

연료 탱크 소손 유무에 따른 화재 차량 감식 기법

The Investigation on Vehicle Fire in respect with Fuel Tank

소방방제청*, 서울동대문소방서**, 경원대학교***, 보험개발원****

권현석*, 이정일**, 최돈묵***, 손정배****

1. 서 론

2006년 3월 현재 우리나라 등록 차량은 총 15,537,187대이고 이중 승용차는 11,268,262대로 73%에 육박하고 있으며 급격히 증가하고 있는 상태이다. 2004년도 국내 총 화재 발생건수 32,737건 중 자동차 화재건수는 6,012건으로 18.4%를 차지하고 있어 주택·아파트 다음으로 많은 것으로 조사되었다. 차량화재의 빈도가 점차 증가하고 있는 추세에 반하여 차량에 대한 화재 원인조사를 체계적이고 과학적으로 접근할 수 있는 전문가는 극소수에 불과하다.

차량화재는 대부분 전소되는 경우가 많아 주차시설의 피해는 물론 인근 건물에까지 확대될 수 있어 막대한 경제적 손해를 끼칠 수 있고, 이로 인한 인명피해를 초래할 수 있는 잠재적 위험성을 내재하고 있다. 즉 차량에 화재가 발생할 경우 조기 진화에 실패하게 되면 차량은 전소될 것이고 정확한 화재원인을 조사하는 것은 매우 힘든 일이 된다.

본 연구에서는 전소된 승용차량의 화재원인조사 사례를 통해 차량의 구조적 특징이 연료탱크의 소손 및 화재 전이에 어떠한 영향을 미치는지 분석하여 최초 발화지점의 위치를 신속하게 찾기 위한 우선 조사 범위를 제시하고자 한다.

2. 승용차량의 방화벽 구조 및 소손특성

3박스형 바디 구조인 세단은 오늘날 대부분의 승용차량에 적용되고 있으며 구조는 프론트 바디, 센터 바디, 리어 바디로 구분할 수 있다. 프론트 바디에는 엔진, 변속기, 현가장치, 제동장치, 조향장치, 공조장치 등 모든 메카니즘 부품이 장착되므로 엔진 룸이라는 표현을 쓰며 승객실과의 구분은 Fig. 1과 같이 대시 패널(Dash Panel)로 구획되어져 화염 전이를 지연시킬 수 있다. 하지만 승객의 탑승 공간인 센터바디와 화물을 적재할 수 있는 리어 바디와는 방화벽 역할을 할 수 있는 구획부가 일반적으로 따로 설

치되어 있지 않다. 따라서 차실 내에서 화재가 발생할 경우, 트렁크로의 전이를 지연시키기는 어려운 구조로 되어있다.

연료탱크는 승객실 2열 시트 하부 쪽에 배열되고 리어 플로워 패널 하부에 설치되므로 차실

내에서 발생한 화염이 연료탱크를 소손시키기 위해서는 차실의 내장재를 대부분 연소시킨 후, 특히 2열 시트를 전소시켜 연료탱크에 열영향을 크게 미친 후 가능하게 되는 것이다.

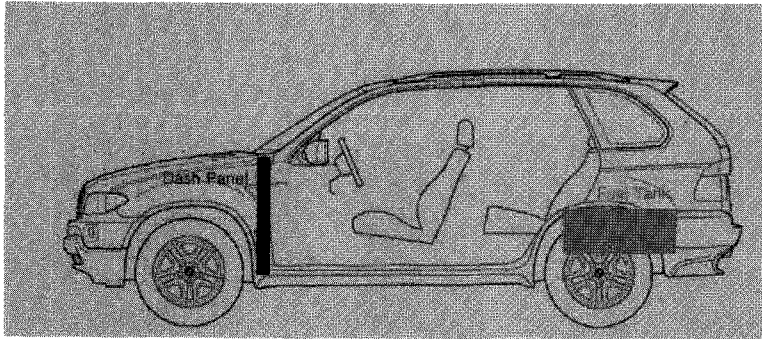


Fig. 1. 방화벽과 연료탱크의 위치.

3. 차량화재 사례를 통해 본 발화 지점 분석

차량화재의 발생 및 전이의 특성상 최초 화재 발생 부분이 어디냐에 따라 소손 특성이 달라진다. 그리고 차량화재는 화재 하중이 높고 외기에 개방된 연료 지배형 화재의 특성을 보이고 있으므로 초기 진화 또는 자연 소화되지 않으면 가연물은 소실되므로 모노코크 바디는 심하게 열변형되어 발화지점 및 발화원의 검사는 불가능한 경우가 많다. 실제로 차량화재는 절반 이상이 소손된 경우이지만 완전히 전소된 경우도 30% 이상을 차지하고 있어 화재 당시 정황이나 차량의 화재상태를 종합하여 화재원인을 추정하는

경우가 많다.

본 연구에 소개될 사례는 모두 전소된 차량에 대한 직접 조사와 함께 당시 촬영된 사진 및 출동 소방관의 진술을 토대로 하여 최초 화재발생 부분 및 원인을 조사한 것으로 연료탱크 소손 유무에 따른 특징을 파악하여 조기에 화재조사 범위를 판단하는데 조금이나마 보탬이 될 것이다.

사례는 모두 네 가지로 구성되어 있으며 사례 1, 2는 연료탱크가 소손되지 않은 경우를 사례 3, 4는 연료탱크가 소손된 경우로 분류하여 각 사례에 대한 분석을 하였다. Table 1은 사례 각각에 대한 화재당시 조건 및 상황에 대한 설명이다.

Table 1. 전소 사례 차량 요약

구분	운전 상태	소손 정도	소화 형태	연료탱크	발화 추정 부위
사례 1	주행 중	전소	소방관	소손 안됨	엔진 룸
사례 2	주차 후	전소	자연소화	소손 안됨	엔진 룸
사례 3	주행 중	전소	소방관	소손됨	승객실
사례 4	정차 중	전소	소방관	소손됨	승객실

3.1 사례 1

사례 1은 차량을 수리한 후 3시간 만에 산길을 주행하다 발생한 화재사고였다. 소방관의 출동이 용이하지 못한 산길에서 발생되었기 때문에 출동 지연이 초래되기는 하였지만 연료탱크는 소손되지 않았다. Fig. 2~3은 화재 당시 촬영된 사진을 시간대별로 나타낸 것으로 엔진 룸에서 발생한 화재가 승객실로 전이되었음을 알 수 있다. 동 차량은 Fig. 4와 같이 전소되었고 소손된 차량의 외관만을 보고 발화 부위를 찾기는 어려웠다. 다만 화재 조사 과정 중 운전자가 화재발생 전 인젝터를 교환했다고 진술하고 있어

엔진의 연료공급 계통에 대한 누유 여부를 집중적으로 조사하던 과정에서 인젝터의 리턴 파이프가 Fig. 5~6에서와 같이 적절하지 못하게 조립되어져 있음을 확인하였다. 인젝터 측의 누유 연료는 고온인 배기 매니폴드에서 착화가 가능하므로 화재 발생원인으로 유추할 수 있다. 즉 이러한 조립상태는 화재를 발생시킬 수 있다는 조건을 만족하므로 화재원인을 동 부품의 정비 불량에 의해 발생된 것으로 보고 있는 사례이다. 그러나 연료탱크는 Fig. 7에서와 같이 소손되지 않았다.

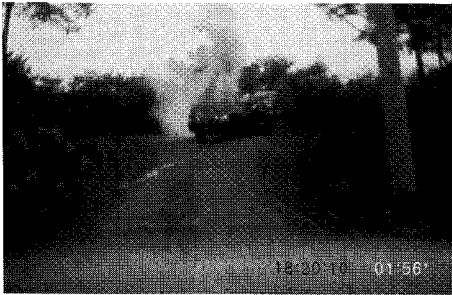


Fig. 2. 사례 1 차량의 화재상황-1.

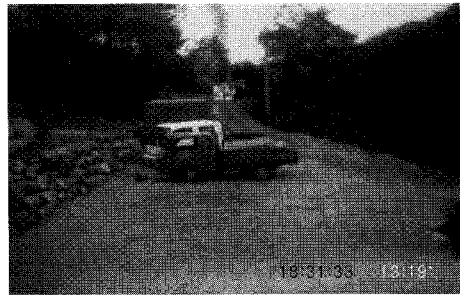


Fig. 3. 사례 1 차량의 화재상황-2.

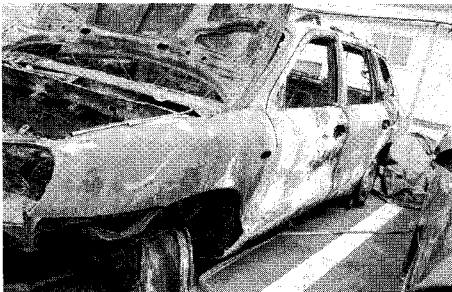


Fig. 4. 사례 1 차량의 소손상태.

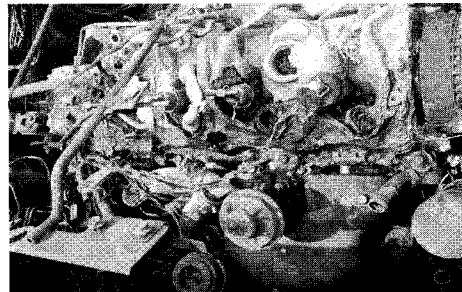


Fig. 5. 사례 1 차량의 엔진 소손상태.

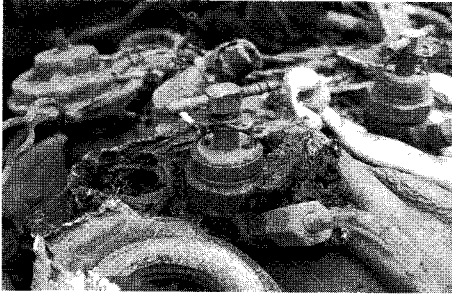


Fig. 6. 사례 1 차량의 2번 인젝터 리턴 핀의 체결상태.

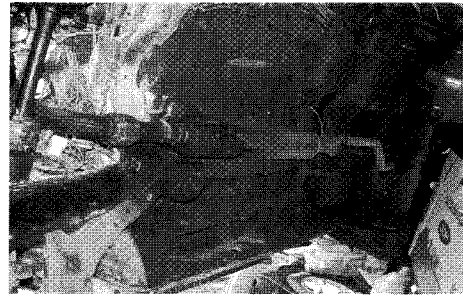


Fig. 7. 사례 1 차량의 연료탱크 상태.

3.2 사례 2

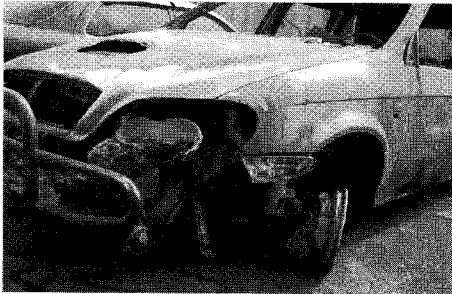


Fig. 8. 사례 2 차량 전소상태-1.



Fig. 9. 사례 2 차량 전소상태-2.

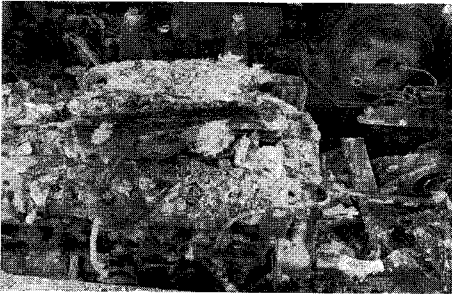


Fig. 10. 사례 2 차량 엔진 소손상태.

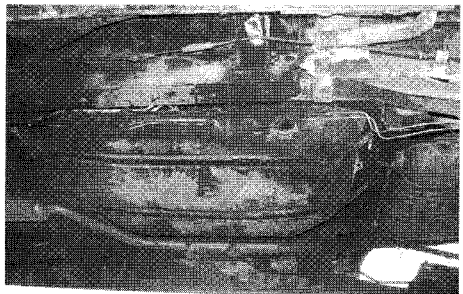


Fig. 11. 사례 2 차량 연료탱크 소손상태.

사례 2 는 인적인 드문 사찰 주차장에서 발생한 건으로 오후에 주차한 후 익일 아침에 전소된 채로 발견되어 소방관에 의한 진화작업을 거치지 않고 자연소화된 차량을 나타낸다.

Fig. 8~9는 전소된 차량의 상태를 나타내고 있으며 엔진 상부가 대부분 소실(Fig. 10)되었고

차실 내장재 또한 소실되었지만 Fig. 11에 나타난 바와 같이 연료 탱크에는 별다른 소손흔을 나타내고 있지 않고 있다.

3.3 사례 3

사례 3은 주행 중 차실 내에서 발생한 화재로

화재 당시 사진을 Fig. 12~13에 나타냈다. 배터리 터미널을 제거하기 위해 후드를 열었지만 4~5분 경과 후 후드가 닫히면서 엔진 룸이 잦아들고 있음을 확인할 수 있다. Fig. 14~15는 전

소된 차량의 상태를 나타낸 것으로 엔진 룸(Fig. 16)과 특히 승객실이 심하게 소손되었고, 연료탱크 또한 Fig. 17과 같이 소실되어 연료까지 연소되었음을 알 수 있다.



Fig. 12. 사례 3 차량의 화재상황-1.

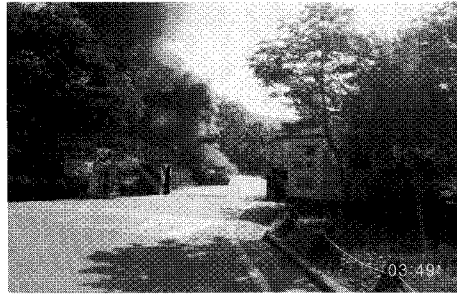


Fig. 13. 사례 3 차량의 화재상황-2.



Fig. 14. 사례 3 차량 전소상태-1.

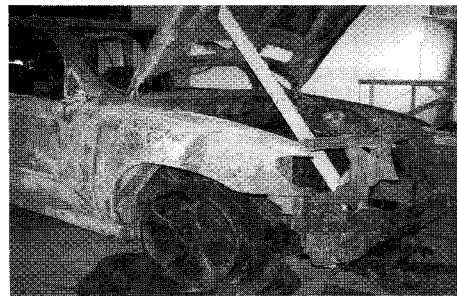


Fig. 15. 사례 3 차량 전소상태-2.

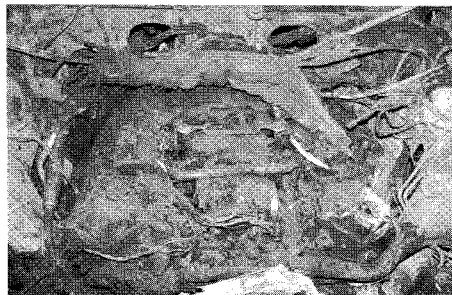


Fig. 16. 사례 3 차량의 엔진 소손상태.



Fig. 17. 사례 3 차량의 연료탱크 소손상태.

3.3 사례 4

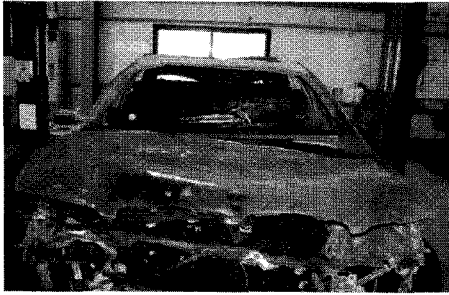


Fig. 18. 사례 4 차량 전소상태-1.



Fig. 19. 사례 4 차량 전소상태-2.

사례 4는 야간에 고속도로 갓길에서 히터를 켜 놓은 상태로 2시간 정도 정차한 상태에서 발생한 차량화재로 엔진 룸의 소손은 크지 않지만 승객실의 소손이 크게 나타난 것으로 Fig. 18~21에 소손된 상태를 나타내었다. 승객실과 루프의 소손은 가장 크게 나타나있으나 트렁크 룸과 엔

진 룸의 소손이 상대적으로 적게 나타났다. 외판 패널에 미친 화열의 영향이 가장 큰 곳은 리어 필러 부분으로 그 하부에 위치한 연료탱크가 Fig. 22와 같이 소손되었고 연료탱크 근방의 언더바디 또한 심하게 소손되었다.

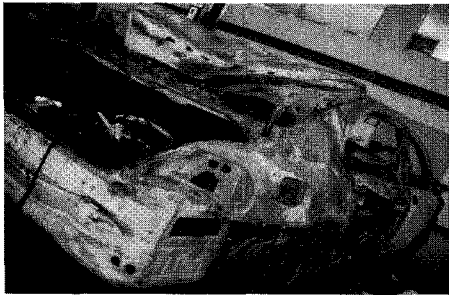


Fig. 20. 사례 4 차량 전소상태-3.



Fig. 21. 사례 4 차량 전소상태-4.

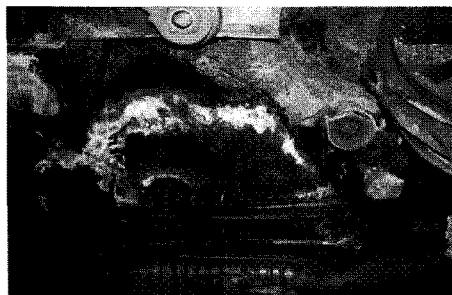


Fig. 22. 사례 3 차량의 연료탱크 소손상태.

4. 사례분석을 통한 발화부위에 따른 소손특성

Table 2. 사례별 원인 및 특이사항

구분	발화부위	소방관 출동 시간	연료 탱크 소손 여부	특이사항	원인추정
사례 1	엔진 룸	약 30분	소손 안됨	리턴 파이프 체결 불량	연료 누유
사례 2		출동 없음	소손 안됨	광범위한 소손흔	방화
사례 3	승객실	약 20분	소손됨	배선 과열	전기 결합
사례 4		약 20분	소손됨	용단흔	전기 결합

사례 1과 2의 경우 소방관의 출동 시간이 사례 3과 4에 비해 늦었거나 출동하지 않았음에도 불구하고 연료탱크는 소손되지 않은 것으로 나타났다. 발화부위는 엔진 룸이었던 것으로 나타났다. 엔진 룸에서 연료탱크까지 화염이 전이되는 과정은 대시 패널을 거쳐야 하므로 전이시간이 지연된다. 우리나라 소방관의 일반적인 출동 시간을 고려하면 연료탱크가 소손되기는 쉽지 않다는 것이다.

사례 3과 4의 경우 소방관의 출동 시간이 늦지 않았음에도 불구하고 연료 탱크가 소손되면서 승객실과 트렁크 룸에 상당히 큰 소손을 나타냈으며 발화부위는 승객실이었던 것으로 보인다. 이들 차량 모두는 배터리의 위치가 트렁크 쪽에 위치하고 있어 주배선이 플로워 패널 위를 통과하여 엔진 룸으로 향한다. 즉 상대적으로 높은 전류가 승객실 바닥을 지나고 있기 때문에 메인 배선의 전기적 결합 발생가능성을 완전히 배제할 수는 없다.

5. 결 론

승용차량의 화재는 초기에 발견되어 진화된 경우는 정확한 화재원인의 규명이 가능하나 완전히 전소된 경우는 차량 전체가 심하게 소손되어 외관 패널의 형체를 알아볼 수 없기 때문에 화재발생 부위조차 추정하기 어렵다. 승용차량의 경우 엔진 룸과 승객실 사이에는 대시 패널이라고 하는 방화벽을 두어 2열 시트 하부에 장착되는 연료탱크의 화염전이를 지연시켜주는 역할을 해준다. 즉 엔진 룸에서 화재가 발생할 경우 소방차 출동이 15~20분 이내에 이루어진다면 연료탱크가 소손되기는 어려우므로 소방관 출동 시간과 연료탱크 소손 여부를 종합적으로 판단한다면 화재발생된 부분을 엔진 룸이었던지 아니면 승객실이었던지를 신속하게 파악할 수 있어 초동 화재조사에 기여할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. '자동차 손해사정 이론과 실무', 보험개발원, 2006.
2. '자동차 사고원인조사 사례집 II', 보험개발원, 2006.
3. '차량에서의 자체 발화 연구', 국립과학수사연구소보, 2004.
4. '차량의 배기계통 과열에 의한 화재', 한국법과학회 제9호 춘계학술대회 논문집, 2004.
5. '자동차 사고원인조사 사례집', 보험개발원, 2004.
6. '현장실무자를 위한 화재원인 조사기법', 화재조사팀편저, 2003.