

**배전선로 접지 성능 측정 및 모니터링 시스템 기술에 관한 연구**

김경철, 김종욱, 박상영, 이주홍  
홍익대학교

**A Study on the Measurements/Monitoring System for the Grounding Performance of Distribution Lines**

Kyung-Chul Kim, Jong-Ook Kim, Sang-Young Park, Joo-Hong Lee  
Hong-Ik University

**Abstract** - 본 논문은 운전중인 배전 전주의 접지저항 측정 기술 배전선로 접지 성능 측정 및 모니터링 시스템 기술에 관한 연구를 통하여 국내의 접지측정 방법 및 문제점을 조사, 분석, 검토하였고, 우리나라 실정에 맞는 새로운 측정방식 도입에 연구의 초점을 두었다. 본 논문에서 현실적으로 문제되고 있는 접지측정방식과 유지방식에 대한 실태 및 문제점을 파악하여 변화된 접지환경에 적합한 접지측정기술과 유지방식을 도출하였다. 또한 접지저항 측정기법을 통하여 배전선로의 전주간 접지저항을 측정하였고 개발된 측정기에 있는 모니터링 접지저항값 획득 시스템에 대하여 언급하였다.

**1. 서 론**

국내 배전선로의 경우 산악지 및 암반지역을 통과하는 경우가 많으므로 안정된 접지시공이 매우 어렵고, 안전한 접지저항값의 유지관리가 원활하지 않다. 배전선로에 있어서 신뢰성 있는 전력수송을 위하여 중요하게 다루어져야 할 기술 중의 하나가 접지시스템이고, 시공된 접지공사에 대해 주기적인 접지저항 확인을 필요로 한다. 그러나 접지는 일년에 한 두 번의 측정으로 매우 소홀히 다루어져 왔다. 일반적으로 국내 접지는 충분한 검토에 의한 설계보다는 현장에서의 무수한 시행착오를 겪으면서 설계 및 시공방법의 변경 등으로 발전되어져 왔다. 이는 그동안의 접지의 개념이 전기안전 측면에서 하나의 주변기술로 인식되어져온 결과물인 동시에 국내 접지관련 기술의 낙후성을 가져 왔습니다. 접지시스템에 연결된 배전선로의 전력설비 및 계측장비에 강한 노이즈전류나 서지전류가 유입되어 설비 및 장비가 파손되고 안정적 장비운용에 방해를 일으킨다.

이러한 상황에도 불구하고 국내 배전선로 접지기술은 내실없이 외형적인 규모만 커지며, 매우 취약한 상태로 운용되고 관리가 제대로 이루어지지 않고 있다.

최근 전기·전자기기의 폭발적인 증가로 양질의 전력 수요가 어느 때보다 요구되고, 배전선로용 전력설비의 장비보호 및 전력품질 향상 면에서 접지의 역할은 매우 중요하다. 그러므로 개인용 이동통신의 발달과 무선 데이터 통신 기술이 급성장함에 따라서 접지저항의 확인을 위하여 접근이 용이하지 않은 국내 현실을 감안할 때 무선 데이터 통신 기술을 이용하여 전력계통에서 중요한 분야 중 하나인 접지시스템에 접목시켜 접지저항의 측정 및 모니터링을 함으로써 신속한 접지저항 확인과 동시에 접지저항 불량에 의한 주변의 대지 표면의 전위상승으로 다른 설비에 미치는 영향을 최소화해야 한다. 그리고 전력 시스템 불안정 등의 문제점을 사전에 예방 하고, 접지시스템의 시간의 흐름에 따라 접지저항값이 변화기 때문에 안정된 접지저항값을 유지하기 위해서 정기적인 점검과 관리가 수행되어야 한다. 이를 위하여 배전선로에 전용 장비를 구축하고 효과적인 유지관리 시스템을 도입할 필요가 있다.

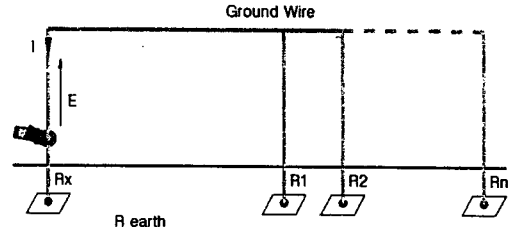
본 연구는 현실적으로 문제되고 있는 접지측정방식과 유지방식에 대한 실태 및 문제점을 파악하여 변화된 접지환경에 적합한 접지측정기술과 유지방식을 도출하고자 한다. 또한 접지저항 측정기법을 통하여 배전선로의 전주간 접지저항을 측정하고 획득하는 시스템을 개발하여 접지 때문에 발생하는 문제점을 최소화하여 경제적이고, 합리적인 접지시스템을 유지하는데 있다. 접지저항 측정방법에 따른 신뢰성 있는 접지저항값의 측정이 가능한지 여부를 현장 측정을 통하여 확인하고 보다 소형 경량화 할 수 있는 방안을 모색한다.

**2. 본 론**

**2.1 측정을 위한 방법**

**2.1.1 Hook-on 측정법에 의한 배전선로 접지저항 측정**

측정장비는 CHAUVIN ARNOUX사의 모델 C.A 6412 GROUND TESTER이다. Hook-on 측정법은 다른 접지저항의 측정법에 비해서 특별히 요구되는 복잡한 측정기가 필요하지 않으므로 측정방법이 간단하여 실제의 운전중인 전력설비 및 배전선로의 접지저항 측정에서의 적용이 용이한 방법이다. 그림 1은 Hook-on 측정법으로 접지저항 측정방법을 나타내었다. 그림 3.2에서 측정대상 접지극의 접지저항(Rx)을 제외한 다른 접지극들의 병렬 합성저항은 측정접지저항(Rx)보다 매우 작다는 가정을 전제한다.



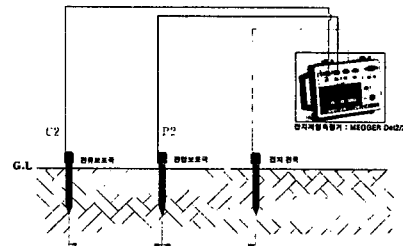
〈그림 1〉 Hook-on 측정방법

**2.1.2 전위강하법에 의한 배전선로 접지저항 측정**

접지 저항 측정은 MEGGER DET2/2 장비로 전위 강하법(Fall-of-potential method) 원리로 측정하였다. 61.8[%] 법칙에 따라 접지 전극과 전압 보조극 사이는 12.36[m], 전압 보조극과 전류 보조극 간격은 7.64[m]으로 접지 저항값을 측정했다.

이 전위강하법은 측정접지전극과 두 개의 보조전극이 사용되어 총 3개의 전극에 의한 측정이 이루어지므로 3점 전위강하법이라고도 한다. 이 방법은 원리상 대부분의 측정 방법 기술을 포괄하는 성격을 가지고 있는 대표적인 것으로서 이 방법을 기준으로 측정 방법에 따른 실질적 적용을 위한 것이다.

그림 2는 전위강하법으로 접지저항 측정방법을 나타낸 것이다. 이 측정에서 전위점의 평탄한 곡선 구간 형성을 찾기 위한 전류전극의 설치 위치, 즉 접지전극으로부터의 이격거리는 기본적으로 해당 접지체의 시설 규모에 의한 영향을 받지 않는다는 가정을 전제한다.



〈그림 2〉 전위강하 측정방법

**2.2 측정 결과**

**2.2.1 배전전주 위치 및 접지저항 측정 사진**

충북 진천군 이월면, 충북 증평군, 충북 청원군 오창면, 충북 음성군 및 경기도 안성시 보개면 일대에 시설되어 있는 배전선로 중 임의의 배전전주 접지저항을 Hook-on식 계측기로 측정한다. 측정치의 검증은 위하여 이번에는 다중접지된 연결선을 분리한 후 전위강하법에 따라 전주로부터 20m 이격된 곳에 전류극환전극을 설치하고 접지저항을 측정하였다. 그림 3은 접지저항 측정위치와 접지저항 측정 사진의 일부 나타낸 것이다.

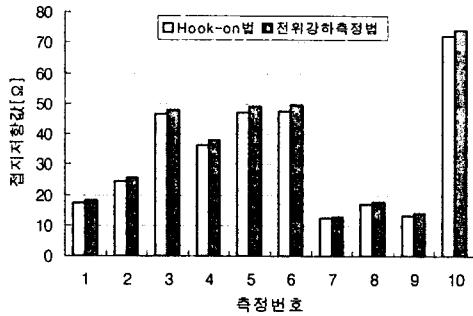
26762-711 남성선28 1L-103	46.4 [Ω]	47.7 [Ω]

〈그림 3〉 배전전주 위치 및 접지저항 측정 사진

**2.2.3 배전전주 접지저항 측정 데이터**

운전중인 배전 전주의 접지저항 측정에서의 적용이 용이한 방법인

Hook-on 측정법으로 측정된 저항값과 다중접지 연결을 제거한 후 전위강하법에 의해 측정된 저항값을 비교하여 그림 4에 나타내었다.



〈그림 4〉 측정된 접지저항의 비교

〈표 1〉 Hook-on법과 전위강하법으로 측정된 접지저항

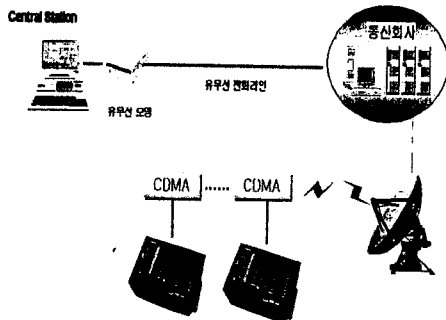
구분 NO	Hook-on법 [Ω]	전위강하법 [Ω]	오차 [%]
1	17.3	18.01	0.71
2	24.5	25.5	1.00
3	46.4	47.7	1.30
4	36.2	37.8	1.60
5	47.1	48.9	1.80
6	47.5	49.3	1.80
7	12.2	12.60	0.40
8	17.1	17.89	0.79
9	13.4	14.03	0.63
10	72.0	74.2	2.20

표 1에 나타난 바와 같이 Hook-on법으로 측정된 접지저항은 전위강하법으로 측정된 접지저항에 비해 접지저항값이 낮게 나타났다. 오차범위를 비교한 결과 근접하게 나타남을 알 수 있다.

### 2.3 무선 CDMA통신기법을 활용한 데이터 취득

#### 2.1.1 무선 CDMA통신방식의 적용에

무선 CDMA 통신 방식은 현재 다양한 분야에서 사용하고 있으나 실시간으로 통신을 하였을 경우 많은 통신비 부담으로 인하여 전력 쪽에서는 거의 사용을 하지 않고 있다. 그러나 본 연구와 같은 접지 측정에는 오랜기간 동안의 트렌드를 관측하는 것이 주목적이고 항상 데이터를 실시간으로 전송받아야 할 부담이 없기 때문에 무선 CDMA방식을 이용해서 데이터 취득을 하면서 관리하는 것이 용이하다고 하겠다. 현재 이러한 CDMA 방식을 활용해서 사용하는 예를 보면 한전 배전선로의 주상변압기에 설치해서 사용하고 있는 전력품질 측정 시스템이 있다. 한전 주상변압기에 설치하여 전력품질을 측정하면 이 데이터를 취득하기 위해서 매번 직접 갈 수도 없는 노릇이고 그렇다고 광통신등을 활용하려고 하면 설치 및 관리비가 많이 들어가므로 CDMA통신을 활용하고 있다.

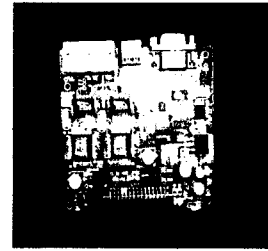


〈그림 5〉 System 개략도

#### 2.1.1 무선 CDMA통신방식 적용방안

현재 개발된 접지 시스템의 주 통신 방식은 RS232 방식이다. 우리가 사용할 무선 CDMA 모델은 RS232통신을 기본으로 전송이 되기 때문에 적용하기에 전혀 무리가 없을 것으로 판단된다. 또한

RS232통신을 무선 통신으로 활용하기 위해서 데이터를 변환하는 보조 장치를 개발 하여야 하는데 이는 현재 Micro Power라는 업체에서 개발된 데이터 전송장치를 활용하여 이를 보완하고 수정하여 개발중에 있다.



〈그림 6〉 데이터 전송장치

위의 데이터 전송장치는 주 기억용량은 5M이며 이는 접지시스템 데이터를 3달동안 안정적으로 저장할 수 있는 용량이다. 따라서 최소한 3개월에 한번씩만 데이터를 전송 받아도 크게 무리없이 접지시스템의 데이터를 관리할 수 있다는 결론이 나온다.

아직은 프로토콜을 무선 CDMA에 맞추어 바꾸는 작업이 진행되고 있는 않아 시험을 하지 않고 있지만 이 프로토콜작업이 진행되는 대로 바로 데이터 전송 시험을 실시할 예정에 있다.

### 3. 결 론

배전선로의 접지시스템은 안전을 위해서 이론적으로 시뮬레이션을 통하여 접지시스템 성능의 양부를 판단할 수 있지만 오래된 배전선로의 접지시스템에 대해서는 실제로 성능의 양부를 평가하기 위한 유일한 방법이 접지저항 측정이다. 지중에 매설된 접지전극의 부식에 의해서 특성의 경년변화가 일어날 수 있으므로 안전을 위해서는 접지전극의 상태 또는 접지설비의 성능을 주기적으로 확인하는 것이 매우 중요하다. 운전중인 배전선로의 접지시스템의 성능에 대한 평가방법으로 배전선로에 광범위한 접지의 네트워크를 구성하는 방법이 있다. 운전중인 배전선로의 접지저항을 보다 정확하게 측정하기 위해서는 정확한 측정방법이 필요하므로 앞으로 제안할 Hook-on식 측정법의 신뢰성을 확인하기 위해서 본 연구에서는 전위강하법과 Hook-on법을 이용하여 접지저항을 측정하고 이 측정방법의 정확성을 평가하였다. 배전선로의 접지저항을 Hook-on 측정방법으로 측정된 결과와 전위강하법으로 측정된 결과를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) Hook-on법에 의한 접지저항의 측정결과를 보조전극을 설치하여 측정된 전위강하법에 비하여 측정치가 평균 1.22[Ω] 낮은 접지저항값을 얻었다.
- (2) 본 연구에서 제안한 Hook-on측정법으로 측정된 접지저항값이 전위강하법으로 측정된 접지저항값과 측정치가 유사함을 확인하였다.
- (3) 운전중인 배전선로 접지시스템의 접지저항측정에서 전위강하법을 이용한 접지저항 측정은 측정 보조전극의 설치 및 측정 접지극을 분리해야하는 어려움에 비해 Hook-on측정법은 측정하는데 특별히 요구되는 설치장치가 필요치 않아 운전중인 배전선로의 접지저항 측정에 적절하다.

향후 연구에서는 운전중인 변전선로 접지시스템의 접지저항 측정치를 무선통신(CDMA)으로 전송하는 시험을 진행하면서 시스템 안정화 작업에 박차를 가하여 접지저항의 DB화함으로써 접지성능을 정기적으로 진단하는데 유용하게 사용될 것으로 기대된다.

본 논문은 한국전기공사협회 지원사업(KECA-2005-002)으로 수행된 연구결과입니다.

### 【참 고 문 헌】

- [1] 김성모, 이형수 공역 "접지기술 입문", 동일출판사, 1995.
- [2] 이종선, "현장의 접지기술과 접지 시스템", 성안당 1998.
- [3] 지철근 감수 "2000. 전기공사시공도집", 1999. 한국전기공사협회.
- [4] 전력연구원 "축소형 변전소 접지효과와 증대방안 연구", 1998.
- [5] F. Dawalibi and D. Mukhedkar, "Parametric Analysis of Grounding Grids," *IEEE Transactions, Vol. PAS-98, No. 2, September/October 1979.*