

구조체 접지에서 블록의 저항률 특성

고희석\* · 김주찬 · 정만길 · 김성삼  
경남대학교

Resistivity Characteristic of Block in Structure Grounding

Hee-Seog Koh\* · Ju-Chan Kim · Man-Gil Jung · Sung-Sam Kim  
Kyungnam Univ

**Abstract** - This paper was analyzed fundamental about electrical characteristic of concrete to practical use base of building as Substitution Ground Electrode and Artificial Ground Electrode.

- 1) Gravel or Sand has a function that makes increase Resistivity of Concrete and Cement has a function that makes decrease Resistivity of Concrete.
- 2) Moisture Increase Work is so hard because of dry of Block but the Resistivity was decreased when the moisture of Concrete Block was gradually increased.
- 3) According to the measurement result of moltar and concrete block, ratio relation of Resistance and Resistivity of each block was thirty-fold difference.

1. 서 론

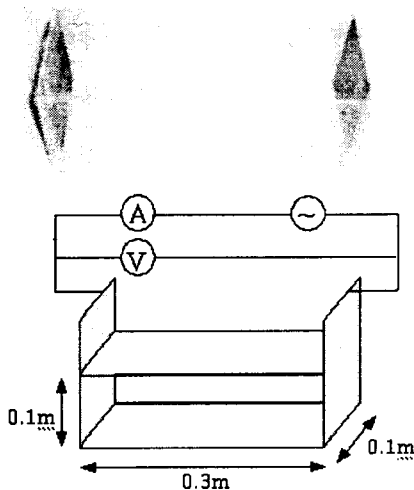
최근 건축물 시스템은 고층화, 대형화, 인텔리전트화를 통한 전력을 공급하는 전원설비, 변전·배전설비 및 정보통신 설비, 그리고 보안 및 방범설비, 빌딩관리 시스템, 통합관리 시스템 등 다양한 설비가 혼재되어 설치 운영되고 있어 안전성과 신뢰성이 바탕이 되는 시스템을 구축하여야 한다.[1]  
철근콘크리트조 등의 건축물의 구조는 구조적으로 일체화되어, 그 전기저항도 낮다. 자연접지극인 구조체 접지공사 시공 시 콘크리트의 저항률 평가와 함께 콘크리트를 이용한 인공접지극의 활용 가능성에 대한 기초실험을 하였다. 따라서, 본 논문에서는 건축물의 기초를 대응접지극과 인공접지극으로 활용하기 위해 콘크리트의 전기적 특성에 관해서 기초적 검토를 했다. 또한, 콘크리트블록 모델과 몰탈블록 모델을 제작, 저항률의 측정 결과를 통해 두 모형 접지극의 특성에 관해서 검토 하였다.[2]

2. 콘크리트 재료의 전기적 특성

2.1 콘크리트 재료의 저항률

2.1.1 실험방법

콘크리트는 시멘트, 모래, 자갈, 물 4개의 재료로 구성되어 있으며, 각 재료의 저항률 특성을 파악하기 위해 그림 1에 나타난 장치로 실험을 하였다.



〈그림 1〉 측정 장치도  
〈Fig 1〉 The figure of measurement equipment

그림 1에 나타난 아크릴 제 수조에 수돗물을 채우고, 각각의 재료를 넣었을 때의 저항(R)을 측정하고, 다음 식에 의해 저항률(ρ)을

구했다.

$$R = \rho \frac{L}{A} \dots\dots (1)$$

여기에서,

L : 수조의 가로길이[m]

A : 전극 판의 면적[m<sup>2</sup>]

아크릴 제 수조의 양측에는 스텐레스 제의 전극 판(0.1m×0.1m)을 두고, 상용전원(50V)을 인가하여, 회로전류와 스텐레스 제 전극판 양단의 전압에서 저항을 측정했다. 수조에 넣는 재료의 양의 평가는 체적비 농도 γ에 주입하였으며, 체적비 농도 γ [%]의 정의를 이하에 나타낸다.

$$\gamma = \frac{V_S}{V_0} \times 100 \dots\dots (2)$$

여기에서,

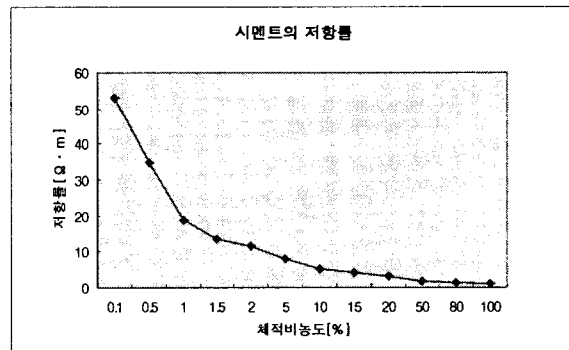
V<sub>S</sub> : 각 재료의 체적[m<sup>3</sup>]

V<sub>0</sub> : 아크릴 제 수조의 물의 체적[m<sup>3</sup>]

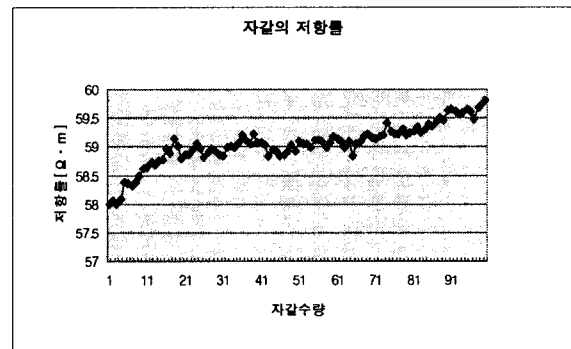
이들 재료를 수조(체적 3000[ml])에 넣는 때, 미리 체적을 재어두고 시멘트, 모래의 경우는 수십 ml 단위로, 자갈의 경우는 1개씩 100개 까지 주입하였다.

2.1.2 측정결과와 고찰

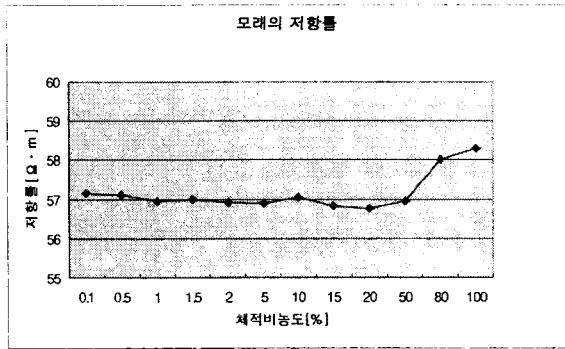
콘크리트 각 재료의 체적비 농도 γ에 의한 저항률의 변화결과는 그림 2 ~ 그림 4와 같다.



〈그림 2〉 시멘트의 저항률  
〈Fig 2〉 The resistivity of cement



〈그림 3〉 자갈의 저항률  
〈Fig 3〉 The resistivity of gravel



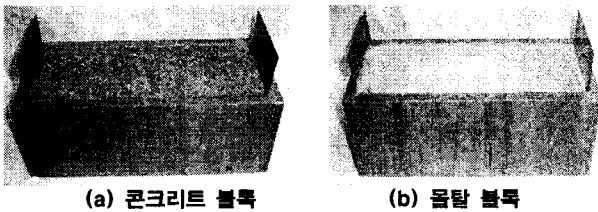
〈그림 4〉 모래의 저항률  
 <Fig 4> The resistivity of sand

시멘트는 체적비 농도  $\gamma$ 가 증가함에 따라서 저항률이 감소했지만, 역으로 모래나 자갈은 증가했다. 모래는 어떤 농도까지든 거의 일정한 저항률을 나타내지만, 약 20[%] 이상으로 되면 급격히 저항률이 증가한다.

## 2.2 콘크리트와 몰탈의 저항률

### 2.2.1 실험방법

콘크리트를 구성하는 각종 재료의 저항률은 분명하게 되었지만, 콘크리트와 몰탈(시멘트, 모래, 물)의 저항률을 알기 위해 그림 1과 동일한 장치로서 실험을 했다. 단, 본 실험에서는 아크릴 수조가 아닌 중밀도 섬유판(MDF, Medium Density Fiberboard)의 목제상자로 했다.

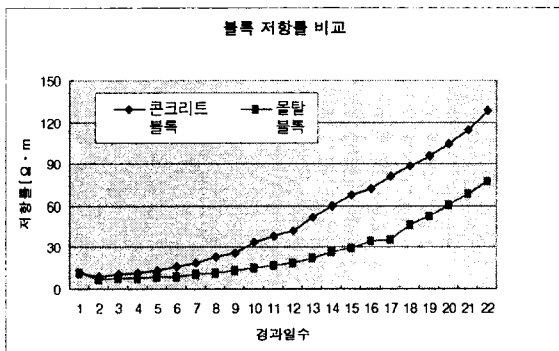


〈그림 5〉 시험 블록  
 <Fig 5> Test block

목제의 상자에 콘크리트, 몰탈을 속에 집어넣고, 양단에 스텐레스제 전극 판을 두고 2.1.1에 나타난 방법과 같이 저항을 측정하고 저항률을 구했다.

### 2.2.2 측정결과와 고찰

콘크리트 및 몰탈을 속에 집어넣은 후로부터 약 30여 일간, 정기적으로 저항을 측정하고 (1)식에 의해 저항률을 산출했다. 그 결과를 그림 6에 나타낸다.



〈그림 6〉 콘크리트와 몰탈의 저항률  
 <Fig 6> The resistivity of concrete and mortar

몰탈의 저항률은 콘크리트에 비해 낮게 되었다. 이것은, 몰탈에는 절연물인 자갈이 포함되어 있지 않기 때문이라고 생각된다. 또 시간이 경과할수록, 콘크리트나 몰탈의 저항률이 증가하고 있다. 이것은 시간의 경과에 따라 콘크리트도 몰탈도 그 중에 포함된 증발성의 물이 감소해, 시멘트와 물의 수화 반응이 없어졌기 때문에 저항률이 증가한 것으로 사료된다. 실험에서 30여 일간 경과한 콘크리트 시험체의 수분이 포함된 정도는 분명하지 않지만 충분히 건조된, 습윤율 0[%]의 상태로 간주하여 이하의 실험을 했다. 여기에서, 습윤율  $\alpha$ 는 다음 식으로 정의한다.[3]

$$\alpha = \frac{W_a - W_0}{W_0} \times 100 \quad (3)$$

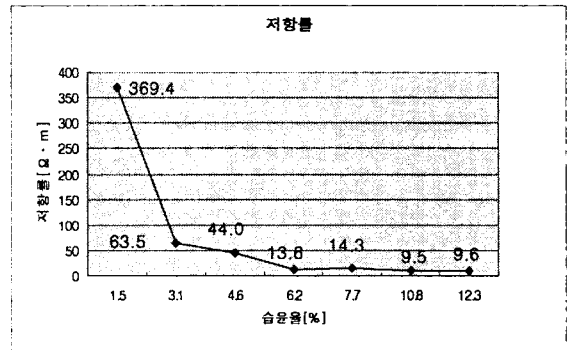
여기에서,

$W_a$  : 수분을 포함한 상태에서의 중량[kg]

$W_0$  : 대기 중에 있어서의 건조시의 중량[kg]

콘크리트조의 물체가 지중에 존재하는 경우는 함수에 의해 습윤 상태에 있고, 도전체로 간주할 수 있다고 말해지고 있다. 이것을 확인하기 위해 이하에 나타난 실험을 했다. 약 30여일 건조 시킨 콘크리트 시험체의 중량(6.5kg)을 측정하고, 그것에 수분을 증가시키기 위해 스프레이로 정량(100ml)의 수돗물(저항률 : 35[Ω · m])을 뿌려서 저항을 측정했다. 이러한 동작을 되풀이 해, 습윤율을 증가시켰다. 습윤율이 3[%] 이상의 경우는 비이커로 물을 균일하게 스며들게 해서 중량을 측정하고, 그 후 저항을 측정했다.

그림 7에 나타난 바와 같이, 콘크리트의 저항률은 습윤율의 증가와 함께 급격히 감소하지만, 약 6[%]를 초과하면 거의 안정된 결과를 나타내었다.



〈그림 7〉 콘크리트의 습윤율의 증분에 의한 저항률  
 <Fig 7> The resistivity by the rate of water of concrete

몰탈과 콘크리트 블록의 저항률 측정결과, 블록간 저항과 저항률의 비율 관계는 약 30배의 차이를 나타냈다. 블록 제작 후, 경과기간에 무관하게 수치상 약 30배의 값의 차이가 발생하였으며, 비율 관계의 검증과 재현성을 위해 MDF의 몰탈, 콘크리트 블록을 추가 제작 후 1여 년 경과한 결과도 일치하였다. 따라서, 저항률 결과에 의해 저항 값을 간접적으로 추정할 수 있는 효과적인 방법이라고 사료되며, 표 1에 측정값과 비율결과를 나타내었다.

〈표 1〉 블록모델 측정결과

	콘크리트 저항 [kΩ]	콘크리트 저항률 [kΩ · m]	몰탈 저항[kΩ]	몰탈 저항률 [kΩ · m]
블록 비교 (1년 전 / 후)	1252 / 9145	41 / 304	4 / 1901	0.135 / 63
비율 (저항 / 저항률)	30 / 30		30 / 30	

## 3. 결 론

본 논문에서는 건축물기초를 접지극으로 활용하기 위해, 콘크리트나 몰탈 재료의 각 저항률에 관해서 실험을 했다. 또한, 콘크리트와 몰탈의 축소 모델을 만들어 저항률에 관해서 실험을 하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 자갈이나 모래는 콘크리트의 저항률을 증가시키는 작용이 있고, 시멘트는 콘크리트의 저항률을 감소시키는 작용이 있다.
- 2) 블록의 건조로 인해 습윤율 증가 작업이 난이 하였으나, 습윤율이 증가할수록 저항률이 감소하는 것을 확인할 수 있었다.
- 3) 몰탈과 콘크리트 블록의 측정결과, 각 블록의 저항과 저항률의 비율 관계는 약 30배의 차이를 나타냈다.

### 〔참 고 문 헌〕

- [1] 최용규, 송영주, "접지도체 굵기 선정에 관한 수식제어 모델링" 조명·전기설비학회논문지 제20권 제4호, pp.107-116, 2006년
- [2] 김성삼, 김주찬, 이충식, 고희석, "건축물기초 접지극의 비교분석에 관한 연구", 대한전기학회 하계학술대회 논문집 pp. 271-273, 2005년
- [3] 右田理平, 高橋健彦, "戸建住宅基礎の代用接地極に關する基礎的檢討", 電気設備學會誌, Vol 24 NO.4, pp.296-301, 2004년