

접지극의 공용화를 통한 접지저항 저감효과 분석

홍성택\*, 이은춘, 신강욱  
한국수자원공사

Analysis of Ground Resistance Reduction Effect by Common use of Ground Poles

Sung-Taek Hong, Eun-Chun Lee, Gang-Wook Shin  
Korea Water Resources Corporation

**Abstract** - The ground resistance of middle scale ground pole was measured by using the 'fall of potential method' suggested by IEEE. However, the measured resistance value was lower than the minimum value required. To solve this problem, ground pole was set to be used commonly.

In this research, ground resistance was measured using the newly suggested method and the results were analyzed to see if they satisfied the domestic regulation. The results of this research will be applied to the management works as well as the establishment of new plan.

1. 서 론

수도사업장의 중규모 접지극의 접지저항을 정확히 알아보고자 국제규격(IEEE)에서 제시하는 전압강하법을 이용하여 2003년 10월에 1차 측정을 실시하였으나, 일부 구간에서 상호 접지선 연결 방법 및 접지저항이 기준값에 미달되는 사례가 발생하였다. 이에 대한 개선방안을 2003년 11월에 제시하였고 동년 12월에 제시한 방식으로 제시하였다. 본 연구에서는 이에 따른 2004년 3월 최종적인 접지저항을 측정하여, 국내법에서 제시하는 접지저항값 유지여부를 검토하였다.

2. 접지저항 측정 및 해석

2.1 접지저항 측정방법

접지저항 측정방법은 몇 가지 변형된 방법이 있으나, 가장 신뢰성이 높은 것은 전압강하법이다. 전압강하법은 측정대상 전극에 전류를 주입시켜 이 전류가 측정하고 있는 대지와 전위전극 사이의 전압에 영향을 끼치는 것을 측정하는 방식이다. 측정방법은 그림 2.1과 같으며, 시험전류 전극은 측정할 전극에 전류를 흘리기 위해 사용된다.

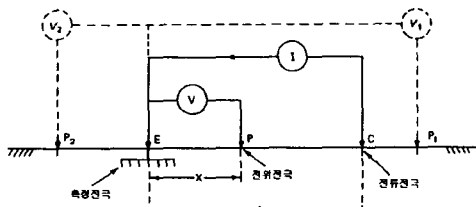


그림 2.1 전압강하법 측정원리

피측정 전극 E를 통과하는 전류 I와 전류전극 C는 대지표면 전위상승의 변화를 일으킨다. 전극 C, P, E의 방향에 따른 전위 곡선은 그림 2.2와 같이 나타난다.

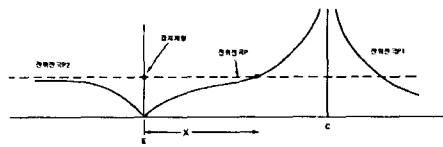


그림 2.2 이격거리 x에 의한 겹보기저항

전위는 피측정 전극 E와 관련하여 측정되는데 편의상 영전위로 간주한다. 전압강하법은 전극을 거리 x의 함수로  $V/I=R$ 의 비율을 곡선으로 표시하는 방식이다. 전위전극은 단계별로 대지를 따라서 이동되며, 각 단계별로 임피던스 값이 측정된다. 이 임피던스는 그림 2.3과 같이 거리의 함수로 곡선이 구해지며 이 곡선에서 평탄하게 나타나는 값이 피측정 대지의 임피던스 값으로 간주된다.

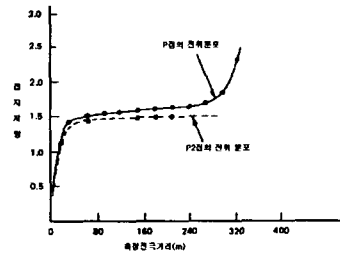


그림 2.3 High-Impedance 접지시스템의 경우

2.2 접지저항 해석방법

IEEE Std 81-1983에 의하면 측정하고 있는 접지극 임피던스의 참값을 나타내는 하나의 전위전극 위치가 있다는 것을 제시하고 있다. 매쉬접지가 복잡한 형태로 되어 있는 경우에는 정확한 위치 확인이 어려울지도 모른다.

그림 2.4에 나타난 것처럼 지층별 대지비저항 구조에 따라 값이 달라지며, 이는 작은 접지시스템일수록 측정값이 안정적이다. 요구되는 전위전극의 이격거리 x(전극이 접지극 E와 C사이 에 위치해 있고 대지가 균일하다면)는  $x/a = 0.618$ 에 위치한다. 이 사실은 E.B Curdts에 의해 작은 반구상의 전극에 대해서 입증되었으며, 61.8%의 규칙을 적용하기 위해서는 대지비저항이 균일하다는 조건과 전극이 반구상 전극으로 간주될 수 있어야 한다.

또한, 측정시 이격거리에 대한 기준점이 결정되어야

한다. 반구상 접지극에 있어서 그 기준은 접지극의 중심 접점이다. 대단위 접지시스템에서 안정적이고 신뢰성 높은 접지저항값을 얻기 위해서는 전류 전극을 무한 이격시키는 것이 중요하다. 매쉬접지망을 대상으로 실험한 결과 매쉬망 대각선 길이의 5배 이상을 이격하였을 경우 평활 부분을 쉽게 찾을 수 있다.

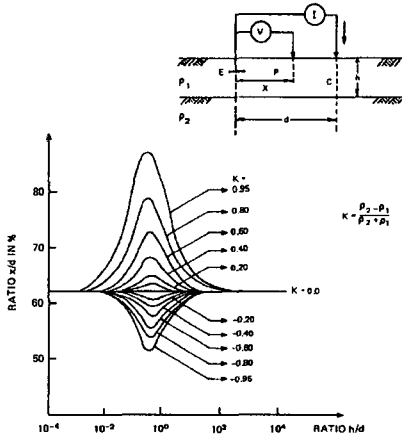


그림 2.4 2층 대지구조에서 요구되는 전위전극의 위치

### 3. 접지저항 측정 및 해석

#### 3.1 접지저항 측정위치

정수장의 접지저항을 측정하기 위하여 측정선을 펼친 위치는 1차 측정 위치와 같으며 그림 3.1과 같다.

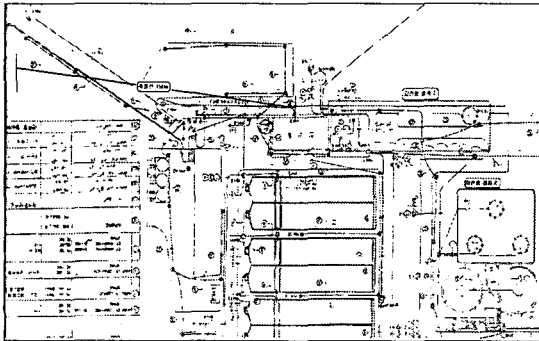


그림 3.1 정수장 접지저항 측정위치도

측정대상 정수장의 경우 산 정상에 위치하여 평탄한 거리를 쉽게 찾을 수가 없어 정문쪽 진입로를 측정위치로 선택하였다. 접지극의 형태가 소형 매쉬 및 접지봉으로 되어 있어 등가면적이 작을 것으로 예측하고, 측정선의 길이를 대략 150m정도 펼쳐서 측정하였다.

강전용 접지극의 경우 관리동 본관 우측에 매설지선과 접지동봉을 이용하여 시공하였고, 일부 접지극은 관리동에서 약 50m이격된 테니스장 주변에 매설하였다. 또한, 통신용 접지극은 농축조 앞에 접지봉과 접지판을 매설하여 상호 병렬접속후 관리동 2층 중앙조정실로 직접 인입하였고, 최근에 접지단자함에서 타 접지극과 상호연접하였다. 따라서 측정선을 실제 150m 펼쳤으나, 접지극의 반대편 방향으로 펼쳤기 때문에 실제 접지극 중심에서부터의 거리는 200m 이상 이격되었다고 판단된다.

#### 3.2 접지극 연결방법 및 보완 현황

1차 측정당시 접지극의 연결방법은 강전용과 약전용이 분리되어 각각의 설비로 연결되었으나, 이상(지락)전류 유입시 접지극 상호간의 접지저항 차이에 의한 전압 차이가 발생하여 설비의 절연을 위협, 사고를 이어질 확률이 높으므로 이를 보완하고자 강전용과 약전용을 공용하여 그림 3.2와 같이 보완하였다.

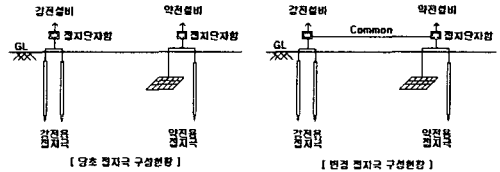


그림 3.2 접지극 구성방법 변경도면

#### 3.3 접지저항 측정결과

##### 3.3.1 제1차 측정(2003년 10월)

###### (1) 강전용 접지극 측정결과

정수장의 강전용 접지는 제1, 2, 3종 접지극을 모두 공용하여 사용중에 있으므로 접지단자함의 공통모선에 연결하여 측정하였다.

그림 3.3은 강전용 접지극의 측정결과를 나타내며, 그래프의 수평부분이 많이 형성되어 안정적으로 측정되었으며, 측정선을 펼친 길이가 150m일 때 총 길이의 61.8% 지점은 약 93m 지점이 되며, 이 지점의 값이 측정 대상의 접지저항이고, 1차 측정당시 기준으로 9.3Ω 정도가 된다.

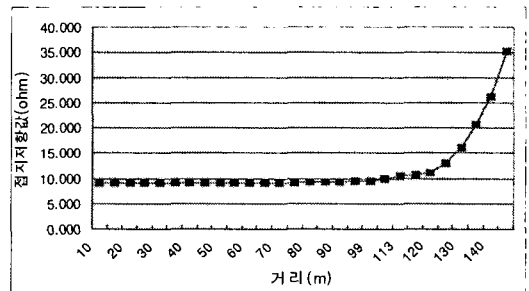


그림 3.3 정수장 강전용 접지극 접지저항 측정결과

###### (2) 약전용 접지극 측정결과

1차 측정당시 통신용 접지의 경우 강전용 접지와는 분리되어 별도의 접지선을 통해 관리동 2층 중앙제어실로 인입, 운영중에 있었다. 따라서 통신용 접지극의 측정방법도 강전용 측정위치와 동일하게 측정선을 펼쳤다.

통신용 접지극의 경우 농축조 앞에 일괄 설치되어 있으므로 펼쳐진 측정선의 시점부분에서 접지극까지는 약 50m정도 여유가 있는 것으로 간주하고, 측정시점을 50m로 하여 강전용과 동일하게 측정하였다.

그림 3.4는 통신용 접지극의 접지저항 측정결과를 나타내며, 그래프의 수평부분이 많이 형성되어 안정적으로 측정되었으며, 측정선을 펼친 길이가 200m일 때 총 길이의 61.8% 지점은 약 125m 지점이 되며, 이 지점의 값이 측정 대상의 접지저항이고, 1차 측정당시 기준으로 6.5Ω 정도가 된다.

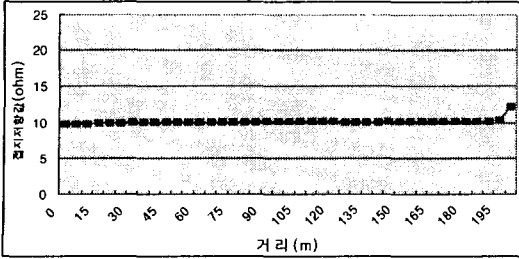


그림 3.4 정수장 약전용 접지극 접지저항 측정결과

### 3.3.2 제2차 측정(2004년 3월)

제2차 측정당시에는 그림 2.5와 같이 강전용과 약전용을 공용하였고, 매설 접지극도 보완한 상태이므로 공통의 접지단자에서 측정하였다.



그림 2.5 정수장 접지단자함(지하변전실)

정수장의 경우 피뢰기를 제외한 모든 접지극을 공용화 하였으며, 강전용(피뢰기) 접지극은 1차 측정 때 9.3Ω으로 나타났고, 강, 약전용 공용접지후 접지저항 값은 그림 2.6과 같으며, 접지극에서 측정선의 총 길이를 135m로 할 때 61.8%지점은 대략 85m 지점이다. 그래프에서 85m 지점의 값이 2차 측정일을 기준으로 할 때 5.2Ω이다.

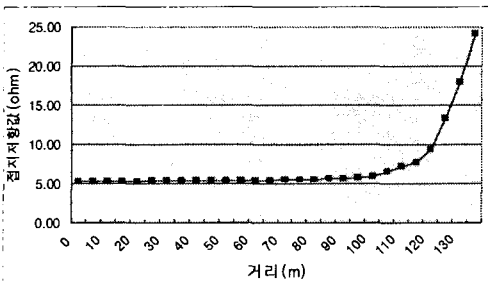


그림 2.6 정수장 공용접지망 접지저항 측정값

## 3.4 접지저항 변화요인 및 계절변동계수 적용

### 3.4.1 접지저항 변화요인

지중에 매설된 접지설비의 접지저항은 토양의 상태에 따라 수시로 변화하며, 그 변화요인은 토양의 습윤상태, 온도, 매설심도, 염해성분 등이 있다.

### 3.4.2 계절변동계수 적용

지중에 매설된 접지극은 여러 가지 요인으로 인하여 동일지점의 접지저항이 계절적, 심도적으로 변화한다. 따라서 접지저항 측정당시의 일기 및 계절 등을 잘 고려하여 계절별로 접지저항을 환산하는 것이 필요하다.

2차(2004년 3월) 측정당시의 토양특성은 동절기에서 해동하는 단계로 대지비저항이 비교적 높은 시기이며, 표 3.1은 종합적으로 적용하는 계절변동계수 및 정수장의 월별 접지저항 예상 변화값을 나타내었다.

표 3.1에서 2차 측정시기가 3월이므로 변동계수 1.0으로 년중 가장 접지저항이 높은 시기임을 알 수 있다. 따라서 하절기를 비롯한 기타의 계절에는 접지저항이 측정값보다 낮게 유지될 것으로 판단되며, 각 접지망을 공용화 할 경우 평균 5Ω이하로 비교적 안정적이라고 판단할 수 있다.

표 3.1 계절변동계수

구 분 \ 월	2,3 (2차)	1,4	5,12	6,11	7,10 (1차)	8,9	
계절변동계수	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	
1차	강전용	15.5	13.9	12.4	10.8	9.3	7.7
	약전용	10.8	9.7	8.6	7.5	6.5	5.4
2차	공용	5.2	4.7	4.2	3.6	3.2	2.6

## 4. 결 론

정수장의 접지극의 연결방법이 강전용과 약전용이 분리되어 각각의 설비로 연결되었으나, 접지극 상호간의 접지저항 차이에 의한 전압차이가 발생하여 설비의 절연을 위협, 사고를 이어질 확률이 높으므로 이를 보완하고자 강전용과 약전용을 통합하여 공용하는 방법을 제시하여 제시공하였다. 이에 따른 접지저항 측정결과를 전기설비기술기준에서 제시하는 기준값과 만족하는지 여부를 검토한 결과는 표 4.1과 같다.

표 4.1 접지저항 분석결과

구 분	측정값 (3월기준)	변동범위 (계절별)	기준값 (내선규정)	판정
강전용 (1.2중 접지)	공용접지 5.2Ω	5.2~2.6Ω	1중:10Ω	양호
약전용 접지 (3중접지)			2중:5Ω	
			3중:100Ω	양호

현재 국내의 경우 22.9kV 배전선로에서 전기를 수용할 경우 다중접지 특성상 목표접지를 5Ω이하를 유지하도록 법적으로 명시되어 있다. 따라서 년중 5Ω이하를 유지하는 것이 원칙이지만 겨울철에는 낙뢰의 발생빈도가 극히 적으므로 경제성 등을 감안하여 겨울철은 규제값을 약간 상회하도록 설계하는 경우도 있다. 그림 4.1에서 보는 바와 같이 본 정수장의 경우 동절기 3개월 정도는 규제치를 약간 상회하지만 낙뢰빈도가 많은 기타의 계절에는 규제치 이하에서 운영됨을 예측할 수 있다.

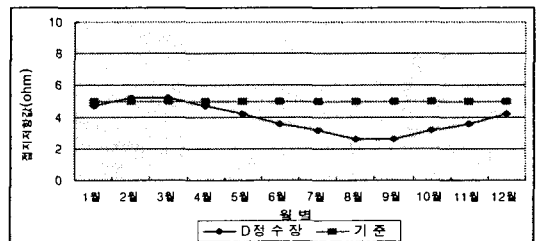


그림 4.1 정수장 계절별 접지저항 변화예상 값

### (참 고 문 헌)

- [1] 대한전기협회, 전기관계법령집, 2000. 2
- [2] 대한전기협회, 내선규정, 2000. 2
- [3] 이복의, 접지의 핵심기초기술, 도서출판 의제, 1999. 9
- [4] IEEE Std80, 81, 83
- [5] IEC/TC 81