



지하대공간의 주차장 차량화재를 고려한 연소 실험

강승구* · 한정철* · 김동은* · 김동준* · 권영진**

호서대학교 소방방재학과* · 호서대학교 소방방재학과**

The combustion experiment considering car fire in the basement parking space

Kang Seung-Goo · Han Jung-Chul · Kim Dong-Eun · Kwon Young-Jin
Dept. Fire & Disaster Prevention of Hoseo Univ*
Prof. Fire & Disaster Prevention of Hoseo Univ**

요 약

지하 주차장에서 차량사고에 의해 차량화재가 발생하는 것을 고려하여 대규모 연소실험을 실시하였다. 연소 실험결과 실험체 Car1, Car2 의 최대 발열량은 5.4MW가 측정 되었으며, 최고온도는 Car1에서 1206℃와 Car2에서 최고 온도 1113℃가 측정 되었다.

1. 연구배경 및 목적

최근 전세계적으로 대형화, 첨단화로 변화되면서 차량은 필수품이 되었으며, 국내의 경우 2010년 기준으로 1734만 가구와 1794대의 등록차량¹⁾으로 가구당 약 1대씩 자동차가 등록되어있다. 이처럼 많은 차량은 지상주차장, 상업시설주차장, 지하주차장내에 주차되고 있지만, 지하주차장과 같이 지하공간 내에서 화재발생시 지상공간의 연료지배형 화재와 다른 화재형태를 나타내며, 밀폐·폐쇄된 공간에서의 환기지배형 화재특성을 지닌다.

특히, 국내의 지하주차장은 근린생활시설이나 상업시설, 역사에서 지하주차장으로 직통 연계되는 구조가 많이 존재한다. 차량과 같은 특수한 가연물이 많은 장소에서의 화재 발생시 다량의 유독가스과 연기가 발생하여 인명에 치명적인 피해를 발생시키고, 주차공간 내 많은 인접차량으로 인하여 화염, 복사열 등에 화재가 확대된다. 이러한 위험성에 대하여 국내의 지하공간에 대한 법 규정을 2012년 3월 9일부터 초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법이 시행 중이며 지하공간의 재난관리 시스템 기반을 확립하였으나, 지하주차장의 화재를 고려한 기초 데이터 및 화재성상예측에 대한 연구는 부족한 실정이다.

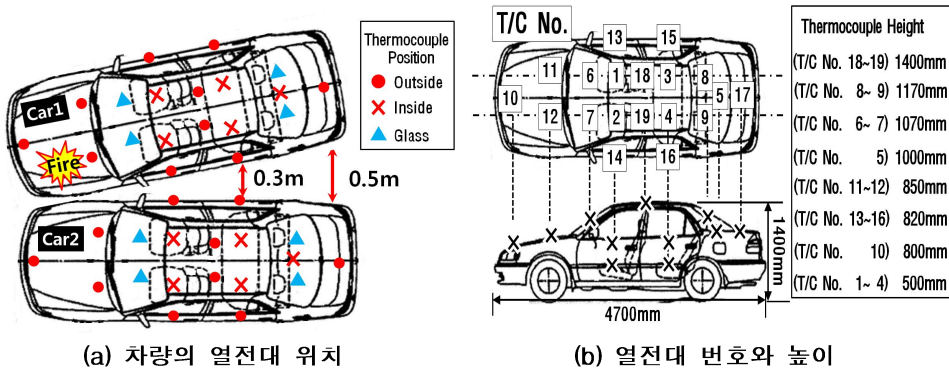
따라서 본 연구는 지하주차장에서 차량이 인접한 장소에서 차량 사고를 고려한 실물화재실험을 실시하였으며, 차량 연소시 발열량, 차량 화재전파 특성, 차량 내외부 온도 변화를 측정하여 지하공간내 주차장의 화재성상 예측을 위한 기초자료로 제시하는데 그 목적이 있다.

2. Large Scale Calorimeter 연소 실험 계획 및 방법

차량의 화재평가 실험은 한국건설기술연구원에서 10MW급 Large Scale Calorimeter²⁾ 연소실험을 실시하였으며, 측정 대상은 산소소모율법을 적용한 열방출율과 온도 변화를 측정대상으로 하였다. 실험 계획은 다음 Table 1에 나타낸 바와 같다. 또한 차량내 온도 변화를 파악하기 위하여 다음 Fig 1과 같이 차량 유리, 내·외부 3유형으로 분류하여 각 차량에 19개씩 38개의 열전대를 설치하였으며, 동일한 조건의 차량과 충돌 화재를 고려한 시나리오로 실험을 진행하였으며, 연소실험 전 시험체의 모습을 Fig 2에 나타내었다.

Table 1. List of Specimens

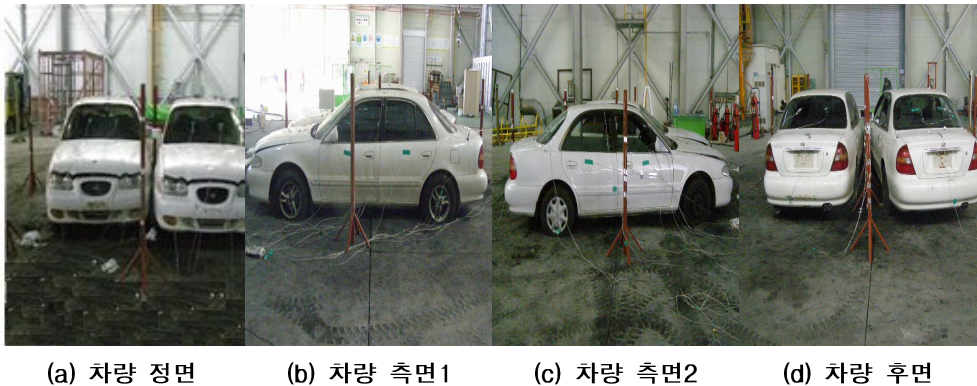
Specimen	Type	Conditions of Opening	Ignition location	Fuel Type
Car 1	midsize car	50% Open	Engine	Gasoline
Car 2	midsize car	Close	x	Gasoline
Common	Ignition source : heptane 50ml, Fuel : 0%, Tire: Remove the Air			



(a) 차량의 열전대 위치

(b) 열전대 번호와 높이

Fig 1. Design of experiment and Position of Thermocouple



(a) 차량 정면

(b) 차량 측면1

(c) 차량 측면2

(d) 차량 후면

Fig 2. Shape of Test Specimen

3. 실험 결과

3.1 차량의 연소 과정

차량이 연료에 의해 착화되면서 연소되는 과정을 Fig 3에 나타내었다. 점화 시작과 동시에 검은 연기가 다량 발생하였으며, 3분 후 차량 본넷 위로 화염이 전파되면서 동시에 Car2의 왼쪽 타이어에 화염이 전파되었다. 또한 발화 6분 후 Car1의 본넷이 50% 이상 연소되었으며, 발화 12분 후 Car1의 앞 유리창이 파괴되고 이어서 천정부와 상부로 화염이 급속히 전파되었다. 특히, 발화 14분 후 타이어 타는 소리와 함께 1차 폭음과, 이어서 1분 뒤 2차 폭음과 함께 화염이 확대되었으며, 발화 17분 후 4차, 5차의 연속의 폭음, 발화 22분 후 6차 폭음이 들렸다. 발화 24분 후 차량이 지속하여 화염이 더욱더 거세지고 있었으며, Car2의 화재가 전성기에 들어갈 쯤, 다량의 연기로 인하여 집진기에서 산소소모가 측정되지 않았다. 이에 시험을 강제 종료하였으며, Car1의 중량이 1253kg에서 1010kg로 153kg, Car2의 중량이 1256kg에서 1150으로 106kg 중량감소가 측정되었다.

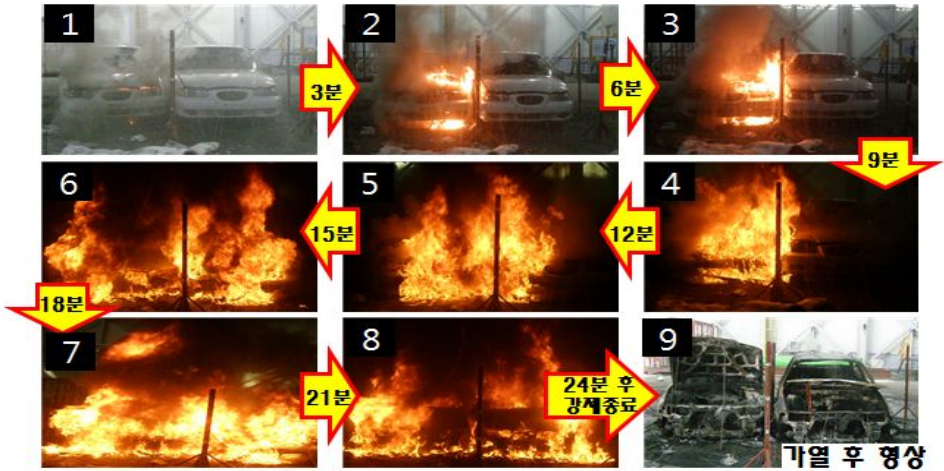


Fig 3. The fire spread of Specimen

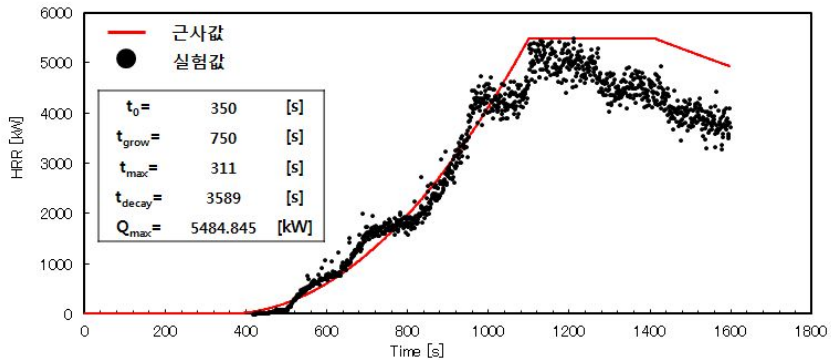


Fig 4. The Heat release rate of Specimen

3.2 차량의 발열량 및 온도 변화

연소 실험 결과 다음 Fig 4와 Fig 5에 나타내었다. 시험체 Car1, Car2 의 최대 발열량은 5.4MW가 측정 되었으며, Car1에서 12분경 엔진 윗부분에서의 최대 온도 1206℃와 Car2의 최고 온도 1113℃가 측정 되었다.

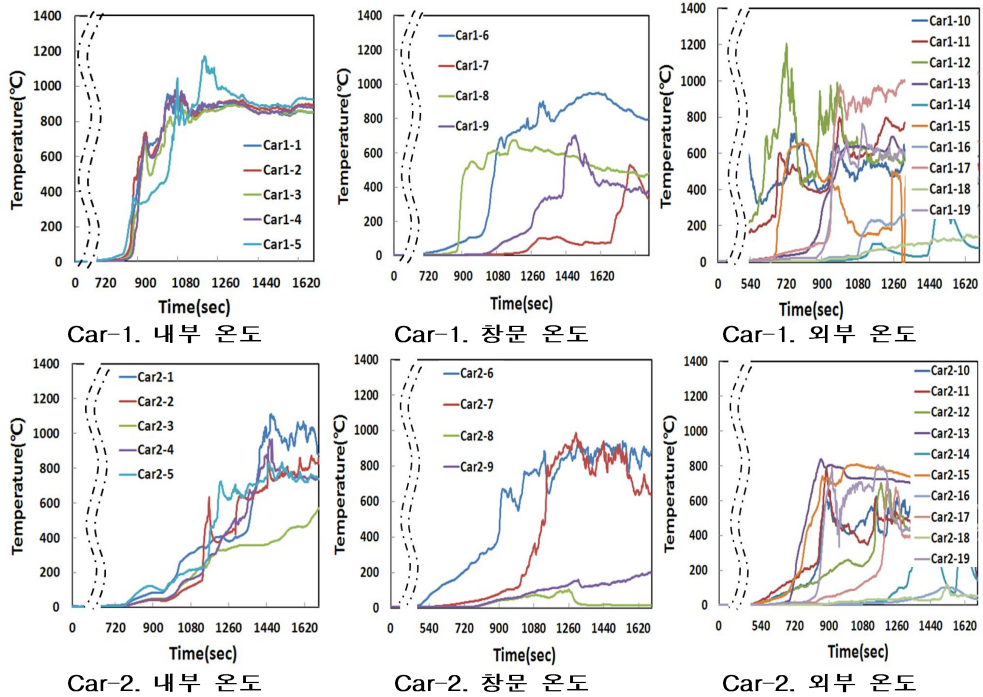


Fig 5. The temperature change of specimen

4. 결 론

지하공간의 주차장 화재를 고려한 연소실험을 실시한 결과, 차량의 최대 발열량은 5.4MW와 최대 온도 1206℃가 측정되었고, Car2가 초기화재에서 실험을 종료하였기 때문에 최대 발열량과 최대온도의 값이 더욱 클 것으로 예상된다. 또한 국내 내화성능규정은 10분, 20분, 30분에 658℃, 761℃, 822℃의 확보로 규정되어 있지만, 12분 이후부터 1206℃와 1000℃이상의 온도가 측정되었다. 이에 구조물의 피해가 크게 발생할 것으로 판단되며, 따라서 구조물의 내화성능 기준을 기초적인 가연물조사를 통해 DB를 구축하고, 이를 표준 모듈화하여 화재하중을 산출한 뒤 화재조건에 맞는 내화설계가 필요하다고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2011년 건설교통기술연구개발사업 11첨단도시C01지원에 의하여 수행하였으며, 관계 자께 감사드립니다.

참고문헌

1. 통계청 e-나라지표 가구, 자동차 등록대수 <http://www.index.go.kr/>
2. 유용호, “실대형화재평가장치의 개발 및 안전화에 관한 연구” 한국화재소방학회 제22권 제 1호 (2008)