

방음터널 화재 예방을 위한 불연소재 플라스틱 화재 실험

남기훈*, 이준식**, 배준희***
*창신대학교 소방방재공학과
**창신대학교 항공정비기계학과
***경남소방본부
e-mail:jslee@cs.ac.kr

Fire Experiment using Non-Combustible Plastic Material for Soundproof Tunnel Fire Prevention

Ki-Hun Nam*, Jun-Sik Lee**, Jun-Hui Bae***
*Dept. of Fire & Prevention Engineering, Changshin University
**Dept. Aeronautical & Mechanical Engineering, Changshin University
***Gyeongsangnam-do Provincial Fire Headquarters

요약

PMMA 소재 방음터널은 소재의 특성상 용융점과 인화점이 낮아 화재 위험성은 매우 높다. 이로 인해 방음터널에서 화재가 발생하면 화재의 급격한 확산으로 인해 큰 피해를 야기한다. 이에 본 연구에서는 PMMA 소재를 대체할 수 있는 불연플라스틱 소재를 사용하여 2022년 화재가 발생한 제2경인고속도로 방음터널을 모사하여 화재실험을 진행하였다. 실험결과 불연소재 플라스틱은 연소가 발생하지 않았으며 일부 ceiling jet flow 에 의해 열확산이 이루어졌으나 연소가 발생하지 않았다. 이러한 연구결과를 볼 때 불연소재 플라스틱은 방음터널의 소재로써 활용이 가능할 것으로 판단된다.

1. 서론

소음은 환경오염 중 하나로 분류되고 있으며 주택지역의 도로에서 발생하는 소음을 차단하기 위한 목적으로 방음터널을 설치하고 있다[1]. 하지만 현재 사용되고 있는 방음터널 소재는 폴리카보네이트(PC, Polycarbonate), 아크릴(PMMA, Polymethyl methacrylate), 접합유리가 사용되고 있다. 이중 PMMA 소재는 용융점 및 인화점이 낮아 화재에 매우 3가지 소재 중 가장 위험성이 높다[2][3]. 2022년 12월 29일 제2경인고속도로 방음터널 화재(사망 5명)는 이러한 위험성을 여실히 보여준 사고이다. 이에 본 연구에서는 화재 위험성이 높은 PMMA와 PC 소재를 대체할 수 있는 불연소재를 사용하여 연소실험을 수행하였다. 연소실험은 제2경인 고속도로 방음터널의 화재를 모사하여 축소모형을 제작하고 화재상황을 모사하여 진행하였다.

2. 연구방법

2.1 실험장치

축소모형은 폭10m, 터널 양측 벽 및 가운데 높이7m, 길이 20m 크기의 실물 터널 규모를1/10 스케일로 축소시켜 폭1m,

터널 양측 벽 및 가운데 높이0.7m, 길이는2m로 pmma 방음판 소재를 1m 마다 연결하였다. 실험에 사용된 방음판은 두께 5mm의 불연소재(플라스틱)이며 방음터널의 천장부 및 측벽부에 설치하였다.



[그림 1] 실험장치 구성

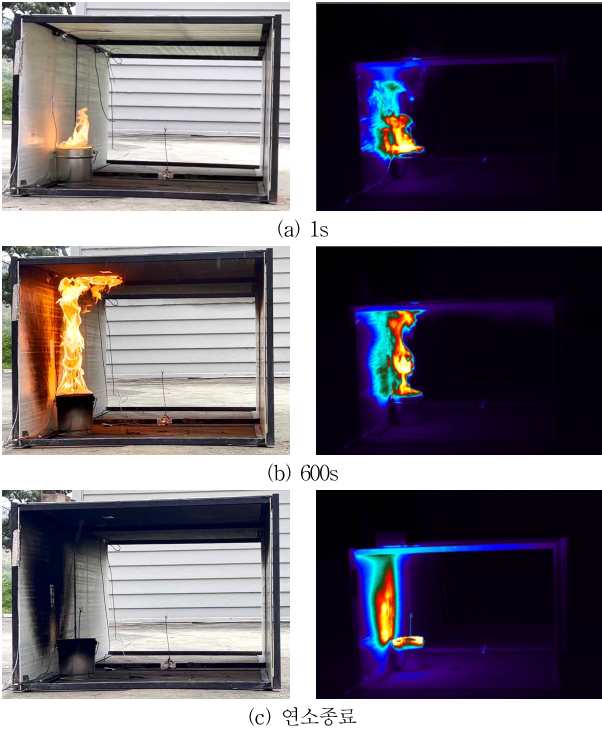
2.2 실험방법

화원은 실험장치 입구부분에서 0.5m, 좌측벽에서 0.1m 위치한 곳에 지름 0.2m, 높이 0.2m 의 원형 pool식 버너(연료 헵탄 1L, 물2L)를 설치하였다. pool식 버너에서의 연소는 초기 낮은 모멘텀 확산화염(diffusion flame)이라는 것과 부력효과에 의해 영향을 많이 받는다는 특징을 가지므로 실제차량의 연

소를 비교적 유사하게 모사할 수 있는 장점이 있다¹⁰. 불연소재의 온도와 방음터널 모형 내부부 온도를 측정하기 위해 열전대(5개 지점)를 사용하였으며 열화상카메라를 사용하여 방음터널 모형 내부 열의 확산 과정을 촬영하였다. 또한, 디지털 카메라를 활용하여 화재 확산과정을 촬영하였다.

3. 연구결과 및 고찰

실험 결과 불연소재에서 연소확산이 발생하지 않는 것으로 나타났다. 화원으로 사용했던 헵탄이 완전히 연소가 끝날 때까지 불연소재에는 일부 그을음이 나타났으나 연소가 발생하지 않았다. 일반적으로 화재플럼에 의해 발생한 고온의 가스가 천장면과 만나 천장면을 따라 확산되는 ceiling jet flow 현상이 본 실험에서도 동일하게 나타났다. 하지만 불연소재에 일부 열이 확산되는 부분이 나타났지만 연소가 발생하지 않았다. 이러한 연구결과를 볼 때 밀폐형 방음터널의 벽 부분을 불연소재를 사용하고 천장부분을 빛 투과율이 좋고 화재에 잘 견딜 수 있는 소재를 사용할 경우 방음터널 화재의 확산을 막을 수 있는 방안으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.



[그림 2] 불연소재의 연소과정

4. 결론

본 연구는 화재위험이 높은 PMMA 소재의 방음터널의 화재안전을 확보하기 위한 방안으로 불연소재 플라스틱을 사용하여 2022년에 발생한 제2경인 고속도로 방음 터널을 모사하

였다. 실험결과 불연소재 플라스틱을 사용한 방음터널에서는 화재의 확산이 이루어지지 않았으며 화재플럼에 의한 천정부 열확산이 나타났지만 연소로 이어지지는 않았다. 이러한 연구결과를 볼 때 불연소재 플라스틱은 방음터널 소재로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2022R1F1A1074289).

참고문헌

- [1] Kim, Taewoo, Yoon, Myongo, and Lee, Jun. Analysis of Domestic Research Trends on Fire Safety of Soundproof Tunnels, Korean Society of Hazard Mitigation, 2019. Vol. 19, No. 2, pp.1-10
- [2] Byung-Jik Son, Myung-Hyun Noh, & Sang-Youl Lee. CFD and Mapping-Induced FSI Analyses of Soundproof Tunnels with Un-symmetric Shapes under a Turbulent Wind Load, Journal of Civil Engineering, 2021. Vol. 25, pp. 3813-3822
- [3] Korea Expressway Corporation Research Institute, Establishment of Fire Safety and Disaster Prevention Measures in Expressway Soundproof Tunnel, 2018