

철탑 매설지선 시공법에 따른 가스배관의 저항성 유도전압 해석

이현구, 하태현, 배정효, 김대경
한국전기연구원 지중시스템연구그룹

Conductive Coupling Analysis of GAS Pipelines for the Underground Wiring Operation Methods of the Tower

H.G. Lee, T.H. Ha, J.H. Bae, D.K. Kim
KERI Underground Systems Group

1. 서론

산업화와 도시화가 활발히 진행됨에 따라 가스와 전력 등의 에너지 수요가 기하급수적으로 증가하게 되었다. 따라서 국토가 좁은 우리나라의 경우 지하에 매설된 가스배관과 인접한 위치에 설치되는 철탑의 수가 급격히 증가하고 있다.

송전선로 철탑 인근에 가스배관이 매설되어 있을 경우 송전선로에 고장이 발생하면 철탑 접지를 통해 대지 중으로 고장전류가 유입되며, 이 고장전류에 의해 대지전위가 상승하게 된다. 가스배관은 배관의 부식을 방지하기 위해 양호한 코팅이 되어 있으며, 인접한 가스배관 코팅 양단에 이 대지전위 상승에 의한 전위가 걸리게 된다. 이는 가스배관의 안전뿐 만 아니라, 작업자의 안전까지 위협하고 있다.[1]

본 논문에서는 송전선로 철탑의 접지기준을 알아보고, 매설지선 시공법에 따른 가스배관의 저항성 유도전압을 해석하였다. 이를 통해 고장발생시 고장전류가 철탑 접지를 통해 토양에 유입될 때 인근에 매설된 가스배관에 미치는 영향이 가장 작은 매설지선 시공법을 결정하였다.

2. 접지저항의 기준

가공지선이 있는 철탑에 대한 접지저항치의 기준은 154kV 이하 송전선로의 경우 15[Ω] 이하, 345kV 송전선로의 경우 20[Ω] 이하로 정상접지 저항치와 과도접지 저항치가 유지되어야 한다. 단, 66kV 이하의 송전선로에서 목주, 콘크리트주의 접지저항치는 30[Ω] 이하로 한다.

3. 철탑의 접지방법

철탑은 각 다리에 1본 이상의 접지봉 또는 매설지선을 타설하여 접지한다. 여기서 접지봉의 표준크기는 $L50 \times 50 \times 4$ [mm], 길이 1,500[mm]의 각철 또는 접지동봉(ESB 107-529-531)을 사용한다. 또 이 접지봉과 철탑을 연결하는 도선은 38[mm]의 양측에 압축터미널을 붙인 연동연선을 표준으로 하고 볼트로서 철탑 및 접지봉에 연결한다. 그리고, 매설지선은 38[mm](7/2.6[mm])의 동복 강연선을 사용함을 표준으로 하고, 지하 50[cm] 이상의 깊이에 20~30[m] 정도 매설한다.

논밭 등 매설지선 설치가 어려운 지역으로서 토양비저항 측정값이 300[Ω·m] 미만인 지역에서는 접지봉 또는 접지동봉 등을 사용한다.

접지시공은 표준접지시공을 원칙으로 하며 기준치 이하로 유지하기 어려운 경우에는 보조접지시공을 시행한다. 표준접지시공법을 표 1에 나타내었으며, 표준접지시공으로 시공한 후 접지저항이 기준치를 넘게 되면 집중접지개소에 접지저항 저감제를 사용하고 매설지선 길이가 30[m] 이하인 경우 중앙부분에 집중으로, 매설지선 길이가 30[m] 이상인 경우 중앙 및 말단에 집중으로 보조접지시공을 시행한다.[2]

표 1. 표준접지시공(매설지선 길이 및 조수)

토양비저항 [Ω·m]	154kV 송전선로		345kV 송전선로		비 고
	분포접지	집중접지	분포접지	집중접지	
300~900	30m×4	-	25m×4	-	경질토사, 고사점토 외
900~1,200	45m×1 30m×3	10m×4			
1,200~1,500	55m×1 30m×3	20m×4	25m×4	10m×4	풍화암, 연암
1,500 이상	75m×1 30m×3	20m×4	75m×1 30m×3	20m×4	보통암, 경암

4. 저항성 유도전압 해석

3.1 해석모델

매설지선 시공방법별로 그 특성을 알아보기 위해 그림 1과 같이 5가지 시공방법을 선정하여 해석하였다. 여기서, 각각의 시공방법은 Type A부터 Type E까지 명명하였다.

매설지선 시공방법에 따른 특성을 알아보기 위해 철탑 접지를 통해 토양에 유

입되는 전류는 5,000[A]로 가정하였으며, 토양비저항은 실측치를 토대로 2.951[m] 깊이까지는 150.83[Ω·m]이며, 그 이하에서는 67.169[Ω·m]인 2층 구조의 대지로 모델링하여 사용하였다.[3] 철탑의 앵커와 철근 기초는 345kV 송전선로에 사용되는 철탑의 일반기초 시공도면을 토대로 같은 형상으로 입력하였으며, 가스배관과의 최근접거리는 6.3[m]이다.

매설지선은 길이가 25[m]인 38[mm²]의 동복 강연선이 지하 50[cm]에 매설된 것으로 해석하였다.

접지해석 프로그램인 KWIKGRID[®]을 사용하여 345kV 송전선로의 철탑기초를 통해 고장전류가 토양으로 유입될 때 지표면뿐만 아니라 토양 속 임의지점의 대지전위와 접지전극의 저항 및 전위를 계산하였다.[4]

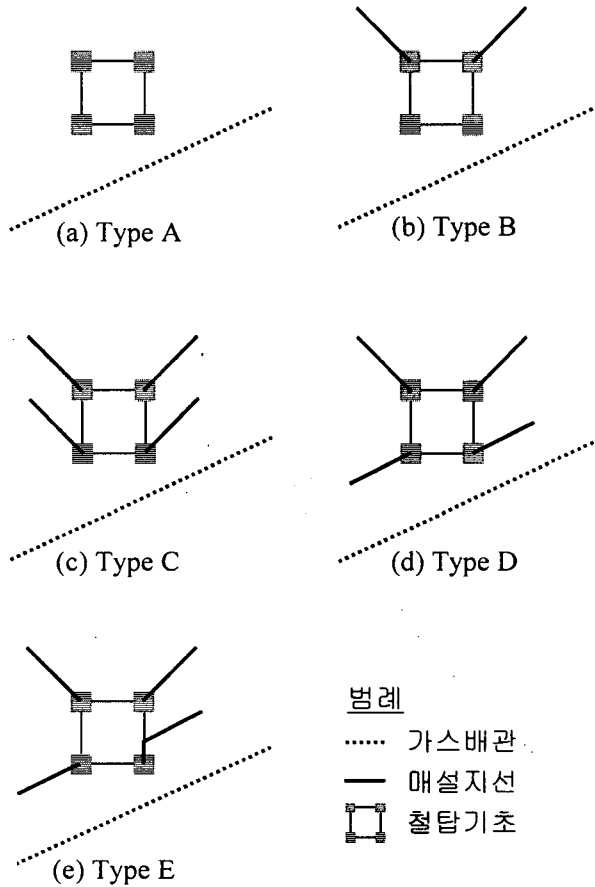


그림 1. 매설지선 시공방법

3.2 해석결과

각각의 매설지선 시공방법에 대하여 접지저항과 저항성 유도전압을 해석한 결과는 표 2와 같으며, 그림 2에는 가스배관을 따라 110[m] 구간에 대하여 저항성 유도전압 해석 결과를 나타내었다. 여기서, 가스배관을 원격접지로 가정할 경우 해석된 저항성 유도전압은 가스배관의 코팅 양단에 걸리는 전압이 된다.

표 2에서 알 수 있듯이 Type E형의 매설지선 시공방법이 송전선로 고장발생 시 가스배관에 미치는 영향이 가장 작은 것으로 나타났다.

표 2. 매설지선 시공방법별 해석 결과

매설지선 시공방법	접지저항 [Ω]	저항성 유도전압 최대치 [V]	비 고
Type A	1.1687	2,805.98	
Type B	1.0983	2,676.59	
Type C	1.0613	2,638.37	
Type D	1.0457	2,637.79	
Type E	1.0335	2,595.56	최소

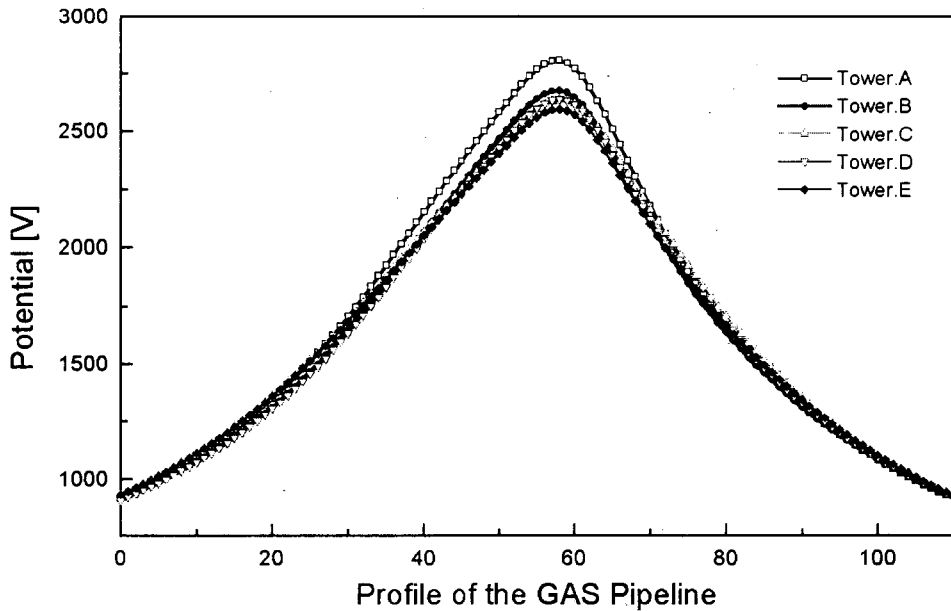


그림 2. 매설지선 시공방법별 배관의 저항성 유도전압

4. 결론

송전선로 첩탐의 접지기준을 알아보고, 첩탐의 매설지선 시공법에 따른 접지저항과 가스배관의 저항성 유도전압을 해석함으로써 고장발생시 고장전류가 첩탐 접지를 통해 토양에 유입될 때 인근에 매설된 가스배관에 미치는 영향이 가장 작은 매설지선 시공법을 결정하였다.

향후 지하에 매설된 가스배관과 가까운 위치에 송배전선로의 첩탐이 시공될 경우 효율적인 매설지선 시공법을 제시하였다.

참 고 문 헌

- [1] E.D. Sunde, "Earth Conduction Effects in Transmission Systems", D. van Nostrand Co. Inc., 1949
- [2] 한국전력공사 송전편 설계기준-1101, 가공송전선 지지물의 접지, 1987. 2
- [3] "IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance and Earth Surface Potentials of a Ground system", IEEE Std. 81, 1983
- [4] Ground-it.com Consulting Ltd., Computer Software for Grounding Analysis, KWIKGRID[®] Reference Manual, March 11, 2001