

## 대지저항률 변화에 따른 접지설계 기법

한창동, 최형철  
한국수자원공사 수자원연구원

### The method of ground connection system design due to the difference of earth restivity

C. D. Han, H. C. Choi,  
Korea Institute of Water and Environment .Kowaco

**Abstract** - 접지설비는 전력계통의 안정적인 운전을 유지하고 사고시 고장전류를 대지로 안전하게 방전시켜 사람과 전기설비의 안전을 확보하는 데 그 목적이 있다. 접지설계시 대지저항률은 중요한 설계인자로 대지저항률 변동에 따른 접지설계 방법을 접지설계프로그램을 이용하여 비교, 분석하였다.

#### 1. 서 론

전력계통에 있어서 접지설비는 정상상태에서는 전력계통의 안정적인 운전을 유지하고 사고시에는 고장전류를 대지로 안전하게 방전시켜 사람과 기기의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다. 따라서 접지설계에서 접지저항과 사고시 최대 접촉/보폭전압의 예측은 매우 중요한 요소이다.

현재의 발·변전소 접지설계시 대부분 IEEE Std-80 [1,2], Std-665[3]에서 제시한 접지저항, 접촉전압, 보폭전압 계산식을 이용하고 있다. 그러나 이와 같은 방법은 계산식이 복잡할 뿐만 아니라 목표 접지설계를 위하여 지속적인 반복 작업이 필요하며 많은 가중과 전제를 포함하게 되어 정확한 접지성능 예측이 어려운 문제점이 있다.

따라서 IEEE Std-80의 계산식을 근거로 컴퓨터 프로그램(CDEGS)을 활용하여 접지시스템을 설계함으로써 기존의 설계방식과 유사하면서도 보다 최적의 접지저항값과 정확한 지표면 전위경도에 대한 최대 접촉 및 보폭전압을 예측할 수 있다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 대지비저항

발·변전소 접지설계 설계에 있어 그 장소의 토양특성은 가장 중요한 요소 중의 하나이다. 토양의 고유저항은 성분(Composition), 균질성(Homogeneity), 온도 및 습기 함유량에 따라 광범위하게 변화한다. 토양의 고유저항은 온도가 0℃이하로 저하되면 급격히 증가하며 습기 함유량이 15%(중량대비)이하로 떨어져도 급격히 증대한다. 따라서 접지도체는 동절기에도 얼지 않는 깊이에 매설할 필요가 있으며 지표면에는 자갈을 깔아 토양의 습기를 보존하여야 한다. 토양의 고유저항은 실측치를 적용해야 하며 예상된 가장 불리한 조건하(고유저항이 큰 값)의 값으로 하여야 한다.

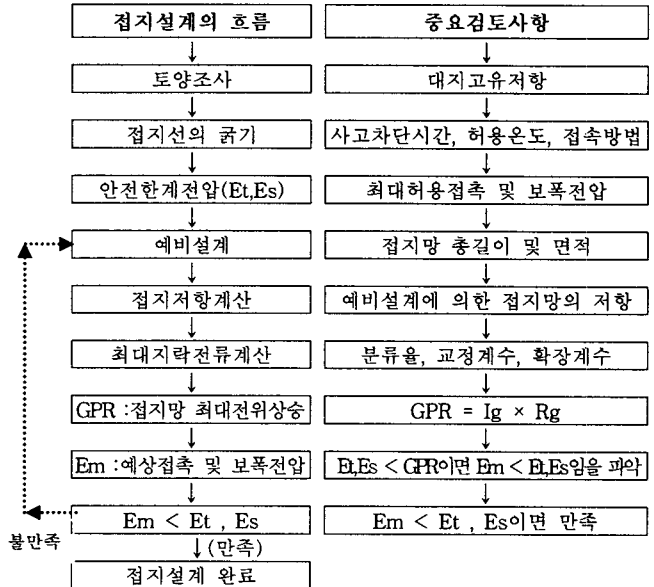
대지고유저항의 측정은 Wenner의 4전극법인 Schlumberger 전극법이 널리 사용되고 있다. 측정방법은 전류전극을 바깥쪽에 배열하고 전위전극을 안쪽에 배열하여 전류량을 검출하고 이에 대한 전압강하는 측정기 자체에서 계산한다.

이에 대한 해석방법은 현장에서 측정된 걸보기 저항값을 가지고 계산식에 의해서 다층 대지 비저항을 단일 대지 비저항으로 환산하거나, 다층 대지 비저항 해석 프로그램인 ESII (Electrical Sounding Interactive Interpretation)를 이용할 수 있으며 본 해석 프로그램은 Wenner, Schlumberger 배열방식의 수직탐사 뿐만 아니라 임의의 전극 배열에 대해서도 층상 해석이 가능하다.

대형 발·변전소일 경우 지하의 깊은 층까지의 대지고유저항 즉 토양상태를 알아내기 위하여 전극간격을 최소 1m에서 점차 증가시켜 최대 100~150m까지 측정하는 것이 좋다. 측정선은 1개 발전소 부지에 수평 및 수직으로 2개 측정선을 선정하고 그중에서 가혹한 토양조건 쪽을 채택하여 설계에 반영한다.

##### 2.2 접지설계 기본 절차

###### 2.2.1. 접지설계 절차



###### 2.2.2. 설계기초자료

컴퓨터 프로그램(CDEGS)을 활용하여 접지시스템을 설계시 대지 비저항 10(Ω·m), 30(Ω·m)의 기초설계 자료는 다음과 같다.

구 분	값	비 고
접지망 포설 면적	280×40=11,200 [㎡]	
접지망 매설 깊이	8 [m]	지표하 28m 기준
접지도체 총 길이	2,800 [m]	
접지망 도체 직경	0.00691 [m]	
매쉬망 단면적	150 [mm <sup>2</sup> ]	
감쇄계수	0.77	
지락전류	46.8 [kA]	

##### 2.3. 대지저항률 변화에 따른 접지설계 비교, 분석

접지설계를 하는 경우 최대지락전류, 지락전류지속시간, 지락전류 분류율, 접지도체의 굵기가 동일한 조건하에 대지비저항이 각각 10(Ω·m), 30(Ω·m)일 때 접지항목별 사항을 분석하면 다음과 같다.

###### 가) 접지망 최대 전위 상승(GPR)

접지전극에 접지전류가 흐를 때 접지전극이 매설된 대지의 지표면에서의 전위상승을 말함.(표1값 참고)

###### 나) 최대허용접촉/보폭전압

최대허용접촉전압이란 사람이 지상에 서서 기기의 외함이나 철구에 접촉한 경우 인체에 가해지는 허용한도의 전압을 말하며 최대허용보폭전압이란 접지전극 부근의 지표면에 생기는 전위를 의미한다.(표1값 참고)

###### 다) 최대예상보폭/접촉전압

매쉬접지방식에서 매쉬에서의 최대전위와 최소전위의 차의 전압을 말함.(표1값 참고)

## 2.4. 접지설계시 고려사항

### 2.4.1. 조건1 (대지비저항이 10( $\Omega \cdot m$ )경우)

“접지망 최대 전위 상승(GPR) < 최대허용 접촉/보폭전압”조건이 만족되면 매쉬망 접지설계는 완료됨

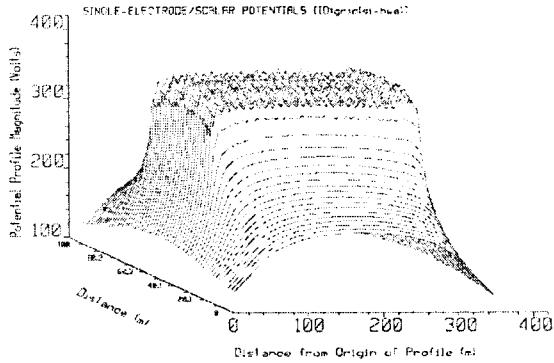
### 2.4.2. 조건2 (대지비저항이 30( $\Omega \cdot m$ )경우)

“접지망 최대 전위 상승(GPR) < 최대허용 접촉/보폭전압”인 경우  
 “최대허용 접촉/보폭전압 > 최대예상 보폭/접촉전압” 조건을 만족하면 매쉬망 접지설계는 완료됨

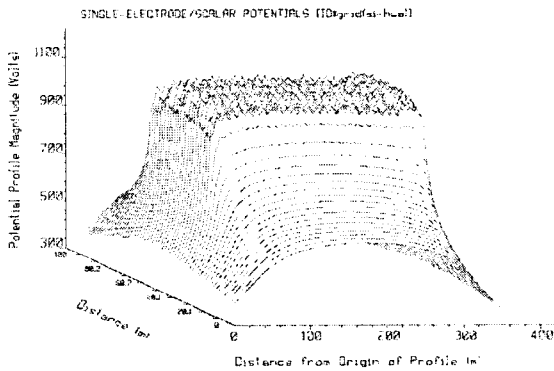
### 2.4.3. 비교

상기 조건2 상태에서 조건1상태를 만족하기 위하여 매쉬 접지망 간격을 좁히고 접지봉을 많이 타설해도 대지전위상승값을 저하에는 한계가 있다.

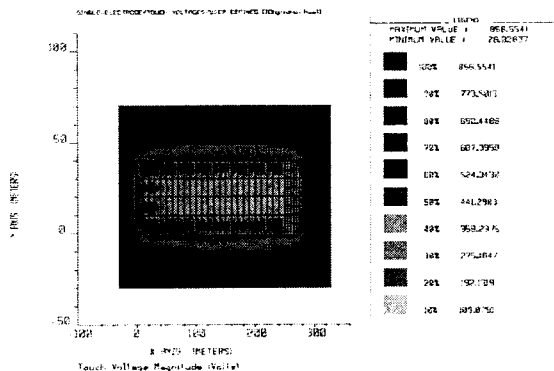
## 2.5. 접지설계 시뮬레이션 결과



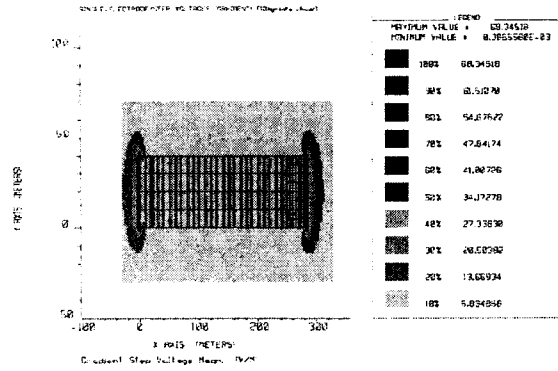
<그림 3> 대지전위 상승값 403V(대지저항률 10 $\Omega \cdot m$ )



<그림 4> 대지전위 상승값 1,208V(대지저항률 30 $\Omega \cdot m$ )



<그림 5> 최대 예상접촉전압 275V(대지저항률 30 $\Omega \cdot m$ )



<그림 6> 최대 예상보폭전압 68V(대지저항률 30 $\Omega \cdot m$ )

## 3. 결 론

컴퓨터 프로그램에 의한 접지설계를 한 결과 가로280m, 세로40m의 장방형에 가로도체 5개, 세로도체 29개로 매쉬접지망을 구성했을 때 대지저항률이 10 $\Omega \cdot m$ 일 때 대지전위 상승값은 403V로 최대 허용접촉전압 472V보다 낮아 적절한 접지설계이며, 대지저항률이 30 $\Omega \cdot m$ 일 경우는 대지전위 상승값이 1,208V로 높아 최대 허용접촉전압 473V보다 높으므로 다음 단계로 접지설계를 분석하면 최대 예상접촉전압 275V가 최대 허용접촉전압 473V보다 낮고 최대 예상보폭전압 68V가 최대 허용보폭전압 1,545V보다 낮게 설계되었으므로 안정성이 확보된 접지설계라 할 수 있다.

<표 1> 발전소 접지설계 세부내용

No	항 목	값 (대지저항률 10 $\Omega \cdot m$ )	값 (대지저항률 30 $\Omega \cdot m$ )
1	최대 지락전류 [kA]	46.8	46.8
2	지락전류 지속시간 [sec]	1	1
3	지락전류 분유율 [%]	20	20
4	접지도체의 굵기 [mm]	150	150
5	접지망에 의한 접지저항 [ $\Omega$ ]	0.035	0.107
6	접지망 최대 전위 상승(GPR) [V]	403	1,208
7	최대 예상 접촉전압 [V]	92	275
8	최대 예상 보폭전압 [V]	23	68
9	최대 허용 접촉전압 [V]	472	473
10	최대 허용 보폭전압 [V]	1,540	1,545
11	접지 면적 [m <sup>2</sup> ]	11,200	11,200
12	매쉬 간격 [m]	10	10
13	접지도체의 길이 [m]	2,800	2,800
14	매쉬망 접지전류[kA]	11.2	11.2

## [참 고 문 헌]

- [1] 접지의 핵심 기초 기술, 공저: 이복희, 이승철
- [2] 접지·등전위 본딩 설계 실무지식