



## 자동차 실내 인화성물질과 전기과부하에 의한 화재관련 사례 연구

한재오\* · 함성훈\*\* · 임하영\*\*\* · †이일권

중앙대학교 대학원 기계공학부\*, 동주대학교 자동차과\*\*,

(주)경진기업\*\*\*, 대림대학교 자동차공학과

(2014년 03월 28일 접수, 2014년 06월 12일 수정, 2014년 6월 20일 채택)

## A Study for Examples of Fire including with Combustible Substance and electrical overload in Automotive Inside Room

Jae Oh Han\* · Sung Hoon Ham\*\* · Ha Young Lim\*\*\* · †Il Kwon Lee

\*Department of Mechanical Engineering, Graduate School, Chung-Ang University,

\*\*Department of Automotive Engineering, Dong-Ju University,

\*\*\*Kyeongjin Co., Ltd,

Department of Automotive Engineering, Daelim University College

(Received March 28, 2014; Revised June 12, 2014; Accepted June 20, 2014)

### 요 약

이 논문은 자동차 실내의 인화성 물질과 전기적인 접촉 불량에 의한 화재사례를 분석하고 연구하는 것이다. 첫 번째 사례는 운전자가 에어컨 냄새 탈취제인 방향제를 사용 후 실내의 크래쉬 패드에 두고 내린 것이 외부의 복사열에 의해 폭발하면서 화재가 발생된 것으로 확인되었다. 두 번째 사례는 운전자가 자동차 실내에 전자기기 등을 사용하면서 전기적인 과부하가 걸려 단락현상에 의해 화재가 발생된 것으로 확인되었다. 세 번째 사례는 자동차 내부의 시트를 따뜻하게 하기 위해 열선을 설치하였다. 초기에 설치하였을 때는 화재의 위험성이 약했으나 5,000km를 운행하면서 이 열선의 내구성이 떨어지면서 순간적으로 전기적인 과부하가 발생되었고, 이 열이 시트에 옮겨 붙으면서 자동차 화재가 발생된 것으로 확인되었다. 네 번째 사례는 뒷좌석에 있던 승객이 담배를 피우던 중 완전히 소화하지 않은 상태로 둔 것이 가연성 종이에 옮겨 붙어 자동차가 전소된 것으로 확인되었다. 따라서, 실내의 인화성 물질이나 전기적인 시스템을 추가로 사용할 때는 화재가능성을 최대한 고려하고 이에 대한 세심한 대책을 강구하여야 한다.

**Abstract** - This paper is to analyze and study the failure examples of fire by inflammables and electric contact faulty in interior of vehicle. The first example, the driver used to air freshener that remove the air conditioner bad smell. He get out of a car. And then, he put it on the crash pad. Before long, a fire breaks out because of explosion solar radiation. The second example, the driver used in room of a car. It certified the fire by disconnection phenomenon happened the electric overload. The third example, the driver install the heat rays to warm his body, In the initial stages, it didn't seek the dangerous of fire during using a car to 5,000km. This heat rays become to down durability so that produced the electric overload in an instant. The fourth example, after the man smoked the cigarette on riding with rear seat, he put it on seat in vehicle no extinguishing the burning cigarette. It knew the fact that burnt to ashes a car by on well combustible paper. Thus, the driver must consider a countermeasure for minimize the fire production when he use the inflammable and install adding electric system.

**Key words** : Combustible substance material, Electrical remodeling, Contact damage, Short phenomenon, Wiring

†Corresponding author: iklee@daelim.ac.kr

## I. 서론

여름철에 운전자가 자동차를 실외에 주차 한 다음 자동차의 유리문을 모두 닫은 상태로 두고 일정기간이 지나면 자동차 내부의 온도는 외부의 복사열에 의해 매우 높은 온도까지 오르게 된다. 이러한 고열 현상은 자동차 내부에 폭발의 위험성이 있는 부탄가스가 주입된 라이터나 에어컨 방향제 등과 같은 화재 위험성 물질 등과 반응하여 압력이 증가하면서 폭발할 수 있다. 또한, 이러한 폭발은 자동차에 있는 가연성 물질에 옮겨 붙으면서 자동차 화재로 확산될 수 있다.

실제로 1996년 7월 K사에서 한 대의 자동차를 샘플로 하여 이 자동차의 외기온도를 40.3℃로 두고 자동차의 내부 최고온도를 측정한 결과에 따르면 인패널(in-panel) 상면이 97.9℃, 앞좌석 78.1℃, 뒷좌석 77℃까지 상승하는 것으로 확인되었다. 또한 소비자보호원에서 실시한 자동차 내부의 최고온도 측정시험에서도 계기판 상부의 상판이 최고 92℃, 계기판 최고 63℃, 운전석 최고 65℃, 조수석 최고 54℃, 콘솔 박스(console box)의 온도가 최고 52℃까지 상승하는 것으로 확인되었다[1].

자동차는 우리들에게 매우 편리함과 유용함을 주고 있는 종합기계이다. 최근에는 다양한 전기·전자적인 시스템이 적용되고 있기 때문에 더욱 그러한 것으로 평가되고 있다. 이러한 편리성과 함께 전기적인 안전이 요구되고 있다. 전기가 흐를 때 전기적인 흐름을 방해하는 저항을 받게 되면 저항에 의해 열이 발생하며 이 열원에 의해 화재가 발생할 수 있다. 또한, 운전자가 자신의 자동차의 편리성을 향상시키고 냉난방용의 전기적인 시스템을 추가하여 사용함에 의해 전기배선의 접촉 불량이나 과부하에 의한 단선, 단락에 의해 화재가 발생할 수 있다.

따라서, 자동차 제작사에서는 자동차 엔진룸에 적용되는 각종 부품들이 화재가 발생하였을 때도 환경오염을 유발하지 않는 범위 내에서 잘 타지 않는 소재를 개발하여 자동차 화재에 대한 내구성을 강화하여야 할 필요성이 있다[2]. 미국의 경우 자동차 화재에 대한 사례를 조사하고 분석하여 조사 가이드(guide)를 3~4년 주기로 발표함으로써 화재에 대한 연구 자료로 활용하고 있다[3]. 그리고 이러한 화재 분쟁에 대한 조정역할을 할 수 있도록 많은 사례와 제조물 책임보상법에 대한 연구도 활발하게 진행되고 있다[4]. 최근 안전에 대한 중요성에서 볼 때, 국내에서도 화재에 대한 활발한 연구가 진행될 필요성이 제기되고 있다. 또한, 자동차를 운전하는 운전자는 자동차를 세심하게 점검하고 철저하게 자동차 관

리에 만전을 기해 이러한 화재발생으로 인한 피해를 최소화 할 수 있도록 대처하는 것도 필요하다.

따라서, 이 논문은 자동차 실내의 가연성 물질이나 전기적인 편리함을 위한 개조 및 냉난방 시스템 사용에 의해 발생하는 접촉불량에 의한 단선과 단락 현상에 의해 일어나는 자동차화재와 관련된 사례를 조사하고 이를 분석하여 이에 대한 개선 및 연구방향을 제시하고자 한다.

## II. 이론적 배경

### 2.1. 자동차 실내 시스템의 개요

자동차의 내장 부품은 계기판을 형성하고 운전석과 조수석 전면을 보호하는 크래쉬 패드(crash pad), 자동차 하체의 소음과 진동을 막아주는 플로워(floor) 부(part), 자동차 상부의 풍음과 외부로부터 보호해주는 루프(roof)부 등으로 구분된다[5]. 이러한 실내의 의장품은 운전자에게 보다 쾌적하고 탑승인원의 안전을 확보해야 한다. Fig. 1은 자동차 실내 내장 시스템의 사례를 보여주는 것이다.

### 2.2. 실내전기 시스템의 구성

자동차 엔진 전기 시스템에 대한 배선의 단락, 단선에 의한 화재 발생에 대한 사례 연구가 최근 활발하게 연구되고 있다. 이러한 엔진 전기 시스템은 엔진실의 배선이 열에 의한 영향에 의해 가연물이 화인이 되어 화재가 발생한 것으로 사례 연구에서 확인되었다[6]. 일반적으로 자동차 실내의 공간에는 자동차 실내의 운전석과 조수석 전방의 크래쉬 패드 하단 부, 자동차 실내의 메인 와이어링(main wiring), 자동차 실내 루프(loof) 부의 와이어링 등으로 구성되어 있다. 이러한 배선에 의해 실내의 각 시스템에 전기를 공급함으로써 시스템의 원활한 작동이 되도록 하고 있다.



Fig. 1. Interior system example of a car.

### 2.3. 자동차 실내 시스템의 화재 진단방법

자동차 실내의 내장부품에 가스라이터나 에어컨 방향제와 같은 인화성 물질에 의한 화재, 실내에서의 흡연 후 담뱃불에 의한 화재, 새로운 신 시스템을 적용하기 위하여 배선을 변경하여 이 배선에 의한 전기적인배선의 단선이나 단락에 의해 화재가 발생할 수 있다. 따라서 이러한 화재가 발생하였을 때는 동일 유형의 화재형태를 비교분석하거나 화재 부근에서 채취된 화재 흔적을 이용하여 화재의 원인을 찾아야 한다. 따라서, 가능한 유사원인을 비교 분석하고 이를 바탕으로 화재를 진단하여야 정확한 분석을 할 수 있을 것으로 판단된다.

## III. 자동차 실내 시스템의 화재사례

### 3.1. 크래쉬 패드부에서 인화성 물질 폭발에 의한 화재발생 사례

#### 1) 현상

운전자가 자동차를 잠시 정차한 다음 내부에서 폭발음이 발생하면서 자동차의 화재가 발생되었다.

#### 2) 분석

이 자동차는 운전자가 자동차를 정차시킨 후 1시간 정도 지났을 때 “펑”하는 소리가 들린 후 앞좌석 부근에서 서서히 연기가 발생하면서 화재가 발생하였다. 자동차 내부를 확인하였을 때 앞좌석 바닥의 매트가 일부 타고 있었고, 앞 유리 하단이 폭발에 의해서 깨진 것을 확인하였다. 또한, 크래쉬 패드의 플라스틱 부가 크게 손상되어 부서져 있었다. 운전자가 차내에서 에어컨의 방향제를 사용한 다음 이 방향제를 크래쉬 패드 상부에 놓고 내린 것이 확인되었다. 일반적으로 분사형의 방향제와 탈취제는 공기 중에 분사하였을 때 쉽게 확산되도록 하기 위해 에탄올 성분과 LP(liquefied petroleum) 가스를 사용하고 있다. 이 두 성분은 인화성이 높아 밀폐된 좁은 자동차 내에서 분사하거나 높은 온도에서 팽창하게 되면 화재 위험성이 있다.

따라서, 조사결과 방향제가 밀폐된 공간에서 외부의 복사열에 의해 영향을 받아 실내의 온도가 상승하여 과열로 인해 폭발하여 화재가 발생된 것으로 확인되었다. Fig. 2는 자동차 내부에 둔 방향제의 폭발로 인해 화재가 발생한 자동차의 폭발 사례를 보여주는 것이다.

#### 3) 고찰

뜨거운 태양열에 의해 대기의 온도가 높은 여름철과 같이 자동차 실내의 창문을 닫으면 복사열에

의해 자동차 내부의 온도가 급상승한다. 일반적으로 자동차 제작사에서는 밀폐된 자동차 내부에 방향제 등의 인화성, 폭발성 물질을 두지 말 것을 권고하고 있다[7-9]. 따라서, 자동차 화재로 인한 피해를 최소화시키기 위해 대책을 강구해야 하며, 지속적인 운전자 안전교육을 통해 화재 예방 방안을 강화해야 할 것으로 사료된다.

### 3.2. 자동차 운전석 부분에 도난 경보장치 설치에 의한 화재사례

#### 1) 현상

운전자가 차량을 주차시킨 상태에서 잠깐 시동을 켜 놓고 운전자가 자리를 뜬 상태에서 차량의 실내에서 연기가 발생하면서 화재가 발생하였다.

#### 2) 분석

이 자동차는 화물용 적재함을 탑재한 자동차로



Fig. 2. Fire example by air freshener explosion putting on crash pad of a car.



Fig. 3. Fire example by overload of electric power part in a car.

운전자가 장기간 운전하면서 무료함을 달래고 냉난방을 위한 목적으로 내부에 오디오 원격시동장치, 선풍기, 히터, 내비게이션 등의 전자기기를 사용함으로써 많은 전기를 사용하였다.

화재 발생원인은 확인한 결과 자동차에서 사용한 많은 전자부품들이 전기를 한꺼번에 사용함으로써 콘센트에 연결된 커넥터에서 과열이 발생되었으며, 이 열에 의해 커넥터 위에 있던 휴지에 옮겨 붙었고 이와 동시에 시거라이터와 연결되어 있는 커넥터의 배선이 녹으면서 화재가 발생한 것으로 판단되었다. Fig. 3은 이러한 화재로 인해 실내가 모두 소실된 화재사례를 보여주는 것이다.

자동차의 개조는 자동차의 성능, 내구성, 안전성에 영향을 줄 수 있을 뿐만 아니라 개조로 인해 화재를 발생시킬 수 있기 때문이다. 자동차가 출고될 때 설치되지 않은 램프, 블랙박스, 전기기기 등과 같은 전기장치를 임의로 장착하여 사용할 경우에는 자동차의 이상 작동, 배선손상, 배터리 방전, 화재 등을 초래할 수 있으므로 주의하여야 한다. 따라서, 운전자가 자동차의 시스템을 변경하거나 임의로 편의장치를 사용할 때는 철저한 검증을 통해야 할 것으로 판단된다.

### 3.3. 자동차 시트 열선 과열로 인한 화재발생 사례

#### 1) 현상

운전자가 자동차를 운행하다가 시동을 걸어 둔 상태에서 주차 후 실내에서 화재가 발생되었다.

#### 2) 분석

이 자동차는 운전자가 운전을 하다가 주차시킨



Fig. 4. Fire example by overheating of heat wires heating seat.

다음 시동을 걸어 둔 상태에서 얼마 지나지 않아 화재가 발생되었고, 이후 “펑” 소리와 함께 유리창이 깨지면서 화재가 급속하게 확대되었다. 이 자동차의 조수석에 승차하는 사람은 추위를 많이 타는 사람으로 몸을 따뜻하게 하기 위해, 운전석에 열선 시트를 임의로 설치하였다. 즉, 자동차 조수석에 자동차 내부의 배선을 연결하여 열선을 설치하여 약 5,000km 정도 운행하였다. 운전자가 열선을 초기에 설치하였을 때는 화재의 위험성이 약했으나 5,000km를 운행하면서 이 열선의 내구성이 약해졌고, 순간적으로 전기적인 과부하가 발생되었다. 이 때 발생한 과부하의 열이 시트에 옮겨 붙으면서 자동차 화재가 발생한 것으로 확인되었다. Fig. 4는 조수석 시트 열선부의 과열로 인해 화재가 발생한 사례를 보여주는 것이다.

#### 3) 고찰

자동차에 설치되는 열선은 자동차에서 생산된 전기의 사용 소비 전력이 매우 높다. 특히, 겨울철에 앞 유리에 와이퍼가 동결되거나 눈이 쌓여 녹여야 할 경우에는 앞 유리 열선을 사용한다. 또한, 안개가 많이 발생되어 뒷 유리에 열선을 사용할 경우 전기의 소비가 많아지게 된다. 따라서, 자동차 실내의 온도를 높이기 위한 시트의 열선이나 유리에 설치된 열선의 사용은 화재의 위험성과 자동차의 안전성을 고려하여 관리하여야 한다.

### 3.4. 자동차 리어 시트부 라이터 담뱃불로 인한 화재 사례

#### 1) 현상

운전자가 자동차를 운전하기 위해 시동을 건 다음 몇 분 후 화재가 발생하였다.

#### 2) 분석

이 자동차의 화재 사례는 운전자가 자동차의 시동을 건 다음 출발 후 뒷좌석에서 타는 냄새가 발생되면서 리어 시트 암 레스트(armrest) 하단에서 불길 이 올라왔고 이 후 순식간에 자동차로 번지면서 전소되었다. Fig. 5는 화재로 완전히 전소된 자동차의 사례를 보여주는 것이다.

자동차를 확인한 결과 개조된 적은 없었으며, 화재가 최초로 시작된 뒷좌석에는 라이터가 있었던 것으로 확인되었다. 또한, 배선의 피복 부위는 완전 소손되어 와이어는 남아 있으나, 단락 현상에 의한 손상은 없는 것으로 확인되었다. 운전석 뒤 좌석에 타고 있던 동승자가 음주한 상태에서 휴면 후 담배를 완전히 끄지 않고 암 레스트 근처에 두었다는 것을



Fig. 5. Total destroyed example by a fire.

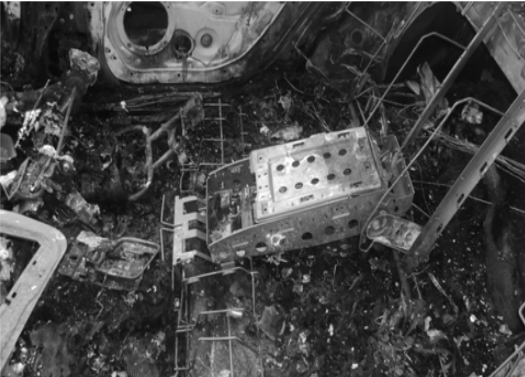


Fig. 6. Rear seat armrest part burn up by a fire.

확인하였다. 이 때 불이 붙은 담배가 주변의 화장치에 옮겨 붙어 화재가 발생된 것으로 판단되었다. 따라서, 이 화재의 원인은 뒷좌석에 있던 승객이 담배를 피우던 중 완전히 소화하지 않은 상태로 실내에 둔 것이 가연성 중이에 옮겨 붙어 순식간에 자동차가 전소된 것으로 확인되었다. Fig. 6은 최초로 화염이 시작된 리어 암 레스트 부위를 보여주는 것이다.

### 3) 고찰

자동차 화재의 원인은 명쾌하게 분석하여 결론을 내리기가 매우 힘든 분야이다. 단지, 화재의 초기 상태에서 목격자나 화재를 유발한 최초의 유발자의 증언을 통해서 화재의 원인을 찾아내는 것이 현실이다. 그렇지 않을 때는 화학적으로 화염의 원인을 분석하는 방법을 사용할 수 있다. 그러나 화재에 의해서 모두 소실되거나 탄 다음에는 현실적으로 정확한 원인을 분석하여 결론짓기는 매우 힘들다. 따라서 화재의 원인을 찾을 때는 가장 기본적이고 단순한

사실에서 화재의 원인을 찾는 것도 한 가지 방법이라 할 것이다. 이 사례의 경우에는 운전자 뒤에 타고 있던 동승자의 과실로 인해 화재가 발생된 인재에 가까운 자동차 화재로 볼 수 있을 것이다.

## IV. 결론

1) 이 사례의 원인은 운전자가 에어컨 냄새 탈취제인 방향제를 사용후 크래쉬 패드에 두고 내린 것이 외부의 복사열에 의해 폭발하면서 화재가 발생된 것으로 확인되었다.

2) 이 사례의 원인은 자동차 사고에서는 자동차 실내에 전자기기 등을 사용하면서 전기를 많이 사용하면서 과부하가 걸려 전기적인 단락현상에 의해 화재가 발생된 것으로 확인되었다.

3) 이 사례의 원인은 열선을 초기에 설치하였을 때는 화재의 위험성이 크지 않았으나 5,000km를 운행하면서 이 열선의 내구성이 약해지면서 순간적으로 전기적인 과부하가 발생되었고, 이 열이 시트에 옮겨 붙으면서 자동차 화재가 발생된 것으로 확인되었다.

4) 이 화재의 원인은 뒷좌석에 있던 승객이 담배를 피우던 중 완전히 소화하지 않은 상태로 둔 것이 가연성 중이에 옮겨 붙어 순식간에 자동차가 전소된 것으로 확인되었다.

## REFERENCES

- [1] Korea Consumer Agency Document, <http://www.kca.go.kr>, (2001)
- [2] Steven E. Hodges, "Effective Fire Protection Systems for Vehicles", SAE paper 2006-01-0792
- [3] Thomas M. De Santis, Charles T. Adams, Louis Molnar, John Washington, Ronald E. Orlando and Robert D. Banta, "Motor Vehicle Fire Investigation", SAE paper 2008-01-0555
- [4] John Kennedy, "The Fire and Explosion Investigate's Role in Product Liability Cases", SAE paper 700681
- [5] Automotive Technology Handbooks, "Design Division", Korean Society of Automotive Engineers, (1996)
- [6] IL Kwon Lee, et al, "Study of Fire Examples For Electrical Wire Short and Insulated Coating Melting by Heating Including Automotive Engine Room", KIGAS Vol.17, No.6, pp15-19, (2013)

[7] Maintenance manual of Hyundai Motors,  
(2012)

[9] Maintenance manual of GM Daewoo Motor,  
(2012)

[8] Maintenance manual of Kia Motors, (2012)