

## 접지시스템의 접속방식에 따른 접속요소의 열화특성 분석

길형준\*, 김향곤\*, 김동욱\*, 김동우\*  
전기안전연구원\*

### Analysis of Deterioration Characteristics for Connection Factor according to Connection Method of Grounding System

Hyoung-Jun Gil\*, Hyang-Kon Kim\*, Dong-Ook Kim\*, Dong-Woo Kim\*  
Electrical Safety Research Institute\*

**Abstract** - This paper describes the analysis of deterioration characteristics for connection factor according to connection method of grounding system. The connection method of grounding system is specified in IEC standard. In order to analyze the deterioration characteristics for connection factor, deterioration test was carried out when the connection factor was buried in salt water and underground. The test connection factors were C-type sleeve, clamp, and exothermic welding. As a consequence, most of the connection factor was corroded, and the electrical resistance decreased after deterioration. The analytical results can be used to establish the safety of grounding system.

#### 1. 서 론

접지기술은 첨단 전자장비 및 사회시스템의 발전과 더불어 지속적으로 발전하여 왔으며, 접지공학은 전기공학, 전자공학, 정보·통신공학과 대등한 수준의 학문분야로 발전되었다. 따라서 현대 사회시스템의 근간을 이루는 전자장비의 이용이 일반화되면서 접지기술이 매우 중요하며 시스템적으로 받아들여야 한다는 인식이 전기·전자·정보·통신 기술자들에게 확산되고 있다.

접지란 전기에너지의 안전한 사용을 위해서 전기설비를 비롯하여 전자장비를 전기적으로 대지에 접속하는 것을 말하며, 대지와 접속단자를 접지전극이라고 한다. 전기설비의 접지전극에 지락오장전류나 뇌서지 전류가 유입하면 전위상승이 발생하며, 이로 인하여 인체의 감전, 기기의 파손, 노이즈의 발생이나 오동작 등 여러 가지 장애를 일으키게 된다. 특별한 경우를 제외하고는 전기에너지의 효율적이고 안전한 사용을 위해서 전기설비 및 기기는 반드시 접지를 시공할 것을 전기설비기술기준으로 규제하여 왔다. 국제규격이 한국산업규격으로 채택되면서 건축물의 고층 대형화에 따라 합리적인 뇌보호설비용 접지에 대해서도 구조체 접지라고 하는 새로운 개념의 접지방식이 검토되었으며, 건물 내의 모든 접지를 공용화하는 구조체 접지를 적극적으로 추진하고 있다[1-3].

따라서 본 논문에서는 접지시스템 자체 및 접지시스템과 건축물 구조체와의 접속방법에 있어 건설현장에서 가장 많이 사용되는 접속요소에 대한 부식 열화 특성 분석이 수행되었다. 접속요소는 C형 슬리브, 클램프, 자동용접 등의 접속방식이 실험에 사용되었으며, 바닷물과 유사한 소금물과 지중에 매설하여 6개월간 열화시켜 부식의 정도 확인, 전기저항 측정 등이 이루어졌다. 본 논문에서의 분석결과는 접지시스템의 안전성을 확보하는데 활용될 수 있을 것이다.

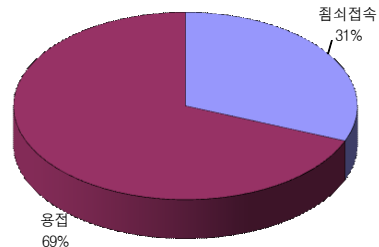
#### 2. 현장조사 및 실험방법

##### 2.1 접속방식의 현장조사

국제규격의 도입에 따라 국내 건축물의 접지시스템은 구조체 접지를 대부분 채용하고 있다. 접지시스템에서 기계, 도체, 접지전극, 접지선과 건축물의 철골 및 철근 사이의 접속은 쥘쇠접속의 일종인 압착슬리브 및 클램프, 화학용접 접속인 자동용접접합 등이 사용되고 있다. IEC 규격에서는 쥘쇠접속 또는 용접으로 건축물 구조체의 전기적 연속성 및 등전위분당이 확보되도록 하고 있으며 이질금속간 접속의 영향으로 부식이 일어나지 않도록 시할 것을 권고하고 있다[4].

2007년 12월부터 2010년 5월까지 전국 45개소의 건설현장에 대한 실태조사 결과 접지요소간의 접속방법에 있어 쥘쇠접속이 31%, 자동용접이 69%로 나타나 대부분의 건축물에서는 자동

용접 접속방식을 사용하고 있는 것으로 나타났다. 그림 1에 접지시스템의 접속방식 사용실태 현황을 나타내었다.



〈그림 1〉 접지시스템의 접속방식

##### 2.2 실험방법

바닷물의 평균염분은 해수 1[kg]에 녹아 있는 용존 물질의 g 질량의 비(psu)로 염분을 나타내므로 이를 참고하여 전자저울로 바닷물과 유사한 소금물을 평균염분 34.82[psu]로 제조하여 실험에 사용된 재료와 함께 수조에 넣고 6개월간 열화시켰다. C형 슬리브, 클램프, 자동용접 방식에 대해 +형, T형으로 제작하였으며 사용된 접지선 굵기는 70[mm<sup>2</sup>], 철근 굵기는 16[mm]이다. 각 방식에 대해 동일한 굵기와 길이의 재료가 사용되었으며 그림 2에 이에 대한 실험방법을 나타내었다. 접속요소의 재질에 대해 살펴보면, C형 슬리브는 구리, 클램프는 황동(구리 65%+아연 35%), 자동용접은 구리 82.6%+알루미늄 11.5%+칼슘 4.4%+기타로 구성되어 있었다.



〈그림 2〉 염수에서의 열화방법

그림 3은 지중에 접속요소를 매설하여 열화시킨 방법을 나타낸다. 전기설비기술기준의 판단기준에 따라 대지 표면에서 0.75[m]의 깊이에 접속요소를 매설하였으며 염수에서의 열화방법과 마찬가지로 6개월간 열화시켰고, 열화 전·후의 전기저항 변화, 부식 정도를 분석하였다.



〈그림 3〉 지중에서의 열화방법

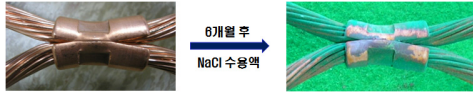
#### 3. 결과 및 고찰

##### 3.1 염수에서의 열화특성 분석

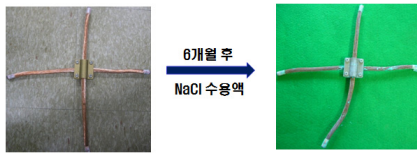
KS C IEC 62305(피뢰시스템)에서는 피뢰시스템의 재료와 사용조건을 명기하고 있다. 상기 규격에서는 특별한 환경에서는 부식의 면역성에 대하여 보다 주의 깊은 고려를 요망하고 있고, 연선은 단선보다 부식에 약하며, 또한 연선의 부식성은 대지에서

콘크리트로의 인입 또는 인출위치에서 취약하므로 아연도금강연선을 지중에 시설하는 것은 바람직하지 않은 것으로 나타나고 있다. 아연도금강은 접토질 또는 습지의 토양에서 부식되고 콘크리트 내부의 아연도금강은 콘크리트 외측의 강철을 부식시킬 수 있으므로 지중으로 확장시키지 말아야 한다. 특정한 환경에서는 콘크리트 내부의 철근과 아연도금강의 접촉은 콘크리트를 손상시키고, 지중에 납의 사용은 금지되거나 제한된다[5].

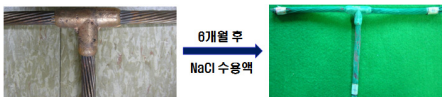
그림 4에 염수에서의 열화된 결과를 나타내었다. 열화후 외형 분석 결과 동선으로 이루어진 접속에서는 금속표면에서 녹색으로 부식이 되었으며 철근이 포함된 접속에서는 황색으로 부식되었다.



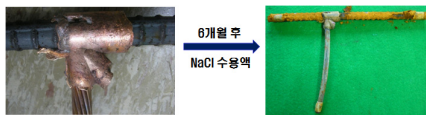
(a) C형 슬리브 접속



(b) 클램프 접속



(c) 자용용접 접속(동선)



(d) 자용용접 접속(동선+철근)

<그림 4> 염수에서의 열화

표 1에 열화 전·후의 전기저항 측정결과를 나타내었으며 측정장비는 초저항측정기(C.A 6250, France)를 사용하였고 4~24[V]의 무부하전원과 0.2[A] 이상의 전류를 인가하여 측정하였다. 모든 시험재료에서 열화전보다 열화후에 전기저항이 낮아진 것을 알 수 있었고 자용용접 접속이 열화 전·후에서 가장 낮은 저항값을 나타내었다. 이는 금속재료에 염수의 부작으로 저항이 감소한 것으로 판단되며, 자용용접 접속이 접속부분의 공극을 가장 감소시키기 때문에 저항이 낮게 측정된 것으로 사료된다.

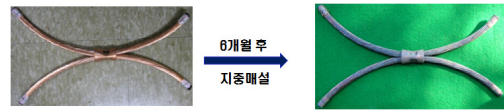
<표 1> 염수에서의 전기저항 변화

접속방식	측정항목	전기저항[mΩ]	
		열화전	열화후
C형 슬리브		0.07	0.04
	클램프	0.08	0.03
자용용접	동선	0.05	0.02
	동선+철근	0.08	0.07

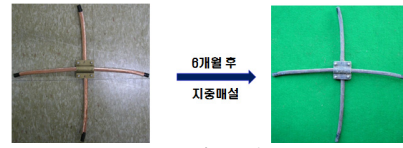
### 3.2 지중에서의 열화특성 분석

지중에 접지시스템의 접속요소를 매설하고 6개월후 열화특성을 분석한 결과를 그림 5에 나타내었다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 대부분의 접속요소에서 금속재료 표면의 부식 흔적은 거의 없는 것으로 나타났다. 이는 염수에 비해 금속재료를 부식시키기엔 6개월이라는 기간은 매우 짧은 시간이며 지중에서의 부식 정도를 파악하기 위해서는 상당히 긴 시간이 소요되어야 할 것으로 판단된다.

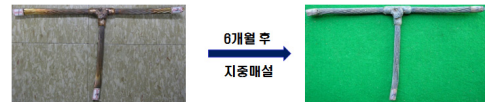
접속요소의 전기저항 변화는 표 2에 나타내었으며, 열화전보다 열화후 전기저항이 감소한 것을 알 수 있었다. 이는 토양에 함유된 수분과 유기질 성분의 부작에 기인한 것으로 판단된다. 염수에서의 열화와 마찬가지로 자용용접 접속이 가장 낮은 전기저항값을 나타내었으며, 열화특성 분석을 통해 건축물이 구조체 접지를 채택할 경우 자용용접 접속방식이 구조체의 전기저항을 감소시키는데 합리적으로 이용될 수 있다.



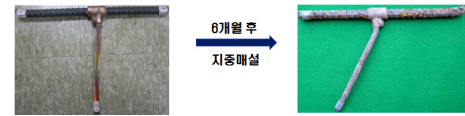
(a) C형 슬리브 접속



(b) 클램프 접속



(c) 자용용접 접속(동선)



(d) 자용용접 접속(동선+철근)

<그림 5> 지중에서의 열화

<표 2> 지중에서의 전기저항 변화

접속방식	측정항목	전기저항[mΩ]	
		열화전	열화후
C형 슬리브		0.06	0.03
	클램프	0.07	0.03
자용용접	동선	0.04	0.01
	동선+철근	0.12	0.11

## 4. 결 론

본 연구에서는 접지시스템의 접속방식에 사용되는 C형 슬리브, 클램프, 자용용접 등에 대해 염수 및 지중에서의 열화특성을 분석하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

염수에서의 열화특성은 금속재료에서 부식이 발생하였으며, 동선으로 이루어진 접속과 동선과 철근으로 이루어진 접속의 경우 재료에 따른 색의 차이가 발생되었다. 전기저항은 모든 접속방식에서 열화 후 감소하는 특성을 나타내었다.

지중에서의 열화특성은 짧은 기간으로 부식이 거의 발생되지 않았으며 전기저항 값의 변화는 염수 열화와 마찬가지로 열화 후 낮아지는 특성을 나타내었다. 특히 자용용접 접속방식에서 열화 전·후 모두 가장 낮은 전기저항 값을 나타내었다. 이는 접속부위의 공극의 감소로 접촉저항 값이 감소하는 것으로 판단되며 구조체 접지를 채택할 경우 자용용접 접속방식이 구조체의 전기저항을 감소시켜 인체의 접촉 및 보폭전압을 저감시키는데 적합할 것으로 판단된다. 본 분석결과는 접지시스템의 안전성을 확보하는데 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 2007년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.  
(No. R-2007-1-014-02)

## [참 고 문 헌]

- [1] 이복희 외, “정보통신설비의 뇌보호”, 인하대학교 출판부, pp.197-221, 2004.
- [2] 이복희 외, “TN-C-S 계통의 인체안전 및 보호대책에 관한 지침 개발”, 대한전기협회, pp.8-45, 2006.
- [3] Hyoung-Jun Gil, Dong-Woo Kim, Dong-Ook Kim, Hyang-Kon Kim, “Investigation on the Spot for Grounding Systems in Buildings”, Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol.24, No.3 pp.39-45, 2010.
- [4] 한국표준협회, “KS C IEC 60364”, 2005.
- [5] 한국표준협회, “KS C IEC 62305-3”, 2007.