

구동방식에 따른 승용차 엔진룸 화재조사 기법에 관한 사례 연구 A Case Study on the Investigation of Vehicle Fire According to Drive Train

손정배, 권현석*, 이정일**, 최돈묵†

J. B. Son, H. H. Kwon*, J. I. Lee**, D. M. Choi†

보험개발원, 경기소방재난본부, 서울소방재난본부, 경원대학교 소방방재공학과
(2008. 3. 7. 접수 / 2008. 5. 30. 채택)

요약

차량화재의 발화지점은 크게 엔진룸과 승객실로 볼 수 있다. 엔진룸에서 발생한 차량화재의 경우 방화벽이 엔진룸과 승객실 사이에 설치되어 있으므로 승객실로 전이는 약 10~15분 정도로 지연되는 것이 일반적이다. 엔진룸은 그 차량의 구동 방식에 따라 종치형과 횡치형으로 배열되는데 이들 엔진 배열에 따라 화염이 전이되는 과정이 각각 다르게 나타나고 좌우 대시 패널에 나타난 소손정도 또한 다르게 나타난다. 따라서 엔진룸에서 발생한 차량 화재 감식시 좌우 대시패널의 소손정도를 먼저 파악하는 것이 발화지점을 빠르게 찾는 방법인 것으로 사료된다.

ABSTRACT

The fire outbreaking origin of vehicle fire would be classified into two positions such as engine room and passenger room of vehicle. As a firewall is installed between engine room and passenger room, in case of engine fire, it could be assumed that it takes about 10 to 15 minutes for the fire to spread into passenger room. There are two different vehicle engine layouts such as transversal and lateral layout, and the fire spreading process and resulting damage patterns on left and right side dash-panel are different depending on the engine layouts.

In accordance, the first thing to do for correct and speedy finding of the fire origin place is considered to be an investigation into the dash-panel damage in case of engine room fire investigation.

Keywords : Vehicle fire, Engine Room Fire, Fire Investigation.

1. 서 설

최근 한국의 차량화재 발생률은 꾸준히 증가하여 2006년 화재 통계의 경우 31,778건의 화재 중 5,929건이 차량화재가 차지하고 있는 실정이다(그림 1). 이는 주택 및 아파트 화재 다음으로 그 비중은 18.7%를 나타낸다. 차량화재 발생률은 증가하고 있지만 차량화재에 대한 조사를 과학적인 방법에 근거한 계통적인 연구는 미흡한 편이며 최근 전국 소방학교 화재조사전문 교육과정에서 차량화재감식분야에 대하여 교육을 강화하고 있다.¹⁾

차량화재는 그 손해가 주차장이나 주택으로 확대될 수 있는 위험이 크므로 엄청난 경제적 손실과 인명피해를 초래할 수 있다. 따라서 화재 초기에 진압되지 않으면 엄청난 손실의 원인이 되며 화재원인을 정확하게 규명하는 것 또한 어렵게 된다.

보험개발원 자동차기술연구소에서는 그간 실시한 차량화재조사 결과를 보면 발화부를 크게 두 가지로 분류할 수 있었다. 하나는 엔진룸에서 발생한 경우이고 다른 하나는 승객실에서 발생한 경우다. 우리나라의 경우 소방차의 출동시간이 화재 발생후 5~15분이고 차량구조로 볼 때 엔진 룸에서 발생한 화재가 승객실로 전이하는데 소요되는 시간이 약 10분 정도로 보고되고 있으므로 차량이 승객실까지 전소되는 건수는 많지 않다.

† E-mail : fire@kyungwon.ac.kr

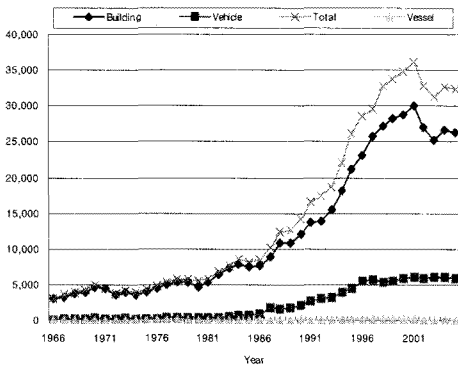


Fig. 1. 연도별 화재 발생 유형.

따라서 본 보고에서는 엔진 룸에서 발화한 차량화재의 경우 소손형태와 그 특징을 사례를 통해 분석하여 화재 원인을 신속하게 파악하는 방법에 대하여 논하였다.

2. 엔진룸 구조와 방화벽의 역할

2-1 대시 패널의 역할

모든 승용차에는 방화벽이라고 불리는 대시 패널이 있다. 이 패널은 엔진과 승객실 사이에 놓이게 된다. 화재가 엔진 룸에서 발생하면 화염은 V형태(V Pattern)로 퍼져 나가 그림 2와 같은 모습으로 전이된다. 화염

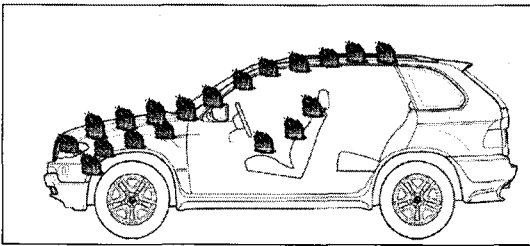


Fig. 2. 화염 전이 경로.

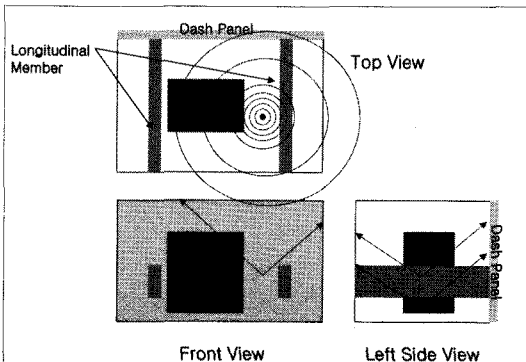


Fig. 3. FF 차량의 엔진 룸 내 화염 전이 특성.

이 대시 패널과 만나게 되면 화염 전이는 지연되어 승객실 상부인 프론트 필러를 타고 천정으로 전이된 후 천정에서 떨어진 소낙물에 의해 시트가 2차적으로 소손되는 형태를 나타낸다. 일반적으로 엔진 룸에서 인근 승객실로 전이되는데 15~20분 정도가 소요된다. 환원 하자면 화염 전이는 대시 패널에서 지연되고 시간이 지남에 따라 대시 보드 상부와 윈드셴드, 루프패널을 통해 이루어진다.

3. 화재 전이 형태

3-1. FF 차량의 엔진 룸 화재 전이 형태

그림 3은 FF 차량의 엔진 룸 구조를 나타낸 것이다. 엔진은 사이드 멤버와 대시 패널에 둘러싸여 있고 전륜 구동인 차량의 경우 엔진은 엔진 룸의 횡방향으로 장착된다. 만약 그림 3에 나타낸 적색 점에서 화재가 발생한다면 화염은 방사상으로 전이되어 사이드 멤버와 엔진 사이 그리고 대시 패널과 엔진 사이 공간으로의 쉽게 전이되지만 엔진을 가로지르는 방향으로의 전이는 쉽지가 않다. 따라서 우측 대시 패널의 소손은 크게 나타나지 않게 된다. 하지만 측면에서 바라볼 때 화염의 전이 형태가 V자 이므로 화재 발생 부위가 낮아지면 낮아질수록 대시 패널에 미치는 화염의 영향을 커지게 된다.²⁾

3-2. FR 차량의 엔진 룸 화재 전이 형태

길이 방향으로 배치되는 엔진 또한 횡으로 배치되는 엔진과 유사한 형태로 화염이 전이지만 한 가지 다른 점은 엔진과 대시 패널 사이에 공간이 없다는 것이다. 즉 엔진과 변속기는 대시 패널 속을 관통하는 터널 내부에 설치되므로 대시 패널과 엔진과의 공간은 화염이 전이하기에 협소하다는 것이다. 즉 화재가 적색 점(그

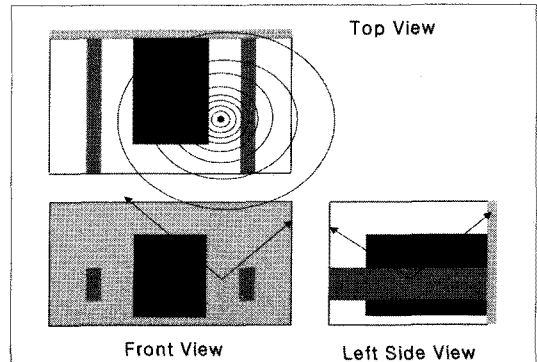


Fig. 4. FR 차량의 엔진 룸 내 화염 전이 특성.

림 4)에서 발생될 경우 방사상으로 퍼져 나갈 것이다. 하지만 대시 패널의 반대편(우측 대시패널)은 엔진에 가로 막혀 화염 영향을 미치지 못할 것이다. 전면과 좌측면에서 바라본 화염의 진행 방향 또한 횡방향으로 배열되는 엔진 룸과 유사한 형태를 나타낸다. 따라서 화재가 발생된 곳의 대각선 방향의 대시 패널 하부가

소손되는 경우는 흔치 않은 일이다. 화재 발생 지역 대각선 방향에 있는 대시패널이 소손될 가능성은 FR차량보다 FF차량에서 더 높다고 할 것이다.

4. 엔진 룸 내부의 구획

엔진 룸을 그림 5와 같이 8개 블록으로 분할하여 발화개소를 추정할 수 있다. 엔진 룸 상하부를 각각 4개의 블록으로 엔진을 중심으로 분할시킨다. 상부 영역을

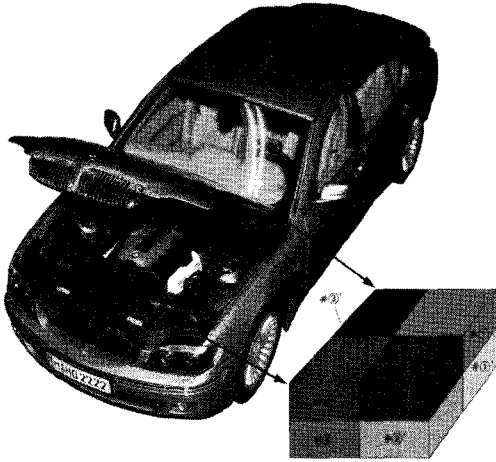


Fig. 5. 엔진 룸 내부의 구획.

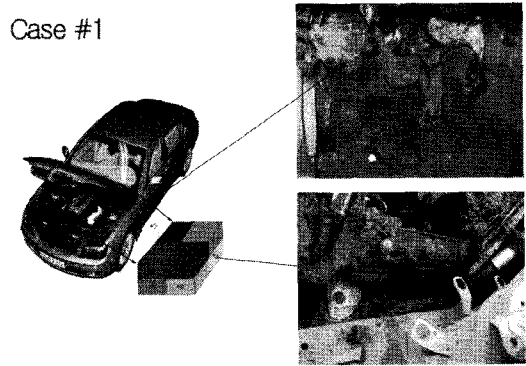


Fig. 7. 사례 1 차량의 발화부 및 대시패널의 소손상태.

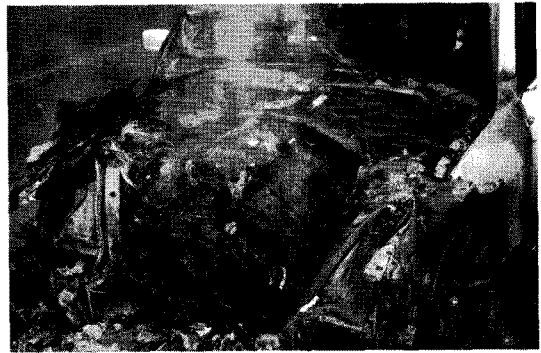


Fig. 6. 사례 1 차량의 소손상태.

#①, #②, ③, #④로 놓고 하부를 #①', #②', #③, #④ '으로 각각 나타낼 수 있다. 만약 발화부가 상부영역이라면 엔진 룸 상부쪽으로 소손은 크게 나타나지만 승객실 쪽 대시 패널 하부는 소손되기 어렵다. 역으로 승객실 측 대시 패널 하부가 소손되었다면 하부영역이 발화부가 될 가능성이 높기 때문에 엔진 룸 하부에 대한 조사가 이루어져야 한다.

5. 사례연구를 통한 엔진 룸 화재의 특성

5-1. 사례 1

그림 6은 사례 1 차량의 소손상태를 나타낸 것이다. 엔진 룸은 심하게 소손되었지만 센터바디와 리어 바디는 소손되지 않았다. 차량화재를 조사할 때 외판패널의 소손상태를 비교하는 것이 일반적인 방법이고 당해 차

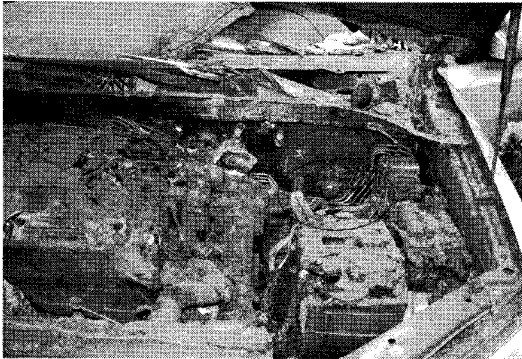


Fig. 8. 사례 2 차량의 소손상태.

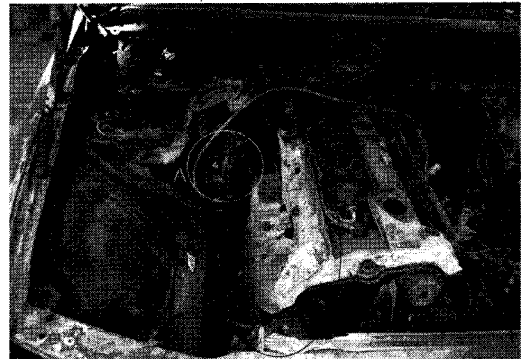


Fig. 10. 사례 3 차량의 소손상태.



Case #2

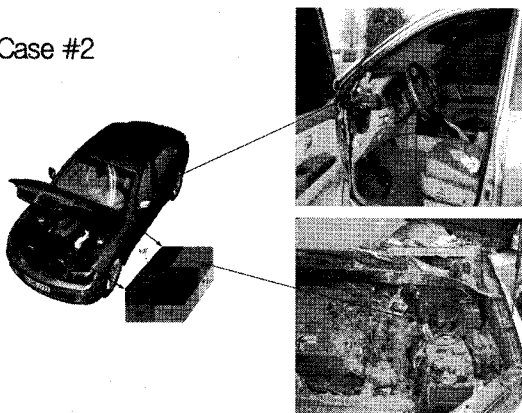


Fig. 9. 사례 2 차량의 발화부 및 대시패널의 소손상태.

Case #3

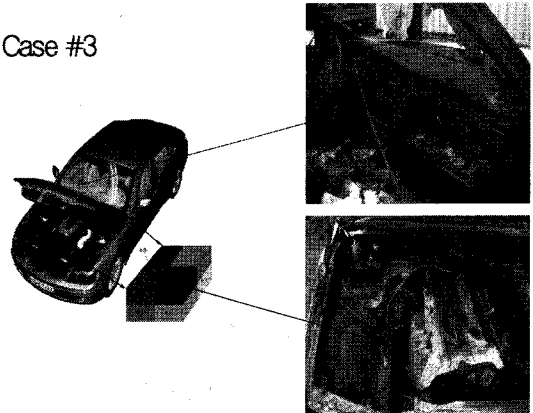


Fig. 11. 사례 3 차량의 발화부 및 대시보드의 소손상태.

량의 본넷트 상부가 타부위에 비해 심하게 소손되어 있었다. 이러한 부분은 화염의 영향을 집중적으로 받은 부분이므로 이곳에 대한 조사가 중심되어야 하며 그 결과 엔진 좌측 배기 매니폴드를 중심으로 화염이 전이된 것으로 추정하였다. 이 사례의 경우 대시 패널 좌측의 소손은 심하게 나타났지만 우측의 소손은 크지 않았다.



Fig. 12. 사례 4의 차량화재 소손상태.

Case #4

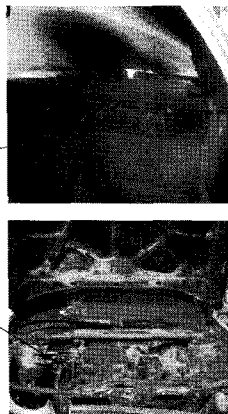
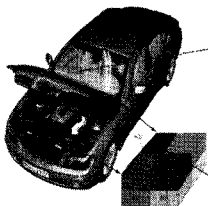


Fig. 13. 사례 4 차량의 발화부 및 대시보드의 소손상태.

5-2. 사례 2

사례 2 차량의 소손상태를 그림 8에 나타내었다. 배터리와 배력장치 사이의 소손이 크게 나타났고 좌측 카울 패널의 소손이 심하게 나타났으며 운전석쪽 대시 보드 상부가 화열에 의해 녹아 내려 있다. 하지만 운전석 하부의 대시 패널의 소손은 나타나지 않았다. 그림 9는 사례 2 차량의 발화부와 대시 패널의 상태를 도해로 나타낸 것이다.

5-3. 사례 3

사례 3 차량의 경우 엔진 룸의 모든 부품들이 전소되었고 특히 우측 라커 암 커버는 용융되었다. 대시 보드의 상부는 화열에 의해 녹아 내렸는데 우측이 좌측보다 더 소손되었다. 본 건의 발화부위는 베이퍼라이저 부분이었다.³⁴⁾

5-4. 사례 4

그림 12와 13은 사례 4 차량의 엔진 룸 소손상태와 대시 보드의 소손상태를 나타낸 것이다. 발화부위로 추정되는 ABS모듈 인근의 소손이 심하게 나타나 있고 동반자석 대시 보드 상부가 녹아 내려 있다. 엔진 룸 상부 #③영역에서 발화된 것으로 대시 패널 하부의 소손은 없었다.

6. 결론

엔진 룸만 소손된 차량화재 사례 4건을 이용하여 발화부 위치가 대시 패널 소손에 미치는 영향에 대해 분석하여 조사 우선순위를 정할 수 있는 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 엔진 룸만 소손된 화재 차량을 조사하는데 있어 승객실 방향에서 바라본 대시 패널의 소손여부를 먼저 조사하여야 한다.
2. 만약 좌측(또는 우측) 대시 패널이 소손되었다면 발화부는 엔진 룸의 좌측(또는 우측)이었을 가능성이 매우 높다.
3. 좌측(또는 우측)이 결정되었다면 대시 패널 하부에 대한 소손상태를 조사해야한다. 만약 하부가 소손되었다면 엔진 룸 내부의 발화부는 #①~④블록이 될 가능성이 높다. 따라서 엔진의 배기 시스템 부분을 조사하고 동소에 엔진오일 등의 윤활유나 가연성 물질의 부착여부를 조사해야 한다.
4. 역으로 대시 패널 하부가 소손되지 않았다면 엔진 룸 내부의 발화부는 상부인 #①~④블록이 될 가능성이 높다. 따라서 엔진 상부에 있는 연료시스템이나 전

기 시스템에 대한 조사가 먼저 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. 소방방재청, “화재통계연감”, 2007. 9.
2. Lee S. Cole, “Investigation of Motor Vehicle Fires”, Forth Edition, Lee Books, 2001.
3. 차량화재 참고서(조사요령편), 동경소방청, 2006.
4. 차량화재 참고서(조사 전 예비지식편), 동경소방청, 2005.