

## 철근콘크리트 대용접지극에 관한 기초 연구

(Foundation Research for Reinforced Concrete Substitution Grounding Electrode)

김성삼<sup>o</sup> · 이충식<sup>\*</sup> · 고희석

(Sung-Sam Kim<sup>o</sup>·Chung-Sik Lee<sup>\*</sup>·Hee-Seog Koh)

### Abstract

There are ground facility of maintenance in house electric facility of infra maintenance electric home appliances having used multifariousness in house, that use electric energy of common source for equipment. The body of building such as the reinforced concrete construction is structurally united, and the electric resistance is also small. It is possible that those foundations have contacted the ground at large surface area and that it substitutes the building construction body for the earth electrode. This is called "the structure earthing". This method has been defined at electrical facilities technical standards and KS in our country, and it has been used in various quarters practically.

However, in our country, there is no example of using the foundation of the house as substitution earth electrode practically, and the means of the evaluation as electrode has not been established either. Then, in this paper, basic research for utilizing foundation of the house as substitution earth electrode is carried out.

### 1. 서론

주택에 있어서 전기설비가 목표로 하는 이념은, 환경성 및 안전성의 향상을 고도로 실현하는 것이다. 최근의 고도정보화 사회의 진전에 따라, 주택에 있어서도 감전보호를 위한 보안용접지는 물론, 정보 통신기기의 안전한 동작을 확보하기 위한 기능용접지도 필요로 되고 있다. 주택의 전기설비의 인프라 정비의 하나로, 접지설비가 있다. 주택에서도, 다종다양한 가전기기가 사용되고 있으며, 그들은 상용전원의 전기에너지를 이용하는 기기이다. 우리나라에 있어, 주택의 접지설비는 그다지 문제의식이 없고, 전혀 정비되고 있지 않은 현상에 있다. 철근콘크리트조 등의 건축물의 구체는 구조적으로 일체화되어, 그 전기저항도 낮다. 그들의 기초(지하부분)는 큰표면적에서 자연히 대지와 접촉하고 있고, 건축구조체 그 자체를 접지극으로 채용하는, 소위 「구조체접지」라는 사고방식은, 우리나라에서는 전기설비 기술기준 및 한국산업규격, 한국산업안전보건법에 정의되어 있고, 각방면에 실용화되어 있다. 본논문에서는 주택의 기초를 대용접지극으로 활용하기 위해 콘크리트의 전기적 특성에 관해서 기초적 검토를 했다.[1]~[3]

### 2. 본론

#### 2.1. 콘크리트의 전기적특성의 실험

콘크리트의 전기적 특성을 파악하기 위한 기초적 실험을 했다.[4]

콘크리트는 세멘트, 모래, 자갈, 물 4개의 재료로 구성되어 있다. 이들 재료의 전기적 특성을 파악하기 위해 그림1에 나타낸 장치로 실험을 했다.

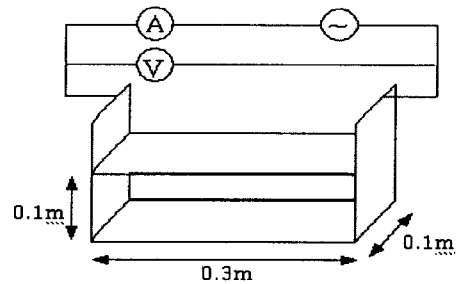


그림 1 측정장치도

Fig.1 The figure of measurement equipment

#### 2.1.1 실험방법

그림 1에 나타낸 아크릴제 수조에 수돗물을 채우고, 상술의 재료를 넣었을때의 저항(R)을 측정하

고, 다음식에 의해 저항율( $\rho$ )을 구했다.

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

여기에서,

$L$  : 수조의 가로길이[m]

$A$  : 전극판의 면적[m<sup>2</sup>]

아크릴제 수조의 양측에는 스텐레스제의 전극판(0.1m×0.1m)을 두고, 상용전원(50V)을 인가하고, 회로전류와 스텐레스제 전극판 양단의 전압에서 저항을 측정했다.

수조에 넣는 재료의 양의 평가는 체적비농도  $\gamma$ 에 의해서 행했다. 체적비농도  $\gamma$  [%]의 정의를 이하에 나타낸다.

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

여기에서,

$V_s$  : 각재료의 체적[ml]

$V_0$  : 아크릴제 수조의 물의체적[ml]

세멘트, 모래, 자갈은 시판되고 있는 콘크리트 제조용의 재료이다. 이들 재료를 수조(체적 3000ml)에 넣는 때, 미리 체적을 재어두고 세멘트, 모래의 경우는 수십 ml 단위로, 자갈의 경우는 1알씩 넣었다.

### 2.1.2 실험결과와 고찰

콘크리트의 각 재료의 체적비 농도  $\gamma$ 에 의한 저항율의 변화의 실험결과를 그림 2 ~ 그림 4에 나타낸다.

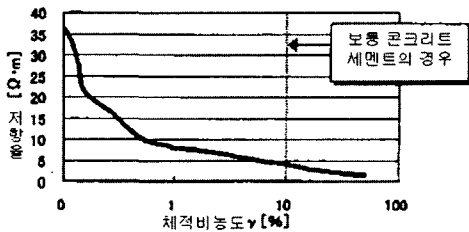


그림 2 세멘트의 저항율

Fig.2 The resistivity of cement

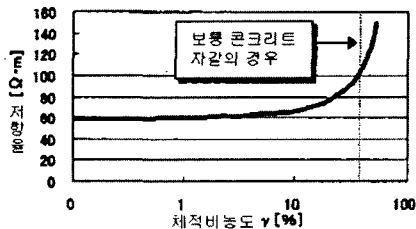


그림 3 자갈의 저항율

Fig.3 The resistivity of gravel

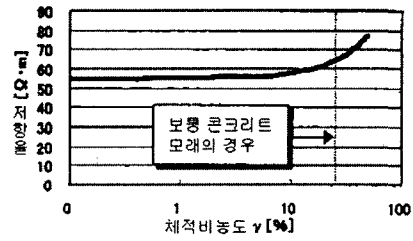


그림 4 모래의 저항율

Fig.4 The resistivity of sand

세멘트는 체적비 농도  $\gamma$ 가 증가함에 따라서 저항율이 감소했지만, 역으로 모래나 자갈은 증가했다. 모래나 자갈은 어떤 농도까지는, 거의 일정한 저항율을 나타내지만, 10% 이상으로 되면 급격히 저항율이 증가한다. 실제의 콘크리트는 물, 세멘트, 모래, 자갈의 체적비농도  $\gamma$ 가 표준화되어 있다. 그림 2 ~ 그림 4중에 나타낸 보통 콘크리트의 세멘트, 모래, 자갈의 경우의 체적비농도  $\gamma$ 를 기초로 하여, 보통 콘크리트의 체적비 농도  $\gamma$ 를 (2) 식으로 치환하여 나타내면 표 1과 같이 되고, 그때의 저항율은 같은 표의 값으로 된다. 즉, 세멘트의 체적비농도  $\gamma$ 의 증가가 콘크리트의 저항율의 감소에, 모래 및 자갈의 체적비 농도  $\gamma$ 의 증가가 콘크리트의 저항율의 증가에 기여하고 있는 것이 명확히 되었다.

표 1 표준적인 콘크리트에서의 각재료의 저항  
Table.1 The resistivity of each material in standard concrete

	체적비농도 $\gamma$ [%]	저항율 [ $\Omega \cdot m$ ]
물(3000ml)	—	60.0
세멘트(300ml)*1	10	3.8
자갈(1200ml)*2	40	103.0
모래(840ml)*3	28	65.3

\*1 물에 300ml의 세멘트를 녹였던 수용액

\*2 물에 1200ml의 자갈을 혼합한 수용액

\*3 물에 840ml의 모래를 혼합한 수용액

### 2.2. 콘크리트 및 몰타르의 저항율

콘크리트를 구성하는 각종 재료의 저항율은 분명하게 되었지만, 콘크리트와 몰타르의 저항율을 알기 위해 그림 1과 동일한 장치로서 실험을 했다. 단, 본 실험에서는 방수 배니아제의 상자로 했다. [4]

#### 2.2.1 실험방법

목제의 상자에 콘크리트, 몰타르를 속에 집어넣고, 양단에 스텐레스제 전극판을 두고 2.1에 나타

낸 방법과 같이 저항을 측정하고 저항율을 구했다. 콘크리트의 재료는 보통 세멘트와 모래와 자갈과 물이고, 그 체적비 농도는 2 : 4 : 6 : 1로 했다.

또 몰타르의 재료는 보통 세멘트와 모래와 물이고, 그 체적비 농도는 2 : 4 : 1로 했다. 콘크리트, 몰타르 모두 물, 세멘트비는 50%이다.

### 2.2.2 실험결과와 고찰

콘크리트 및 몰타르를 속에 집어 넣은 후로부터 30일간, 매일 정기적으로 저항을 측정하고 (1)식에 의해 저항율을 산출했다. 그 결과를 그림 5에 나타낸다.

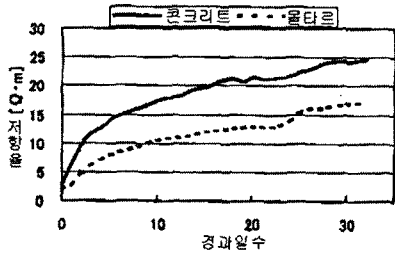


그림 5 콘크리트와 몰타르의 저항율  
Fig.5 The resistivity of concrete and mortar

몰타르의 저항율은 콘크리트에 비해 낮게 되었다. 이것은, 몰타르에는 절연물인 자갈이 포함되어 있지 않기 때문이라고 생각된다. 또 시간이 경과할수록, 콘크리트나 몰타르의 저항율이 증가하고 있다. 이것은 시간의 경과에 따라 콘크리트도 몰타르도 그 중에 포함된 증발성의 물이 감소해, 세멘트와 물의 수화 반응이 없어졌기 때문에 저항율이 증가한 것으로 생각되지만, 그 변화의 정도는 30일을 지난 시점에서 안정됐다.

그 때의 저항율은 표준적인 콘크리트의 경우의 시험체에서는 약 25Ω·m이었다. 여기에서, 금회의 실험에는 30일간 경과한 콘크리트 시험체의 수분이 포함된 정도는 분명하지 않지만, 충분히 건조한 상태이기 때문에, 임시로, 이 상태의 습윤율을 0%로서, 이하의 실험을 했다. 여기에서, 습윤율 α는 다음식으로 정의한다.

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

여기에서,

$W_a$  : 수분을 포함한 상태에서의 중량[kg]

$W_0$  : 대기중에 있어서의 건조시의 중량[kg]

콘크리트조의 물체가 지중에 존재하는 경우는 함수에 의해 습윤상태에 있고, 도전체로 간주할 수 있다고 말해지고 있다. 이것을 확인하기 위해 이하

에 나타낸 실험을 했다. 충분히 건조(약 30일 경과)시킨 콘크리트 시험체의 중량(21.7kg)을 측정하고, 그것에 수분을 증가시킬수 있기 때문에, 최초는 스프레이로 정량(100ml)의 수도물(저항율 : 61Ω·m)을 내뿜어 저항을 측정했다. 이 행위를 되풀이 해, 습윤율을 증가시켰다. 습윤율이 3% 이상의 경우는 수도물(저항율 : 61Ω·m)이 들어간 수조에 담그고, 물을 적서 스며들게 해서 끌어올린 표면의 수분을 닦아내어, 중량을 측정하고, 그 후, 저항을 측정했다. 그림 6에 나타낸바와같이, 콘크리트의 저항율은 습윤율의 증가와 함께 감소하는 경향을 나타내고, 약 4%를 초과한다면 거의 일정으로 된다.

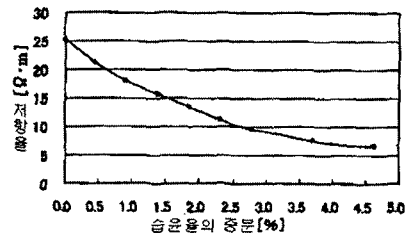


그림 6 콘크리트의 습윤율의 증분에 의한 저항율  
Fig.6 The resistivity by the rate of water of concrete

### 3. 결론

본논문에서는 주택 기초의 접지저항을 추정하기 위해, 콘크리트나 몰타르의 재료의 각저항율에 관해서 실험을 했다. 또한, 실제에 콘크리트와 몰타르의 기초 모델을 만들고, 건조상태와 습윤상태의 저항율에 관해서 실험을 했다. 그 결과, 이하의 사실을 알았다.

- (1) 자갈이나 모래는 콘크리트의 저항율을 증가시키는 작용이 있고, 세멘트는 콘크리트의 저항율을 감소시키는 작용이 있다.
- (2) 콘크리트는 물을 포함한 것에 따라서 건조상태에 비해, 저항율이 상당히 낮아진다.

주택기초에 사용되고 있는 콘크리트의 전기적 특성을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 기초로 대용접지극으로 실용화 하기 위해, 주택 기초의 형상, 크기를 고려한 접지저항의 예측에 관해서 연구가 필요로 된다.

## 참 고 문 헌

- [1] 中村秀親, 高橋健彦 : 「代用接地極としての木造住宅の基礎」, 第16回 電気設備学会全国大会, E-16, pp.163-164, 1998년
- [2] 中村秀親, 高橋健彦 : 「鉄筋コンクリート代用接地極導電性」, 第17回 電気設備学会全国大会, E-12, pp.147-148, 1999년
- [3] 鈴木秀典, 中村秀親, 高橋健彦 : 「戸建住宅基礎の代用接地極としての平冊」, 第18回 電気設備学会全国大会, E-10, pp.173-174, 2000년
- [4] 右田理平, 高橋健彦 : 「信頼性を考慮した住宅の接地設備」, 電気設備学会テーマ付 研究会, GB03-5-3, pp.11-16, 2003년
- [5] W.Rudolph : 「EMV nach VDE100」, VDE-verlag, 1996년
- [6] 高橋健彦 : 「住宅における接地設備の課題」, 電気設備学会誌, Vol 23 NO.2, pp.116-120, 2003년