

PA17) 콘칼로리미터를 이용한 자동차 구성 성분별 연소 특성 분석

Combustion Characteristics of Car Components Using Cone-Calorimeter

박은영¹⁾ · 박덕신 · 조영민 · 권순박 · 이철규

한국철도기술연구원 궤도, 토목연구본부 환경, 화재연구팀

¹⁾한국과학기술연합대학원대학교 미래첨단교통시스템공학과

1. 서 론

현대 생활에서 자동차는 필수품이라고 할 만큼 많이 보급되고 이용되고 있다. 이러한 자동차가 사고 혹은 고의로 인해 화재가 발생하게 되는 경우 자동차 내부 성분들의 연소에 의해 고열이 발생하거나 연기 혹은 유독가스가 발생하여 탑승자 혹은 주변의 차량에 영향을 미칠 수 있다. 특히 주차장이나 터널과 같은 자연환기에 제한이 있는 곳에서 이러한 사고가 발생한다면 그 영향은 더 커질 수 있다. 따라서 본 연구에서는 용도 폐기된 승용차를 이용하여 차량 화재시 발생할 수 있는 열이나 연기 혹은 연소가스의 발생량을 파악해보고, 주차장이나 터널의 환기설비 용량 및 탑승자의 대피 시간 산출 등에 대한 추후 연구의 기초 자료로 활용하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서 사용한 자동차는 국내 H사에서 제작된 차량으로 과주 폐차장에서 임의로 선정하였다. 자동차의 내부 구성품 중 초기 연소가 발생할 것으로 예상되는 성분을 중심으로 각각 자동차 내부 천정, 의자, 바닥 카페트와 고무 등으로 분류하였다. 그리고 분류된 성분들에서 의자 부분은 머리를 따로 분류하였으며, 이를 다시 의자 커버, 스펀지가 달린 커버, 내부 스펀지로 구분하였으며, 천정은 외부 판넬과 내부 스펀지, 바닥 카페트는 스펀지가 있는 경우와 없는 경우, 그리고 고무성분은 차체 바닥에 깔려진 것과 각 문 틈에 끼워져있는 고무로 나누어 실험을 진행하였다. 이렇게 구분된 재료를 10cm×10cm 크기로 자른 후, 콘 칼로리미터를 이용하여 연소 특성을 분석하였다. 실험 시간은 20분을 기준으로 하였으며, 잔여 질량의 무게 변화 혹은 연소 특성의 변화가 거의 없는 시간까지 실험이 지속되도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

Table 1. Combustion characteristics of the tested car components.

		Thickness	Mass	Time to ignition	Time to flameout	THR	TSR
seat head	cover	3	6	21	248	8.73	285.3
	sponge	21	9.9	5	148	31.64	398.8
	cover+sponge	6	9.2	4	169	133.67	669
seat	cover	2	7.1	11	131	17.77	562.9
	sponge	25	13.8	5	324	83.12	599.5
	cover+sponge	11	14.8	5	479	27.71	881
carpet	W sponge	14	17.7	23	305	61.14	435
	W/O sponge	6	13	40	337	80.75	437.1
head	panel	7	21.3	16	328	67.38	435.9
	sponge	2	6	4	105	17.2	22
rubber	door	21	45.1	8	1088	156.8	1795
	flat	4	48	32	449	67.21	2231

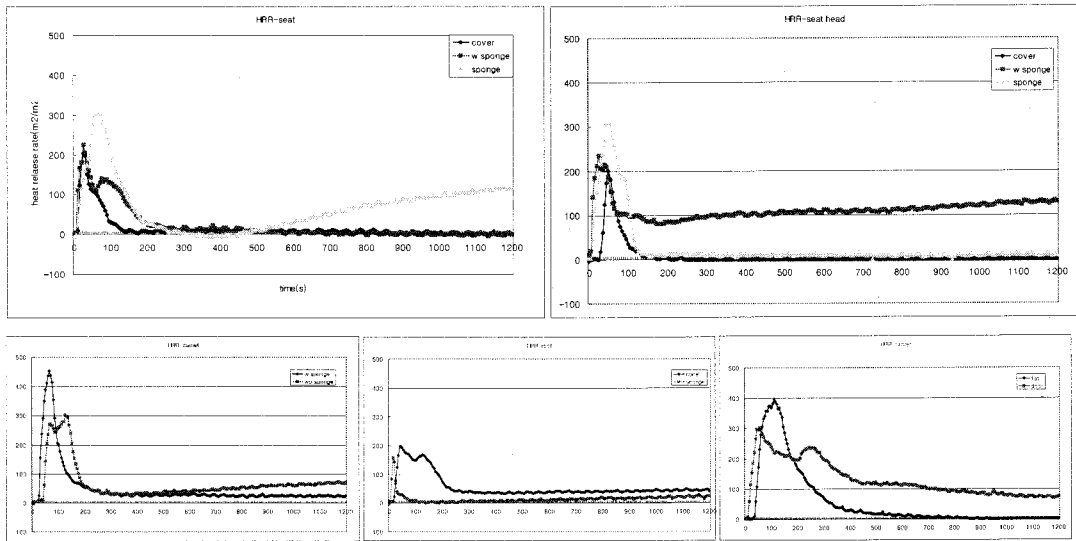


Fig. 1. Heat release rate(m^2/m^2) of the tested car components.

표 1을 통해 각 성분별 연소 특성을 비교해보면, 재료에 불이 붙기까지 걸린 시간은 좌석 머리 커버 중 스펀지가 붙어있는 부분과 천정의 스펀지가 4초로 가장 짧았으며, 좌석과 좌석 머리의 스펀지, 그리고 스펀지가 붙어있는 좌석 커버가 5초를 나타내었다. 이를 통해 스펀지가 포함된 성분이 가장 빨리 착화가 되는 것을 알 수 있었으며, 이와 반대로 스펀지가 없는 카펫과 차체 바닥의 고무 성분이 각각 40초와 32초로 상당히 늦게 착화가 일어남을 알 수 있었다. 연소 단계 중 화염이 있는 상태에서의 연소는 발열이 높게 나타나는 구간으로 이는 착화가 된 시점에서 불꽃이 사라진 시점까지의 시간 사이에 일어나는 연소를 말한다. 이 시간은 문틈 고무의 경우 약 1000초 이상 지속되어 다른 성분에 비해 매우 오랜 시간 불꽃 연소가 일어나는 것을 알 수 있었다. 연소 지속시간 동안 각 성분별로 나타낸 발열총량을 살펴보면 불꽃 연소가 오랫동안 지속되었던 문틈 고무 성분에서 가장 높은 값을 보였으며, 스펀지가 붙어있는 좌석 머리 부분이 그 다음 높은 값을 보였다. 반면 가죽 성분이 아닌 용 성분으로 이루어진 좌석 머리 커버 부분이 가장 낮은 발열량 값을 보였으며, 그 뒤를 천정 내부의 스펀지 부분과 좌석 커버가 따랐다. 이는 그림 1에 나타낸 각 성분의 연소 시간에 따른 발열량의 변화 그래프에서도 동일하게 보여지고 있다. 고무 성분과 바닥 카펫의 경우 다른 성분에 비해 최대 발열량 지점이 높게 나타났으며, 전반적으로 연소가 진행됨에 따라 발열량의 값은 감소하는 경향을 보였다. 연소 재료 중 실험 종료 시까지 재료가 완소되지 않은 경우에는 발열량이 떨어지지 않고 어느 정도 값에서 일정하게 지속되는 모습도 나타내었다. 재료가 연소되면서 부수적으로 발생하게 되는 연기를 살펴보면, 고무 성분이 다른 재료에 비해 높은 값을 보였으며 그 다음으로 스펀지가 달려있는 가죽 성분의 좌석 및 좌석 머리 커버가 높은 연기발생량을 나타내었다.

이와 같은 실험을 통해, 자동차 사고로 차체가 연소되거나, 터널 혹은 밀폐된 공간에서의 자동차 화재가 발생하였을 경우, 차량의 좌석과 천정에 포함되어진 스펀지 성분이 빠르게 연소될 가능성이 있음을 알게 되었으며, 차체 바닥을 구성하는 성분이 가장 늦게 연소됨을 알 수 있었다. 그리고 환기량을 산출하는데 기본 자료가 될 수 있는 연기발생의 경우 고무성분과 스펀지가 포함된 가죽 좌석에서 다량 발생함을 알 수 있었다.