

불완전 접촉에 의한 발화원인 및 식별방법에 관한 연구 The Cause of Fire from Incomplete Electric Contact and Identifying It

최승복*

S. B. Choi*

서울지방경찰청 과학수사계
(2008. 3. 19. 접수 / 2008. 6. 5. 채택)

요 약

실제로 발생한 화재사건 현장에 대하여 발화부를 확정하고 발화부내에서 발화원인으로 작용한 전기기기 및 제품을 분해하여 객관적인 입증을 도출하였다. 그리고 이와 유사한 사례를 예로 들어 보았다. 실제 산업현장에서 사용되고 있는 전기제품들의 취급 실태 지적하고 개선하여야 할 점과 대책을 검토함으로써 이러한 사례들과 유사한 유형의 화재의 재발을 방지할 수 있도록 기초자료를 제시하였다.

ABSTRACT

We identified objectively the ignition spot of real fire scene and electrical machinery and appliances in sections which were acted for fire cause. By pointing out the actual condition of dealing electronic devices and researching the way of solution, I will presents the fundamental materials which will help to prevent recurrence.

Keywords : Ignition spot, Electrical machinery and appliances

1. 서 론

현대사회의 급속한 발전은 곧 전기·전자기기 및 제품의 사용이 지대한 영향을 미치고 있다고 할 수 있을 것이다. 특히 이중 전기에너지가 차지하는 비중은 대다수를 차지하고 있어 전기 사용이 급증하고 있는 실정이나 전기로 인한 인명이나 재산피해 또한 이와 더불어 증가 추세에 있음은 변명의 여지가 없을 것이다.

이러한 전기의 중요성 부각 및 사용방법에 대하여는 수많은 과학자 및 엔지니어들에 의해 더욱 진보되어져 전기가 우리 인간에게 주는 혜택에 대하여는 부각되어지고 있는 반면 위험성에 대한 연구는 그다지 활성화되고 있지 않다고 사료되어 전기가 우리 일상생활에 주는 피해 중 많은 비중을 차지하고 있는 전기화재에

대하여 구체적으로 살펴보고 그 발생 원인을 파악 예방을 목적으로 한다.

2004년 수도권 서울에서 발생하는 화재발생 건수 중 전기화재가 차지하는 비율은 40%를 육박할 정도로 많은 비중을 차지하고 있으며 전기화재 유형에서도 접촉부위의 불완전 접촉이 발화원인이 되는 경우가 많다.

본 연구는 실제로 발생한 화재사건 현장을 상대로 발화부를 특정하고 발화부내에서 발화원인이 된 전기기기 및 제품을 수거하여 분해 검토하여 객관적 입증을 기하였으며 또한 이와 유사한 사례를 예로 들어 보았다.

실제 산업현장에서 사용되고 있는 전기제품들의 취급 실태 지적하고 개선하여야 할 점과 대책을 검토함으로써 이러한 사례들과 유사한 유형의 화재의 재발을 방지할 수 있었으면 하는 욕심을 내 본다.

* E-mail : choi2711@yahoo.co.kr

2. 화재발생 통계 및 분류

2.1 원인별 화재발생 통계 및 분류

서울소방 재난본부의 통계에 의하면 03년도 발생한 전체화재는 5,503건으로 그 중 전기화재의 비율이 전체 화재의 40.4%를 차지하고 있고 그 다음으로 담배가 17.8%로 나타났다 또한 전기화재로 인해 76명의 인명피해가 발생하여 전체 인명피해의 19.3%를 차지하여 가장 높은 점유율을 나타냈고 그 다음이 방화 및 실화순이다.

03년 한해 화재로 인해 입은 재산피해는 11,768백만 원이 발생하여 하루 평균 32백만 원의 재산 피해가 발생했다.

2.2 5년간 전기화재 피해 분석

화재건수에 있어서는 연평균 5.8% 감소율을 보였으며 03년도에는 2,221건이 발생하여 99년도 보다 23.7%, 02년도 보다 13.2%가 감소하였다.

사망자는 연평균 10.7%의 증가율을 보였고 03년도에는 15명이 사망하여 99년 대비 36.4%가 증가했으나 02년도 보다는 11.8%가 감소하였다. 부상자는 연평균

11.6%의 증가추세를 보였으나 02년도 대비 32.2%가 감소하였다.

3. 화재 성장 특성

가연물이 연소할 때 공간의 크기, 가연물의 특성, 공기의 유동 등에 의한 연소 조건의 차이로 연소형태가 여러 유형으로 변화 하지만 기본적인 연소 형태는 발화지점에서 상단으로 연소하려는 성향이 가장 크고, 상승 연소에 부가적으로 측면 연소하면서 미약하게 하단으로 연소하는 특성이 있다.

이러한 연소현상을 흔히 2차원적인 표현으로 “V”자 모양으로 연소한다하여 V패턴(V Pattern)이라는 화재용어로 표현하고 있으며, 연소 변화의 형태를 일반적인 연소형태와 연소 조건의 변동에 의한 변화를 해석하고, 가연물과 산소의 조건에 따른 가연물 지배형 및 산소 지배형의 화재로 분류한다.

3.1 일반적인 연소형태

한 장소에서 단일 가연물에 의한 연소라고 가정하면 아래 그림과 같이 화염부 상단(Hot gas zone)은 역 원

Table 1. 원인별 화재발생 현황

구분	발생건수(%)	인명피해(명) (사망/부상)	재산피해(백만원)
총 계	5,503(100%)	60/333	11,768
전 기	2,221(40.4%)	15/61	4,574
담 배	978(17.8%)	6/44	1,010
방 화	703(12.8%)	16/57	1,448
가 스	313(5.7%)	3/44	564
불 티	249(4.5%)	2/12	354
불 장 난	202(3.7%)	0/2	181
유 류	154(2.8%)	0/27	301
성냥·양초	58(1.1%)	0/3	304
난 로	35(0.6%)	0/2	116
기 타	590(10.7%)	18/81	2,916

Table 2. 03년 원인별 화재발생 그래프

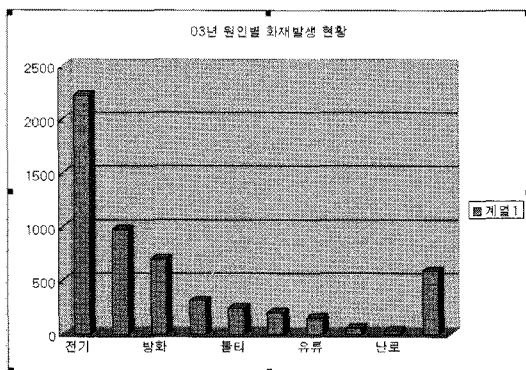
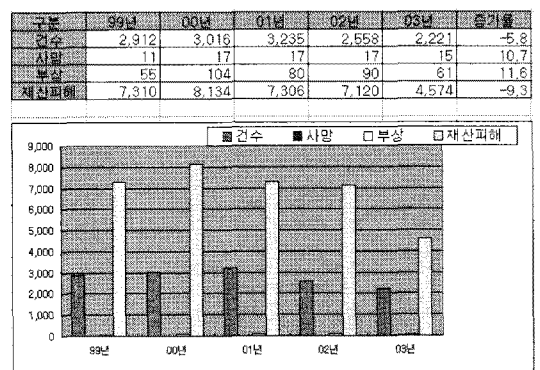


Table 3. 연도별 인명 및 재산피해 분석



뿔형태의 화염 및 연기기둥(Plume)이 상승하여 확대한다고 볼 수 있으며, 화염부(Flame zone)는 바닥에서부터 작은 원뿔형태로 화염이 확장되는 형태로 존재하므로 화염부의 작은 원뿔과 그 상단의 역 원뿔을 결합하면 하단이 좁은 모래시계 형태로 표현하는 것이 가장 적절하고, 중앙의 점선으로부터 화염확산 측면의 각도는 12~15도의 경사를 유지하는 것이 일반적이다.

3.2 조건별 연소 형태 변화

연소 조건이 그림과 같이 ①가연물이 측면으로 퍼지는 경우, ②낮은 천장과 벽면에 근접하여 개구부의 환기에 의한 공기 유동 등의 연소 조건에 따른 연소 형태의 변화를 초래한다.

3.3 연소 속도

연소 속도는 화재에 있어서 연소해 가는 속도를 말하며 통상 단위시간을 분으로 하고 그 시간에 연소하는거리를 말한다. 연소 속도는 대상물의 형태, 기상 상태, 화재규모 및 경과시간 등에 따라 매우 다르며, 같은 목조건물이라 할지라도 강풍시의 풍상과 풍하는 상당한 차이가 난다.

풍속 속도에 따라 연소 속도는 매우 달라지는데 풍속이 1m/sec정도에서 최대연소 속도를 나타내며 무풍시에 비해 약10%정도 빠르게 연소된다. 이는 무풍시에 비해 타고 있던 부근의 공기가 바람에 의해 신선한 공기로 대체되기 때문이며, 풍속이 점차 증가하여 2.2m/sec되면 오히려 연소 속도는 점차 느려져서 소화되게 된다. 화재초기인 10분 이내의 연소 속도는 매분 평균 0.75m 내지 1m로서 대개 원형으로 확대되는 것으로 나타낸다.

4. 전기 화재

4.1 전선의 단락

통전중인 전기배선이 경년열화나 꺾임 놀림 등의 원인에 의해 절연이 파괴되면서 선간 접촉으로 합선되는

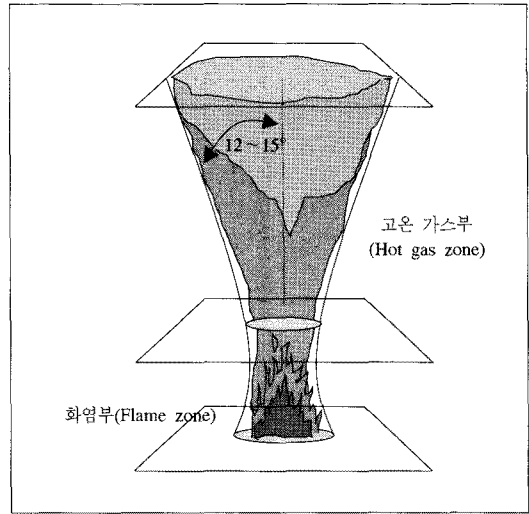


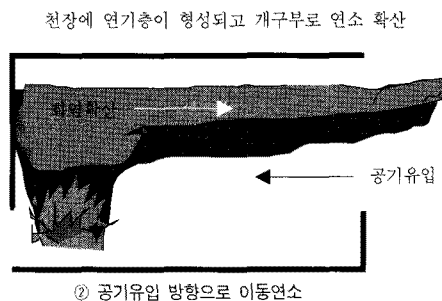
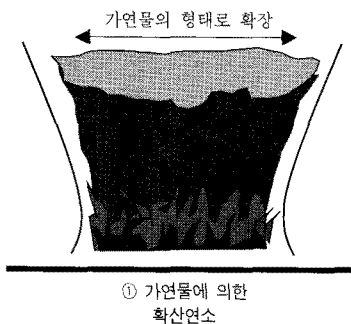
Fig. 1. 화염의 상승 패턴 형태.

것을 단락이라 한다.

이러한 전기배선의 단락은 그 자체가 발화원으로 작용하거나 발화부를 특정하는데 유용하게 이용되기로 한다. 즉, 가옥내 화재의 경우 분전반으로부터 분기된 분기회로 중 최 부하측에 생성된 합선흔적은 그 부위가 발화부일 가능성을 내포하고 있으며 전선이 최초 발생한 화재에 의해 그 부위를 지나는 배선의 피복을 녹여 절연을 파괴함으로 합선이 발생하게 되며 화재 현장에서 이러한 합선흔적은 그 부위가 발화부와 가까운 곳이라 추정하여 볼 수 있을 것이다.

4.2 단락흔 식별 법

단락은 전선간(2~3점 사이)에 저항이 어떤 원인에 의해 없어져 접촉하는 것으로 일명 합선이라고 표현한다, 전선이 서로 접촉되면 저항이 거의 없기 때문에 과전류가 흐르고, 급격히 발열되어 전선이 순간적으로 녹는 것을 단락(전기 합선)이라고 하며, 이러한 흔적을 단락흔이라고 표현 한다.



화재현장에서 이러한 단락흔을 형성하는 경우는 첫째 전선이 장기간 사용으로 노후나 기타 특정 원인 작용으로 절연체가 소실 또는 상손 되면서 발열해서 출화하는 경우, 둘째 화재발생으로 인해 절연피복이 녹아 전선이 단락되는 경우가 있는데 전자의 경우 1차 단락흔이라고 표현하고, 후자의 경우를 2차 단락흔으로 표현 한다.

단락흔은 1차흔과 2차흔으로 나누어 지고, 이 것과는 다르게 전선이 전기적인 용융이 아닌 화재 화염으로 녹는 것을 용융흔이라고 한다.

그러면 전선이 녹는 형태를 단락흔(1차흔, 2차흔 포함)과 용융흔으로 나눌 수 있는데, 이러한 단락흔과 용융흔을 육안으로 볼 수 있는 형태로 판단 할 수 있습니다. 물론 전자현미경, 실체현미경 등으로 판단 할 수도 있지만, 현장 기초 조사를 위해 단락흔과 용융흔의 형태적 식별법은 필요하다.

위 사진과 같이 단락흔은 소선과 망울이 경계면을 가지고 있으며, 순간적으로 녹은 형태를 가지고 있다.

4.2.1 저압 누전 화재

저압누전화재란 낮은 전압에 의하여 전기회로로서 설계된 부분으로부터 전류가 누출되고, 건물의 금속부분을 통해 대지에 도달하는 누전경로의 도중에서 발열이 일어나 발생하는 화재를 말한다. 보통의 배전선로에서는 고압과 저압선의 혼촉에 의하여 저압선으로 고전압이 침투하여 기기의 소손방지와 감전 사고를 방지하기 위하여, 주상변압기의 저압 측의 한 선을 접지한다. 그렇기 때문에 저압 측에는 대지와 등전위인 접지선(-선)과 대지전위를 가지는 전압선(+선)이 있다. 누전회로의 구성은 전압선이 빗물받이 통에 접촉되고 빗물받이 고정 못과 철근 → 수도관 → 대지를 통해 변압기의 접지선에 도달하는 것과 같은 경로로 누전회로가 구성되며, 빗물받이통 고정용 못이나 철근과 같은 누전

경로중의 전기저항의 큰 부분에서 국부적으로 큰 발열이 일어나게 되면 목재 등 가연물에 착화 발화하는 것을 누전화재라 한다. 저압누전화재에 있어서는 전류의 누설경로에 따라 누전 점, 발열 점, 접지 점의 3점이 존재하게 된다. 따라서 누전화재의 입증은 이러한 3점에 발생하는 전기적인 용융흔적을 찾아내어 누전회로의 존재를 입증하고 발화원인을 판정한다. 누전점이란 전류가 누설된 부분을 말한다. 보통 대부분의 누전 점은 건물로 들어가는 전선의 입, 출력 측에서 발견된다. 발열점이란 화재가 발생된 부분으로, 못 등에서 발열되는 경우, 못과 합석의 접촉부분 등에서 용융흔적이 발견된다. 합석판이 연결된 건물에서는 못으로 고정시킨 합석판의 이음부분의 못과 합석판 양쪽에서 발열흔적이 발견되는 일도 있다. 접지점이란 금속조영체로부터 대지로 전류가 흐른 부분이다. 보통 접지 점은 벽속의 조영체와 대지에 매설된 수도관 등 금속과의 접촉부분에서 발견되며, 불완전 접촉상태라면 미세한 단락흔이 나타나게 되나, 완전 접촉된 상황이라면 식별이 되지 않는다. 저압누전화재에 있어서의 탄화현상은 발화전의 집중적인 고온발생에 의해 발열점 주변 벽체의 목재 기둥 등에 국부적으로 도려낸 듯한 모양으로 탄화된 상황이 발견되는 일이 있지만, 이와 같은 탄화현상은 가스의 누출부분, 인화성 물질의 존재 등 다른 원인에 의해서도 발생할 수 있으므로 판정 시 주의가 필요하다. 또한 대부분의 수용가에서는 누전차단기가 설치되어 있으므로, 누전차단기 이후 부하 측에서 누전이 일어나는 경우, 누전차단기의 작동전류, 작동유무 등에 대해서 확인하여야 한다. 대부분의 화재에서는 누전차단기는 화재에 의하거나 소화 작업 등에 의하여 작동하게 되므로 누전차단기가 작동하였다하여 누전화재로 판단하는 것은 잘못된 것이며, 정상 작동한 경우라면 부하 측에서의 누전화재는 아닐 가능성이 높다.

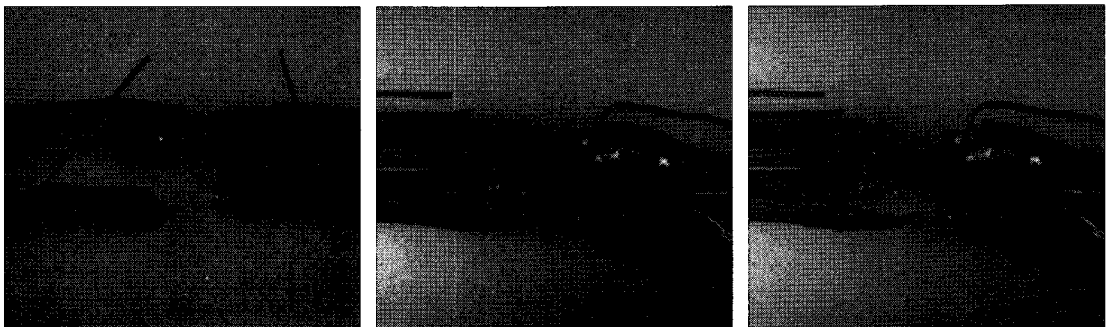


Fig. 2. 연선의 단락형태.

4.2.2 고압 누전 화재

고압누전화재란 높은 전압에 있어서, 전류로서 설계된 부분으로부터 전류가 누설되어 누전회로를 형성하고, 그 누전회로에서 현저한 발열이 일어나 발생하는 화재이다. 이의 발생기구는 보통 저 전압이 가해진 상태에서는 충분한 절연성을 가지는 절연물에서도, 고전압이 가해지면 절연파괴가 일어나 절연능력이 저하되고, 전류가 누출되게 되며, 또 절연파괴가 일어나지 않았는데도 절연물의 표면에 먼지나 水分 등의 부착에 의해 절연물의 표면을 통해 전류가 누설되게 되는데, 이러한 누설전류에 의해서 발열이 일어나고, 절연물 자신이 발화 연소하게 되어 화재가 발생하는 것이다. 이와 같이 고압누전화재의 발생기구는 저압누전화재의 발생기구와 큰 차이가 있다. 감식할 때에는 누전회로를 확인하고, 목재 등의 유기절연물의 통전부에 생기는 고전압 특유의 수지상 탄화구(전문)를 찾아 누전회로의 존재를 증명하고, 출화원인을 판정한다. 배전선로에서 발생하는 고압누전의 경우에는 변전소에 설치되어 있는 배전선로 보호용 접지계전기가 작동하는 일이 있으므로, 이의 작동여부 및 작동전류를 확인하며, 목재 등 유기절연물이 약간 습하다거나 안개비 등에 의해 누전회로를 형성해서 고압누전화재를 발생시키기 쉬우므로 당일의 기상조건에 대해서 조사한다.

4.3 전선·배선 기구

4.3.1 전 선

전선에는 사용목적에 따라 송배전선과 같은 전력의 전송용, 전화선과 같은 전기신호의 전송용, 변압기나 모터의 코일등 자계발생용이 있다. 또 사용장소에 따라 전기철도용, 광산탄광용, 자동차용, 선박용 등의 전선이 있고, 각각 그것들이 가지는 특성이 있으며, 절연에 있어 목적 및 환경에 따라 절연의 상태도 달라진다. 또한 이것들에서의 화재도 가지가지형태로 발생한다. 여기서는 지극히 일반적인 전선을 가지고 설명하고자 한다.

4.3.2 종류와 구조

① 절연전선 : 절연전선은 도체를 고무나 염화비닐을

주성분으로 한 절연혼합물로 피복된 구조로 되어있다. 이 전선에는 600V 고무절연전선(RB), 600V 비닐절연전선(IV)등의 종류가 있다.

② 케이블 : 케이블은 절연전선을 다시 한번 절연물로 피복하여, 절연피복을 전기적 또는 기계적으로 강화시킨 구조로 되어있다. 저압용에서는 600V 비닐절연 평형비닐 외장케이블(VV-F, 약칭 F케이블), 클로로필렌 캡타이어 케이블 등의 종류가 있다.

③ 코드 : 코드는 가는 연동선을 꼬아 합쳐 부드러운 성질을 가지는 점에 특징이 있다. 주로 일반가정용의 전기기구에 사용되고있는 기구용 비닐코드, 옥내용 비닐코드가 있다. 또 공장에서 이동하는 기계에 널리 사용되고 있는 캡 타이어 코드가 있다.

4.3.3 발화의 위험성 및 감식요점

전선에서의 발화는 누전이나 과전류, 단락, 불완전접촉, 소선의 반단선, 트래킹현상 등에 의하여 일어나게 되며, 이의 증명은 화재현장감식을 통해 발화부위를 확인하고, 최초연소부위의 전선에서 전기적인 발열에 의한 용융흔이 식별되는 경우 전선의 배선상태(전기설계도)로부터 설치상태와 연결된 부하상태 및 전원 연결 상태 등을 확인하며, 용융흔을 중심으로 발열원인을 추적하고 화재로 발전될 수 있는 상황이었는가를 검토한다. 과전류는 단락이든 불완전접촉이든 결국 전선은 절연피복이 소손되어 합선이 일어나게 되므로, 대부분의 화재현장에서는 전기적 발열흔(합선흔)이 식별되게 되는데, 절연피복이 소실되어 일어난 것인지, 사전 발열이 있었는지를 조사한다.

① 과전류 : 전선에도 약간의 전기저항이 있기 때문에, 전류가 흐르는 경우 흐르는 전류의 제곱에 비례하는 주열 열이 전선 내에서 발생한다. 흐르는 전류량이 점점 커지게 되면 결국 전선의 절연피복이 과열되어 발화하게 된다. 이러한 위험방지를 목적으로 전선의 종류, 굵기, 피복 및 설치상태 등에 따라 절연피복 파괴 임려가 없는 허용전류를 전기설비에 관한 시설기준으로 정하여 사용하고 있으며, 이는 절연피복의 허용온도를 고무 및 비닐에서는 60℃, 내열비닐 및 합성고무인

Table 4. 절연의 종류와 허용온도(℃)

절연의 종류		O종	A종	B종	H종	200℃ 이상
기기의분류	온도측정법					
회전기(교류기교정자권선)	온도계법	35	50	70	90	온도상승한도를 설정하지 않음 (IEC publi 60085)
	저항법	45	60	80	110	
정지기(권식자냉식권선)	온도계법	35	50	70	90	
	저항법	40	55	75	105	
최고허용온도		90	105	130	180	

경우 75℃가 될 때 흐르는 전류량을 기준으로 한 값이다. 이러한 허용전류보다 많은 전류가 흐르는 경우를 과전류라 하며, 전류가 그 값을 초과하여 흘렀다고 하여 즉시 피복이 과열되어 연소하게 되는 것은 아니다. 전선의 허용전류 이상의 부하를 접속해서 사용하면 온도상승에 따라 저항 값이 점점 커지고, 발열량이 증대되어 절연피복이 발화하는 경우가 있으며, 또한 발화되지 않았지만, 절연피복이 열화 되어 단락을 일으키는 원인이 되는 경우가 있으나, 옥내배선의 경우에는 통상 회로 중에 보호 장치로서 차단기나 퓨즈 등을 사용하기 때문에, 발화 할 위험성은 적다. 과전류에 의한 발화의 경우, 동일회로 상의 동일전선에는 동일전류가 흐르게 되므로, 부하 측 부분의 수열현상이 심하며, 최초 발화되는 부분은 냉각이 잘 안 되는 부분에서 합선현상이 일어나게 되며, 동 합선부위에서는 사전 단락이나, 트래킹, 반단선 및 국부적 발열 등에 의한 흔적이 나타나지 않게 되고, 연소되지 않은 부분의 절연피복을 절개해 보면, 절연피복의 열변 형 형태가 외측보다 내측이 심하게 나타나게 된다. 그러나 이러한 현상은 화재로 인한 절연피복의 소실에 의하여 합선이 일어나는 경우, 순간적인 과전류현상이 나타나게 되므로 판단 시 주의를 요한다.

② 단락 : 코드나 케이블 등의 절연피복이 노출 또는 손상되거나 하여, 내부동선이 나선상태가 되고, 동선간 또는 금속도체 등이 접촉(합선)되어 단락현상을 일으킨다. 그리고 이때 발생하는 단락에 의한 스파크에 의해서 전선의 절연피복이나 주위의 가연물에 착화해서 화재가 발생하는 일이 있다. 이 경우 단락의 발생원인으로서 장시간 사용에 따른 절연피복의 열화, 결속 기구에 의한 피복의 손상, 구조물과의 전선 접촉부분이 바람이나 기계진동 등에 의한 마모로 피복의 손상, 설치류에 의하여 피복이 손상된 경우, 전기기구 연결단자에 있는 소선의 접촉 및 전기기계기구 및 배선기구 단자간 거리 부족 등이 원인이다. 두 나선간의 단락현상이 일어나지 않기 위한 이격거리는 안전성을 고려하여 일정거리를 두어야 한다. 나선상태의 두 전선이 직접 접촉되는 경우 순간적인 과전류인가로 스파크가 발생하며, 발생하는 스파크온도는 2000℃ 이상이 되며, 스파크가 발생하면 커버나이프스위치의 전류퓨즈나 과전류 차단기에 의하여 대부분 전원이 차단되게 되어, 이에 의한 발화위험성은 적으나, 스파크 불꽃에 의하여 주변

의 인화성물질에 착화하는 경우가 있다. 특히 최근에는 연료용 가스의 사용이 대중화되어 있어 이에 의한 가연가스 폭발화재가 발생하고 있으며, 화학공장이나 인화물질을 취급하는 업소 등에서는 이런 현상에 기인된 화재의 발생위험이 높다. 단락에 의한 경우 단락이 일어난 부분에는 미세한 용융흔적이 나타나게 되며, 나선 부분이나 단자부분에서의 단락에 의한 단순발화의 경우, 인접가연물의 국부적 탄화현상과, 이의 진전에 의한 2차적 발열현상이 함께 일어나, 국부적 탄화현상의 차이를 나타내게 되며, 가연가스 등의 착화에 의한 폭발적 화재인 경우, 미세한 단락 흔과 내적 폭발에 의한 변형형태를 나타내기도 한다.

③ 트래킹(tracking)현상 : 옥내용의 비닐케이블 등과 같이 두선 사이에 절연체를 이용 절연시킨 배선기구 등에서, 원래는 절연되어 있었지만 어떠한 원인에 의하여, 두 전선간 사이에 금속 이외의 물질을 통해 전류가 흐를 수 있는 도전 로가 형성되어, 이 도전 로에서의 발열로 매개물질 자체 및 인접 가연물에 착화되는 현상으로, 이러한 현상은 누전차단기나 과전류차단기 등에 의한 예방이 불가능한 상태로 발화위험이 매우 높으며, 일반적으로 말하는 전기화재의 대부분이 이러한 현상으로 발생한다고 보아도 과언이 아니다. 이는 절연체의 열경화, 탄화 등에 의한 것으로, 선행원인이 대부분 스테플에 의하여 절연피복을 손상시킨다거나, 배선기구의 접점부 발열로 구조재가 탄화된다거나 하여, 도체화 되면 자체에서 발생하는 열에 의하여 발화하는 것이다. 이러한 종류의 발화현상은 생성조건이 복잡하여 자주 일어나는 것은 아니지만, 생성조건이 형성되면 통전전류가 수[mA]정도의 미세한 전류라 하더라도 발열하여 연소를 일으켜, 화재로 연결될 위험성이 크다. 트래킹에 의한 발화의 증명은 합선흔적이 나타나 있는 전선인접부분에 결속흔적(이는 스테플, 니들, 못에 의한

Table 5. 금속용점 및 온도비교

질	동	알루미늄	아연	납	주석	목조가속 회성기온도	스파크불꽃
1535℃	1083℃	658℃	419℃	329℃	231℃	1300℃	2000℃

Table 6. 퓨즈의 규격과 성능

퓨즈 재료	아연, 연, 주석 또는 이것을 주성분으로 하는 합금
종류	실퓨즈, 고리퓨즈, 관퓨즈
규격	1A, 3A, 5A, 10A, 15A, 20A, 30A, 50A, 100A
용단특성	1A-30A ; 1.35배의 전류에서 60분, 2배의 전류에서 2분 이내에 용단
	31A-60A; 1.35배의 전류에서 60분, 2배의 전류에서 4분 이내에 용단

고정흔적), 압축흔적, 소선 상에 나타나 있는 기계적 손상흔적 등, 사전절연피복의 손상흔적이 나타나게 되며, 전원 측 부분으로 절연피복 소실에 의한 합선(단락)흔적이 나타나게 되므로 이를 확인한다.

④ 접속부의 과열 : 배선기구의 접속단자 나사고정부분이 풀리거나, 스위치의 접촉부분이 변질된다거나, 콘센트의 플러그 삽입부분 탄성이 저하된다거나 하면, 접촉저항이 커져 발열이 일어나게 되고, 결국 기구가 열변형 되어 단락, 트래킹현상 등이 동반되며, 자체 또는 인접가연물을 착화시켜 발화하게 된다.

⑤ 그라하이트화(graphite : 흑연화)현상 : 목재, 고무, 비닐, 백그라하이트 등이 고온에서 가열되어 탄화하면 흑연 화 되어 도체화 되고 통전 되면 백열 발열하여 발화된다. 이러한 연소현상은 전기 기구류 등의 접점부분에서 비산되는 미소스파크에 의해 절연물인 백그라하이트가 흑연 화되어 출화하기도 하며, 2차적으로 타원인에 의한 화재 열에 의하여 통전 중에 있을 경우 형성되기도 한다. 따라서 이러한 원인에 의한 출화원인 판정은 전기 기구류의 연소상황이나 통전흔적 등을 조사함은 물론 출화전의 사용상황이나 이력 등에 대해서도 조사하는 등 종합적인 검토가 필요하다.

⑥ 국부과열 : 전선 상호간의 접속부가 불완전한 경우 접촉저항이 크기 때문에 국부과열을 일으켜 절연피복에서 발화되는 일이 있다. 이러한 경우 불완전 접촉부분에서 용융된 흔적이 나타나며, 인접부분에서 절연피복 소실에 의한 합선흔적이 나타나게 된다. 또 코드의 움직임이 많은 부분 즉 플러그 인접부분 등에서 반복된 굽힘 등에 의하여 내부 소선 일부가 절단되어 발생하는 반단선 현상이 원인이 되어 국부과열로 발화되는 경우가 있으며, 동 부분의 인접 전원 측 부위에서 합선에 의한 용융 흔이 식별된다.

5. 발화의 위험성 및 감식요점

전기기계기구는 자체가 전기에너지를 근본으로 하기 때문에 감식할 때에는 1차적으로 전원코드의 삽입여부, 전원코드에서의 스파크흔적(자체 또는 부근에서 발화되었을 가능성이 매우 높다), 스위치상태를 조사하여 통전상황을 판단한다. 따라서 전기제품에서의 발화여부 감정시에는 반드시 전원코드 등 입력전원선의 설치상태를 확인하고, 이를 수거하여 감정할 필요가 있다.

5.1 전원코드 및 내부 배선기구

누전, 단락, 트래킹, 반단선, 과전류, 접촉 불량 등에 의하여 자체가 연소 발화될 위험이 있다.

5.2 전열, 난방기구

이에는 수많은 종류가 있지만 대부분 기능 및 구조는 동일하다. 전기에너지를 저장체를 이용하여 열에너지로 변화시켜 취사 또는 난방작업 등을 목적으로 하는 것으로, 전원코드, 스위치, 발열체(써즈히터, 니크롬선 등), 타이머스위치 및 온도조절기 등이 내장되거나, 이를 전자적으로 컨트롤하는것이 대부분이다. 전기다리미, 헤어드라이기, 전기풍로, 전기난로, 커피포트, 식기 건조기, 전기인두, 전기납땀인두, 전기밥통이나 밥솥, 전기프라이팬, 전기담요, 전기방석 등 전열기는 발열체 부분에 가연물이 직접 접촉되어 발화하는 경우, 자체고장으로 과열되는 경우, 오용 등의 원인으로 발화하게 된다. 이러한 전열기구를 감식할 때에는 자동온도조절장치인 써머스타트(다리미, 커피포트, 전기밥솥, 전기난로 등), 온도퓨즈 및 무접점스위치 등 제어장치의 접점융착, 절연파괴, 이의 제거, 오용(과전압, 가연물 접촉, 방열 상태 악화)등 상태를 확인하고 발열체(저항)인 써즈히터 등 발열선을 중심으로 과열형태를 확인한다. 안전장치의 고장으로 히타선이 과열되는 경우나 히타선이 정상 발열하나 가연물의 접촉 혹은 화재로 자체가 연소하는 경우에는 발열선에 과열흔적 등 흔적이 나타나게 되며, 과열되는 경우에는 반드시 선행원인이 있으므로 이를 찾아 원인을 규명한다.

5.2.1 모터

① 종류 : 모터는 크기, 형태, 종류 등이 천차만별하나 기본원리가 전기에너지를 운동에너지로 변환시키는 것이라는 점에서 동일하며, 선풍기, 환풍기, 세탁기, 에어컨, 냉장고, 믹서, 음향기기, 송강기, 전철, 공작기계 등 각종전기전자제품에 널리 사용 되고 있다. 모터(전동기)는 전원종류에 따라 직류모터, 교류모터로 크게 나누고 특히 범용화 되고 있는 교류전동기는 유도전동기, 동기전동기, 교류정류자전동기 등이 있다. 유도전동기에는 삼상유도전동기, 단상유도전동기(분상기동형, 반발기동형, 콘덴서기동형)가 있으며, 동기전동기는 고정자권선에 교류를 통해주어 회전자계를 만들고 중심에 영구자석의 링구를 회전자로 설치한 구조로 전원주파수에 따라 회전속도가 정해지는 특징이 있어, 전기시계, 레코드플레이어, 테이프레코더 등에 사용된다. 교류정류자전동기는 직류전동기에 교류를 연결하여 사용할 수 있도록 한 것으로, 성충철심의 경우 교류 및 직류겸용(유니버설모터)이며, 10000rpm의 고속운전이 가능하며, 소형으로 큰 출력을 얻을 수 있고, 청소기, 믹서, 면도기, 드릴 등에 이용된다.

② 전동기에 의한 발화위험 : 그 종류만큼이나 다양

하며, 어느 것이나 공통적으로 코일에 전류를 흘려 자계를 형성하는 것이므로, 정격(A종 150% 1분, B종 125% 2시간, C종 150% 2시간, D종 300% 1분)이상의 전류인가, 권선허용전류(사용절연성에 따라 주변온도보다 70-80℃)이상의 과전류가 흐르는 경우, 즉 과부하운전이 그 원인이며, 과부하운전에 의한 과열은 이상전압인가, 회전 장애(축수마찰열, 이물질 감김), 냉각저해가 주원인이며, 또한 배선부분의 노후단락, 단자부분의 트래킹현상, 콘덴서의 단락, 3상유도전동기에서의 일부권선 단락, 단순 축수 부분의 마찰열 등이 원인이 되어, 자체절연피복 등 가연물이나 인접가연물에 착화 발화하게 된다. 이의 감정 시는 전원의 연결 상태를 연결구의 접속 상태, 전원코드부분의 단락흔적, 내장퓨즈의 용단상태, 스위치의 상태 등으로 확인하고, 발열개소부분의 연소흔적이나 열변형 흔적, 권선에서의 단락 흔적을 확인하고, 그 구체적 원인 즉 모터의 과열원인이나 축수의 발열, 코드부분의 단락 흔적이 어떠한 선행요인에 의하여 형성된 것인가를 밝힌다. 선풍기 및 환풍기에서 발화하는 경우는 대부분 과부하에 의한 모터과열이 원인이며, 과부하가 걸리는 경우는 110V용에 220V를 연결하는 등 고전압인가, 날개부분에 커패시터 등이 걸린다거나 선풍기 보호 망 부분에 빨래 등을 직접 넣어 회전이 방해받으면 과열되게 된다. 또한 날개에 손상이 있어 밸런스가 맞지 않으면 회전축에 진동이 일어나고, 이로 인하여 회전축이 편향되어 마모되고, 이로 인해 회전축에서 발열이 일어나고, 점점 진행되어 베어링이 용착되어 과부하가 걸리게 된다. 따라서 모터에서의 출화여부의 확인이나 발화여부의 감정 시에는 전원 연결 상태확인, 과열원인이 규명되어야 하며, 또한 일반가정에서 화재 전 과부하 등에 의하여 고장난 것을 방지하는 경우도 있으며, 이를 주장하는 관계인이 있으므로, 화재당시의 전원 연결 상태나 이에서의 출화로 연소가 확대될 수 있는가를 현장조사나 감식 시 확인하지 않으면 안 된다. 특히 환풍기의 경우 지속적 사용으로 인하여 고장 난 것을 그대로 방치한 경우에도 연소진행의 특성상 환풍기부분이 심하게 연소되는 경우가 있어, 오판의 우려가 있으므로 현장 조사 시 주의가 필요하다. 선풍기나 환풍기에서 발화되는 경우 대부분 이 부분으로 건물이나 집기 등 구조물이 도괴되어 묻히는 경우가 대부분이므로 이를 발굴하여야 하며, 발굴 시에는 가능한 한 손상이 일어나지 않아야 정확한 감정이 이루어질 수 있다.

③ 조명기구 : 조명기구에는 백열전등, 형광등, 네온등 등이 있으며, 백열전구에 가연물이 직접 접촉하는 경우, 형광등의 안전기과열, 네온등에서의 고압누전이

나 트래킹현상 등에 의하여 발화될 위험이 있다. 조명기구 감식 시에는 전원코드 및 내장 퓨즈의 상태로 전원 연결 상태를 확인하고, 내장된 부품에서의 발열흔적을 찾아 원인을 규명한다. 최근 주종을 이루고 있는 조명기구인 형광등은 형광구, 안정기, 점등관, 잠음방지용 콘덴서로 구성되어 있으며, 형광구의 양단에는 열전자 방출용 필라멘트가 설치되어 있다. 형광등의 원리는 1차 점등관이 연결된 상태에서 전원이 연결되면 형광등 내부에 있는 양단의 필라멘트가 발열하게 되며, 점등관 내부의 스위치점점부에서 바이메탈의 작동에 의하여 점점부가 차단되게 되면, 이때 안정기에서 순간적으로 발생하는 고압의 역기전력에 의하여, 형광구 양단의 필라멘트에서 발생한 열전자가 상호 방전하여 점등되게 되는데, 방전관(스타터, 글로스타터)내의 바이메탈노후로 방전상태가 불량하거나, 형광구내의 필라멘트노후로 방전불량상태가 되면, 안정기자체에서 발생하는 반복된 역기전력에 의하여 안정기가 과열되게 된다. 안정기는 철심에 코일을 감아 놓은 것으로 과열하게 되면 자체 절연지나 절연콜타르에 착화되며, 인접 가연물에 인화 발화하게 된다. 이러한 원인 외에 최근에는 글로스타터에서의 발열로 콜로스타터 몸체나 지지부 재료가 저융점 재료를 사용 용융되며, 단자간 단락이 일어나 발화된 경우가 있다. 형광등에서 발화된 경우 형광등 케이스 전선인 입구와 전원코드간의 합선에 의한 용융흔이나 안정기내부에서 코일간 단락흔이 나타나게 된다.

④ 전자제품 : TV, 오디오, 전자렌지 등 전자제품은 자체 내에 각종전자부품이 프린트기판이나 코드 등에 의하여 연결되어 있으며, 각부품의 고장으로 발화되는 경우가 있다. TV는 전기자기 원리를 총합적으로 결합시킨 것으로, 영상수신회로, 색신호재생회로, 동기편향회로, 음성신호회로, 전원회로로 구성되어 있다. 전원회로부분 중 고전압회로 부분의 절연기판이나 부품류가 정전인력에 의하여 먼지 등을 흡착해서 표면저항이 낮아지고, 이로 인한 연면방전의 발생으로 발화하는 경우가 있으며, 동기편향회로나 색신호 재생회로의 회로 중 저항, 콘덴서 등의 절연열화, 가변저항기의 접촉 불량, 기판의 동박간에서 생기는 스파크 등이 원인이 되어 발화될 위험이 있다. 또한 전원용 스위치의 점점부가 접촉 불량을 일으켜 발열 발화하는 경우가 있다. TV에서의 발화여부 감정 시에는 고전압부분의 플라이백트랜스(PLAYBACK TRANS)에 의하여 브라운관의 아노드(ANODE)(20-25[KV])나 포커스(FORCOS)전극 등에 공급하는 고전압3-4[KV]을 발생시키는 부분의 플라이백 트랜스의 전극이나 방전캡, 기판의 부품부착부분의 전극 간 등에 있어서 먼지 등이 흡착되기 쉽고, 이것이

먼지를 흡착하고 수분이 침투한다거나 하면 연면방전이 일어나 스파크가 발생하고 발화하게 되는데, 이의 증명은 소손과피 상황이 경미하면 부품류의 탄화상상이나, 고압케이스에 생긴 과열흔적 등의 특징으로부터 발화여부를 판정한다. 고압회로 이외의 부분으로 발화위험성이 많은 부분으로는 수평편향회로와 수직편향회로, 컨버센스회로 등을 들 수 있다. 이러한 회로부분에서의 발화원인이 되는 것으로는 주로 콘덴서와 저항의 절연연화에 의한 것이며, 콘덴서가 절연 열화 하여 발화되면 내부 알루미늄박에서 현저한 소손상상이 나타나고, 또 저항류에 의한 경우에는 저항표면이 백색화된다거나 저항선이 탄화된다거나 한다. 전원용 스위치에 의한 경우, 접점부의 접촉 불량에 의한 스파크로 절연재료가 트래킹 현상을 일으켜 발열 발화하는 일이 있다.

⑤ 세탁기 : 세탁기는 모터에 의하여 전기에너지를 기계적 에너지로 변환하여 드럼을 회전시키며, 방향전환이나 속도제어, 급배수 등을 자기력에 의하여 조절한다. 세탁기는 물을 사용하는 기기이므로, 물에 의한 배선기구에서의 발화원인 촉진, 모터 자체의 과열, 자기력발생부분에서의 고장으로 인한 마찰열 발생 등이 원인이 되어 발화 될 위험이 있다. 배선기구에서의 발화여부 확인이나 모터부분의 과열 등은 전술한 내용과 같은 방법으로 증명하며, 특히 누전이나 단자간 단락 여부를 확인하고, 고무 벨트 부분이 느슨하여 것 회전하게 되면, 플리와 벨트간의 마찰열에 의하여 발화한 경우에는 프리와 벨트 부분에 발열흔적이 나타나게 된다.

⑥ 냉장고 : 냉장고가 발화하는 경우는 전기배선계통의 절연연화, 접촉불량, 누전 등에 의한 경우와 콤프레서 부분의 단자부분이나 과열안전장치 부분에 먼지 등이 쌓여 발화하는 경우가 있다. 콤프레서 부분에는 과열방지용 써모스타트가 있는데, 이 부분은 자체가 고온으로 발열할 수 있는 부분으로 융착 되면 발화될 수 있고, 이 경우 써모스타트 몸체가 회화되며, 인접한 내부전선에서 합선흔이 나타나게 된다. 또한 냉장고에는 냉동실의 성애제거용 히터(L코드)와 수분 증발용 히터(TE플레이트)가 내장되어 있어, L코드가 단선되는 경우 TE플레이트의 과열로 단열재에 착화 연소된 경우가 있다. 감정 시에는 전원코드부분의 검사, 내장퓨즈의 검사, 내부배선에서의 단락흔적 검사, 써머스타트 등의 검사를 통해 이를 증명한다. 최근 가스연료의 사용에 따라 가스배선기구에서 가연가스가 누출되어 적정농도 범위에 있는 경우 냉장고의 써머스타트 부분에서 발생하는 스파크가 점화원으로 작용하여 폭발연소를 일으키는 경우가 있다. 가스폭발화재의 경우 냉장고가 점화

원으로 작용하였는가를 확인할 필요가 있는 경우가 있는데, 대부분 폭발화재의 경우 붕괴를 수반하며, 2차적 연소 등에 의하여 파손되므로 증거를 확보하기가 용이하지 않으나, 냉장고가 연소되지 않는 경우 써모스타트 내부에서 그을음 등이 식별되기도 하며, 동 부분을 중심으로 풍압이 작용한 흔적이 발견되는 경우가 있다.

6. 콘센트 불완전 접촉에 의한 발화 사례

6.1 화재현장 증거물 채취 시료 1

2005. 03. 18 서울시 구로구 구로동 ○○○○에서 발생한 화재사건으로 발화부인 2층 책상 하단에서 발견된 콘센트 및 플러그로서 콘센트 낱말이 한쪽 부분의 접속부가 용융 단락되어 있으며 이러한 경우 외부 화염으로 생성될 수 없는 위치이며 또한 발화부에서 이러한 전기적 특징이 있는 기기 및 기구가 식별되며 불완전 접촉으로 인한 절연과피 등으로 합선되면서 생성된 높은 불꽃에 의해 주변 가연물에 착화될 가능성이 높다.

위의 경우에도 사례1과 같이 콘센트 칼날의 접속부가 국부적으로 용융된 형태로 화재현장의 발화부에서 존재할 경우 발화원으로 작용할 수 있는 충분한 조건을 갖추고 있다고 할 수 있으므로 발화원으로 판정하여도 무리가 없을 것으로 사료된다.

6.2 화재현장 증거물 채취 시료 2

콘센트 배선에서 합선흔적이 식별되고 또한 콘센트 칼날에서 국부적인 용융흔적이 식별되며 이러한 콘센트 및 플러그는 분전반으로부터 가장 부하측에 속하므로 만약 이러한 것들이 발화부에서 발견되었다면 플러그 내부의 칼날까지 부위에서 불완전 접촉에 의한 미소방전이나 트래킹 현상에 의해 합선되면서 발화 되었다고 보아도 될 것이다.

6.3 화재현장 증거물 채취 시료 3

6.3-1 플러그

플러그어셈블리의 소선 클립 부분이 과도하게 오프리 균열이 가거나 절연물이 쉽게 구부러지거나 늘어남으로 해서 선로가 보호를 받지 못하지 경우 연결부가 부실해지면서 발열이 나타난다. 위 사진을 이에 해당되는 플러그의 초기 상태를 X-RAY로 내부를 촬영한 것이다. 위의 상태가 지속되어 선로의 단속이 반복되어 과도한 발열이 일어나고 화재가 발생된다. 특히 이런 접촉 불량의 경우는 소선이 일부 탈거되어 전로의 병목현상을 가져오면서 생기기도 하는데 이는 심선의 원래 개수보

다 작아지면 작아진 부분에는 저항이 증대되어 그 부분만 발열을 하게 된다. 그래서 동일부위에 위치해 있던 다른 단자는 상대적으로 원형을 유지하게 된다.

6.3.2 플러그 단자 간 발열

플러그 단자간의 발열은 플러그 단자 표면이 오염되거나 플러그 절연체의 재질이 절연약화에 의한 도통 등이 일어나 트래킹으로 발전되는 경우 등에 나타난다.

상호 접촉되는 콘센트 칼날바지에 용융흔을 남기지 않고 플러그 단자 표면에 국부적인 용융흔을 남긴다.

또한 연결된 부분의 가장 가까운 곳에서 발화 후 합선을 남기는 것은 물론이다.

6.3.3 콘센트

합선흔 주변을 정밀검사 하면서 볼 수 있는 대표적 사례로 콘센트 칼날바지와 플러그 단자간의 결합력이

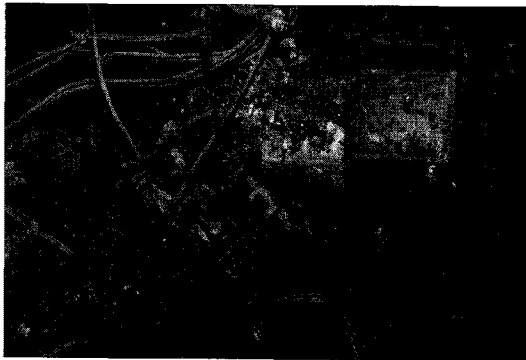


Fig. 3. 현장에서 발견된 콘센트 잔해.

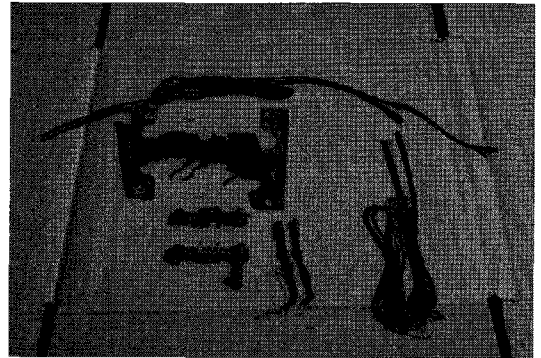


Fig. 4. 수거한 콘센트 잔해.

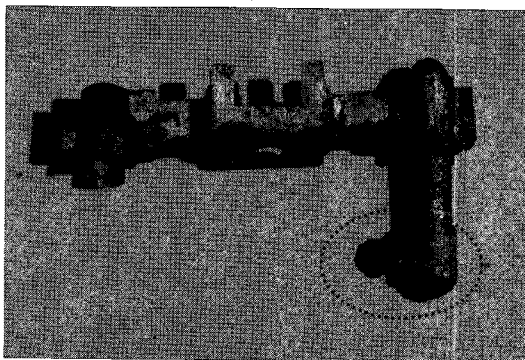


Fig. 5. 플러그 칼날 용융.

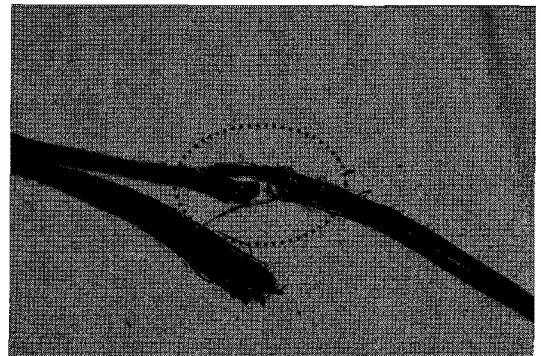


Fig. 6. 플러그 배선 합선.

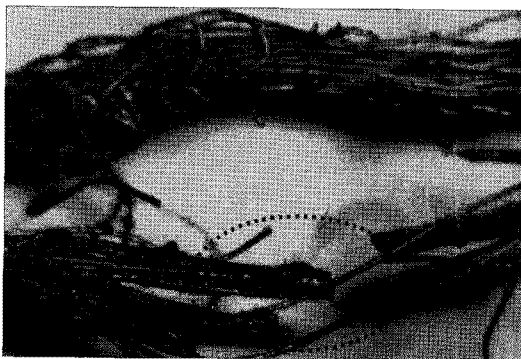


Fig. 7. 플러그 배선.

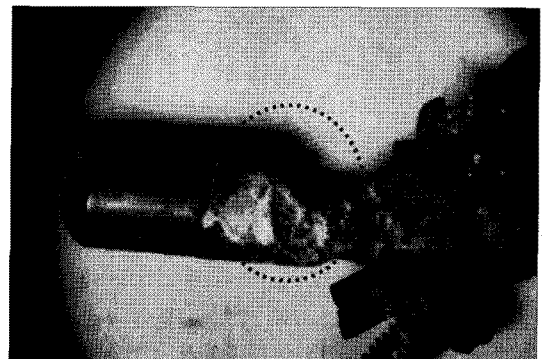


Fig. 8. 플러그 칼날 용융흔적.

약화되어 접촉저항이 증대에 따른 국부적 발열로 발화된 경우이다. 이는 반복적인 삽입에 의해 칼날바지의 재질이 탄성을 잃거나 이물질이 개입되어 전로를 방해하면서 나타날 수 있다.

콘센트가 습한곳이나 구석에 장시간 방치되어 사용하다 양극의 칼날바지가 녹아 없어지는 경우는 단자간에 트래킹 등으로 절연이 파괴되면서 아크 불꽃이 발생하면서 녹은 것으로 외부 화염으로는 나타나기 어려운 발화의 예이다. 이는 플러그의 결합이 없이 쓰지 않는 콘센트에서도 일어날 수 있기 때문에 단순한 주의로만 예방되는 것이 아니므로 그 가능성을 항상 염두에 두어야 한다.

7. 분전반 접속 부 불완전 접촉에 의한 발화 사례

7.1 화재현장 증거물 채취 시료 1

2004. 3. 21 서울 구로 금강빌라에서 발생한 화재사건 분전반으로 분전반 입력단 좌측 접속부에 불완전 접촉 형상과 그 주변의 배선에 합선흔이 식별되며 저항 테스터 반응에서 양 접속부 극간 절연이 파괴된 상태였으며 이러한 경우 부하측에 연결된 배선용 차단기의 스위치가 꺼짐인가 켜짐인가를 확인하여야 한다 그 이유는 만약 부하측 배선용 차단기가 꺼짐이나 트립 상태이며 메인차단기의 접속부는 화재 이후에 형성된 것일 수 있으며 그렇지 않고 모두 켜짐 상태라면 메인



Fig. 9. 콘센트 내부 불완전 접촉.

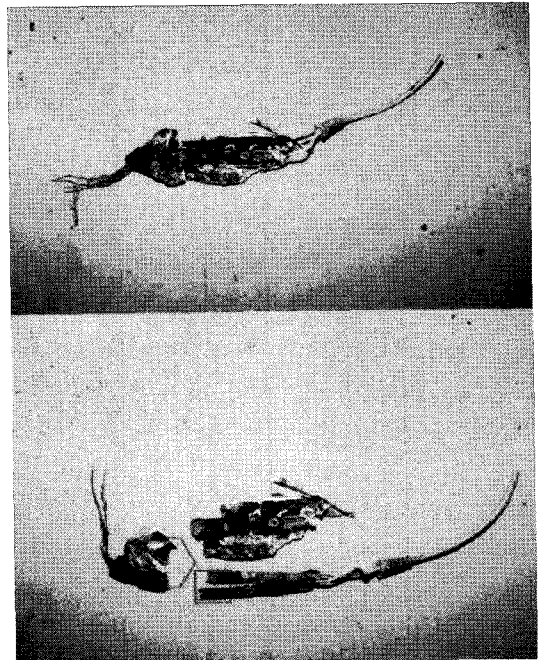


Fig. 10. 콘센트 잔해.

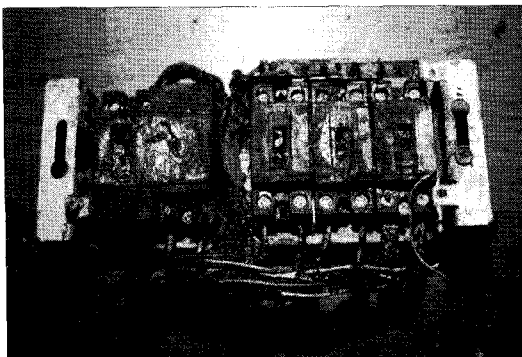


Fig. 11. 분전반 잔해.

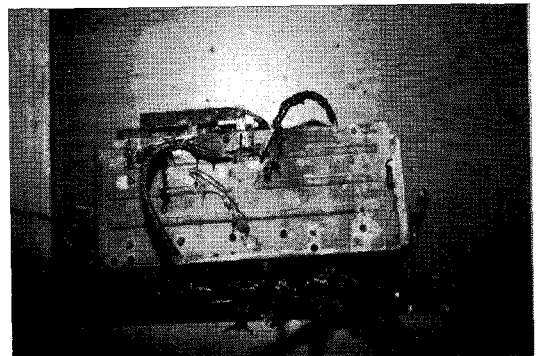


Fig. 12. 분전반 뒷면.

차단기에서 불완전 접촉으로 발화되면서 전원이 차단 되었다고 볼 수 있다.

7.2 화재현장 증거물 채취 시료 2

분전반 메인 누전차단기 접속부에 불완전 접촉에 의한 발화 흔적이 식별되며 이 부위 내부 접속의 단자가 용융 된 것으로 보아 이물질 등의 투입이나 경연 열화에 의한 발화로 판단된다.

7.3 화재현장 증거물 채취 시료 3

발화부 벽면에 설치된 분전반 메인 차단기 주변 배선에서 합선흔적이 식별되며 이 부위 전원 접속부에서 불완전 접촉에 의한 용융흔적이 식별되며 부하측 배선용 차단기의 U편의 위치는 모두 켜짐 상태로 식별되었으며 이러한 부하측 ON, OFF의 스위치의 켜짐 상태는 이곳 부하측에 연결된 배선에서 합선이 없었다는 것을 입증 할 수 있으며 또한 메인 차단기 입력단에서 발화



Fig. 13. 분전반 접속부 불완전 접촉.

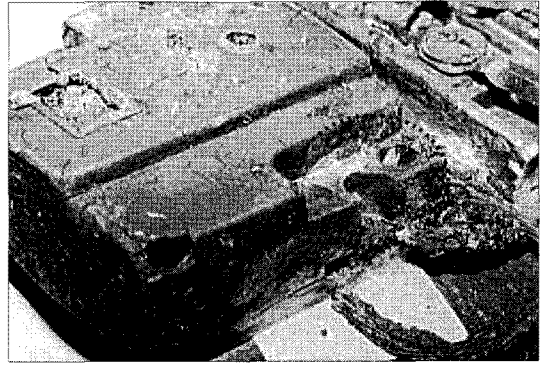


Fig. 14. 분전반 메인 차단기.

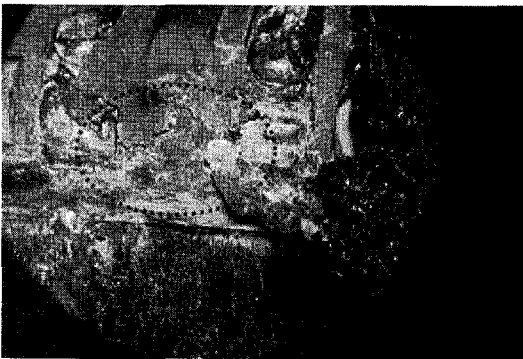


Fig. 15. 접속부 내부 촬영.

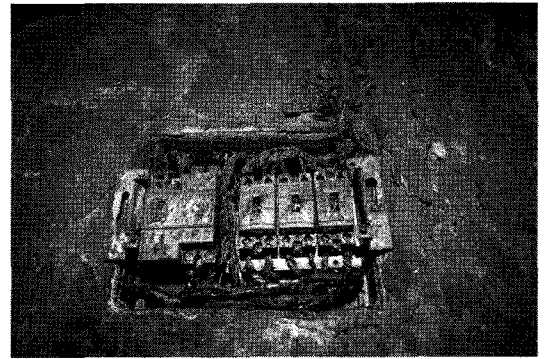


Fig. 16. 벽면에 부착된 분전반.

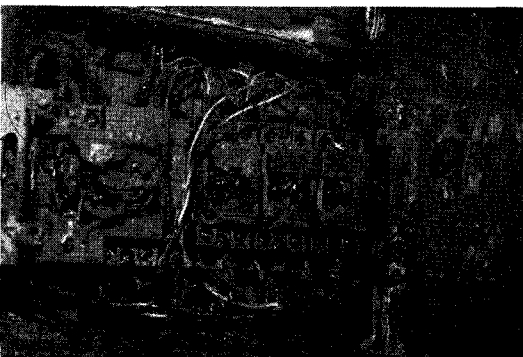


Fig. 17. 메인 차단기 접속부 합선.



Fig. 18. 분전반 측면 용융.

하였다고 볼 수 있을 것임.

이러한 분전반의 외함은 내부 접속단자에서 발생한 고온에 의해 용융되거나 누설 전류에 의해 형성될 수 있으나 접속나 근처의 배선에서 합선흔적이 식별된다면 그로 인해 형성된 것이라 볼 수 있다.

7.3.1 분전반

분전반은 주로 누전 전용이나 겸용 차단기를 메인스위치로 하고 그 부하 측에 배선용 차단기를 필요에 따라 부착하는 경우가 대부분이다.

① 누전·지락보호용 차단기

누전전용 차단기는 과부하나 지락에 대하여는 보호를 받지 못하는 단점이 있으나 누설되는 전류를 감지하여 차단하는 목적으로는 그 성능이 좋아 예전의 누전에 의한 화재는 이제 많이 줄어든 상태이나 아직 전기화재에 관하여 전문 식견이 없는 일부에 의해 누전화재로 자주 화재 원인이 대두되기도 한다.

누전차단기는 절연물에 전압을 인가하면 누설전류가 흐르게 되며 절연물은 시간경과와 함께 온도, 습도, 절연물 표면의 오손 등에 의해 저항 값이 변화된다. 이때 절연물의 저항 값이 심하게 저하되면 절연열화가 되고

이 상태가 진행된다면 누설전류 증가에 의해 여러 가지 사고를 발생시킨다. 누전 차단기는 누전 검출방법에 따라 전압동작 형과 전류동작 형으로 구분되며 이들의 특징은 일반적으로 누설전류에 의해 동작하는 전류동작 형이 주로 채용되고 있다.

② 전압 동작 형

부하기기의 절연불량에 의해 전기설비가 충전되면 대지 사이에 접지선을 통하여 전위차가 발생함으로 이를 검출하여 차단기를 동작하는 방식이다.

③ 전류동작 형

누설전류를 검출하기 위한 영상변류기의 출력을 감전안전 한계에서 정해진 기준치와 비교하는 비교 부비교 차의 출력에 의해 전로를 차단하는 차단부로 구성된다.

대부분 가정에서 사용되는 단상3선식으로 전원을 공급받는 주택에서 주로 사용하는 정격전류30[A], 최소감도전류 30[mA], 최소동작시간0.03[sec]의 저압용 전류동작 형 전자식, 열동 형 과부하겸용 누전차단기는 정격전류의 1배 전류에서 동작하지 않고 1.25배 또는 2배의 전류를 통할 경우 각각60분 또는 2분 이내에 동작한다.



Fig. 19. 외함 용융 근접 촬영.

7.3.2 배선용 차단기

배선용 차단기는 주로 선로에 연결된 부하 측 전기기기를 보호하는 목적으로 부착되어지며 그 용도에 따라 허용전류는 수십 암페어(A)~수 백 암페어(A)에 이르기 까지 다양하게 사용되고 있으며 부하 측으로 허용 암페어 이상의 전류가 흐르게 되면 설정된 수분 또는 수 십분 내에 전원을 차단하여 기기를 보호하는 목적이다.

그러나 이러한 배선용 차단기는 합선에 의한 화재를 예방하지 못한다는 단점이 있어 보완이 절대적으로 필요한 실정이나 실제로 화재현장에서 배선용 차단기는

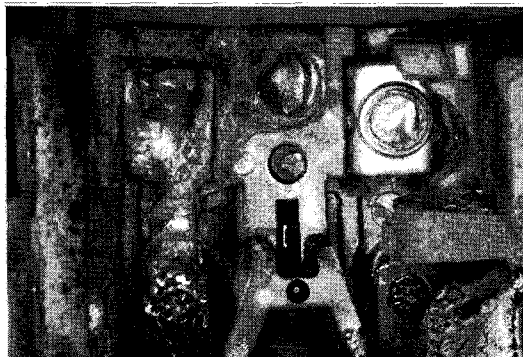


Fig. 20. 분전반 접속부.

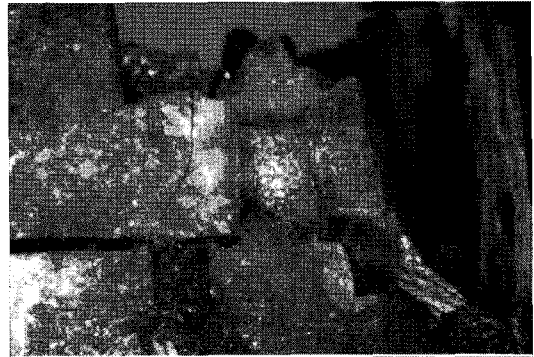


Fig. 21. 분전반 접속부 근접.

그 목적을 다하지 못하는 경우가 많이 발견되고 있어 차단기 구실의 보완이 필요시 된다.

우리는 일상생활에서 차단기가 부착되어 있으면 화재를 예방하고 기기를 보호 할 수 있을 것이라 믿고 있어 분전반을 부착하면 전기 화재에 대하여 더 이상 신경을 쓰지 않는 경우가 대부분이라고 할 수 있어 국민들을 상대로 적극적인 홍보 및 안전교육이 필요시 되고 있으며 대부분 화재의 원인이 된 분전반은 부착한지 수년이 경과한 낡은 것들이 대부분이며 분전반 설치 장소의 환경적 요건도 트래킹의 원인으로 작용하고 있으며 전기 제품 및 기기 등에 대한 사용연한을 지정하여 일정한 시일이 경과된 제품은 새것으로 교체하는 제도가 마련되어야 할 것이다.

8. 고 찰

화재의 발화원 판정에 앞서 타고 남은 잿더미에서 화재의 원인이 된 초기의 원인을 찾아내기란 무척 어려운 작업이다. 화재의 발생은 물리적인 작용과 화합물의 화학작용, 전기적 성질 등 다양한 전문적 지식이 요구된다.

화재감식에 있어 발화부 판단은 중요하다. 화재의 패턴 및 가연물의 조건 개구부(산소의 유통)의 위치 당시 풍향 등에 의해 소실의 정도는 크게 좌우되기 때문에 이 모든 것을 고려하여 정확한 발화부를 판단하여야 하고 또 그 발화부가 객관적으로 입증 가능한 정도여야 할 것이다.

위에서 언급한 것처럼 발화부 판단은 화재 원인 판단에 있어서 중요한 과제라 할 것이다.

전기화재에 있어서 많은 비중을 차지하고 있는 불완전 접촉 및 절연파괴에서 오는 스파크 불꽃은 또 다른 절연체의 전열을 파괴하게 되고 결국 트래킹 도전 로가 형성되어 줄열에 의한 발열 반응을 가져와 화재로 발전하게 된다.

플러그와 콘센트를 습기가 많은 장소에서 사용하거나 벽체 속에 내장되어 방치하게 되면 습기로 인해 접촉부가 부식하게 되고 그 국부적 부식에서 저항이 극대화 되거나 벽체 속에 내재되어 있는 각종의 곤충이나 설치류에 의해 배선이 감아지거나 절연이 파괴되어 합선으로 인한 화재가 발생하는 경우도 양양 발견된다.

발화원인으로서 작용한 접촉 부나 절연체는 외부 화염에 의해 만들어 질수 없는 특징을 가져야 하며 이 특징으로 인해 발열 화재가 발생하였다고 하려면 우선

적으로 이곳에서 발생한 불꽃이 확산되는 과정에서 있을 수 있는 일련의 객관적 입증 자료가 필요하다.

9. 결 론

우리나라의 경우 각종 화재원인 중에서도 전기화재가 차지하는 비중이 외국에 비하여 높게 나타나고 있는 실정이다 이 원인을 살펴 볼 것 같으면 건축물의 노후에 따른 배선설비의 관리 부실에 따른 전선의 경년열화 및 눌림 현상 등의 원인이 많은 부분을 차지하고 그 다음으로 수십 년 전에 설치한 배선 등이 시설의 개보수 관계로 인하여 가려지거나 전원이 인가된 상태로 벽체 속에서 방치되는 경우가 많다. 특히 전기화재의 통계의 분류가 너무 광범위 하다는 것이다. 예를 들면 가전제품이나 기기 및 전자제품까지도 전기를 사용하는 모든 제품에서 화재가 발생할 경우 전기화재로 통계가 되어지고 있다는 것이다.

이제는 이러한 전기화재의 통계를 세분화하여야 할 필요성이 있다 사용자가 전기제품의 취급 부주의에서 오는 일련의 실화 등에 대하여도 전기화재로 몰아가는 것은 정확한 전기로 인한 화재를 판단하는 통계자체가 잘못되어진 것이라 하겠다.

전기가 일상생활에 유용하게 사용되어지고 안전하다는 것을 입증하려면 무엇보다 전기로 인해 발생하는 재해의 비중을 줄여야 하겠지만 그 보다 우선적으로 행하여져야 하는 것은 전기시설의 적절한 시공과 시공된 전기설비를 안전하게 유지하고 수시로 점검하여 보수하여야 하며 잘 지켜지지 않는 사용자에 대하여는 개보수를 명할 수 있는 강제적 제도가 마련되어야 하며 전기배선 및 기기 등에 대하여는 일정한 사용연한을 정하여 일정 기간이 도래되면 새것을 교체하는 등 화재 예방에 최선을 다하여 전기가 안전하다는 것을 인식시켜 주어야 할 것이다.

참고 자료

1. 화재수사길라잡이, 국립과학수사연구소 화재연구실 <박남규 저>
2. 전기화재 감정요령, 국립과학수사연구소 물리분석과장 <김운희 저>
3. 화재통계분석, 서울소방본부 화재조사팀
4. 화재감식 결과 철, 서울지방경찰청 화재감식반
5. 전기화재공학, 동화기술 <정재희 교수 외 5명 저>