

전위분포특성을 이용한 접촉전압과 보폭전압의 분석

이복희, 정현욱, 최종혁, 조성철, 백영환, 이규선, 안창환*
 인하대학교, 인하공업전문대학*

Analysis of Touch Voltage and Step Voltage using a Potential Distribution Characteristic

Bok-Hee Lee, Hyun-Uk Jung, Jong-Hyuk Choi, Sung-Cheol Cho, Young-Hwan Beak, Kyu-Sun Lee, Chang-Hwan Ahn*
 Inha university, Inha Technical college*

Abstract - This paper describes touch and step voltage in the reinforced concrete and steel poles. Ground surface potential rises were measured as a function of the separation between pole and ground rod. Touch and step voltage are calculated on the basis of the distribution of ground surface potential rises. As a result, touch and step voltages strongly depend on the position of installation of ground rod.

1. 서 론

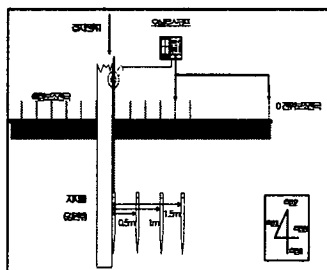
감전에 대한 인체의 위험의 정도를 나타내는 가장 중요한 요소는 인체를 통과하여 흐르는 전류 값이지만, 일반적으로 인체에 인가되는 전압의 크기를 평가한다. 감전에 대한 위험 전압을 일률적으로 나타낼 수는 없지만 위험성의 한계 즉, 안전전압에 대해서 살펴보면, 인체에 인가되어 감전을 일으키는 전압으로 접촉전압과 보폭전압 2가지로 구별할 수 있다. 접촉전압은 전기계통의 충전 부분과 인체의 접촉으로 인하여 인체에 인가될 수 있는 전압이며, 보통 사람의 손과 다른 신체의 일부 사이에 인가되는 위험전압이다. 누전이나 기기의 절연파괴로 인하여 기기의 외함에 전압이 인가된 상태에서 사람이 접촉하게 되는 경우 감전 사고를 일으키므로 접지를 통하여 위험 전압을 제한시키는 것이 중요하다. 또한, 접지전극을 통하여 접지 전류가 대지로 유입되면 접지전극 주변의 대지표면에 전위경도가 형성되고 전위차가 발생하여 사람의 양발 사이에 전압이 인가되는데 이것을 보폭전압이라고 한다.

본 논문에서는 배전용 지저물 주변에서의 안전성을 평가하기 위한 목적으로 강관주와 콘크리트전주 주변에서 나타나는 대지전위분포로부터 접지전극의 이격거리에 따른 접촉전압과 보폭전압의 특성을 살펴보았다.

2. 본 론

2.1 접지극의 이격거리에 따른 지저물 주위의 전위분포

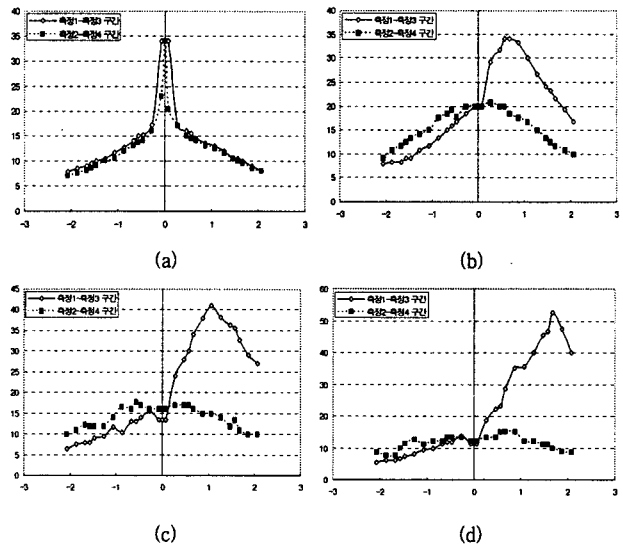
대지전위분포의 측정회로를 그림 1에 나타내었다. 지저물로는 강관주(B 실험장)와 철근 콘크리트 전주(I 실험장)가 사용하였으며, 각각의 지저물에 접지전극을 0, 0.5, 1, 1.5 [m] 이격시켰을 때, 대지표면에 나타나는 전위분포를 측정 1 ~ 측정 4의 네 방향으로 측정하였다. 1 [A]의 접지전류가 접지전극으로 유입되었을 때에 나타나는 대지표면의 전위를 0전위 보조전극을 기준으로 측정하였다.



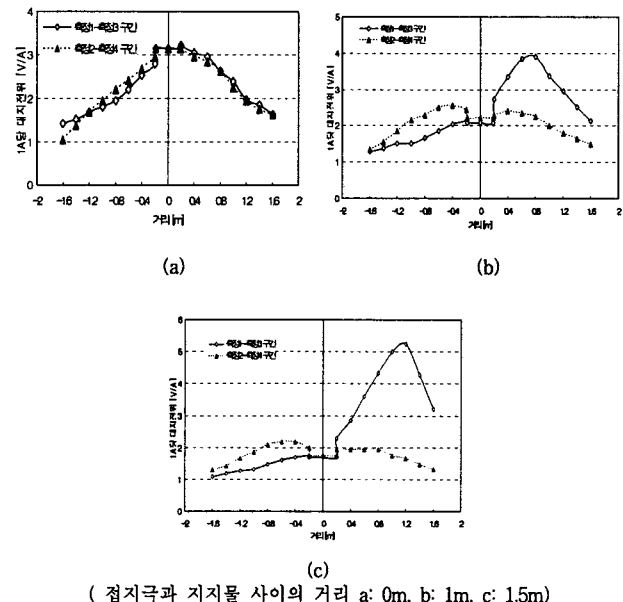
〈그림 1〉 대지표면전위 측정을 위한 실험계
 〈Fig.1〉 Circuit for measuring ground surface potential rises

그림 2에 접지전극의 이격거리가 0, 0.5, 1, 1.5 [m]인 경우에, 강관주가 매설되어 있는 B 실험장에서 실측된 대지전위분포를 나타내었다. 그림에서 -0.07 [m]에서 0.07 [m] 사이는 금속체 지저물이 매설되어 있는 부분으로 등전위로 나타나는 것을 볼 수 있으며, 가로축의 -1.07 [m] 지점에 측정 1과 측정 2의 보조전극이, 1.07 [m] 지점에 측정 3과 측정 4의 보조전극이 설치되었다. 그림 3에 접지전극의 이격거리가 0, 0.5, 1 [m]인 경우에, 콘크리트 전주가 매설되어 있는 I 실험장에서 실측된 대지전위분포를 나타내었다. 그 그래프에서 0 [m] 위치에 반경이 0.2 [m]인 콘크리트 전주가 설치되어 있으며, 네 방향의 측정위치에 보조전극을 설치하였다. 각 실험장에서 측정된 전위분포는 토양의 환경과 지저물의 차이에 따라 전위값의 차이가 있었지

만 두 실험장 모두 접지전극이 이격될수록 측정 1, 측정 2, 측정 4의 대지전위가 낮게 측정되었으며, 접지전극의 매설방향인 측정 3의 전위가 높게 측정되었다.



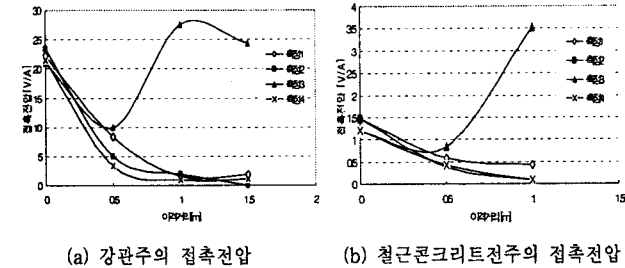
〈그림 2〉 강관주 주위의 전위상승분포
 〈Fig.2〉 Distributions of ground surface potential rises in the vicinity of steel pole



〈그림 3〉 콘크리트전주 주위의 전위상승분포
 〈Fig.3〉 Distributions of ground surface potential rises in the vicinity of reinforced concrete pole

2.2 접지전극의 이격거리에 따른 지지물의 접촉전압

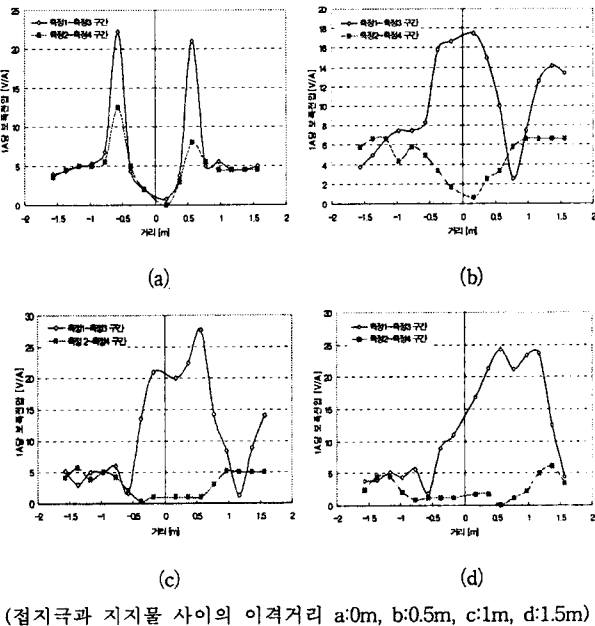
그림 4에는 대전위분포로부터 산출한 각 지지물의 접촉전압을 나타내었다. 측정 1, 측정 2, 측정 4 지점에서 측정한 접촉전압은 접지전극의 이격거리가 증가할수록 감소하는 경향을 보였지만, 접지전극이 매설되어 있는 방향인 측정 3 방향의 접촉전압은 접지전극이 이격거리가 1 [m] 일 때 가장 높게 측정되었으며, 이격거리가 0.5 [m] 에서 가장 낮게 측정되었다. 이것은 접촉전압이 접촉한 구조물과 1 [m] 이격된 지점의 전위차를 측정하기 때문에 접지전극을 강관주로부터 1 [m] 이격시킨 경우의 접촉전압이 가장 높게 나타났으며, 오히려 접지전극이 0.5 [m] 이격되어 설치된 경우의 접촉전압이 더 낮았다. B실험장의 접촉전압은 I실험장의 접촉전압에 비하여 크기가 크고 접지전극의 이격거리가 0 [m]인 경우의 접촉전압이 상대적으로 높은 이유는 지지물의 종류, 실험장의 대지구조 및 대지저항률 등의 환경적인 요인으로 볼 수 있다.



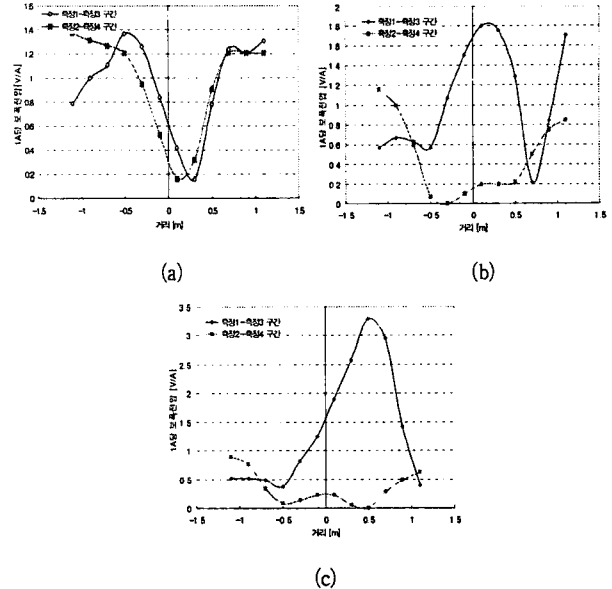
<그림 4> 강관주와 철근콘크리트전주의 접촉전압
<Fig. 4> Touch voltages of steel and reinforced concrete poles

2.3 접지전극의 이격거리에 따른 지지물 주위의 보폭전압

그림 5와 6에 각 실험장의 보폭전압을 나타내었다. 각 측정점에 사람이 서 있고 양 발 사이의 간격이 1 [m]인 경우에 양 발 사이의 전위차를 보폭전압으로 나타내었다. 따라서 그림 5의 경우 지지물의 반경 0.07 [m]과 한쪽 발의 간격 0.5 [m]의 합은 0.57 [m]이며, -0.57 ~ 0.57 [m] 사이의 보폭전압은 큰 의미가 없다. 마찬가지로 그림 6의 경우 지지물의 반경 0.2 [m]를 고려했을 때 -0.7 ~ 0.7 [m] 사이의 보폭전압은 의미가 없다. 따라서 분석이 가능한 데이터만을 고려해 보면, 사람의 한쪽 발이 접지전극이 매설되어 있는 위치의 대지 표면에 위치한 경우에 가장 높은 보폭전압이 나타난다. 이것은 접지전극 주변의 대전위분포에서 접지전극이 매설된 위치의 대지 전위가 가장 높기 때문이다. 접지전극이 0 [m] 지점에 위치한 경우 측정방향에 관계없이 보폭전압은 높게 측정되었으며, 접지전극이 매설되어 있는 대지표면에서의 보폭전압이 높게 나타났다.



<그림 5> 강관주 주변의 보폭전압
<Fig. 5> Step voltages in the vicinity of steel pole



<그림 6> 철근콘크리트전주 주변의 보폭전압
<Fig. 6> Step voltages in the vicinity of reinforced concrete pole

3. 결 론

강관철주와 철근콘크리트전주의 주변에 설치된 접지전극에 1 [A]의 전류가 유입되었을 때 나타나는 대전위분포의 측정과 접촉전압과 보폭전압의 분석으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 접지전극이 지지물로부터 멀리 이격될수록 접촉전압은 감소하였지만 접지전극이 매설되어 있는 방향에서의 접촉전압은 전반적으로 높게 나타났으며, 특히 1 [m] 이격시킨 경우의 접촉전압이 가장 높게 나타났다.
- (2) 보폭전압은 접지전극이 매설되어 있는 지점으로부터 0.5 [m] 떨어진 지점에서 가장 높았으며 접지전극의 이격거리와 관계없이 전위분포의 기울기에 의해 크기가 영향을 받으므로 전위상승의 영향을 받는 것으로 나타났다.
- (3) 접촉전압의 위험성을 고려했을 때, 접지전극은 사람이 접근하기 어려운 방향으로 설치되거나 매설깊이를 깊게 하여 대지표면의 전위상승을 감소시킬 필요가 있다.

이 논문은 산업자원부에서 시행하는 대학전력 연구센터육성 및 지원사업에 의해 작성되었습니다.

[참 고 문 헌]

[1] 이복희, "접지의 핵심 기초기술", pp118-124, 1999
 [2] B. H. Lee, J. S. Park and S. C. Lee, "Experimental Investigations of Transient Impedances of Some Grounding Systems", 1997 Japan-Korea Joint Syms.ED & HVE, pp.237~240, 1997
 [3] B. H. Lee, Su-bong. Lee, "Transient impedance of the Ground Grid and Deeply-driven Ground Rod", KIIEE Annual Spring Conference pp240~243, 2005
 [4] 高橋建彦, "접지·등전위 분당 설계의 실무지식", pp18-32, 2003
 [5] 이복희·정현욱, "접지봉 설치에 따른 전주 주변의 전위분포", pp 342-346, 2006춘계학술대회