

보호접지로서 구조체접지의 활용방안 관한 연구

오세중*, 이윤원**, 최진숙***, 김찬오***

전화 ENG.*, 매경안전환경연구원**, 서울산업대학교 안전공학과***

제 1 장 서 론

접지설비는 전기에 의한 감전, 화재, 폭발 등의 사고를 방지하기 위한 기본적인 안전조치이며, 전력시스템에서 정상 또는 고장시 설비를 보호하거나 안정적으로 가동케 하는 등 전기설비의 운용이나 안전기술 중 하나로서 매우 유용하고 경제적이며 안전한 수단인 설비이다.

그러나 이러한 중요성에도 불구하고 이와 관련된 효과적인 접지시스템구성에 있어서 대도시의 대형건물의 밀집과 지하구조물이 다층의 지하층구축으로 소정의 필요한 접지저항을 얻기 위한 독립접지나 공용접지 공법의 적용이 어렵고, 특히 건설 공사시 건설대지면적에 대한 터파기 부분이 대지경계까지 이뤄지는 경우는 흙막이를 제거하거나 되 메우기작업시 접지시설이 손상되는등 주변여건상 시공과 관리가 어렵다.

설사 접지가 되었다라든가 시공과정에서 주변의 금속관련도체, 자체건물의 구조체나 주변 구조체에 접촉되어 단독접지로서 보호 되지 않는 상태에서 구조체접지화 또는 구조체접지의 영향권에 들어 접지목적의 달성이 미지수로 되는 경우가 많다.

따라서 본 연구에서는 구조체가 밀집한 지역에서 별도의 접지극과 접지배선을 설치하지 않고, 건설되는 지하 구조체를 구조체접지극으로 이용하여 감전보호 및 전기설비의 보호용 접지로서 활용하는 방안에 대한 타당성을 연구하여, 경제성, 안전성, 시공성 및 관리적 측면에서 월등한 접지시스템구성 방안을 제시하고자 한다.

연구방법은 문헌을 통한 구조체접지에 대한 개념과 특성을 정리하고, 접지저항의 계산, 시공, 관리 및 법적 허용성에 대하여 고찰하고, 구조체접지의 이용가능성 및 활용방안에 대한 연구는 수도권에서 신축되고 있는 건축물 구조체의 규모, 구조등에 따라 분류하여 접지저항을 실측하고, 이를 분석하여 적용 범위를 검토하고 시범단계로서 보호접지가 잘 시행되지 않는 건설현장에서의 활용방안 및 사례에 대하여 연구한다.

제 2 장 구조체접지

2-1. 구조체접지의 개념

접지전극으로 활용할 수 있는 구조체로서는 건축이나 토목구조물의 기초부분, 기초파일, 금속지하수관 등과 같이 대지와 일정이상 깊이로 접촉면적을 가지면서 접지선 인출의 용이성등 일정조건을 만족하여야 한다. 이때 건축구조체는 반드시

철골조, 철근콘크리트조, 철골·철근콘크리트조로 구성되어야 하며, 벽돌이나 목조구조체는 제외된다.

철골이나 철근의 재료자체는 높은 도전성을 갖고 있을 뿐만 아니라 건축물 전체에 퍼져있고 콘크리트를 사이에 두고 대지와 접하고 있으며 콘크리트가 완전 절연물이 아닌 이상 거시적으로 보면 건축물은 하나의 접지전극으로 생각할 수 있다.

2-2. 구조체접지의 이론

2-2-1. 접지방식의 형태

하나의 빌딩의 구내에 종류별로 접지를 해야 할 설비기기가 여러개 있는 경우의 접지방식으로는 독립접지, 단독공용접지,연접공용접지, 구조체접지등 4종류의 형태를 생각 할 수 있다.

2-2-2. 건축구조체의 전기적 특성

(1) 구조체의 전기적 케이지

(2) 건축구조체의 전위분포

2-2-3. 구조체의 접지저항값 계산

(1) 접지전극으로서 개념

건축구조체의 지하부분은 대지와 접촉하고 있다. 이 지하부분의 대지와 접촉하고 있는 전체 지하부분의 표면적을 등가 반구로 바꾸어 놓고 이 반구모양의 전극의 반지름을 구하고 접지저항을 구함으로써 개략적인 구조체의 접지저항값을 추정할 수 있다.

(2) 구조체접지의 저항값의 추정

1) 전극형상계수에 의한 계산

2) 등가표면적 치환법

3) 등가체적 치환법

2-3. 구조체접지 관련 법 및 규정

2-3-1. 국내법규 및 관련규정

국내 법규나 규정 및 관련 문헌에는 구조체접지에 대한 구체적인 규정은 정리되어 있지 않다. 그러나 전기(電技)에서 접지공사 특례조항을 두어 적용할 수 있도록 되어 있으며 이에 대하여 내선규정과 배전규정에서 해설하고 있다. 또 한국 산업규격(KS C-9609, 피뢰침)에는 철골조, 철근콘크리트조, 철골·철근콘크리트조 또는 가설물의 피보호물에 있어서 피뢰설비의 간략법에 적용하도록 되어 있다.

2-3-2. 기타 관련규정

(1) NEC(National Electrical Code)

NEC에서는 250-81절 접지극의 계통에서 콘크리트에 수납된 전극을 정리하고 있으며 이들은 건물의 철골이나 수도관등과 본딩하여 접지하도록 하고 있다.

(2) IEC(International Electrotechnical Commission, 국제 전기 표준회의)

IEC에는 100개이상의 TC(Technical Committee : 전문위원회)가 있으며 그 중에서 건축전기설비는 TC64, 피보호에 대해서는 TC81의 전문위원회에서 담당하

고 있으나 접지시스템에 대하여는 주로 TC81에서 검토하고 있다.

(3) 일본

일본의 경우는 땅속에 매설된 금속성 수도관로의 접지저항치가 3Ω 이하인 경우는 제A, B, C, D종 접지공사에 적용하고, 2Ω 이하의 건물철골 기타금속체는 제A종, 제B종 접지공사에 적용할 수 있는 등 국내 규정과 별로 다른없이 적용되고 있다.

제 3 장 측정 조사 및 분석

3-1. 측정 조사대상의 분류

측정 조사대상 건물은 다음과 같다.

- 업무용 B/D : 6동
- 상업용 B/D : 3동
- APT : 3동

계 : 12동

3-2. 구조체 접지저항의 측정

본 연구에서 사용한 측정기는 KS C-1310에 적합한 휴대용 접지저항측정정기를 사용하였다.

- 측정기(휴대용 접지저항계) -
 - 모델명 : 3150
 - 제조사 : HIOK사 1985

3-3. 측정 조사결과의 분석

3-3-1. 건축구조체 접지저항의 종합분석

(1) 건축구조체의 평균 접지저항

건축구조체의 전체 평균 접지저항은 0.37Ω 으로 매우 낮은 수치를 보였다. 특히 건물접지를 시행한 건축물에서는 평균치보다 27%정도 더 낮았으며, SRC조 건축물에서도 29.7%이상 낮게 측정되었다.

(2) 구조체 접지저항의 분포분석

구조체의 접지저항은 $0.2\sim 0.4\Omega$ 범위에 주로 분포되고 있으며 건물의 대·소 구별에 큰 차이 없이 분포되고 있음을 알 수 있다.

(3) 접지저항별 구조체의 분포

건축 구조체의 접지저항 분포는 철골 콘크리트조에서는 0.3Ω 이하가 전체의 60%였다. 철근 콘크리트조에 있어서는 $0.3\sim 1.0\Omega$ 대의 접지저항이 전체의 71.4%로 나타나고 있다.

3-3-2. 건축구조체 접지저항의 세목별 분석

(1) 건축물규모에 의한 접지저항

측정결과는 건물 연면적규모에 따라 분류하여 측정한 것으로, 대형건물이라고 구조체접지저항이 반드시 낮다고는 할 수 없으며, 지하부분을 이루는 구조체의 구조나 면적 또는 주변조건에 기인함을 추정할 수 있다.

(2) 지하층 관련 면적에 의한 분석

지하 기준층의 면적이 넓을수록 대지와 접촉면적이 많아 접지저항은 낮아지고

있으나 큰 차이로는 볼 수 없다.

(3) 지하층체적에 의한 분석

지하 면적에 의한 접지저항의 변화와 비슷한 추이를 보이고 있으며 역시 대형 구조체로 될수록 접지저항은 낮고 중소규모에서는 변화의 폭 큰 것을 알 수 있다.

(4) 건축물 구조에 의한 분석

철골콘크리트조의 접지저항이 철근콘크리트조에 비하여 40%이상 낮다.

(5) 지하층수 및 깊이에 의한 분석

지하층 면적이나 체적에 의한 접지저항의 분포와 비슷한 변화를 나타내고 있다.

(6) 건물 접지유무에 의한 분석

건물접지가 미시행된 것에 비하면 매우 낮은 접지저항을 유지하는 것을 알 수 있다.

(7) 토공사 진행에 의한 분석

지하 구조체라고 할 수 있는 40%이상 되때운 경우는 구조체 접지저항이 낮고 거의 일정한 접지저항치를 나타내었다.

(8) 토지조건에 의한 분석

대별하여 암반과 일반 흙으로 분류하여 측정한 결과 큰 차이가 없었다.

제 4 장 건설현장에서의 구조체접지의 활용방안

4-1. 건설현장의 접지의 필요성

국내에서 발생하고 있는 산업재해 중 감전사고의 46.1%(92년 노동부)가 건설업종에서 발생하고 있다. 건설현장의 전기안전사고 발생요인 및 문제점을 분석하면 감전재해에 대한 위험순위가 매우 높은 것을 알 수 있다.

따라서 건설현장에는 이동용 기계기구가 많은 점을 고려할 때 언제 어느 곳에서나 쉽게 접지를 연결하여 사용할 수 있어야 할 것이다. 그 외에도 고정용 수변 전설비나 분전반 등에도 접지는 반드시 필요하다.

4-2. 건설현장에서 구조체접지의 활용

4-2-1. 적용조건의 검토

- (1) 적용가능성 검토
- (2) 접지대상 기계기구의 선정
- (3) 접지선의 인출
- (4) 사용장소의 시설

4-2-2. 활용사례

- (1) H 사옥
- (2) S 빌딩

4-2-3. 구조체접지의 활용에 대한 효과

(1) 별도의 접지봉이나 접지판 등의 접지극을 설치하지 않아도 된다. 구조체접지는 접지저항도 낮을뿐만 아니라 특히 철골등에 건물접지를 한 경우는 접지저항치가 매우 낮아 단독접지에 의한 것보다 접지효과가 매우 높다.

(2) 접지를 필요로 하는 장소의 근처에서 저접지저항을 갖는 접지를 쉽게 구할

수 있다.

(3) 계절이나 온도 등에 따른 접지저항의 변화는 적으나 주기적인 접지저항을 측정하여 안전성을 확인 할 필요는 있다.

(4) 접지선 배선 대신으로 구조체의 철근이나 철골을 이용하여 별도의 접지선의 배선을 필요로 하지 않는다.

(5) 건축공사나 토목공사시 접지전극이나 접지선의 파손의 우려가 없다.

(6) 최근의 건물은 고층화, 대형화되고 구조가 복잡하여 접지선의 배선이나 관리가 어렵다. 그러나 구조체접지를 이용할 경우는 기기의 이동이나 철거에 편리하다.

(7) 개별접지에 의한 경우 접지간에 간섭의 우려가 있으나 건물전체를 등전위화하여 전위상승이나 상호간섭을 고려할 필요가 없다

제 5 장 결 론

접지는 전기안전에 있어 매우 중요한 사항이지만, 건물이 밀집한 지역에서는 충분한 접지여건을 확보하기가 어렵다. 이 문제를 해결하기 위해 건축 구조체를 보호접지로 활용하는 방안이 제안되어 있으나, 국내에서는 아직 이에 대한 이론적인 근거와 적용가능성의 연구가 전무하며 외국에서도 그 사례를 찾기가 쉽지 않다.

본 연구에서는 이러한 구조체를 보호접지로 활용하기 위하여 이론적인 검토와 현장의 실제 측정조사를 실시하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 지하층을 갖는 건축 구조체의 평균 접지저항치는 0.37Ω 으로 매우 낮은 편이었으며, 주변 대지조건의 영향에는 거의 관계없는 분포를 나타내고 있다.($0.12\sim 0.9\Omega$)

2. 건축 구조체의 접지저항은 철골콘크리트조에서 평균 0.26Ω 으로 매우 낮은 접지저항을 나타냈으며, 철근콘크리트조에서도 평균 0.9Ω 이하로 매우 낮게 나타났다.

3. 건축 구조체는 접지저항치가 매우 낮아 각종 접지공사의 특례나 완화규정에 따라 접지극의 대응으로 이용할 수 있으며, 건설현장에서는 보호접지로서 충분한 이용효과가 있다.

4. 국내 법규나 규정에는 철근콘크리트조의 건축물 구조체의 접지이용을 제한하고 있으나, 접지선의 인출점, 인출방법, 관리 등에 일정한 조건을 두어 보호접지 또는 각종 접지로 활용할 수 있도록 검토되어야 한다.

5. 감전위험이 많은 건설현장에 있어서 구조체 접지의 활용은 매우 경제적이고, 관리가 용이하여 안전보호접지로서는 최적이다. 이에 따른 시공지침이나 활용방안 등에 대하여 적극적인 연구와 홍보가 필요하다.

6. 향후 구조체 접지의 설계, 시공, 관리상 고려할 점등에 대한 보완적 연구가 필요하며, 구조체 접지의 활용에 있어 제한을 두지 않도록 관련 법규, 규정 및 지침 등의 개정에 관한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

1. 김성모의 1인, “접지기술입문”, 동일 출판사, 1995.11.
2. 김찬오의 5인, “전기안전공학”, 동화 기술, 1995.2.
3. 이형수의 1인, “접지설계입문”, 동일 출판사, 1993.5.
4. 정용기의 1인, “피뢰설비 가이드북”, 도서출판 의제, 1996.8.
5. 한국전기안전공사, “컴퓨터의 노이즈발생 원인분석 및 접지에 관한 연구”,
6. 이정식의 2인, “전기 관계 법규집”, 도서출판 기다리, 1997.2.
7. 한국전기안전공사, “건설현장의 전기설비 실태조사”, 태화인쇄문화, 1994.5
8. (주)의제, “전설공업”, VOL.1 No.1, 1998.1.
9. (주)첨단, “전기기술”, VOL. 265~266, 1986.10~11
10. 한국전기공사협회, “전기설비”, 1996.9.
11. 한국산업안전공단, “전기설비 기기의 접지기술”, 1992.12.
12. 한국산업안전공단, “건설현장의 가설전기 안전지침”, 동원기획, 1995.7
13. 한국표준협회, “한국산업규격 KS총람”, 1994~1995.
14. 한국전기안전공사, “전기화재 통계분석”, 삼우상사, 1995.9.
15. 대한전기협회, “내선규정”, 1994.4.
16. 대한전기협회, “배전규정”, 1997.4.
17. Mark W.Earley, “NEC Hand Book”. pp 142~191, 1996.
18. 강진구, “산업안전보건법령집”, 대한산업안전협회, 1997.7.
19. 임재봉, “건설현장 가설전기 접지의 문제점과 개선대책에 관한 연구”, 서울산업대학교 공학석사 학위연구, 1998.2.
20. 이용식, “건설 현장의 감전사고로 인한 사망재해의 특성분석과 예방에 관한 연구”, 서울산업대학교 공학석사 학위연구, 1995.