

피뢰용 접지극에 대한 KS C IEC 62561-2 표준의 적용성 검토

김동규, 임주홍, 이태형
기초전력연구원

A study on application of KS C IEC 62561-2 standard of lightning protection earth electrodes

Dong-kyu Kim, Ju-Hong Eom, Tae-Hyung Lee
Korean Electrical Engineering & Science Research Institute

Abstract - KS C IEC 62561-2 표준은 피뢰시스템 구성요소로서의 도체 및 접지극에 관한 요구사항 및 시험에 대하여 규정되어 있다. 외부 피뢰 구성자재는 대기 중 혹은 대지에 직접 노출되어 있기 때문에 전기적 성능과 기계적 성능을 모두 만족해야 한다. 또한 피뢰도체와 접지극은 재질과 크기, 형태가 모두 다르기 때문에 각각의 요구사항에 부합할 수 있는 성능을 지녀야 한다.

본 논문에서는 일반적으로 많이 쓰이는 재질과 단면적을 가지는 접지봉으로 성능시험을 진행하였으며, 접지봉의 재료는 스테인레스강에 구리를 코팅한 동복강선으로 구성된다. 시험 결과 접촉 시험 및 굽힘 시험에서 모두 크랙 및 코팅이 벗겨지는 것을 확인할 수 있었다. 코팅에 크랙 혹은 벗겨짐이 발생하면 지중에서 접지극의 부식이 진행되고, 접지저항이 높아져 전기적 성능을 저하시키는 결과를 야기한다. 때문에 스테인레스강에 구리 혹은 아연 등을 코팅하는 과정에서 벗겨짐이 없도록 접착 성능이 개선되어야 한다고 판단된다.

1. 서 론

KS C IEC 62561 표준은 피뢰시스템을 구성하는 주요 자재(접속자재, 피뢰도체 및 접지극, 이격용 스파크갭, 고정자재, 시험용 접지단자합 및 수막장치, 뇌격 계수기, 접지저감제) 7가지로 표준이 제정되어 있다. 본 논문에서 다룬 KS C IEC 62561-2는 피뢰시스템 구성자재(Lightning Protection System Components : LPSC)중 피뢰도체 및 접지극에 관한 요구사항이 규정되어 있다.

피뢰도체 및 접지극은 전기적 성능이 물론 중요하지만 설치장소가 외부에 노출되어 있기 때문에 환경적인 성능도 중요하다. 피뢰용 접지극을 지중에 매설할 때 큰 하중에 의해 굽혀짐이 발생하여 접지극 코팅에 크랙, 벗겨짐 등이 발생한다면 부식이 진행되어 전기적인 성능이 크게 떨어질 수 있기 때문에 낙뢰로부터 건축물 뿐만 아니라 건축물 내부의 설비도 보호를 받지 못한다.

이렇게 전기적 성능과 환경적 성능은 낙뢰로부터 보호성능에 직접적으로 영향을 주기 때문에 다양한 요구사항에 대하여 성능시험을 통한 검증이 필요하다. 기초전력연구원에서는 산업통상부 전력인프라구축지원 사업으로 지난 2010년부터 'IEC 기반의 국제인증을 위한 피뢰 연구시험 설비 구축' 사업을 수행을 했으며, 현재 대부분의 피뢰시스템 구성자재에 대한 성능확인을 할 수 있다. [1]

본 논문에서는 KS C IEC 62561-2 표준의 규정에 따라 피뢰용 접지극의 성능 시험을 진행하였다. 성능 평가 절차 및 시험 결과를 토대로 관련분야의 이해를 돕고, 피뢰용 접지극의 제품 개발에 정보를 제공하고 자 한다.

2. 본 론

2.1 시료 조건

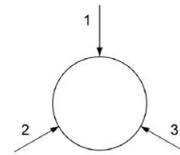
피뢰용 접지극의 성능시험을 위해서 KS C IEC 62561-2의 시험절차에 따라 제작사가 각각 다른 시료 8개를 가지고 성능 시험을 진행 하였다. 접지봉의 내부는 스테인레스강 도체, 외피는 모두 구리로 코팅된 동복강선이며, 직경은 11 mm, 13 mm, 14 mm로 3 종류의 접지봉으로 진행하였다.

시료는 각각 코팅된 500 mm 접지봉 1개, 인장 시험, 굽힘 시험, 환경 시험을 위한 가공하지 않은 접지봉 1개, 전기저항률 시험을 위한 접지봉 1개로 구성되어 있다.

2.2 접지봉의 코팅 두께에 대한 시험

코팅 두께 시험은 길이가 대략 500 mm인 시료에 구리 또는 아연 도금으로 코팅된 접지봉의 두께에 대한 시험을 적용한다. 접지봉의 두께 측정에는 그림 1과 같이 접지봉의 길이를 따라 3개 위치에서 측정한다. 접지봉의 위쪽으로부터 50 mm되는 지점, 접지봉의 아래쪽에서 50 mm되는

지점, 접지봉의 중간점에서 측정하고, 각 위치에서 120° 이격된 봉의 원주를 따라 2회 추가 측정한다.



<그림 1> 접지봉의 원주 둘레에서 코팅 두께의 측정

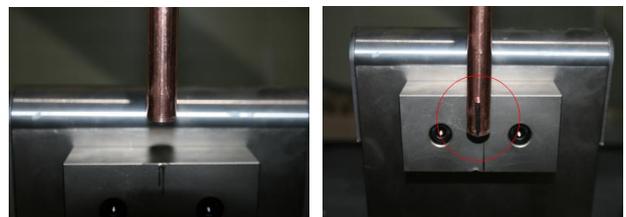
측정결과는 직경 11 mm인 접지봉일 경우 142 μm ~ 264 μm, 13 mm 접지봉은 185 μm ~ 205 μm, 14 mm 접지봉은 197 μm ~ 243 μm로 측정되었다. 코팅 두께는 동일한 접지봉에서도 위치에 따라 약간의 두께차이를 보이는 것으로 나타났다.

2.3 접촉 시험

접촉 시험은 피뢰용 접지극을 지중에 매설시 표면 코팅의 크랙, 벗겨짐 현상을 보기위한 시험이다. 이는 앞서 말한 것과 코팅은 부식의 진행 방지 및 전기 저항률을 낮추는 성능을 가지고 있다. 하지만 코팅에 크랙, 벗겨짐이 발생한다면 그 사이로 부식이 진행되고 확실한 전기적 성능을 유지한다고 보기 힘들다. 합격기준 또한 구리코팅은 시험 후 시료의 모체에 접촉되어 있어야 하며, 스테인레스강 도체에서 구리코팅이 분리되어서는 안 된다.

그림 2에서와 같이 총 8종류의 접지봉 모두 모체에서 구리코팅이 벗겨지는 것을 확인할 수 있었다. 코팅이라 함은 사전적 의미로 물체표면에 어떠한 재질의 얇은 막을 입히는 것이라고 되어있다. 예를 들어 동복강선은 코팅하는 방법에 따라 아래와 같이 나뉘게 된다.

- Copper-covered steel : 강선위에 구리를 씌운 전선
 - Copper-clad steel : 강선위에 구리를 용융하여 씌운 전선
- 이처럼 구리를 모체에 코팅할 시 대부분 부착비율이 30% 이하로 알려져 있지만 접지봉의 코팅 성능 향상을 위해서 화학적 혹은 전기적 코팅 등을 이용하여 모체에 좀 더 견고한 접착성능을 가진 접지봉의 생산이 이루어져야 한다고 판단된다. [2]



시험 전 시험 후
<그림 2> 접촉 시험

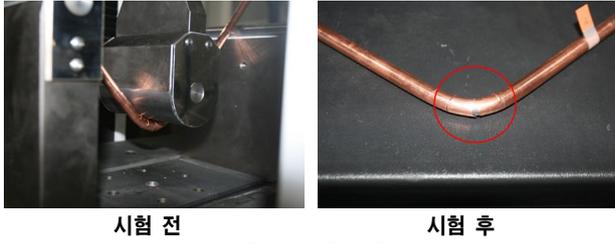
2.4 굽힘 시험

표준에서 굽힘 시험은 접촉 시험을 통과한 시료를 가지고 굽힘 시험을 진행하지만, 본 논문에서는 코팅이 벗겨진 접지봉의 환경 시험 결과를 얻기 위해 굽힘 시험도 진행을 하였다.

굽힘 시험은 접지봉 직경의 5배(±1 mm)와 같은 반경으로 90°(± 5°)의 각도로 굽혀져야 한다. 합격기준은 시료는 시험 후에 확대하지 않고 일반시력이나 교정시력으로 검사를 했을 때 굽힘 곳 근처에 날카로운 단부, 균열 또는 벗겨짐이 나타나지 않아야 한다.

시험결과 그림 3과 같이 굽힘 시험도 접촉 시험과 마찬가지로 굽힘 지점에서 모두 코팅이 갈라지거나 벗겨지는 현상이 발생하였다. 접지봉

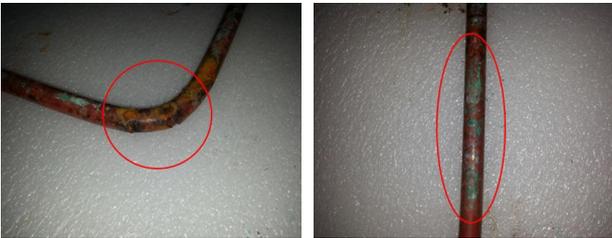
은 지중에 매설을 하고, 큰 하중을 받을 수 있기 때문에 시험 결과와 같이 접지봉의 코팅이 벗겨지는 현상이 발생한다면 앞서 점착 시험에서 설명한 바와 같이 전기적 성능이 크게 떨어져 피뢰시스템의 구성요소로서 기능을 유지하기 힘들다고 판단된다.



<그림 3> 굽힘 시험

2.5 환경 시험

점착 시험과 굽힘 시험을 통과한 시료는 환경 시험을 진행한다. 먼저 3일 동안 염수 분무처리 시험 후 7일 동안 습윤 유황 시험(humid sulphurous atmosphere test)을 진행한다. 철은 표면에 공기, 물 및 여러 가지 이온 등이 닿으면 반응을 일으켜 부식이 진행되며, 또한 염분이 있을 때 부식은 더 빨리 진행하게 된다. 이 시험은 접지봉이 실제 설치되는 장소가 실외에 설치되기 때문에 이와 같은 환경적인 상황을 고려하여 부식의 정도를 보기위한 시험 이라고 할 수 있다. 염수시험과 아황산 가스 시험의 결과를 그림 4에 나타내었다.

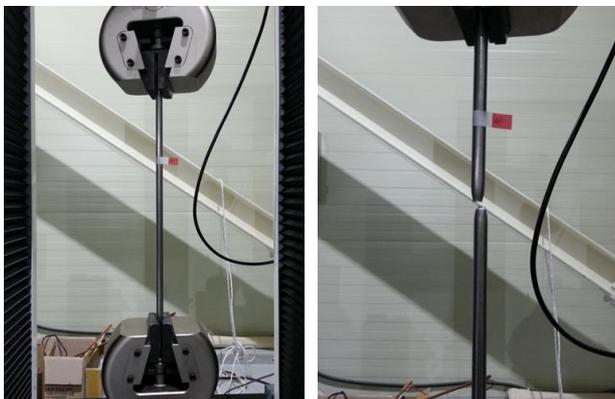


시험 후
<그림 4> 환경 시험

점착 시험 및 굽힘 시험에서 코팅이 벗겨진 접지봉은 그림 4의 왼쪽 사진과 같이 부식이 많이 진행되었다. 코팅이 벗겨지거나 갈라진 부분은 붉게 변색이 되었으며, 시간의 경과에 따라 심각한 부식이 진행될 우려가 있다. 이와 같이 부식으로 인하여 접지봉의 저항도 높아짐으로써 전기적 기능을 상실할 수 있다고 판단된다. 오른쪽 사진은 코팅이 벗겨지지 않은 부분의 사진이다. 코팅이 벗겨져 붉게 변색된 것과는 다르게 코팅 표면에 마른수건으로 닦여질 정도의 청녹색의 녹이 슬었을 뿐이다.

2.6 인장 강도 시험 및 항복/인장 비율에 대한 시험

인장강도 시험은 기계 가공을 하지 않은 상태에서 시험해야 하며, 그림 5와 같이 접지봉을 상·하 방향으로 당기는 방법으로 인장 강도 및 항복 강도를 측정한다. 스테인레스강 원형 단선으로 구성된 접지봉은 500 N/mm² ~ 770 N/mm²의 인장 강도를 지녀야 한다. 측정결과 표 1과 같이 접지봉마다 인장 강도가 다르게 측정되었다.



시험 전
<그림 5> 인장 강도 시험

항복/인장 비율은 항복 강도를 측정하고 결과를 인장 강도로 나누는 방법으로 결정되며, 적합기준의 항복/인장 비율은 0.80 ~ 0.95 이다.

<표 1> 인장 강도 시험 및 항복/인장 비율에 대한 시험결과

시료직경 [mm]	인장강도 [N/mm ²]	항복강도 [N/mm ²]	항복/인장 비율
11	644.0	643.8	0.99
14	615.1	614.6	0.99
11	578.0	558.6	0.97
10	705.3	705.2	0.99
10.6	646.1	646.1	1
13	608.0	607.8	0.99

2.7 전기 저항률 시험

전기 저항률 시험은 시료길이가 대략 1.2 m인 접지봉을 사용해야 한다. 저항은 마이크로 저항계를 사용하여 1 m(±1 mm)의 길이에 대하여 측정한다. 저항측정은 1 m의 간격을 두고 3개의 균등하게 분포된 지점에서 측정한다. 측정된 저항값을 바탕으로 아래와 같은 공식을 사용하여 접지봉의 저항률을 계산할 수 있다.

$$\text{저항률 } \rho = \frac{R \times a}{l} \quad [\mu\Omega \cdot \text{m}]$$

여기서, R : 1 m 길이의 저항 [μΩ·m], a : 단면적 [m²], l : 단위길이 [m] 이다.

전기 저항률 시험 결과는 표 2와 같이 측정되었다. 또한 시료 6과 7은 동일한 두께의 접지봉에서 코팅에 따른 전기 저항률을 보기 위하여 스테인레스강 접지봉과 표면에 구리를 코팅한 접지봉에 대하여 비교 시험을 진행하였다.

전체적인 접지봉의 전기 저항률 값은 크게 차이 나지 않았다. 하지만 표 2와 같이 똑같은 직경의 접지봉이라도 구리로 코팅된 접지봉의 전기 저항률이 낮은 것을 볼 수 있다. 그만큼 도전율이 높은 구리 코팅 접지봉 전체의 전기 저항률을 낮춤으로써 성능을 높이는 데 큰 역할을 할 수 있다고 판단된다.

<표 2> 전기 저항률 시험결과

시료	직경 [mm]	저항 [μΩ]	ρ [μΩ·m]
1	12	1 307.2	0.148
		1 309.1	0.148
		1 314.6	0.149
		867.3	0.134
2	14	857	0.132
		855	0.132
		1 302.5	0.102
3	10	1 326.5	0.104
		1 316.2	0.103
		1 474.9	0.140
		1 470.8	0.140
4	11	1 467.2	0.139
		974.7	0.132
		973.4	0.132
		973.2	0.132
6 (스테인레스)	10.6	1 978.7	0.175
		1 964	0.173
		1 970.7	0.174
6	10.9	1 235.3	0.115
		1 235.4	0.115
		1 235.3	0.115
7 (스테인레스)	12.6	1 331.8	0.166
		1 344.2	0.168
		1 340.8	0.167
		1 000.5	0.133
7	13	999	0.133
		998.9	0.133

3. 결 론

피뢰용 도체 및 접지극의 시험을 KS C IEC 62561-2에 따라 시험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 점착 시험, 굽힘 시험의 결과 시료 모두 코팅이 균열 혹은 벗겨지는 결과를 나타내었다. 또한 같은 시료로 환경 시험을 진행한 결과 코팅이 벗겨진 부분에서 부식이 심하게 진행된 것을 확인 할 수 있었다.
- 2) 접지봉을 제작할 때 전기적 성능 및 환경적 성능을 유지하기 위해서 화학적 혹은 전기적 코팅 등을 이용하여 모체에 좀 더 견고한 점착 성능을 가지도록 개선되어야 한다고 판단된다.

[참 고 문 헌]

[1] 임주홍, "IEC 62561에 의한 외부 피뢰 구성자재 시험기술", 조명·전기설비학회, 제26권, 제3호, p40-p48, 2012.5
 [2] 조 훈, "동피복 복합선재 제조를 위한 연속주조공정의 최적화", 한국주조공학회지, 제25권, 제6호, p43-48, 2005.12