통의 구성 18
해설 8. 배전선로의 전압 20
8.1 배전방식 및 전압 21

참고 1. 수・배전 기기 23
1.1 일반사항 23
1.2 배전반 25
1.3 차단기 26

1.4 변압기 ····· 27
1.5 고압 및 특별고압용 개폐기 ····· 30
1.6 과전류차단기 ····· 31
1.7 진상용 콘덴서 설비 ····· 33
1.8 분로리액터 ····· 36
1.9 지락차단장치 ····· 38
1.10 피뢰기 ····· 39
1.11 서지흡수기 ····· 41
참고 2. 내오손 기준 ····· 43
2.1 적용범위 ····· 43
2.2 오염등급구분 ····· 43
2.3 설계요령 ····· 44
참고 3. 내진설계 ····· 46
3.1 개 요 ····· 46
3.2 내진설계 대상기기 또는 장치 ····· 48
3.3 기기의 내진 ····· 48
3.4 배관의 내진 ····· 49
3.5 내진계산 ····· 50
3.6 단독배전반 및 변압기반 기초 앵커볼트 설치 ····· 52
3.7 통합배전반 및 변압기반 기초 앵커볼트 설치시 ····· 53

RECORD HISTORY ····· 55

경 과 조 치

이 철도설계지침 및 편람(KR CODE) 이전에 이미 시행중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여는 발주기관의 장이 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 우리공단 “철도설계지침 및 편람”을 그대로 사용할 수 있습니다.

일 러 두 기

○ 사용자의 이용 편의를 위하여 책 단위로 구성된 “철도설계지침” 및 “편람”을 국제적인 방식에 맞게 체계를 각 코드별로 변경하였습니다.
또한, 모든 항목에 대한 해설 및 목차역할을 하는 KR CODE 2012, 각 코드별로 기준 변경사항을 파악할 수 있도록 Review Chart 및 Record History를 제정하였습니다.

○ 이번 개정된 “철도설계지침 및 편람(KR CODE)”은 개정 소요가 발생할 때마다 각 코드별로 수정되어 공단 EPMS, CPMS에 게시되며 설계적용시 최신판을 확인 바랍니다.

○ “철도설계지침 및 편람(KR CODE)”에서 “지침”은 설계 시 준수해야 하는 사항이며, “편람”은 설계용역 업무수행에 편의를 제공하기 위해 작성한 참고용 기술도서로 지침에 대한 해설과 참고자료를 수록하였습니다.

1. 적용범위

(1) 수전배전소, 배전선로 등 철도배전선로 설계의 특이한 사항에 관하여 적용한다.

(2) 기타 일반 전기설비의 설계는 한국전기설비규정(KEC) 등 타 법령을 적용한다.

2. 설계 단계별 업무

(1) 기본설계

① 설계 중에서 주요 설계수행지침, 예비설계, 개략적인 공사비 등을 포함한 기본적인 설계를 말한다.

② 배전선로 구성방안 검토

③ 배전선로 위치 및 선로 연변 부하 개략 검토

④ 터널 및 교량 현황 파악 및 부하 검토

⑤ 배전선로의 형식 선정

⑥ 배전선로 단선결선도 구성

⑦ 배전선로 시공계획 및 개략 건설비 산출

(2) 실시설계

① 설계 중에서 기본설계 및 설계지침의 검토, 설계보고서, 계산서, 설계도면, 설계설명서, 설계내역서, 수량산출서, 단가산출서, 공사시방서, 지장물 도면 및 조서, 자재사양서, 기타 설계자료 등을 포함한 시공 목적의 설계를 말한다.

② 수전선로 결선도 및 계통도 검토 작성

③ 기기배치도 및 배선 설계

④ 배전선로 기기 각종 계산

⑤ 공사비 예산서 및 공정표, 공사시방서 등 시공에 필요한 성과물 작성

⑥ 인허가서류 작성

3. 설계조사

(1) 자료조사

① 운행차량 특성 및 운행조건

② 타당성조사 및 기본계획

③ 토목, 궤도 및 건축분야 설계도서

④ 운행선의 경우 철도공사의 시설물 현황

(2) 현장조사

① 한전 전력수급관련 현장 조사

② 배전선로 위치 및 선로 연변 부하조사

③ 터널, 교량, 과선교, 곡선반경, 도로기울기현황, 방음벽 등 선로현황

④ 설계 대상지역의 공해, 염해, 분진 등 환경조건
⑤ 설계대상지역의 지진발생 현황
⑥ 설계대상지역의 기온, 풍속, 적설량 등 기후조건
⑦ 자재 및 장비운반 사항
⑧ 타 공작물(도로, 한전선로 등) 횡단 현황
⑨ 대관, 대민 협의사항
⑩ 토목, 궤도 선로설비
⑪ 신호, 정보통신 등 기타 전기설비 현황 및 계획
⑫ 설계대상지역의 기존 시설물의 간섭 현황

4. 배전선로의 계획

(1) 한전변전소에서 수전을 받아 선로를 따라 산재하여 있는 역사, 신호소, 차량기지, 보수기지 등 철도운영에 필요한 전력을 안정적으로 공급하기위하여 배전선로를 설계한다.

(2) 노선과 선로, 역사, 열차운행계획, 전압강하, 선로정수, 장래 부하의 증감, 기타 전력수요를 고려하여, 전력을 안정적으로 공급하도록 배전계통을 구성한다.

(3) 수전배전소의 위치는 전기적 부하의 중심을 우선적으로 고려하여 수전점의 개수가 최소화 되도록 경제적으로 설계한다.

(4) 배전소는 무인운용을 원칙으로 하며, 설비운용과 안전성 확보를 위하여 원격감시 및 제어방법 등을 고려하여 설계한다.

(5) 배전기기 및 자재들은 내구성과 안전성, 시공성, 경제성 등을 고려하여 선정하되 친환경제품과 에너지절감제품을 우선적으로 적용한다.

(6) 태양광발전설비, 풍력발전설비, 연료전지설비 등 신재생 에너지를 검토하여 적극적으로 적용한다. 다만, 태양광발전설비는 「철도설계지침 및 편람」 "KR E-04100 철도건축전기설비"의 "4. 신전원설비"에 따른다.

5. 배전선로의 경과지 선정

(1) 배전선로의 통과경로의 선정에 있어서는 그 지역의 기상조건·지세 등을 검토하여 다음 각 호에 의거 경과지를 선정한다.

① 가급적 철도용지 내에 건설한다.

② 선로의 순회와 보수가 용이하도록 다음 각목에 유의한다.

가. 선로는 강전류전선로와 다른 시설에 장해를 주지 아니하는 범위 내에서 철도선로 및 도로에 연하여 시설한다.

나. 선로의 굴곡과 고저차는 가급적 작게 한다.

다. 다른 시설물과의 교차 또는 접근을 가급적 피한다.

라. 부식성가스・염해 및 풍해 등을 항시 받을 우려가 있는 지역은 피한다.

마. 통행이 곤란한 산림・하천 등과 고적・묘지 등 특수장소는 피한다.

바. 인화성물질 또는 폭발성물질의 제조・저장장소는 피한다.

③ 인근 통신선로에 대한 유도장해를 감안한 배전선로 경과지를 선정한다.

(2) 선로의 경과지 선정시에는 설계자가 현지를 답사하고 설계도를 작성하여야 하며 중요한 지지물 예정 위치는 표시 말뚝 등으로 표시한다.

(3) 배전선로의 경과지중 선 시공하는 부분은 토목시공전기설비 기준에 따라 설계하여야 한다.

6. 배전용량의 산정

(1) 공급구간의 부하설비용량에 대하여는 사용 상태에 따라 수용률, 부하율, 부하증가율, 부등률 등을 고려하여 그 최대부하에 따른 적정용량을 선정한다.

(2) 비상시 연장급전을 위하여 인접구간의 부하량을 고려하여 용량을 산정한다.

(3) 연장급전 시 전력공급의 우선순위에 따른 계통운영방안을 제시하여 용량을 절감할 수 있다.

7. 배전선로 및 수배전계통의 구성

7.1 배전선로의 구성

배전선로 구성은 그 지역의 여건 및 현장상황 등을 고려하여 다음 각 호와 같이 선정한다.

(1) 배전선로는 이중화된 전원을 사용하도록 구성함을 원칙으로 하며 다중 회선의 경로는 분리함을 원칙으로 하되, 불가피하게 동일한 경로를 사용하는 경우에는 상호 격벽에 의해 보호되어야 한다. 다만, 불연성 또는 난연성의 재료로 피복한 케이블의 경우에는 예외로 할 수 있다.

(2) 2회선이상의 복선철도 구간은 공급점이 다른 2개소에서 급전이 가능한 선로에서 수전하는 것을 원칙으로 한다.

(3) 2회선으로 시설할 경우 가공선로 1회선, 지중선로 1회선을 시설함을 원칙으로 하되, 다음 사항을 고려하여 시설하여야 한다.

① 터널 및 교량구간이 60% 이상일 때에는 지중선로 2회선으로 구성할 수 있다.

② 터널 및 교량구간이 60% 이상일 경우라도 토공구간 또는 100m 이내의 교량(함, 박스 등 포함)을 포함하는 토공구간이 연속 1㎞ 이상인 예비선로는 가공으로 설치할 수 있다.

③ 운행속도 300킬로급 이상구간, 역구내, 터널, 교량구간은 케이블로 시설함을 원칙으로 한다.

(4) 배전선이 2회선 이상인 경우는 선로의 가선위치를 상·하선으로 분리하여 시설하고, 배전반 내 케이블을 수용할 때는 1배전반에 1회선만 수용되도록 시공함을 원칙으로 한다.

(5) 전철운행구간의 가공 배전선로는 원칙적으로 전차선로의 지지물과 공통한다.

(6) 2회선 구간의 배전선 부하는 가급적 균등부하가 되도록 분포 시키고, 가까운 수전점에서 전원공급이 되도록 설계한다.

(7) 배전선로를 케이블로 시설하는 경우에는 전선관, 공동관로, 공동구를 사용하여 케이블을 보호하며, 케이블의 접속, 분기점, 선로 횡단 개소에는 맨홀 또는 핸드홀을 설치하고, 철도 또는 도로를 횡단하는 개소에는 예비관로를 반영하여야 한다.

(8) 케이블 충전전류에 의한 전압상승을 방지하기 위하여 적정용량의 분로리액터를 검토, 반영하여야 한다.

(9) 시공 및 유지관리성을 고려하여 토공구간 배전선로 케이블이 선로변에서 전기실로 인입·인출하는 개소에 별도의 접속함을 설치하여야 한다.

7.2 수배전 계통구성

(1) 수배전계통은 3상4선식 2만2천900볼트 직접접지방식으로 하며, 필요시 다른 방식을 적용할 수 있다.

(2) 한전으로부터 2회선 수전함을 원칙으로 하고, 자동절체회로를 구성하여 배전계통으로 연결하며, 비상시 인근 수전실에서 연장급전이 가능하도록 구성한다.

(3) 열차의 운행과 직접적으로 관련된 부하는 변압기, 차단기를 별도로 구성한다.

(4) 계통 내 각종 사고 또는 고장 시 파급 등을 방지하기 위하여 적절한 보호방식을 제시하여야 한다.

(5) 수전실의 개폐장치 증설을 고려하여 개폐장치 설치시 케이블로 인출 접속할수 있는 구조로 제작이 되도록 설계하여야 한다.

8. 배전선로의 전압

(1) 배전선로의 배전방식과 공칭전압 및 회로 최고전압은 다음 표에 의한다.

구분	표준 공칭 전압[V]	배전방식별 전압[V]			회로 최고 전압[V]
		단상 2선식	3상 3선식	3상 4선식	
저압	220 380 440	220 - -	220 - 440	220/380	
고압	3,300 6,600	6,600	6,600		7,200
특별고압	22,900	13,200	22,000	22,900	25,800

(2) 고압 및 특별고압선로의 전압강하율은 공칭전압을 기준으로 하여 10% 이내이어야 한다.

(3) 다른 조건을 고려하지 않는다면 설비의 인입구부터 기기까지의 전압강하는 다음 표의 값 이하 이어야 한다.

설비의 유형	조명 (%)	기타 (%)
A - 저압으로 수전하는 경우	3	5
B - 고압으로 수전하는 경우*	6	8
*가능한 한 최종회로 내의 전압강하가 A 유형의 값을 넘지 않도록 하는 것이 바람직하다. 사용자의 배선설비가 100m를 넘는 부분의 전압강하는 미터당 0.005% 증가할 수 있으나 이러한 증가분은 0.5%를 넘지 않아야 한다.		

(4) 시설 및 운영자산의 구분에 따라 전기회로를 분리하여 별도 전력사용량 검침이 가능하도록 하여야 하며, 기존 설비와 호환 및 서버 수용이 가능하도록 범용의 통신 프로토콜을 공개·사용해야 한다. 단, 기존의 서버에 수용이 불가능할 경우 관할구역에 별도의 원격검침시스템을 구축할 수 있다.

해설 1. 적용범위

※ 아래는 사용자 편의를 위해 본 해설과 연관된 기준을 표현한 것이며, 설계적용 시 최신판을 확인 바랍니다.

철도설계기준(KDS 47 30 40 배전선로와 터널전력설비)

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 철도 배전선로와 터널전력 설비에 대하여 조사, 계획, 설계, 시공, 유지관리에 필요한 기술적 사항을 제시하는 것을 목적으로 한다.

1.2 적용범위

내용 없음

1.3 참고기준

내용 없음

1.4 용어의 정의

내용 없음

1.5 기호의 정의

내용 없음

철도설계지침

1. 적용범위

(1) 수전배전소, 배전선로 등 철도배전선로 설계의 특이한 사항에 관하여 적용한다.

(2) 기타 일반 전기설비의 설계는 한국전기설비규정(KEC) 등 타 법령을 적용한다.

해설 2. 설계 단계별 업무

※ 아래는 사용자 편의를 위해 본 해설과 연관된 기준을 표현한 것이며, 설계적용 시 최신판을 확인 바랍니다.

철도설계기준(KDS 47 30 40 배전선로와 터널전력설비)

1.6.1 설계 단계별 업무

1.6.1.1 기본설계

기본설계는 시스템결정과 실시설계의 설계지침 및 개략공사비를 산정하여 소요예산을 예측하는 단계로서 설계 중 기본이 되는 것을 말하며 그 주요 내용은 다음과 같다.

(1) 설계조건 조사(설계기준, 설계도면, 건설계획, 설비방식, 변전소 위치, 전차선로의 선종, 기후 환경조사, 열차운영계획 등)
(2) 전원 공급계통조사 수급방안 검토
(3) 전철급전계통 구성방안, 건설방식 검토
(4) 전기방식 및 급전방식 검토
(5) 전철전원설비 건설위치 검토
(6) 관련기관 협의

1.6.1.2 실시설계

실시설계는 기본설계에서 선정된 시스템과 설계지침을 검토하여 공사발주를 위한 실질적인 설계를 하는 단계로서 설계보고서, 계산서, 설계도면, 설계설명서, 설계내역서, 수량산출서, 단가산출서, 공사시방서, 지장물 도면 및 조서, 철도용품표준규격, 기타 설계자료 등을 포함한 설계로 그 주요 내용은 다음과 같다.

(1) 관련 자료 수집 및 검토(기본설계 검토)
(2) 기본조사 및 측량
(3) 급전 계통도 및 변전소 위치
(4) 지지물 및 기초, 가공전선 이도, 지중관로 검토
(5) 전차선로 평면도, 표준도 및 상세도 작성
(6) 공사비 예산서 및 공정표, 공사시방서 등 시공에 필요한 성과물 작성
(7) 운행전 전차선로 시공품질검사의 대가 산출
(8) 관계기관 협의내용, 총사업비 자료, 인허가서류 작성

철도설계지침

2. 설계 단계별 업무

(1) 기본설계

① 설계 중에서 주요 설계수행지침, 예비설계, 개략적인 공사비 등을 포함한 기본적인 설계를 말한다.
② 배전선로 구성방안 검토
③ 배전선로 위치 및 선로 연변 부하 개략 검토
④ 터널 및 교량 현황 파악 및 부하 검토

⑤ 배전선로의 형식 선정
⑥ 배전선로 단선결선도 구성
⑦ 배전선로 시공계획 및 개략 건설비 산출

(2) 실시설계

① 설계 중에서 기본설계 및 설계지침의 검토, 설계보고서, 계산서, 설계도면, 설계설명서, 설계내역서, 수량산출서, 단가산출서, 공사시방서, 지장물 도면 및 조서, 자재사양서, 기타 설계자료 등을 포함한 시공 목적의 설계를 말한다.
② 수전선로 결선도 및 계통도 검토 작성
③ 기기배치도 및 배선 설계
④ 배전선로 기기 각종 계산
⑤ 공사비 예산서 및 공정표, 공사시방서 등 시공에 필요한 성과물 작성
⑥ 인허가서류 작성

해설 3. 설계조사

※ 아래는 사용자 편의를 위해 본 해설과 연관된 기준을 표현한 것이며, 설계적용 시 최신판을 확인 바랍니다.

철도설계기준(KDS 47 30 40 배전선로와 터널전력설비)

1.6.2 설계조사

1.6.2.1 자료조사
(1) 운행차량 특성 및 운행조건
(2) 타당성조사 및 기본계획
(3) 토목, 궤도 및 건축분야 설계도서
(4) 운행선의 경우 철도공사의 시설물 현황

1.6.2.2 현장조사
(1) 한전 전력수급관련 현장 조사
(2) 배전선로 위치 및 선로 연변 부하조사
(3) 터널, 교량, 과선교, 곡선반경, 구배현황, 방음벽 등 선로현황
(4) 설계 대상지역의 공해, 염해, 분진 등 환경조건
(5) 설계대상지역의 지진발생 현황
(6) 설계대상지역의 기온, 풍속, 적설량 등 기후조건
(7) 자재 및 장비운반 사항
(8) 타 공작물(도로, 한전선로 등) 횡단 현황
(9) 대관, 대민 협의사항
(10) 토목, 궤도 선로설비
(11) 신호, 정보통신 등 기타 전기설비 현황 및 계획
(12) 설계대상지역의 기존 시설물의 간섭 현황

2. 조사 및 계획
내용 없음

3. 재료
내용 없음

철도설계지침

3. 설계조사
(1) 자료조사
① 운행차량 특성 및 운행조건
② 타당성조사 및 기본계획
③ 토목, 궤도 및 건축분야 설계도서
④ 운행선의 경우 철도공사의 시설물 현황
(2) 현장조사
① 한전 전력수급관련 현장 조사
② 배전선로 위치 및 선로 연변 부하조사

③ 터널, 교량, 과선교, 곡선반경, 도로기울기현황, 방음벽 등 선로현황
④ 설계 대상지역의 공해, 염해, 분진 등 환경조건
⑤ 설계대상지역의 지진발생 현황
⑥ 설계대상지역의 기온, 풍속, 적설량 등 기후조건
⑦ 자재 및 장비운반 사항
⑧ 타 공작물(도로, 한전선로 등) 횡단 현황
⑨ 대관, 대민 협의사항
⑩ 토목, 궤도 선로설비
⑪ 신호, 정보통신 등 기타 전기설비 현황 및 계획
⑫ 설계대상지역의 기존 시설물의 간섭 현황

해설 4. 배전선로의 계획

※ 아래는 사용자 편의를 위해 본 해설과 연관된 기준을 표현한 것이며, 설계적용 시 최신판을 확인 바랍니다.

철도설계기준(KDS 47 30 40 배전선로와 터널전력설비)

4.1 배전선로의 설계

(1) 한전변전소에서 수전을 받아 선로를 따라 산재하여 있는 역사, 신호소, 차량기지, 보수기지 등 철도운영에 필요한 전력을 안정적으로 공급하기 위하여 배전선로를 설계한다.

(2) 노선과 선로, 역사, 열차운행계획, 전압강하, 선로정수, 장래 부하의 증감, 기타 전력수요를 고려하여, 전력을 안정적으로 공급하도록 배전계통을 구성한다.

(3) 수전배전소의 위치는 전기적 부하의 중심을 우선적으로 고려하여 수전점의 개수가 최소화 되도록 경제적으로 설계한다.

(4) 배전소는 무인운용을 원칙으로 하며, 설비운용과 안전성 확보를 위하여 원격감시 및 제어방법 등을 고려하여 설계한다.

(5) 배전기기 및 자재들은 내구성과 안전성, 시공성, 경제성 등을 고려하여 선정하되 친환경제품과 에너지절감제품을 우선적으로 적용한다.

(6) 태양광발전설비, 풍력발전설비, 연료전지설비 등 신재생 에너지를 검토하여 적극적으로 적용한다.

철도설계지침

4. 배전선로의 계획

(1) 한전변전소에서 수전을 받아 선로를 따라 산재하여 있는 역사, 신호소, 차량기지, 보수기지 등 철도운영에 필요한 전력을 안정적으로 공급하기위하여 배전선로를 설계한다.

(2) 노선과 선로, 역사, 열차운행계획, 전압강하, 선로정수, 장래 부하의 증감, 기타 전력수요를 고려하여, 전력을 안정적으로 공급하도록 배전계통을 구성한다.

(3) 수전배전소의 위치는 전기적 부하의 중심을 우선적으로 고려하여 수전점의 개수가 최소화 되도록 경제적으로 설계한다.

(4) 배전소는 무인운용을 원칙으로 하며, 설비운용과 안전성 확보를 위하여 원격감시 및 제어방법 등을 고려하여 설계한다.

(5) 배전기기 및 자재들은 내구성과 안전성, 시공성, 경제성 등을 고려하여 선정하되 친환경제품과 에너지절감제품을 우선적으로 적용한다.

(6) 태양광발전설비, 풍력발전설비, 연료전지설비 등 신재생 에너지를 검토하여 적극적으로 적용한다. 다만, 태양광발전설비는 「철도설계지침 및 편람」 “KR E-04100 철도건축전기설비”의 “4. 신전원설비”에 따른다.

해설 5. 배전선로의 경과지 선정

※ 아래는 사용자 편의를 위해 본 해설과 연관된 기준을 표현한 것이며, 설계적용 시 최신판을 확인 바랍니다.

철도설계지침

5. 배전선로의 경과지 선정

(1) 배전선로의 통과경로의 선정에 있어서는 그 지역의 기상조건・지세 등을 검토하여 다음 각 호에 의거 경과지를 선정한다.

① 가급적 철도용지 내에 건설한다.

② 선로의 순회와 보수가 용이하도록 다음 각목에 유의한다.

가. 선로는 강전류전선로와 다른 시설에 장해를 주지 아니하는 범위 내에서 철도선로 및 도로에 연하여 시설한다.

나. 선로의 굴곡과 고저차는 가급적 작게 한다.

다. 다른 시설물과의 교차 또는 접근을 가급적 피한다.

라. 부식성가스・염해 및 풍해 등을 항시 받을 우려가 있는 지역은 피한다.

마. 통행이 곤란한 산림・하천 등과 고적・묘지 등 특수장소는 피한다.

바. 인화성물질 또는 폭발성물질의 제조・저장장소는 피한다.

③ 인근 통신선로에 대한 유도장해를 감안한 배전선로 경과지를 선정한다.

(2) 선로의 경과지 선정시에는 설계자가 현지를 답사하고 설계도를 작성하여야 하며 중요한 지지물 예정 위치는 표시 말뚝 등으로 표시한다.

(3) 배전선로의 경과지중 선 시공하는 부분은 토목시공전기설비 기준에 따라 설계하여야 한다.

해설 6. 배전용량의 산정

※ 아래는 사용자 편의를 위해 본 해설과 연관된 기준을 표현한 것이며, 설계적용 시 최신판을 확인 바랍니다.

철도설계기준(KDS 47 30 40 배전선로와 터널전력설비)

4.1.2 배전용량

(1) 공급구간의 부하설비용량에 대하여는 사용 상태에 따라 수용률, 부하율, 부하증가율, 부등률 등을 고려하여 그 최대부하에 따른 적정용량을 선정한다.

(2) 비상시 연장급전을 위하여 인접구간의 부하량을 고려하여 용량을 산정한다.

(3) 연장급전 시 전력공급의 우선순위에 따른 계통운영방안을 제시하여 용량을 절감할 수 있다.

철도설계지침

6. 배전용량의 산정

(1) 공급구간의 부하설비용량에 대하여는 사용 상태에 따라 수용률, 부하율, 부하증가율, 부등률 등을 고려하여 그 최대부하에 따른 적정용량을 선정한다.

(2) 비상시 연장급전을 위하여 인접구간의 부하량을 고려하여 용량을 산정한다.

(3) 연장급전 시 전력공급의 우선순위에 따른 계통운영방안을 제시하여 용량을 절감할 수 있다.

6.1 배전용량의 산정

(1) 공급구간의 부하설비용량에 대하여는 사용 상태에 따라 수용률, 부하율, 부하증가율, 부등률 등을 고려하여 그 최대부하에 따른 적정용량을 선정하고 그 기본값은 다음과 같다. 그러나 역사실정과 부하특성 등을 고려하여 설계 시 조정할 수 있다.

표 1. 배전용량 산정 기준

구분		수용[%]	부등률	비고
부하용변압기	전등전열용	50	-	
	동력용	50	-	정격전류 적용
수전용변압기		40~60	1.2~1.4	

* 부등률은 2 Step(1차 변압기(특고압→특고압 또는 고압), 2차 변압기(특고압 또는 고압→저압) 이상의 계통에서 주변압기[1]에만 적용

1) 주변압기 : 각각의 변압기를 총괄하는 변압기

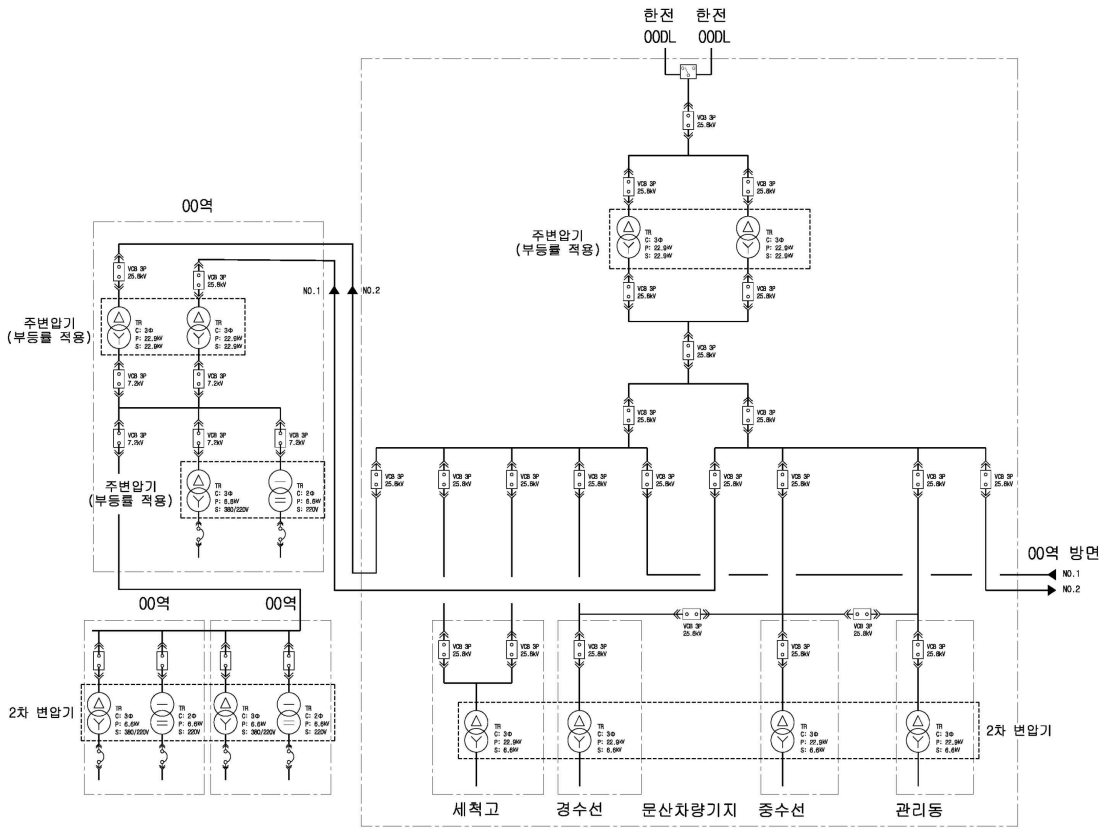

그림 1. 부등률 적용 변압기 예시도

(2) 비상시 연장급전을 위하여 인접구간의 부하량을 고려하여 용량을 산정한다.

(3) 연장급전 시 전력공급의 우선순위에 따른 계통운영방안을 제시하여 용량을 절감할 수 있다.

해설 7. 배전선로 및 수배전계통의 구성

※ 아래는 사용자 편의를 위해 본 해설과 연관된 기준을 표현한 것이며, 설계적용 시 최신판을 확인 바랍니다.

철도건설규칙

제18조(철도 횡단시설)

① 도로와 철도가 교차하는 곳은 입체화 시설로 설치하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 공사 등 일시적으로 필요한 곳에는 임시로 평면건널목을 설치할 수 있다.

② 평면건널목 또는 정거장 구내를 횡단하는 전선로는 지중(地中)에 설치하여야 한다. 다만, 지형 여건 등으로 부득이한 경우에는 시설물 관리기관과 협의하여 이를 지상에 설치할 수 있다.

철도의 건설기준에 관한 규정

제47조(배전선로 시설)

① 배전선로의 전원은 전철변전소로부터 공급 받거나, 전력공급자로부터 교류 3상 2만2천9백볼트 또는 6천6백볼트를 직접 공급받아 사용할 수 있다.

② 배전선로는 안정된 전력을 공급하기 위하여 다음 각 호의 경우에는 다중 회선으로 시설하여야 하며, 다중 회선의 가설 루트는 분리함을 원칙으로 한다.

1. 단선 구간 : 1회선(필요시 2회선)
2. 복선 전철구간 : 2회선
3. 지하구간 및 2복선 이상 구간 : 3회선

③ 신호용 전원의 구성은 철도 고압배전선로에서 신호용 변압기를 통하여 공급하고 계통은 상용 및 예비의 2중화 이상으로 하며, 전용 배전선로를 상용으로 수전할 수 없는 경우에는 계통을 달리하는 2개 이상의 상시전원으로 하여야 한다.

④ 배전선로를 케이블로 시설하는 경우에는 전선관, 공동관로, 공동구를 사용하여 케이블을 보호하며, 케이블의 접속, 분기점, 선로 횡단 개소에는 맨홀 또는 핸드홀을 설치하고, 철도 또는 도로를 횡단하는 개소에는 예비관로를 시설하여야 한다.

철도설계기준(KDS 47 30 40 배전선로와 터널전력설비)

4.1.3 배전계통구성

(1) 수배전계통은 3상4선식 22.9 kV 직접접지방식으로 하며, 필요시 다른 방식을 적용할 수 있다.

(2) 한전 등으로부터 2회선 수전함을 원칙으로 하고, 자동절체회로를 구성하여 배전계통으로 연결하며, 비상시 인근 수전배전소에서 연장급전이 가능하도록 설계한다.

(3) 배전선로는 이중화된 전원을 사용하도록 구성함을 원칙으로 하며 다중 회선의 가설 루트는 분리함을 원칙으로 하되, 불가피하게 동일한 루트를 사용하는 경우에는 상호 격벽에 의해 보호되어야 한다. 다만, 불연성 또는 난연성의 재료로 피복한 케이블의 경우에는 예외로 할 수 있다.

(4) 2회선이상으로 시설할 경우 가공선로 1회선, 지중선로 1회선으로 하며, 터널 및 교량이 60% 이상일 때에는 지중선로로 구성한다. 역구내, 터널, 교량구간은 케이블로 시설함을 원칙으로 한다.

(5) 배전선로를 케이블로 구성할 경우 정전전류를 고려하여 설계한다.
(6) 열차의 운행과 직접적으로 관련된 부하는 변압기를 별도로 구성한다.
(7) 계통 내 각종 사고 또는 고장 시 파급 등을 방지하기 위하여 적절한 보호방식을 제시하여야 한다.

철도설계지침

7. 배전선로 및 수배전계통의 구성

7.1 배전선로의 구성

배전선로 구성은 그 지역의 여건 및 현장상황 등을 고려하여 다음 각 호와 같이 선정한다.

(1) 배전선로는 이중화된 전원을 사용하도록 구성함을 원칙으로 하며 다중 회선의 경로는 분리함을 원칙으로 하되, 불가피하게 동일한 경로를 사용하는 경우에는 상호 격벽에 의해 보호되어야 한다. 다만, 불연성 또는 난연성의 재료로 피복한 케이블의 경우에는 예외로 할 수 있다.
(2) 2회선이상의 복선철도 구간은 공급점이 다른 2개소에서 급전이 가능한 선로에서 수전하는 것을 원칙으로 한다.
(3) 2회선으로 시설할 경우 가공선로 1회선, 지중선로 1회선을 시설함을 원칙으로 하되, 다음 사항을 고려하여 시설하여야 한다.
① 터널 및 교량구간이 60% 이상일 때에는 지중선로 2회선으로 구성할 수 있다.
② 터널 및 교량구간이 60% 이상일 경우라도 토공구간 또는 100m 이내의 교량(함, 박스 등 포함)을 포함하는 토공구간이 연속 1㎞ 이상인 예비선로는 가공으로 설치할 수 있다.
③ 운행속도 300킬로급 이상구간, 역구내, 터널, 교량구간은 케이블로 시설함을 원칙으로 한다.
(4) 배전선이 2회선 이상인 경우는 선로의 가선위치를 상・하선으로 분리하여 시설하고, 배전반 내 케이블을 수용할 때는 1배전반에 1회선만 수용되도록 시공함을 원칙으로 한다.
(5) 전철운행구간의 가공 배전선로는 원칙적으로 전차선로의 지지물과 공통한다.
(6) 2회선 구간의 배전선 부하는 가급적 균등부하가 되도록 분포 시키고, 가까운 수전점에서 전원공급이 되도록 설계한다.
(7) 배전선로를 케이블로 시설하는 경우에는 전선관, 공동관로, 공동구를 사용하여 케이블을 보호하며, 케이블의 접속, 분기점, 선로 횡단 개소에는 맨홀 또는 핸드홀을 설치하고, 철도 또는 도로를 횡단하는 개소에는 예비관로를 반영하여야 한다.
(8) 케이블 충전전류에 의한 전압상승을 방지하기 위하여 적정용량의 분로리액터를 검토, 반영하여야 한다.
(9) 시공 및 유지관리성을 고려하여 토공구간 배전선로 케이블이 선로변에서 전기실로 인입·인출하는 개소에 별도의 접속함을 설치하여야 한다.

7.2 수배전 계통구성

(1) 수배전계통은 3상4선식 2만2천900볼트 직접접지방식으로 하며, 필요시 다른 방식을 적용할 수 있다.

(2) 한전으로부터 2회선 수전함을 원칙으로 하고, 자동절체회로를 구성하여 배전계통으로 연결하며, 비상시 인근 수전실에서 연장급전이 가능하도록 구성한다.
(3) 열차의 운행과 직접적으로 관련된 부하는 변압기, 차단기를 별도로 구성한다.
(4) 계통 내 각종 사고 또는 고장 시 파급 등을 방지하기 위하여 적절한 보호방식을 제시하여야 한다.
(5) 수전실의 개폐장치 증설을 고려하여 개폐장치 설치시 케이블로 인출 접속할수 있는 구조로 제작이 되도록 설계하여야 한다.

7.1 배전선로의 구성

(1) 배전선로는 이중화된 전원을 사용하도록 구성함을 원칙으로 하며 다중 회선의 경로는 분리함을 원칙으로 하되, 불가피하게 동일한 경로를 사용하는 경우에는 상호 격벽에 의해 보호되어야 한다. 다만, 불연성 또는 난연성의 재료로 피복한 케이블의 경우에는 예외로 할 수 있다.

(2) 2회선으로 시설할 경우 가공선로 1회선, 지중선로 1회선을 시설함을 원칙으로 하되, 다음 사항을 고려하여 시설하여야 한다.

① 터널 및 교량구간이 60% 이상일 때에는 지중선로 2회선으로 구성할 수 있다.

② 터널 및 교량구간이 60% 이상일 경우라도 토공구간 또는 100m 이내의 교량(함, 박스 등 포함)을 포함하는 토공구간이 연속 1㎞ 이상인 예비선로는 가공으로 설치할 수 있다.

③ 최고운행속도 300㎞/h 이상구간, 역구내, 터널, 교량구간은 케이블로 시설함을 원칙으로 한다.

④ 배전선이 2회선 이상인 경우는 선로의 가선위치를 분리하여 시설함을 원칙으로 한다. 현장 여건에 따라 동일 위치에 가선 할 경우 회선별로 배전반을 분리하여 시설하거나 충전부가 분리되도록 시설하여야 한다.

⑤ 전철운행구간의 가공 배전선로는 원칙적으로 전차선로의 지지물과 공통한다.

⑥ 2회선 구간의 배전선 부하는 가급적 균등부하가 되도록 분포 시킨다.

⑦ 배전선로를 케이블로 시설하는 경우에는 정전전류를 고려하여 설계하여야 하며, 전선관, 공동관로, 공동구를 사용하여 케이블을 보호하며 케이블의 접속, 분기점, 선로횡단개소에는 핸드홀을 설치하고 철도 또는 도로를 횡단하는 개소에는 예비관로를 시설하여야 한다.

표 2. 가공 배전선로와 지중 배전선로의 비교

구 분	지중 배전선로	가공 배전선로
회선 공급능력	다회선 공급가능	4회선 이상 불가능
외부영향	기상 여건등의 영향이 거의 없음	전력선 접촉이나 기상조건에 의한 정전빈도 높음
유지보수	설비의 단순고도화로 보수업무가 비교적 적음	설비의 지상노출로 보수업무 많은 편임
환경미화	쾌적한 도심환경 조성	도심환경 저해요인
건 설 비	건설비용 고가	건설비용 저렴
건설기간	장기간 소요	단기간 소요
고장복구	고장점 발견이 어렵고 복구가 어려움	고장점 발견과 복구용이
송전용량	발생열의 구조적 냉각장해로 전선의 능력에 비해 낮음	발생열의 냉각이 수월해 송전용량이 높은 편임
고장형태	외상사고, 접속개소 시공불량에 의한 영구사고 발생	수목접촉 등 순간 및 영구사고 발생
충전전류 제한	경부하시, 선로길이가 30㎞ 이상 시 문제됨	문제없음
검토내용	배전선로의 2중화를 위해서 예비선로를 고려하면 안정적인 전력공급을 할 수 있는 지중선로 1회선과, 사고 시 고장복구가 빠른 가공선로 1회선으로 포설하는 것이 바람직하다.	

7.2 수전전압 선정 및 계통구성

(1) 수배전계통은 3상4선식 22.9㎸ 직접접지방식으로 하며, 필요시 다른 방식을 적용할 수 있다.

(2) 수전계통구성

① 한전으로부터 2회선 수전함을 원칙으로 하고, 자동절체회로를 구성하여 배전계통으로 연결하며, 비상시 인근 수전배전소에서 연장급전이 가능하도록 설계한다.

7.3. 배전계통의 구성

(1) 배전계통의 구성은 부하의 상황, 경과지의 지리적 조건, 사고조사, 사고복구, 절체 등을 고려하여 결정하고 다음에 의한다.

① 특별고압 배전계통은 1, 2호계 각 필요개소에 전원을 공급하며 기지설비를 제외하고 22.9㎸, 2회선 동등(Dual)급전을 원칙으로 한다.

② 기존 6.6㎸ 배전계통 개량 시 1, 2호계 각 필요개소에 전원을 공급하며 기지설비를 제외하고 3상 3선식 2회선 동등(Dual) 급전을 원칙으로 한다.

③ 저압 배전계통은 단상 2선식 220V 2회선과 3상 4선식 380/220V 2회선 이상으로 구성한다. 또한 차량기지에는 3상 3선식 440V 전원을 구비하여야 한다.

④ 전철변전소, 급전구분소, 보조급전구분소, 차량기지, 신호장, 수전실 및 역사 전기실 등의 사고 발생 시 연장급전이 가능하게 구성하여야 한다.

⑤ 특별고압 및 고압 배전선의 부하는 균등부하가 되도록 분포하게 하고, 평상시 부하에 인접한 수전실에서 전원을 우선 공급할 수 있도록 저압부분 절체상세도를 작성하여야 한다.

⑥ 배전선로의 동등(Dual) 급전에 따른 부하분담 결선도를 작성하여야 한다.

⑦ 신호 및 통신 부하의 전원 이중화를 위하여 변압기 2차측에 통신기계실용 차단기를 추가 설치하고, 신호용 변압기를 별도로 구성하여야 한다.

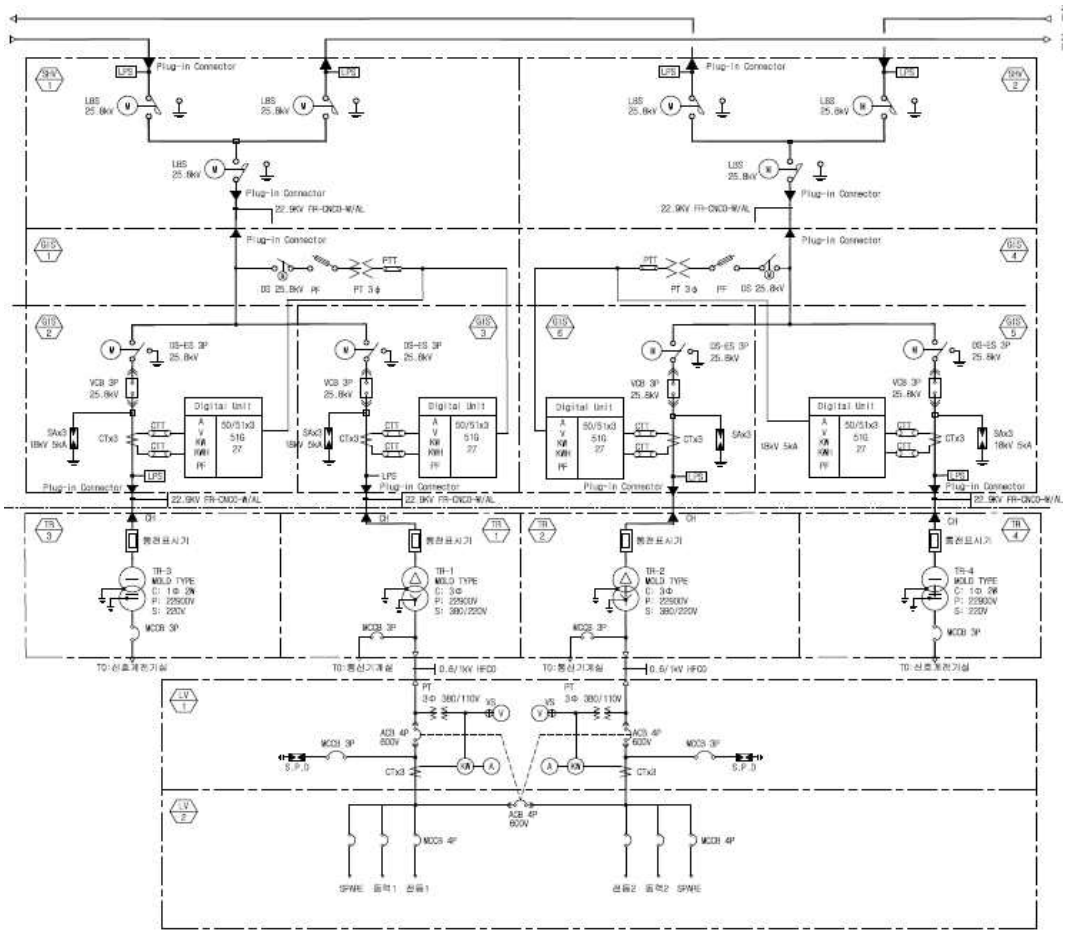

그림 2. 신호 및 통신기계실 전원 이중화

⑧ 고속선·운행선 등의 선로변 작업(관로 및 케이블 포설 등)은 철도공사의 야간차단작업 승인 후 시공이 가능하므로 야간할증을 반영하여 설계서를 작성하여야 하며, 운행선상의 모든 작업공정을 세분화하여 열차빈도별 할증 및 야간할증 기준을 수립하여 감독의 승인을 득한 후 설계에 반영하여야 한다.

해설 8. 배전선로의 전압

※ 아래는 사용자 편의를 위해 본 해설과 연관된 기준을 표현한 것이며, 설계적용 시 최신판을 확인 바랍니다.

철도설계지침

8. 배전선로의 전압

(1) 배전선로의 배전방식과 공칭전압 및 회로 최고전압은 다음 표에 의한다.

구분	표준 공칭 전압[V]	배전방식별 전압[V]			회로 최고 전압[V]
		단상 2선식	3상 3선식	3상 4선식	
저압	220 380 440	220 - -	220 - 440	220/380	
고압	3,300 6,600	6,600	6,600		7,200
특별고압	22,900	13,200	22,000	22,900	25,800

(2) 고압 및 특별고압선로의 전압강하율은 공칭전압을 기준으로 하여 10% 이내이어야 한다.

(3) 다른 조건을 고려하지 않는다면 설비의 인입구부터 기기까지의 전압강하는 다음 표의 값 이하 이어야 한다.

설비의 유형	조명 (%)	기타 (%)
A - 저압으로 수전하는 경우	3	5
B - 고압으로 수전하는 경우*	6	8
*가능한 한 최종회로 내의 전압강하가 A 유형의 값을 넘지 않도록 하는 것이 바람직하다. 사용자의 배선설비가 100m를 넘는 부분의 전압강하는 미터당 0.005% 증가할 수 있으나 이러한 증가분은 0.5%를 넘지 않아야 한다.		

(4) 시설 및 운영자산의 구분에 따라 전기회로를 분리하여 별도 전력사용량 검침이 가능하도록 하여야 하며, 기존 설비와 호환 및 서버 수용이 가능하도록 범용의 통신 프로토콜을 공개・사용해야 한다. 단, 기존의 서버에 수용이 불가능할 경우 관할구역에 별도의 원격검침시스템을 구축할 수 있다.

8.1 배전방식 및 전압

(1) 배전선로의 배전방식과 공칭전압 및 회로 최고전압은 표 3에 의한다.

표 3. 배전방식 및 공칭전압과 회로 최고전압

구분	표준 공칭 전압[V]	배전방식별 전압[V]			회로 최고 전압[V]
		단상 2선식	3상 3선식	3상 4선식	
저압	220 380 440	220 - -	220 - 440	220/380	
고압	3,300 6,600	6,600	6,600		7,200
특별고압	22,900	13,200	22,000	22,900	25,800

① 특별고압배전방식

그림 3. 3상 4선식 (22.9kV-Y)

② 고압배전방식

그림 4. 3상 3선식 (6.6kV)

③ 저압배전방식

그림 5. 단상 2선식

그림 6. 3상 3선식

그림 7. 3상 4선식

(2) 고압 및 특별고압선로의 전압강하율은 공칭전압을 기준으로 하여 10%이내 이어야 한다.

(3) 다른 조건을 고려하지 않는다면 설비의 인입구부터 기기까지의 전압강하는 표 4의 값 이하 이어야 한다.

표 4. 설비의 전압강하

설비의 유형	조명 (%)	기타 (%)
A - 저압으로 수전하는 경우	3	5
B - 고압으로 수전하는 경우*	6	8
*가능한 한 최종회로 내의 전압강하가 A 유형의 값을 넘지 않도록 하는 것이 바람직하다. 사용자의 배선설비가 100m를 넘는 부분의 전압강하는 미터당 0.005% 증가할 수 있으나 이러한 증가분은 0.5%를 넘지 않아야 한다.		

① 다음의 경우에는 표 4보다 더 큰 전압강하를 허용할 수 있다.

가. 기동 시간 중의 전동기

나. 돌입전류가 큰 기타 기기

② 다음과 같은 일시적인 조건은 고려하지 않는다.

가. 과도과전압

나. 비정상적인 사용으로 인한 전압 변동

(4) 원격검침설비는 전기실의 저압배전반 메인측에 CT를 설치하고, 저압배전반 각 피더 중에 국가(시설관리자)가 전기요금을 부담하는 터널조명, 터널배수설비, 유지보수 처소(사무소・분소・주재 등) 피더측에 CT를 설치한다.

참고 1. 수・배전 기기

1.1 일반사항

1.1.1 기기설치

(1) 모든 배전기기는 충전부분이 노출되지 않도록 금속제 외함 내에 수용하며, 금속제 외함은 방수, 통풍 등을 고려하여야 한다. 금속제 기기 외함은 통합접지와 연결하여야 하며, 통합접지와 연결이 곤란한 개소는 단독접지 한다.

(2) 기기 외함은 자물쇠장치 또는 적당한 보안장치를 하여야 한다.

(3) 옥외에 변압기 및 개폐기 등을 충전부분을 노출하여 설치하는 경우는 사람이 접촉할 위험이 없도록 울타리를 설치하고, 위험표시를 한다. 또한, 울타리 높이와 울타리에서 충전부분까지의 거리의 합은 5m 이상으로 한다.

(4) 울타리는 통합접지와 연결하여야 하며, 통합접지와 연결이 곤란한 개소는 단독접지 한다.

(5) 배전기기 설치 시에는 유지, 보수 등을 충분히 고려한다.

(6) 옥외형 배전반 및 터널 옥외변압기반에는 내·외부 온도차이로 인해 내부에 결로가 발생될 우려가 있을 경우 히터 등을 설치하여야 한다.

1.1.2 설치장소

지중배전용 기기는 지상에 설치함을 원칙으로 하되, 건축법 등 관련 법규에 의해 제공된 장소가 있을 경우에는 그 장소에 설치하며, 시설장소 선정은 다음과 같다.

1.1.2.1 지상설치

(1) 노반 또는 녹지대로서 기기를 설치하여도 미관을 크게 저해하지 않는 장소

(2) 도로에 설치시는 보도에 설치함을 원칙으로 하며, 기기 폭이 넓은 쪽을 도로 측 경계석에 붙이도록 하고 가급적 다음과 같은 장소에 시설한다.

① 도로 기능에 지장이 없는 장소

② 가각, 소화전, 횡단보도에서 5m이상 떨어진 곳

③ 상시 다수의 사람이 모이는 곳은 가급적 피한다.

(3) 기타 공간 이용이 가능한 장소

1.1.2.2 구내설치

구내에 기기를 설치할 경우에는 다음 사항을 고려하여 장소를 선정한다.

(1) 케이블 시공이 용이하고 기기 반출입이 용이한 장소

(2) 유지보수에 지장이 없는 장소

(3) 침수의 우려가 없는 장소

(4) 가연성 가스의 유입이 없는 장소

(5) 내화성의 건축 재료로 시공한 장소

(6) 유효한 환기시설이 있는 장소

(7) 기기수명에 나쁜 영향을 미치는 유해한 물질이 없는 장소

(8) 소음, 진동 등에 의해서 주위에 나쁜 영향을 미칠 우려가 없는 장소

1.1.3 설치 시 유의사항

(1) 보도에 설치 시 관계기관과 충분히 협의하여 추후 이설 요인이 발생하지 않도록 한다.

(2) 구내에 확보된 공간이 있을 경우에는 이를 적극 활용한다.

(3) 지상기기는 유지보수 및 미관을 고려하여 가급적 동일 장소에 밀집하여 시설하지 않도록 한다.

(4) 기설기기와 동일 장소에 기기를 신설하고자 할 때에는 기설기기의 외형과 조화되도록 한다.

(5) 기기의 도장색은 아래의 색상을 사용함을 원칙으로 하되 주변과의 환경조화 등 현장여건상 필요한 경우에는 다른 색상을 사용할 수 있다.

표 5. 기기의 도장색

설 치 지 역	녹지 및 공원지역	선로변 및 기타지역
Munsell No.	녹색계통	회색계통

(6) 기기설치 시 차량충돌 방지 및 주위환경을 고려하여 별도의 대책을 강구할 수 있다.

(7) 부득이 지하에 기기를 설치할 때에는 아래사항에 유의하여야 한다.

① 지하공간은 누수 및 침수가 안 되도록 방수조치를 하여야 한다.

② 케이블 인·출입 및 지지, 허용곡률반경 등을 고려하여 충분한 공간을 확보해야 한다.

1.1.4 기기기초

(1) 옥외기초의 상부는 지표면과 200㎜정도의 높이를 유지하여야 하며, 기기를 설치한 후 앵커볼트로 기기를 고정시켜야 한다.

(2) 기기기초는 강우시의 침수, 침하 및 적설 등을 고려하여 시설한다.

(3) 기기기초는 터파기 완료 후 바닥에 100㎜ 이하의 잡석을 100㎜ 두께로 다진 후 콘크리트를 100㎜ 두께로 타설하여 바닥기초를 한 후 기초(대)를 설치한다.

1.2 배전반

전자식 배전반이란 보호, 계측, 제어, 표시, 통신기능이 일체화된 Digital형 집중표시, 감시제어 장치를 사용한 것으로 주 회로를 제외한 모든 부분을 전자화함으로써 설비의 간소화 및 통합 감시제어시스템의 신뢰성을 대폭 향상시킨다.

표 6. 전자식과 기계식 배전반의 비교

구 분	전기기계식	전 자 식
동작원리	· 전기입력을 회전력 또는 흡인력으로 변환 동작 · 미세조정 · 관성력 작용으로 인한 오차 발생 및 특성변화	· μ-Processor로 파형 및 전기량 분석 · 거의 실제값 측정 가능 · 다양한 기능 수행
계 기 용 변성기 부담	· 5~10VA · 변성기 자기포화 현상 등으로 인한 오차발생	· 1[VA]미만(최대5VA미만) · 파형의 최대치 또는 RMS치 등을 선택계측으로 신뢰성 향상
응답속도	· 늦다 (통신속도 : 1,200~9,600bps)	· 빠르다 (통신속도 : 9,600[bps]~1.25Mbps)
계측기능	· 별도의 Meter 부착 (계측오차가 크다)	· μ-Processor를 이용 전기량 계측, 표시(계측오차가 적다)
사고기록 기 능	· 없음	· 고정파형 분석기능 내장하여 사고의 종류, 동작시간 등의 기록상태 유지
신 뢰 도	· 고장전류가 소멸된 후에도 계전기의 회전원판이 관성력에 의하여 계속 회전하려는 특성을 보정하기 위하여 보정장치가 필요하므로 신뢰도가 떨어짐 · 별도의 Reset가 필요함 · 후비보호용(Back-up) 계전기가 필요한 경우가 많음	· 반복능력이 탁월하여 오차가 적으므로 신뢰도가 높음 · Overshoot가 없음
고 조 파 및 내 력	· 고조파의 영향을 거의 받지 않음 · 내전압 특성이 우수함	· 고조파에 대한 영향이 큼 · 내전압 특성이 약함 ※ 일본 및 프랑스 등 선진국에서는 고조파에 대한 충분한 내력을 갖는 보호회로가 구성 사용되고 있음
내진안전성	· 진동등 충격에 의한 오차가 큼	· 진동등 충격에 안전
주변장치와 적 합 성	· SCADA와 통신을 할 경우 각종 계측에 대한 전력 Tranducer 별도 설치	· 각종 계측값은 Tranducer 없이 SCADA와 직접 통신
보호기능	· 필요한 보호계전기를 개별적으로 설치	· 필요한 보호기능을 한 계전기에 설치
유지보수성	· 정기점검 필요 (특성 경년 변화)	· 자기진단 기능이 있어 상시 감시 (Maintenance free)
유지보수성	· 정기점검 필요 (특성 경년 변화)	· 자기진단 기능이 있어 상시 감시 (Maintenance free)
기 능 및 확 장 성	· 제한 (hard ware 추가 소요)	· 다기능 복합기능 (Soft ware로 해결)

구 분	전기기계식	전 자 식
제어회로	· Schematic diagram을 각종 보조 계전기(Magnetic relay)를 조합하여 배선(제어용)으로 결선함으로서 매우 복잡하고 배전반 소요 면적이 많아진다. · 장애발생시 수리가 어려워 유지관리 가 곤란함	· Schematic diagram을 계전기 또는 별도의 PLC를 이용 소프트웨어로 해결 · 구성이 단순하며 소형화 가능 · 고조파에 대한 영향을 받을 우려가 있음
설정치 조정 범위 및 동작 특성곡선 선택(장확도)	· 정정Tap 설정에 한계가 있음 (예 4,6,8,12A) · 특성곡선에 따라 계전기의 Type이 다르다. · 설정 Tap 변경이 번거롭다. · 운전 중 Tap 조정이 부담스럽다. (예비 Tap을 이용하여 조심스럽게 취급)	· 정정Tap 설정이 자유롭다. (연속성)- 미세조정 가능 · 사용자가 원하는 특성곡선을 조정할 수 있다. · 운전 중 Tap 조정이 자유롭다.
설치면적	100%	100%
미관	나쁘다	좋 다
제작 및 설치	복 잡	간 단
유지보수성	나쁘다(정기점검 필요)	좋다(Maintenance Free)
기 능 및 확 장 성	불 리	유 리
신뢰성	나쁘다	좋 다
경제성	초기 투자비는 저렴하나 계전기 단종에 따른 주문생산에 의한 단가상승 유지보수비 증대 등을 고려하여 장기적으로 경제성에서 불리할 것임	다중기능 통합 및 유지보수비를 감안하면 장기적으로는 경제성이 있음
사용 예	대부분의 국가	국내외 다수
사용추세	감 소	증 가
검토결과	· 전자식이 가격은 초기투자비가 다소 고가일 것으로 예상되나 신뢰성이 높고, 소형으로 설치가 간편함 · 유지보수 및 확장성 등에서도 유리 · 기술발전 및 장래성 대비 가능하다.	

1.3 차단기

(1) 25.8kV 차단기

25.8kV 철도용개폐장치는 종래 지구온난화의 원인이 되는 SF_6가스(육불화황)를 절연매질로 사용했으나, 최근 친환경 절연매질을 사용한 25.8kV 친환경개폐장치를 사용하고 있으며, Type별 비교는 다음과 같다.

표 7. 25.8kV 철도용 개폐장치 Type별 비교

항 목	E-GIS Type	SIS Type	C-GIS Type
정격전압	25.8kV	25.8kV	25.8kV
차단기 종류	VCB	VCB	GCB 또는 VCB
절연매질	Dry-Air, N2	고체절연(에폭시몰드)	SF_6 Gas
외함재질	압연강판	압연강판	압연강판
보호계전기	디지털 계전기	디지털 계전기	디지털 계전기
경 제 성	110~115%	110~125%	100%
특 징	· Compact 구조 · 일반형 대비 30%이상 설치면적 감소 · 확장성 낮음	· SF_6 Gas Free · 케이블접속 및 열반용이	· 구조의 단순화 · 확장성 낮음
환경규제	제한 없음 (친환경)	제한없음 (친환경, SF_6 Free)	SF_6가스 사용 규제
검 토 결 과	· 25.8kV 철도용개폐장치에 친환경 개폐장치는 E-GIS와 SIS Type이 있으며, 기술적 특성이 유사하나 절연매질에서만 차이가 있음		

1.4 변압기

1.4.1 변압기의 종류

변압기는 전기적 특성과 안전성 및 유지, 보수면에서 모두 우수하며, 환경오염이나 화재의 위험이 적고 에너지 효율이 높은 변압기를 채택하고 큐비클 내장형으로 한다.

1.4.2 용량 및 형식

변압기의 용량 및 형식의 결정에 있어서는 다음에 의한다.

(1) 부하설비의 운전상태, 수용률 및 부하율을 고려하여 안전운전의 범위 내에서 가장 경제적인 용량을 선정한다.

(2) 장래의 부하설비 증설 및 변경을 고려한다.

(3) 변압기 용량 결정

변압기 용량 kVA = [설비용량×수용률(%)/효율(98%)×부등률]×여유율(1.1)

1.4.3 변압기 용량 및 위치의 선정

(1) 유지·보수 관리측면을 충분히 고려하여 공급범위가 서로 중첩되지 아니하도록 명확히 구분한다.

(2) 유사한 부하밀도에 있어서는 현저한 공급범위의 대·소를 각각 적정한 범위로 평균화한다.

(3) 공급범위의 부하 설비용량에 대하여는 사용 상태에 따라 수용률·부하율·부하 증가율 등의 제반조건을 정하여 그 최대부하에 따른 적정용량을 선정한다.

(4) 변압기의 위치는 가능한 한 부하의 중심에 설치하고 또한 보수 관리상의 제반사항을 충분히 고려하고 다음 각 호의 전주에는 시설을 피한다.

① 각도주

② 구분용 개폐기 설치주

③ 다수의 전선을 가설하여 장주가 복잡한 전주

1.4.4 설치장소 및 공급범위

변압기는 가급적 부하중심점 부근에 설치하여야 하며 공급범위는 가능한 인근변압기와 중첩되지 않도록 설정하여야 한다.

1.4.5 저압선로의 구성

변압기 2차 측 저압배전선로는 전압강하, 손실 등이 되도록 작아지도록 하여야 하며 향후 부하변동에 대비하여 인근의 변압기와 부하분담이 용이하도록 구성하여야 한다.

1.4.6 변압기의 보호 장치

(1) 변압기의 1차 측에는 변압기 용량과 사용 환경에 적합한 보호 장치를 시설한다.

(2) 변압기의 2차 측에는 변압기 용량에 적합한 퓨즈(전력퓨즈・배선용 차단기・켓치홀더 등)를 시설하고, 변압기 인출선과의 접속부분에는 콘넥터 또는 단자 등을 사용한다.

(3) 지중전선로를 반사써지로부터 보호하기 위해 개폐가 빈번한 선로의 말단 개방점(변압기)에는 피뢰기를 설치할 수 있다.

1.4.7 변압기의 접지

(1) 변압기 2차 측의 접지는 다음 각 호에 의한다.

① 변압기에는 고압전로와 저압전로와의 전기적 접촉에 의하여 생기는 위험을 방지하기 위하여 그 저압 측의 중성점에 제2종 접지공사를 한다. 다만, 변압기의 구조 또는 배전방식에 의하여 그 중성점에 접지하기가 곤란한 경우에는 저압측의 1단을 접지할 수 있다.

② 혼촉방지판 부착 변압기는 혼촉방지판에 변압기 중성점 접지공사를 하여야 한다.

(2) 변압기 외함의 접지와 변압기 2차 측 접지는 통합접지와 연결하여야 한다.

1.4.8 변압기의 시설

(1) 배전반의 가선위치를 분리하여 그 회선구간에 배전하는 변압기는 설치위치를 분리한다.

(2) 고압 또는 특별고압 배전선로 2회선 구간의 상용과 예비의 변압기는 각각 단독으로 시설하고 저압 자동절체 방식으로 한다. 다만, 부득이한 경우에는 고압 측 절체 방식으로 할 수 있다.

(3) 고압 인하선의 시설은 다음 각 호에 의한다.

① 고압부분의 인하선은 8㎟ 이상의 고압 인하선을 사용하고, 지지점 간의 거리는 약 3m 이하로 하여 혼촉되지 아니하도록 지지한다.

② 고압 인하선의 지지는 라인 포스트 애자 또는 현수애자 180㎜ 2연으로 한다.

(4) 변압기의 설치는 다음 각 호에 의한다.

① 변압기의 설치에는 현수식·거치식 또는 큐비클형으로 한다.

② 변압기의 2차측과 저압 배전선과의 접속선은 600V 전력 케이블로 한다.

③ 변압기에는 진동 등에 의한 낙하 또는 전도방지 시설을 한다.

1.4.9 변압기대의 시설

(1) 주상 변압기대의 시설은 다음 각 호에 의한다.

① 주상에 시설하는 변압기는 지표상 4.5m 이상의 높이로 한다. 다만, 시가지 외에 있어서는 4m까지로 감할 수 있다.

② 여객공중이 출입하는 장소는 가급적 피한다.

(2) 지상 변압기대의 시설은 다음 각 호에 의한다.

① 지상에 변압기를 설치하는 경우는 사람이 접촉할 우려가 없도록 울타리를 설치하고 또한 위험을 알리는 표시를 하며, 특히, 일반 공중이 접촉할 우려가 있는 장소에는 울타리와 울타리에서 충전부분까지의 거리의 합이 5m 이상으로 한다. 다만, 큐비클형으로 설치하는 경우에는 그러하지 아니할 수 있다.

② 지상 변압기대의 기초는 강우 시 등의 배수 및 적설을 고려하여 시설한다.

③ 지상 변압기대의 크기는 변압기의 설비대수 및 보수작업을 고려하여 결정한다.

④ 지상 변압기대의 울타리는 변전소 매설접지와 연결한다. 단, 여건이 어려우면 제3종 접지공사를 한다.

1.4.10 변압기의 종류

변압기는 절연방식에 따라 유입, 몰드변압기 및 신제품인 아몰퍼스 변압기가 있다. 그 비교 검토표는 다음과 같다.

표 8. 변압기 비교

항 목	유입변압기	몰드변압기	아몰퍼스 변압기
형 태			
권선 온도상승 한도[℃]	65	90	80
난 연 성	○	◎	◎
방 폭 성	○	◎	◎
무부하손실	보통	낮음	아주낮음(75%)
옥외사용	◎	○	○
내 습 성	◎	◎	◎
설치면적	대	중	중
특 징	· 내흡습성, 내오손성이 우수 하다. · 소음이 크다. · 가격이 저렴하다. · 가연성으로 위험성 크다. · 설치면적이 크고 중량이 무겁다. · 절연유의 정기적인교체가 필요하다.	· 난연성으로 재해방지에 유리 · 내흡습성, 내오손성이 유리 · 설치면적이 작다. · 소음이 유입보다 크다. · 가격이 비싸다	· 난연성으로 재해방지에 유리 · 내흡습성, 내오손성이 유리 · 설치면적이 크다. · 가격이 가장 비싸다. · 규소강판에 비해 무부하 손실이 75% 이상 절감
경 제 성 (2012년, 1,000kVA기준)	100%	172%	215%
검토결과	· 아몰퍼스 변압기는 무부하 손실의 절감 등의 효과가 있으나 가격이 비싸 경제성이 떨어지지만 추후 채택을 고려해야 한다. · 몰드변압기는 유입변압기에 비해 가격이 비싸나 난연성으로 안전할 뿐 아니라 설치면적이 작고 유지보수가 불필요 하므로 유입변압기에 비해 유리하다.		

1.5 고압 및 특별고압용 개폐기

1.5.1 고압·특별고압용 개폐기의 시설장소

개폐기의 설치장소는 다음 각 호에 의한다.

(1) 부하전류를 개폐할 필요가 있는 장소

(2) 인입구, 기타 고장·점검·측정·수리 등에 있어 개로 할 필요가 있는 장소

(3) 조작이 용이하고 보기 쉬운 장소에 시설하고, 특히 장주가 복잡한 전주 또는 입환 차량이 빈번히 왕래하는 장소의 전주는 피한다.

1.5.2 고압·특별고압용 개폐기의 종류

배전선로에 사용하는 개폐기는 기중개폐기 및 진공개폐기를 표준으로 한다.

표 9. 개폐기의 종류

종류	용도	사용구분
기중개폐기	일반용	• 수동 또는 원격 제어하는 간선 구분용 및 연락용 • 분기용 및 인입선 등의 개폐기
진공개폐기	다빈도용	• 상시 개폐를 행하는 것

1.5.3 개폐기의 설치

개폐기를 시설하는 경우에는 다음 각 호에 의하여 설치하여야 한다.

(1) 전로 중에 개폐기를 시설하는 경우에는 각 극에 설치한다.

(2) 개폐기는 그 동작에 따라서 개폐상태를 표시하는 장치를 가지는 것 또는 그 개폐상태를 쉽게 확인할 수 있어야 한다.

(3) 개폐기가 중력 등에 의하여 자연적으로 작동될 우려가 있는 것은 자물쇠장치, 또는 이를 방지하는 장치를 가져야 한다.

(4) 단로기와 같이 부하전류를 차단하기 위한 것이 아닌 개폐기는 부하전류가 흐르고 있는 동안에 개로 되어서는 안 된다.

(5) 조작이 간편하고 위험의 우려가 없는 곳에 설치한다.

(6) 개폐기는 금속제 외함 내에 수용하고, 외함은 접지하여야 한다.

1.6 과전류차단기

1.6.1 과전류차단기의 설계

(1) 전선 및 전기기구를 보호하기 위하여 전로 중에 필요한 장소에는 적정한 과전류차단기를 시설한다.

(2) (1)의 과전류차단기는 과부하 겸용 누전차단기를 시설한다. 다만, 부득이한 경우에는 배선용차단기를 시설할 수 있다.

(3) 과전류차단기의 차단용량은 설치장소를 통과하는 단락전류를 확실하게 차단할 수 있어야 한다.

(4) 고압 또는 특별고압의 과전류차단기는 그 동작에 따라서 개폐상태를 표시하는 장치를 구비하여야 한다.

1.6.2 과전류차단기의 시설

(1) 과전류차단기는 다음 각 호에 의하여 점검 및 조작이 용이한 장소에 시설한다.

① 보호하는 전로 및 전력사용장치의 전원 측 각 극에 시설한다.

② 개폐기와 같이 시설하는 경우에는 그 부하 측에 시설하고, 다선식 전로의 중성선에는 과전류차단기를 시설하지 아니한다. 다만, 다극용차단기와 같이 각 극이 동시에 개로되는 것은 그러하지 아니하다.

(2) 대지전압이 150V 이하로서 접지측 이외의 전선에 시설하는 과전류차단기가 동작하는 경우로서 각 극이 동시에 차단되는 경우에는 그 전로의 접지측 전선의 과전류차단기는 생략할 수 있다.

(3) 분기회로용 배전반에 있어서 전원측의 각 극에 개폐기를 시설하는 경우 2회선식 분기회로의 접지 측 전선의 개폐기를 생략하는 전선에는 과전류차단기를 생략할 수 있다.

(4) 제2항 및 제3항 이외의 저압 2선식 전로에 시설하는 과전류차단기는 인입구장치의 과전류차단기, 간선의 과전류차단기 또는 분기회로의 과전류차단기를 제외하고는 단극으로 할 수 있다.

1.6.3 배선용차단기의 규격

과전류차단기로서 저압전로에 사용되는 배선용차단기는 다음 각 호에 적합하여야 한다.

(1) 정격전류 1배의 전류로는 자동적으로 동작하여서는 안 된다.

(2) 정격전류의 구분에 따라 정격전류의 1.25배 및 2배의 전류가 통과하였을 경우에는 표 10에 명시한 시간 내에 자동적으로 동작하여야 한다.

표 10. 배선용 차단기의 특성

정격전류의 구분[A]	시간[분]	
	정격전류 1.25배의 전류가 흐를 때	정격전류 2배의 전류가 흐를 때
30 이하	60	2
30 초과 50 이하	60	4
50 초과 100 이하	120	6
10 초과 225 이하	120	8
225 초과 400 이하	120	10
400 초과 600 이하	120	12
600 초과 800 이하	120	14
800 초과 1000 이하	120	16
1000 초과 1200 이하	120	18
1200 초과 1600 이하	120	20
1600 초과 2000 이하	120	22
2000 초과	120	24

1.6.4 과전류차단기의 정격 및 조정치

과전류차단기의 정격 및 조정치는 보호하는 전로의 전선허용전류치를 초과하지 아니하는 범위에서 그 전선의 회로정격 또는 최대사용전류에 의하여 정한다. 다만, 소요치에 적합한 정격의 과전류차단기가 없을 때에는 그 전선의 허용전류치를 초과하지 아니하는 범위에서 소요치의 차 상위의 것을 선택할 수 있다.

1.6.5 과전류차단기의 차단용량

저압전류에 시설하는 과전류차단기(퓨즈와 배선용차단기를 조합하여 한 개의 과전류차단기로서 사용하는 것을 포함한다)는 전로 중 이를 시설하는 곳을 통과하는 단락전류를 차단하는 능력을 가지는 것이어야 한다.

1.6.6 과전류 보호

1.6.6.1 과전류 보호

(1) 전선 및 전기기구를 보호하기 위하여 전로 중에 필요한 장소에는 적정한 과전류 차단기를 시설한다.

(2) 과전류 차단기는 과부하 겸용 누전차단기를 시설한다. 다만, 부득이한 경우에는 배선용 차단기를 시설할 수 있다.

1.6.6.2 과전류 차단기의 정격 및 조정치

과전류 차단기의 정격 및 조정치는 보호하는 전로의 전선 허용 전류치를 초과하지 아니하는 범위에서 그 전선의 회로정격 또는 최대 사용전류에 의하여 정한다. 다만, 소요치에 적합한 정격의 과전류 차단기가 없을 때에는 그 전선의 허용 전류치를 초과하지 아니하는 범위에서 소요치의 차 상위의 것을 선택할 수 있다.

1.7 진상용 콘덴서 설비

1.7.1 진상용 콘덴서의 시설방식

(1) 특별고압 및 고압 수전설비의 수전단 역률 개선을 위해 진상용 콘덴서를 설치하는 경우는 다음에 의한다.

① 개선후의 역률은 95%를 표준으로 한다.

② 진상용 콘덴서의 설치위치는 부하상황, 역률 개선효과, 경제성 등을 고려하고 표 11에 의해 선정한다.

표 11. 진상용 콘덴서 시설

설비위치		효과가 큰 경우	설 비 효 과		
①	저압측 부하 개별	대용량·첨두전력 부하가 있고, 제어기기가 접속되어 있는 경우	기본요금 할 인	변압기의 여유 과부하 방지 동 손 방지	선로전류, 전력손실경감 전 압 강 하 (변동)감소
②	변압기2차측 일괄	부하를 증설에 대해 변압기에 여유가 없는 경우			
③	고압측 일괄	설비에 대한 가동률이 낮고 수전역률이 낮은 경우			

그림 8. 콘덴서 설치위치

(2) 콘덴서의 용량은 부하의 무효분보다 크게 하여서는 안 된다.

(3) 저압수전의 경우 진상용 콘덴서는 각각의 부하에 설치하는 것을 원칙으로 한다.

(4) 진상용 콘덴서의 결선은 △결선으로 한다.

1.7.2 진상용 콘덴서

(1) 특별고압 및 고압 진상용 콘덴서를 설치하는 경우는 다음에 의한다.

① 콘덴서는 그 총용량이 300kVA를 초과하는 경우는 2군 이상으로, 600kVA 초과 시 3군 이상으로 분할하고, 또한 부하의 변동에 적응하여 접속하는 콘덴서의 용량을 변화시킬 수 있는 시설로 한다. 단 부하의 성질상 접속하는 콘덴서의 용량을 변화시킬 필요가 없는 경우는 분할하지 않아도 된다.

② 콘덴서 회로에 개폐장치를 설치하는 경우는 다음 적용구분에 따라 시설한다.

③ 배전선로의 리액터 설치 시 특고케이블의 콘덴서 적용용량의 85~95%를 상쇄 시 콘덴서를 설치하지 않는다.

표 12. 콘덴서 용량

콘덴서 용량[kVA]	개폐장치
50 이하 50 초과	고압 COS 또는 이와 동등 이상의 것 부하개폐기 또는 이와 동등 이상의 것

④ 콘덴서는 본선에 직접 접속하고 특히 전용의 개폐기, 퓨즈, 유입차단기 등을 설치하지 말 것. 이 경우 콘덴서에 이르는 분기선은 본선의 최고 굵기보다는 적게 하지 말 것. 다만, 방전장치가 있는 콘덴서에는 개폐기(차단기 포함)를 설치할 수 있으나 평상시 개폐는 하지 않음을 원칙으로 한다.

⑤ 콘덴서 회로에는 콘덴서 보호에 적합한 한류퓨즈를 시설한다. 다만, 콘덴서의 고장을 초기에 검출하여 콘덴서에 의한 2차 재해를 방지하도록 시설하는 경우에는 그러하지 아니하다.

⑥ 콘덴서 회로에는 방전저항·방전코일 또는 기타 개로 후에 잔류전하를 방전시키는 적당한 장치를 다음 각 호에 의하여 시설한다.

가. 방전장치는 콘덴서 회로에 직접 접속하거나 또는 콘덴서 회로를 개로한 경우 자동적으로 접속할 수 있게 시설하고, 또한 개로 후 방전저항의 경우에는 5분 이내에, 방전코일 기타의 경우에는 5초 이내에 콘덴서의 잔류전압을 50V 이하로 저하시키는 능력을 가진 것으로 한다.

나. 다음 각목의 경우에는 방전장치를 생략할 수 있다.

(가) 콘덴서가 조작개폐기로부터 부하 측에 직접 접속되어 있는 경우

(나) 콘덴서가 변압기 1차 측에 직접 접속되어 있는 경우

(다) 콘덴서를 설치함으로서 공급 회로의 고조파전류가 현저히 증대하거나 또는 돌입전류가 현저히 커서 유해한 경우에는 콘덴서 회로에 유효한 직렬리액터를 시설한다.

(라) 콘덴서의 외함은 통합접지와 연결한다. 다만, 통합접지와 연결이 곤란한 개소는 단독접지 한다.

(2) 설치장소

① 저압진상용 콘덴서를 옥내에 시설하는 경우에는 습기가 많은 장소 또는 물기가 있는 장소(방수형의 것을 사용하는 경우에는 제외한다) 및 주위온도가 40[℃]를 초과하는 장소 등을 피하여 견고하게 설치하여야 한다.

② 저압진상용 콘덴서를 옥외에 시설하는 경우에는 옥외형 콘덴서를 사용하여야 한다. 다만, 방수구조의 함에 넣고 다음 각 호에 의하여 시설하는 경우에는 옥내형의 것을 사용할 수 있다.

가. 함은 외상을 받지 아니하는 장소를 선정하여 견고하게 설치할 것

나. 함은 견고하고 점검이 쉬운 것으로 하고 강판제의 것은 방청도료를 칠할 것

다. 전선인입구는 빗물이 스며들어가지 아니하게 하기 위하여 함의 하부 등에 설치할 것

(주) 전용의 개폐기는 가급적 동일 함 속에 넣을 것

1.7.3 저압 진상용 콘덴서

(1) 저압 진상용 콘덴서를 개개의 부하에 시설하는 경우에는 다음 각 호에 의한다.

① 콘덴서는 현장조작개폐기 또는 이에 상당하는 것의 부하 측에 시설한다.

② 간선으로부터 분기하여 콘덴서에 이르는 전로에는 개폐기 등을 시설하지 아니한다.

(2) 저압 진상용 콘덴서를 변압기 2차 측에 일괄하며 시설하는 경우에는 다음 각 호에 의한다.

① 부하 변동이 있는 경우에는 콘덴서의 용량을 부하의 변동에 따라 변화될 수 있도록 시설한다.

② 콘덴서에 개폐기를 설비하는 경우에는 콘덴서 전용의 개폐기로 한다.

(3) 콘덴서의 회로에는 방전저항·방전코일 또는 기타 개로 후의 잔류전하를 방전시키는 장치를 다음 각 호에 의하여 시설한다.

① 방전장치는 콘덴서 회로에 직접 접속하거나 또는 콘덴서 회로를 개로한 경우 자동적으로 접속할 수 있게 시설하고, 개로 후 3분 이내에 콘덴서의 잔류전압을 75V 이하로 저하시킬 수 있는 것으로 한다.

② 다음 각목의 경우는 방전장치를 생략할 수 있다.

가. 콘덴서가 현장조작개폐기로부터 부하 측에 직접 접속되고 또한 부하 기기의 내부에 개폐기류를 갖추지 아니하는 경우

나. 콘덴서가 변압기의 2차 측에 직접 접속되어 있는 경우

1.8 분로리액터

(1) 분로리액터는 특고압(고압) 케이블 배전선로의 콘덴서 용량을 상쇄시켜 전선로를 안정적으로 운영하기 위하여 설치한다.

(2) 분로리액터 용량산정의 기초가 되는 수전실-수전실 간 특고(고압)케이블 배전선로의 콘덴서 작용용량은 IEC 규정에 의하여 다음과 같이 산출한다.

$$C = \frac{\epsilon}{18\ln(\frac{D_1}{DC})} 10^{-9}\ [F/m]$$

C : 케이블의 콘덴서 작용 용량

ε : 절연체의 비유전율(XLPE:2.5)

Di : 절연체의 외경[㎜](반도전층 제외)

Dc : 도체의 외경+반도전층의 두께[㎜]

표 13. 수전실-수전실 간 특고(고압)케이블 배전선로의 콘덴서 작용용량

품명	규격 [㎟]	도체.절연층 두께[㎜]				산출 정전용량값 [㎌/㎞]	비고
		도체 외경	내부 반도전층 두께	절연층 두께	절연층 외경		
22.9㎸-Y 동심중성선 XLPE 절연 전력 케이블	60	9.3	0.6	6.6	24.5	0.1639	
22㎸ XLPE 절연 전력케이블	60	9.3	0.7	7.3	25.3	0.1614	
22.9㎸-Y 수트리억제 알루미늄 절연케이블	95	11.4	0.3	6.8	26.74	0.180~0.191	

(3) 분로리액터의 용량은 20%내로 용량 가변이 가능하므로 케이블 정전용량값[㎌/㎞] 범위 내에서 탄력적으로 선정한다.

(4) 수전실 간 특고(고압)케이블배전선로는 케이블 콘덴서작용 용량 550kVAR 이상의 투입/개방 변화가 생기지 않도록 분로리액터를 분산 설치하여야 하며 전선로 상에 분로리액터 1대를 개방하더라도 상용전압(220V) 기준 전압 변동 폭이 4.36%를 초과하지 않도록 하여야 하고, 분로리액터 1대의 최대용량은 550kVA를 초과할 수 없다.

(5) 분로리액터는 전철전원설비 장소구내 반입/반출이 용이한 장소에 옥외 큐비클형으로 설치하되 자연 통풍이 용이하고 쥐 등 소 동물이 침입하지 못하는 구조로 제작한다.

(6) 분로리액터는 용량을 가변시키는 탭(Tap)이 취부된 제품을 사용한다.

(7) 분로리액터의 표준용량은 전압변동을 고려하여 100, 200, 300, 400, 450, 550kVAR으로 선정한다.

(8) 분로리액터는 고장률이 적고, 전력손실이 작으며 소음이 적은 타입을 선정한다.

1.9 지락차단장치

1.9.1 지락 차단장치의 시설대상 선로

(1) 사람 등이 용이하게 접촉할 우려가 있는 장소에 시설하는 사용전압이 50V를 넘는 저압의 금속제 외함을 가지는 기계·기구에 전기를 공급하는 전로에는 전로에 지기가 생긴 경우에 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설하여야 한다. 다만, 다음 각 호에 해당하는 경우에는 생략할 수 있다.

① 기계·기구를 구내 배전설비 등의 전기 취급자 이외의 자가 출입할 수 없는 장소에 시설하는 경우

② 기계·기구를 건조한 장소에 시설하는 경우

③ 대지전압이 150V 이하의 기계·기구를 물기가 있는 장소 이외의 장소에 시설하는 경우

④ 기계·기구에 시공하는 제2종 접지공사 또는 특별 제3종 접지공사의 접지저항이 3Ω 이하인 경우

⑤ 당해 전로의 전원 측에 절연 변압기(2차 전압이 400V 이하이고 정격용량이 3kVA 이하의 것)를 시설하고 당해 전로를 접지하는 경우

⑥ 기계·기구가 고무·합성수지 기타의 절연물로 피복된 경우

⑦ 기계·기구가 유도전동기의 2차측 전로에 저항기가 접속된 경우

⑧ 기계·기구 내에 지락 차단장치를 시설하고 또한 전원의 인입부의 전선이 손상을 받을 우려가 없도록 시설하는 경우

(2) 저압 또는 고압의 전로에 있어서 비상용 조명장치, 비상용 승강기, 소방용 설비, 철도용 신호장치 기타 이것들의 사용정지가 공공의 안전 확보에 지장을 줄 우려가 있는 기계·기구에 전기를 공급하는 전로에는 1.9.1항에 규정하는 지락 차단장치 대신에 경보장치를 시설할 수 있다.

(3) 다음 각 호의 전로에는 지락 차단장치를 시설하여야 한다.

① 고압 또는 특별고압 전로와 변압기에 의하여 결합되는 400V를 넘는 저압전로

② 주택 옥내에 시설하는 대지전압 150V를 초과하고 400V 이하의 저압전로

③ 조영재에 고정하여 시설하는 전열보드 또는 전열 시트에 전기를 공급하는 전로

④ 욕실에 시설하는 콘센트에 전기를 공급하는 전로

⑤ 건설 공사용 등의 시설에 전기를 공급하는 전로

⑥ 옥측 또는 옥외에 시설하는 콘센트 설비

1.9.2 지락 차단장치의 시설

지락 차단장치의 시설은 다음 각 호에 의한다.

(1) 지락 차단장치의 설치장소는 당해 기계·기구에 내장하는 경우를 제외하고는 분전반의 전원측 또는 분전반 내에 시설한다.

(2) 지락 차단장치는 인입 개폐기와 겸용할 수 있다.

(3) 영상변류기를 옥외의 전로에 시설하는 경우에는 방수형 변압기를 사용하거나 또는 방수함 등에 수용하여 시설한다.

(4) 지락 차단장치는 경보장치에 조작전원을 필요로 하는 경우에는 전용회선으로 한다.

(5) 전로에 접지 전용선이 있는 경우에는 변류기에 접지 전용선을 관통하지 아니하도록 설치한다.

(6) 저저항의 접지극을 사용하는 경우를 제외하고는 지락 차단장치로서 보호되는 전로와 보호되지 아니하는 전로에 시설하는 기기 등의 접지극은 공통하지 아니한다.

1.10 피뢰기

1.10.1 피뢰기 등의 시설

(1) 고압 또는 특별고압 가공전선로에서 공급을 받는 수용장소의 인입구 또는 이와 근접한 곳에는 피뢰기를 시설하여야 한다.

(2) 옥내에 시설하는 피뢰기는 주요부분을 자기제 등의 용기내부에 넣은 형식의 것을 사용한다.

(3) 피뢰기에 이르는 전선은 각 극에 전용의 단로기 또는 컷아웃스위치 등을 설치하여야 한다. 다만, 인입구 단로기 등의 부하 측 단자에서 있어서 쉽게 분리할 수 있도록 시설한 것. 또는 단로기 구조의 것, 혹은 기기내에 피뢰기가 내장되어 있는 것은 그러하지 아니하다.

(주) 컷아웃에는 퓨즈를 넣으면 안 된다.

1.10.2 피뢰기의 접지

고압 또는 특별고압 전로에 시설하는 피뢰기는 통합접지와 연결한다. 다만 통합접지와 연결이 곤란한 개소는 단독접지 한다.

1.10.3 설치위치

(1) 피뢰기의 보호레벨과 피보호기 절연내력간의 협조를 이루기 위하여 필요한 위치선정은 다음 사항을 전제로 검토한다.

① 피보호기의 제1대상은 전력용 변압기이며, 가능한 한 이에 근접하도록 한다.

② 피뢰기의 접지도선은 가능한 한 짧게 한다. (표 14 참조)

(2) 변압기와 피뢰기의 거리

① 유효차폐 수변전 설비

표 14. 1회선 수전의 경우 피뢰기와 피보호기기의 최대유효 이격거리

선 로 전 압 [kV]	유 효 이 격 거 리 [m]
154	65
66	45
22	20
22.9	20

1.10.4 정격전압의 결정

전기사업자의 송배전선로의 중성점 접지방식과 전기기기의 절연내력은 이미 정하여 있으므로, 피뢰기의 정격전압은 표 15과 같이 적용한다.

표 15. 피뢰기의 정격전압

전 력 계 통		피뢰기의 정격전압 [kV]	
전압[kV]	중성점 접지방식	변 전 소	배전선로
345	유효접지	288	
154	유효접지	138	
66	PC접지 또는 비접지	75	
22	PC접지 또는 비접지	24	
22.9	3상 4선 다중접지	21	18
6.6	비접지	7.5	7.5
3.3	비접지	7.5	7.5(4.2)

(주) 전압 22.9kV 이하의 배전선로에서 수전하는 설비의 피뢰기 정격전압 kV은 배전선로용을 적용한다.

1.10.5 피뢰기의 공칭 방전전류

피뢰기에 흐르는 정격방전전류는 변전소의 차폐유무와 그 지방의 연간뇌우 발생일수에 관계되나 제 요소를 고려한 일반적인 시설장소별 피뢰기의 공칭방전전류는 표 16과 같이 적용한다.

표 16. 설치장소별 피뢰기 공칭 방전전류

공칭방전전류[A]	설치장소	적 용 조 건
10,000	변전소	1. 154kV 이상의 계통 2. 66kV 및 그 이하의 계통에서 Bank용량이 3,000KVA를 초과하거나 특히 중요한 곳 3. 장거리 송전선케이블 (배전 “Feeder” 인출용 단거리케이블은 제외) 및 정전축전기 Bank를 개폐하는 곳
5,000	변전소	66kV 및 그 이하의 계통에서 Bank용량이 3,000KVA 이하인 곳
2,500	선 로 변전소	배전선로 배전선 “Feeder” 인출측

(주) 1. 전압 22.9kV 이하 (22kV 비접지 제외)의 배전선로에서 수전하는 설비의 피뢰기 공칭방전전류는 일반적으로 2,500A의 것을 적용한다.
2. 피뢰기의 정격은 표 17과 같다.

표 17. 피뢰기의 정격

공 칭 방 전 전 류 [A]	피 뢰 기 의 정 격 전 압 [kV]
10,000	288 138(144), 75(72), 24, 21, 12, 7.5
5,000	75(72), 24, 21, 12, 7.5
2,500	18, 9, 7.5, (4.2)

1.10.6 피뢰기의 설치장소

(1) 고압 및 특별고압의 전로 중 다음 각 호 또는 이에 근접한 곳에 설치한다. 다만, 가공지선이 설치된 구간은 생략할 수 있다.

① 변전소의 인입구 및 인출구와 수용장소(수전설비)의 인입구

② 가공전선로에 접속하는 신호용 변압기 또는 조명 및 동력용 주요변압기의 전원 측 50m 이내

③ 가공전선과 지중선로가 접속되는 곳

④ 가공지선의 시・종단부의 가공전선

(2) 피뢰기는 가능한 한 보호하는 기기와 가깝게 시설한다.

1.10.7 피뢰기의 선정

피뢰기는 다음 각 호의 조건을 고려하여 선정한다.

(1) 피뢰기는 밀봉형을 사용하고 유효 보호거리를 증가하기 위하여 방전 개시전압 및 제한전압이 낮은 것을 사용한다.

(2) 유도뢰 서지에 대하여 2선 또는 3선의 피뢰기가 동시에 동작이 우려되는 변전소 근처의 단락전류가 큰 장소에는 속류 차단능력이 크고 또한 차단성능이 회로조건의 영향을 받을 우려가 적은 것을 사용한다.

1.10.8 피뢰기의 접지

피뢰기에 시공하는 접지공사의 접지 저항치는 10Ω 이하로 한다.

1.11 서지흡수기

(1) 서지흡수기의 시설

구내선로에서 발생할 수 있는 개폐서지, 순간과도전압 등으로 이상전압이 2차기기에 악영향을 주는 것을 막기 위해 서지흡수기를 시설하여야 한다.

(2) 설치위치 및 적용범위

서지흡수기 설치위치는 보호하고자 하는 기기전단으로 개폐서지를 발생하는 차단기 후단 부하 측 사이에 설치 운용한다.(그림 9 참조)

그림 9. 서지흡수기의 설치위치도

표 18. 서지흡수기의 적용

차단기 종류		V C B				
전 압 등 급						
2차보호기기		3[kV]	6[kV]	10[kV]	20[kV]	30[kV]
전 동 기		적 용	적 용	적 용	-	-
변 압 기	유 입 식	불필요	불필요	불필요	불필요	불필요
	몰 드 식	적 용	적 용	적 용	적 용	적 용
	건 식	적 용	적 용	적 용	적 용	적 용
콘 덴 서		불필요	불필요	불필요	불필요	불필요
변압기와 유도기기와의 혼용 사용시		적 용	적 용	-	-	-

(주) 상기 표에서와 같이 VCB를 사용 시 반드시 서지흡수기를 설치해야 하나 VCB와 유입변압기를 사용 시는 설치하지 않아도 된다.

(3) 접지

서지흡수기는 통합접지와 연결한다. 다만 통합접지와 연결이 곤란한 개소는 단독접지 한다.

참고 2. 내오손 기준

2.1 적용범위

이 기준은 염진해 오손등급 B급 이상 지역의 내오손 설계에 적용한다.

2.2 오염등급 구분

설계하고자 하는 지점(이하 “설계점”이라 한다)의 오손등급 구분은 표 19와 같으며 아래 요령에 의하여 적용한다.

표 19. 오손등급 구분 [단위:㎎/㎠]

구 분	A	B	C	D
오 손	0.063 이하	0.063초과~0.125	0.125초과~0.25	0.25초과~0.5

2.2.1 전국 염해 오손 분석표 이용법

(1) 설계점의 오손등급은 설계점과 측정점의 조건(해안에서의 거리, 지형 등)을 비교하여 비슷한 측정점 오손등급을 적용한다.

(2) 위의 비교에서 설계점의 여건이 측정점과 다른 경우 또는 과거 염해 고장발생 실적이 있는 지역은 측정점 오손등급을 기준으로 적절히 설계점 오손등급을 조정하여 적용한다.

2.2.2 간이 오손분석법

오손분석표 적용이 곤란한 경우 해안으로부터 설계점까지의 직선거리에 따라 표 20을 적용한다.

표 20. 해안거리별 오손등급 구분 [단위:㎞]

오손구분 / 해안별	B급	C급	D급
동 해	2.0 초과 ~ 3.5	1.5 초과 ~ 2.0	0 ~ 1.5
서 해	5.5 초과 ~ 7.0	3.0 초과 ~ 5.5	0 ~ 3.0
남 해	1.5 초과 ~ 2.5	1.0 초과 ~ 1.5	0 ~ 1.0
제 주 도	8.5 초과 ~ 11.5	5.5 초과 ~ 8.5	0 ~ 5.5

2.3 설계요령

2.3.1 선로 경과지의 선정

선로 경과지는 아래와 같은 지역을 선택하되 애자청소 방법도 고려한다.

(1) 염풍의 영향을 적게 받는 지역 방풍림, 건조물 등으로 염풍이 차폐되는 후방지역

(2) 해안에 근접한 강어귀로부터 먼 지역

(3) 산언덕의 후방 저지대 지역

2.3.2 시공요령

가급적 오손 피해가 적도록 아래 요령으로 시공한다.

(1) 장주를 간소화하여 변압기 또는 기타 주상기기의 시설수를 최소화한다.

변압기의 단위 용량을 크게 한다.

불필요한 다중가선을 정리하고 지지애자수를 줄인다.

(2) 가급적 인류개소를 적게 한다.

(3) 비산한 염분 입자가 직접 닿는 지역은 지상고를 높이되 그 외는 안전거리를 확보한 최저 지상고로 한다.

(4) 현수애자는 애자하면의 오손 부착량이 최소화되고 비에 의한 세척효과가 양호하도록하고 가급적 애자하면이 바다 반대쪽을 향하도록 취부한다.

(5) 기기 리드선에는 누설전류방지갓을 부착하거나 리드선을 통하여 습윤된 염분이 직접 기기단자에 흘러들어가지 않도록 시공한다.

2.3.3 설계방법

내오손 효과를 가장 높일 수 있도록 아래 방법 중에서 검토하여 선정한다.

(1) 내염기자재 활용방법

설계지의 오염등급에 따라 표 21와 같이 내염기자재를 적용한다.

(2) 지중화 방법

오염등급이 C급 이상으로서 대도시의 중심 번화가 등은 지중화 한다.

(3) 오손이 적은 지역으로 우회시키는 방법

(4) 저압배전 방법

표 21. 설계점의 오손등급에 따른 내염 기자재 적용

구 분	오손등급	사 용 자 재	비 고
특별고압 COS	B급 이상	◦ COS + 내오손보강재 ◦ 중책무 COS	- 내오손용 결합애자 - 완금 Tube
애 자	B급	◦ 라인포스트 애자 ◦ 191㎜ 현수애자×2개 ◦ 폴리머 현수애자 B호	
	C급	◦ 내염형 라인포스트 애자 ◦ 191㎜ 현수애자×3개 ◦ 250㎜ 현수애자×2개 ◦ 폴리머 현수애자 A호	(15,000Lbs, 배전선로용)
	D급	◦ 내염형 라인포스트 애자 ◦ 250㎜ 현수애자×3개 ◦ 폴리머 현수애자 A호	(15,000Lbs, 배전선로용)
변압기	B급 이상	◦ 내염 붓싱형 Tr + 절연카바	
전 선	B급 이상	◦ 경동선 ◦ ACSR/AW-OC + 바인드부분 보강재	- ACSR-OC는 Bind 부분 보강재사용 (애자좌우 50㎝)
선로용 개폐기	B급 이상	◦ 밀폐형 개폐기	
피뢰기	B급 이상	◦ 피뢰기 + 내오손 보강재 ◦ 폴리머 피뢰기	- 내오손용 결합애자
캣치홀더	B급 이상	◦ 전선퓨즈	

참고 3. 내진설계

3.1 개 요

3.1.1 진도의 분류

우리나라는 2001년 1월 1일부터 미국에서 시작되어 여러나라가 사용하는 MM Scale(Modified Mercalli Scale : 1931, 1956)을 사용한다.

구분	내 용	평균속도 [㎝/sec]	평균최대 가속도 [㎝/sec^2] [1g=980㎝/sec^2]
Ⅰ	매우 좋은 조건에 있는 극소수의 사람만이 느낀다.		
Ⅱ	건물 위층에서 정지해 있는 소수의 사람에게나 느껴진다. 섬세하게 매달린 물건이 흔들린다.		
Ⅲ	옥내에서 특히 건물 위층에서 뚜렷하게 느껴지나 많은 사람들이 지진으로 간주하지 않는다. 정지한 차가 조금 흔들리며 트럭이 지나가는 듯한 진동이 있다. 지속시간을 추정할 수 있다.		
Ⅳ	낮에 옥내에서 많은 사람들에게 느껴지나 옥외에서는 소수의 사람에게만 느껴진다. 밤에는 잠을 깨는 사람이 있다. 접시나 유리창 및 문틀이 흔들리며 삐꺽 거리는 소리를 낸다. 무거운 트럭이 건물과 충돌하는 느낌이 들며 정지한 자동차가 눈에 띄게 흔들린다.(0.015~0.02[g])	1~2	0.015g~0.02g
Ⅴ	거의 모든 사람에게 느껴지며 많은 사람이 잠을깬다. 접시나 유리창 등이 깨지기도하며 석회벽에 금이가고 불안정한 물체가 넘어진다. 나무나 장대 등 긴 물체가 흔들리는 것을 때때로 볼 수 있다. 추시계가 정지하기도 한다.(0.03~0.04[g])	2~5	0.03g~0.04g
Ⅵ	모든 사람이 느끼며 놀래서 밖으로 달려나가는 사람이 많다. 무거운 기구가 움직이고 석회벽이 떨어지며 굴뚝이 파손되는 경우도 있다. 가벼운 피해가 발생한다. (0.06~0.07[g])	5~8	0.06g~0.07g

구분	내 용	평균속도 [㎝/sec]	평균최대 가속도 [㎝/sec^2] [1g=980㎝/sec^2]
Ⅶ	모든 사람이 옥외로 달려나간다. 잘 설계,시공된 건물에 대한 피해는 무시할 수 있을 정도이다. 잘 축조된 보통 건물에 대한 피해는 가볍거나 중간 정도이며, 부실하게 축조하거나 설계가 잘못된 건물은 상당한 피해를 입는다. 굴뚝들이 넘어지는 경우도 있으며 운전중의 사람에게도 느껴진다.(0.1~0.015)	8~12	0.10g~0.15g
Ⅷ	특수하게 설계된 건축물에 대한 피해는 가벼우나 보통 견고하게 지은 건물도 부분적으로 붕괴되는 상당한 피해를 입으며 부실하게 지은 건물은 큰 피해를 입는다. 굴뚝, 공장에 쌓아놓은 상품, 기둥, 기념비, 벽 등이 무너진다. 무거운 가구가 넘어진다. 모래와 진흙이 소량 분출되며 샘물이 변한다. 운전자가 흔들린다. (0.25~0.330[g])	20~30	0.25g~0.30g
Ⅸ	특수 설계된 건물이 큰피해를 입으며, 잘 설계된 구조건물이 기운다. 견고한 건물이 부분적으로 붕괴되며 큰 피해를 입는다. 빌딩이 기초로부터 벗어난다. 지면이 눈에 띄게 갈라지며 매설관이 파괴된다. (0.50~0.55[g])	45~55	0.50g~0.55g
Ⅹ	잘 지은 목조건물이 파괴되는 경우가 생긴다. 대부분의 석조 및 구조물들이 기초부터 파괴된다. 지면이 심하게 갈라지며 철로가 휜다. 급한 비탈에서 적지않은 사태가 일어난다. 모래와 진흙이 이동하며 물이 둑에 튀어 넘쳐 쏟아진다.	60이상	0.60g 이상
Ⅺ	서있는 건물이 거의 없다. 있다해도 석조건물 뿐이다. 교량이 파괴되고 모든 지면에 넓은 균열이 발생한다. 지하 매설관들이 전혀 사용 불가능해진다. 흙이 무너지고 연약지반에서 사태가 난다. 철로가 심하게 굽는다.		
Ⅻ	전체적인 피해가 발생한다. 지면이 파도처럼 출렁이며 측량선이나 수준면이 변한다. 물건들이 공중으로 튀어나간다.		

3.1.2 내진설계의 목적

역설비의 내진설계는 예상되는 지진동에 대해 다음사항을 고려하여 적절히 대처한다.

(1) 비교적 빈도가 많은 중·소형 지진에 인명의 안전을 위해 기기, 배관 등의 설치부분 및 지지부분에서의 피해발생이 적게 하며 설비 기능이 유지되도록 한다.

(2) 대지진(표준전단력 계수가 1.0 이상)에 대해서는 다음에 따른다.

① 인명의 안전을 중점으로 하고, 건축설비에 따른 2차 재해가 발생하지 않도록 한다. 또한 기기, 배관 등의 설치부분, 지지부분에는 피해가 발생하지 않도록 하거나 또는 간단히 보수하여 설비기능을 조속히 회복할 수 있는 것으로 한다.

② 방재설비 등은 지진후에도 필요한 기능을 확보해야 한다.

3.2 내진설계 대상기기 또는 장치

다음의 기기 또는 장치에는 내진설계를 한다. 단, 중량이 100㎏ 이하인 경우는 기기 제작사가 지정한 방법대로 확실하게 설치한 것은 제외한다.

3.2.1 전도, 낙하, 이동 등에 의해 인명 또는 다른 기기에 손상을 줄 우려가 있는 기기 또는 장치

3.2.2 큰 2차 재해를 일으킬 우려가 있는 기기 또는 장치

3.2.3 지진시에 발생하는 화재의 감지, 소화 및 사람의 피난을 위해 필요한 방재기기 또는 장치

3.2.4 지진후에도 역 또는 건물의 최소한의 기능을 유지하기 위해 필요한 스프링클러 시스템의 전기분야 설비(소화펌프용 동력제어반, 화재수신기, 소화펌프 전원공급용 배관 또는 케이블 트레이)와 피난경로상에 설치되는 피난유도등

3.2.5 손상된 경우 복구에 장시간이 필요한 것. 또는 비용이 많이 드는 기기 또는 장치

3.3 기기의 내진

3.3.1 설계방법

(1) 설비기기의 내진설계는 다음사항을 고려한다.

① 내진대책 대상 기기는 그 내진성능을 검토하고, 필요에 따라 설계용 수평진도를 도면에 명시한다.

② 기기는 지진 시에 이동 또는 전도되지 않도록 하고, 기초 또는 건축구조체에 앵커볼트 등을 이용하여 견고하게 고정시킨다.

③ 평상시 특히 하중과 관계없이 간단히 설치 고정한 개소는 지진력에 견딜 수 있는지 확인한다.

(2) 기초는 다음사항을 고려한다.

① 기초는 그 상부에 설치되는 기기의 하중을 건물바닥 또는 대들보가 확실히 견디도록 배치한다.

② 기초는 지진시 앵커볼트 설치부분의 콘크리트가 파괴되지 않도록 콘크리트 가장자리에서 충분한 간격(10㎝이상)을 유지하여 설치한다.

③ 기초는 지진시에 전도 또는 부상하여 위로 뜨지 않도록 그 크기를 결정하고, 필요한 경우 철근 등을 사용하여 바닥 슬라브에 고정시킨다.

(3) 앵커볼트 동일기기에 대해서는 동일종류, 동일 직경의 것을 사용한다.

(4) 내진용 지지물은 다음사항을 고려한다.

① 방진재를 삽입 설치하는 기기는 기기에 접촉되지 않도록 적당한 크리어런스를 설치하고, 해당하는 면에 완충재를 길게 부착하여 내진용 지지물을 설치한다.

② 내진용 지지물의 형식은 기기가 이동 또는 전도할 가능성을 판단한 후에 선정한다.

③ 내진용 지지물은 지진 시에 기기가 이동 또는 전도되지 않도록 볼트 등으로 기초 또는 건축구조체에 견고히 설치한다.

3.3.2 계산방법

(1) 지상 3층 이상, 높이 60m 이하의 강구조물(S, RC, SRC 구조)의 내부 및 옥상에 설치되는 기기 또는 배관 등의 설계용 지진력은 진도법에 따라 결정한다. 또한 진도법에 의한 지진력은 국부진도법, 수정진도법의 2종류에 의하고, 일반적으로 국부진도법에 의한다. 또, 60m를 초과하는 경우는 건축물의 동적 해석에 의해 계산한다.

(2) 건축설비의 내진안전의 목표를 달성하기 위해 기기의 중요도가 높은 것은 지정된 설치부분 검토를 한 경우에는 설계용 진도는 할증을 주어 설계한다. 이 경우, 중요도가 높은 기기는 다음과 같다.

고압 이상의 수・변전기기, 자가발전장치, 탱크류, 방재기기, 화기를 사용하는 기기 및 이들을 제어 또는 감시하는 장치

(3) 앵커볼트 계산은 다음에 의한다.

① 지진시의 앵커볼트에 가해지는 하중은 원칙적으로 그 중심위치에 수평 및 수직 방향의 지진력이 동시에 작용하는 것으로 계산한다.

② 기기에 작용하는 수평지진 하중은 전부 앵커볼트 전단력으로 부담하는 것으로 하고, 기기설치 금구와 콘크리트 기초면의 마찰저항은 무시한다.

3.4 배관의 내진

배관 및 탱크는 지진에 의한 건물의 변위 및 배관, 탱크 본체 등의 과대한 진동에 의해 손상을 입을 우려가 있는 다음 장소에는 내진조치를 한다.

(1) 건축물 도입부의 배관

(2) 건축물 익스팬션 조인트 부분 배관

(3) 기기근처 배관

(4) 수직배관 및 수직 덕트에서 건물의 층간변위(보통 1/200)에 따라 필요한 경우

3.5 내진계산

3.5.1 기기에 작용하는 지진입력

건물의 지진반응, 건물 입지장소의 지반조건, 건물형상, 구조종별 및 건물강성에따라 다르며, 동일건물이라도 층에 따라 가속도, 변위가 다르다. 또한, 건물내에 설치된 설비들은 지진입력을 받음으로서 반응값이 변화한다. 그러나 이러한 지진입력을 설계와 공사시점에서 정확히 예측하는 것은 곤란하므로 일반적으로 다음과 같은 개략법으로 설계용 수평지진 산출을 위한 I계수(건물바닥 반응배율을 고려한 계수)로 사용한다.

(1) 설계용 수평지진력 F_H(작용점은 원칙적으로 重心으로 한다.)

$$F_H = K \cdot W$$

$$K_H = Z \cdot I \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_0$$

여기서

W: 기기의 중량 [kg]

K_H: 설계용 수평진도

Z : 지역계수 (0.7, 0.8, 0.9, 1.0)

K_1 : 건물의 지진반응 배율을 고려한 계수 ($1.0 \sim \frac{10}{3}$)

K_2 : 설비기기, 배관의 반응 배율을 고려한 계수(1.0~1.5~2.0)

K_0 : 기준진도 (= 0.3)

I : 중요도 저감계수(1.0:중요성이 높은 건축설비기기, 2/3:통상의 건축 설비기기)

$K_1 = 1.0 + \frac{7}{3} \cdot \frac{X}{H} = 1.0$(1층 및 지하층)

여기서

H : 건축물의 지상높이 [m]

X : 설비기기, 배관 등이 설치되어 있는 바닥의 지상높이[m] 또한 옥상부분은 r, $K_1 = \frac{10}{3}$ 으로 한다.

(2) 연직지진력 F_U

$$F_U = \frac{1}{2} F_H \ [kg]$$

변위에 대해서는 내진설계용 층간변위로 철골조, 철근 콘크리트 및 철골철근콘크리트조의 경우 1/200이하로 되어 있으며, 배관, 버스덕트, 케이블트레이의 장착물로 중치부설이 될 경우는 그 변형 추종성을 확인해야 한다.

(3) 기초의 강도계산

① 수직하중

변압기, 수배전반 등의 기기기초가 지반에 미치는 하중분포는 수직분포하중으로 기초 저면에 작용하는 전하중 W[kg]는

$$W = W_1 + W_2$$

여기서 W_1 : 기기중량 [kg], W_2 : 기초 콘크리트 중량 [kg]

즉, 지반의 허용지지력을 P[kg]라고 하면

$W = P \cdot a \cdot b$($a \cdot b$: 저면적 [㎡])

$$P = \frac{\text{내압한도}}{\text{안전율}(2)}$$

② 전도모멘트

지진시의 수평력에 의한 하중은

$P_1 = kW_1$, $P_2 = kW_2$

P_1 : 기기에 가해지는 수평하중 [kg]

P_2 : 기초에 가해지는 수평하중 [kg]

전도모멘트 M_0는 $M_0 = P_1H_1 + P_2H_2$

볼트 (“KS D 3503 일반 구조용 압연 강재”의 재료 SS275) 허용 응력

볼트의 지름	항복점 (Sy) [N/㎟]	인장강도 (Su) [N/㎟]	단기허용응력 [N/㎟]	
			인장(Ft)	전단(Fs)
16㎜ 이하	275 이상	410 이상	183	132
16㎜～40㎜	265 이상	410 이상	176	127
40㎜ 초과	245 이상	410 이상	163	117

3.6 단독배전반 및 변압기반 기초 앵커볼트 설치

3.6.1 배전반 기초 앵커볼트 계산

(1) 설계조건

① 배전반 자중 : 1,000[kgf]

② 배전반 중심높이 : 1,175(기초위)

③ 지진하중 : 0.3(수평진도)

(2) 휨모멘트(M) = 배전반 자중 × 지진하중(0.3) × 기초위에서 배전반 중심높이

= 1,000kgf × 0.3 × 1.17m = 351[kgf.m]

(3) 볼트수량 $n \geq \dfrac{M}{ft \cdot \frac{\pi}{4}d^2 \cdot L}$

ft: 볼트의 허용 인장응력 2,100[kgf/㎠]

d: 볼트지름[㎝]

L: 상대하는 볼트간격

n: 볼트수량

$$n \geq \frac{35,100(kgf.cm)}{2,100 \times \frac{\pi}{4} \times 1^2 \times 60} = 0.35 \fallingdotseq$$ **2개소**(1면기준)

(4) 볼트매입깊이

$$\ell \geq \frac{M}{\mu.\pi.\delta.\eta.L}$$

μ : 앵커볼트와 콘크리트의 허용부착강도(5kgf/㎠)

ℓ : 앵커볼트의 매입깊이[㎝]

앵커볼트를 2개를 매입하는 것이 고정시킬 수 있으므로 앵커볼트 매입길이는

$$\ell \geq \frac{35,100}{5 \times 3.14 \times 2 \times 4 \times 60} = 4.65(cm) \fallingdotseq$$ **10[㎝]**

(5) 적용기준

위 계산과 같이 지진하중에 충분히 견딜 수 있는 배전반 고정에 필요한 최소수량을 고려하여 앵커볼트 Ø10㎜×L150㎜이상을 2개소에 매입하는 기준으로 적용

3.6.2 변압기 기초 앵커볼트 계산

(1) 설계조건

① 배전반 자중 : 2,000kgf(3Φ600kVA기준)

② 변압기 중심높이 : 1,175(기초위)

③ 지진하중 : 0.3(수평진도)

(2) 휨모멘트(M) = 변압기 자중 × 지진하중(0.3) × 기초위에서 변압기 중심높이

= 2,000kgf × 0.3 × 1.17m = 702[kgfim]

(3) 볼트수량 $n \geq \dfrac{M}{ft \cdot \frac{\pi}{4}d^2 \cdot L}$

ft: 볼트의 허용 인장응력 1,650[kgf/㎠]

d: 볼트지름[㎝]

L: 상대하는 볼트간격

n: 볼트수량

$$n \geq \frac{70{,}200(kgf.cm)}{1{,}650 \times \frac{\pi}{4} \times 2^2 \times 128} = 0.10 \fallingdotseq \mathbf{4개소}(1면기준)$$

(4) 볼트매입깊이

$$\ell \geq \frac{M}{\mu.\pi.\delta.\eta.L}$$

μ : 앵커볼트와 콘크리트의 허용부착강도(5kgf/㎠)

ℓ : 앵커볼트의 매입깊이[㎝]

앵커볼트를 4개 매입하는 것이 안전하므로 앵커볼트 매입길이는

$$\ell \geq \frac{70{,}200}{5 \times 3.14 \times 2 \times 4 \times 128} = 4.36(cm) \fallingdotseq \mathbf{10[㎝]}$$

(5) 적용기준

위계산과 같이 지진하중에 충분히 견딜 수 있는 앵커볼트를 4개소에 10㎝ 매입하는 기준으로 적용

3.7 통합배전반 및 변압기반 기초 앵커볼트 설치시

3.7.1 배전반 기초 앵커볼트 계산

(1) 설계조건

① 배전반 자중 : (1,000kgf×10면, 10,000kgf)

변압기 자중 : $\left(\dfrac{2000kgf \times 2면}{600kVA기준}, \dfrac{1000kgf \times 1면}{200kVA기준}\right)$

② 배전반 중심높이 : 1,175(기초위)

③ 지진하중 : 0.3(수평진도)

(2) 휨모멘트(M) = 배전반 자중 × 지진하중(0.3) × 기초위에서 배전반 중심높이

$$= \left(\frac{10{,}000kgf}{배전반} + 5{,}000kgf\right) \times 0.3 \times 1.17m = 5.265kgfim$$

(3) 볼트수량 $n \geq \dfrac{M}{ft \cdot \frac{\pi}{4}d^2 \cdot L}$

ft: 볼트의 허용 인장응력 1,650[kgf/㎠]

d: 볼트지름[㎝]

L: 상대하는 볼트간격

n: 볼트수량

$$n \geq \frac{526{,}500}{1{,}650 \times \frac{\pi}{4} \times 2^2 \times 80} = 1.27 \fallingdotseq \text{2개소}(\text{1면기준})$$

(4) 볼트매입깊이

$$\ell \geq \frac{M}{\mu.\pi.\delta.\eta.L}$$

μ : 앵커볼트와 콘크리트의 허용부착강도[5kgf/㎠]

앵커볼트를 36개 매입하는 것이 안전하므로 앵커볼트 매입길이는

$$\ell \geq \frac{526{,}500}{5 \times 3.14 \times 2 \times 36 \times 80} = 5.82(cm) \fallingdotseq 10[\text{㎝}]$$

(5) 적용기준

위 계산과 같이 지진하중에 충분히 견딜 수 있는 앵커볼트를 2개소에 10㎝ 매입하는 기준으로 적용.

RECORD HISTORY

Rev.3(12.12.5) 철도설계기준 철도설계지침, 철도설계편람으로 나누어져 있는 기준 체계를 국제적인 방법인 항목별(코드별)체계로 개정하여 사용자가 손쉽게 이용하는데 목적을 둠.

Rev.4(14.03.06) 내오손기준 및 내진설계 기준 내용 추가 반영(기존 편람내용 재반영)

Rev.5(14.12.29) 배전선로 설계일반 추가 반영(철도설계기준 시스템편 내용 반영)

Rev.6(15.06.29) 울타리, 방음벽등 선로변 피접지물 접지 설계.시공 주체 명확화, 배전선로 가선 위치 기준 개선, 분로리액터 표준용량 제시 등 설계기준 개선발굴을 위한 워크숍 결과반영(설계기준처-945호, '15.04.06)

Rev.7(15.12.29) 일반철도 토공의 짧은 돋기구간 등 특별한 개소에 현장 여건을 고려하여 시공토록 전선관로 설치기준 개선 (설계기준처-3732호, '15.12.29)

Rev.8('16.06.14) 철도건설기준 개선 Master Plan수립('15.12)에 따른 후속조치 및 설계기준 개선 발굴과제(터널 기재갱 출입문 시공주체 정립) 반영

Rev.9(16.08.24) 교량구간 공통접지 접속선 접속에 대한 시공주체 명확화 ('16년 수도권 종합 감사의견 반영, 감사실-1599호 '16.06.20)

Rev.10(17.12.18) 분로리액터 용량 산정기준 변경 요청(전철처-3856호, '17.06.19) 및 토목시공전기설비 해설서 발간에 따른 명칭 및 접지 업무주체 변경

Rev.11(18.12.14) 철도건설기준 개선을 위한 마스터 플랜(기준심사처-1388호, 2018.08.07) 반영 및 토목시공전기설비 별도 코드 생성에 따른 토목시공전기설비 편람 내용 삭제 등

Rev.12(19.12.19) 수전실 개폐장치 증설계획을 고려한 설계기준(전철처-2848호, 2019.05.16) 반영 및 선로변 통합접지 시설기준 개선 반영 등

Rev.13(21.02.15) 배전계통 구성에 반영된 삽도 최신화 등 철도건설기준 개정(안) 마련 전문가 워크숍 결과(기준심사처-4495호, '20.11.17) 반영 등

Rev.14(21.06.22) 배전선로 이중화 구성 반영 등 철도설계기준(KDS)와 기준 통일 및 철도역사 지진대비 내진설비 적용방안(전철처-138호,'21.1.11) 적용

Rev.15(23.11.27) 관계 법령, 설계기준 등 인용 기준 최신화, 표현방식 변경, 오류사항 수정 등 단순사항 수정(기준심사처-4429호, 2023.11.27)

Rev.16(24.11.25) “전철전력분야 철도건설기준 고도화 용역”으로 도출된 KR CODE 고도화 방안(편람을 해설과 참고로 구분, 국가기준 병기 등)에 따른 개정(심사기준처-3508호, 2024.11.22)

Rev.17(25.03.28) “전철전력분야 철도건설기준 고도화 용역”으로 도출된 공단 건설기준 내실정비 방안(건설기준 및 설계 참고도 상충 사항 통일, 최신 설계 반영, 인용기준 최신화, 불명확한 사항 수정)에 따른 개정(심사기준처-1192호, 2025.03.27.)

Rev.18(26.07.27) 철도 인프라를 활용하는 신재생에너지 확대 등을 위한 마스터플랜의 건설분과 과제 이행 및 철도 현장 태양광발전설비 도입 토대 마련을 위한 기본사항 반영 개정(심사기준처-3068호, 2026.07.24)