

각판상전극의 접지저항에 관한 연구

(Research on Grounding Resistance for the Grounding Plate Electrodes)

고희석* · 신수한* · 김주찬* · 최종규**

(Hee-Seog Koh · Su-Han Shin · Ju-Chan Kim · Jong-Gyu Choi)**

경남대학교·마산대학

(Kyungnam Univ·Masan college)

Abstract

There are many electricity, electronics, and communication equipment which need to Grounding in the building. When electric current flows into a certain Grounding system in the same building, the potential of other Grounding system rises. This potential interference repuire surface potential of electros by electrode shape. In this paper basic formula is deduced on the basis of both electrodes surface potential of Grounding electrode as a source of the potential interference and Grounding electrode which receive the potential interference. The degree of potential interference as multiple Grounding electrode is verified the simulated results by means of the simple model in advance.

1. 서론

최근 화제가 되고 있는 전자환경(EMC)에 관해서도 접지의 중요성이 인식되고 있는 경우이고 접지는 광범위한 분야에 관련하는 사항일 뿐만 아니라, 목적에 따라서 각종의 접지가 필요하게 되고 그 신뢰성이 요구되고 있는 현재 각각의 접지를 단독으로 고려할 수 있는 것은 아니다.^[1]

단독의 접지가 복수시설되어 있는 경우 그 접지간의 이격거리에 대해서도 접지특성에 관련이 있는 사항이다.^[2,3,4]

각판상접지극의 특징은 뇌보호용 접지이며 시공이 간편하며 넓은 부지 면적을 차지하지 않기 때문에 봉상전극과 병행 사용되는 접지극이다. 각판상접지극에 대한 관련이론식은 기존에 사용되고 있는 간편한 계산식이 있으며 최근에 일본학회에서 발표된 새로운 이론계산식이 발표된바 있다.^[5,6,7,8]

본 논문에서는 모의 축소 접지계를 구성하여 이를 확인하는 실험적인 방법으로 스텐레스제 반구상수조를 이용하여 접지극의 접지저항을 추정하고자 한다.^[9,10] 특히, 일반건축물에서 보편화되어 널리 시공되고 있는 각판상접지극을 수조모의실험에 의해 해석 하고자 한다.^[11,12]

2. 각판상전극의 병렬접지저항의 해석

2.1 병렬접지저항

봉상전극의 병렬접지저항의 계산은 회전타원체전극에 의한 집합계수의 계산법이 확립되어 있다.

한편 각판상전극은 시공영역의 제한을 받지만 봉상전극에서는 소요접지저항이 얻어지지 않은 경우에 유용한 공법으로서 사용되어지고 있다. 이장에서는 각판상전극의 병렬접지저항을 고찰 하고 전극배치 파라미터에 의한 간섭계수에 대해서는 병렬접지저항 모델 실험을 통해 검토한 결과를 열거하였다.

같은 형상치수의 전극을 복수개로 집합시켜 이들을 연결선으로 병렬로 접속하는 것을 병렬접속이라고 하고, 하나의 전극의 접지저항을 R 이라고 할 때 N 개를 병렬로 접속한 경우의 합성저항, 흔히 병렬접지저항 R_0 은 다음식으로 따른다.

$$R_0 = \eta \cdot \frac{R}{N} \quad (2-1)$$

여기서 η 는 병렬접지의 효과를 나타내는 지표로 되는 계수로서 집합계수라 부른다.

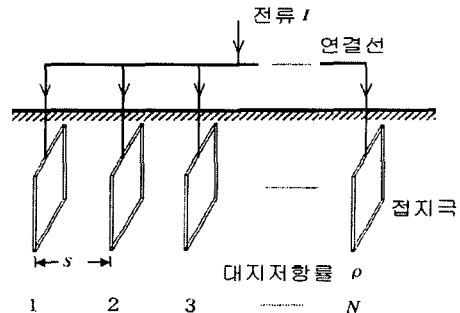


그림 2.1 각판상전극의 병렬접지

병렬접지의 특징은 전극간의 거리의 대소에 의해서 합성저항에 저감의 양상이 달라지는 것이다. 결국 전극간거리가 적게되면 전극에서 유출하는 접지전류의 통로가 좁게되고 전극의 상호간섭에 의한 간섭의 조밀도가 높아지게 된다. 집합계수는 항상 1보다 큰값을 갖는 것이다. 예를 들면 전극은 무한대의 이격거리에서 병렬접지저항으로 했을 경우 전극의 상호간섭은 무시할 수 있고 전위의 중첩이 영으로 되기 때문에 집합계수는 한없이 1에 접근한다. 그러나 현실에서는 유한의 거리이기 때문에 1보다도 큰 값으로 된다.

본 논문에서는 집합계수를 1로 할 수 있는 망상전극(1mesh) N 의 개수를 각판상전극일 때 $N=2$ 로

추정해 낼수 있었고, 이것은 각판상전극을 망상 1mesh로 가정을 하고, 망상전극의 개수가 수조의 유한크기에 대해서 각판상전극의 개수가 N=2일때의 각판상전극에 대해서 합성저항이 매우 근사함을 확인하고, 이것은 결국 일정 부근내에서 소요접지저항값을 독립 각판상전극의 경우 얻지 못할 때 각판상전극의 병렬의 결합은 최소2일때에 최적의 접지저항값을 추정해 낼수 있다는 것을 보여 주는 것이다. 그리고 여기에 제3의 전극이 투입될때의 전극의 간섭계수에 대해서 모의 수조실험을 행했다.

2.2 병렬접지저항 계산식

임의 형상의 접지극에 전류 I가 유입시에 생기는 전위 V(x)는 접지전류값 I, 대지저항을 ρ, 전극 치수(형상) 및 전극에서의 지표면거리 x등의 함수로 나타내어 일반적으로 다음식으로 나타내어 진다.

$$V(x) = \rho \cdot F(x) \cdot I$$

이 식을 행렬로 표시하면

$$V = \rho \cdot F \cdot I$$

$$V = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_n \end{bmatrix} \quad I = \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_n \end{bmatrix}$$

$$F = \begin{bmatrix} R_F & F(S_{12}) & \cdots & F(S_{1n}) \\ F(S_{21}) & R_F & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ F(S_{N1}) & \cdots & \cdots & R_f \end{bmatrix}$$

병렬접지극은 전부 등전위로서 각각의 전극에는 전위를 같게하고 임의의 전류가 유입하는 것으로 가정하면 합성저항은 다음과 같다.

$$R_N = \frac{\rho}{[1, 1, \dots, 1] F^{-1} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}}$$

(2-1)

3. 모델전극에 의한 수조모의 실험방법

수조모의실험에 대한 이론적인 내용을 살펴보면 다음과 같다. 접지전극을 설계할 때 모양이 복잡한 전극인 경우에는 계산공식을 유도하는 것이 곤란하다. 이러한 경우 접지저항을 추정하는 편리한 방법으로서 모형실험법이있다. 접지의 모형 실험법은 그림 4.1과 사진1과 같이 수조 속에 접지 전극의 축척모형(스케일모델)을 배치하여 측정하는 방법이다. 수조모의실험에 필요한 것으로는 수조, 그 속에 넣는 매질, 모형 접지전극, 전원, 측정장비가 있다. 접지의 모형실험을 하는 데에는 먼저 균질 대지와 유사한 환경을 만들어야 한다. 수조모의실험에서는 아래 그림과 같이 물을 가득 채운 수조를 균질 대지에 가깝게 만든다.

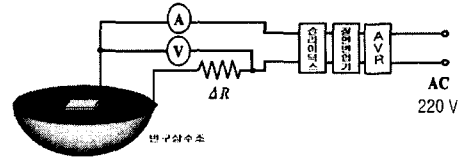


그림4.1 수조실험 장치도

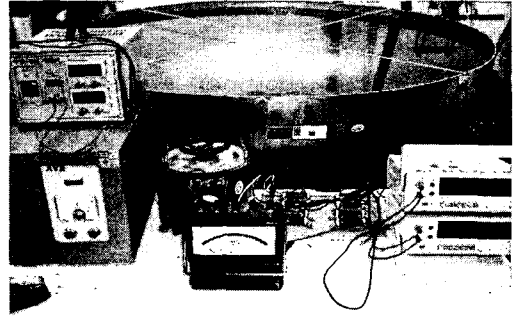


사진 1

표4-1 실험장비

기기명칭	제조사	제원
ρ미터 (전도율계)	(주)東亞電波工業 (Japan)	CM-21P
교류전류계	HWA SHIN	TYPE : HS 7015 CLASS : 0.5
디지털 전압계	EZ	Digital Multimeter (DM-441B)
AVR	삼풍전원시스템	정격용량 : 2kva
슬라이더스	삼신전업사	정격용량 : 2kva (0~120[V])
절연변압기	삼풍전원시스템	정격용량 : 1kva



실험 장치와 제원은 표 4-1과 같으며, 주조의 물 저항률은 전도율계로 옆의 사진과같이 31.9[Ω·m]가 나왔다. 그리고, 각각의 실험의 정확도와 오차를 줄이기 위해서 물은 수도물을 받아둔후 3일정도의 시간이 지난후에 측정을 하도록 했고, 실험은 같은 조건에서 행하기 위해서, 노력했다.

그리고 사진 3 과 같은 방법으로 수조에 전극A를 배치하고, (제3의)전극B를 중심에서 전극방향으로 그리고, 전극에서 점점 이격거리를 가지면서 간섭의 영향이 거의 미치지 않는 지점까지 반복적으로 행했다.

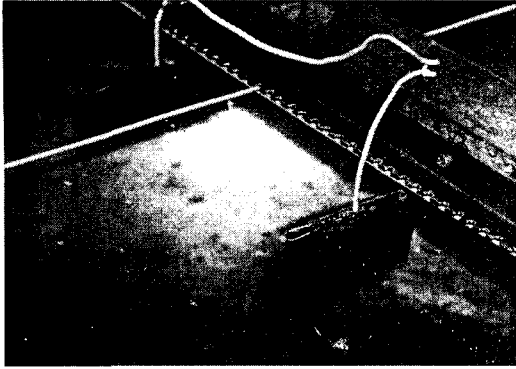


사진 2

4. 모델전극에 의한 수조모의 실험

다음의 그래프로 실험에 의한 데이터를 대신하고, 각각의 데이터의 정확성과 비교를 위해서 전극A(간섭원)과 전극B(간섭을 받는전극)의 크기를 되도록이면 수조의 유한 크기에 대해서 전극A의 경우는 수조의 크기의 1/8의 크기 정도의 가로×세로(10×10 Cm)으로 했다. 그리고 전극B의 크기는 표 4-2와 같이 간섭의 정도에 영향을 받기 쉬운 크기를 선정해서 실험을 행했다.

표4.2 전극의 재료의 선정

전극 종류	전극A의크기	전극B의크기	비고
전극 크기	10×10 Cm	1×1 Cm	깊이변화
	10×10 Cm	2×2 Cm	깊이변화
	10×10 Cm	3×3 Cm	깊이변화
	10×10 Cm	5×5 Cm	깊이변화
	10×10 Cm	8×8 Cm	깊이변화
	10×10 Cm	10×10 Cm	깊이변화

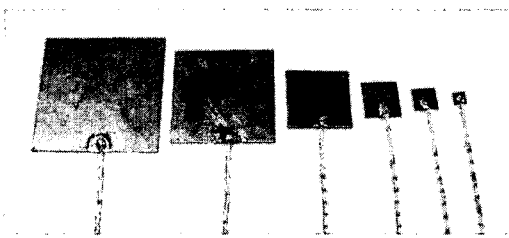
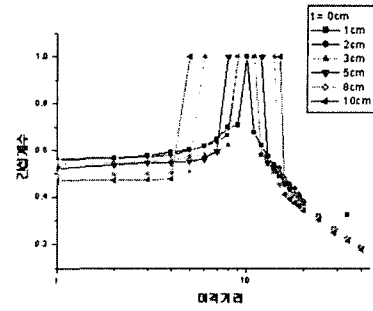
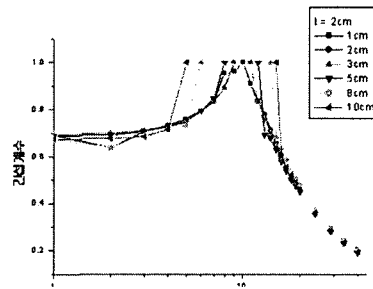


사진 3

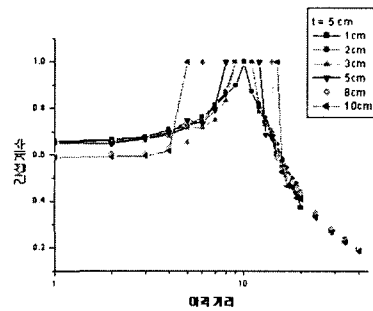
그림 4.2와 그림 4.3 같이 전극B의 크기가 적을수록 그리고, 전극B의 배치방법이 수직일 때 보다 수평일 때가 더욱 간섭의 영향이 크다는 것을 알 수 있었다.



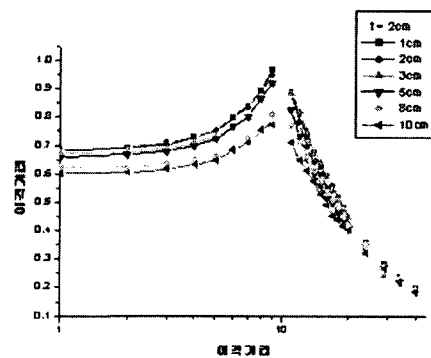
(a) t =0 경우



(b) t =2 경우

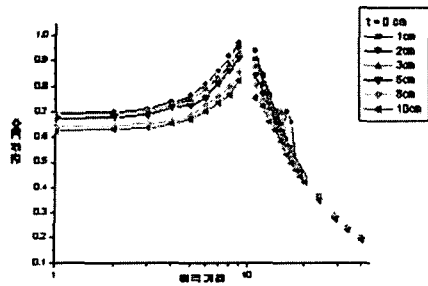


(c) t =5 경우

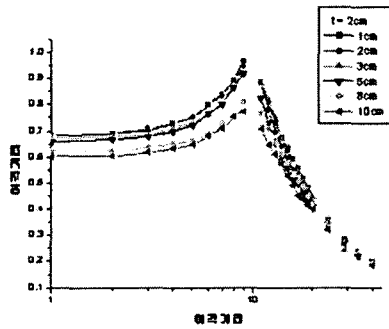


(d) t =10 경우

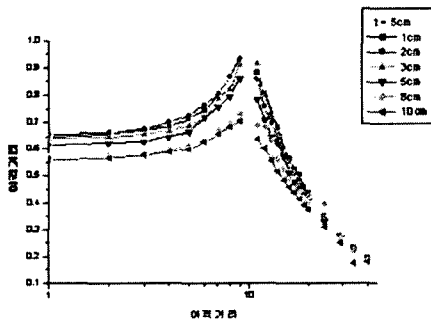
그림 4.2 수직 배체의 경우



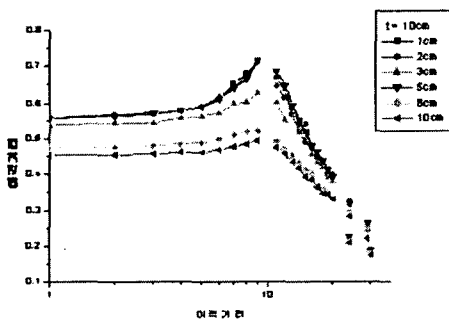
(a) $t=0$ 경우



(b) $t=2$ 경우



(c) $t=5$ 경우



(d) $t=10$ 경우

그림 4.3 수평 배재의 경우

5. 결론

본 연구는 각판상전극에 대한 접지저항을 수조 모의실험과 접지설계 및 시공에 널리 적용되고 있

는 Dwight이론식을 기초로 비교 분석하였다. 특히 수조모의실험에서 오차를 최대한 감소 시키기 위해 실험모델을 최소의 크기로 선정하였다. 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 병렬접지에서 평행으로 배치되어 있는 전극은 수직으로일 일 때 보다, 수평 일 때가 더욱 영향을 많이 받는다는 것을 실험을 통해 입증되었다.

(2) 병렬접지에서 집합계수에 의한 평행배치에서의 간섭원에 의한 간섭전극의 접지저항의 차이를 평가할 수 있었다.

(3) 병렬접지 공법을 적용할 경우 각판상전극을 사용한 접지공법에서는 평행상배치에 대해서 간접전극의 시공은 평행보다는 수직으로 배치하는 쪽이 보다 소요접지저항값을 얻는데는 보다 효과 적이다는 것을 확이 했다.

참고 문헌

- [1] 高橋 「接地技術の動向」 電学誌 106, 357 (昭61-4)
- [2] E.D.Sunde : Earth Conduction Effects in Transmission Systems (1968) Dover Publication Inc
- [3] 高橋・美多・川瀬 : 「並列接地の集合係数」について 電気学誌會電力應用研資 EPA-78-5 (昭53)
- [4] 大矢, 他 : 「多電極並列接地による接地抵抗の低減化」 電学論 B, 106, 911 (昭61-10)
- [5] 高橋 : 「多層大地における深打接地と浅打並列接地の接地抵抗」 電氣設備学会 Vol.16.No.10. 平成8年10月
- [6] 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)
- [7] 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)
- [8] G.F.Tagg : "Earth Resistances", George Newnes Ltd.
- [9] H.B.Dwight : Effects of resistance to Ground Electrical Engineering, No.12.1936
- [10] 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
- [11] 三谷, 高橋 : 「埋設棒狀電極の接地抵抗の解析」 平成11年 電氣設備学会全国大会, E-11
- [12] 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.