

Trust Analysis of Ground Resistance Measurements by the Substitute Auxiliary Electrode

李 尚 益[†] · 兪 在 根^{*} · 全 正 采^{**} · 全 炫 裁^{**}
(Sang-Ick Lee · Jae-Geun Yoo · Jeong-Chay Jeon · Hyun-Jae Jeon)

Abstract - This paper summarize about the auxiliary electrode measured a ground resistance. The method to measure a ground resistance is the fall-of-potential method to using an auxiliary electrode. And an auxiliary electrode must be set up on the ground. Today it is so difficult to set up the auxiliary electrode on the ground because of many concrete building and many paved roads. So this paper is regarding a trust analysis of the ground resistance measurement by the substitute auxiliary electrode. It substituted a iron structure around the building, a neutral line multiplex ground to earth, a wire net for auxiliary electrode. This information is confirmed by compared with the measurement value.

Key Words : Ground Resistance Measurement, Neutral Line, Wire Net, Auxiliary Electrode

1. 서 론

접지는 전기설비와 인체를 보호하기 위하여 시설하게 되는데 이상전류가 발생하였을 경우 접지의 역할은 대단히 중요하다. 최근 컴퓨터, 제어기기, 인터넷 등의 정보화 기기 및 통신의 발전에 따른 중요성도 증가하고 있다.

접지는 전기설비 기술기준 21조에 의하여 제1종, 제2종, 제3종, 특별 제3종 접지의 종류로 시설하고 각각의 접지저항치를 유지하도록 규정하고 있다[1]. 또한 제24조의 지중에 매설되어 있고 대지와 전기저항치가 3[Ω] 이하의 값을 유지하고 있는 금속제 수도관로는 접지극으로 사용할 수 있다고 규정하고 있다. 또한 대지와 사이에 전기저항치가 2[Ω]이하인 값을 유지하는 건물의 철골 기타의 금속체는 제1종이나 제2종 접지극으로 사용할 수 있다고 규정하고 있다[1].

접지저항치를 유지하고 관리를 하기 위해서는 접지저항을 측정하여야 하는데 접지저항을 측정하기 위해서는 전류보조전극과 전압보조전극을 설치하여 접지저항을 측정하여야 한다[2-5]. 그렇지만 도심지역에서는 건물의 콘크리트화, 도로의 포장 등으로 인하여 접지저항 측정용 보조전극을 설치하기가 곤란하고 어려운 경우가 상당히 많다. 또한 복잡한 특성을 갖고 있는 접지에 대해서 지금까지는 접지전극에 대한 수식적인 연구나 컴퓨터를 통한 모델링적인 연구·조사는 많이 진행되어 왔으나 접지저항 측정용 보조전극을 설치할 수 없는 장소에서 대체 보조전극을 이용하여 접지저항 측정에 관한 연구는 많지 않은 것이 사실이다.

따라서 본 논문에서는 접지저항 측정용 보조전극을 대지에 설치하지 않고 접지전극 주변에 있는 대상물 등을 접지저항 측정용 보조전극으로 대체하여 접지저항 측정에 사용되고 있는 접지단자함 주변의 철구조물, 다중접지된 중성선, 동 재질의 철망을 접지저항 측정용 보조전극으로 이용하여 접지저항을 접지종별로 각각 측정하였으며, 접지저항 측정용 보조전극을 대지에 설치하여 접지저항을 측정하고 그 측정값을 기준으로 정하여 대체 보조전극을 이용한 측정값과 비교·분석을 통한 대체 보조전극의 신뢰성을 확인하고자 한다. 또한 접지저항 측정을 용이하게 할 목적으로 접지시공과 더불어 설치된 측정용 보조전극[6]을 이용한 접지저항 측정값 비교·분석을 통한 설치된 측정용 보조전극의 신뢰성도 확인하고자 한다.

2. 본 론

2.1 접지저항의 정의

접지되어 있는 설비에서 접지선, 접지전극을 거쳐 대지로 흐르는 전류를 접지전류라고 하고, 임의의 접지저항의 값을 갖는 접지전극에 접지전류가 흐르면 전위가 생기는데 이를 접지전위상승이라 한다[2].

그림 1에 나타낸 바와 같이 임의의 크기와 형상을 가지는 접지전극에 전류 I[A]가 유입되어 접지전극의 전위가 무한원점의 기준전위(Remote reference potential ; 0전위)에 대해서 V[V]만큼 상승하였다면, 접지저항 R[Ω]은 이론적으로 옴의 법칙에 따라 식 (1)과 같이 접지전극의 전위상승 값과 접지전류의 비로 정의된다. 여기서 무한 원점은 접지전류가 흘러도 전위가 변하지 않는 지점, 즉 통전전과 상태가 변하지 않는 장소이다. 또한 이 때 접지전극의 주위에서는 접지전류에 의해서 전기화학작용(Electrochemical reaction)이 발생하지 않는 것으로 생각한다.

[†] 교신저자, 正會員 : 電氣安全研究院 先任研究員

E-mail: sangickl@kesco.or.kr

^{*} 正會員 : 電氣安全研究院 責任研究員

^{**} 正會員 : 電氣安全研究院 研究員

接受日字 : 2007年 2月 15日

最終完了 : 2007年 5月 8日

$$R = \frac{V}{I} \quad (1)$$

식 (1)로 나타내어지는 접지저항을 통상 직류 접지저항 또는 저주파 교류전류에 대한 접지저항이라 말하며, 정상접지저항이라고 한다.

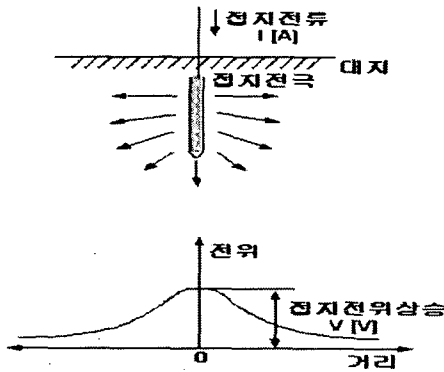


그림 1 접지저항의 정의
Fig. 1 Definition of the ground resistance

2.2 접지저항 측정방법

전기설비 기술기준에는 각각의 접지에 대하여 종별로 구분하여 시설하고 이를 측정하고 관리하도록 되어 있고[1], 일반적으로 접지저항 측정은 그림 2와 같은 전위강하법을 이용하는 방법으로 측정하고, 전위강하식 접지저항계를 이용하여 접지저항을 측정한다[5, 7]. 전위강하식 접지저항 측정법은 접지저항 측정방법의 하나로서 무한 원점에 대한 전위상승을 기준으로 하며, 현실적으로 유한 구간의 전위상승을 택하고 있다. 유한구간을 정하는데 있어서 보조전극의 위치선정이 중요한데 전위강하법은 보조전극 접지저항의 영향이 적어 소규모 접지전극 뿐만 아니라 대규모 접지시스템과 같이 낮은 접지저항을 가지는 접지계의 접지저항 측정에도 적합한 방법이다. 전위강하법을 이용한 접지저항 측정계의 구성은 그림 2와 같으며, 그림에서 E는 피측정 접지전극이고, C, P는 측정용의 보조전극으로 E로부터 적당한 거리에 설치하는데 C가 전류보조전극, P가 전위보조전극이다[5, 7].

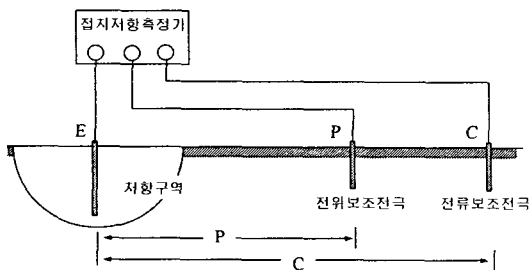


그림 2 전위강하법의 측정회로
Fig. 2 Measurement circuit of fall-of-potential method

일반적으로 접지를 시설하고 관리를 할 때 그림 2와 같이 전위보조전극(P극)과 전류보조전극(C극)을 설치하여 측정회로를 구성한 후 접지저항을 측정하고 있다. 그러나 접지가

시공된 장소의 환경에 따라 보조전극을 설치하기 어려운 경우 접지극이 시설된 주변의 철골이나 철구조물, 다중접지된 중성선, 보조철망, 수도관 등을 측정용 보조전극으로 이용하여 접지저항을 측정하여 활용하고 있다. 내선규정에서는 접지저항의 측정을 용이하게 하고 접지저항 측정용 보조전극 설치의 어려움을 해결하기 위하여 접지저항 측정용 보조전극을 시설하도록 권고하고 있다[6]. 따라서 본 연구에서는 그림 2와 같은 전위강하법에 의해 전위보조전극(P극)과 전류보조전극(C극)을 각각 30m, 50m 거리에 일직선 동일 방향으로 설치하여 접지저항을 측정하고, 그림 3과 같이 내선규정에서 권고하는 내용과 같이 설치된 접지저항 측정용 보조전극을 이용한 측정, 그림 4와 같이 접지단자함 주변에 있는 철골이나 철구조물 중 61.8%법칙을 적용하여 24m 정도 독립적으로 떨어진 것은 전압보조전극, 40m 정도 독립적으로 떨어진 것은 전류보조전극으로 이용한 측정, 다중접지된 중성선을 접지저항 측정용 보조전극으로 이용하고 접지저항계의 P극과 C극을 단락시켜 측정하는 2단자법 측정, 그림 5와 같은 동재질의 철망을 보조전극으로 이용한 측정 등으로 구분하여 각각의 접지종별에 대한 접지저항 측정을 통해 대체 보조전극의 이용에 따른 신뢰성을 비교·분석하여 확인하고자 한다.

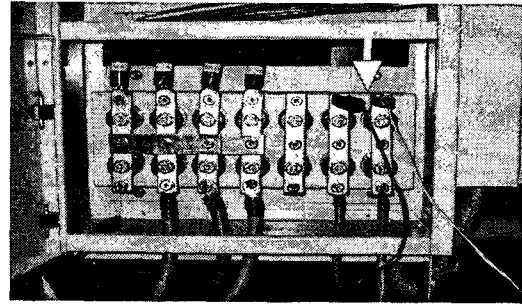


그림 3 측정용 보조전극 설치 접지단자함
Fig. 3 Installed Measuring auxiliary electrode

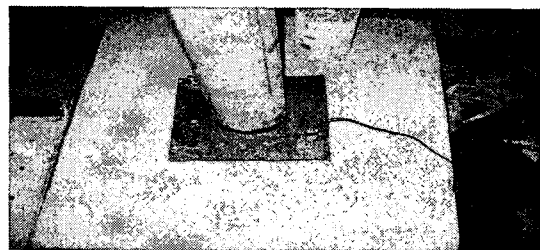


그림 4 보조전극으로 사용된 철 구조물
Fig. 4 Iron structure auxiliary electrode

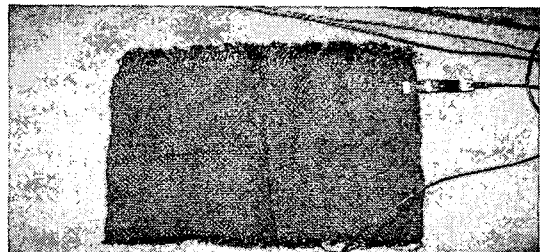


그림 5 보조전극으로 사용된 보조철망
Fig. 5 Auxiliary wire net

2.3 다중접지된 중성선 이용 접지저항 측정

접지를 시설하고 접지저항을 측정하기 용이하게 하기 위하여 접지단자함을 시설하도록 하고 있다. 접지단자함은 전기를 수전하는 수전실 주변에 일반적으로 설치되어 있다. 수전설비에는 다중접지된 중성선을 연결하여 사용하고 있다. 접지저항을 측정하기 위해서는 접지저항 측정용 보조전극을 설치하여야 하나 수전실의 접지단자함의 설치위치가 지하나 옥상 등에 설치됨에 따라 측정용 보조전극의 설치에 어려움이 있어 다중접지된 중성선을 보조전극으로 이용하고 접지저항 측정에 사용하고 있다. 따라서 중성선을 보조전극으로 이용한 접지저항 측정의 타당성을 확인하고자 약 30개소의 접지단자함에서 접지저항계의 P극과 C극을 단락하여 중성선을 보조전극으로 이용하여 측정하는 2단자법으로 접지저항을 측정하였다. 또한 접지저항 측정의 기본이라 할 수 있는 전위강하법으로 전압과 전류의 보조전극을 61.8%의 법에 맞게 P극 30m, C극 50m 정도 일직선 동일 방향으로 이격 설치한 후 접지저항을 측정하여 기준으로 설정하였다[7]. 그림 6, 그림 7, 그림 8은 제1종, 제2종, 제3종 접지를 측정된 그래프로서 기준값과 중성선을 이용하여 측정된 측정값의 차를 나타내고 있다. 그림 6은 제1종 접지를 측정된 값으로 기준값과 중성선을 이용한 측정값의 차는 최대 2.6[Ω], 평균 1.6[Ω]을 나타내었다. 그림 6에서 2개소는 제1종 접지의 규정치 10[Ω]을 초과한 측정값으로 1개소는 기준값 8[Ω], 중성선 이용값 11[Ω]으로 측정되었고, 또 다른 1개소는 기준값 45[Ω], 중성선 이용 40[Ω]으로 측정되었다

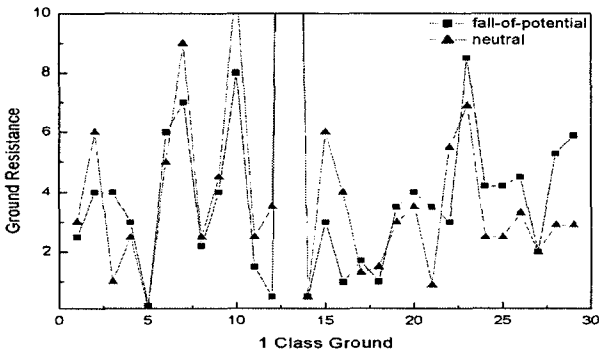


그림 6 1종 접지저항 측정
Fig. 6 Measurements of 1 class ground resistance

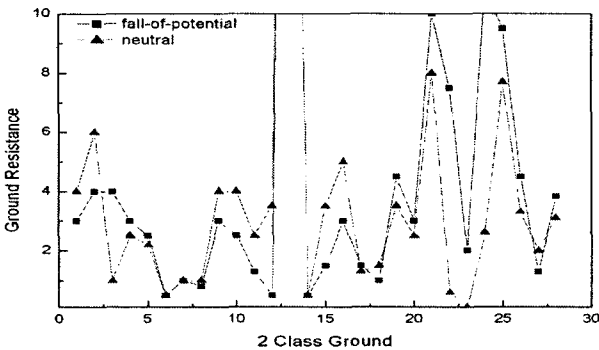


그림 7 2종 접지저항 측정
Fig. 7 Measurements of 2 class ground resistance

그림 7은 제2종 접지저항을 측정된 그래프로서 기준값과 중성선을 이용한 측정값의 차는 최대 8.2[Ω], 평균 1.61[Ω]을 나타내었다. 그림 7에서 제2종 접지의 규정치를 5[Ω]으로 가정하였을 경우 5개소에서 규정치를 초과한 측정값으로 각각 기준값 40[Ω], 10[Ω], 7.5[Ω], 10.8[Ω], 9.5[Ω], 중성선 이용 40[Ω], 8[Ω], 0.6[Ω], 2.6[Ω], 7.7[Ω]으로 측정되었다. 그림 8은 제3종 접지저항을 측정된 그래프로서 기준값과 중성선을 이용한 측정값의 차는 최대 5.0[Ω], 평균 1.3[Ω]을 나타내었고, 측정값 모두 규정치 100[Ω]을 만족하는 값으로 나타났다.

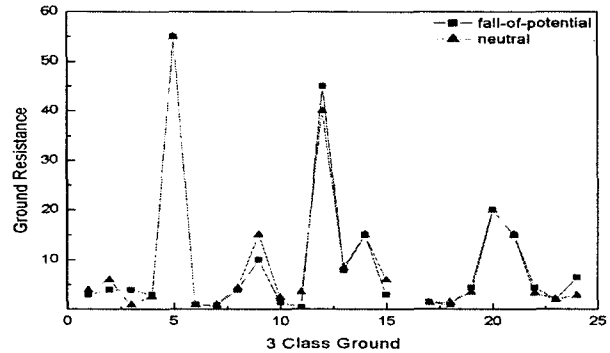


그림 8 3종 접지저항 측정
Fig. 8 Measurements of 3 class ground resistance

2.4 철구조물을 이용한 접지저항 측정

접지저항 측정용 보조전극을 설치하기 어려운 경우 수전실의 접지단자함의 주변에 있는 철골이나 철구조물 등을 접지저항 측정용 보조전극으로 이용하여 접지저항을 측정된 경우이다. 앞의 결과 마찬가지로 접지저항 측정의 기본이라 할 수 있는 전위강하법으로 전압과 전류의 보조전극을 61.8%의 법에 맞게 P극 30m, C극 50m 정도 일직선 동일방향으로 이격 설치한 후 접지저항을 측정하여 기준으로 설정하였고[2, 7], 수전실 주변상황을 고려하여 P극과 C극은 접지단자함으로부터 각각 24m, 40m 정도 거리에 독립적으로 설치된 철구조물들을 보조전극으로 이용하여 측정된 값과 비교를 하였다. 그림 9, 그림 10, 그림 11은 제1종, 제2종, 제3종 접지를 측정된 그래프로서 기준값과 철구조물을 이용하여 측정된 접지저항 측정값의 차를 나타내고 있다. 그림 9는 제1종 접지를 측정된 값으로 측정값의 차는 최대 43.1[Ω], 평균 9.41[Ω]을 나타내었다. 그림 9에서 기준값은 규정치인 10[Ω]을 모두 만족하였으나 2개소는 제1종 접지의 규정치 10[Ω]을 초과한 측정값으로 1개소는 기준값 5.3[Ω], 철구조물 이용값 45[Ω]으로 측정되었고, 또다른 1개소는 기준값 5.9[Ω], 철구조물 이용 43.1[Ω]으로 측정되었다. 그림 10은 제2종 접지저항을 측정된 그래프로서 기준값과 철구조물을 이용한 측정값의 차는 최대 10.8[Ω], 평균 2.2[Ω]을 나타내었다. 그림 10에서 제2종 접지의 규정치를 5[Ω]으로 가정하였을 경우 4개소에서 규정치를 초과한 측정값으로 각각 기준값 10[Ω], 7.5[Ω], 10.8[Ω], 9.5[Ω], 철구조물 이용 8[Ω], 0.5[Ω], 0[Ω], 7.8[Ω]으로 측정되었다.

그림 11은 제3종 접지저항을 측정된 그래프로서 기준값과 철구조물을 이용한 측정값의 차는 최대 39.5[Ω], 평균 6.67[Ω]을 나타내었고, 측정값 모두 규정치 100[Ω]을 만족하는 값으로 나타났다.

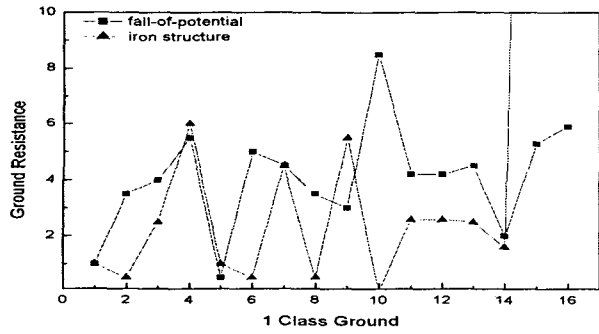


그림 9 1종 접지저항 측정
Fig. 9 Measurements of 1 class ground resistance

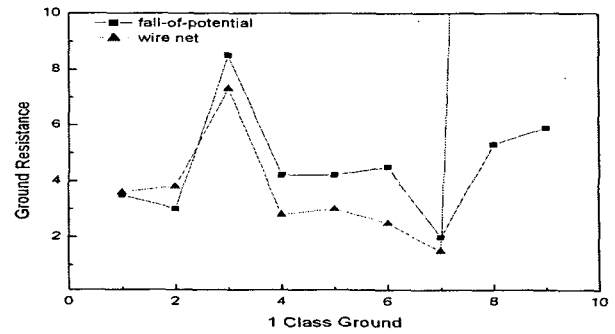


그림 12 1종 접지저항 측정
Fig. 12 Measurements of 1 class ground resistance

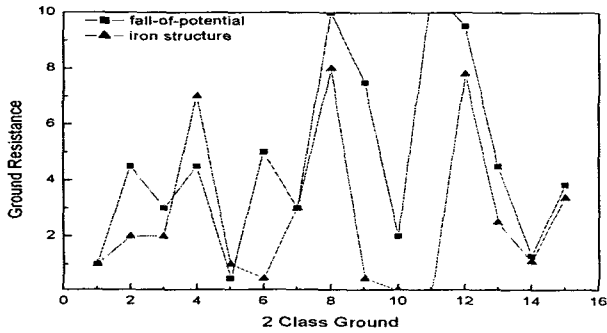


그림 10 2종 접지저항 측정
Fig. 10 Measurements of 2 class ground resistance

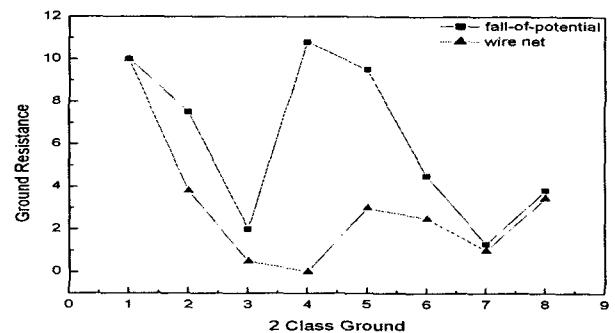


그림 13 2종 접지저항 측정
Fig. 13 Measurements of 2 class ground resistance

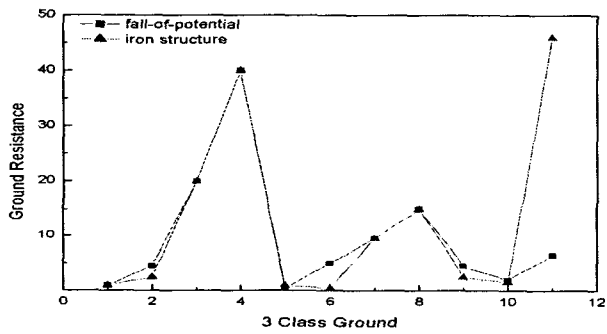


그림 11 3종 접지저항 측정
Fig. 11 Measurements of 3 class ground resistance

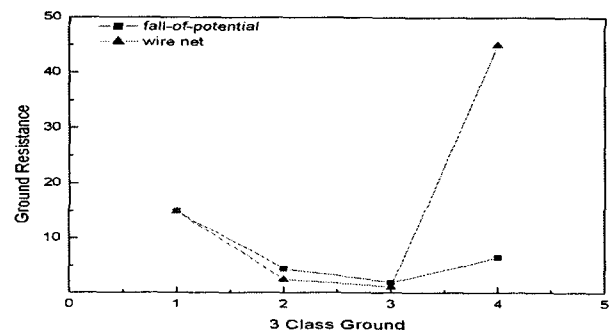


그림 14 3종 접지저항 측정
Fig. 14 Measurements of 3 class ground resistance

2.5 철망을 이용한 접지저항 측정

접지저항 측정용 보조전극으로 철망을 이용하여 접지저항을 측정한 경우로 사용된 보조철망은 동재질로 이루어진 것을 사용하였다. 마찬가지로 기준값은 전위강하법으로 보조전극을 P극 30m, C극 50m 거리로 이격하여 동일한 방향으로 설치하여 측정한 접지저항 값으로 하였고, 보조철망 2개를 기준값과 같은 거리로 전위보조전극과 전류보조전극을 동일한 방향으로 설치하여 측정한 접지저항 측정값과 비교를 하였다. 그림 12, 그림 13, 그림 14는 제1종, 제2종, 제3종 접지를 측정한 그래프로서 기준값과 철망을 이용하여 측정한 접지저항 측정값의 차를 나타내고 있다. 그림 12는 제1종 접지를 측정한 값으로 측정값의 차는 최대 43.7[Ω], 평균 14.58[Ω]을 나타내었다.

그림 12에서 기준값은 규정치인 10[Ω]을 모두 만족하였으나 2개소는 제1종 접지의 규정치 10[Ω]을 초과한 측정값으로 1개소는 기준값 5.3[Ω], 철망 이용값 49[Ω]으로 측정되었고, 또 다른 1개소는 기준값 5.9[Ω], 철구조물 이용 45[Ω]으로 측정되었다.

그림 13은 제2종 접지저항을 측정한 그래프로서 기준값과 철망을 이용한 측정값의 차는 최대 10.8[Ω], 평균 2.89[Ω]을 나타내었다. 그림 13에서 제2종 접지의 규정치를 5[Ω]으로 가정하였을 경우 4개소에서 각각 기준값 10[Ω], 7.5[Ω], 10.8[Ω], 9.5[Ω], 철망 이용 10[Ω], 3.8[Ω], 0[Ω], 3[Ω]으로 규정치를 초과하는 측정값을 나타냈다. 그림 13은 제3종 접지저항을 측정한 그래프로서 기준값과 철망을 이용한 측정값의 차는 최대 38.5[Ω], 평균 14.79[Ω]을 나타내었고, 측정값 모두 규정치 100[Ω]을 만족하는 값으로 나타냈다. 한편 철망을 설치하는

바닥면이 아스팔트로 포장되어 있는 경우 그림 15와 같이 측정이 불가능하였으며, 이때의 보조접지로 사용된 철망의 저항값은 99.9[kΩ]으로 나타났다. 또한 바닥면이 절연재로 코팅되어 있는 경우 보조전극으로 사용된 철망의 저항값이 19.5[kΩ], 32.2[kΩ] 등으로 나타나 KS규격 등에서 보조전극의 저항값을 최대 5,000[Ω]으로 제시하는 것에 비하여 상당히 높은 저항값으로 측정되어 보조전극으로의 이용이 곤란한 것으로 나타났다.

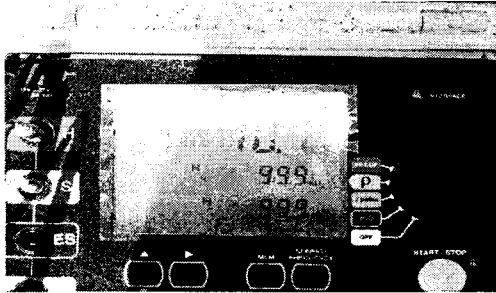


그림 15 아스팔트 포장에서의 측정값
Fig. 15 Measurement value by asphalt pave

2.6 설치된 보조전극을 이용한 접지저항 측정

내선규정에서는 접지저항 측정용 용이하게 하기 위하여 접지저항 측정용 보조전극을 접지단자함에 시설하도록 권고하고 있다. 이와 같이 설치된 보조전극을 이용하여 접지저항을 측정하면 접지를 관리하는데 소요되는 많은 시간과 접지저항 측정용 보조전극의 설치 공간에 대한 고민도 해결하게 된다. 하지만 이미 설치되어 있는 접지저항 측정용 보조전극의 정확한 위치를 알 수는 없다. 건물을 시설할 때 접지전극을 시설하고 측정용 보조전극을 시설한 이후 땅속에 있기 때문에 눈으로 확인할 방법이 없다. 따라서 이미 시설되어 있는 접지저항 측정용 보조전극을 이용한 측정값과 접지저항 측정의 기본인 전위강하법을 이용한 측정값과 비교를 통하여 그 신뢰성을 확인하고자 한다.

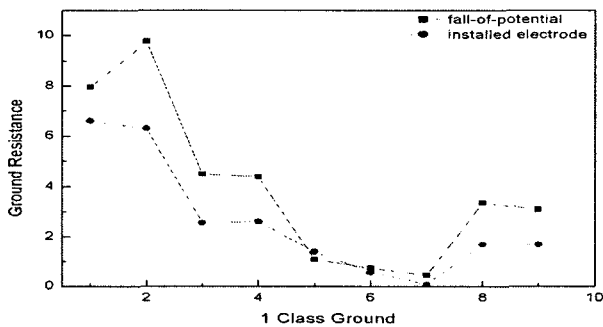


그림 16 1종 접지저항 측정
Fig. 16 Measurements of 1 class ground resistance

그림 16, 17, 18은 제1종, 제2종, 제3종 접지를 측정한 그래프로서 기준값과 설치된 보조전극을 이용하여 측정한 접지저항 측정값의 차를 나타내고 있다. 그림 16은 제1종 접지를 측정할 값으로 측정값의 차는 최대 3.46[Ω], 평균 0.82[Ω]을 나타내었다.

그림 16에서 두 가지 측정값 모두 기준값은 규정치인 10[Ω]을 모두 만족하는 값으로 나타났다.

그림 17은 제2종 접지저항을 측정한 그래프로서 기준값과 철망을 이용한 측정값의 차는 최대 4.25[Ω], 평균 1.51[Ω]을 나타내었다. 그림 17에서 제2종 접지의 규정치를 5[Ω]으로 가정하였을 경우 1개소에서 초과하였으며, 3 Point 방법 3.3[Ω], 설치된 보조전극 이용 7.16[Ω]으로 측정되었다. 그림 18은 제3종 접지저항을 측정한 그래프로서 기준값과 철망을 이용한 측정값의 차는 최대 6.7[Ω], 평균 1.64[Ω]을 나타내었고, 측정값 모두 규정치 100[Ω]을 만족하는 값으로 나타났다.

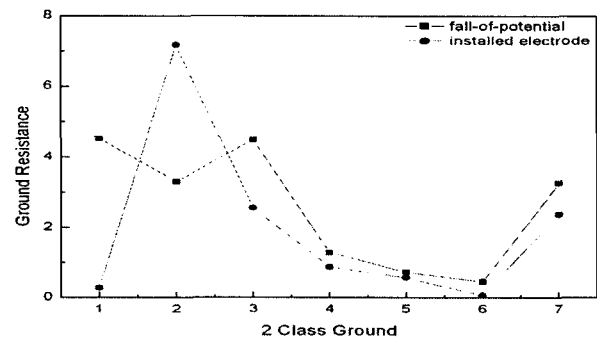


그림 17 2종 접지저항 측정
Fig. 17 Measurements of 2 class ground resistance

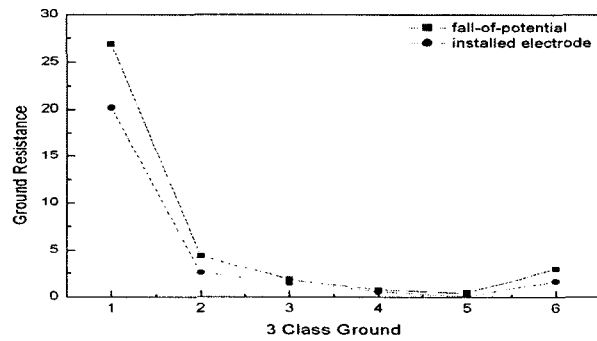


그림 18 3종 접지저항 측정
Fig. 18 Measurements of 3 class ground resistance

3. 결론

본 연구에서는 다양한 건축물의 시설과 전기설비의 위험성 등에 대하여 정기적인 점검이나 관리를 하기 위하여 접지저항을 측정하고 있으나, 전기설비들이 지하나 옥상 등에 설치됨에 따라 접지저항 측정에 필요한 보조전극을 설치할 공간이 없는 경우가 많아 측정용 보조전극을 대체하여 건물의 철골이나 철구조물, 다중접지된 중성선, 보조철망 등을 이용하여 접지저항 측정에 이용하고 있다. 따라서 이에 대한 신뢰성 확인과 검토가 필요하여 실제 접지가 시설된 접지단자함에서 접지종별에 대해 전위강하법의 P극 30m, C극 50m 정도로 61.8% 법칙을 적용하는 방법으로 보조전극을 이격하여 동일 방향으로 설치한 후 측정할 접지저항을 기준으로 설정하였으며 현장에서 사용할 수 있는 대체 보조전극들인 다중접지된 중성선은 P극과 C극을 단락하여 측정하는 2단자법 측정, 접지단자함이 설치된 수전실 주변에 있는 철골, 철구조

물은 P극 24m, C극 40m 정도에 동일 방향으로 각각 독립적으로 설치되어 있는 것을 이용한 측정, 철망은 기준값과 같은 거리와 방향으로 설치하여 측정한 접지저항 측정 데이터와 비교·분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

다중접지된 중성선, 접지단자함 주변의 철골이나 철구조물, 등 재질의 철망 등을 접지저항 측정용 대체 보조전극으로 이용한 결과 각각 제1종 접지는 2개소, 1개소, 2개소에서 규정치를 초과하였고, 제2종 접지는 5개소, 4개소, 5개소에서 규정치를 초과한 저항치로 측정되어 접지저항 측정용 보조전극으로의 이용에 어려움이 있으며, 제3종 접지의 경우는 대체 보조전극으로 활용한 대상들 모두 규정치 이하로 측정이 되어 보조전극으로 활용이 가능한 것으로 나타났다. 한편 철망의 경우 망을 설치하는 바닥면이 아스팔트나 절연체로 코팅이 되어 있는 경우 철망에 물을 충분히 적시어도 보조전극으로의 활용이 어려운 것을 확인하였다. 그리고 접지저항 측정을 용이하게 하기 위하여 접지단자함에 설치된 보조전극을 이용한 측정값이 보조전극을 직접 설치하고 측정한 측정값보다 전반적으로 낮게 측정되어 접지단자함에 설치된 접지저항 측정용 보조전극 설치 위치에 대한 확인 필요성이 나타났다.

따라서 이상전류에 의한 전기설비보호 및 인체의 감전재해로부터 전기안전성을 확보하기 위한 접지를 측정하고 관리하기 위해서는 보조전극의 설치위치에 따라 부정확한 접지저항 측정이 되지 않도록 하기 위해서는 61.8% 법에 맞는 정확한 측정용 보조전극이 설치되어야 한다. 또한, 전기안전관리자가 바뀌어도 확실한 접지관리를 위해서는 접지시공 위치가 표시된 시공관련 도면을 확보하거나, 접지전극이 시공된 위치를 확인할 수 있는 사진 등의 확보 필요성이 있을 것으로 사료된다. 또한 메시접지 및 구조체 접지로 시공하는 곳의 증가로 인한 메시 및 구조체 접지와 같은 대규모 접지저항 측정을 위한 절차나 측정용 계측기관련 연구의 필요성도 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] 산업자원부, “전기설비기술기준”, pp. 14-20
- [2] 高橋 僊彦, “접지기술입문”, 동일출판사, pp. 203-225 2002.
- [3] 이복희, 엄주홍, “전위강하법에 의한 접지저항측정에 미치는 전류보조전극의 영향”, 조명전기설비학회 논문지, 6호, 제14권, pp. 69-77, 2000. 1.
- [4] Kenneth M. Michaels, “Earth Ground Resistance Testing for Low-Voltage Power Systems”, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 31, No. 1, pp. 206-213, 1995
- [5] KSC 1310, “접지저항계”, 1999.
- [6] 대한전기협회 “내선규정”, pp. 541, 2004.
- [7] Power System Instrumentation and Measurements Committee, “IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System”, IEEE Std 81-1983, pp. 17-24.

저 자 소 개



이 상 익 (李 尙 益)

1968년 12월 9일생. 1994년 호서대학교 전기공학과 졸업. 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 건국대학교 전기공학과 박사과정. 1996년~현재 전기안전연구원 선임연구원

Tel : 031-580-3053

Fax : 031-580-3111

E-mail : sangickl@kesco.or.kr



유 재 근 (兪 在 根)

1965년 12월 5일생. 1990년 건국대학교 전기공학과 졸업. 1992년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 동 대학원 박사과정. 1992년~1996년 (주) 대우전자 연구소 연구원, 1996년~현재 전기안전연구원 책임연구원

Tel : 031-580-3051

Fax : 031-580-3111

E-mail : jgyoo@kesco.or.kr



전 정 채 (全 正 采)

1971년 6월 8일생. 1997년 원광대학교 전기공학과 졸업. 1999년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2000년~현재 전기안전연구원 연구원

Tel : 031-580-3054

Fax : 031-580-3111

E-mail : cameleon@kesco.or.kr



전 현 재 (全 炫 裁)

1978년 7월 12일생. 2001년 경북대학교 전자공학과 졸업. 2003년 KAIST 대학원 전자공학과 졸업(석사). 2003년~2005년 OTIS LG 연구원, 2005년~2006년 LG화학연구소 연구원, 2006년~현재 전기안전연구원 연구원

Tel : 031-580-3055

Fax : 031-580-3111

E-mail : hjeon@kesco.or.kr