

電氣製品의 화재안전과 연소시험

三菱電機(株) 製品安全센터는 1995년 창립 이래 그 업무의 일부로 가전제품의 본질적인 安全化, 특히 火災安全化의 추진에 힘쓰고 있다.

제품의 화재안전은 “안전설계기준의 확립과 준수”, “평가기준의 확립과 실시”, “관련분야의 해석기술향상”의 세 개의 기둥이 서로 어우러져 달성된다.

안전성 평가에서는 “발화하지 않을 것”, “실령 발화하더라도 延燒되지 않을 것”이라고 하는 內火2原則을 기초로, 있어서는 안되는 사고를 미연에 방지하기 위해 노력하고 있다. 또 제품 외의 화재(外火)에서도 擴大延燒 防止 등의 2원칙을 정하고 있다.

또 해석기술에서는 기초기술연구, 불량사례해석, 문헌조사 등의 수단에 의하여 “참 원인 규명을 위한 발화점 감정기술”, “발화 延燒방지를 위한 발화메커니즘 해석 기술”, “이들을 뒷받침하기 위한 재현기술” 등의 향상을 도모하고 있다.

이것들을 달성하기 위하여 '95년 8월, 동사는 제품연소 시험실을 준공시켜 활동하여 왔다. 많은 제품에 대해 안전성평가를 실시하여 개선을 도모함과 동시에 해석기술분야에서는 몇가지 새로운 사실을 발견하는 등 본질적인 제품의 화재안전에의 성과를 올리고 있다.

1. 머리말

전기제품은 그 편리성과 안전성으로 사회에 크게 공헌하여 왔다. 그리고 앞으로도 편리하기 때문에 필요한, 보다 본질적인 안전을 확보하여 가지 않으면 안될 것이다.

한편 일본의 東京消防廳의 조사에 의하면 '95년 동청 관내에서의 전기화재는 919건으로서 그 중 전기기기는 200건으로 되어있다.

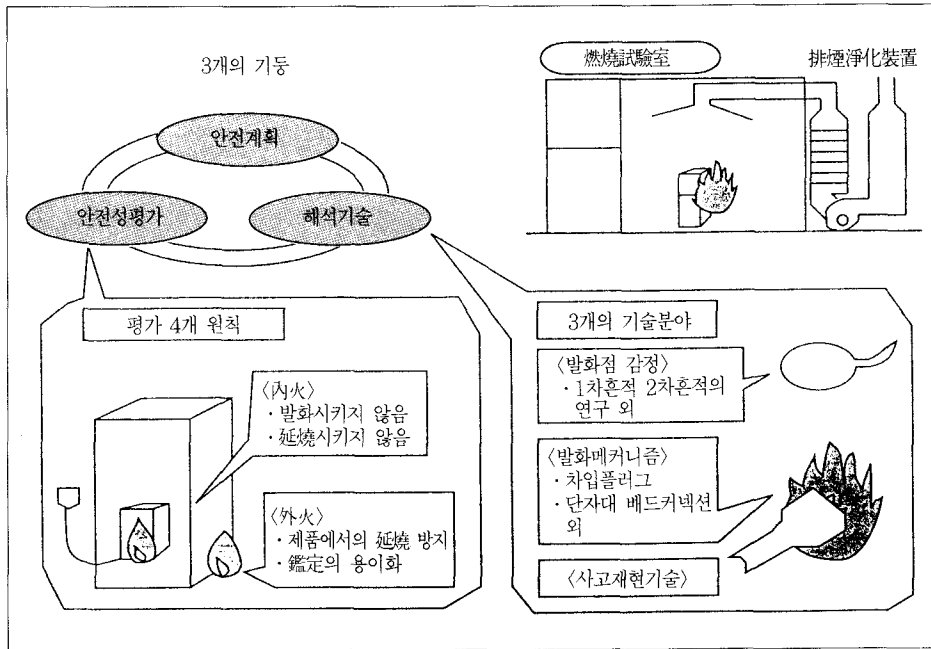
이와 같은 상황속에서 '95년 2월에 발족한 제품안전 센터는 동년 8월의 제품연소시험실 준공이래 제품의 화재안전성평가와 사고해석을 주로 하여 활동하여 왔다.

이들 사례를 바탕으로 제품의 화재안전화에 대한 고려나 평가방법을 소개한다.

2. 製品의 火災安全化에 대한 3개의 기둥

2.1 安全設計, 安全性評價, 解析技術

제품의 화재안전을 확보하기 위해서는 “안전설계”, “안전성 평가”, “해석기술”의 3개의 기둥이 확립되어 상호 보충해 나가는 것이 필요하다



〈製品의 火災安全化〉

家電製品의 보다 본질적인 안전확보를 위해 製品안전센터에 大型燃焼試験室을 設置하여 여기에서 關聯技術의 向上과 안전성평가의 실시 및 安全設計기준의 確立으로 製品의 火災安全化를 도모하고 있다.

2.2 安全設計

제품의 개발에 있어서는 그림 1에 의한 안전기본설계를 먼저 하고 나아가 안전설계기준에 따라 구체적인 안전설계를 한다. 이렇게 하여 誤사용, 誤설치, 부품고장, 기타의 요인에 대하여 이중삼중으로 안전을 확보한다.

또한 안전설계심사와 안전성평가를 실시하여 보다 확실한 안전을 확보해 간다.

안전설계기준의 작성이나 개정, 설계심사에의 참가 등도 제품안전센터의 직무로 되어 있다.

2.3 安全性評價

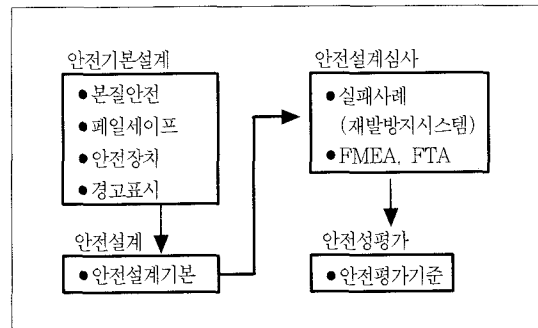
동 안전센터에서는 개발의 최종단계 또는 양산개시시점의 제품에 대하여 특히 화재안전성을 중심으로 하는 평가를 실시한다. 또 타사제품을 포함한 시판품을 평가

하는 경우도 있다.

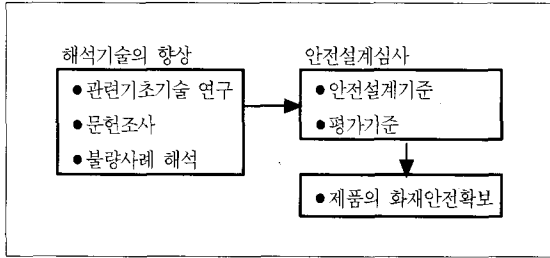
그 안전성평가에 관한 생각과 방법은 뒤에 기술한다.

2.4 解析技術

그림 2에 표시하는 것과 같이 제품안전화의 기둥인



〈그림 1〉 개발 순서



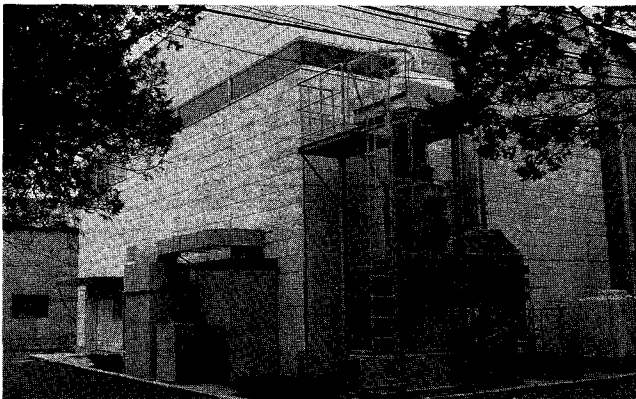
〈그림 2〉 해석기술 향상에 의한 제품의 화재안전화

안전설계기준과 평가기준을 보다 확실한 것으로 하기 위해서는 관련되는 분야의 해석기술의 향상을 항상 도모하지 않으면 안된다. 그 내용을 후술한다.

3. 製品燃焼試験室

3.1 製品燃焼試験室의 개요

제품연소시험실(그림 3 참조)은 바닥면 8.4m×8.4m, 높이 8.7m의 크기로 일부 대형제품을 제외한 거의 모든 전기제품의 연소시험을 실시할 수가 있다. 또 부대시설인 排煙淨化裝置는 100m³/min의 처리능력을 갖고 있으며 또한 소화용으로 스프링클러가 천정에 설치되어 있다.



〈그림 3〉 製品燃焼試験室 外觀

제품연소시험실 옆에는 모니터실, 그 2층에는 부품레벨에서의 안전성평가를 할 수 있는 시험실이 있다.

3.2 기타 裝置와 計測機器 등

표 1에 동안전센터가 갖고 있는 기타 장치와 기기를 표시한다.

〈표 1〉 製品安全센터 所有의 代表的인 裝置·機器

用 途	代表的인 裝置·機器
試驗室·裝置	· 먼지 試驗室 · 環境試驗槽
現象 記錄	· 高速度비디오 · 서머뷰어
分 析 機 器	· 電子線 마이크로에널라이저 · 電子顯微鏡 · 熱質量分析器
燃焼性評價	· 트래킹 · 배드커넥션

4. 製品의 火災安全性評價

4.1 內火와 外火

제품자신에서의 발화를 "내화", 제품 이외로부터의 발화를 "외화"라 한다. 내화는 어떠한 조건하에서도 발생해서는 안되므로 평가기준도 설계기준도 마찬가지로 이중삼중의 안전을 고려하고 있다.

또 외화일지라도 초기단계에서 제품이 화재에 휩싸이면 피해가 확대되므로 이와 같은 일도 될 수 있는 한 피하지 않으면 안된다.

4.2 製品의 화재안전성평가의 기본적인 사고방식

제품의 화재안전성평가는 다음의 4원칙을 기본적인 생각으로 하고 있다.

- (1) 내화 1 : 제품의 전기전자부품으로부터 발화하지 않을 것
- (2) 내화 2 : 만일 부품에서 발화하더라도 주위의

부재로 延燒하지 않을 것

- (3) 외화 1 : 경미한 외화에는 타지 않을 것
- (4) 외화 2 : 화재에 휩싸여도 진화후의 발화점 감정을 용이하게 할 수 있을 것

그리고 내화에 대하여는 반드시 지켜야 하지만 외화에 대하여는 현재로는 노력을 목표로 하고 있다.

4.3 內火 1 시험

안전설계기준의 준수에서 “제품의 전기전자부품에서 발화하지 않을 것”은 거의 모든 부품에서 달성될 수 있다. 따라서 안전기준을 지키고 있는지 여부가 평가의 중심이 된다.

“誤사용, 誤설치, 誤결선 등에 대하여 페일세이프하게 되어 있는가, “부품고장 또는 그 복합에 대하여 안전을 확보할 수 있는가”, “트래킹, 배드커넥션, 半斷線 등의 불량모드에 대하여 발화되지 않도록 되어 있는가” 등이 그 대표적인 평가항목이 된다.

4.4 內火 2 시험

“만일 부품에서 발화하더라도 주위로 延燒되지 않기” 위해서는 충전부 근방의 가연물을 격벽처리하거나 전기품을 판금 등으로 인크로즈하는 것이 필요하다.

이 延燒방지의 평가방법은 두 가지가 있으며 대상품에 따라 구분사용하고 있다.

(1) 실제의 대상부품을 강제로 연소시켜 주위로 延燒해가는지 여부를 확인하는 방법

예: 팬모터의 보호장치를 단락시킨 후 구속하고 리어쇼트할 때까지 전압을 서서히 올린다.

(2) 대상부품 부근에 천 등 가연물을 놓아두고 그것을 연소시켜 주위로 延燒해가는지 여부를 확인하는 방법

(a) 실시례1: 등유를 함침시킨 10cm角의 천을 30W 정도의 전기히터로 착화한다.

(b) 실시례2: 鍍劑(메세나민 : 연소시간 105초)를 상기 히터로 착화한다. 메세나민은 연소의 들쭉날쭉이 적기 때문에 평가에는 유효하다.

4.5 外火 1 시험

특히 사람의 눈에 띄지 않게 사용되는 제품은 “경미한 외화로는 제품이 타지 않을 것”이 중요하다.

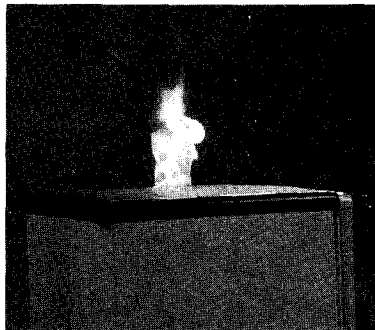
이 외화1시험에도 2가지의 평가방법이 있다.

(1) 촛불, 먼지가 탄다. 테이블タップ이 탄다는 등 실재를 상징한 그대로를 실시하는 시험

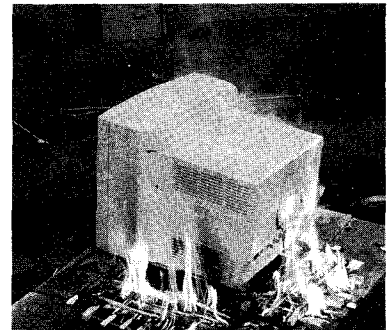
(2) 모의적으로 전기한 등유를 함침시킨 10cm角의 천을 외곽부분에 놓고 연소시키는 시험(그림 4 참조)

4.6 外火 2 시험

이 외화2시험은 제품의 주위에 장작을 쌓아 연소시킨다든지 외곽에 강제착화시킨다든지 하여 제품을 외부에서 연소시켜 내부전기품의 소손상태를 관찰한다. 내부 전기품의 소손정도는 화재의 정도에 따라서 차가 생기는 하지만 불연재로 전기품을 밀폐하면 손상이 적어진다(그림 5 참조).



〈그림 4〉 冷蔵庫의 外火 1 試驗



〈그림 5〉 디스플레이모니터의 外火 2 試驗

“화재에 둘러싸이더라도 발화점 감정을 쉽게 할 수 있을 것”은 아직 목표단계이지만 장차는 항공기에서 플라이트레코더와 같은 존재에 가까워지게 할 수 있었으면 하는 생각이다.

5. 解析技術

5.1 解析技術의 3개 분야

해석기술을 향상시키지 않으면 안되는 관련분야는 다음의 3개 분야라고 생각한다.

(1) 발화점 감정기술

어디에서 발화하였는가를 조사하는 기술

(2) 발화메커니즘 해석기술

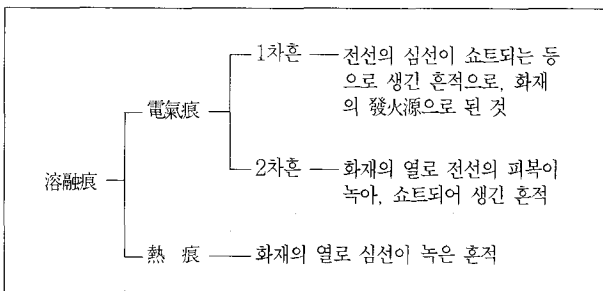
어떻게 발화·延燒해 갔는지를 조사하는 기술(발화의 조건, 발화·延燒의 메커니즘)

(3) 재현기술

상기(1)(2)를 뒷받침하기 위하여 사고를 재현시키는 기술

5.2 發火点 감정기술

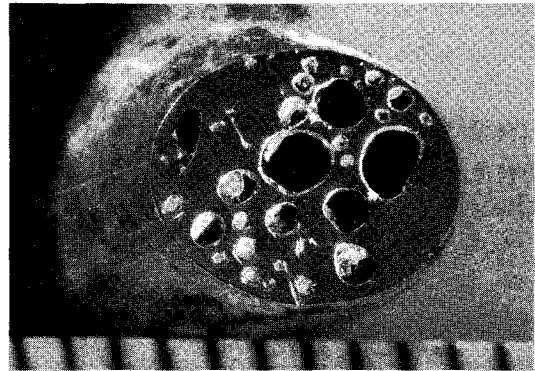
발화점을 특징하는 것이 발화원인을 파악하는데 연계가 되므로 사고 등에서는 우선 발화점을 정확히 찾아낼 필요가 있다. 이 분야에서 동계품안전센터가 연구하고 있는 것 가운데 “1차혼적·2차혼적 연구”가 있다.



〈그림 6〉 熔融痕적의 분류

통전중인 전기제품이 화재와 관련되면 전선 등에 용융 흔적이 생기는데 그것은 그림 6과 같이 분류되고 있다.

1차혼적이 정확하게 판단될 수 있으면 쉽게 발화원을 특정할 수 있으므로 여러 방면으로 연구가 진행되고 있다. 1차혼적은 통상분위기에서, 2차혼적은 연소가스 중의 분위기에서 발생하기 때문에 일반적으로 1차혼적은 외관으로는 표면에 광택이 있고 금속표면부근의 산소농도가 높고, 내부의 보이드에 불순물이 없다는 등의 특징이 있다고 한다(그림 7 참조).



〈그림 7〉 1차혼적의 斷面

현재 전기혼적과 열혼적의 구분은 거의 가능하나 전기혼적 중의 1차혼적과 2차혼적의 정확한 판정은 아직은 곤란한 것 같다.

5.3 發火메커니즘解析

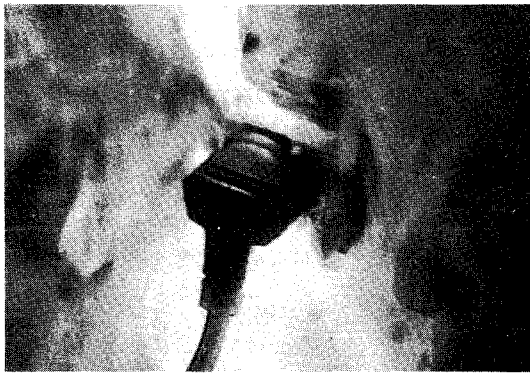
발화점에서 어떻게 하여 발화·延燒해 갔는지를 파악하는 것이 진짜 안전화대책을 세우는데 필요하게 된다. 그 사례해석의 하나를 소개한다.

(1) 삼입플러그의 발화메커니즘

삼입플러그의 발화로서는 장기간의 수분이나 먼지의 부착이 원인으로 된다고 하는 트래킹현상이 일반적으로 알려져 있다. 그러나 사고사례가 대단히 드물어서 검증

은 어려운 상태였다.

동안전센터의 연구에서는 콘센트와 삽입플러그의 과도한 접촉불량에 의한 이상과열도 주요인의 하나일 것으로 생각하여 검증을 추진한 결과 그 발화메커니즘의 새로운 사실을 파악할 수가 있었다. 이미 대강의 대책은 되어 있으나 이 검증으로 보다 본질적인 대책이 이루어질 것이다(그림 8 참조).



〈그림 8〉 差込플러그의 發火메커니즘解析

(2) 기타의 사례해석기술

그밖에 단자대에서의 배선접속이 느슨해졌을 경우에도, 접촉불량에 의한 열에너지만으로는 발화가 곤란하고, 거기에 더하여 相間的 절연과피로 생기는 쇼트시의 방전에너지가 없으면 발화하지 않는 케이스가 많다는 것도 알게 되었다.

또 누수 등의 반복에 의한 스케일부착으로 서머접점간에 트래킹이 생긴 한 사례 등 몇가지 상황의 원인도 명확해졌다.

5.4 再現技術

발화사고인 경우, 발화하기 위한 에너지가 필요하며 이것이 어느 정도 필요한가를 파악하지 않으면 안된다. 즉 에너지를 과잉으로 공급하여 발화하는 포인트를 찾

아내고 다음에 이 에너지의 공급원과 발생조건을 좁혀가는 것이다. 이렇게 하여 사례의 재현성의 향상과 발생조건의 정량파악을 도모하게 된다.

5.5 기타의 安全化對策

우리들은 사례해석 이외의 테마도 연구하고 있다. 예를 들면 “제품내에 있는 전기품함(函)의 開口部는 延燒防止特性에 어느 정도의 영향을 주는가”에 대한 연구는 장래의 설계기준에 반영될 것이다.

또 새로운 기능이나 기구를 갖는 제품의 개발에 있어서 그 요소마다에 기본적인 안전화기술을, 개발에 앞서서 확인해 가는 것도 필요하게 된다.

6. 맺음말

이상 기술한 바와 같이 동제품안전센터에서는 특히 화재를 중심으로 한 본질적인 안전성을 추구하여 왔다.

'95년 8월의 제품연소시험실가동 이래, 제품의 안전성평가를 중심으로 실시하여 개선을 도모하고 있다. 또 몇가지의 기초기술연구나 사고원인규명에서 본질적인 개선으로 이어지는 새로운 사실도 발견되고 있다.

본질적인 안전화를 위해서는 화재안전화기술의 연구는 필수적이라고 생각된다. 앞으로도 미쓰비시電機內에서만이 아니라 같은 과제에 힘쓰고 있는 다른 연구기관과도 기술적인 교류를 도모하면서 기술을 향상시켜 보다 고도의 안전화를 달성해 나가고자 한다. ☒

이 원고는 일본 三菱電機技報에서 번역, 전재한 것입니다. 본고의 저작권은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.