

## 셴드룸 접지시스템 설계 및 시공

이수봉, 김정년, 백승환, 최락은  
LS 전선(주)

### Design and Installation of Shield-room Grounding System

Soo-Bong Lee, Jung-Nyun Kim, Sung-Hwan Baek, Rak-Eun Choi  
LS Cable & System Ltd.

**Abstract** - 본 연구에서는 보다 효과적으로 접지저항을 확보하고자 대지저항률의 측정 및 대지구조 분석, 접지시스템 설계, 접지전극 시공, 접지저항 측정 등 일련의 과정을 소개하고 그에 따라 고전압시험용 셴드룸 접지시스템 설계 및 시공 사례를 나타내었다. 접지시스템 설계 및 시공 결과 프로그램을 이용한 설계치와 실제 시공 후 접지저항값이 거의 일치하는 것을 확인하였고, 셴드룸에 대한 접지시스템 설계 및 시공 기술 정립을 하였다.

또한 측정된 데이터는 CDEGS 접지해석 및 설계 프로그램을 이용하여 대지구조를 분석하였다. 대지구조 분석을 통해 중국 LS홍치전선의 셴드룸 접지시스템이 매설될 대지의 상부는 25.26~34.20 [Ω·m], 하부는 13.68~19.67 [Ω·m]인 2층 대지구조임을 확인하였고, 분석 결과를 그림 2에 나타내었다.

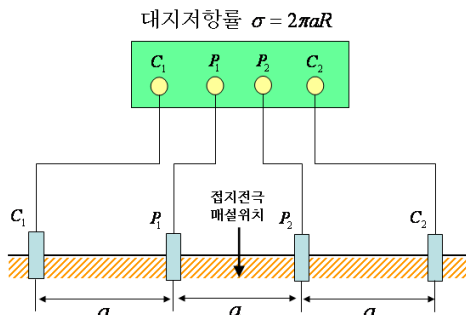
### 1. 서 론

전기설비에서 접지가 차지하는 비중은 접지의 특성상 정상적인 상태에서는 크게 두각을 나타내지 않지만 꼭 필요한 분야이며, 고장이 발생하였을 때 그 역할은 매우 중요하다. 낮은 접지저항을 가지는 셴드룸 접지시스템을 요구하는 주된 이유는 셴드룸 내부의 시험시 발생하는 고장전류를 대지로 효과적이고 빠르게 방류시켜 이상전위상승을 억제함으로써 전기설비 및 전자기기 파손의 방지와 인체를 안전하게 보호하는 것이다. 또한 셴드룸 내부에서 내전압시험 중 PD 측정시 다양한 형태로 발생하는 노이즈를 가급적 줄이자는데 있다. 따라서 본 연구에서는 보다 효과적으로 접지저항을 확보하고자 대지저항률의 측정 및 대지구조 분석, 접지시스템 설계, 접지전극 시공, 접지저항 측정 등 일련의 과정을 소개하고 그에 따라 고전압시험용 셴드룸 접지시스템 설계 및 시공 사례를 나타내었다. 접지시스템 설계 및 시공 결과 프로그램을 이용한 설계치와 실제 접지전극 시공 후 접지저항값이 거의 일치하는 것을 확인하였고, 이러한 셴드룸에 대한 접지시스템 설계 및 시공 기술 정립을 하였다.

### 2. 본 론

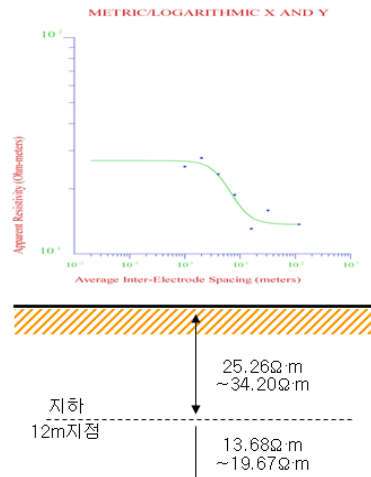
#### 2.1 대지저항률 측정 및 대지구조 분석

접지시스템의 설계를 위해서는 대지저항률 측정 및 정확한 대지구조 분석이 필요하다. 더욱이 셴드룸 내부에서 전력케이블의 고전압 시험이 확대되어 고장전류가 증대되어 가는 추세이나 건설면적이 좁아져서 포설면적이 줄어들고 야산과 암반 지역뿐만 아니라 심층을 사용할수록 대지저항률값이 접지시스템 설계에 미치는 영향이 한층 커지게 되었다.



〈그림 1〉 Wenner의 4전극법

일반적으로 대지저항률 측정은 Wenner의 4전극법이 주로 사용되며 그림 1에 나타내었다. 본 연구에서는 이 방법을 적용하여 접지전극이 매설될 대지의 3개 Site에서 대지저항률을 측정하였다. 전극 사이의 간격  $a$ 를 1 [m], 2 [m], 4 [m], 8 [m], 16 [m], 32 [m]로 하여, Terca-II 접지저항 측정기를 사용하여 측정하였다. 여기서 대지저항률  $\sigma$ 는 전극간 간격  $a$ , 측정된 접지저항으로부터 산출하였다.



〈그림 2〉 대지구조분석 결과

#### 2.2 셴드룸 접지시스템 설계

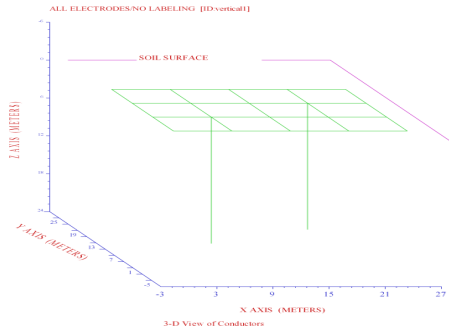
대지구조 분석을 통해 확인된 2층대지에 CDEGS 접지해석 및 설계 프로그램을 이용하여 다양한 형상과 크기의 접지시스템을 모의하였다. 일반적으로 셴드룸 제작 및 설치 업체에서 최적화된 셴드룸 접지시스템의 접지저항은 경험치로 1 [Ω]이하를 제시하고 있으며, 본 연구에서 접지저항 설계치는 1 [Ω]이하를 목표로 시뮬레이션을 수행하였다.

먼저 접지전극으로 가장 간단한 것이 봉상 접지전극이지만 모래층이나 암반이 혼합되어 있는 지층에는 단지 기계력을 이용하여 때려 박는 것만으로는 불가능한 경우도 있다. 이번 중국 LS홍치전선 고전압 시험동과 같이 기존 건물이 건설되어 있는 내부에 셴드룸을 설치할 경우 부지가 제한되어 있고 낮은 접지저항을 확보하기 위해 천공 기계를 이용하여 수십 미터까지 구멍을 뚫고, 이 구멍에 접지도체나 금속관, 접지저항제 등을 채워 사용하기도 한다. 시뮬레이션을 통해 10~30 [m] 길이의 봉상 접지전극을 모의한 결과 대표적으로 Site 3에서 접지저항은 10 [m] 봉상 접지전극의 경우 2.96 [Ω], 20 [m]에서 1.32 [Ω], 30 [m]에서 0.86 [Ω]으로 나타났다. 대지저항률이 상부가 높고 하부가 낮은 2층대지구조이므로 20 [m]이상 길이에 봉상 접지전극을 매설하는 것이 1 [Ω] 이하의 낮은 접지저항을 확보하는데 효과적인 것으로 나타났다.

또한 넓은 면적에 시공해야 하므로 접지망 포설에 따른 면적의 확보가 필요하지만 온도, 습도의 영향이 비교적 적고 낮은 접지저항을 얻기가 용이한 메쉬 접지전극을 모의하였다. 매설될 대지의 면적이 30×25 [m]정도임을 감안하여 메쉬 접지전극의 크기는 25×21 [m]로 모의하였고, 3개 Site 모두에서 1 [Ω]이하의 접지저항으로 나타났다.

일반적으로 셴드룸 접지시스템에는 메쉬 접지전극이 적용된다. 하지만 급준과 형태의 나뉘나 서지, 고장전류 등에 의한 과도특성에 취약하기 때문에 봉상 접지전극과 메쉬 접지전극을 병렬 연결한 형태의 접지시스템을 적용하는 것이 더 효과적이다. 메쉬와 봉상 접지전극을 병렬 연결한 경우를 모의한 결과 모든 Site에서 접지저항은 1 [Ω]이하로 나타났고, 그 결과를 표 1에 나타내었다. 다양한 형상과 크기의 접지시스템을

모의한 결과 중국 LS홍치전선에 매설될 접지전극으로 25×21 [m] 메쉬 접지전극과 30 [m] 봉상 접지전극 2개를 병렬 연결한 형태의 접지전극을 선정하였고, 예상 접지저항은 0.35 [Ω]정도 일 것으로 판단된다.



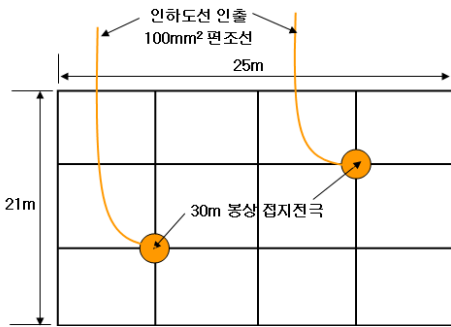
〈그림 3〉 최종 선정된 접지전극 형상

〈표 1〉 접지전극 크기 및 형상별 접지저항

접지전극	메쉬 + 10m	메쉬 + 20m	메쉬 + 30m
측정위치	봉상 접지전극	봉상 접지전극	봉상 접지전극
Site3	0.52Ω	0.43Ω	0.35Ω

2.3 쉘드룸 접지시스템 매설

CDEGS 접지해석 및 설계 프로그램을 이용하여 설계한 접지전극을 매설하는 공사를 진행하였다. 보링공법을 이용하여 15 [m] 봉상 접지전극을 지표면으로부터 30 [m]의 깊이에 수직으로 설치하고, 100 [mm] 나동선 2가닥으로 인출하였다. 나머지 구멍은 접지저감재와 시멘트를 혼합하여 되메움 하였다.



〈그림 4〉 매설된 접지시스템의 개략도



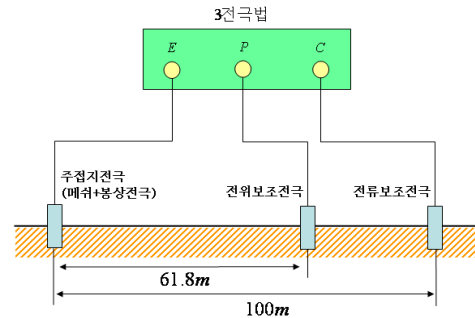
〈그림 5〉 접지전극 매설 사진

메쉬 접지전극의 경우 25×21 [m] 크기의 100 [mm] 나동선으로 구성된 주 메쉬를 지표면으로부터 0.5 [m] 깊이에 접지저감재를 도포하여 매설하였다. 마지막으로 인하도선으로 사용할 100 [mm] 편조선을 외부로 인출하여 작업을 마무리 하였다. 매설 된 접지시스템의 개략도와 매설 사진을 그림 4와 5에 각각 나타내었다.

2.4 접지저항 측정

쉘드룸 접지시스템 공사를 마무리하고 최종적으로 설계 된 접지시스템이 제대로 설치되었는지 확인하고, 설계치와 매설된 접지시스템의 접지저항이 얼마나 차이가 있는지 검증하기 위하여 접지저항을 측정하였

다. 접지저항의 측정은 접지전극이 매설된 직후와 매설이 끝난 지 5개월 후에 각각 측정하였다. 접지저항은 가장 일반적이고 정확도가 높은 3전극법을 사용하여 측정하였다. 주접지전극인 E극과 전류보조전극인 C극은 100 [m] 이격하였고, E극과 C극의 61.8% 지점인 대략 62 [m] 지점에 P극을 설치하였다. 접지저항 측정 개략도와 측정 사진을 그림 6과 7에 나타내었다.



〈그림 6〉 접지저항 측정 개략도



〈그림 7〉 접지저항 측정 사진

접지저항 측정 결과 매설 직후 0.49 [Ω]과 매설 5개월 후 0.37 [Ω]으로 각각 측정되었다. 접지전극이 토양과 제대로 접촉하는데 걸리는 시간과 접지저감재가 제대로 굳어서 자리를 잡는데 걸리는 시간이 대략 3~5개월 정도인 것을 감안한다면 5개월 뒤에 측정된 접지저항값이 더 신뢰할 수 있는 값이라 판단된다. 매설 5개월 후 측정된 접지저항값은 기존 설계치인 0.35 [Ω]과 거의 동일한 값으로 나타났고 그 결과를 표 2에 나타내었다.

〈표 2〉 설계치와 접지전극 매설 후 접지저항

	설계치	매설 직후	매설 5개월 후
접지저항	0.35Ω	0.49Ω	0.37Ω

3. 결 론

봉상 접지전극의 설계에 있어서 접지전극의 길이가 안정된 접지저항값을 얻는데 큰 영향을 미치는 중요한 요소이다. 하지만 대지저항률의 영향을 받아서 길이가 길어진다고 해서 성능이 크게 향상되지 않을 수 있으므로 정확한 대지저항률의 측정이 선행되어야 한다. 또한 메쉬 접지전극의 경우도 접지저항은 전극이 매설되어 있는 표토층의 대지저항률에 영향을 크게 받으며, 낮은 접지저항을 얻기에는 메쉬 접지전극이 다소 유리한 것으로 나타났다.

또한 보다 효과적으로 접지저항을 확보하고자 대지저항률의 측정 및 대지구조 분석, 접지시스템 설계, 접지전극 시공, 접지저항 측정 등 일련의 과정을 소개하였고, 쉘드룸에 대한 접지시스템 설계 및 시공 기술 정립을 하였다.

마지막으로 접지시스템의 설계치와 시공한 접지전극의 접지저항이 거의 일치하는 것을 확인하였다.

〔참 고 문 헌〕

[1] IEEE Std. 81, "IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance and Earth Surface Potentials of a Ground System", 1983  
 [2] 이복희, 이태형, 이수봉, 정현욱, "CDEGS 프로그램을 이용한 다양한 형상의 접지전극 설계", 대한전기학회 고전압 및 방전응용기술 연구회 춘계학술연구발표회 논문집, 2005. 5.  
 [3] 이복희, 이수봉, 이태형, 정현욱, 정동철, "접지전극의 형상에 따른 과도접지임피던스", 한국조명전기설비학회 논문지, Vol. 20, No. 1, pp. 65~70, 2006. 1.