

보호철판을 이용한 가스배관 유도전압대책에 관한 연구

°하태현, 이현구, 배정호, 김대경, 이성진  
한국전기연구원

A Study on the Existing Induced Voltage Mitigation Method on Gas Pipelines using Steel Plate

°Ha Tae-Hyun, Lee Hyun-Goo, Bae Jeong-Hyo, Kim Dae-Kyeong, Lee Sung-Jin  
KERI(Korea Electrotechnology Research Institute)

**Abstract** - The demand of the power and gas energy have been rapidly increasing with the industrialization, therefore, the area where buried pipelines run parallel with the adjacent power lines and cross them increases in Seoul as well as other cities. These situation cause AC interference from the power lines. However, there aren't any standards to preserve the pipelines from AC interference in Korea. We just use other country's criteria directly. Other developed countries have used the various AC interference mitigation methods such as lumped grounding, cancellation wires and gradient control wires etc..

This paper introduces the steel plate method which is using for AC interference mitigation method in Korea and investigates the effects of mitigation methods through case study by computer simulation.

1. 서 론

산업화의 발달로 전력과 가스 등의 에너지 수요가 기하급수적으로 증가하게 됨에 따라, 지하에 매설된 가스 배관이 송·배전선로와 근접한 거리에서 병행 혹은 교차하는 구간이 서울을 비롯한 도심지를 중심으로 점차 많아지게 되었다. 따라서, 전력선에 의한 교류간섭문제가 심각하게 대두되고 있지만, 국내의 경우 유도전압대책에 대한 표준화가 마련되어 있지 않으며, 유도전압대책이 있다하더라도 외국의 기준을 그대로 적용하고 있는 실정이다. 외국의 경우에는 유도전압대책으로 전위경도제어선(Gradient Control Wires)을 비롯한 다양한 방법을 제안하고 있다.[1,2]

본 논문에서는 국내 가스배관에 적용되고 있는 보호철판을 이용한 유도전압대책을 소개하고, 유도전압해석에 의한 사례연구를 통해 그 저감효과를 검토하였다.

2. 보호철판을 이용한 가스배관 유도전압 대책

보호철판을 이용한 가스배관의 유도전압 대책방법은 가스배관에 근접하여 보호철판을 설치함으로써 가스배관 주변의 접지저항을 낮추어 가스배관에 유도되는 전압을 저감시키는 방법이다. 이 방법은 일본의 오사카 가스엔지니어링을 비롯한 한국가스공사에서 채택하고 있으며, 가스배관에 교류전류 유입을 방지할 목적으로 가스배관의 절연을 보장하고 가스배관과 보호철판을 전기적으로 연결하지 않고 사용하고 있다.

고압 송전철탑에 근접하여 가스배관을 설치할 경우, 한국가스공사 품질/환경지침서(KOGAS-TQEI-0972)의 규정에 따르면 지락전류에 의한 대지전위상승에의 노출한도를 5(kV)로 제한하고 있으며, 이 값 이상의 대지전위상승이 예상되는 지점에는 보호철판을 시공하도록

하고 있다.[3]

보호거리 산정 기본식은 식(1) 및 식(2)와 같다

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{\frac{l}{2} + \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + d^2 + h^2}}{-\frac{l}{2} + \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + d^2 + h^2}} \quad (1)$$

$$R = \frac{\rho}{\pi l} \ln \frac{l}{d} \quad \left(\frac{l}{2} \gg d \gg h \text{ 일 경우}\right) \quad (2)$$

여기서, R : 저항 (=V<sub>b</sub>/I<sub>g</sub>), V<sub>b</sub> : 코팅의 절연과피 전압, I<sub>g</sub> : 접지전류, l/2 : 철탑으로부터 보호거리(m), ρ : 토양비저항(Ω·m), d : 철탑과의 이격거리, h : 보호철판의 매설깊이이다.

보호철판의 설치는 그림 1과 같이 탐각 범위 내에서는 상자형(□)으로 그리고 탐각 범위 외에는 같이 open 상자형(∏)으로 설치되어 있으며, 보호철판의 사양은 표 1과 같다. 또한 가스배관 PE 코팅의 손상을 방지하기 위하여 사용되는 Cold Tape 및 Rubber Sheet의 사양은 표 2와 같다.

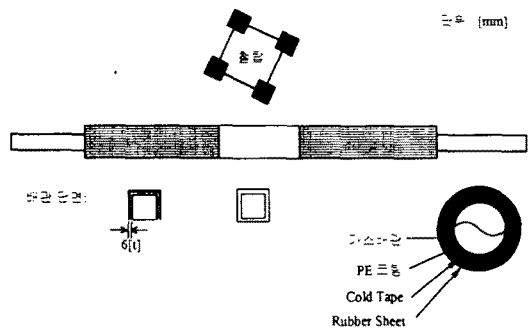


그림 1 가스배관 보호공사 개략도

표 1 보호철판의 사양

항 목	사 양	비 고
재 질	일반구조용 압연강재	KS D 3503(열연강판)
두께	6[mm] 이상	철판사용연한: 30년 예상
도 장	하도: 75[μm]	무기질 아연말도료
	중도: 100[μm]	에폭시계 중도도료
	상도: 50[μm]	우레탄계 상도도료

표 2 Cold Tape 및 Rubber Sheet의 사양

항 목	사 양	비 고
Cold Tape	Butylen AS40C (15×100×0.8(mm))	1/2씩 겹쳐서 시공
Rubber Sheet	두께 : 3.5(mm) 이상	

### 3. 유도전압 해석

#### 3.1 해석 모델

345kV 송전선로에 1선 지락사고가 발생하였을 때, 인접한 가스배관에 대해 보호철판의 유도전압 저감효과를 사례연구를 통해 검토하기 위하여 그림 2와 같은 해석모델을 사용하였다. 직경이 508(mm)인 가스배관이 지표면으로부터 3.496[m] 깊이에 매설되어 있으며, 두께 6[mm]인 철판이 가스배관 외부로부터 250[mm] 떨어진 위치에 있다. 토양은 2층 구조의 대지를 모델링하여 사용하였으며, 토양비저항값  $\rho_1$ 은 150.83( $\Omega \cdot m$ ),  $\rho_2$ 는 67.169( $\Omega \cdot m$ ) 그리고  $\rho_1$ 의 깊이는 2.951[m]이다. 가스배관으로부터 최근접거리가 6.3 [m]인 철탑기초의 접지저항이 1.0335( $\Omega$ )일 때 철탑기초에서 대지로 유입되는 전류는 10.2172[kA]로 가정하였다. 그리고 보호철판의 설치방법에 따른 영향을 검토하기 위하여 다음의 3가지 경우로 구분하여 해석하였다.

- ① 상자형(□)으로 설치시
  - ② open 상자형(□)으로 설치시
  - ③ 상자형(□)으로 25[m] 설치하고 상자형(□) 좌우 양쪽에 open 상자형(□)으로 42.5[m]씩 설치시
- 여기서 ③의 경우는 식(1)에서 계산한 보호거리를 고려한 것이다.

유도전압해석은 상용프로그램인 KWIKGRID<sup>5</sup>를 사용하였다. KWIKGRID<sup>5</sup>는 접지해석프로그램으로써 철탑 접지를 통해 고장전류가 토양에 유입될 때 지표면뿐만 아니라 토양 속 임의지점의 대지전위와 전극의 저항 및 전위를 계산하는데 사용된다.[4].

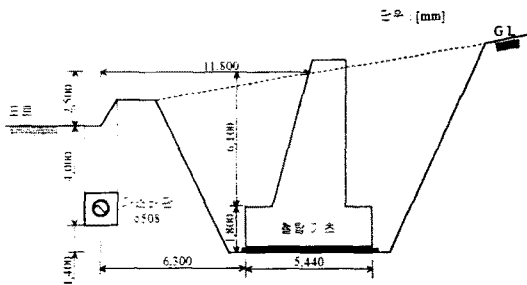


그림 2 송전철탑기초와 가스배관의 설치 단면도

#### 3.2 해석 결과

1선 지락사고시 가스배관에 보호철판을 설치하였을 때 가스배관의 코팅양단전압, 인체의 접촉전압과 보폭전압을 해석한 결과는 표 3과 같다.

여기서 가스배관의 코팅양단전압은 가스배관을 원격접지(Remote Earth)로 가정했을 때 철탑기초로부터 가장 가까운 가스배관 표면의 대지전위로써 가스배관 코팅양단에 걸리는 전압이며, 접촉전압은 가스배관 인출선(원격접지)과 가스배관 직상부 지표면 사이의 전압이다. 그리고 보폭전압은 사람이 가스배

관 직상부 지표면을 1[m]의 보폭으로 걸어갈 때 양발 사이에 걸리는 전압을 의미한다. 그림 3은 보호철판의 설치방법에 따른 가스배관 코팅양단 전압의 크기를 그래프로 나타낸 것이며, 그림 4와 그림 5는 ②의 경우(open 상자형(□)으로 설치시)에 대하여 인체의 접촉전압과 보폭전압을 각각 나타낸 것이다.

표 3 보호철판을 이용할 때의 유도전압 해석결과

보호철판 설치방법	구 분	제한치[V]	해석치[V]
①	가스배관의 코팅양단전압	5,000	4,988 <sup>1)</sup>
	접촉전압	636	5,279 <sup>2)</sup>
	보폭전압	988	281
②	가스배관의 코팅양단전압	5,000	4,999 <sup>1)</sup>
	접촉전압	636	5,282 <sup>2)</sup>
	보폭전압	988	281
③	가스배관의 코팅양단전압	5,000	3,300
	접촉전압	636	4,029 <sup>3)</sup>
	보폭전압	988	324

\*) 보호철판 설치구간 : (1) 18[m],  
제한치 초과구간 : (2) 341[m], (3) 344[m]

1선 지락사고시 가스배관의 유도전압 대책으로서 보호철판을 설치하였을 때 가스배관의 코팅양단전압을 해석한 결과, ①과 ②의 방법 모두 18[m]를 설치하였을 때 각각 4,988[V], 4,999[V]로써 제한치인 5,000[V]이하로 저감되었다. 한편 ③의 방법으로 설치하였을 때는 3,300[V]로써 제한치 이하로 충분히 저감되었다. 따라서 가스배관의 코팅양단전압을 고려한 대책으로서 ②의 방법이 가장 경제적이라고 사료된다.

인체의 안전한 측면에서 접촉전압을 해석한 결과, 보호철판의 모든 설치방법에 대하여 제한치인 636[V]를 초과하므로 별도의 대책이 요구된다. 그러나 보폭전압은 보호철판의 모든 설치방법에 대하여 제한치인 988[V]이하로 나타났다.

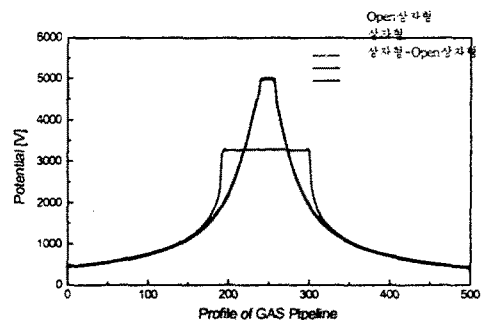


그림 3 보호철판의 설치방법에 따른 가스배관 코팅양단 전압

