

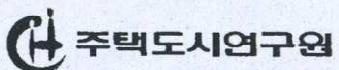
Tool5388

국제규격(IEC)에 부합된 공동주택의 최적 접지시스템 표준 설계 모델 개발

Development of the Earth Termination System Model
based on IEC Standard in Apartments

이기홍 · 이택섭

2005



연구진

연구책임

이기홍 책임연구원 · 공학박사 · 전기설비분야 팀장 · 전기공학 전공

참여연구원

이택섭 과장 · 공학사 · 전기공학 전공

연구심의위원

김성완 환경에너지연구실장

유상봉 송담대학 교수

이재복 한국전기연구원 팀장

연구자문위원

이복희 인하대학교 교수(비상임 자문 위원)

이재복 한국전기연구원 팀장(비상임 자문 위원)

정용기 의제전기설비연구원 원장

김언석 한국전기연구원 실장

이상무 한국전자통신연구원 팀장

김홍수 강릉영동대학 교수

김광덕 한국전기협회 팀장

유기현 한국전기공사협회 부장

연구협조

실무부서 전기통신처

외부기관 한국전기연구원

현장지원 용인 죽전, 용인 신갈, 용인 동백, 용인 어정, 용인 보라

뇌보호시스템은 외부 뇌보호시스템과 내부 뇌보호시스템으로 구분되며 외부 뇌보호시스템은 수뢰부와 인하도선, 접지로 구성된다. 또한 내부 뇌보호시스템은 본당 및 차폐, 접지 등의 방법이 적용되고 있다.

뇌보호시스템에 관련된 다양한 기술 요소 중에서도 수뢰부의 구성방안에 대해서는 이미 수행된 연구에서 제시된 바 있으므로 본 절에서는 인하도선시스템을 중점적으로 다룬다. 특히 국제 규격에서는 인하도선시스템에 복수의 인하도선과 이들에 흐르는 낙뢰전류의 평형을 유지하기 위한 수평환도체를 설치하도록 규정하고 있는데 이를 현장에서 실현하기 위해서는 시공의 어려움이 수반된다.

따라서 본 연구에서는 공동주택에 적합한 인하도선시스템을 구현하기 위한 방안과 이들 방안의 특성에 대하여 집중적으로 검토하여 공동주택에 적합한 인하도선시스템의 기본 모델안을 제시하고자 한다.

3.1. 수뢰부시스템

수뢰부는 낙뢰를 최초로 받아들이기 위한 시스템으로서 회전구체법을 비롯한 보호각법, 메쉬법들에 의해 산출된 보호대상범위를 수뢰도체 등으로 보호하는 시스템이다.

낙뢰를 오차 없이 수뢰부에 발생하게 함으로써 건축물 구조체가 보호될 수 있기

때문에 뇌보호시스템에서 수뢰부는 매우 중요한 시스템이라 할 수 있다.

하지만 수뢰부의 설계, 시공 방법 등에 대한 연구는 「국제 규격과 부합된 공동주택 피뢰설비 표준설계모델 개발(2004)」에서 이미 수행한 바 있으므로 본 연구에서는 수뢰부시스템에 대한 내용은 생략한다.

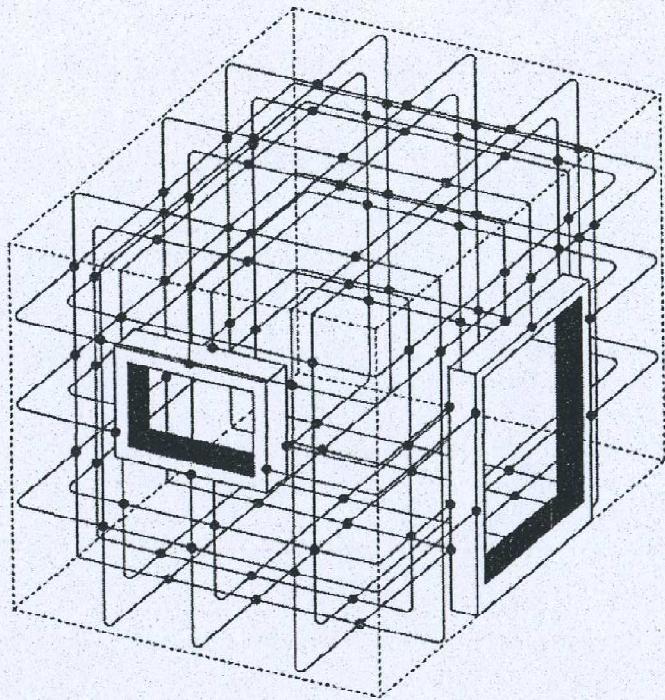
3.2. 인하도선시스템

인하도선시스템은 수뢰부에 포착된 낙뢰전류를 접지시스템에 효율적으로 전달하는 역할을 담당하는 시스템으로서 이를 구성하는 방법은 크게 전용선으로 구성하는 방식과 철골이나 철근 같은 건축물의 구조체를 이용하여 구성하는 방식으로 구분할 수 있다. 전용선으로 인하도선을 구성하는 방식은 관련 국제 규격이나 이미 수행된 연구과제에서도 충분히 검토되었던 내용이므로 본 연구의 연구대상에서 제외한다. 따라서 본 연구에서는 건축물 구조체를 이용하여 인하도선을 구성하는 방식에 대해서 검토하며, 그 중에서도 공동주택에 일반적으로 적용되고 있는 철근구조체를 이용하여 인하도선을 구성하는 방식으로 연구 대상을 한정한다.

3.2.1. 철근구조체를 이용한 인하도선의 특징

철근구조체를 이용하여 인하도선을 구성하면 전용선 방식에서는 반드시 설치하여야 하는 수평환도체를 설치하지 않아도 된다는 큰 장점이 있다. 이는 건축물 구조체를 구성하고 있는 다수의 철근들이 전류를 통하게 하는 전도특성이 있어 철근구조체에 낙뢰전류가 흐를 때 다수의 철근들에 의해 전류가 균등하게 분류되어 흐르기 때문이다. 전류가 분류됨으로 해서 하나의 철근에 흐르는 낙뢰전류의 크기가 작아지고 다른 도체에 유기되는 전압도 작아 낙뢰피해를 최소화할 수 있다.

또한 철근구조체가 [그림 3.1]과 같이 하나의 케이지 형태를 이루게 됨으로써 차폐효과를 얻을 수 있어 전자노이즈 문제의 해결 방안으로도 활용될 수 있다. 따라서 본 장에서는 공동주택의 철근구조체에 대한 전기적 특성을 분석하고, 이를 활용하여 뇌보호시스템의 인하도선으로 활용하는 방법에 대하여 서술한다.



[그림 3.1] 철근구조체에 의한 차폐

3.2.2. 건축물구조체의 기술 동향

건축물의 구조체는 이를 형성하기 위해 사용되는 재료에 따라 크게 철근콘크리트(RC)조와 철골(S)조, 철골조와 철근콘크리트조를 혼합한 구조(SRC)로 구분된다. 이들 구조형식 중에서 아파트에 적용되고 있는 형식은 주로 철근콘크리트조이며 최근에는 철골조에 의한 아파트 건설도 일부 시도되고 있다.

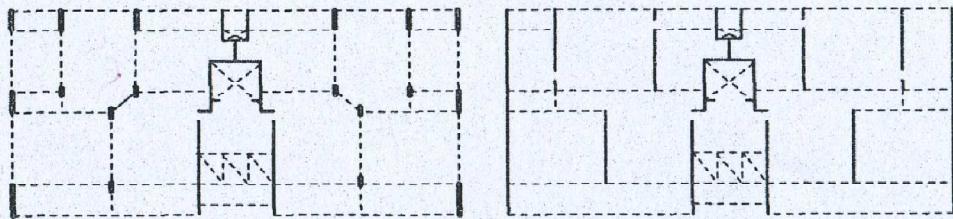
아파트 건설에 사용되는 철근콘크리트조 건축물은 [그림 3.2]와 같이 건축물을 지지하는 방식에 따라 라멘구조와 벽식구조로 구분된다. 라멘구조는 적절한 위치에 규칙적으로 기둥을 배열하고 보를 위에 바닥을 시공한 후 시멘트 블록으로 외벽을 쌓고 필요한 부위에 조적조로 칸막이벽을 설치하는 방식이다. 이러한 라멘구조는 기둥과 보의 단면으로 인한 공간점유율이 크고 사용 철근량도 많다는 특징이 있다.

반면에 벽식구조는 라멘구조의 기둥과 보 사이에 있는 벽돌이나 블록 대신 철근

콘크리트 벽으로 이들과 기둥을 대체하고 슬라브를 없는 구조로서 대부분 20층 내외 규모의 아파트에 적용된다. 이러한 벽식구조는 공간점유율을 최소화할 수 있다 는 장점이 있지만 공간 구성의 변경이 어렵다는 단점을 갖고 있다.

국내의 경우 1960년대부터 70년대까지는 라멘구조의 아파트가 지어졌고, 1980년대부터 현재까지는 주로 벽식구조의 아파트가 건설되어 왔다. 아파트의 노후화에 따른 개보수 및 리모델링이 요구되는 현재의 시점에서는 벽식구조 형식으로 인한 제약이 많다는 문제점을 인식하고 다시 가변성이 뛰어난 라멘구조 형식으로 회귀하려는 경향이 있다.

본 연구에서는 연구대상을 벽식구조의 철근콘크리트 아파트로 한정한다.



(a) 라멘구조

(b) 벽식구조

[그림 3.2] 건물 구조 형식

3.2.3. 철근구조체의 전기적 연속성

건축물의 철근구조체는 뇌보호시스템의 인하도선으로 활용될 수 있는 자연적 구성부재이다. 이러한 자연적 구성부재는 뇌보호시스템의 일부분으로 사용될 수 있다. 특히 철근구조체는 뇌보호시스템의 인하도선이나 차폐효과를 얻을 수 있어 이를 뇌보호시스템에 적극적으로 사용하면 인체의 안전은 물론 전자기기 보호에 좋은 효과를 얻을 수 있다.

그러나 철근구조체를 뇌보호시스템의 인하도선으로 활용하기 위해서는 철근구조체의 전기적 연속성이 전제되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 벽식구조의 철근콘크리트조 아파트를 대상으로 철근구조체의 전기적 연속성을 측정하고 분석하였다.

철근구조체가 전기적 연속성을 갖기 위해서는 철근의 이음 부분에서 철저한 접속이 이루어져야 한다.

일반적으로 철근을 잇는 방법으로는 겹침이음, 가스압접이음, 나사식이음, 충진이음, 단속 압착이음 등이 있다. 이 중에서 겹침이음은 단순히 철근의 끝부분을 어느 길이만큼 서로 겹치게 함으로써 주변 콘크리트와의 부착력에 의해 응력이 전달되도록 한 이음방법으로서 국내의 일반 아파트현장에서 가장 많이 사용하는 방법이다.

겹침이음은 주로 굵기가 작은 철근들을 이을 때 사용하는 방법이며 지름이 29mm 이상의 철근에 대해서는 겹침이음의 사용을 배제하고 가스압접, 나사식 이음 등의 다양한 방법이 사용되고 있다.

또한 건축시공에서는 겹침이음 방법에 대해서 철근 사이의 간격이 겹침이음 길이의 1/5 이하, 15cm 이하인 경우에는 서로 접촉하지 않아도 이음이 이루어진 것으로 간주한다. 따라서 이러한 경우는 구조적인 이음으로는 인정되지만 전기적인 연결은 이루어지지 않은 상태가 된다.

국제 규격(IEC 61024)에서는 이러한 철근구조체에 대해서 전기적으로 연속성이 있다고 간주하는 조건으로서,

- 수직 및 수평 바의 상호 접속 부분 약 50%가 용접되거나 견고하게 결속될 것
- 수직 바는 용접되거나 지름의 최소 20배 이상 중첩되고 견고하게 결속될 것 등을 제시하고 있다.

그러나 이러한 조건들은 실제 현장에서 확인하기가 어려운 불명확한 기준이다. 따라서 철근구조체의 전기적 연속성을 정량적으로 명쾌하게 판단할 수 있는 기준이 요구되고, 새로운 뇌보호시스템 국제 규격(IEC 62305-3)에서는 철근구조체의 전기적 연속성에 대하여 철근구조체의 최상층과 최하층 사이의 전기저항이 0.2 오옴 이하이면 전기적 연속성이 있다는 정량적 판단기준을 제시하고 있다.

본 연구에서는 현재 건설 중인 아파트 현장에서 철근구조체의 전기저항을 측정하였는데 그 측정 방법과 측정 결과는 다음과 같다.

(1) 전기적 연속성 측정 방법

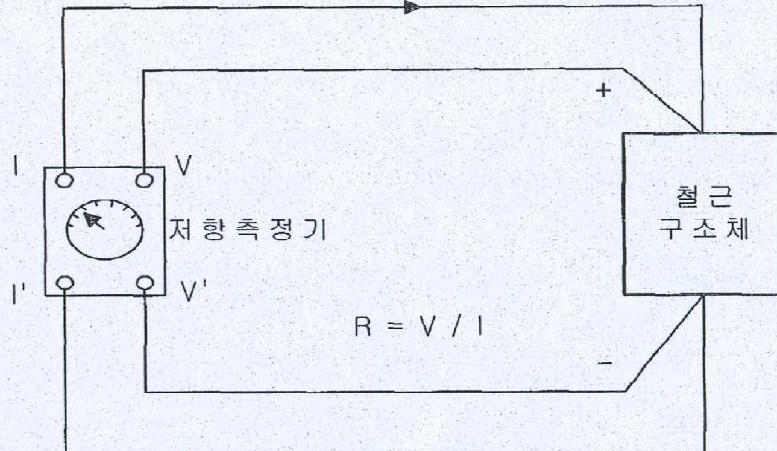
철근구조체와 같이 측정 길이가 길고 미세한 전기저항을 측정하기 위해서는 장거리의 측정리드선에 의해 발생되는 전기저항 오차를 해소하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 이러한 측정오차를 해소할 수 있는 4단자 측정법을 [그림 3.3]과 같이 적용하여 철근콘크리트조의 전기저항을 측정하였다.

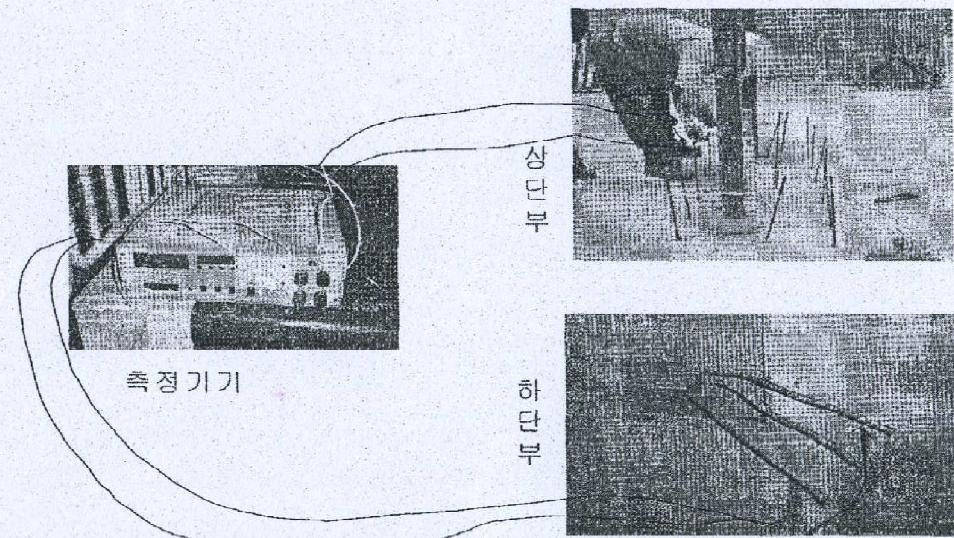
측정 장비는 Micro-Ohmmeter(Model 5895, Tinsley社, 영국)를 사용하였으며, 측정 장비의 사양은 <표 3.1>과 같다. 또한 측정을 위해 사용한 측정전류는 1.0 Amps를 사용하였다.

<표 3.1> 측정 장비의 사양

범위	최대 측정범위	분해능	측정전류	정확도
10 Ω	18.000 Ω	1.0 mΩ	0.5 Amps	0.1 %
1 Ω	1.8000 Ω	0.1 mΩ	1.0 Amps	0.1 %
100 mΩ	180.00 mΩ	10 μΩ	5.0 Amps	0.1 %
10 mΩ	18.000 mΩ	1 μΩ	5.0 Amps	0.1 %



[그림 3.3] 4단자 측정법의 개념도

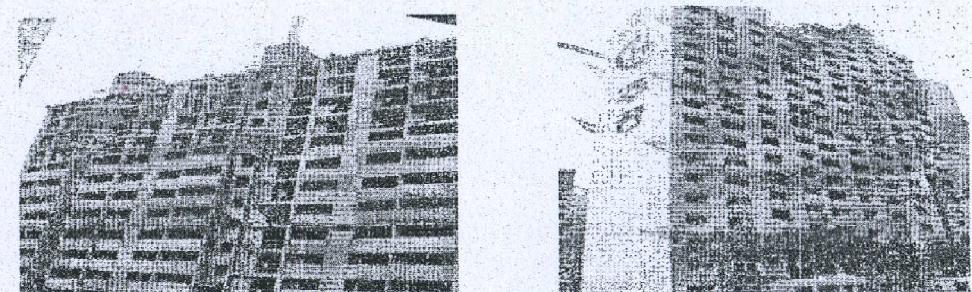


[그림 3.4] 철근구조체의 전기적 연속성 측정 현장 사진

(2) 측정 결과

이상과 같은 측정 방법과 측정 기기를 이용하여 아파트 건설현장에서 건설 중에 있는 아파트를 대상으로 철근구조체의 전기저항을 측정하였다. 측정대상 아파트 수는 10개이며 [그림 3.5]는 측정 대상 아파트들의 외관이다.

공동주택 철근구조체 전기저항의 측정 결과를 정리하면 〈표 3.2〉와 같다. 〈표 3.2〉에서와 같이 철근구조체의 전기저항은 그 철근구조체의 전기적 연속성 판단의 기준값인 0.2Ω보다 훨씬 낮은 값을 나타내고 있다. 따라서 공동주택 철근구조체는 뇌보호시스템의 인하도선으로 사용될 수 있는 충분한 전기적 연속성을 갖고 있는 것으로 판단된다.



[그림 3.5] 측정 대상 아파트들의 외관

〈표 3.2〉 철근구조체의 전기저항 측정 결과

아파트	층 수[층]	크기[m]			저항[Ω]
		W	L	H	
A1	11	26	12	31	0.02
A2	11	46	12	31	0.03
A3	10	25	13	29	0.02
A4	7	25	12	21	0.02
A5	7	26	12	21	0.02
A6	6	49	12	19	0.01
A7	13	47	12	37	0.03
A8	14	47	12	40	0.05
A9	13	47	12	37	0.03
A10	19	34	12	32	0.04