

**지하구내에 설치된 변압기의 연면방전 특성**

김남석, 송우창, 이경호, 이명원\*, 방영근, 정진수\*\*, 박하용  
 삼척대학교 전기공학과, \* 삼척대학교 방재기술전문대학원, 한국전기안전공사

**The Surface flashover properties of Molded Transformer in Underground Premises**

N S KIM, W C SONG, K H LEE, M W LEE, Y K BANG, J S JUNG, H Y PARK

Electrical Engineering, \* Graduate School of Disasters Prevention Technology, Samcheok National Univ. \*\* KESCO

**Abstract** - 최근 건축물의 대형화로 인해 대용량의 전기 설비가 건물의 지하에 설치되고 있지만 전기설비에 대한 특별한 안전 대책 마련이 미비한 실정이다. 본 논문은 지하 구내에 설치된 몰드 변압기가 침수되었을 경우 발생될 수 있는 1차 재해와 2차 재해에 대한 피해를 최소화하기 위한 연구의 기초 단계로 실제 지하구내에 설치된 몰드 변압기를 실험 시편으로 선택하여 거리에 따른 연면 파괴 전압과 전류파형 등을 분석하였다. 분석결과 전극간 간격이 커질수록 연면방전전압이 증가하는 것으로 나타났으며, 방전전류의 피크치도 높아짐을 알 수 있다. 또한, 전극간의 간격이 커질수록 방전시간이 증가하였으며 방전시간의 증가로 인해 절연물의 손상도 증대될 것으로 생각된다.

전압 인가 장치는 고전압 발생장치(Pulse Electronic Engineering Model : ADG-100k3, 인가전압 100[kVac])을 사용하였고, 방전 전류 파형은 오실로 스코프로 관찰하였다.

**1. 서 론**

현대 산업사회가 발전하면서 인구의 도시 집중현상이 나타나고 건축물 또한 대형화 되고 있으며, 이런 대형 건축물에 전기를 공급하는 전력 설비는 지하 공간에 시설되고 있다. 지하 구내의 전기 설비는 크게 전기실, 기계실, 변전실, 기타 설비로 나눌 수 있으며, 역률 개선을 위한 콘덴서 설비, 정전에 대비한 비상용 발전기 설비, 대용량의 절전기나 UPS 설비가 지하 변전실에 들어가는 경우도 있으며, 공장에서 대용량 직류전원을 사용하기 위해서 정류기 설비가 되어있는 곳도 있다.

최근 국지성 집중호우 등 이상 기후의 영향으로 인해 지하구내가 침수되는 경우가 종종 발생하고 있는 실정임에도 지하공간에서 전기로 인해 발생할 수 있는 재해에 대한 대책은 세밀하게 검토되어 있지 않다. 지하 구내 전기 설비로 인해 발생할 수 있는 재해에 대해 신속하게 대응하지 않을 경우 전기 설비로 인한 1차 재해가 재난 복구 인력 등에 대한 감전 등의 2차 재해로까지 확산될 수 있다. 특히, 지하구내에 시설된 전기 설비 중 변압기가 침수되었을 경우 발생할 수 있는 1, 2차 재해는 매우 위험하다. 본 연구는 변압기 침수 시 발생할 수 있는 재해 방지 대책 연구의 기초 단계로, 실제 지하 구내에서 사용하고 있는 몰드 변압기의 시편을 실험재료로 선택하여 건조 시 간격에 따른 연면파괴 전압과 절연파괴 시 방전전류 파형을 분석하고 고찰하였다

**2. 실험 방법**

본 연구에서 사용된 시험 시편은 지하구내에서 사용되고 있는 몰드형 변압기를 절단하여 그림 1과 같은 실험 장치를 구성하여 연면 파괴 전압과 파괴 시 방전 전류 파형을 측정하였다. 건조 시 연면 파괴 전압은 10mm - 50mm (5mm 간격) 범위를 10회 측정하여 평균값을 나타내었다.

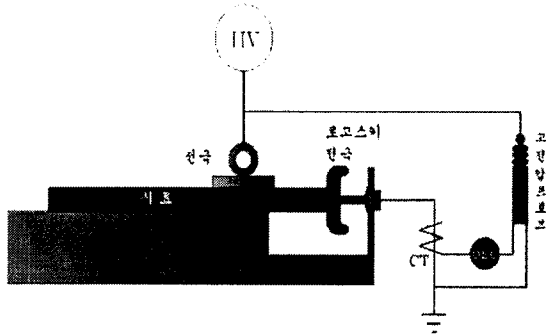


그림 1 실험 장치 구성도

**3. 결과 및 고찰**

**3.1 연면파괴전압**

전극간의 간격을 조절하면서 교류전압을 인가하여 측정한 연면방전전압을 나타내면 그림 2와 같다.

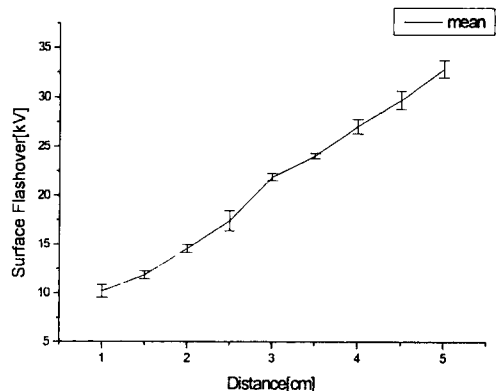


그림 2 . 연면 방전 전압

연면방전은 절연물 표면에 부착한 불순물로 인해 표면 누설전류의 증가가 그 원인이며 표면누설전류의 통로가 부분적으로 차단되어 미소 방전이 생겨나며 이로 인해

절연체 표면의 분해 및 탄화 등으로 도전성 통로가 형성되어 파괴에 이르게 된다

그림 2에서 보면 간격이 커질수록 연면방전전압이 증가하는 것으로 나타나며 그 증가폭은 전극 간격과 비교하면 감소하는 것을 알 수 있다.

그림 2의 전압을 전계로 환산하면 그림 3과 같이 나타낼 수 있다.

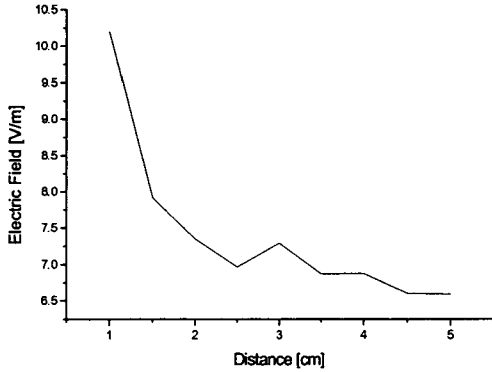


그림 3 . 전계의 세기

그림 3에서는 전극 간격이 커질수록 파괴가 일어나는 전계는 감소하는 것을 알 수 있다. 이는 간격이 커질수록 절연물에 부착한 염분, 먼지, 습기 등의 불순물이 존재할 확률이 높아지므로 좀 더 낮은 전계에서 파괴가 나타나는 것을 알 수 있다.

### 3.2 방전전류

전극간의 간격을 조절하면서 교류전압을 인가하여 측정한 방전전류의 피크치를 나타내면 그림 4와 같다.

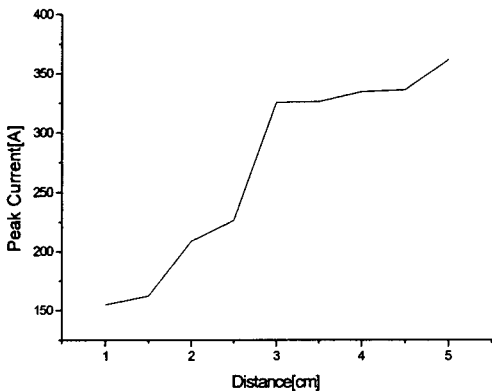


그림 4. 방전전류 peak 값

그림 4에서 전극간의 간격이 증가함에 따라 방전전류의 피크치가 높아짐을 알 수 있다.

이는 간격이 커짐에 따라 방전전압이 증가하였으므로 방전용량이 증대된 것으로 생각된다.

### 3.3 방전전류파형

연면 방전시 전극간격에 따른 방전시간 나타내면 그림 5와 같다.

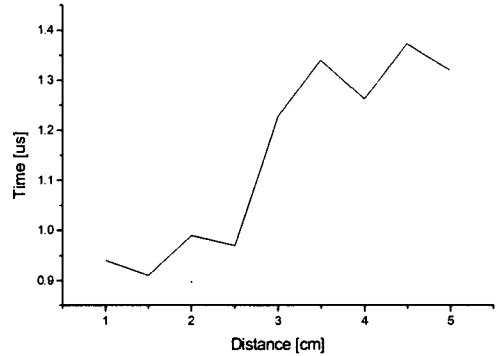
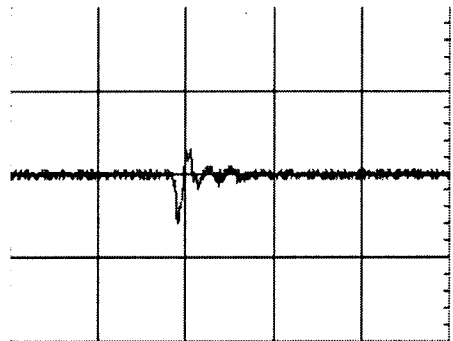


그림 5 . 방전시간

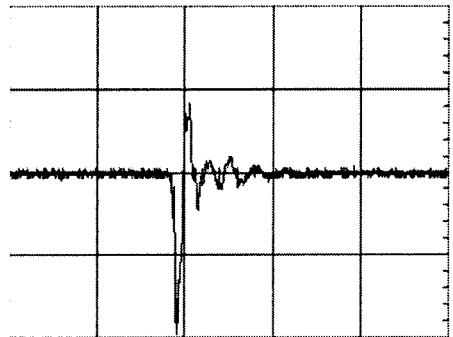
그림 5에서는 전극 간격의 증가에 따라서 방전시간이 증가함을 알 수 있었다.

그림 5에서 보면 전극간의 간격이 커질수록 방전시간이 증가 하였으며 방전시간의 증가로 인해 절연물의 손상도 증대되었을 것으로 생각된다.

전극 간격이 10[mm]와 50[mm]에서의 연면방전시 발생하는 방전전류파형을 나타내면 그림 6과 같다.



(a) 10[mm], 1[μs/divx], 20[v/divy]



(a) 50[mm], 1[μs/divx], 20[v/divy]

그림 6, 전극 간격에 따른 전류파형

#### 4. 결 론

지하 구내에서 사용되고 있는 몰드 변압기를 이용하여 전조 시 간격에 따른 연면 파괴 전압과 방전 전류 파형을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 간격이 커질수록 연면방전전압이 증가하는 것으로 나타나며 그 증가폭은 전극 간격과 비교하면 감소하는 것을 알 수 있다.

또한 파괴가 일어나는 전계는 감소하는 것을 알 수 있다.

2. 전극간의 간격이 증가함에 따라 방전전류의 피크치가 높아짐을 알 수 있다.

이는 간격이 커짐에 따라 방전전압이 증가하였으므로 방전용량이 증대된 것으로 생각된다.

3. 전극간의 간격이 커질수록 방전시간이 증가 하였으며 방전시간의 증가로 인해 절연물의 손상도 증대되었을 것으로 생각된다.

향후 습도를 조절하거나 여러 용액별로 변압기 시험편을 함침시켜 연면 파괴 전압과 방전 시 전류 파형 등을 분석하여 지하구내에서 변압기에 의한 1, 2차 재해에 대한 방지 대책을 마련하여야 한다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] 이복희역, "고전압 대전류", 청문각, 2004
- [2] 大木正路, "高電壓 工學", 積書店, 1989
- [3] E. B Becker, G. F. Carey and J. T. Oden, Finite Elements - An Introduction Volume 1, Prentice-Hall
- [4] I. Galperin, W. White, "Capacitor Film Surface Assessment Studies," IEEE Transactions on Electrical Insulation, Vol. EI-20, No. 1, February 1985
- [5] H. Craig Miller, "Surface Flashover of Insulator," IEEE Transactions on Electrical Insulation, Vol. EI-24, No. 5, October 1989, pp.765-786
- [6] L. Dorn and R. Bischoff, "Surface Treatment of Polypropylene for Adhesive Bonding," Second International Conference on Surface Engineering, Ref. 25, June 1987, pp.73-82

본 연구는 산업자원부의 전력 산업 기반 기금의 지원으로 수행되었습니다.