

전위강하법에 의한 접지저항측정에 미치는 전위보조전극 위치의 영향

(Effects of the Position of Potential Probe on Ground Resistance
Measurements Using the Fall-of-Potential Method)

이복희* · 엄주홍** · 김성원***

(Bok-Hee Lee · Ju-Hong Eom · Sung-Won Kim)

요 약

본 논문에서는 전위강하법에 의한 접지저항 측정시 전위보조전극 위치의 영향에 대하여 기술하였다. 전위강하법에서 접지저항은 이론적으로 전위보조전극을 피측정 접지전극과 전류보조전극이 이루는 일직선상에 위치시킬 때 61.8[%]법칙을 적용하여 측정한다. 하지만 측정현장의 사정상 전위보조전극의 위치를 피측정 접지전극과 전류보조전극이 이루는 일직선과 어느 정도의 각도를 가지도록 시설하여 접지저항을 측정하게 될 경우에 측정오차가 발생하게 되고 보정이 필요하다. 본 연구에서의 측정대상 전극은 길이 2.4 [m]의 봉형 접지전극으로 하였으며, 피측정 접지전극, 전위보조전극, 전류보조전극이 일직선상에 놓이지 않은 상태에서 접지저항을 측정하면 측정값은 항상 (-)의 오차를 나타내었고, 이들 전극이 이루는 각도가 증가함에 따라 측정 오차도 증가하였다.

Abstract

The effects of the position of potential probe on the measurements of the ground resistance in the fall-of-potential method are described. The ground resistance is theoretically calculated by applying the 61.8[%] rule, and then the potential probe is located on the straight line between the grounding electrode to be measured and the current probe. However, sometimes the grounding electrode to be measured and the measuring potential and current probes in on-site test might not be arranged on the straight line with adequate distance because there are building, roadblock, construction and other establishments. Provided that the grounding electrode to be measured and the measuring potential probes are out of position on the straight line, the measurement of the ground resistance classically falls into an error and the measured ground resistance should be corrected. In this work, measurements were focused on the grounding electrode system made by the ground rods of 2.4 m long. The measuring error was increased with increasing the angle which is made by the 3-points of the grounding electrode to be measured, the potential and current probes, and it was a negative. That is, all of the measured ground resistances were less than the true ground resistance.

* 정회원 : 인하대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수
** 정회원 : 인하대학교 대학원 전기공학과 박사과정

*** 정회원 : 인하대학교 대학원 전기공학과 석사과정
접수일자 : 2001년 3월 5일

1. 서론

전위강하법을 적용하여 접지저항을 측정하는 경우 전류 및 전위보조전극을 배치함에 있어서 피측정 전극과 전위보조전극, 전류보조전극을 일직선으로 설치하는 측정방법을 사용하게 되며, 전위보조전극을 설치하는 위치는 피측정 접지전극으로부터 전류보조전극 방향으로 전류보조전극이 이격된 거리의 61.8 [%]인 지점에 설치하는 것(61.8% 법칙)이 타당하다. 하지만 실제의 측정에 있어서 측정공간상의 제한이나 건물, 암반, 도로 등의 주변시설물 및 지중에 도전성 매체가 매설되어 있는 경우에는 전류보조전극의 이격거리를 충분히 확보할 수 없을 뿐만 아니라 전위보조전극을 피측정 전극과 전류보조전극이 이루는 일직선상에 시설할 수 없으므로 측정에 오차가 발생하는 문제가 제기된다[1]~[3]. 즉, 현장에서 전위강하법을 이용하여 접지저항을 측정할 때 피측정 접지전극과 전위보조전극, 전류보조전극을 일직선으로 배치하는 방법이 가장 정확한 접지저항을 측정할 수 있으나 장소의 제약이나 설치상의 어려움으로 인하여 피측정 접지전극을 정점으로 전위보조전극과 전류보조전극을 어느 각도를 이루는 위치에 설치하여 측정하는 방법을 적용하여야 하는 경우가 많다. 또한 대지저항률이 아주 낮은 장소에서는 일직선 배치에 따른 측정선 사이의 상호효도가 크게 나타나게 되므로 인위적으로 전위보조전극을 90°의 각도로 배치하는 경우도 있다[4].

따라서 본 연구에서는 전위강하법을 적용하여 접지저항을 측정하는 경우 전위보조전극의 시설위치가 측정값에 미치는 영향을 평가할 목적으로 모의실험을 통하여 오차의 범위와 오차보정을 위한 적절한 전위보조전극의 위치선정에 대한 실측 실험을 기초한 연구를 수행하였다. 전류보조전극을 피측정 접지전극(2.4 [m] 봉형 접지전극)으로부터 10 [m]의 거리에 위치시킨 뒤 피측정 접지전극과 전위보조전극 사이의 거리를 변화시켜 측정되는 접지저항의 곡선을 작성하였다. 전위보조전극 및 피측정 접지전극이 이루는 직선과 피측정 접지전극과 전류보조전극이 이루는 직선 사이의 각도가 0~180°의 범위에 전위보조전극이 설치된 경우에 대하여 측정하였으며, 각각의 결과를 일직선으로 배치하였을 경우의 측정값과 비교하여 측정각도를 파라미터로 하여 어느 정도의

오차를 가지는가를 분석하였다. 피측정 접지전극은 지표면과 지중으로 나누어 설치하였으며, 전위보조전극을 피측정 접지전극으로부터 전류보조전극이 이격된 거리보다 멀리까지 측정하여 임의의 각도에서 일정한 정확도를 유지할 수 있는 영역을 제시하였다.

2. 측정계 및 실험방법

그림 1에 본 연구에서 적용한 전위강하법을 기초로 하는 접지저항 측정계의 개략도를 나타내었다. E-P-C일직선 배치인 경우에는 전류보조전극을 일정한 거리에 위치시킨 후 전위보조전극을 E-C간 거리의 61.8 [%] 지점에 설치한다.

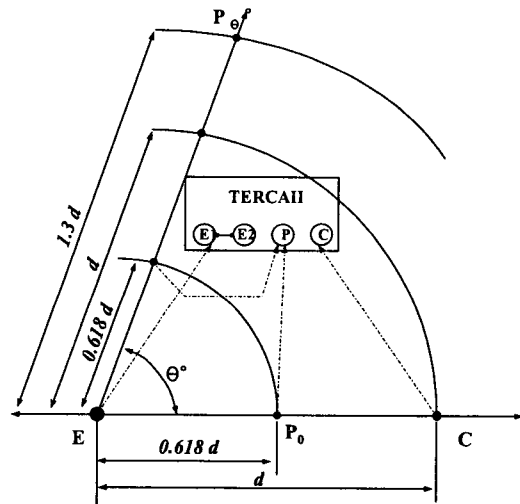


그림 1. 전위강하법을 이용한 접지저항 측정계의 개략도

Fig. 1. A schematic diagram of the ground resistance measurements using fall-of-potential method

이론적으로 P₀지점은 무한원점에 대응되는 점으로서 기준전위점이 된다. 궁극적으로 측정에서 얻고자 하는 것은 피측정 접지전극의 정확한 접지저항의 값이며, 이 값은 전위보조전극을 적절한 위치에 설치하였을 때에 얻어진다. 전위보조전극의 위치가 적절한지 그렇지 않은지를 평가하는 방법 중의 하나로서 전위분포 곡선을 작성하여 변곡점 부근에서 수평부가 존재하는가를 확인하는 것이 효과적이다. 전위분포 곡선을 산출하기 위해서는 전위보조전극을 피측

정전극(E)에서부터 일정한 간격으로 전류보조전극(C)까지 이동시키면서 측정된 전위의 변동을 기록하여 얻는다.

E-P-C가 직선이 아닌 경우에는 E-C선과 E-P선 사이의 임의의 각도에 대하여 피측정 전극과 전위보조전극의 거리는 피측정 전극에서부터 E-C간 거리의 1.3배까지 일정한 간격으로 증가시키며 측정하였다.

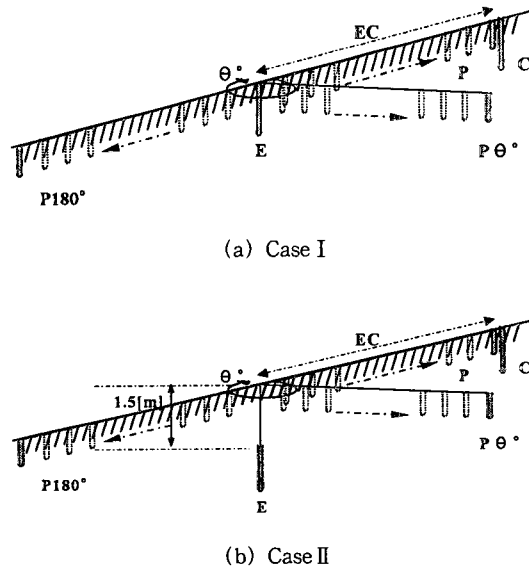


그림 2. 전위보조전극의 여러 방향에 대한 접지저항의 측정 방법
Fig. 2. Measuring methods of the ground resistance for various directions of the potential probe

실험을 위한 측정회로의 개략도를 그림 2에 나타내었다. 피측정 접지전극과 전류보조전극으로는 길이 2.4 [m]의 봉형 접지전극, 전위보조전극으로는 길이 0.2 [m]의 봉형 접지전극을 사용하였다. 피측정 접지전극과 전류보조전극사이의 거리는 10 [m]으로 하였으며, 전위보조전극은 0.2 [m] 간격으로 이동시키면서 측정하였다. 전위보조전극은 E-C를 잇는 일직선상 그리고 E-C선과 E-P선 사이의 각도를 30° 씩 증가시켜 180° 까지 측정하였다. 측정에 사용한 장비는 TERCA II로서 Chauvin Arnoux사의 휴대용 접지저항 측정기이다.

Case I 은 봉형 접지전극의 상단이 지표면에 접하여 수직으로 설치된 피측정 접지전극에 대하여 전위보조전극의 위치를 E-C직선과 0~180° 각도의 범

위에서 측정한 경우이며, Case II는 피측정 접지전극의 상단이 각각 지표면으로부터 1.5 [m]의 깊이에 수직으로 설치된 경우에 대하여 측정한 경우이다.

3. 결과 및 고찰

3.1 Case I

Case I 은 봉형 접지전극의 상단이 지표면에 접하여 수직으로 설치되어 있는 경우로서 전류보조전극을 피측정 접지전극으로부터 10 [m] 이격된 위치에 설치한 뒤 전위보조전극의 위치를 변동시켜 가면서 측정하였다. E-P전극사이의 거리의 변동에 따라 측정된 결과는 피측정 접지전극으로부터 P전극의 이격 거리에 따른 접지저항으로 도식화하여 나타내었다. 측정된 접지저항의 곡선은 전위분포곡선과 동일한 형태를 가지며, 측정할 때 인가되는 전압의 변동이 약간 발생하더라도 일정한 형태를 유지하므로 전위분포곡선보다는 여러 가지 특성의 분석에 편리하다. 또한 인가된 접지전류를 알고 있는 경우 손쉽게 전위상승을 도출해 낼 수 있다.

3.1.1 $\theta = 0 \sim 180^\circ$ 인 경우의 결과

E-C직선과 동일한 방향으로 전위보조전극을 위치시킨 뒤 피측정 접지전극으로부터 전위보조전극 사이의 거리를 증가시키면서 접지저항을 측정한 결과와 E-C직선과 30~180°의 각도를 이루는 위치에 전위보조전극을 설치하여 E-P사이의 거리를 증가시켜 측정된 결과를 접지저항의 곡선으로 그림 3에 나타내었다. 그림 3은 접지저항의 곡선의 변화를 세밀히 분석하기 위하여 측정된 접지저항이 16~20 [Ω]인 부분을 확대하여 나타내었다. E-C선의 일직선상에 전위보조전극을 설치하여 측정된 접지저항의 곡선은 E-P전극사이의 거리가 증가함에 따라서 접지저항이 점차로 증가한 뒤 어느 정도 수평부분을 거쳐 다시 증가하는 형상으로 나타났다. 이론적으로는 정확한 접지저항을 측정하기 위한 전위보조전극의 위치는 피측정 접지전극으로부터 전류보조전극 방향으로 E-C전극사이의 거리 61.8 [%](본 실험에서는 61.8 [%] 점의 값을 기준값으로 적용)점이다. E-C전극을 잇는 직선(E-C직선)상의 61.8 [%]점에 전위보조전극을 위치시키는 경우 측정된 접지저항은 약 18.7 [Ω]이었으며, 임의의 각도를 두고 전위보조전극을 위치

시킨 경우와 비교할 때 기준 접지저항 값으로 적용하였다.

측정된 접지저항의 곡선에서 가운데 수평부분이 어느 정도 존재하는 것을 확인할 수 있으며, 61.8 [%]점의 값을 기준으로 하여 ± 10 [%]점에서 측정된 접지저항 값은 각각 18.3, 19.2 [Ω]으로 -2.6, 2.3 [%]의 오차를 나타내고 있다. 피측정 접지전극 부근의 곡선은 측정된 접지저항의 상승이 전위보조전극의 이격거리에 대하여 급격히 나타나고 있으며, 이후 완만한 부분을 거쳐 다시 급상승한다. 후반부의 급상승은 전류보조전극의 접지저항에 의하여 나타나는 특성으로 피측정 접지전극 근방의 상승부분과 비슷한 형태를 가지는 것은 전류보조전극의 크기가 피측정 접지전극과 동일하며, 지표면에 접하여 설치되어 있기 때문이며, 이 때 전류보조전극의 접지저항 값은 14.7 [Ω]이다.

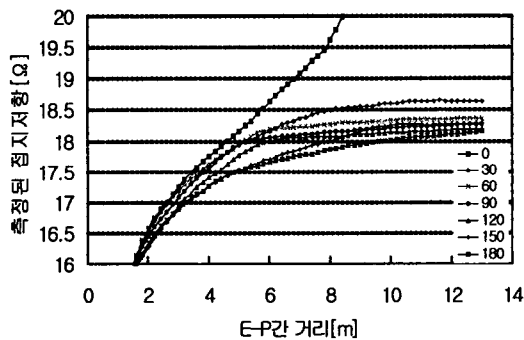


그림 3. Case I 에서 각도 0~180° 인 범위에서 측정된 접지저항의 곡선

Fig. 3. Curves of the ground resistance in the angle range of 0~180° in Case I

E-P-C각도배치의 접지저항 곡선은 일직선 배치의 접지저항 곡선과는 다른 형태를 가지며, 결과적으로 전위보조전극을 피측정 전극에서 멀리 이격시킬수록 측정하고자 하는 접지저항(true ground resistance)에 근접한 값을 얻게 된다.

E-C직선상 어느 각도를 유지하여 전위보조전극이 위치하므로 측정된 접지저항의 곡선에서 피측정 접지전극의 접지저항에 의한 초기 상승부분만 존재하게 되며, 전류보조전극의 접지저항에 의한 영향은 거의 나타나지 않는다. 즉, 전위보조전극을 피측정 접지전극으로부터 10 [m] 이상 이격시켜도 전류보조전

극과 만나지 않으므로 전류보조전극의 접지저항에 의한 급상승부는 나타나지 않는다. 전위보조전극의 위치를 피측정 접지전극으로부터 13 [m]까지 이격시켜 측정하였으며, 후반부의 접지저항의 곡선은 거의 일정한 값으로 수렴하는 형태를 나타내었다. 측정하는 각도에 따라서 후반부의 접지저항의 곡선은 점차로 낮아지는 분포를 가지는 것으로 나타났다.

E-C직선상에 전위보조전극을 위치시키는 경우에는 무한원점에 해당하는 영전위점이 존재하므로 측정할 때 영전위점에 전위보조전극을 정확히 위치시키면 고정도의 접지저항 값을 측정할 수 있다. 이에 반하여 전위보조전극을 E-C직선과 어느 각도로 위치시키는 경우에는 E-P전극사이의 이격거리가 증가할수록 영전위점으로 접근하지만 절대영전위점을 찾는 것은 현실적으로 대단히 어렵다. 또한 측정하는 각도에 따라서 같은 이격거리에 전위보조전극을 두더라도 측정값이 각각 다르게 나타났다. 측정하는 각도가 30° 에서 180° 로 증가함에 따라 E-P전극사이의 이격거리 13 [m]까지의 범위에서 접지저항의 곡선이 하향하고 있으며, 0° 인 경우 61.8 [%]점에서의 측정값에 비교할 때 오차가 크게 나타났으며, 이에 대한 비교곡선을 그림 4에 나타내었다.

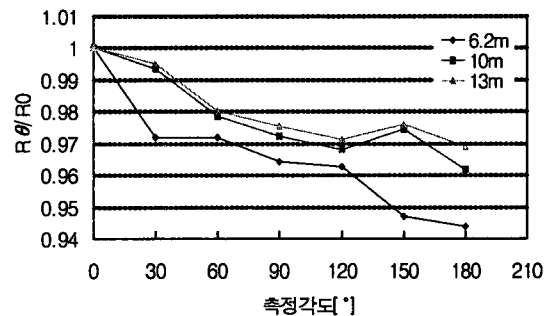


그림 4. Case I 에서 각도 θ 에서 측정된 접지저항과 0° 에서 측정된 값의 비

Fig. 4. Ratios of the ground resistances measured at the angle of θ to the ground resistance at $\theta = 0^\circ$ in Case I

E-C직선상에 전위보조전극을 위치시켰을 때 E-C전극사이의 거리의 61.8 [%]점에서 측정된 접지저항의 값을 기준으로 하여 전위보조전극이 30~180° 의 각도로 측정된 값 중 6.18, 10, 13 [m]에서 측정된 값의 비(R_θ/R_0)로 나타내었다. 전위보조전극을 어느 각

도로 설치한 경우 E-C사이 거리의 61.8 [%] 거리만큼 전위보조전극을 이격시키면 오차정도가 크게 나타나며, 측정각도가 증가할수록 오차도 증가하였다. 측정각도가 180° 인 경우는 약 94.5 [%] 정도의 접지저항 값이 측정되므로 큰 오차를 나타내게 된다. 전위보조전극의 이격거리가 10, 13 [m]인 경우에는 비교적 높은 정확도를 유지하지만 측정각도가 커질수록 정확도가 감소하였다. 전위보조전극이 위치하는 각도에 따라서 오차는 E-C전극사이의 거리의 61.8 [%]인 6.18 [m]에서 측정한 값을 적용할 때 최대 -5.6 [%]의 오차가 발생하며, E-P전극사이의 거리를 전류보조전극이 이격된 거리와 동일한 10 [m]로 하였을 때 최대 -3.9 [%]의 오차를 나타내었다. 또한 E-C전극사이의 거리보다 먼 13 [m]로 하였을 때는 최대 -3.1 [%]의 오차를 나타내었다.

대규모 접지시스템의 접지저항을 전위강하법으로 측정하는 경우 측정전류의 유도에 의한 오차의 영향을 줄이기 위해 피측정 접지전극을 중심으로 하여 전류보조전극과 전위보조전극을 직각으로 설치할 것을 권장하기도 한다[4], [5]. 그러나 본 연구의 결과에서 밝혀진 바와 같이 전류보조전극과 전위보조전극을 90°의 각도로 배치하고 측정하면 피측정 접지전극과 전류 및 전위보조전극이 일직선상에 놓인 상태에서 61.8 [%]법을 적용하여 측정한 결과보다 3~4 [%]정도 과소 평가된다. 따라서 이러한 측정방법상의 오차와 유도에 의한 오차는 이론적인 고정요소의 오차가 아니라 측정 전류의 크기와 측정용 전선의 배치에 따라 변동될 수 있으므로 측정자의 주의가 필요하다.

3.1.2 전위보조전극의 위치에 따른 오차의 한계

그림 5에 Case I에서 전위보조전극의 위치에 따른 측정정확도의 한계를 도식화하여 나타내었다. 전위보조전극이 위치하는 각도에 따라 측정의 정확도를 파라미터로 하여 나타낼 수 있으며, 피측정 접지전극으로부터의 거리는 설치각도에 따라 변동하게 된다. 측정의 정확도 100 [%]선은 피측정 접지전극과 전류보조전극이 이루는 직선과 동일한 방향으로 피측정 접지전극으로부터 61.8 [%]되는 위치에 전위보조전극을 위치시켰을 때를 기준으로 하였으며, 전위보조전극의 설치각도가 30°를 넘는 위치에서는 나타나지 않는다. 전위보조전극을 시설할 때 피측정 접지전극과 전

류보조전극이 이루는 직선과 이루는 각도가 28° 9' 이하에서는 61.8 [%]법 및 이를 활용한 이론적인 방법에 의하여 오차를 0이 되게 하는 점에 전위보조전극을 위치시킬 수 있으나, 28° 9'를 넘게 되면 측정되는 접지저항 값은 항상 (-)의 측정오차를 가지게 된다. 측정의 정확도 99 [%]선에서는 전위보조전극의 설치각도가 30°에서 피측정 접지전극과의 이격거리를 8.6 [m] 이상으로 하여야 하며, 60°에서는 훨씬 먼 거리에 위치시켜야 한다.

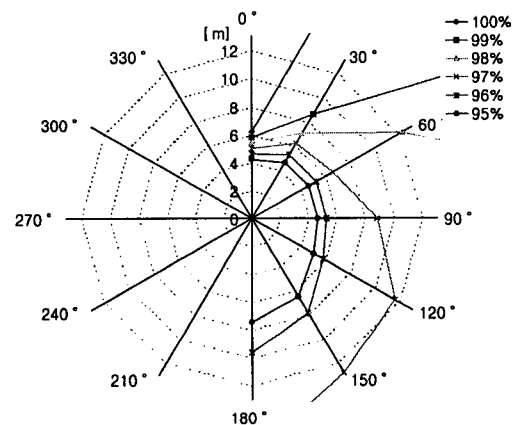


그림 5. Case I에서 전위보조전극의 위치에 따른 측정의 정확도

Fig. 5. Accuracy of the ground resistance measurements to the position of the potential probe in Case I

각각의 설정된 정확도의 %선에서 전위보조전극의 위치는 전위보조전극의 설치각도가 증가함에 따라 피측정 접지전극으로부터 조금씩 멀리 설치하여야 측정의 정확도를 양호하게 유지할 수 있으며, 설치각도 180°를 지나면 그래프상에서 좌우가 대칭인 값들을 가진다. 그러므로 전위보조전극을 어느 임의의 각도로 설치하는 경우에는 가능한 전위보조전극을 피측정 접지전극으로부터 멀리 이격하여야 하며, 180°의 각도에서는 전류보조전극이 이격된 거리만큼 전위보조전극을 이격하여야 약 96 [%]이상의 측정의 정확도를 확보할 수 있다. 이러한 측정결과는 반드시 대지저항률이라고 하는 중요한 요인을 전제로 고려하여야 하며, 대지저항률이 변동하면 각각의 데이터도 변동할 수 있다[6]. 즉, 다양한 대지저항률을 가지는 토양과 다층 구조의 대지에 대하여 여러 차례의

전위강하법에 의한 접지저항측정에 미치는 전위보조전극 위치의 영향

측정을 거쳐 대지저항률을 파라미터로 한 데이터의 백업이 이루어져야 한다.

3.2 Case II

Case II는 피측정 접지전극이 지하에 매설된 것을 모의한 것으로서 봉형 접지전극의 상단이 지표면으로부터 1.5 [m]의 깊이에 수직으로 시설하였으며, 전류보조전극을 피측정 접지전극으로부터 10 [m] 이격된 거리에 설치한 뒤 전위보조전극의 위치를 변동시켜 가면서 측정하였다. 지표면으로부터 접지전극의 상단이 1.5 [m] 깊이에 매설되는 경우에는 토양의 건조나 동결에 의하여 접지저항이 현저히 증가하는 것을 거의 대부분 방지할 수 있다. 또한 보폭전압에 있어서도 지표면에 접하여 시설된 경우보다 크게 감소하는 효과를 얻을 수 있다[7].

3.2.1 $\theta = 0 \sim 180^\circ$ 인 경우의 결과

전류보조전극과 피측정 접지전극이 이루는 일직선 상에서 전위보조전극의 위치를 변동시켜 가면서 접지저항을 측정하였다. 측정된 결과는 E-P전극사이의 이격거리에 따른 접지저항으로 도식화하여 나타내었다.

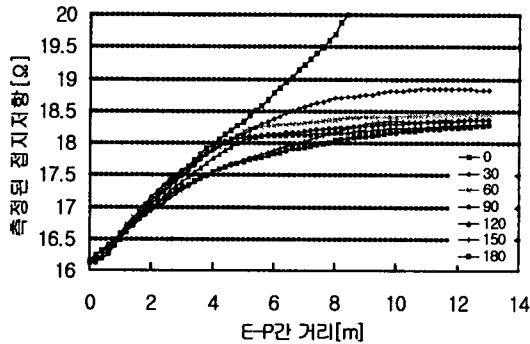


그림 6. Case II에서 측정각도 $0 \sim 180^\circ$ 인 범위에서 측정된 접지저항의 곡선
Fig. 6. Curves of the ground resistances measured in the angle range of $0 \sim 180^\circ$ in Case II

그림 6에 나타난 E-P전극사이의 거리를 변화시켜 가면서 측정된 접지저항의 곡선은 거의 선형적으로 상승하였다. E-P전극사이의 이격거리가 0 [m]일 때 피측정 접지전극과 전위보조전극과의 거리는 수직으로 약 1.5 [m]이므로 지표면에 접하여 시설하였을 때

E-P전극사이의 이격거리가 1.5 [m]인 점에서 시작하는 형상과 거의 비슷하다. 즉, 전위보조전극을 E-P간 거리 0 [m]에 위치시키더라도 접지전극이 지하에 매설되어 있기 때문에 피측정 접지전극과는 1.5 [m]의 거리를 유지한 상태이므로 접지저항곡선은 0 [Ω]이 되지 않고 일정한 값을 가진다. 피측정 접지전극의 접지저항에 의해서 급상승하는 부분이 거의 나타나지 않으므로 보폭전압이 현저히 줄어들게 되며, 인체의 보호차원에서 매우 효과적임을 알 수 있다[8]. E-C전극사이의 이격거리의 61.8 [%]점에 전위보조전극을 위치하였을 때의 접지저항은 18.8 [Ω]이다.

전위보조전극의 위치가 E-C직선과 $30 \sim 180^\circ$ 인 각도를 이루는 위치에 배치시켜 측정된 접지저항의 곡선은 전위보조전극의 위치를 피측정 접지전극으로부터 13 [m]까지 이격시켜 측정하였다. 측정된 접지저항 곡선의 초기값이 약 16 [Ω]이었으며, 피측정 접지전극 근방에 위치한 경우 상승부가 상당히 완만한 곡선을 이루나 후반부는 거의 변동이 없다.

전위보조전극이 배치된 각도가 커질수록 측정된 접지저항의 곡선이 점차로 낮은 값으로 이동하며, 측정각도가 증가할수록 측정된 접지저항 값은 참값보다 작아지게 된다. 즉, 전위보조전극을 배치하는 각도가 30° 에서 180° 로 증가함에 따라 E-P전극사이의 이격거리 13 [m]까지의 범위에서 접지저항의 곡선이 하향하고 있으며, 0° 인 경우 E-C전극간 거리의 61.8 [%]점에서 측정된 값과 비교할 때 오차는 증가하였다.

E-C직선상에 전위보조전극을 배치하고 E-P전극사이의 거리가 E-C전극간 거리의 61.8 [%]인 점에서 측정된 접지저항의 값을 기준으로 하여 전위보조전극이 $30 \sim 180^\circ$ 의 각도로 배치된 상태에서 측정된 값 중 6.18, 10, 13 [m]의 값을 (R_θ/R_0) 로 그림 7에 나타내었다. 측정각도가 180° 인 경우는 61.8 [%]범위로 측정된 값의 약 94.7 [%] 정도의 접지저항 값이 측정되므로 큰 오차를 나타내게 된다. 전위보조전극의 이격거리가 10, 13 [m]인 경우에는 96.3, 97.0 [%]의 접지저항이 측정되었으며, 측정각도가 감소할수록 정확도가 높게 나타났다. 전위보조전극이 위치하는 각도에 따라서 측정오차는 61.8 [%] 범칙을 적용할 때 최대 -5.3 [%]의 오차를 나타내었으며, E-P전극사이의 거리를 E-C전극간 거리와 동일한 10 [m]으로 하였을 때 최대 -3.7 [%]의 오차를 나타내었다.

또한 E-P전극사이의 거리를 E-C전극사이의 거리보다 먼 13 [m]으로 하여 측정하였을 때는 최대 -3.0 [%]의 오차를 나타내었다.

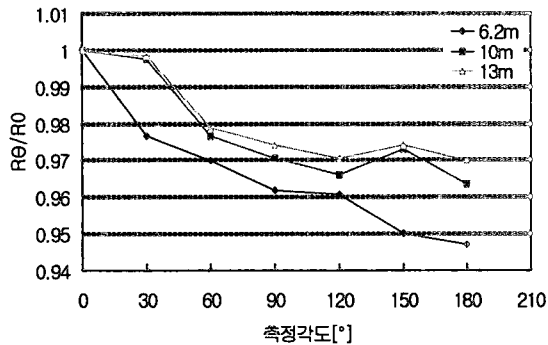


그림 7. Case II에서 측정각도에 따라 측정된 접지저항과 0°에서 측정된 값의 비
Fig. 7. Ratios of the ground resistances measured at the angle of θ to the ground resistance at $\theta = 0^\circ$ in Case II

3.2.2 전위보조전극의 위치에 따른 오차의 한계

Case II에서 전위보조전극의 위치에 따른 접지저항 측정에 대한 정확도의 한계를 도식화하여 그림 8에 나타내었다.

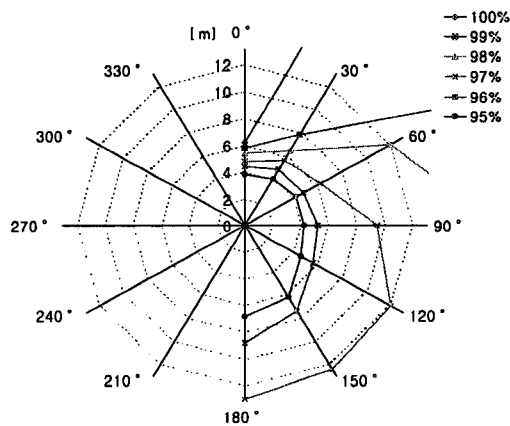


그림 8. Case II에서 전위보조전극의 위치에 따른 접지저항 측정의 정확도
Fig. 8. Accuracy of the ground resistance measurements to the position of the potential probe in Case II

실험장소의 대지저항률을 측정하여 그림 9에 나타내었다. 대지저항률은 Wenner의 4전극법으로 측정하여 전극간 거리를 변수로 하여 나타내었다. 전극간 거리가 정확히 매설깊이와는 일치하지 않지만 피측정 접지전극이 매설되어 있는 깊이의 대지저항률로 추정할 수 있는 1~5 [m] 구간에서 약 30~40 [$\Omega \cdot m$]의 값으로 측정되었다.

접지저항 측정시 정확도의 형태는 Case I과 유사한 형태를 나타내었으며, 피측정 접지전극이 설치된 위치에서 대지저항률의 미소한 차이에 의해 정확히 일치하지는 않았다. 깊이에 따라서 대지저항률의 변동이 조금씩 나타났으며 이러한 대지저항률의 변동은 접지전극의 접지저항에 영향을 주게 된다[9]. 그러나 그림 9에 나타낸 바와 같이 본 실험 조건에서의 접지전극이 시설된 위치의 대지저항률은 거의 일정하다고 볼 수 있으므로 Case I, Case II에서의 접지저항곡선 및 접지저항 측정의 정확도의 차이는 크게 나타나지 않았다.

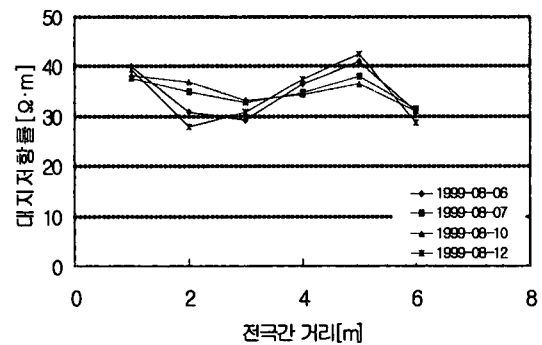


그림 9. 대지저항률
Fig. 9. Earth resistivity

4. 결론

본 연구에서는 전위강하법을 이용하여 접지저항을 측정할 때 전위보조전극의 위치가 측정의 정확도에 미치는 영향을 실측을 통하여 중점적으로 분석하였다. 전위보조전극을 피측정 접지전극과 전류보조전극이 이루는 일직선상에 시설하지 않고 임의의 일정한 각도로 배치하는 경우 접지저항 측정시 발생하는 오차를 분석하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

전위보조전극을 피측정 접지전극과 전류보조전극

전위강하법에 의한 접지저항측정에 미치는 전위보조전극 위치의 영향

이 이루는 직선과 어느 각도로 배치하는 경우, 특히 전위보조전극, 피측정 접지전극, 전류보조전극이 설치된 위치가 이루는 각이 30°를 넘는 경우에 영전 위점은 무한 원점이므로 접지저항의 측정에 오차를 유발시킨다. 피측정 접지전극, 전위보조전극, 전류보조전극이 일직선상에 놓이지 않은 상태에서 접지저항을 측정하면 측정값은 항상 (-)의 오차를 포함하게 되고, 전위보조전극을 배치하는 각도가 증가함에 따라 오차도 증가하였다. 측정오차는 전위보조전극의 배치각도가 180°가 될 때 까지 점진적으로 증가하므로 피측정 접지전극으로부터 전위보조전극을 61.8 [%]법칙보다 멀리 이격시켜야 측정정확도를 향상시킬 수 있으며, 적절한 보정이 필요하다. 또한 전위보조전극을 이격시키는 거리는 대지저항률에 따라 유동적이므로 향후 이에 대한 집중적인 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] 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.

[2] C. G. Wang, T. Takasima, "Grounding Resistance Measurement Using Fall-of-Potential Method with Potential Probe Located in Opposite Direction to the Current Probe", IEEE Trans. on PD, Vol.13, No.4, pp.1128~1135.

[3] K. M. Michaels, "Earth Ground Resistance Testing for Low Voltage Power Systems", IEEE Transactions on, Vol. 31 No. 1, pp. 206~213, 1995.

[4] Power System Instrumentation and Measurements Committee, "IEEE Guide for Measurement of Impedance and Safty Characteristics of Large, Extended or Interconnected Grounding Systems", IEEE Std 81.2-1991, pp. 17~20, 94~95.

[5] F. Dawalibi, and D. Mukhedkar, "Resistance Measurement of Large Grounding System", IEEE Trans. on PAS, Vol. PAS-98, No.6, pp.2348~2354, 1979.

[6] 이복희, 이승철, "접지의 핵심 기초 기술", 도서출판 義僖, p.40, pp.44~45, 1999.

[7] 이복희, 박종순 외, "전력통신용 보안장치 적용기술연구", 기초전력공학 공동연구소, pp. 307~313, 1997. 9.

[8] 이복희, 엄주홍, "전위강하법에 의한 접지저항 측정에 미치는 전류보조전극의 영향", 한국조명·전기설비학회 논문지, Vol. 14 No. 6, pp. 69~77, 2000.

[9] IEEE Power Engineering society, "IEEE Guide for Safty in AC Substation Grounding", IEEE Standard Board, pp 250-253, 1986. 1999.

◇ 저자소개 ◇

이 복 희 (李福熙)

1954년 6월 29일생. 1980년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1988~89년 동경대학 생산기술연구소 객원연구원. 1995년 호주 Queensland대학 방문교수. 1999년 Cincinnati대학 방문교수. 현재 인하대 공대 전자전기 컴퓨터공학부 교수.

엄 주 홍 (嚴柱弘)

1972년 9월 5일생. 1998년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 현재 동 대학원 전기공학과 박사과정.

김 성 원 (金成原)

1974년 5월 28일생. 현재 인하대 공대 전기공학과 석사과정.