

복수접지극의 변화에 따른 전극의 X축 간섭계수

김성삼* · 김주찬 · 송원표 · 고희석
(경남대학교)

Interference Coefficient of X axis for Electrodes using Variation of Plural Earth Electrodes

(Sung-Sam Kim* · Ju-Chan Kim · Won-Pyo Song · Hee-Seog Koh)
(Kyungnam Univ)

Abstract - In the building, there are a lot of electricity, electrodes, and communication equipment. Many of those equipment needs to earthing. Naturally, the earth electrodes are constructed in the site of a building. In such a situation, when electric current flows into a certain earthing system, the potential of other earthing systems rises. That is, the potential interference will take place between the earth electrodes.

The conventional study has been considered by only the relation of the distance between the earth electrodes using the potential distribution formula of earth surface. However, it is necessary to inquire strictly, taking the surface potential of electrodes by electrode form into consideration.

In this paper, basic formula is deduced on the basis of both electrodes surface potential of earth electrode as a source of the potential interference and earth electrode which receives the potential interference.

1. 서 론

종래의 전위간섭의 연구는 접지극의 지표면의 전위분포 계산식을 이용해서 간단히 전극간의 거리관계만으로 검토되어 왔지만 엄밀하게는 전극형상에 의한 전극표면전위를 고려해 검토할 필요가 있다.^{1~3)} 그래서 본 논문에서는 전위간섭의 원천이 되는 접지극 및 전위간섭을 받는 접지극의 양쪽의 전극표면 전위를 토대로 기본식을 도출했고, 부지내에 여러가지 접지극이 존재할 때의 전위간섭의 정도를 구하는 수법을 제시한다. 또 수조모델 실험에서 기본식 및 계산 수법의 검증을 행하고, 장래 더 나아가서는 단순 모델을 이용해서 수치 시뮬레이션에 의해서 타당성을 검증하고자 한다.^{4~9)}

2. 본 론

2.1 전위간섭계수의 계산방법

2개의 접지극이 있는 경우에 접지계A에 접지전류가 흐를 때 접지극 A의 전위가 상승해, 그 결과 접지극 B의 전위도 상승할 것이다. 그래서 접지극 B에 미치는 전위의 영향의 척도로서 전위간섭계수 K를 도입한다. K는 다음식으로 정의한다.

$$K = \frac{B\text{전위}}{A\text{전위}} \quad (1)$$

본 논문에서는 전위간섭의 원천으로되는 접지계를 접지계A와 전위간섭을 받는 접지계를 접지계 B로 표기한다. 그림 1에 나타낸바와 같이 부지내에 복수접지극이 존재하는 경우에, 접지계 A에 $I[A]$ 의 전류가 유입할 때의 전위간섭계수의 계산방법을 나타낸다. 그림 1중의 접지계 A는 기초항①~④, 접지계 B는 봉상접지극⑤를 가칭한다.

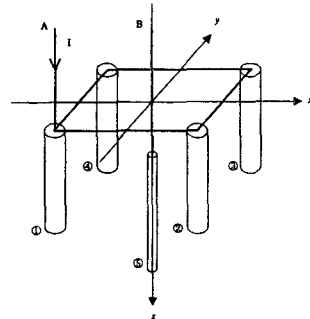


그림 1 접지계의 단순모델

접지극의 전위는, 접지극의 표면전위로 한다. 접지계 A에 전류가 유입한 때의 전극의 전류를 $I_j(j=1,2,3,4,5)$, 전극의 전위를 $V_i(i=1,2,3,4,5)$ 라고 하면 다음식이 성립한다.

$$I = [Z_{ij}]^{-1} V \quad (2)$$

단, $V = [V_1, V_2, V_3, V_4, V_5]$ $I = [I_1, I_2, I_3, I_4, I_5]$

$i \neq j$ 일 때는

$$Z_{ij} = \frac{1}{l_i} \frac{\rho}{4\pi l_i} \left[\ln \frac{(l_i + l_i - z) + \sqrt{x_{ij}^2 + (l_i + l_i - z)^2}}{l_i - z + \sqrt{x_{ij}^2 + (l_i - z)^2}} + \ln \frac{(l_i + l_i + z) + \sqrt{x_{ij}^2 + (l_i + l_i + z)^2}}{l_i + z + \sqrt{x_{ij}^2 + (l_i + z)^2}} \right] \quad (3)$$

단, ρ : 대지저항률 l_j : 전극길이

t_j : 매설깊이 x_{ij} : 전극간의거리

$i=j$ 일 때는, (3)식중의 x_{ij}^2 을 a_i^2 으로 바꿔 놓는다. 단 a_i 는 전극반경이다.

여기에서는, 접지계 A에 $I[A]$ 의 전류가 유입할때를 생각하므로, 다음식이 성립한다.

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = I \quad I_5 = 0 \quad (4)$$

또한 접지계 A의 전위를 V_A , 접지계 B의 전위를 V_B 로 놓으면 다음식이 성립한다.

$$V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = V_A \quad V_5 = V_B \quad (5)$$

식(2)에서의 행렬 $[Z_{ij}]^{-1}$ 를 다음식과 같이 4개의 소행렬로 분할한다.

$$[Z_{ij}]^{-1} = \begin{bmatrix} [Q_{11}] & [Q_{12}] \\ [Q_{21}] & [Q_{22}] \end{bmatrix} \quad (6)$$

(2)식에 (6)식을 대입해, (4)(5)식을 이용해 정리하면, 다음식과 같이 된다.

$$\begin{cases} I = Q_{11} V_A + Q_{12} V_B \\ 0 = Q_{21} V_A + Q_{22} V_B \end{cases} \quad (7)$$

단, Q_{ij} 는 소행렬 $[q_{ij}]$ 의 전요소들의 합이다. 따라서, (7)식에서 V_A, V_B 가 구할수 있고, V_A 와 V_B 의 비에서 전위간섭계수를 구할수 있다.

2.2 수조모델 실험에 의한 전위간섭계수의 검증

2.2.1 수조모델 실험의 개요

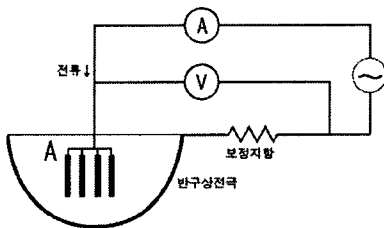
앞서 전위의 계산식 및 전위간섭계수의 계산방법을 나타냈다. 본장에서는 전위계산식 및 전위간섭계수의 계산수법을 수조모델 실험에 의하여 검증한다.

전극에서 충분히 떨어진 지점의 등전위곡선은 반구상으로 되는것은 명확히 되어 있으므로 대지 모델로서 반구상수조를 사용하기로 했다. 반경 0.75m의 스테레스제품 반구상수조에 수돗물을 채우고 수조자체를 리턴전극으로 한다. 흘린전류는 0.05A이고, 물의 저항률 ρ 는 30~35 $[\Omega \cdot m]$ (실험시기에 따라 다름)로 했다. 수조는 유한장이므로 중단 저항을 보정하기 위하여 보정저항을 직렬로 접속한다. 수조의 외측에 포함되는 저항분인 중단 저항 R 은 다음식으로 나타내어진다.

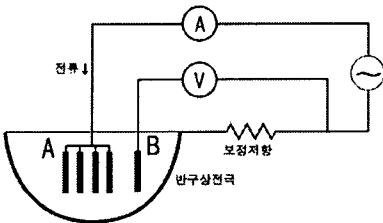
$$R = \frac{\rho}{2\pi r} \quad (9)$$

단, ρ : 물의 저항률 $[\Omega \cdot m]$, r : 수조의 반경[m]

측정은 그림 2에 표시하는 회로에서, 전극 A를 측정할 때의 회로는 같은 그림(a), 전극B를 측정할 때의 회로는 같은 그림(b)이다.



(a)



(b)

그림 2 실험회로

2.2.2 측정의 개요

복수의 전극의 경우는 우선 그림 3과 같이 접지계A를 수조의 수면중심에 설치해 접지계 A영역의 중심에 접지계B를 설치했다. 접지계 B를 x방향에 1cm 간격으로 이동시켜 각 지점에서의 접지계 A 및 접지계 B의 전위를 측정해 전위간섭계수를 산출했다.

접지계 A의 전극 ①~④에는 길이 50mm, 반경 2.5mm의 봉상전극을 접지계B의 전극⑤는 길이 100mm, 반경 0.25mm의 봉상전극을 사용해 매설 깊이는 접지계 A가 0mm, 접지계B가 0mm, 25mm, 100mm 의 3양상으로 했다.

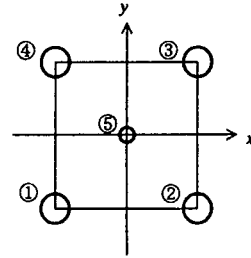


그림 3 복수접지극의 배치

2.3 측정 결과

앞서 서술한 측정에 의해 얻어진 결과는 그림 4 ~ 그림 6에 나타내고 있다. 여기서 우리는 전위간섭계수는 전극 A와 전극B의 관계에서 매설깊이에 의해서 간섭의 정도 차이가 있다는 것을 알수 있고 매설깊이가 깊을수록 전위간섭의 정도가 약하다는 것을 알수 있다.

표 1 실험데이터

간섭계수 이격거리	간섭계수 (t=0mm)	간섭계수 (t=25mm)	간섭계수 (t=100mm)
0	0.154	0.150	0.132
1	0.154	0.151	0.133
2	0.155	0.151	0.133
3	0.157	0.152	0.134
4	0.158	0.152	0.131
5	0.155	0.151	0.131
6	0.156	0.149	0.130
7	0.154	0.150	0.132
8	0.153	0.148	0.130
9	0.155	0.145	0.128
10	0.151	0.147	0.129
11	0.153	0.146	0.128
12	0.149	0.145	0.127
13	0.149	0.146	0.125
14	0.147	0.143	0.122
15	0.143	0.139	0.120
16	0.144	0.14	0.117
17	0.140	0.135	0.113
18	0.133	0.130	0.114
19	0.135	0.131	0.113

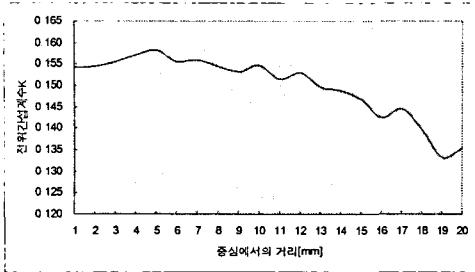


그림 4 매설깊이 $t = 0[\text{mm}]$

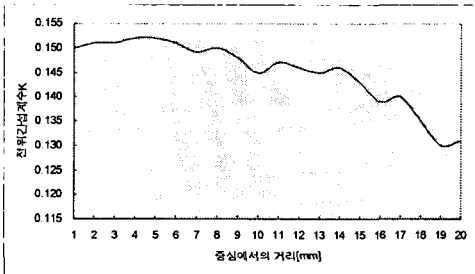


그림 5 매설깊이 $t = 25[\text{mm}]$

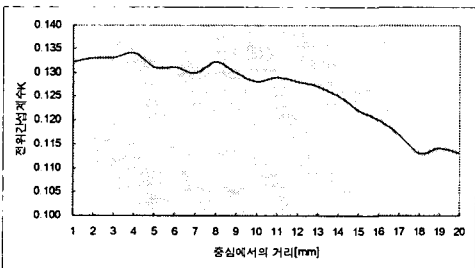


그림 6 매설깊이 $t = 100[\text{mm}]$

3. 결 론

본문에서는, 기초항을 접지극으로서 사용하고 있는 건물의 부지내에 다른 접지극이 존재할때의 전위간섭에 대해서 검토했다.

종래의 전위간섭의 연구에서는 전위를 지표면 거리만의 함수로서 행해져 왔다. 본 연구는 지중에 존재하는 전극의 상황을 고려한 경우의 전위로서 전극표면의 평균전위를 사용해 전위간섭의 검토를 행한 것이다.

전극A, B 각각의 전극표면의 평균전위의 계산방법을 나타내고 복수의 전극이 존재하는 경우의 전위간섭계수의 계산방법을 나타내었다.

기초항을 접지극으로 사용해, 그 영역 내측에 접지극이 존재하는 경우, 기초항 영역의 중심에 가까울수록 전위간섭을 받기 어렵다. 본 검토에 의하면, 기초항과 영역중심을 연결하는 선의 한가운데에 존재하는 접지극을 영역중심으로 이동하면, 전위간섭계수는 95%정도로 되는 것을 알았다.

결국, 접지극 표면의 면적이 큰 접지극에 전류가 유입하는 편이 전위간섭의 정도가 크게 됨을 알았다. 금후의 과제로서는 본 연구에서는 접지극으로서 쓰이고 있는 건

물기초항에 전류가 유입할 때의 봉상접지극에의 전위간섭을 검토했다. 각판상접지극에의 전위간섭에 대해서도 검토할 필요가 있다. 시설하는 방향을 고려하면 전위간섭이 억제될 가능성도 있어 검토해야 할 과제이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 高橋, 川瀬 : 「多層大地における棒狀接地極の接地抵抗の解析」 同上 B, 108, 229 (昭63-5)
- [2] 高橋, 川瀬 : 「多層大地における見かけの大地抵抗率の解析」 電氣設備學會研究發表會, B-6, (昭61-9)
- [3] 高橋, 他 : 「棒狀電極の接地インピーダンスの數値計算」 電誌論 B 103, 183 (昭58-3)
- [4] 馬淵, 高木: 「棒狀接地極の接地抵抗値の算定について」 電力技術研究所所報, 6, 40(昭-1)
- [5] G.F.Tagg : "Earth Resistances", George Newnes Ltd.
- [6] H.B.Dwight : Effects of resistance to Ground Electrical Engineering, No.12.1936
- [7] 高橋 : 「棒狀接地極の電位分布計算式の表現」 電氣設備學會誌 Vol.18.No.11, 平成10年11月
- [8] 三谷, 高橋 : 「埋設棒狀電極の接地抵抗の解析」 平成11年電氣設備學會全國大會, E-11
- [9] 木曾武男 : 「接地電極の埋設沈さと電極付近の電位傾度及び接地抵抗について」 電氣實驗所報, 第5卷 第9号.