

KR I-09010

Rev.1, 05. July 2021

유도 대책

2021. 07.



국가철도공단

경 과 조 치

이전에 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여는 발주 기관의 장이 인정하는 경우 종전 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

목 차

| | |
|----------------------------|----|
| 1. 용어의 정의 | 1 |
| 2. 전력유도방지 | 3 |
| 3. 통신유도대책 관련법규의 적용 | 3 |
| 4. 통신유도대책방안 설계절차 | 3 |
| 해설 1. 유도대책 | 5 |
| 1. 유도대책 설계 | 5 |
| 1.1 유도대책 대상시설의 범위 | 5 |
| 1.2 통신유도대책 | 6 |
| 2. 유도전압예측계산 | 12 |
| 2.1 전차선 (단권변압기 급전방식) | 12 |
| 2.2 가공송전선 | 17 |
| 2.3 가공배전선 | 19 |
| 2.4 지중 송·배전선 | 21 |
| RECORD HISTORY | 27 |

1. 용어의 정의

(1) 이상시 유도위험전압

전차선이 단락되어서 접지가 되거나, 지락사고가 발생하여 대전류가 통신선로에 유입됨으로써 발생하는 고전압

(2) 상시유도 중전압

전차가 평상 운행되고 있을 때 통신선로와 대지간에 발생하는 유도전압

(3) 유도 잡음전압

전철궤도(Rail)의 대지귀로 누설전류에 의해 평상시에 발생하는 고조파 잡음 전압

(4) 전력선

기유도원이 되는 접지방식의 송·배전선(가공 및 지중선을 포함한다)

(5) 대지귀로 전류

전력선의 지락 지점으로부터 대지를 통하여 발전소 또는 변전소로 흐르는 전류

(6) 기유도 전류

유도원이 되는 전류

(7) 전철시설

전기기관차 또는 전동차의 운행을 위한 전기철도에서 변전설비, 전차선로와 이에 부속되는 설비의 총괄

(8) 단권변압기 급전방식

단권변압기를 설치하고 그 변압기의 1단을 전차선에, 다른 1단은 급전선에 그리고 그 변압기의 중성점은 궤도에 접속하여 급전하는 방식

(9) 흡상변압기 급전방식

궤도를 귀로로 하는 전류를 부급전선에 흡상시키기 위하여 일정한 구간마다 변압기(이하 “흡상변압기”라 한다)를 설치하고 그 중간지점에서 궤도와 부급전선을 접속하는 전선(이하 “흡상선”이라 한다)을 설치하는 급전방식

(10) 전기통신회선의 평형도

전기통신회선의 중성점과 대지와의 사이에서 발생하는 전압과 이로 인한 전기통신회선의 단자간에 발생하는 전압의 대수(logarithm)비율을 말하며 그 단위는 데시벨 [dB]로 함

(11) 강전류 전선

전기도체, 절연물로 씌운 전기도체 또는 절연물로 씌운 것의 위를 보호피막으로 보호한 전기도체 등으로서 300V 이상의 전력을 송전하거나 배전하는 선

(12) 가공송전선

154kV 이상의 직접접지계의 고안정송전선



(13) 특고압배전선

22.9kV의 공통중성선 다중접지방식의 가공배전선

(14) 저압

직류는 750V 이하, 교류는 600V 이하인 전압

(15) 고압

직류는 750V, 교류는 600V를 초과하고 7,000V 이하인 전압

(16) 특별고압

7,000V를 초과하는 전압

(17) 통신선

전기통신의 전송에 사용하는 전기도체·절연물로서 통신용으로 사용하는 선

(18) 고안정 송전선

다음 각 항목의 요건을 갖춘 송전선

- ① 고장시 전류 제거시간이 0.1초 이내일 것
- ② 송전시설의 기계적·전기적 특성은 도체·지지물·애자·부속물 및 기타 구조물 등의 성능이 선로의 자연적인 요건이 최악인 상태에서 충분히 견디어야 하며 절연파괴를 일으키지 아니할 것
- ③ 도체의 대지절연간격은 정격전압 및 내부전압에 대하여 섬락을 일으키지 아니 할 것.
- ④ 지리적으로는 선로가 번개·오염 및 눈이 많은 지역 등 사고발생 우려가 있는 지역을 통과하지 아니할 것

(19) 전기공작물

발전·송전·변전·배전 또는 전기의 사용을 위하여 설치하는 기계·기기·전선로 등의 시설

(20) 차폐효과

제3도체의 존재로 유도전압이 감소되는 작용

(제3도체 : 통신선의 금속피복, 송전선의 가공지선, 전철의 궤조 등)

(21) 차폐회로

제3도체와 대지와 사이에서 형성된 폐회로

(22) 차폐계수

트롤리(Trolley)선이나 통신선에 근접된 도체가 양단이 접지되어 있을 때 이 도체에 유도전류가 흘러 통신선의 유도전압을 경감시키는 효과를 가지는 계수

(23) 종전압

선로의 축방향(軸方向)으로 발생하는 전압

(24) 칼슨·프로제크(Carson-Pollaczek)

대지귀로전류에 기인한 상호인덕턴스를 구하는 식

(25) 대지고유저항(대지 비저항)

대지의 단면적 1m^2 , 길이 1m 의 전기저항

(26) 대지도전율

대지고유저항의 역수

(27) 상호인덕턴스

유도적으로 결합되어 있는 2개의 회로에서 한 회로에 흐르는 전류의 세기와 다른 회로에 쇄교되는 자력선수와의 관계를 비례정수로 나타내는 것

(28) 정전유도

전력선과 통신선과의 전계의 영향으로 발생하는 유도

(29) 전자유도

전력선과 통신선과의 자계의 영향으로 발생하는 유도

(30) 타궤도

유도원이 되는 시설과 유도를 받는 시설에 인접하여 병행하는 급전계통을 달리하는 전철궤도

2. 전력유도방지

- (1) 교류전차선로 구간의 통신설비는 전력유도전압으로부터 장해가 없도록 조치하여야 한다.
- (2) 교류전차선로의 전력유도전압에 의하여 타인의 통신설비에 장해를 주거나 지장을 초래할 우려가 있는 경우에는 이를 감소 또는 제거하기 위한 조치를 하여야 한다.

3. 통신유도대책 관련법규의 적용

유도대책 설계 검토대상 및 잡음전압 제한치, 방지방법 등은 “방송통신설비의 기술기준에 관한 규정” 및 “전력유도전압의 구체적 산출방법에 대한 기술기준” 등 관련 법령에 따른다.

4. 통신유도대책방안 설계절차

(1) 조사 및 분석

- ① 기유도 시설(차량제원, 급전계통, 전차선로 등)조사 및 운행 계획 조사
- ② 구간별 대지고유저항 측정 및 분석
- ③ 피유도 시설 조사 및 확인
- ④ 관련법령의 적용 및 협의



(2) 설계 도서 작성 및 예측계산

- ① 이격도 작성 및 확인
- ② 전산 입력데이터표 작성
- ③ 유도전압 예측계산
- ④ 유도대책설계

(3) 시공후 확인

- ① 유도전압측정(공단과 피 유도기관간 협의 후 측정 시행)
- ② 대상구간 제원 관리

(4) 유도대책비 지불 및 정산

- ① 공사준공 후 30일 이내에 정산내역 제출
- ② 대책공사 설계서 및 정산내역 적합성 확인
- ③ 대책비 지급에 대한 이자정산 등 확인
- ④ 최종 정산처리

해설 1. 유도대책

1. 유도대책 설계

1.1 유도대책 대상시설의 범위

1.1.1 유도전압예측계산결과 제한치를 초과하는 경우에 공사의 유도대책이 필요한 시설의 범위

- (1) 신·증설 및 시설 변경할 전차선 부분에 이미 설치되어 있는 통신시설(단, 시설변경전)
- (2) 전차선 계획수립 시 통신측에 이미 통지한 시점에 공사준비 중이거나 착공된 통신시설

1.1.2 전철화에 따른 기 유도원의 종류

- (1) 송전선 (66kV, 154kV)
- (2) 특고압 배전선 (11.4kV, 22.9kV)
- (3) 전기철도 (AC, DC방식)
- (4) 변전소(한전변전소, 전철변전소)

1.1.3 유도전압의 종류

- (1) 지락시 유도위험전압
- (2) 상시유도 종전압
- (3) 유도잡음 전압

1.1.4 유도 대책 검토 대상시설

표 1. 유도대책 검토대상 시설

| 구 분 | 검토대상 시설 | 비 고 |
|-------------|---|-----|
| 교류전 철시설 | ○ 전기통신시설이 교류전력공급방식 전철시설과 500m이내 이격거리로 500m이상 병행할 경우(고속철도의 경우에는 1km이내의 이격 거리로 500m이상 병행할 경우) | |
| 가 공 송전선 | ○ 전차선에 전력을 공급하기 위한 전철화 사업시 시설되는 가공송전시설 ○ 전기통신시설이 가공송전선과 5km이내의 이격거리로 500m이상 병행할 경우 | |
| 지중송 배전선 | ○ 전차선에 전력을 공급하기 위한 전철화 사업시 시설되는 지중송전시설과 역사 에 전력을 공급하기 위한 지중 배전선 ○ 전기통신시설이 지중 송·배전선과 50m이내의 이격거리로 지중송전선과 13km 이상, 지중배전선과 5km이상 병행할 경우 | |
| 특고압 배전선 | ○ 케이블인 전기통신시설이 특고압배전선과 100m이내의 이격거리로 500m이상 병 행할 경우(단, 가공지선이 설치된 경우에는 1km 이상 병행할 경우로 한다) ○ 역사에 전력을 공급하기 위한 가공다중접지방식의 배전선 | |
| 발전소, 변전소 | ○ 전기통신시설이 발전소, 변전소의 접지체와 500m이내의 이격거리에 있을 경우 | |
| 기 타 | ○ 위 규정에 의한 검토시설 이외의 시설에 대해서도 유도자(공단)와 피유도자 상 호간의 요청에 따라 전력유도관련 자료를 제공받아 검토할 수 있다. | |

주) 관련근거 : ‘전력유도 구체적 산출방법에 대한 기술기준’ 제3조 전력유도 검토대상시설



1.2 통신유도대책

1.2.1 전력유도 대상시설의 조사 기준

(1) 송전선 및 전철시설에 대한 제원은 아래의 자료에 의하여 조사한다.

- ① 전력설비 관련 실시설계보고서
- ② 전철설비 관련 실시설계보고서
- ③ 송·변전관련 실시설계보고서
- ④ 토목 관련 실시설계보고서
- ⑤ 기타 **공단**이 제공한 자료

(2) 송전선 및 전철시설의 변경이 있을 시 감독자에게 요청(필요시 관련 부서에서 직접 획득할 수도 있다)한다.

(3) 송전선 및 전차선로에 대한 필요한 자료를 수집한다.

(4) 전기통신시설에 대한 시설조사는 **공단의** 제공 자료와 아래에 해당하는 피 유도기관을 대상으로 확인한다.

- ① 국방부
- ② 한국도로공사
- ③ 주식회사 케이티(KT)
- ④ 해당 자가전기통신시설 보유 통신사업체 중 유도대책 대상시설을 보유한 업체시설

1.2.2 통신선로 현장실사

통보받은 대상 통신선로 시설자료 중 실제 설치상태를 확인할 필요가 있는 부분에 대해 현장 실사하고, 시설도와 대조·확인하여 아래의 내용을 선로 루트도에 반영한다.

- (1) 시설형태 확인
- (2) 도면과 시설위치 비교
- (3) 시설내역 비교(케이블명, 종류, 조수)

1.2.3 통신선로 루트도 및 이격도 작성기준

(1) 통신선로 루트도 작성

- ① CAD를 이용하여 작성한다.
- ② 사업거리가 명시된 도면에 궤도중심 좌·우 0.5km \Rightarrow 일반철도는 궤도중심 좌·우 0.5km 고속철도는 궤도중심 좌·우 1km 이내의 전기통신시설을 아래사항을 포함하여 작성한다.

가. 가공, 지중 구분 가능하도록 표시

나. 통신선로 루트, 케이블종류, 심선경, 케이블 대수

다. 인공 위치

라. 전차선로 루트 및 거리

마. 타 궤조가 있을시 표시

③ 대책공사를 시행하는 시공주체 부서별로 작성한다.

(2) 통신선로 이격도 작성

① 시설 관리기관별 또는 대책공사를 시행하는 주체 부서별로 선로 이격도를 작성한다.

② 이격도는 루트도와 부합되게 작성한다.

③ 선로 이격도에는 각 건별로 시설관리기관, 통신선로 관리번호, 전산작업 실행 상 연관성 등을 고려하여 체계적으로 정한 회선번호를 부여하여 작성한다.

④ 전산 입력 데이터표 작성에 적합하도록 작성한다.

1.2.4 대지고유저항 측정기준

(1) 전차선로에 대한 측정지점은 전차선로 중심선을 기준으로 현장조건에 따라 500m 이상의 간격으로 측정한다.

(2) 송전선에 대한 측정지점 선정은 송전선의 중심선을 기준으로 현장조건에 따라 1km 이상의 간격으로 측정한다.

(3) 측정지점 선정은 아래기준에 의한다.

① 가능한 한 200m 이상의 직선구간이 확보되는 평탄한 지역

② 송전선로 또는 전차선로와 멀리 떨어지지 않은 지역

③ 주위의 높은 전류에 의한 유도방해가 최소가 되는 지역

④ 성토 후 충분히 다져지지 않은 지역은 선정해서는 안 된다.

⑤ 콘크리트 지하매설물 등으로 측정이 불가능한 지역을 선정해서는 안 된다

⑥ 절벽이거나 경사가 급한 지역은 선정해서는 안 된다.

⑦ 특정지역으로 전류가 흐를 수 있는 환경의 지역은 충분히 이격하여 선정해야 한다.

⑧ 측정지점은 최초도면으로 선정하고 현지답사를 통해 선정한다.

(4) 측정방법 선정은 아래 기준에 의한다.

① 측정방법 선정은 측정 장소, 측정여건 등을 고려하여 아래 방법 중 실제 가능한 방법을 선정하여야 하고 측정계획에 포함하여 **공단**의 승인을 득한 후, 피 유도기관의 동의가 없을 시 승인 방법을 적용한다.

가. 전위법(4전극법)

나. 서칭 코일(Searching Coil)법

다. 탐사선법

라. 기타

(5) 측정결과는 측정자의 날인 후 **공단**과 피 유도기관의 확인을 받도록 한다.

(6) 측정에 사용되는 장비는 측정시험에 합격(장비시험 경과 1년 이내)을 한 후에 사용한다.

(7) (5)항의 측정결과로 대지고유저항을 분석한 값은 **공단**과 피 유도기관 합의 후 적용하도록 한다.



1.2.5 전산입력데이터 작성기준

(1) 전차선에 대한 입력 데이터표는 전력유도 대상시설의 조사 결과로 아래내용을 파악하여 기 유도전류값 [$\text{Amp} \cdot \text{km}$]를 계산하기에 적합토록 입력 데이터표를 작성한다.

- ① 포인트 구분 좌표
- ② 전차선 전압
- ③ 변전소, 보조구분소, 급전구분소, 급전단말
- ④ 후속열차 간격
- ⑤ 철도 시설형태(단선, 복선, 복복선)
- ⑥ 주변압기 제원(용량, 임피던스, 누설임피던스)
- ⑦ 단권변압기 제원(용량, 임피던스, 누설임피던스)
- ⑧ AT 위치(km정/ 포인트 번호)
- ⑨ 레일 누설저항 [Ω]
- ⑩ 전차선의 제원(선종, 등가반경, 단면적, 전도율, 전기저항)
- ⑪ 조가선의 제원(선종, 반경, 단면적, 전도율, 전기저항)
- ⑫ 급전선의 제원(선종, 반경, 단면적, 전도율, 전기저항)
- ⑬ 보호선의 제원(선종, 반경, 단면적, 전도율, 전기저항)
- ⑭ 레일의 제원(종류, 등가반경, 단면적, 전도율, 전기저항)
- ⑮ 지중지선의 제원(선종, 반경, 단면적, 전도율, 전기저항)
- ⑯ 접지시설과 관련된 시설의 연결지점(보호선, 전차차폐선 등)
- ⑰ 장주도(토공, 터널, 지하)에 의한 각 도체의 높이 및 간격
- ⑱ 전동차 제원(부하임피던스, 전동차 기동전류, 등가방해전류)
- ⑲ 운행제원(열차시격, 속도, 열차편성)
- ⑳ 기타 차폐효과에 영향을 미치는 시설

(2) 송전선에 대한 입력 데이터표는 [공단에서](#) 제공된 자료인 아래내용을 포함하도록 작성하며, 가공송전선은 이상시 유도위험전압을 계산하기 위한 프로그램입력에 편리하도록 작성한다.

- ① 송전선 소구간 좌표
- ② 지락시 고장전류를 계산하기 위한 데이터
 - 가. 선로 영상, 정상, 역상 임피던스
 - 나. 변압기의 임피던스
 - 다. 고장점 지락저항
 - 라. 송전선로의 공칭전압
- ③ 전기통신선 소구간 좌표
- ④ 전기 통신선의 차폐계수 [K_3, K_{3m}]

- ⑤ 전기통신선 케이블조수에 의한 경감계수[K_7]
- ⑥ 평가잡음함유계수[η]
- ⑦ 전기통신회선의 평형도
- ⑧ 유도잡음경감계수[α]
- ⑨ 가공송전선의 차폐계수[K_{11}]
- ⑩ 가공지선의 분류계수[K_{12}]
- (3) 가공 배전선에 대한 입력 데이터표는 **공단에서** 제공된 자료인 아래내용을 포함하도록 작성하며, 가공송전선은 지락시 유도위험전압, 상시유도 중전압, 유도잡음전압을 계산하기 편리하도록 입력 데이터표를 작성한다.
 - ① 배전선 소구간 좌표
 - ② 지락시 고장전류를 계산하기 위한 데이터
 - 가. 선로 영상, 정상, 역상 임피던스
 - 나. 변압기의 임피던스
 - 다. 고장점 지락저항
 - 라. 배전선로의 공칭전압
 - ③ 전기통신선 소구간 좌표
 - ④ 전기 통신선의 차폐계수[K_3, K_{3n}]
 - ⑤ 전기통신선 케이블조수에 의한 경감계수[K_7]
 - ⑥ 중성선 차폐계수[K_{21}]
 - ⑦ 중성선 분류계수[K_{22}]
 - ⑧ 평가잡음함유계수[η]
 - ⑨ 유도잡음경감계수[α]
 - ⑩ 전기통신회선의 평형도[λ]
 - ⑪ 배전선 중성선에 흐르는 불평형전류[I_n]
 - ⑫ 배전선 정상운용시 유도 중전압[V_L]
- (4) 지중 송·배전선에 대한 입력 데이터 표는 **공단에서** 제공된 자료인 아래내용을 포함하도록 작성하며, 지중 송·배전선은 지락시 유도위험전압, 상시 유도중전압, 유도잡음전압을 계산하기 편리하도록 입력 데이터 표를 작성한다.
 - ① 지중 송·배전선 소구간 좌표
 - ② 지락시 고장전류를 계산하기 위한 데이터
 - 가. 선로 영상, 정상, 역상 임피던스
 - 나. 변압기의 임피던스
 - 다. 고장점 지락저항



라. 배전선로의 공칭전압

- ③ 지중 송·배전선의 차폐계수 $[K_{31}]$
 - ④ 지중 송·배전선의 외피 분류계수 $[K_{32}]$
 - ⑤ 60Hz에 대한 영상전류에 대한 지중전력선의 차폐계수 $[K_{s0}]$
 - ⑥ 800Hz에서의 영상전류에 대한 지중전력선의 차폐계수 $[K_{0n}]$
 - ⑦ 지중 전력선의 상전류 $[I_e]$
 - ⑧ 대지귀로 외피전류 $[I_s]$
 - ⑨ 정상 운용시 영상전류 $[I_0]$
 - ⑩ 부하전류의 등가방해전류 $[I_{en}]$
 - ⑪ 대지귀로 외피전류의 등가 방해전류 $[I_{sn}]$
 - ⑫ 영상전류의 등가방해전류 $[I_{0n}]$
 - ⑬ 60Hz의 전기통신선 차폐계수 $[K_3]$
 - ⑭ 800Hz의 전기통신선의 차폐계수 $[K_{3n}]$
 - ⑮ 전기통신케이블 조수에 의한 유도 저감계수 $[K_7]$
 - ⑯ 전기통신회선의 평형도 $[\lambda]$
 - ⑰ 전기통신회선 소구간 좌표
- (5) 유도예측계산을 위한 전산입력데이터가 작성 완료되면 전산입력 데이터 표를 작성한 기준 및 근거를 제출하여야 하며, 전차선에 대한 입력 데이터 표는 **공단과** 피 유도기관 쌍방의 확인 후 유도전압 예측계산 하는 것을 원칙으로 하나 유도예측계산 결과에서 입력데이터의 확인이 가능할 시는 합의에 의거 생략할 수 있다.
- (6) 쌍방 확인된 전산 입력 데이터 표에 의거 계산을 하였다고 하더라도 분석과정에서 오류가 발견되면 즉시 오류를 확인·수정하여 재계산한다.
- (7) 유도예측계산에 적용되는 입력데이터 중에 과업지시, 고시, 합의결과가 상충될 시는 합의결과를 최우선으로 하며 그 다음에는 고시값 적용을 원칙으로 한다. 단, 적용이 불합리적이라고 판단될 시 재합의를 할 수 있다.

1.2.6 유도전압예측계산 기준

- (1) **공단에서** 보유한 유도대책업무용 프로그램 사용을 원칙으로 한다.
- (2) 유도대책이 필요한 전기통신 회선은 분류작업을 하고 입력데이터의 정확성을 확인한다.
- (3) 유도대책이 필요한 전기통신 회선의 확인 과정을 통해 수정된 입력데이터가 있을 경우 재계산한다.

1.2.7 유도대책 필요회선 현장실사

유도대책회선은 제한치 이상의 선로를 대상으로 하며, 회선경로의 특이성을 나타내는 회선과 차폐케이블로 대책 시 케이블조수의 증가를 예상할 수 있는 경로에 중점을 두어 다음과 같이 현장실사를 한다.

- (1) 시설형태 확인(가공, 지하)
- (2) 관로시설 현황(지하)
- (3) 대책필요회선 현장여건 파악

1.2.8 유도대책방안 작성기준

- (1) 전력유도의 전압이 각 호의 제한치를 초과하거나 우려가 있는 경우에는 전력유도 방지를 위한 유도대책을 수립하여야 하며 제한치는 다음과 같다.
 - ① 이상 시 유도위험전압 : 650V, 다만, 고장시 전류제거시간이 0.1초 이상인 경우 430V로 한다.
 - ② 상시유도위험 중 전압 : 60V
 - ③ 기기오동작 유도 종전압 : 15V. 다만, 해당 방송통신설비의 통신선로가 왕복 2개의 선으로 구성되어 있는 경우에는 적용하지 아니하되 통신선로의 2개의 선 중 1개의 선이 대지를 통하도록 구성되어 있는 경우(대지귀로방식)에는 적용한다.
 - ④ 유도잡음전압 : 2.5mV 이상인 경우(다만, 0.5mV보다 크고 2.5mV보다 작은 값으로 나타나는 잡음전압은 1분 동안에 0.5mV보다 크고 2.5mV보다 작은 잡음전압과 그 잡음전압이 지속되는 시간(초)을 곱한 전압의 총 합계가 30mV · s를 초과한 경우)
- (2) 전력유도경감대책은 아래와 같은 방법이 있으며 합리적인 방법을 선정(단독 또는 조합)하여 경감대책을 수립한다.
 - ① 차폐선 설치
 - ② 유도 중화코일 설치
 - ③ 차폐접지시설 보강
 - ④ 차폐 케이블화
 - ⑤ 통신선로 루트변경 : “① - ④” 방법이 불가능 시 적용
 - ⑥ 광케이블화 : “① - ⑤” 방법이 불가능하거나 광케이블화 방법이 더 유리할 경우만 채택

1.2.9 개략공사비 산출기준

개략공사비 산출기준은 **공단**의 지침을 받아 적용한다.

1.2.10 기타

상기 사항을 제외한 기타사항 등은 감독자와 협의 후 반영하도록 한다.



2. 유도전압 예측계산

상기 “1.2.6 유도전압예측계산 기준”에 준하며, “전력유도의 구체적 산출방법에 대한 기술기준”에 의거하여 다음과 같이 유도전압예측계산을 시행한다.

2.1 전차선 (단권변압기 급전방식)

2.1.1 유도전압예측계산식

“Amp · km”는 신 · 증설하는 전철시설에 대하여는 합의치에 의하고 기존 전철시설에 대하여는 시설관리기관의 현행자료에 의한다. “Amp · km”를 포함한 기유도전류의 계산 시에는 국제전기통신연합의 “전력선 및 전기철도로부터의 위해에 대한 통신선의 보호에 관한 지침”에 제시된 다도체계산법에 의한다.

(1) 지락고장시 유도위험전압

$$V_a = \sum (j\omega \cdot \frac{\text{Amp} \cdot \text{km}}{D}) \cdot I_a \cdot M \cdot l \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot K_8 \times 10^{-6}$$

V_a : 전차선 지락고장시 유도위험전압[V]

ω : 60Hz에 대한 각속도

Amp · km : 단권변압기 급전방식의 교류전철시설에 의한 유도전압예측구간에서의 전차선부하전류(또는 고장 전류나 등가방해전류) 1A에 대한 평균 기유도 전류와 당해구간 길이와의 곱

D : 유도전압 예측 구간의 거리[km]

I_a : 기유도 전류로서 교류전철시설에 의하여 전기통신회선이 전력유도를 최대로 받는 지점의 전차선 지락시 고장전류[A]

M : 60Hz에 대한 전차선과 전기통신선의 상호 인덕턴스[μH/km]

l : 전차선과 전기통신선과의 병행거리[km]

K_3 : 전기통신선의 차폐계수

K_4 : 터널의 차폐계수

K_6 : 고가차폐계수

K_7 : 통신케이블 조수에 의한 유도저감계수

K_8 : 타궤도에 의한 차폐계수

(2) 상시유도 종전압

① 단선전철시설

$$V_L = \sum (j\omega \cdot \frac{\text{Amp} \cdot \text{km}}{D}) \cdot I_L \cdot M \cdot l \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot K_8 \times 10^{-6}$$

V_L : 상시유도 종전압

ω : 60Hz에 대한 각속도

$Amp \cdot km$: 단권변압기 급전방식의 교류전철시설에 의한 유도전압예측구간에서의 전차선부하전류(또는 고장전류나 등가방해전류) 1A에 대한 평균 기유도 전류와 당해구간 길이와의 곱

D : 유도전압 예측 구간의 거리[km]

I_L : 전차선의 부하전류[A]

M : 60Hz에 대한 전차선과 전기통신선의 상호 인덕턴스[$\mu H/km$]

ℓ : 전차선과 전기통신선과의 병행거리[km]

K_3 : 전기통신선의 차폐계수

K_4 : 터널의 차폐계수

K_6 : 고가차폐계수

K_7 : 통신케이블 조수에 의한 유도저감계수

K_8 : 타케도에 의한 차폐계수

② 복선전철시설

$$V_L(\text{합성}) = V_1(\text{상}) + V_2(\text{하})$$

$V_L(\text{합성})$: 상시유도 중전압의 합성치[V]

$V_1(\text{상})$: 상행선 최대유도 중전압[V]

$V_2(\text{하})$: 하행선 최대유도 중전압[V]

③ 복복선 이상의 전철시설

복선전철시설의 계산과 동일한 방법으로 계산 결과를 합성 산출한다.

④ 복수부하 운행에 대한고려

$$\text{원방 적용거리} = \text{열차표정속도} \times \text{열차시격} / 60$$

$$\text{주) 열차표정속도} = \text{구간거리(시점-종점)} / \text{총 운행시간}$$

(3) 유도잡음전압

① 단선전철시설

$$V_n = \sum (j\omega_n \cdot \frac{Amp \cdot km_n}{D}) \cdot J_p \cdot M_n \cdot l \cdot K \cdot \lambda \times 10^{-3}$$

V_n : 유도잡음전압[mV]

ω_n : 800Hz에 대한 각속도

$Amp \cdot km$: 단권변압기 급전방식의 교류전철시설에 의한 유도전압예측구간에서의 전차선부하전류(또는 고장전류나 등가방해전류) 1A에 대한 평균 기유도 전류와 당해구간 길이와의 곱

D : 유도전압 예측 구간의 거리[km]

J_p : 전차선의 부하전류에 대한 등가방해전류[A]

M_n : 800Hz에 대한 전차선과 전기통신회선간의 상호인덕턴스[$\mu H/km$]



- ℓ : 전차선과 전기통신선과의 병행거리[km]
 K : 각종 차폐계수 중 필요한 차폐계수($K_{3n} \cdot K_4 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot K_8$)를 곱한 값
 λ : 전기통신회선의 평형도

② 복선전철시설

$$V_n(\text{합성}) = \sqrt{V_{1n}^2(\text{상}) + V^2(\text{상}_{12n}) + V_{2n}^2(\text{하}) + V^2(\text{하}_{12n})}$$

$$V_{cn}(\text{합성}) = 1.41\sqrt{V_{1n}^2(\text{상}) + V^2(\text{상}_{12n})}$$

$$V_{1n}(\text{상}) = \sqrt{V_{1n}^2(\text{상}) + V^2(\text{상}_{12n})}$$

$$V_{2n}(\text{하}) = \sqrt{V_{2n}^2(\text{하}) + V^2(\text{하}_{12n})}$$

$V_n(\text{합성})$: 유도잡음전압[mV]

$V_{cn}(\text{합성})$: 상행·하행선의 동일전류를 공용하는 "Amp·km"를 사용할 때의 합성잡음전압[mV]

$V_{1n}(\text{상})$: 상행선의 유도잡음전압[mV]

$V_{2n}(\text{상}_{12n})$: 상행선의 앞열차로부터 뒷열차까지의 위치를 12km로 한 곳의 유도잡음전압[mV]

$V_{2n}(\text{하})$: 하행선의 유도잡음전압[mV]

$V_{2n}(\text{하}_{12n})$: 하행선의 앞열차로부터 뒷열차까지의 위치를 12km로 한 곳의 유도잡음전압[mV]

③ 복복선 이상의 전철시설

복선전철시설의 계산과 동일한 방법으로 계산한 결과를 합성하여 산출한다.

2.1.2 유도전압 산출계수 적용 및 산출 방법

(1) 상호인덕턴스(M) 산정

칼슨·프로젝크의 계산식에 의한다.

(2) 대지고유저항

대지고유저항 적용은 측정치를 원칙으로 한다. 다만 측정이 불가하거나 피 유도기관과 합의 시는 아래 표에 의거하여 적용할 수 있다.

표 2. 지형별 대지고유저항

| 지 형 별 | 대 지 고 유 저 항 [$\Omega \cdot m$] |
|------------|----------------------------------|
| 도심지역 | 100 |
| 도로, 철로지형 | 300 |
| 논, 밭, 하천지형 | 500 |
| 산악지형 | 1,000 |
| 기타지형 | 300 |

(3) 전기 통신회선의 평형도(λ)

52dB(1/400) 이상으로 한다.

52dB(1/400)을 적용시는 피 유도기관과 합의를 한다.

(4) 전기통신선의 차폐계수($K_3 \cdot K_{3n}$)

① 기본파 (K_3) 및 일반 전기통신선의 차폐계수(K_{3n})

표 3. 전기통신회선 평형도

| 구분 | | 선 종 별 | 차 폐 계 수 | |
|------------------|------------------|---|------------------------------|-------------------------------|
| | | | 기본파(K ₃) 60Hz | 잡음(K _{3n}) 800Hz |
| 가공 선로 | | 1. 차폐층이 없는 것 | 1.0 | 1.0 |
| | | 2. 차폐층이 있는 LAP형 케이블 | 1.0 | 0.6 |
| | | 3. 차폐층이 있는 LAP형 이외의 케이블 | 0.95 | 0.15 |
| 지 하 선 로 | 관 내 | 1. 합성수지관에 수용된 선로 | 가공선로와 동일 | |
| | | 2. 강관내 수용된 케이블 | 0.6 | 0.1 |
| | 수 용 선 로 | 3. 맨홀내 관 상호간을 전기적으로 접속한 강철관로 내에 차폐층이 있는 LAP형 이외의 가공케이블을 수용하는 경우로서 공장 거리 2km 이상 | 0.2 | 0.03 |
| | | 4. 맨홀에 관 상호간을 전기적으로 접속한 관 내에 차 폐층이 없는 가공선로 및 차폐층이 있는 LAP형 가공케이블을 수용한 경우로서 공장거리 2km 이상 | 0.6 | 0.1 |
| | 직매 선로 | 5. 강대외장 평형케이블 | 0.6 | 0.1 |

주) LAP : Laminated Aluminium Polyethylene

② ①목의 표로 적용하기 어려운 전기통신선의 차폐계수($K_3 \cdot K_{3n}$)의 계산식

$$K_3 = \frac{R_s + \frac{R_a + R_b}{l}}{R_s + Z_E + R_A + \frac{R_a + R_b}{l} + jX_A}$$

R_s : 케이블 시스의 직류저항[Ω/km]

R_a, R_b : 케이블의 접지저항[Ω]

l : 전력선과 전기통신선과의 병행 거리[km]

Z_E : 케이블시스의 대지귀로 외부임피던스[Ω/km]

R_A : 강대내 (자성체)의 손실저항[Ω/km]

X_A : 강대의 자속에 의한 리액턴스[Ω/km]

③ 차폐케이블로 고유의 차폐계수 값을 가지고 있는 케이블

가. 기본파(60Hz)에 대한 고유의 차폐계수는 그 값을 그대로 적용한다.

나. 잡음(800Hz)에 대한 고유 차폐계수는 “(4) ② 목” 공식에 의거 산출한다.

다. 중계회선의 n 차 잡음계수



표 4. 잡음계수

| 구 분 | 중계회선의 n차 잡음계수 |
|--------------|-------------------|
| 차폐층이 없는 가공선로 | 1.2 |
| 차폐층이 있는 가공선로 | $0.95 \times 1/n$ |
| 강대외장 케이블 | $0.6 \times 1/n$ |
| 관로내의 케이블 | $0.2 \times 1/n$ |

(5) 터널의 차폐계수(K_4)

표 5. 터널 차폐계수

| 터널의 길이(m) 대지고유저항[$\Omega \cdot m$] | 200 내지 1,000 | 1,000이상 | |
|---|--------------|----------|-------|
| | | 양단 200까지 | 기 타 |
| $\rho \geq 250$ | 0.775 | 0.775 | 0.550 |
| $17 \leq \rho < 250$ | 0.785 | 0.785 | 0.570 |
| $17 > \rho$ | 0.800 | 0.800 | 0.600 |

(6) 고가의 차폐효과(K_6)

표 6. 고가 차폐효과

| 고가의 길이[m] 대지고유저항 [$\Omega \cdot m$] | 500 내지 1,000 | 1,000이상 | |
|--|--------------|----------|-------|
| | | 양단 500까지 | 기 타 |
| $\rho \geq 250$ | 0.650 | 0.650 | 0.300 |
| $17 \leq \rho < 250$ | 0.665 | 0.665 | 0.330 |
| $17 > \rho$ | 0.685 | 0.685 | 0.370 |

(7) 전기통신선 케이블조수에 의한 유도경감계수 (K_7)

표 7. 유도경감계수

| 구 분 | 케 이 블 조 수 | | |
|------------|-----------|-----------|------|
| | 2조이상 4조이하 | 5조이상 8조이하 | 9조이상 |
| 지하관로내 국간선로 | 0.85 | 0.75 | 0.7 |

단, 전력유도방지를 목적으로 사용하는 차폐케이블은 제외한다. 즉 차폐케이블은 조수에 관계없이 고유 차폐계수만을 적용한다.

(8) 타 궤도 효과(K_8)

표 8. 타 궤도효과

| 전철궤도와 타궤도의 병행거리(m) | | 500 내지 1,000 | 1,000 내지 1,500 | 1,500 내지 3,000 |
|---|--------|-----------------|-------------------|-------------------|
| 타궤도 위치 및 타궤도수 | | | | |
| 타 궤도가 통신 회선과 전차선간에 있을 때(전기통신회선과 전차선의 이격거리가 300m이내) | 1. 단 선 | 0.93 | 0.87 | 0.81 |
| | 2. 복 선 | 0.87 | 0.76 | 0.67 |
| | 3. 복복선 | 0.80 | 0.65 | 0.54 |
| 타 궤도가 통신 회선과 전차선 외측에 있을 때(타 궤도와 가장 먼 쪽의 시설과의 이격거리가 300m 이내) | 1. 단 선 | 0.97 | 0.95 | 0.92 |
| | 2. 복 선 | 0.95 | 0.90 | 0.86 |
| | 3. 복복선 | 0.92 | 0.86 | 0.82 |

3km를 초과할 경우는 아래식에 의한다.

$$K_8 = \left(1 - \frac{Z_{TR}Z_{CR}}{Z_{RR}Z_{CT}}\right) + \left(\frac{Z_{TR}Z_{CR}}{Z_{RR}Z_{CT}}\right) e^{-\frac{\gamma \ell}{2}}$$

Z_{TR} : 통신선과 타레일간의 대지귀로 상호임피던스[Ω/km]

Z_{CR} : 전차선과 타레일간의 대지귀로 상호임피던스[Ω/km]

Z_{CT} : 전차선과 전기통신선간의 대지귀로 상호임피던스[Ω/km]

Z_{RR} : 타레일의 대지귀로 자기임피던스[Ω/km]

$e^{-\frac{\gamma \ell}{2}}$: 단부효과(end-effect)

γ : 레일의 전파정수

ℓ : 전차선과 전기통신선의 병행 거리[km]

(9) 궤도 누설저항은 2Ω 으로 한다.

(10) 기타

잡음 경감율을 적용하지 않고, 도시차폐계수 0.4를 적용한다.

주) “전기철도시설 건설에 따른 전기통신설비의 전력유도장해방지대책에 관한 합의서(2009.06.08, 공단 ⇔ KT)” 참조

2.2 가공송전선

“가공 송전선”이라 함은 154kV 이상의 직접접지계의 고안정송전선을 말하며 이에 대한 전력유도 예측계산은 이상시 유도위험전압만을 계산하게 된다.

2.2.1 유도전압예측 계산식

(1) 지락 고장시 유도위험전압

$$V_f = \Sigma(j\omega \cdot M \cdot I_g \cdot K_{11} \cdot K_{12} \cdot K_3 \cdot K_7)$$

V_f : 지락고장시 유도위험전압[V]

ω : 60Hz에 대한 각속도

M : 60[Hz]에 대한 전력선과 전기통신선의 상호인덕턴스[H/km]



- ℓ : 전력선과 전기통신선의 병행거리[km]
 I_g : 전력선 지락 고장시 고장전류 [A]
 K_{11} : 송전선 가공지선의 차폐계수
 K_{12} : 송전선 가공지선의 분류계수
 K_3 : 전기통신선의 차폐계수
 K_7 : 통신케이블 조수에 의한 유도저감계수

2.2.2 요소별 세부계산방법

(1) 상호인덕턴스(M) 산정

칼손 · 프로젝크의 계산식에 의한다.

(2) 지락시 고장전류 I_g 계산

① 계산식

$$I_g = \frac{3 \times 100}{\%Z_1 + \%Z_2 + \%Z_0} \times \frac{10^5 (kVA)}{\sqrt{3 \times E(kV)}}$$

- $\%Z_1$: 고장점으로부터 발 · 변전소까지 퍼센트 임피던스로 본 정상 임피던스
 $\%Z_2$: 고장점으로부터 발 · 변전소까지 퍼센트 임피던스로 본 역상 임피던스
 $\%Z_0$: 고장점으로부터 발 · 변전소까지 퍼센트 임피던스로 본 영상 임피던스
 R_f : 고장점의 지락저항
 E : 송 · 배전선로의 공칭전압[kV]

② 고장점의 지락저항(R_f)

표 9. 지락저항

| 구 분 | 발 · 변전소로부터 고장점까지의 거리[km] | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15이상 |
| 지락저항[Ω] | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |

(3) 가공지선차폐계수(K_{11}) 계산

가공지선의 종별 및 대지도전율에 따라 다음 식으로 산정한다.

$$K_{11} = 1 - \frac{Z_m}{Z_s}$$

- Z_m : 가공지선의 대지귀로 상호임피던스[Ω/km]
 Z_s : 가공지선의 대지귀로 자기임피던스[Ω/km]

(4) 가공지선분류계수 (K_{12}) 계산

송전선 고장지점이 발 · 변전소로 부터 거리가 10km이상인 경우는 1.0을 적용하고 10km미만인 경우는 다음 계산식에 의하여 산정한 값으로 한다.

$$K_{12} = 1 - \frac{I_{g1} + I_{g2}}{I_{g1}} \cdot \frac{1}{\gamma(l_2 - l_1)} \cdot \frac{\sinh \gamma \cdot l_2 - \sinh \gamma \cdot l_1}{\cosh \gamma \cdot l + \sinh \gamma \cdot l}$$

- I_{g1} : 지락고장점에서 가까운 발·변전소로부터 고장전류[A]
 I_{g2} : 지락고장점에서 먼 발·변전소로부터 고장전류[A]
 γ : 가공지선의 대지귀로 전파정수 ($\sqrt{Z_s \cdot G}$) (Nep/km + jrad/km)
 Z_s : 가공지선의 대지귀로 자기임피던스[Ω/km]
 G : 가공지선의 대지콘덕턴스[S/km]
 l : 지락고장지점에서 가까운 발·변전소까지의 거리[km]
 l_1 : 가까운 발·변전소로부터 전기통신시설의 가까운 곳까지의 거리[km]
 l_2 : 가까운 발·변전소로부터 전기통신시설의 먼 곳까지의 거리[km]
 \cosh, \sinh : 쌍곡선 함수

(5) 전기통신선의 차폐계수(K_3)

표 10. 전기통신선 차폐계수

| 구 분 | | 선 종 별 | 차 폐 계 수 기본파(K_3) 60Hz |
|------------------|---------------------------------|--|------------------------------|
| 가공 선로 | | 1. 차폐층이 없는 것 | 1.0 |
| | | 2. 차폐층이 있는 LAP형 케이블 | 1.0 |
| | | 3. 차폐층이 있는 LAP형 이외의 케이블 | 0.95 |
| 지 중 선 로 | 관 로 내 수 용 선 로 | 1. 합성수지관에 수용된 선로 | 가공선로와 동일 |
| | | 2. 강관내 수용된 케이블 | 0.6 |
| | | 3. 맨홀내 관 상호간을 전기적으로 접속한 강철관로 내에 차폐층이 있는 LAP형 이외의 가공케이블을 수용하는 경우로서 공장거리 2km 이상 | 0.2 |
| | | 4. 맨홀에 관 상호간을 전기적으로 접속한 관내에 차 폐층이 없는 가공선로 및 차폐층이 있는 LAP형 가공케이블을 수용한 경우로서 공장거리 2km 이상 | 0.6 |
| | 직매 선로 | 5. 강대외장 평형케이블 | 0.6 |

(6) 전기통신선 케이블조수에 의한 유도경감계수(K_7)

표 11. 유도경감계수

| 구 분 | 케 이 블 조 수 | | |
|-----------|-----------|-----------|------|
| | 2조이상 4조이하 | 5조이상 8조이하 | 9조이상 |
| 지하관로내국간선로 | 0.85 | 0.75 | 0.7 |

2.3 가공배전선

2.3.1 유도전압예측계산식



(1) 지락고장시 유도위험전압

$$V_f = \Sigma(j \omega \cdot M \cdot \ell \cdot I_g \cdot K_{21} \cdot K_{22} \cdot K_3 \cdot K_7)$$

- V_f : 배전선 지락고장시 유도위험전압[V]
 ω : 60Hz에 대한 각속도
 M : 60Hz에 대한 전력선과 전기통신선의 상호인덕턴스 [H/km]
 ℓ : 전력선과 전기통신선의 병행거리[km]
 I_g : 전력선 지락고장시 고장전류 [A]
 K_{21} : 배전선 중성선의 차폐계수
 K_{22} : 배전선 중성선의 분류계수
 K_3 : 전기통신선의 차폐계수
 K_7 : 통신케이블 조수에 의한 유도 저감계수

(2) 상시유도 종전압

$$V_L = \Sigma(j \omega \cdot M \cdot \ell \cdot I_n \cdot K_{21} \cdot K_3 \cdot K_7)$$

- V_L : 배전선 정상운전시 유도종전압[V]
 ω : 60Hz에 대한 각속도
 M : 60Hz에 대한 전력선과 전기통신선의 상호인덕턴스[H/km]
 ℓ : 전력선과 전기통신선의 병행거리[km]
 I_n : 배전선 중성선에 흐르는 불평형 전류[A]
 K_{21} : 배전선 중성선의 차폐계수
 K_3 : 전기통신선의 차폐계수
 K_7 : 통신케이블 조수에 의한 유도 저감계수

(3) 유도잡음전압

$$V_n = \Sigma(V_L \cdot \eta \cdot \alpha) \times 10^3$$

- V_n : 배전선 정상운전시 유도잡음전압[mV]
 V_L : 배전선 정상운전시 유도종전압[V]
 η : 평가 잡음 함유율
 α : 유도잡음 경감계수

2.3.2 요소별 세부계수 및 적용값

(1) 배전선 중성선의 차폐계수(K_{21})

표 12. 배전선 중성선 차폐계수

| 전력선종[mm ²] | 차폐계수 |
|------------------------|------|
| ACSR 160 | 0.63 |
| ACSR 95 | 0.65 |
| ACSR 58 | 0.68 |
| ACSR 32 | 0.75 |

주) 단 가공지선이 있는 경우에는 가공지선차폐계수(K_{11}) 계산식을 이용한다.

(2) 배전선 중성선의 분류계수(K_{22})

표 13. 배전선 중성선 분류계수

| 구 분 | 분류계수 |
|---------------------|------|
| 발 · 변전소로부터 5km지점까지 | 0.6 |
| 발 · 변전소로부터 10km지점까지 | 0.8 |
| 발 · 변전소로부터 10km초과지역 | 1.0 |

(3) 배전선 중성선에 흐르는 불평형 전류(I_n)

표 14. 배전선 중성선 불평형 전류

| 전력선의 방식 | 불평형 전류 |
|-------------|-----------|
| 단상 또는 2상 선로 | 상전류 × 1 |
| 3상 선로 | 상전류 × 0.2 |

주) 위표에서 상전류는 3상부하를 제외한 계획 최대전류값으로 함.

(4) 기타 : 관련 고시(국립전파연구원 제2012-10호, 2012.05.11) 참조

2.4 지중 송 · 배전선

2.4.1 유도전압예측계산식

(1) 지락고장시 유도위험전압

$$V_f = \Sigma (j \omega \cdot M \cdot \ell \cdot I_g \cdot K_{31} \cdot K_{32} \cdot K_3 \cdot K_7)$$

V_f : 지중송 · 배전선 지락고장시 유도위험전압[V]

ω : 60Hz에 대한 각속도

M : 60Hz에 대한 전력선과 전기통신선의 상호인덕턴스[H/km]

ℓ : 전력선과 전기통신선의 병행거리[km]

I_g : 전력선 지락 고장시 고장전류 [A]

K_{31} : 지중 송 · 배전선의 차폐계수

K_{32} : 지중 송 · 배전선 외피의 분류계수



K_3 : 전기통신선의 차폐계수

K_7 : 통신케이블 조수에 의한 유도 저감계수

(2) 상시유도 종전압

$$V_L = \sqrt{V_\ell^2 + V_s^2 + V_0^2}$$

V_L : 지중 송·배전선의 합성 유도 종전압[V]

V_ℓ : 정상 운전시 부하전류에 의한 유도 종전압[V]

V_s : 정상 운전시 대지귀로 외피전류에 의한 유도 종전압[V]

V_0 : 정상 운전시 영상전류에 의한 유도 종전압[V]

① 정상 운전시 부하전류에 의한 유도종전압

$$V_\ell = \Sigma \{ j \omega \cdot (M_a + a^2 M_b + a M_c) \cdot I_e \cdot \ell \cdot K_{31} \cdot K_3 \cdot K_7 \}$$

V_ℓ : 정상 운전시 부하전류에 의한 유도 종전압[V]

ω : 60Hz에 대한 각속도

$M_a \cdot M_b \cdot M_c$: 60Hz에서 지중 전력선의 각 심선과 전기통신선간의 상호인덕턴스[H/km]

a : $-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$: 120°의 위상차를 가진 단위 벡터

$$a^2 : -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}$$

I_e : 지중 전력선의 상전류(지중 전력선의 정상 운전시 그 계획 최대 전류값)

ℓ : 전력선과 전기통신선의 병행거리[km]

K_{31} : 지중 송·배전선의 차폐계수

K_3 : 전기통신선의 차폐계수

K_7 : 통신케이블 조수에 의한 유도 저감계수

② 정상 운전시 대지귀로 외피전류에 의한 유도 종전압

$$V_s = \Sigma (j \omega \cdot M \cdot \ell \cdot I_s \cdot K_3 \cdot K_7)$$

V_s : 정상 운전시 대지귀로 외피전류에 의한 유도 종전압[V]

ω : 60Hz에 대한 각속도

M : 60Hz에 대한 전력선과 전기통신선의 상호인덕턴스[H/km]

ℓ : 전력선과 전기통신선의 병행거리[km]

I_s : 대지귀로 외피전류 [A]

K_3 : 전기통신선의 차폐계수

K_7 : 통신케이블 조수에 의한 유도 저감계수

③ 정상 운전시 영상전류에 의한 유도종전압

$$V_0 = \Sigma (j \omega \cdot M \cdot \ell \cdot I_0 \cdot K_{s0} \cdot K_3 \cdot K_7)$$

V_0 : 정상 운전시 영상전류에 의한 유도 종전압[V]

- ω : 60Hz에 대한 각속도
 M : 60Hz에 대한 전력선과 전기통신선의 상호인덕턴스[H/km]
 ℓ : 전력선과 전기통신선의 병행거리[km]
 I_0 : 정상 운전시 영상전류(1회선당 계통허용전류의 6[%]로 한다)[A]
 K_{s0} : 60Hz에서의 영상전류에 대한 지중 전력선의 차폐계수
 K_3 : 전기통신선의 차폐계수
 K_7 : 통신케이블 조수에 의한 유도 저감계수

(3) 유도잡음전압

$$V_n = \sqrt{V_{en}^2 + V_{sn}^2 + V_{0n}^2}$$

- V_n : 합성유도잡음전압[mV]
 V_{en} : 정상 운전시 부하전류에 의한 유도잡음전압(mV)
 V_{sn} : 정상 운전시 대지귀로 외피전류에 의한 유도잡음전압(mV)
 V_{0n} : 정상 운전시 영상전류에 의한 유도잡음전압(mV)

① 정상운전시 부하전류에 의한 유도잡음전압

$$V_{en} = \sum \{ j \omega_n (M_{an} + a^2 M_{bn} + a M_{cn}) \cdot \ell \cdot I_{en} \cdot K_{ln} \cdot K_{3n} \cdot \lambda \} \times 10^3$$

- V_{en} : 정상 운전시 부하전류에 의한 유도잡음전압[mV]
 ω_n : 800Hz에 대한 각속도
 M_{an}, M_{bn}, M_{cn} : 800Hz에 대한 지중 전력선의 각상과 전기통신선간의 상호 인덕턴스 [H/km]

$$a : -\frac{1}{2} + j \frac{\sqrt{3}}{2} : 120^\circ \text{의 위상차를 가진 단위 벡터}$$

$$a : -\frac{1}{2} - j \frac{\sqrt{3}}{2}$$

- ℓ : 전력선과 전기통신선의 병행거리[km]
 I_{en} : 부하전류의 등가망해전류 [A]
 K_{ln} : 800Hz에서의 지중 전력선 차폐계수
 K_{3n} : 800Hz에서의 전기통신선 차폐계수
 λ : 전기통신회선의 평형도(전기통신설비의기술기준에관한표준시험방법 고시의 별표 VI.회선의 평형도 측정 "방법2"로 측정한 값. 다만, 유도자와 피유도자간의 쌍방 협의에 의해 다른 방법으로 측정한 값을 적용할 수 있다. 이하 같다)

② 정상 운전시 대지귀로 외피전류에 의한 유도잡음전압

$$V_{sn} = \sum (j \omega_n \cdot M_n \cdot \ell \cdot I_{sn} \cdot K_{3n} \cdot \lambda) \times 10^3$$

- V_{sn} : 정상 운전시 대지귀로 외피전류에 의한 유도잡음전압[mV]
 ω_n : 800Hz에 대한 각속도



- M_n : 800Hz에 대한 지중전력선과 전기통신선간의 상호인덕턴스[H/km]
 ℓ : 전력선과 전기통신선의 병행거리[km]
 I_{sn} : 대지귀로 외피전류의 등가방해전류[A]
 K_{3n} : 800Hz에서의 전기통신선 차폐계수
 λ : 전기통신회선의 평행도

③ 정상 운전시 영상전류에 의한 유도잡음전압

$$V_{0n} = \sum \{ j \omega_n \cdot M_n \cdot \ell \cdot I_{0n} \cdot K_{0n} \cdot K_{3n} \cdot \lambda \} \times 10^3$$

- V_{0n} : 정상 운전시 영상전류에 의한 유도잡음전압[mV]
 ω_n : 800Hz에 대한 각속도
 M_n : 800Hz에 대한 지중 전력선과 전기통신선간의 상호인덕턴스[H/km]
 ℓ : 전력선과 전기통신선의 병행거리[km]
 I_{0n} : 영상전류의 등가방해전류[A]
 K_{0n} : 800Hz에서의 영상전류에 대한 지중 전력선의 차폐계수
 K_{3n} : 800Hz에서의 전기통신선 차폐계수
 λ : 전기통신회선의 평행도

2.4.2 요소별 세부계수 및 적용값

(1) 연유를 충전한(O.F) 케이블의 차폐계수 (K_{31})

표 15. 연유 충전케이블 차폐계수

| 회선수 \ 구분 | 삼 각 포 설 시 | | 수 평 포 설 시 | |
|----------|-----------|-------|-----------|-------|
| | 비연가 | 연 가 | 비연가 | 연 가 |
| 1 회선 | 0.023 | 0.023 | 0.029 | 0.024 |
| 2 회선 | 0.015 | 0.013 | 0.024 | 0.013 |
| 3 회선 | 0.013 | 0.011 | 0.020 | 0.011 |

(2) 강관에 절연유를 충전한 (P.O.F) 케이블의 차폐계수 (K_{31})

표 16. 절연유 충전케이블 차폐계수

| 회선수 \ 구분 | 고장전류 | 차폐계수 |
|----------|--------------|-------|
| 1 회선 | 5kA 내지 17kA | 0.005 |
| | 18kA 내지 22kA | 0.007 |
| 2 회선 | 5kA 내지 22kA | 0.005 |

(3) 송전선용 가교 폴리에틸렌절연 비닐외장(C.A.Z.V) 케이블의 차폐계수 (K_{31})

표 17. C.A.Z.V 케이블 차폐계수

| 회선수 \ 구분 | 삼 각 포 설 시 | | 수 평 포 설 시 | |
|----------|-----------|-------|-----------|-------|
| | 비 연 가 | 연 가 | 비 연 가 | 연 가 |
| 1 회선 | 0.019 | 0.019 | 0.026 | 0.020 |
| 2 회선 | 0.013 | 0.011 | 0.023 | 0.011 |
| 3 회선 | 0.012 | 0.009 | 0.020 | 0.009 |

(4) 배전용동심중성선 가교폴리에틸렌절연 비닐외장(C.N.C.V) 케이블의 차폐계수 (K_{31})

표 18. C.N.C.V 케이블 차폐계수

| 구분 \ 선종[mm ²] | 60 | | | | 200 | | | | 325 | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 회선수 포설방법 | | | | | | | | | | | | |
| 관로포설 | 0.347 | 0.204 | 0.146 | 0.113 | 0.122 | 0.069 | 0.049 | 0.038 | 0.073 | 0.041 | 0.029 | 0.022 |
| 직매포설 | 0.38 | 0.194 | | | 0.122 | 0.068 | | | 0.073 | 0.04 | | |
| 공동구 및 덕트내 포설 | | | | | 0.122 | 0.068 | 0.05 | 0.038 | 0.073 | 0.04 | 0.029 | 0.023 |

(5) 분류계수(K_{32})는 가공송전선의 분류계수(K_{12})의 계산식과 같이 산정한 값으로 한다.

(6) 정상운전시 영상전류에 대한 차폐계수(K_{s0} , K_{0n})

① 송전용케이블

표 19. 송전용케이블 차폐계수

| 회선수 \ 주파수 | O.F 케이블 | | P.O.F케이블 | | C.A.Z.V케이블 | |
|-----------|---------|-------|----------|--------|------------|-------|
| | 60Hz | 800Hz | 60Hz | 800Hz | 60Hz | 800Hz |
| 1 회선 | 0.024 | 0.002 | 0.021 | 0.0046 | 0.019 | 0.002 |
| 2 회선 | 0.013 | 0.001 | 0.021 | 0.0046 | 0.010 | 0.001 |
| 3 회선 | 0.010 | 0.001 | 0.021 | 0.0046 | 0.007 | 0.001 |

② 배전용 케이블 (C.N.C.V 케이블)

표 20. 배전용케이블 차폐계수

| 구분 \ 선종[mm ²] | 60 | | 200 | | 325 | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| | 60Hz | 800Hz | 60Hz | 800Hz | 60Hz | 800Hz |
| 주파수 차폐계수 | | | | | | |
| K_{s0} , K_{sm} | 0.358 | 0.034 | 0.096 | 0.008 | 0.07 | 0.008 |

(7) 정상운전시 영상전류에 대한 차폐계수(K_{s0} , K_{0n})800Hz에 있어서 차폐계수(K_{1n})는 정상운전시 영상전류의 800Hz에 대한 차폐계수(K_{0n})값을 적용한다.



(8) 대지귀로 외피전류(I_s)

표 21. 대지귀로 외피전류

| 회선수 \ 케이블 배치 | 순상단독 | 역상단독 |
|--------------|---------------------|--------------------|
| 1 회선 | 부하전류 $\times 0.001$ | 부하전류 $\times 0.01$ |
| 2 회선 | 부하전류 $\times 0.002$ | 부하전류 $\times 0.02$ |
| 3 회선 | 부하전류 $\times 0.003$ | 부하전류 $\times 0.02$ |

(9) 정상운전시 등가방해전류(I_{en}, I_{sn}, I_{0n})

표 22. 등가방해전류

| 구분 \ 전력선 부하상황 | 부하전류에 대한 등가방해전류 (I_{en}) | 대지귀로 외피전류에 대한 등가 방해전류 (I_{sn}) | 상시영상전류에 대한 등가방해전류 (I_{0n}) |
|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 일반부하가 대부분인 지중전력선(조명등부하) | 1.9A | $1.9A \times I_s$ 의 계수 $\times 1.25$ | 0.22A/회선당 |
| 일반부하와 일부특수부하가 있는 지중전력선 (조명등 및 동력부하) | 3.8A | $3.8A \times I_s$ 의 계수 $\times 1.25$ | 0.44A/회선당 |
| 큰 특수부하에 직접 공급하는 지중전력선(동력부하) | 실 측 | 실 측 | 실 측 |

RECORD HISTORY

Rev.0('17.12.30) 2020년 UIC와 동등한 수준의 기준 고도화를 위해 철도고유기준을 선정하여
이를 집중적으로 관리하고 또한, 사용자가 손쉽게 이용하기 편리하도록
코드체계로 제정

Rev.1('21.07.05) 철도설계기준 및 편람 개정