

## 국내 저압지중함의 현장실태조사

김한상, 김중민, 배석명  
전기안전연구원

### A research on the actual condition of the underground manhole in domestic

Han-Sang Kim, Chong-Min Kim, Suk-Myong Bae  
Electrical Safety Research Institute

**Abstract** - The increased use of underground power distribution as opposed to overhead lines contributes to the aesthetics of the downtown areas. But there is an inherent risk of accidental electrocution should there be damage to the insulation of the cable because of heavy rain. Should a pedestrian make contact with this cable indirectly, via a man hole cover, electrocution could result.

In this paper, we analyse weaknesses in this low-voltage manhole and propose improvements.

#### 1. 서 론

최근 국민환경에 대한 의식이 급속히 높아짐에 따라 도심의 미관을 중요시하여 기존의 가공인입선에 의한 저압수용가의 전기공급방식이 지중배전방식으로 전환되는 추세이다. 지지물의 공기절연만을 고려하는 가공배전방식과는 달리 지중배전에 의한 전기공급방식은 계통 전체가 지중의 지지물이나 전선관 등에 상시 접촉된 상태이므로 가공배전방식에 비하여 절연유유지에 더 고려를 하여야 한다. 지구온난화 등에 의한 기상이변으로 하절기에 내리는 국지성폭우는 도로를 일시적으로 침수시키는 일이 빈번하게 발생하고 있으며 도로의 지중전기시설물의 중의 하나인 저압지중함에 있어서 전기적 사고는 지나가는 행인이 간접 접촉될 경우 감전사고를 유발할 수 있으므로 지중함의 설치와 유지관리시 이점을 유의하여야 한다.

본 논문에서는 저압수용가에 전기를 공급하는 지중배전계통에 있어서 지중전선의 접속과 분기를 위하여 국내에 설치된 저압 지중함에 대하여 전기관련규정을 토대로 현장시설실태를 파악하고 이에 대한 취약요인과 개선방안을 제시하고자 한다.

#### 2. 현장실태조사

##### 2.1 실태조사 개요

실태조사는 서울, 경기, 충북, 경북, 부산지역에 있는 40개의 저압 지중함을 대상으로 실시하였다. 조사기간은 2006년 3월부터 5월까지 3개월간이며 조사 당시의 기상조건은 맑은 날씨에 비가오지 않은 상태였다.

조사내용은 지중함의 환경조건에 대하여 설치장소, 배수 등을 조사하였고 지중함 내부의 케이블의 접속상태, 용적률, 외피에서 측정된 누전전압 및 전류, 접지시공실태 등을 파악하였다.

##### 2.2 지중함의 커버

지중함은 그림 1과 같이 인적이 뜬 도로나 보도에 설치되는 경우도 있으나 그림 2와 같이 시장 한복판의 이면도로와 같이 많은 사람이 통행하는 장소에 설치되기도 한다.

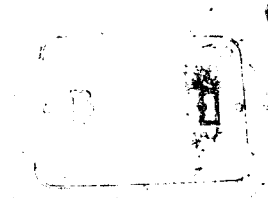


〈그림 1〉 한적한 도로의 지중함

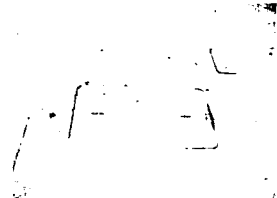


〈그림 2〉 통행인이 많은 장소

국내에 설치된 모든 지중함은 그림 3과 같이 뚜껑이 금속인 도전체로 되어 있다. 지중함의 내부에는 전선의 접속부가 있으며, 전선접속부의 충전부가 노출될 경우에는 누전에 의해 충전된 전압이 지중함의 뚜껑에 유기될 수 있다. 작년에 발생한 지중함의 감전사망사고는 이와 같은 누전경로가 원인인 것으로 나타났다. 따라서, 시장골목이나 상가주변 등과 같은 사람의 통행이 빈번한 장소, 장마철에 침수될 우려가 있는 장소에 설치된 지중함은 그림 4와 같이 콘크리트와 같은 비금속성의 재질에 의한 뚜껑을 설치하는 개선방안을 제시하고자 한다.



〈그림 3〉 금속재질의 뚜껑



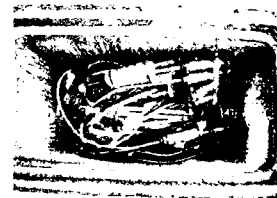
〈그림 4〉 콘크리트재질의 뚜껑

##### 2.3 지중전선의 접속

지중함 내에서 전선의 접속방법에 대한 실태조사 결과 지중함의 감전사고 이후 방수형접속재(그림 6)로 교체한 경우가 많으나 아직도 그림 5와 같이 테이핑접속에 의한 지중함이 사용되고 있다.



〈그림 5〉 테이핑 접속



〈그림 6〉 방수형접속재

지중함 내에서의 전선의 접속은 침수에 의한 수중상태, 진동, 온도 등의 외부영향에도 불구하고 지속적인 절연을 유지할 수 있도록 하여야 하는데 설치한지 오래된 일부 지중함의 경우 그림 7과 같이 전선 접속부의 테이핑이 손상되어 충전부가 노출된 사례가 있었다. 따라서, 지중함의 경우 침수상태를 고려한 방수형의 접속방법을 적용할 필요가 있다.



〈그림 7〉 충전부가 노출된 테이핑접속

##### 2.4 지중함 내의 접지

저압지중배전계통은 3상4선식이며 지중함의 실태조사결과 배전용변압기로부터 인출된 지중함의 설치장소마다 다음 그림 8, 9와 같이 나도체 또는 피복도체에 의해 중성선과 접속되어 접지선을 연결한 경우도 있으나 접지되지 않은 지중함도 있었다. 그림 10은 저압지중배전시스템의 접지실태에 관한 회로도이다.

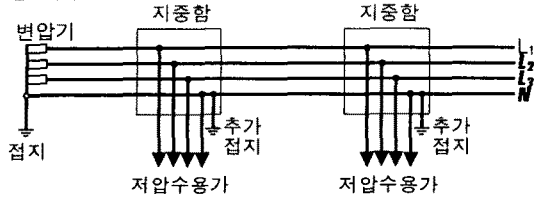


〈그림 8〉 접지용 나도체



〈그림 9〉 접지용 피복도체

지중함에서의 접지는 지중함이 침수될 경우 수중상태인 전선 접속부에서 누전이 발생할 때 접지층으로 누설전류의 경로를 형성함으로써 맨홀의 뚜껑에 발생할 수 있는 전위를 저감시키는 감전보호수단이 된다. 현행 산업규격에서는 100Ω 이하를 유지하도록 규정하고 있지만[1] 침수시를 고려하여 접지저항은 가능한 한 낮게 유지하여야 하고 접지선은 나도체에 의하여 시공할 필요가 있다.



〈그림 10〉 지중배전계통 회로도

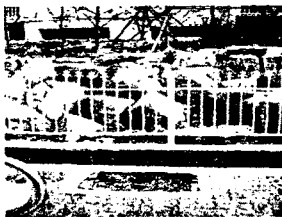
실태조사결과 일부 지중함의 경우 그림 16과 같이 허수나 오페수가 지중함에 유입된 경우를 나타낸다. 이러한 원인은 지중함 자체가 파손되었거나 또는 지중함체의 바닥이 없는 경우에 발생하는 형태로 지중함의 설치시 주변환경을 고려하여 설치할 필요가 있다.



〈그림 16〉 오수가 유입된 지중함

**2.5 주변의 노출도전부**

지중함 내부에서의 누전은 뚜껑에 전압이 유입될 수 있으며, 이러한 경우 충전된 뚜껑의 주위에 노출도전부가 있다면 감전위험성은 높아진다. 그림 11과 같이 지중함 가까이에 울타리가 설치되었거나 특히, 그림 12와 같이 다른 전기계통에 의한 가로등이 주변에 근접된 경우에는 상호간에 전위차가 생기지 않도록 등전위본딩할 필요가 있다.



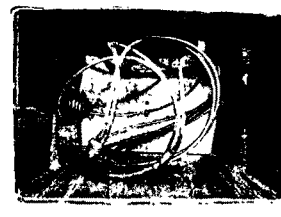
〈그림 11〉 지중함주변의 금속울타리



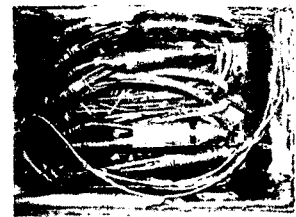
〈그림 12〉 지중함주변의 가로등전기설비

**2.8 지중함 내 용적률**

국내 현장에 설치된 지중함은 가로, 세로, 깊이에 있어 여러 형태가 있다. 그림 17과 같이 지중함 내 충분한 공간이 확보된 경우도 있으나 그림 18과 같이 지중함 내에 케이블이 과도하게 설치된 경우가 많다. 한국산업규격에서는 지중함은 케이블의 인입, 인발, 접속, 분기 등의 공사 및 점검 그 밖의 보수 작업을 쉽게 할 수 있는 크기일 것"을 규정하였다.



〈그림 17〉 충분한 용적률의 지중함



〈그림 18〉 미흡한 내부공간의 지중함

**2.6 진동의 영향**

도로에 설치된 지중함의 뚜껑은 주위 노면과 수평인 상태가 아닌 경우에는 지나는 차량에 의해 반복되는 진동의 영향으로 인해 지중함이 침하되거나 지중함 내부의 전선접속부에 물리적인 손상을 주어 전기적 사고가 발생할 수 있다. 실태조사결과 그림 13과 같이 일부 노후된 지중함의 경우 침하된 사례이며 이러한 경우에는 침하된 지중함으로 주변의 물기가 축적되어 항상 침수상태가 될 우려가 있다. 한국산업규격에서는 차량이 진입하는 장소에 설치된 지중함은 차량 그 밖의 중량물 압력에 견디도록 견고한 구조일 것"을 규정하고 있다.

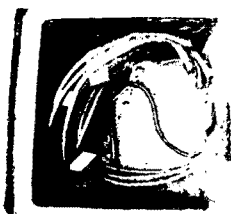


〈그림 13〉 침하된 지중함



**2.7 지중함의 배수**

지중함은 지중관로가 연결되어 있고 지중관로의 인입출구 위치는 지중함의 바닥에 근접하여 설치되어 있다. 따라서, 그림 14와 같이 건조상태인 지중함도 있지만 그림 15와 같이 다른 지중함보다 낮은 위치에 설치되었거나 자연배수조건이 미흡한 지중함은 항상 침수상태에 있게 된다. 전기관계규정에 의하면 한국산업규격에서는 관로와 지중함의 접속부분은 내구성을 갖는 실링재, 모르타르 등을 충전하여 물이 지중함 내에 스며들기 어렵도록 할 것"을 규정하고 있으며 또한, 고인 물을 배제할 수 있도록 밑면에 물받이와 배수구멍을 설치할 것을 규정하고 있다. 또한, 최소한의 강제규정인 전기설비기술기준에서는 그 안의 고인 물을 제거할 수 있는 구조일 것을 규정하였다[2].



〈그림 14〉 건조상태의 지중함



〈그림 15〉 침수상태의 지중함

**3. 결 론**

본 논문에서는 국내 저압 지중함의 현장실태조사를 실시한 후 파악된 취약요인에 대하여 다음과 같은 개선방안을 제시하고자 한다.

- 1) 지중함 커버의 절연화  
금속으로 된 지중함의 뚜껑을 콘크리트, FRP와 같은 절연성의 재질로 교체하여 침수시 수중상태의 전선접속부로 인해 발생할 우려가 있는 감전사고를 예방하기 위한 대책이 필요하다.
- 2) 지중전선의 방수접속  
지중함 내 전선의 모든 접속은 침수상태를 고려하여 방수형의 접속방법을 적용하여야 한다.
- 3) 지중함 내 접지  
지중함 내 접지는 가능한 한 낮은 접지저항값을 유지하여야 하고, 접지선으로는 나도체를 설치함으로써 누전시 발생할 수 있는 전위를 저감할 필요가 있다.
- 4) 지중함과 기타 도전부의 등전위본딩  
지중함에 근접하여 설치된 노출도전부나 다른 전기계통에 의한 전기설비와의 상호간에는 전위차를 없애기 위한 등전위본딩을 할 필요가 있다.
- 5) 지중함의 설치환경조건 개선  
지중함의 설치장소는 오페수가 유입할 우려가 있는 장소를 피하여야 하고, 지중함과 지중관로와의 접속부는 실링 등에 의한 방수처리를 하여 보통의 사용상태에서 지중함이 침수되지 않도록 고려하여야 한다.

**-감사의 글-**

이 논문은 2006년도 전력산업연구개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

**[참 고 문 헌]**

- [1] KSC3140, 전력용케이블의 지중배선시공방법, 2004
- [2] 산업자원부고시, 전기설비기술기준, 2005