

## 한국의 LPG 충전소에 있어서 작업복의 정전기에 의한 화재 및 폭발 위험성에 관한 연구

조영두 · 구자혁\* · 최광석\*\* · 서대원\* · 정재희\* · Manabu Takeuchi\*\*

한국가스안전공사,  
\*국립 서울산업대학대학원 안전공학과,  
\*\*국립 이바라키대학대학원 이공학연구과  
(2000년 11월 22일 접수, 2000년 12월 9일 채택)

### A Study on Hazards Assessment of Electrostatic Firing and Explosion of Working Wears at LPG Stations in Korea

Cho young doo, Koo Ja Hyeuk\* · Choi Kwang Seok\*\* · Seo Dae Won\* ·  
Joung Jae Hee\* and Manabu Takeuchi\*\*

*Korea Gas Safety Company, \*Seoul National University of Technology,  
\*\*Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University  
(Received 22 November 2000 ; Accepted 9 December 2000)*

#### 요 약

한국의 Liquid Petroleum Gas 충전소에 있어서 안전관리자의 정전기에 대한 안전 의식을 설문 조사했다. 또한, 위험요소로 판단된 일반 작업복과 순면 작업복의 정전기에 의한 화재·폭발 위험성을 평가했다. 설문 조사에 의하면, 충전소에서는 정전기 예방 측면의 효율적인 교육 및 인식 부족으로 인해 무분별한 작업복을 착용하고 있는 것으로 나타났다. 특히 현재 착용하고 있는 일반 작업복의 경우, 실험에 의한 대전 전하량이 동복  $1.79\mu\text{C}$  춘추복  $1.44\mu\text{C}$ , 하복  $1.02\mu\text{C}$ 로 한국공업규격 (KS K-7807) 에서 정전기 재해 위험 가능성에 대해 언급한  $0.60\mu\text{C}$ 를 크게 상회하여 위험성이 존재했다. 반면, 순면 작업복의 경우는 대전량이  $0.52\mu\text{C}$ 에서  $0.42\mu\text{C}$ 의 범위로 안전한 것으로 나타났다. 따라서, 향후 시각적, 체험적 교육을 병행한 정전기 교육의 질적 향상이 요구되며, 정전기에 의한 재해를 방지하기 위해 착용하는 작업복에 대한 관련 기술 기준의 제정이 요구된다.

**Abstract** - The electrostatic safety consciousness of safety manager were investigated through questionnaires sent to liquid petroleum gas stations in Korea. In addition, hazards of fire and explosion due to electrostatic on synthetic-polymer-wears and cotton-wears were estimated experimentally. The results of questionnaires indicate most workers wear their working clothes indiscreetly owing to lack of knowledge of preventing electrostatic hazards. The amounts of electrostatic charge generated in synthetic-polymer-wears were 1.79, 1.44 and  $1.02\mu\text{C}$  in winter, spring and autumn and summer, respectively. All these values exceed the limit of working wears of  $0.60\mu\text{C}$  requested by Korea Standard(KS K-7807) for preventing electrostatic hazards, which means hazards may occur. While, the charge in cotton-wears were in the range of 0.42 to  $0.52\mu\text{C}$ , which suggests that the cotton-wears investigated in this study have no problem of hazards. Theworkers erefore, visual and experiential

education are necessary for elevating the standard of on electrostatics. It is also necessary to establish standards of wearing for preventing electrostatic hazards.

**Key words** : LPG filling station, electric charge, working wears

## 1. 서 론

정전기 방전에 의한 가연성 물질의 화재 및 폭발 재해는 현대 사회에 있어서 방치될 수 없는 안전 문제로 대두되고 있다. 일반적으로 사람이 의류를 착용하면, 인체와 의류간의 마찰로 인해 대전현상이 발생한다. 특히, 의류의 재질이 폴리에스테르, 나이론 등의 합성섬유로 되어있는 경우는 그 현상을 더욱 크게 상승시킨다[1]. 현재 한국의 충전 시설은 최첨단화로 인해 상당 부분 개선된 상태이나 아직 안전 의식 부족과 정전기 관련 기준 미 제정 등으로 인해 잠재적인 위험성이 항시 우려되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 가연성 가스의 취급 사업장 중 Liquid Petroleum Gas (이하 LPG라고 함) 충전소의 정전기에 의한 재해를 예방하고자, 안전관리자의 정전기에 대한 안전 의식을 설문 조사했다. 또한, 위험 요소로 판단된 일반 작업복과 순면 작업복의 대전 전하량을 측정하여 그 위험성을 평가했다.

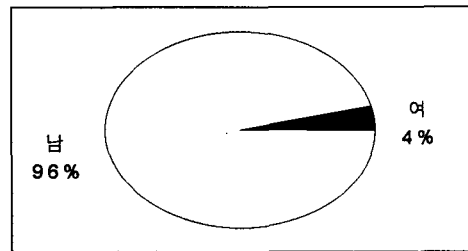
## 2. 주요 설문조사

LPG 충전소의 안전관리자에 대한 정전기 안전 의식을 분석하기 위해 서울: 64/64(대상/소재), 경기: 95/95 및 기타: 41개소로 총 200개소 사업장을 대상으로 설문 조사했다 (기간: 1999. 10~11). 설문지 배포는 현장 방문을 우선으로 했으며, 기타지역(41개소)에 있어서는 우편 발송으로 실시했다. 배포된 부수와 회수율을 Table 1에 나타냈다.

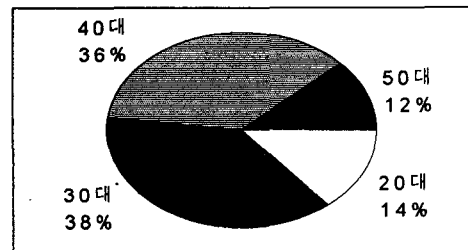
Table 1에 의하면, 회수율이 71%로 나타났으며, 이것은 우편 발송이 응답자에게 간접적인 영향을 미친 것으로 사료된다. 또한, 설문 조사의 표본을 구체화 (성별, 연령별, 학력별) 하여 Fig. 1에 나타냈다. 결과에 의하면, 안전관리자의 대부분이 30~40대, 고등학교를 졸업한 남성인 것으로 나타났다.

**Table 1.** Number of questioning sheets distributed and fraction of collected answers.

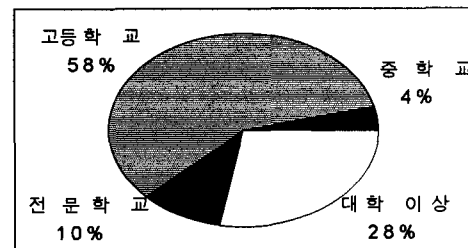
총 배포 개수	총 회수 개수	총 비회수 개수	회수율(%)
200 부	142 부	58 부	71



(a) Sex



(b) Age



(c) Career

**Fig. 1.** Distributions of sample people answered.

### 3. 주요 설문 결과

#### 3.1. 작업복의 정전기에 대한 인식

작업복에서 발생한 정전기에 대한 인식도는 Fig. 2와 같으며, 전체 응답자 중 87%가 작업복에서 발생하는 정전기에 대해 잘 알고 있는 것으로 나타났다.

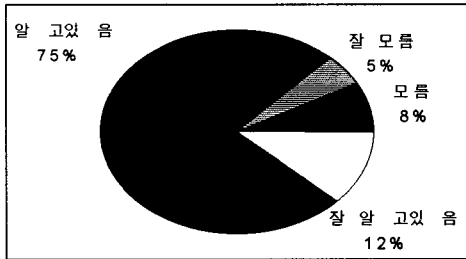


Fig. 2. Degree of cognition for electrostatics in working wares.

#### 3.2. 작업복의 정전기가 화재 및 폭발의 점화원

작업복의 정전기가 화재·폭발의 점화원이 된다는 것에 대한 설문 결과를 Fig. 3에 나타냈다. 전체 응답자 중 93%가 정전기가 점화원이 된다는 것을 잘 알고 있었다.

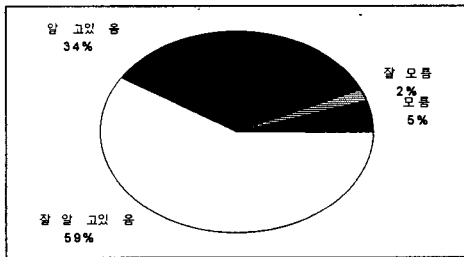


Fig. 3. Fraction of workers understanding that charging of working wares may be a cause of gas explosion.

#### 3.3. 정전기 안전교육의 수행여부

정전기와 관련된 교육의 수행여부에 대한 설문 결과는 Fig. 4와 같으며, 전체 응답자 중 63%가 교육을 받은 적이 있다고 응답했다.

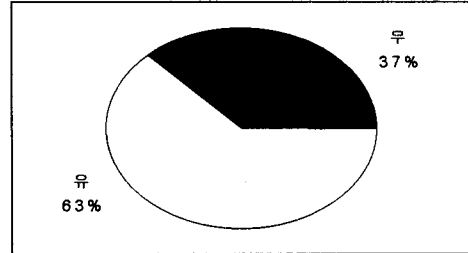


Fig. 4. Accomplishment of electrostatic education and training.

#### 3.4. 화재 및 폭발을 방지를 위한 작업복의 종류

정전기 재해 방지를 위한 작업복의 종류에 대한 설문 결과를 Fig. 5에 나타냈다. 설문 응답자의 74%가 순면 작업복으로 응답했으며, 15%가 대전 방지복으로 응답했다.

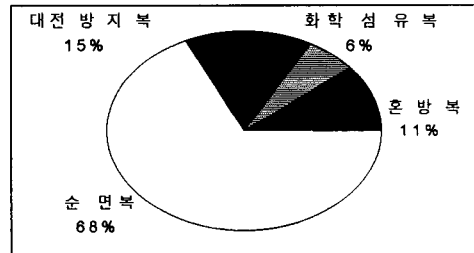


Fig. 5. working wears for preventing electrostatic hazard.

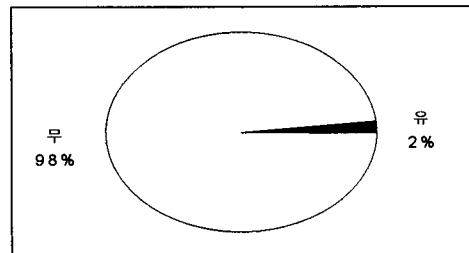


Fig. 6. Fraction of workers who have worn anti-electrostatic foot wears and Working wears for preventing electrostatic hazard.

### 3.5. 대전 방지복 및 대전 방지용 작업화의 착용 경험

Fig. 6은 대전 방지복 및 대전 방지용 작업화의 착용에 대한 설문 결과를 나타냈다. 그 결과, 응답자의 대부분인 98%가 전혀 착용한 적이 없는 것으로 나타났다.

## 4. 설문 조사 결과에 따른 분석

충전소의 안전관리자들이 작업복에서 발생한 정전기가 화재 및 폭발을 일으킬 접화원이 된다는 것은 사전 교육 및 정규 교육을 통해 잘 알고 있는 상태였다 (Fig. 2, 3, 4). 그러나, 재해 예방 측면 중 대전 방지복, 대전 방지용 작업화의 활용 등에 대해서는 전무한 상태로 나타났다. 정전기 발생 방지를 위한 작업복이 대체로 순면 작업복인 것으로 인식하고 있었다 (Fig. 5, 6). 이렇듯 LPG 충전소에서는 무분별한 작업복의 착용으로 인해 화재 및 폭발의 위험 가능성이 항상 우려된다. 이에, 현재 시행하는 강의식 교육에 시각적, 체험적 교육을 병행하여 교육의 질을 보다 높여 효과적으로 실시해야 하며, 작업복에 대한 정전기 관련 기준의 제정이 요구된다. 또한, 일반적으로 착용하는 작업복과 순면 작업복에 대한 위험성 및 안전성 평가가 필요한 것으로 판단된다. 따라서, 이에 대한 위험성을 평가하기 위하여 다음과 같은 실험을 실시했다.

## 5. 작업복의 대전 전하량 측정 실험

### 5.1. 실험장치 및 방법

Fig. 7에 대전 전하량 측정 장치의 구성도를 나타냈다. 실험장치는 2중 용기 (t: 0.5mm), 캐퍼시터 (0.1 $\mu$ F, 손실 저항 10<sup>9</sup> $\Omega$ 이상) 및 전위계로 구성했다. 20 $\pm$ 5 $^{\circ}$ C, 40%RH이하의 환경 조건에서 KS K-7807 기준을 준용하여 실험했다 [2]. 대전 전하량 Q (C)는 전위계 (V), 캐퍼시터 (C)를 측정 후 Q=CV로 계산했다. 측정값은 나일론 천 및 아크릴 천의 각각에 대해 5회 측정한 결과로부터 평균치를 구해 그 중 큰 쪽의 값으로 했다 [2,3]. 실험시료는 면 100%의 미 사용한 작업복 3벌 (하복과 동복용)과 일반작업복 5벌을 사용했다. 그 중 일반 작업복은 서울과 경기 지역의 작업자들로부터 직접 회수한 것으로 기본적인 사항을 Table 2에 나타냈다. 또한, 화재 및 폭발의 위험성 평가에

있어서는 정전기 장·재해 방지에 관한 규격 및 기술지침 중 국내외의 정전기 대전 방지 작업복의 기술 지침 [2~4] (1.00 $\mu$ C/m<sup>2</sup>이하, 안전을 고려: 작업복 1점 당 0.60 $\mu$ C이하)을 도입하여 평가했다.

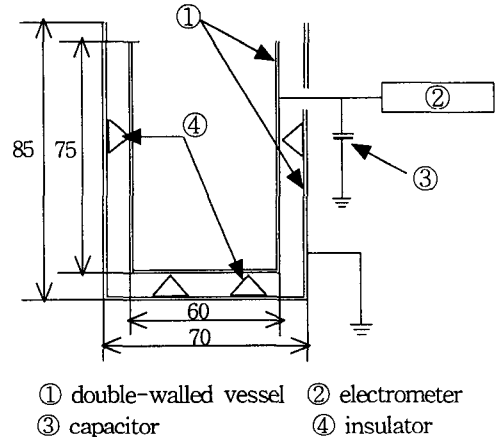


Fig. 7. Measuring apparatus for electrostatic charge in working wears.

Table 2. Materials of working wears.

Specimen	Rate of working wears compound	Remark
a	Polyester 100%	Winter
b	outside : Nylon 100%, inside : Polyester 100%	Winter
c	outside : Polyester 100%, inside : Nylon 100%	Spring or Autumn
d	outside : Polyester 65%, inside : Nylon 35%	Spring or Autumn
e	outside: Polyester 65%, inside : Cotton 35%	Summer

### 5.2. 실험결과 및 고찰

#### 5.2.1 일반 작업복

일반작업복에 대한 대전 전하량의 실험결과를 Fig. 8에 나타냈다. 동복 (a, b)의 경우, 1.57 $\mu$ C, 1.79 $\mu$ C로 가장 크게 발생하였으며, 춘추복 (c, d) 1.03 $\mu$ C, 1.44 $\mu$ C, 하복 (e) 1.02 $\mu$ C로 각각 나타났다. 이것은 인체와 마찰을 일으키는 작업복의 재질 및 부피 등이 영향을 주는 것으로 판단된다 [5]. 실험 결과에 의하면 일반 작업복의 경우는 전체적으로 위험 한계치 (0.60 $\mu$ C) 보다 크게 나타나 항상 위험성이 존재하는 것으로 나타났다.

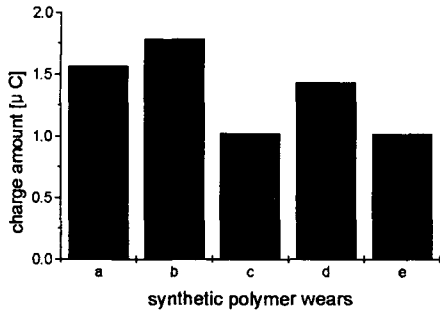


Fig. 8. Charges generated in synthetic polymer wears(a to e are the same as Table 2).

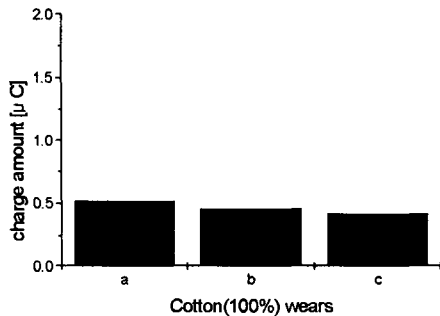


Fig. 9. Charges generated in cotton wears.

### 5.2.2 순면작업복

Fig.9에 순면작업복에 대한 대전 전하량의 실험결과를 나타냈다. 실험결과에 의하면, 계절에 관계없이  $0.42\mu\text{C}\sim 0.52\mu\text{C}$ 의 범위로 위험 한계치에 비해 낮은 대전 전하량으로 비교적 안전한 것으로 나타났다. 그러나, 본 연구에서의 시료는 미 사용한 순면 작업복임을 고려할 때, 실 사용시간에 따른 대전 전하량의 변화에 대해서 향후 보완 연구가 필요하다.

## 6. 결 론

한국의 LPG 충전소에서 작업복의 정전기에 의한 화재 및 폭발 위험성을 평가했다. 그 결과를 정리하여 나타내면 다음과 같다.

- 1) 정전기 예방 측면의 효율적인 교육 및 인식 부족으로 인해 LPG 충전소에서는 무분별한 작업복을 착용하고 있는 것으로 나타났다.
- 2) 일반 작업복은 화재 및 폭발 위험가능성이 존재하는 것으로 나타났으나, 순면 작업복은 비교적 안전한 것으로 나타났다.
- 3) 따라서, LPG 충전소에 있어서 시각적, 체험적 교육을 병행한 정전기 교육의 질적 향상이 요구되며, 정전기 대전 방지를 위해 착용하는 작업복에 대한 정전기 관련 기술 기준의 제정이 요구된다.

## 7. 향후과제

작업자의 정전기에 의한 화재 및 폭발을 효율적으로 예방하기 위해서는 대전 방지복 및 대전방지용 안전·작업화를 병용해야 한다. 따라서, LPG 충전소에서의 작업화에 대한 향후 보완 연구가 필요하다.

## 감사의 글

본 논문은 시료 분석에 있어서 국가 공인시험기관인 한국의류시험연구원의 도움을 받았기에, 여기에 기입하여 감사를 표함.

## 참 고 문 헌

- 1) 小野雅司 "인체의 대전위험과 그 방지", 일본 정전기학회지, 제 15권, 2호, p.129, 1991.
- 2) KS K 7807 " 정전기 대전방지 작업복" 1994.
- 3) JIS T 8118 " Working Wears for Preventing Electrostatic Hazards" 1983.
- 4) 勞働省産業安全研究所 "靜電氣 安全指針", p.51, 1988.
- 5) 김두현외 "電氣安全工學", 동화기술, pp.424-425, 1995.