

765kV 송전선 유도장해 검토

자료제공/한전 765kV 건설처

1. 유도장해

송배전선로 또는 전기철도 등의 전압에 의한 정전유도작용이나 전류에 의한 전자유도작용으로 인근 통신시설에 미치는 영향이 지나쳐 통신시설의 절연과파나 운용방해를 유발하고 인체에 직·간접으로 위험을 초래하는 것을 유도장해라 한다.

전력계통 정상운전시 지속적으로 나타나는 상시 유도와 전력계통 지락사고시 순간적으로 나타나는 사고시 유도로 구분하며 유도장해는 아니나, 전력설비 지락사고시 대지전위 상승으로 인하여 통신시설에 장애가 발생할 수 있으므로 유도장해 검토시 이 문제도 같이 취급하고 있다.

1.1 관련 법규

[전기설비 기술기준]

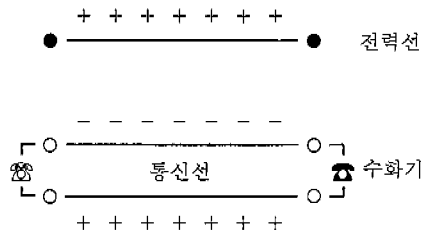
- 제79조 가공 약전류전선로에의 유도장해의 방지
- 제119조 유도장해의 방지
- 제155조 지중 약전류전선로에의 유도장해의 방지

[전기통신설비 기술기준에 관한규칙]

- 제19조 유도장해 방지

1.2.1 정전유도(靜電誘導)

전력선의 높은 전압은 인근 도체계에 정전유도 현상을 일으킨다. 그림과 같이 피유도 도체내에서 전하의 이동으로 전류가 흐르거나 대지와 절연된 도체가 전위를 갖게 되어 제반 장애를 발생시킨다.



1.2 유도전압 종류

[발생원인별 분류]

전압에 의한 정전유도와 전류에 의한 전자유도 두가지로 구분하고 있다.

기유도원이 전압이므로 전압이 높을수록 유도현상이 심해지며 피유도체간 이격거리가 멀어짐에 따라 유도현상이 급격히 감소한다.

[발생형태별 분류]

따라서 기유도원의 전압이 높은 경우라도 수 100m 정도밖에 영향을 미치지 못한다.

전력선이 3상인 경우 각상 대지전압의 합이 영(0)이므로 각상과 통신선의 이격거리가 같다면 정전유도현상은 발생하지 않지만 각상의 전력선과 통신선의 이격거리의 차에 따라 통신선에 정전유도현상이 일어나며 단상에서는 대지전압의 합이 영(0)이 아니므로 심한 경우 수 100V가 나타나기도 한다.

도체(통신선)가 완전 절연되어 있는 경우 계산식은 아래와 같이 표현할 수 있으나 실제 적용하기는 많은 어려움이 있다.

$$V_0 = \frac{C_m}{C_m + C_0} V$$

- V_0 : 정전유도전압(도체의 대지전압)
- V : 전력선의 대지전압
- C_m : 전력선과 도체(통신선)간 정전용량
- C_0 : 도체와 대지간 정전용량

[장해내용 및 대책방법]

교류전압으로 전화선 선간에 수화기를 통하여 정전유도전류가 계속 흘러 잡음장해를 발생시키고 인체 접촉시 전격을 느끼게 되며 심할 경우 통신설비의 절연파괴와 감전 위험이 따르게 된다.

대책방법은 통신케이블의 금속외피를 접지하면 간단히 해결되는데 근래에는 모든 통신선이 케이블로 되어 있어 정전유도장해가 거의 발생하지 않으므로 별도 검토와 대책을 할 필요가 없게 되었다.

그러나 전력설비 작업시 정전유도전압으로 인한 쇼크로 작업자의 추락사고 등 2차적인 안전사고를 유발할 수 있으므로 주의를 해야 한다.

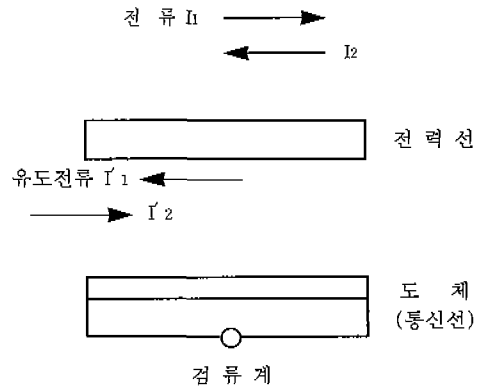
1.2.2 전자유도(電磁誘導)

전력선에 흐르는 전류의 Magnetic Flux에 의한 전자유도작용으로 인근 도체(통신선)에 기전력이 유기되는데 이 기전력의 전압을 전자유도전압이라 하며, 이로 인한 통신시설의 파괴(절연파괴)와 운용방해(전화잡음, 기기 오동작) 또는 작업자 감전 등의 현상을 전자유도장해라 한다.

전자유도장해는 정전유도와 달리 지중케이블에

도 발생하며 대책방법 또한 쉽지 않고 복잡하다.

송전선로의 경우 부하전류는 각상 전류의 크기에 차이가 있더라도 각상 전류의 합은 영(0)이므로 통신선측에서 볼 때 송전선로에 전류가 흐르지 않는 것과 같이 영향을 받지 않으며, 단락고장의 경우도 각상에서 발생하는 자속이 상쇄되어 통신선에 쇄교하는 양의 합이 영(0)이 되기 때문에 유도장해 문제가 발생하지 않는다.



그러나 지락사고의 경우 사고점으로 흘러가는 전류는 전력선을 통하여 흐르지만 전원측으로 돌아오는 전류(대지귀로전류, 영상전류)는 대지도전율이 높고 낮음에 따라 수 100m에서 수 km 깊이의 대지로 분산하여 흐르기 때문에 통신선에 쇄교하는 자속의 차이가 많아 대지도전율이 높은 곳에서는 유도전압도 커지게 된다.

배전선로(22.9kV - Y 다중접지)도 지락사고의 경우 송전선로와 같지만 정상운전시 부하특성상 3상 4선, 1상 2선식으로 연결되어 불평형에 의한 영상전류가 중성선과 대지를 흐르기 때문에 발생하는 상시유도장해를 검토해야 한다.

[유도전압 제한치]

- 사고시 유도위험전압 : 송전선 650[V], 배전선 430[V]
- 상시 유도전압 : 인체위험 60[V], 기기 오동작 15[V]
- 상시유도 잡음전압 : 케이블통신선 1[mV], 나선통신선 2.5[mV]

1.2.2.1 유도전압 계산식

[사고시 유도위험전압]

$$V_f = \sum (Z_m \cdot \ell \cdot I_g \cdot K_{11} \cdot K_{12} \cdot K_3 \cdot K_7) [V]$$

Z_m : 전력선과 통신선간의 상호임피던스

ℓ : 전력선과 통신선의 병행거리[km]

I_g : 전력선의 1선지락고장전류[A]

K_{11} : 가공지선(K_{21} 중성선)의 차폐계수

K_{12} : 가공지선(K_{22} 중성선)의 분류계수

K_3 : 통신케이블의 차폐계수

K_7 : 통신케이블 다조(多條) 경감계수

[상시 유도전압]

$$V_t = \sum (Z_m \cdot \ell \cdot I_n \cdot K_{21} \cdot K_3 \cdot K_7) [V]$$

I_n : 중성선에 흐르는 불평형전류[A]

[상시 유도잡음전압]

$$V_n = \sum (V_t \cdot \eta \cdot \alpha\beta \cdot \lambda) [mV]$$

η : 평가잡음 함유율(0.12)

$\alpha\beta$: 유도잡음 경감계수

λ : 통신회선 평형도

1.2.2.2 장해내용 및 경감대책

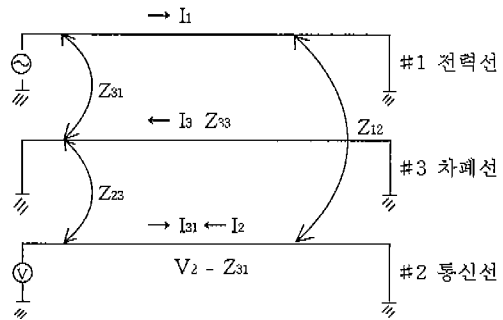
통신선의 장해내용은 정전유도장해와 같으며 유도전압 제한치를 초과하거나 예측될 때에는 통신측과 협의하여 경제적이고 효과적인 대책을 세우는 것이 필요하다.

- ① 상호인덕턴스(M)를 감소시킨다.
 - 전력선과 통신선의 이격거리를 멀리하고, 교차를 직각으로 한다.
- ② 차폐계수(K)를 작게한다.
 - 전력선은 케이블로 통신선은 차폐케이블로 시설한다.
 - 전력선이나 통신선에 차폐선(가공지선 등)을 시설한다.
- ③ 차폐선과 통신선의 상호임피던스를 높여 차폐효과를 증가시킨다.
 - 유도중화트랜스, 고압용 유도차폐선의 설치
- ④ 통신회선 대지에 대한 임피던스를 높여 평형도를 개선한다.
- ⑤ 가공지선은 도전율이 좋은 것으로 한다.

⑥ 통신선에 피뢰기를 설치, 절연파괴를 예방한다.

[차폐효과]

전력선이나 통신선에 접근된 제3의 도체가 있을때 이것이 대지와 폐회로를 형성하고 있으면, 이 회로에는 유도에 의하여 전력선의 전류와 반대 방향의 전류가 흘러 통신선에 유도된 전류를 약화시키게 되어 유도전압을 감소시키는 작용을 차폐효과라 한다.



따라서 차폐계수 K_1 은

$$K_1 = 1 - \frac{Z_{31}}{Z_{33}} \text{ 으로 표시하며}$$

$$K_1 = \frac{V_2'}{V_2} \text{ 으로도 표시할 수 있다.}$$

V_2 : 차폐체가 없을 때 유도전압

V_2' : 차폐체가 있을 때 유도전압

1.3 대지전위 상승전압

송·배전선로나 발전전소에서 지락사고가 발생하면 지락점을 중심으로 주변에 대지전위가 상승한다. 이때 인근에 통신설비 접지가 있으면 접지체의 전위상승으로 통신설비의 절연파괴 등 장해를 유발하게 되므로, 송·배전선로의 시설시 주의해야 한다.

$$V_e = \frac{\rho \cdot I_g}{2\pi \cdot D} [V]$$

V_e : 대지전위 상승전압(제한치 650[V])

ρ : 대지고유저항[$\Omega \cdot m$]

<표 1> 개정내용

항 목	현 행	개 정 안
① 고장점 지락 저항값(Rf)	○ 가공 송·배전선 10[km]까지 0[Ω], 10[km]초과 5[Ω] ○ 지중 송·배전선 10[km]까지 0[Ω], 10[km]초과 1[Ω]	○ 가공 및 지중 송배전선 1~15[km]까지 1~15[Ω] 15[km]초과 15[Ω]
② 전기통신선 회선평형도(λ)	○ 1/100(40[dB])	○ 1/200(46[dB])
③ 잠음전압 유도경감계수($\alpha\beta\lambda$)	○ 1/500	○ 1/1000

I_g : 지락고장점의 대지유입전류[A]로 고장전류의 0.1로 한다(배전선의 경우 0.5로 하고 지중인 경우는 접지개소의 분류효과를 감안한 값으로 한다).

D : 전력선의 접지체(전력선 접지시설, 발, 변전소의 기기장치 등)와 통신시설의 접지체(통신선로의 접속점전화국의 기기장치 등)와의 거리[m]

1.4 경과지 선정시 유의사항

유도장해는 통신시설에 피해를 주는 것으로 검토와 대책방법 수립시 관련기관의 협조 없이는 불가능하다. 따라서 경과지를 선정할 때에는 검토 대상시설을 소유한 기관의 협조를 꼭 받아야 한다.

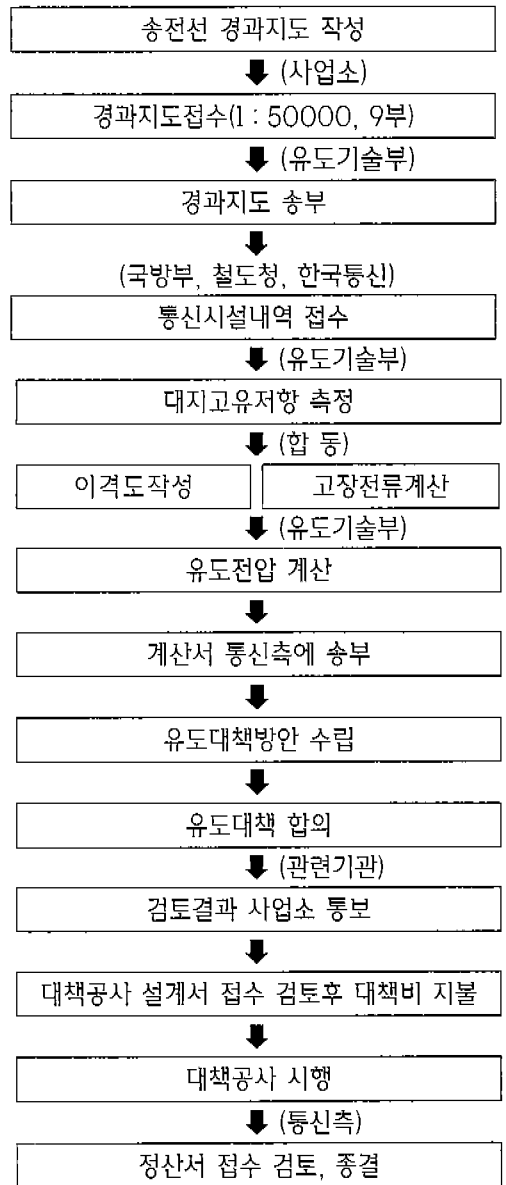
그러나 유도대책만을 고려하여 우회 경과지를 선정한다면 오히려 비경제적일 수 있으므로 대책비를 어느정도 지불하더라도 장차 유지보수가 원활한 경과지를 선정하는 것이 더 경제적일 수 있다.

1.5 유도장해문제 동향

전력사업 초기에는 비접지계통으로 문제되지 않았으나 1960년대부터 접지계통으로 전환하면서 문제되기 시작했으며 최근에는 전력설비와 통신설비의 급증으로 유도장해 문제도 많아지게 되었다.

향후 2015년까지 대부분의 통신설비를 광케이블화 할 예정으로 극히 일부만 문제될 전망이다.

1.6 유도업무 처리절차(가공송전선)



2. 765kV 송전선 유도장애 검토

2.1 검토 경위

- 765kV 송전선로 건설관련 인근 대외기관 통신시설 유도장애 검토
- 전원개발 실시계획 승인 대관협의 자료제출
- 제한치 초과구간 사전 대책으로 민원예방

2.2 추진 내용

2.2.1 1차 검토(1994~1995)

- 765kV 신태백~신가평 등 3개 T/L
- 시설 내역
 - 전력선 : ACSR 480mm² 6B 2C 340.2km
 - 통신선 : 한국통신 경기 등 4건설국 177구간 철도청 중앙선 등 5구간

2.2.2 2차 검토(1997)

- 765kV 신안성(신안성~신가평) 등 2개 T/L
- 시설내역
 - 전력선 : ACSR 480mm² 6B 2C 329km
 - 통신선 : 한국통신 경기 등 6건설국 231구간 철도청 중앙선 등 4구간 국방부 육군○○부대 등 4구간

2.3 유도대책 개선 합의로 예산절감

지금까지 시외통신케이블의 유도대책은 차폐케이블로 교체함을 원칙으로 하여 많은 대책비를 지출하였으나, 시외통신케이블용 유도중화 트랜스를 개발함과 함께 765kV 송전선 유도대책을 합의한 결과 16억원 상당의 대책비를 절감할 수 있었다.

2.4 기술기준 개정 여건조성

- 전력유도장애 업무와 관련된 전기통신설비기술기준을 '82년 제정 '90. 7월 개정하여 현재 까지 적용
- 765kV 송전선 유도검토를 계기로 그동안 여

러번 건의해 왔던 전기통신 기술발전에 따라 일부 불합리한 전기통신설비기술기준을 검토 개정

- 개정 내용(표 1)
- 개정 효과
 - 유도 예측계산전압이 현행보다 30% 이상 감소
 - 유도전압 감소로 유도대책구간의 감소 및 유도대책비 예산절감(년간 3~5억원)

2.5 관련기관 업무협조

한국통신 등 관련기관에 사업의 중요성을 설득하고 협조 요청한 결과 짧은 기간에 검토, 완료할 수 있도록 적극 협조해주었다.

투자 극복 전략

1. 도전적인 자세로 매사에 열의를 다한다.
2. 자신의 의사를 적절하게 표현한다.
3. 실용성을 중시하며 지출경비를 최소화한다.
4. 책임의식을 가지고 솔선수범한다.
5. 자신의 능력개발을 위하여 투자한다.
6. 겸손한 자세로 상호 이해하고 협조한다.
7. 긍정적 사고로 낙관론자가 되도록 노력한다.