

## 가공송전선로의 철탑 접지저항 저감효과 분석

민병욱, 김대영, 박봉규, 최진성, 강연욱, 박광욱, **배현권**  
한국전력공사

### Analysis of Grounding resistance reduction effect of Transmission tower

Byeong-Wook Min, Tai-Young Kim, Bong-Gyu Park, Jin-Sung Choi, Yeon-Woog Kang, Kwang-Uk Park, Hyun-Kwon Bae  
Korean Electric Power Corporation

**Abstract** - With the transmission line the ratio of lightning breakdown the while whole breaking down is occupying a high share with average 72%, is a tendency which increases continuously.

In order decreasing the back flashover faults from like this lightning breakdown, it is very important to maintain grounding resistance of tower below target.

In this paper, we synthetically analyzed the grounding resistance reduction effect of tower foundation and standard ground connection from construction site, and investigated efficiency for ways to increase the length of counter poise and expand the size of conductivity concrete materials.

저항률 100~2000Ω·m를 적용하였으며, 그 외의 토양모델에 대한 분석은 필요시 시행하면 된다.

<표 2> 철탑기초 제원

구 분	철탑기초규격					
	주체부 상단폭	주체부 하단폭	주체부 높이	바닥판 폭	바닥판 두께	근개 거리
154kV A2-30m	600mm	1240mm	3700mm	2600mm	500mm	6900mm
345kV A2-30m	600mm	1400mm	4700mm	3200mm	700mm	8200mm

### 1. 서 론

지난 10년간 가공송전선로 전체고장 중 낙뢰고장의 비율은 평균 72%로 높은 점유율을 차지하고 있으며, 지속적으로 증가하는 추세이다. 이러한 낙뢰고장은 역섬락 고장과 차폐실체 고장으로 구분할 수 있는데, 역섬락 사고를 감소시키기 위해서는 철탑 접지저항을 목표치 이하로 유지하는 것이 중요하다.

철탑기초는 철근과 콘크리트로 구축되기 때문에 구조체 자체가 좋은 접지극이 될 수 있고, 철탑기초 구조체에 침상접지봉을 기본적으로 설치하고 접지저항 목표치를 초과하는 경우에는 접지저항을 더욱 낮추기 위해 매설지선과 접지저항저감제를 사용하여 접지시공을 시행한다.

본 논문에서는 접지해석 전용프로그램인 MALT 프로그램을 사용하여 현장에서 시공하는 철탑기초 및 표준접지시공의 접지저항 저감효과를 종합적으로 분석하고, 접지저항 저감효과 상수를 위한 표준접지시공 확대 시행시의 효율성을 검토하였다.

### 2. 철탑기초 접지시공 개요

KEPCO는 접지시공시 설계기준 DS-1101 『가공송전선 지지물 접지기준』에서 154kV는 15Ω, 345kV는 20Ω 이하의 접지저항 목표치를 유지함을 기본으로 한다.

철탑 조립후 접지저항이 목표치 이하를 확보하지 못할 경우, <표 1>과 같이 대지저항률에 따라 지하 50cm 이상의 깊이에 매설지선(38mm<sup>2</sup> 동복강연선)과 접지저항감제를 동시에 사용하여 분포접지 및 집중접지를 시행하고 있다.

<표 1> 표준접지시공

대지저항률 (Ω·m)	154kV 이하 T/L 매설지선 길이 및 조수		345kV T/L 매설지선 길이 및 조수	
	분포접지	집중접지	분포접지	집중접지
500 미만	20m × 4	-	15m × 4	-
500이상 ~700미만	30m × 4	-	20m × 4	-
700이상 ~1,000미만	30m × 4	10m × 4	30m × 4	-
1,000이상			30m × 4	10m × 4

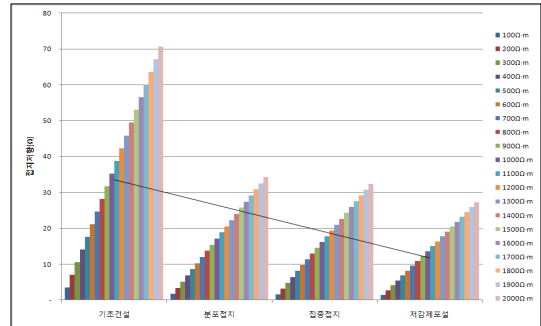
### 3. 철탑기초 및 접지시공 모델링

대상철탑은 154kV, 345kV 각각 A2-30m를 사용하였고, 기초는 역 T형 기초로 제원은 <표 2>과 같다. 매설지선 및 접지저항저감제는 등가 단면적 1개의 원형동선으로 모델링하여 10~100m를 적용하여 접지저항 저감효과를 검토하였다. 토양모델은 균일토양으로 가정하여 대지

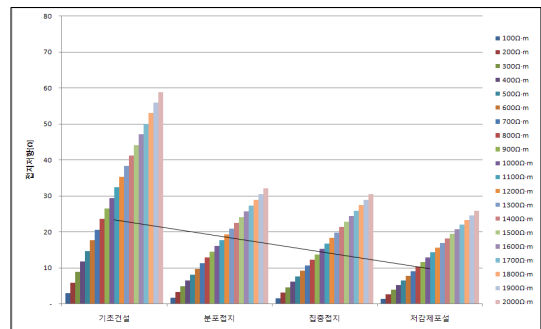
### 4. 접지저항 저감효과 분석

#### 4.1 접지시공 순서별 접지저항

철탑기초 건설, 매설지선 포설(분포 30m 및 집중 10m), 접지저항저감제 포설(10cm×40cm) 순서에 따른 접지저항 저감효과 분석결과는 전압별로 <그림 1>과 같다.



(a) 154kV A2-30m



(b) 345kV A2-30m

<그림 1> 접지시공 순서별 접지저항

기초규격이 큰 345kV가 초기 접지저항값이 낮게 나오며, 기초규격이 작은 154kV가 접지시공에 따른 접지저항 저감률은 더 큼을 알 수 있다. 이는 철탑기초 구조체가 될수록 접지극의 크기가 커져 철탑기초의 저감효과가 커짐을 의미하며, 일정크기를 갖는 접지시공이 상대적으로 작아져 철탑기초 구조체가 작을 때 보다 저감효과가 줄어들게 된다.

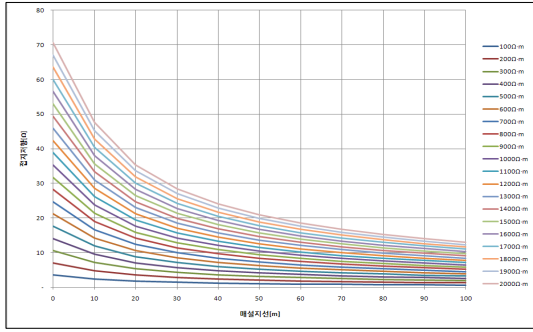
또한, 각 시공과정별 저항률을 보면 철탑기초 크기에 관계없이 분포 접지의 효과가 가장 크며, 집중접지의 효과는 미미함을 알 수 있다. 접지시공 순서별 저항률은 <표 3>와 같다.

**<표 3> 접지시공 순서별 저감률**

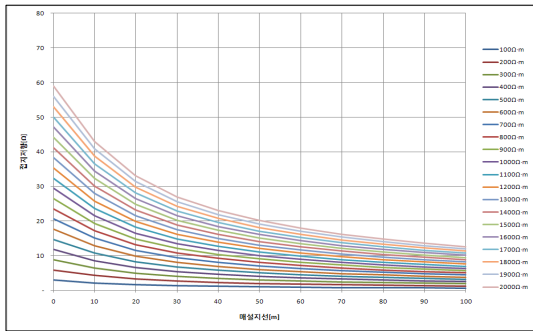
전압	분포접지	집중접지	저감제포설	합계
154kV	51.4%	2.7%	7.2%	61.3%
345kV	45.5%	2.8%	7.6%	56.0%

**4.2 매설지선 길이별 접지저항**

매설지선(접지저항저감제 10cm×40cm 동시포설) 길이를 10~100m로 변화시키며 분석한 결과는 전압별로 <그림 2>와 같다.



(a) 154kV A2-30m



(b) 345kV A2-30m

**<그림 2> 매설지선 길이별 접지저항**

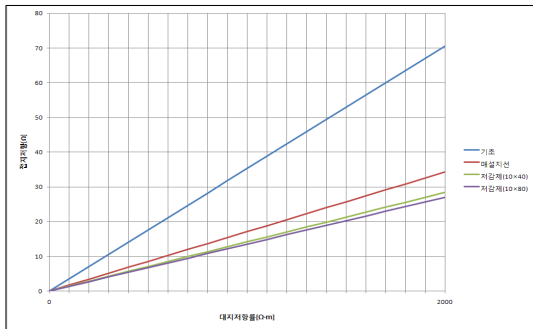
매설지선이 길이가 길어질수록 접지저항 저감효과는 점점 커지는 것으로 나타났다. 하지만, 매설지선을 30m 포설했을 때의 저감률이 100m 포설시 저감률의 50%이상으로 매우 크나, <표 4>와 같이 단위 길이 증가량에 따른 저감률은 길이가 길어질수록 점차 감소하는 것으로 나타나 접지저항 저감을 위해 매설지선을 계속적으로 늘리는 것은 경제성이 적어지는 것으로 나타났다.

**<표 4> 매설지선 길이별 저감률**

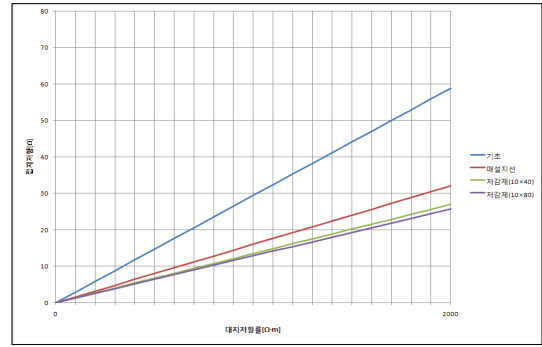
전압	0~30m	30~60m	60~100m	합계
154kV	59.8%	13.9%	7.9%	81.6%
345kV	54.2%	15.4%	8.9%	78.5%

**4.3 접지저항저감제 포설량별 접지저항**

매설지선 30m에 접지저항저감제 포설량을 10cm×40cm에서 10cm×80cm으로 2배 증가시켜 분석한 결과는 전압별로 <그림 3>과 같다.



(a) 154kV A2-30m



(b) 345kV A2-30m

**<그림 3> 접지저항저감제 시공량별 접지저항**

접지저항저감제를 현재 시공기준(10cm×40cm)으로 시공시 매설지선만 포설한 경우보다 154kV는 8.4%, 345kV는 8.7%의 접지저항 저감효과를 보였지만, <표 5>와 같이 시공량을 2배로 증가(10cm×40cm)시켜도 154kV는 10.3%, 345kV는 10.7%로 각각 1.9%, 2.0%의 접지저항 저감효과를 나타내 접지저항 저감을 위해 접지저항저감제의 시공량을 늘리는 것은 비경제적인 것으로 나타났다.

**<표 5> 접지저항저감제 시공량별 저감률**

전압	매설지선	저감제 (10cm×40cm)	저감제 (10cm×80cm)	비교
154kV	51.4%	59.8%	61.7%	1.9%
345kV	45.5%	54.2%	56.2%	2.0%

**5. 결 론**

가공송전선로 전체고장 중 낙뢰고장의 비율은 2000년이후 평균 75%로 높은 점유율을 차지하고 있으며, 지속적으로 증가하는 추세이다. 이러한 낙뢰고장 사고에서 역선탭 고장을 감소시키기 위해서는 철탑 접지저항을 목표치 이하로 유지하는 것이 중요하다.

따라서 본 논문에서는 현장에서 시공하는 철탑기초 및 표준접지시공의 접지저항 저감효과를 종합적으로 분석하고, 접지저항 저감효과 상생을 위한 매설지선 길이 증대 방안과 접지저항저감제 포설량 확대 방안에 대한 효율성을 검토하였다.

검토 결과를 종합하여 불배 접지저항 저감효과가 철탑기초 구조체 크기에 영향을 받음을 알 수 있었고, 현재의 접지시공 방법에 대하여는 접지 방법이 적절하여 접지저항 저감효과가 우수한 것으로 나타났다.

또한, 매설지선 길이 증대 및 접지저항저감제 포설량 확대는 접지저항 저감효과는 있으나 그 효과가 미미하여 비경제적인 것으로 나타났다. 따라서, 현장에서 접지설계시 접지저항 저감효과와 경제성을 종합적으로 고려하여 최적의 접지시공 방법을 선택해야 할 것으로 판단된다.

**[참 고 문 헌]**

[1] SES, MALT Users' Manual  
 [2] 한풍, 최종기, 정길조, 김정부, "765kV 심형기초 철탑의 정상 접지저항", 전기학회지, Vol.46, No.9, pp. 36~45, 1997  
 [3] 전력연구원, "접지저항 저감제 성능분석 및 765kV 1회선용 HRSG 적용필요성(최종보고서)", 2004  
 [4] 송변전전략실, "낙뢰발생 및 낙뢰고장 분석자료", 2011  
 [5] 송변전전략실, "송전선로 낙뢰고장 예방을 통한 신뢰도 향상TDR 최종보고서", 2011