

## 전열기기의 화재안전성 확보를 위한 안전장치에 관한 연구

박찬호, 이복영, 홍성호, 박상태, 유현종  
방재시험연구원

### Study on Safety Device to Assure Fire Aafety of Heating Appliances

Chan-Ho Park, Bock-Young Lee, Sung-Ho Hong,  
Sang-Tae Park, Hyun-Jong YU  
Fire insurers laboratories of korea

#### 1. 서론

경제성장과 더불어 가정용 전기기기 보급이 일반화되면서 화재, 폭발, 감전 등과 같은 안전사고는 기술발전에도 불구하고 계속 발생하고 있다. 특히 보급률이 100%를 넘어선 TV, 세탁기, 냉장고 등 소비자들이 평상시에 사고 가능성을 별로 의식하지 않고 사용하고 있는 주요 가정용 전기기기의 화재, 폭발 관련 피해가 증가하고 있는 추세이다. 한국전력거래소에서 발표한 「가전기기 보급률 및 가정용전력 소비형태 조사」 결과에 의하면 2004년 현재 TV와 냉장고, 선풍기는 가구당 1대 이상을 보유하고 있으며, 세탁기는 가구당 보급률이 0.96대에 달하고 있으며, 김치냉장고는 2002년의 가구당 0.33대에서 0.48대로 보급율이 급증하고 있으며 에어컨의 보급도 0.38대에서 0.42대로 급격한 증가를 보이고 있다. 또한 2004년 7월 삼성전자에서 발표한 가전제품 보급률 조사결과를 보면 TV, 세탁기, 냉장고는 보급률이 100%, 청소기 96%, 김치냉장고 57%, 에어컨 55%, 공기청청기 22% 등으로 나타났다.

최근 3년간 소비자보호원을 통해 접수된 전기기기 화재발생 276건을 분석한 결과, 전열기인 전기장판 화재가 가장 많았으며, 또한 소비자들이 비교적 안전하다고 생각하며 사용하고 있는 TV, 세탁기, 냉장고의 화재가 34%(94건)를 차지하고 있다. 2003년도 전기안전공사의 국내 전기화재 통계에 의하면 가정용 전기기기로 인한 화재사고는 1,617건으로 나타났으며, 화재원인은 단락이 650건(40.29%)으로 가장 많고 다음은 과부하로서 184건(24.3%)으로 가전기기 화재사고의 주요원인 인 것으로 나타내고 있다. 다시 말해 화재발생은 가정용 전기기기 중 전열기기가 화재가 많이 발생하고 있으며 그 원인은 주로 단락, 과부하와 같은 원인이라고 할 수 있다. 따라서 전열기기에 과부하 등을 방지하기 위해 사용되는 안전장치에 중요성이 대두되어 전기압력보온밥솥, 약탕기에 사용되는 안전장치에 관하여 연구를 하게 되었다.

#### 2. 이론적배경

전기압력보온밥솥에는  $\Delta$ 자기식스위치(내통용기가 없는 경우 작동),  $\Delta$ 온도퓨즈(주위

온도가 167 °C 이상 시 작동), △변압기온도퓨즈(과부하로 인한 135 °C 이상 온도 상승 시 작동), △제어용온도센서(프로그램에 의해 설정된 값 이상 시 작동), △압력유지밸브 (약 0.5 kgf/cm<sup>2</sup> 이상 압력 발생시), △안전밸브(1.5 kgf/cm<sup>2</sup> 이상의 압력 발생시 작동), △증기밸브(취사에서 보온으로 전환 시 또는 취소 시 작동) 등이 사용되고 있으며, 그 중 온도퓨즈, 변압기온도퓨즈, 제어용온도센서 고장시 화재발생 가능성이 있다.

약탕기에는 △자기식스위치(내통용기가 없는 경우 작동), △통형전류퓨즈(부하전류가 1 A 이상 시 작동), △온도퓨즈(주위온도가 152 °C 이상 시 작동), △제어용온도센서(프로그램에 의해 설정된 값 이상 시 작동) 등이 사용되고 있으며 안전장치 고장시 화재 발생 가능성이 있다.

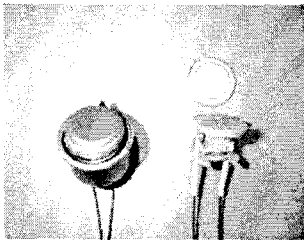


그림 1. 자기식스위치

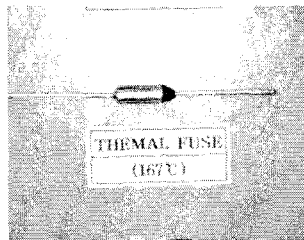


그림 2. 온도퓨즈

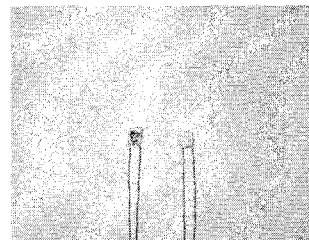


그림 3. 변압기온도퓨즈



그림 4. 제어용온도센서

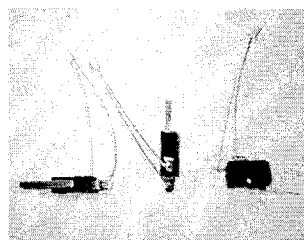


그림 5. 마이크로스위치

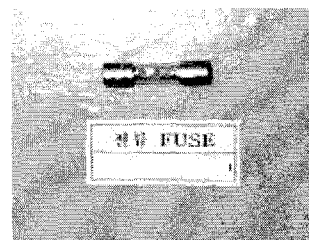


그림 6. 전류퓨즈

### 3. 실험

#### 3.1 정상적인 사용시 안전장치의 신뢰성실험

##### 3.1.1 실험방법

실험체를 정상동작 시킨 후 각 보호장치 부근온도를 측정하여 실험체 작동특성을 평가하기 위한 실험을 실시하였다. 전기압력보온밥솥은 5인분을 취사하는 경우, 약탕기는 정상동작시 동작특성을 평가하였다.

##### 3.1.2 실험결과

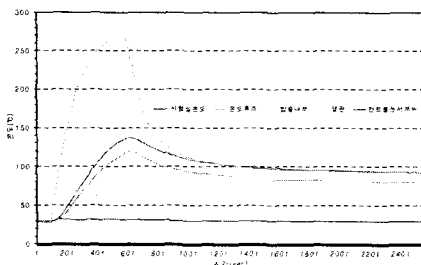


그림 7. 전기압력보온밥솥(정상)

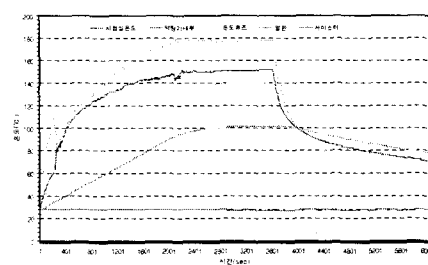


그림 8. 약탕기(정상)

### 3.2 비정상적인 사용시 안전장치의 신뢰성실험

#### 3.2.1 실험방법

실험체의 안전장치(온도퓨즈, 제어용온도센서)를 제거한 후 회로를 직접을 하여 동작실험을 하는 경우 각 보호장치의 부근온도를 측정하여 실험체의 화재위험성을 평가하기 위한 실험을 실시하였다.

#### 3.2.2 실험결과

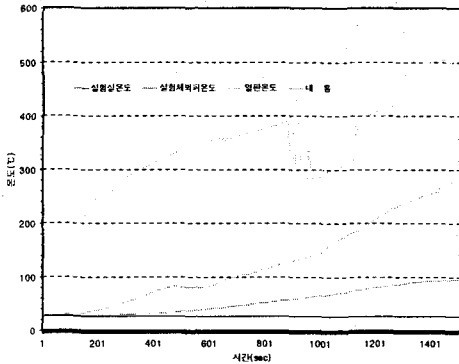


그림 9. 전기압력보온밥솥(비정상)

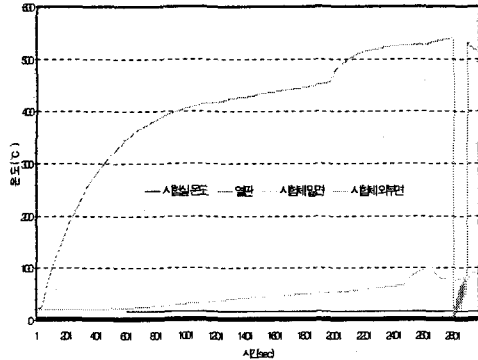


그림 10. 약탕기(비정상)

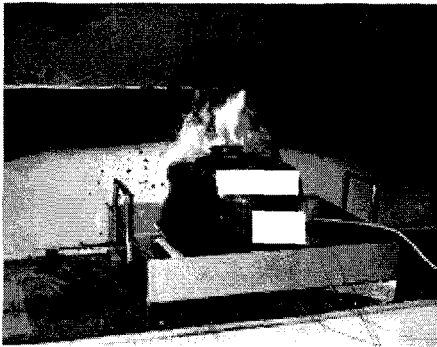


그림 11. 전기압력보온밥솥(비정상)

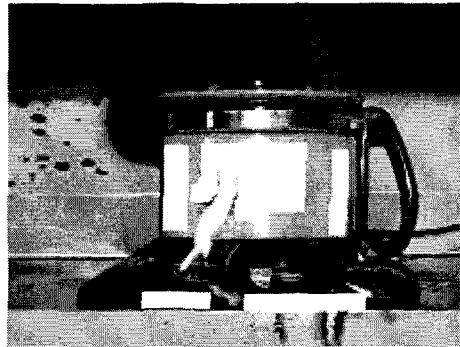


그림 12. 약탕기(비정상)

### 3.3 제어용온도센서 및 온도퓨즈의 특성실험

#### 3.3.1 제어용온도센서 시험방법

제어용온도센서를 Oil-Bath에 담근 후 온도를 30 °C부터 170 °C까지 5 °C 간격에서 5분간 유지 후 온도센서의 전기저항을 측정한다. 시험중 Oil-Bath는 교반기를 이용하여 내부의 온도가 충분히 평균화될 수 있도록 교반시킨다. 측정오차의 최소화를 위해 시험체의 전기저항 측정 전 5분 이상 동일온도를 유지시키고 계측기를 이용하여 저항을 측정한다. 시험에 의해 측정된 값과 시험체의 공칭 전기저항치의 최대값과 최소값을 비교하여 신뢰성을 평가한다.

#### 3.3.2 온도퓨즈의 시험방법

온도퓨즈별로 전원 및 타이머를 연결한 상태에서 Oil-Bath에 침지 시킨 후, Oil-Bath 내의 온도를 균일하게 하기 위하여 교반기를 작동시킨다. 시험 중 Oil-Bath의 온도상승률은 주위온도로부터 시험체가 작동할 때까지 1.0 °C/min 이하로 증가시켜 시험체의 작동온도를 측정한다.

### 3.3.3 시험결과

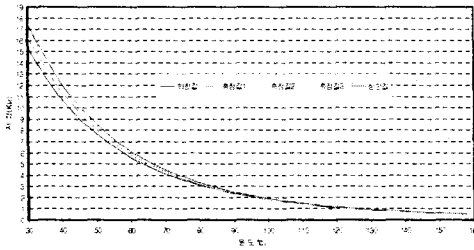


그림 13. 제어용 온도센서

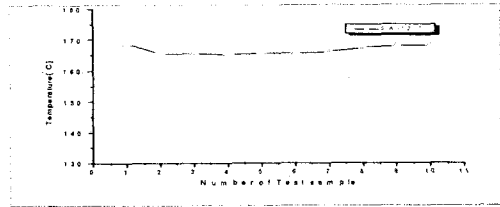


그림 14. 온도퓨즈

## 4. 결론

본 논문은 가정용 전열기기 중 전기압력밥솥과 약탕기에 사용되는 안전장치를 이용하여 화재안전성 확보를 위한 연구이다. 안전장치의 신뢰성을 확인하기 위하여 제어용 온도센서와 온도퓨즈의 특성시험을 실시하였으며, 안전장치의 중요성을 확인하기 위하여 안전장치를 제거한 상태에서 정상동작 시켜 화재위험성 평가하였다. 그 결과는 본 연구의 실험조건하에서는 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 가. 전기압력밥솥용 안전장치의 작동신뢰성을 실험결과 제어용온도센서는 사양서의 온도특성 범위에 적합한 것으로 나타났으나, 온도퓨즈는 작동온도 편차가  $\pm 1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 로 부적합 한 것으로 나타났다.
- 나. 약탕기용 안전장치의 작동신뢰성을 실험결과 제어용온도센서는 사양서의 온도특성 범위에 적합한 것으로 나타났으나, 온도퓨즈는 작동온도 편차가  $- 9.4\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 2.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 로 부적합 한 것으로 나타났다.
- 다. 일상생활에서 안전장치가 고장난 상태로 전열기기를 지속적으로 사용할 경우에는 화재발생위험성은 높은 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 산업자원부 전력산업연구개발사업의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. F. W. Cooper, Electrical safety engineering, 3rd ed. Butterworth Heinemann, pp.113~144, 1993
2. 한국화재소방학회, 핵심화재·소방기술, pp.37-44, 한국화재소방학회1997
3. 東京消防廳 警防部調査課, 電氣火災 - 原因と鑑識, 1993
4. E. K. Greenwald, Electrical hazards and accidents - their cause and prevention, Van nostrand rein hold, pp116~134, 1991
5. 황명환, 정영식, “유기물가용체형 온도퓨즈의 안전성에 관한 연구”, 한국산업안전학회지, Vol. 11, No. 1, pp.53~59, 1996