

# 전기적 용흔도 원인은 다양해

승재철

(경찰수사 연수소)

**문**제는 전기적 용흔이라면 원인적인 것이겠는가, 원인적이라면 합선(단락)이 생기게 된 합당한 이유가 제기되어야 하는 것이다. 아니면 다른 원인에 의해 발생한 화재의 열로 피복이 녹으면서 충전상태의 회로전선이 합선된 것인가가 검토되어야 할 것이다.

또 일견 화열에 의한 용흔이 분명하다면 이것 역시 전기적 작용 후에 화열을 받고 용흔(溶痕) 부분이 또 녹은 것인지 쉽게 구별되지 않음에 문제가 있는 것이다.

학술적으로는 전기적 작용흔과 수열에 의한 용흔(溶痕)이 구별되는 것이다. 전선 메이커에서 출고되는 전선이 금속 현미경적 조직관찰상 전선 표면 조직과 2,000℃이상의 고온도로 순간 합선될 때의 전기적 충격 온도변화에 따른 전선표면 조직은 양상이 다르고 또 일반 화재시 수열(일반적으로 목조 화재 최고온도가 약 1,320℃로서 그 이하의 수열) 정도의 화열을 가한 뒤 용융(溶融)된 전선표면조직이 다르므로 그 차이에 의해 구별할 수 있다는 데에 근거를 두고 있지만 메이커별 공정이나 출고 시기별, 순도별 등으로 표준전선과 소잔전선의 대조비교는 불가능한 상태에 있으므로 실질적으로 판별이 어렵다는 점이다.

학술적이라고 하더라도 단순한 수열에 의한 용흔과 합선으로 생긴 용흔이 다시 수열되면서 형성된 용흔은 모두 금속조직에 불순물이 혼입된 형상으로

나타나므로 더욱 복잡해져서 실제 적용이 곤란한 것이다. 전기란 부하가 걸려있지 않으면(전기기기를 사용하지 않으면) 충전상태라 하고, 부하가 걸려있으면(전기기기를 사용중) 통전상태라고 하는데 합선이란 전선간 어떠한 경과로 부하전단계에서 심선과 심선이 합쳐지는 현상으로(즉 공급 쪽에서 볼 때 부하가 미치지 못하는 위치에서 회로가 통하게 된 상태) 이는 반드시 단락이 유발되게 된 물리적 작용이 있게 되는 것이라고 했다.

회로에 단락현상이 생기면, 즉 폐회로가 구성되면 회로에 흐를 수 있는 최대의 전류가 흐르게 되므로 폐회로상 가장 취약한 부분이 떨어져 나가게 되는데 주로 퓨즈나 서킷 브레이커(circuit-breaker) 부분이 될 것이다.

그러나 공교롭게도 퓨즈부분을 전선 같은 비퓨즈(철선, 동선, 알루미늄판이나 선 등)로 결선했다면 직접 단락부분이 튼다든지 하게 될 것이다(회로가 단락하더라도 사용전압보다 훨씬 낮은 저전압이거나 회로 구성전선이 긴 경우 용단흔은 고사하고 전회로가 발열이 지속됨으로써 주변가연물 조건에 따라 발화하는 일도 있다). 이러한 경우에는 그 부분에 인화성이나 이연성물질이 존재하지 않으면 화재로서의 진행을 기대할 수가 없는 것이다.

그러나 튼 부분이 또 합선되고 튀고하는 반복작용이 형성된다면 폐회로가 형성된 전선 전체는 최대의 발열상태로서 전선피복이 용융되고 연소하게

되는 것이다.

이때 단락됐다, 튀었다 한 부분의 전선들은 망울 형태를 유지하는 것도 있고 침식된 듯한 형태(패임)를 나타내는 경우도 많은데 동(銅)고유의 광택을 유지하고(외부 화염에 의한 것과는 달리 미세한 비산용융 망울이 부착된 것도 있다) 전성(展性)도 유지되는 것이 보통이나 망울 또는 침식부분이 계속 화열을 받으면 용단 부분의 끝은 전선의 굵기가 균일하지 않으면, 뾰족해지면서 흘러내리고, 망울 형태를 유지하게 되는 경우도 생긴다.

이 형상은 분화구처럼 표면이 거칠고 기포가 형성된 다공형태로서 전성을 잃어 특특 끊어지기도 하는 형상을 나타내게 되는 것이다.

동의 용융점은 1,083℃이다. 물론 화재현장에서는 공기의 소통여건 등에 따라(장소에 따라) 용융조건이 상당히 달라질 수도 있으나 표면의 수열조건이란 가연물의 연소성과 흡사하여 단위체적에 따른 수열 표면적이 넓을수록(즉 가늘수록) 쉽게 녹는 것을 볼 수 있다.

즉, 0.5mm<sup>2</sup>(20/0.18), 1.25mm<sup>2</sup>(50/0.18) 등과 같은 비닐 피복제인 전선류의 심선(직경 0.18mm) 같은 것들은 간단한 화열만으로도 끝이 둥글게 말리는 망울이 형성되어 지는 것을 볼 수 있다.

평소 과부하나 접속불량 등에 따른 회로의 국부적 과부하로 피복(절연재)이 열화되었을 경우, 언젠가는 이 피복을 통해 통전되면서 연소되어 갈 때는 심선과 심선이 단락될 때까지의 얼마간은 퓨즈에 영향을 주지 않는다.

이는 절연피복의 열화에 따른 탄화로 통전되는 간접적인 합선 현상이기 때문이다.

즉, 피복의 연소과정 중 심선과 직접 단락될 수 있는 것도 외적인 물리적 여건에 의해서만 이루어 질 수 있고 취약부분의 용단관계는 앞에 말한 바와 같다.

그러나 이때 단락이 형성되었다면 원인적인 것이라고는 할 수 없을 것이다. 다만 부하인 단말측에 형성되어 있으므로 발화 지점에 가까운 것임이 확실하고 이때 부하와 사용전선의 용량대조가 검토되어야 함은 당연하다.

이러한 것들의 발화 예는 전기근로나 전기난로 같은 비교적 높은 부하의 전기적 발열체를 비닐 피복전선으로 된 연결코드를 사용하여 장기간 사용하는 경우에 종종 볼 수 있는 것이다.

실상 단락이란 국부적 과부하를 포함한 과부하적 여건이나 또 절연 열화적 현상에서 빚어지는 피복의 연소 결과 유발되는 단락이 아니라면 전선의 심선과 심선의 원인적(1차적) 단락에 의한 발화현상을 보기는 그렇게 쉽지 않은 것도 사실이다.

즉, 심선과 심선의 합선이란 물리적인 힘이 가해진다든지 이러한 조건을 갖는 구조나 여건적 상황하가 아니라면 생각하기 어려운 점이 있다.

전선의 피복을 쥐가 상당부분 굽아 놓았다든지, 강관이나 연관 등의 예리한 구조물 사이를 전선이 지나고 있었다든지, 문틈 사이로 지나고 있었다든지, 발열체의 접촉 내지는 부근을 지나고 있어 수열이나 경년변화로 열화될 수 있었다든지, 전선이 바닥에 깔려 사람이나 차량 등에 밟히고 있었다든지, 못질이나 스테이플, 철물 등에 압력을 받고 있었다든지, 무거운 물체 등에 깔려 있었다든지 하는 매체에 의해 합선(단락)될 수 있는 여건이 고려될 수 있다.

또 이러한 여건 하에서도 전선 상호간 동일 위치에서 피복이 손상되어 심선이 노출되더라도 공급 전압의 종류, 전선의 굵기나 종류, 선간 교각 등이 문제될 수 있으므로 합선 결과가 반드시 화재로 진행되는가에는 의문의 여지가 있는 것이다.

이때 화재로의 진행여부는 장소적, 용도적, 가연물의 성상이나 조건이 따르게 되는 것이다.㉞