

# 전선 꺾임의 원인으로 형성된 용융흔의 형태적 특이점 식별에 관한 연구

[ A study for the characteristics of melting shape caused by  
repeatedly folded in electric cords ]

연구자 : 경기지방경찰청 박기훈 · 문용수 · 최민석  
삼성전자 PL파트 김용수



1. 연구과제의 목적 .....	38
2. 실험에 쓰인 재료 및 장비 .....	38
3. 실험 방법 및 내용 결과 .....	38
4. 결과 및 고찰 .....	40
5. 결론 .....	41

## 1. 연구과제의 목적

화재현장에서 흔히 관찰되는 전선의 용융흔 중 전원인가 상태에서 꺾임의 원인으로 형성된 용융흔과 외부 화염에 의한 전기적인 2차 단락흔의 형태 식별에 관한 특이점을 실험을 통하여 비교 분석코자한다.

## 2. 실험에 쓰인 재료 및 장비

### (1) 재료

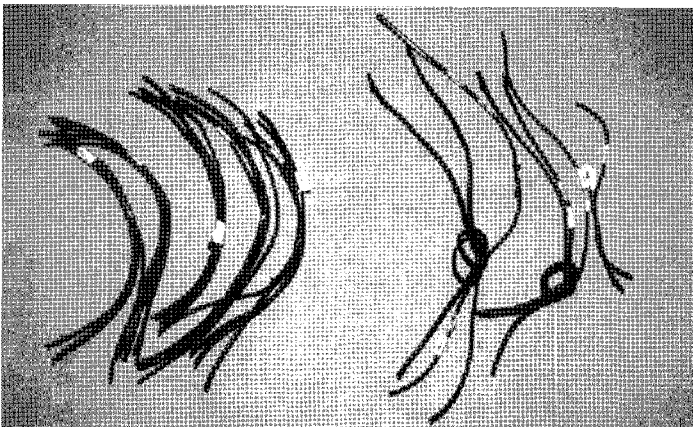
전기기기용 PVC 절연전선(IV, 30/0.18/2, 0.75mm) 25EA

### (2) 장비

- 1) 전선굴곡시험기 · MAKER : DAEKYUNG ENGINEERING  
· MODEL : DCB - 103
- 2) 실체현미경 · MAKER : 동원정밀(주)  
· MODEL : OSM - 1
- 3) 초음파 세척기 · MAKER : 전일 초음파  
· MODEL : SD - 250H

## 3. 실험 방법 및 내용결과

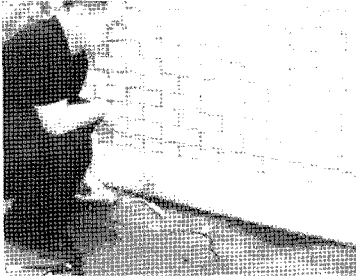
전선의 꺾임의 원인으로 끊어진 소선간의 불완점촉으로 전류집중에 의한 발열로 용융된 전선과 외부 화염으로 단락된 전선의 형태적 특이점을 비교 판단하기 위해



◀ 삼성전자 PL실험실에서  
인계받은 시료 25EA

전원코드 굴곡 시험기(cord bending tester)를 이용하여 전원인가(1.25A/220V) 상태에서 반복적인 굴곡

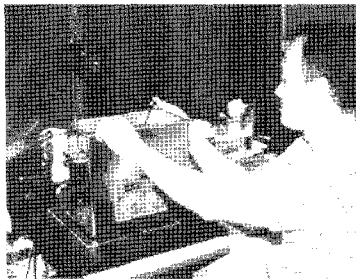
(30rpm/min, 90°)실험을 한 전선 20EA, 전원인가(1.25A/220V)상태에서 외부 화염으로 단락된 전선 5EA를 삼선전자 PL실험실로부터 인계 받아 다음과 같이 (1)시료, (2)시료, (3)시료로 구분하였음.



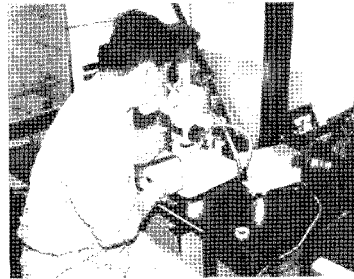
◀ 시료 단락 부분에 화염을 가하여 피복을 제거함



◀ 화염으로 전선을 용융시킴



◀ 현미경 촬영을 위해 초음파 세척

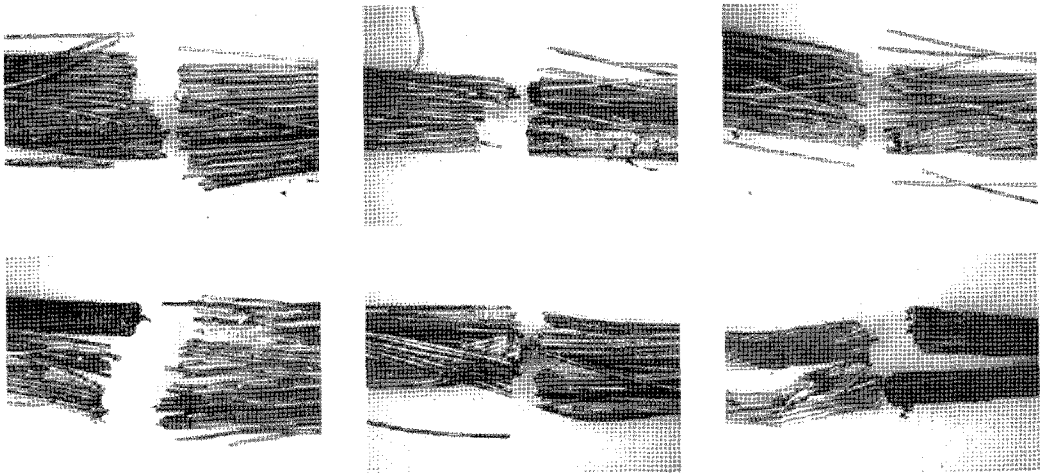


◀ 현미경 촬영 장면

※ 삼선전자 PL실험실에서 인계 받은 시료 25EA 중에서 15EA는 용융흔이 없는 절단흔만 식별되어 (3)시료로 쓰임.

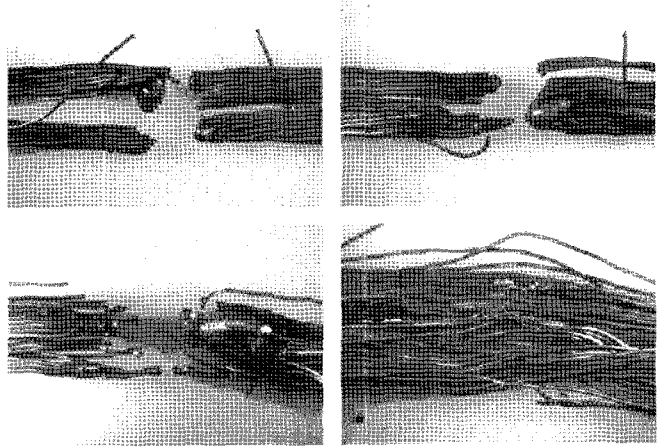
### (1) 시료

전선(IV 비닐절연전선 30/0.18/2)에 1.25A/220V를 인가한 상태에서 전선 파단시 까지 90도, 30rpm/min속도로 꺾임을 진행하여 형성된 파단부에 재화염을 가하여 절연피복을 완전 탄화시켜 제거된 전선을 세척 후 현미경 촬영함.



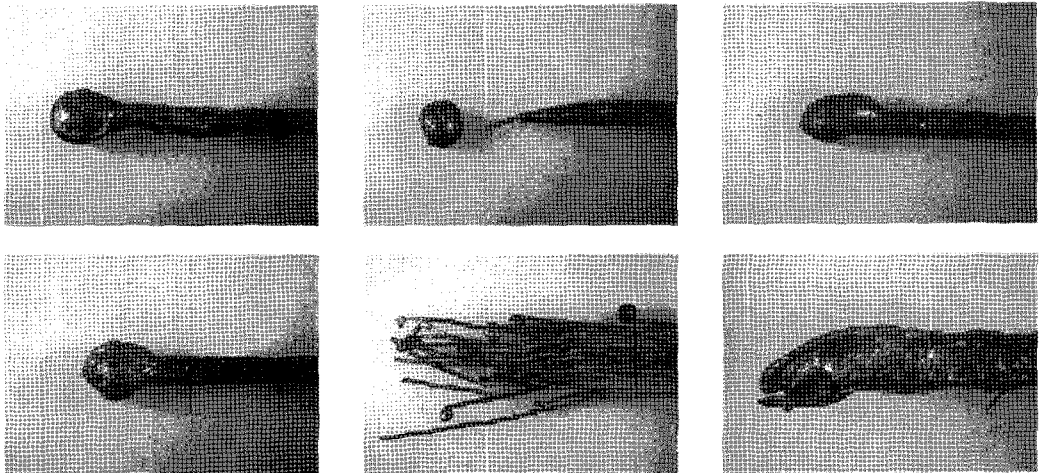
(2) 시료

전선 (IV 비닐절연전선 30/0.18/2)에 1.25A/220V를 인가한 상태에서 외부 화염을 가하여 형성된 단락부에 재화염을 가하여 절연피복을 완전 탄화시켜 제거 및 세척 후 현미경 촬영함.



(3) 시료

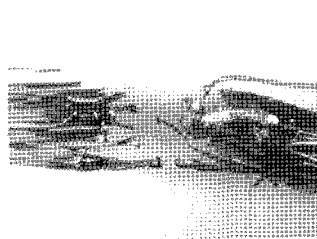
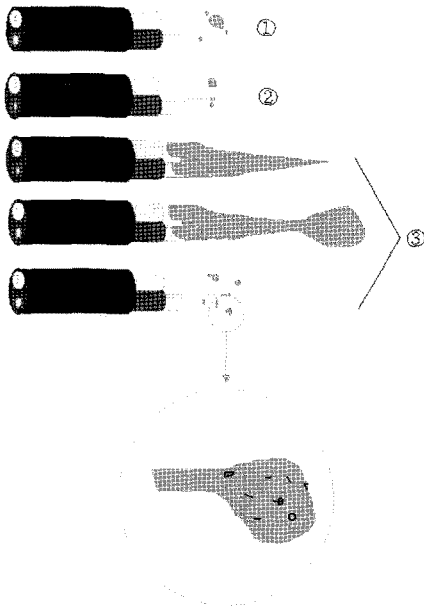
전선(IV 비닐절연전선 30/0.18/2)을 전원을 인가하지 않은 상태에서 화염을 가하여 용융시키고, 세척 후 현미경 촬영함.



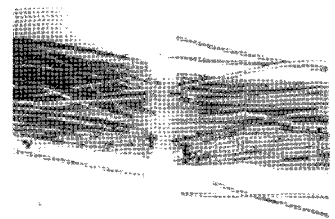
4. 결과 및 고찰

- (1) 통전 상태에서 굴곡되어 단락된 전선은 내부에서 기계적인 굴곡이 계속 진행되어 (1)시료에서와 같이 소선이 거의 같은 위치의 선상에서 절단되어 있고, 절단 선상에서 전기적인 발열로 인한 용융흔과 기계적인 굴곡에 의한 절단흔이 같은 길이의 선상에서 식별된다.

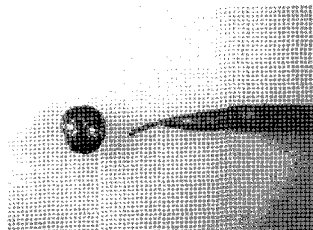
- (2) 통전 상태에서 외부 화염으로 절연피복을 탄화 시켜 단락된 전선의 경우인 (2)시료에서는 절연이 파괴되면서 순간적인 선간 단락이 되어 형성된 매우 짧은 시간에 고열로 용융된 국부적인 망울형태의 용융흔으로 소선 가닥과 망울과의 접합된 경계가 뚜렷하고 망울의 형태도 전선의 직경을 넘지 않는 표면이 매끄러운 원형 등으로 형성되어 있다.
- (3) 전원을 인가하지 않은 전선을 외열로 용융시킨 (3)시료 전선은 소선이 용융되어 뭉치형태로 형성되어 있으며, 끝단에 망울이 점점 크게 뭉치지며 중력방향으로 떨어지면 끝이 심하게 뾰족한 원뿔 형태로 형성되고, 망울이 떨어지기 전에 냉각된다면 단락흔과 유사한 표면이 거친 큰 망울형태가 형성 되나, 단락흔과의 차이점은 망울과 소선의 경계가 없는 하나의 금속 덩어리 같은 형태로 끝단에 망울이 전선의 직경 보다 심하게 큰 형태로 형성하는 것이 특징점으로 식별된다.



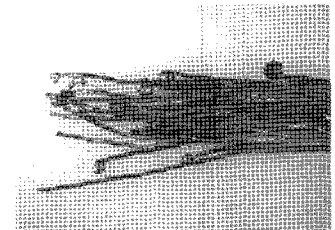
(1) 시료



(2) 시료



(3) 시료



(4) 시료

※ 소선이 외열로 용융된 경우에는 고배율로 현미경 식별한 경우 소선에 비하여 표면이 거친 상당히 큰 망울이 형성되어 있으며, 전선에 전체적으로 같은 크기의 망울이 수개 형성되어 있음.

## 5. 결론

이상과 같이 우리의 일상 생활에서 흔히 접할 수 있는 선풍기, 헤어드라이기, 카

세트, 전자 모기향 등 수시로 이동이 용이한 전자제품의 전원코드로 가장 많이 사용 중인 IV전선에서 특정 부분인 문틈이나 플러그의 꺾임 부분과 같이 반복적인 꺾임이 있는 부분에서 출화한 화재 현장에서 수거한 전선의 용융흔과 화염 확산과정에서 피복이 손상되어 형성된 단락흔과의 특이점을 재현한 조건의 실험을 통하여 비교식별 할 수 있는 형태적 특징점을 확인하였고, 부가적으로 단락흔과 화염으로 용융된 전선의 형태적 특징점을 비교 확인하였다.