

제목 : 터널 내화구조 설계 기술				
작성부서	1차분류	2차분류	자료 유형	① 연구보고서 ② 중장기연구계획서 ③ 연구 프로젝트 ④ 기타
화재안전연구실	재해안전 대응기술	화재대응 기술		
작성자 : 김홍열 연구위원				
키워드 : 화재시나리오, 내화구조, 터널				

터널의 화재발생시 유발될 수 있는 대형인명피해의 예방 및 구조적 화재손상에 따른 천문학적인 보수·보강 비용을 절감하기 위해서는 ① 화재시나리오에 따른 터널 구조요소의 열적특성 규명을 위한 터널 구조물 실물 화재실험(Small scale/Large Scale Fire test), ② 전열특성 및 화재거동 예측을 위한 FE수치해석기법을 정립하여 실물 화재실험과의 비교·검증, ③ 터널 구조물 내화성능 평가를 위한 실물실험과 FE수치해석 비교·검증을 통한 터널 내화성능 기술개발이 필요하다.

본 연구에서는 터널 구조물 내화설계 요소기술개발을 위한 최적화 방안 도출을 위하여 <그림 1>과 같은 프로세스로 연구를 수행하였다. 이를 위해 ① 터널 화재사고사례 분석을 통한 RISK분석 및 도출을 수행하고, ② 외국 터널의 내화기준 분석을 통한 터널의 화재강도(시나리오)를 산정하였다. 또한 ③ 터널화재조건 구조물 전열 시뮬레이션 모델조건을 도출하기 위하여 터널화재강도조건을 고려한 실물실험과 구조요소 FE수치해석을 반복적으로 수행하였다. ④ 마지막으로 터널 구조물의 실대형 실험을 통한 터널라이닝의 화재거동 분석 및 터널 내화설계 지침안을 수립하였다.



그림 1. 터널 내화설계 요소기술개발 프로세스

1. 화재강도(시나리오)도출

터널 화재에서 화재강도(시나리오) 도출을 위해 화재 발화 원인별로 화재크기를 산정하였으며, 해외에서 수행한 실물터널 화재실험 및 내화기준 분석을 통해 선정된 터널화재 시나리오는 RABT/RWS/MHC로 선정하였다. 이에 본 연구에서는 수행한 화재시나리오별 터널라이닝 구조요소의 화재손상 및 열특성 분석연구를 기반으로 터널 화재시나리오로 선정하고, 내화성능 향상방안을 터널 세그먼트에 적용하여 성능적 내화설계를 위한 최적화 형상조건을 제시하여 터널 내화설계 요소

기술을 제시하고자 한다.

표 1. 철도터널 화재시나리오 선정

화재 발화원인	화재크기(MW)	화재지속시간(MIN)
승객 철도차량화재	16	30
화물 철도차량화재	30	120
유조 철도차량화재	245	100
LPG 철도차량화재	150	120

2. 터널 화재조건 구조물 전열시뮬레이션 및 구조요소 실물 화재실험

화재시나리오에 따른 화재지속시간 별 HEAT FLUX를 예측하고, 이를 통해 CONVECTION FACTOR를 도출하여 FE해석기법을 토대로 그 대상물을 구조요소에서 터널구조물로 확대하여 신뢰성 있는 터널 구조물 화재시뮬레이션 기법을 제시하고자 하였다. 이러한 터널 시뮬레이션 기법을 토대로 고비용 및 시간·기술 등의 별도의 투자없이 반복적인 수행을 통해 터널의 화재 취약점 및 내화성능 향상방안의 검증할 수 있다. 또한 화재조건 및 강도에 따른 터널 구조요소(시그먼트 라이닝)의 화재손상정도(폭렬) 및 열적온도특성분포를 분석하기 위하여 화재크기<국소화재, 국부화재, MHC(급격한 온도상승), RWS(최고온도)>에 따른 실물화재실험을 수행하였고, 이를 기반으로 화재크기에 따른 콘크리트 폭렬손상정도 및 피복두께산정을 위한 연구를 당해연도에 수행하였다.



그림 2. 실물구조 터널 내화실험

3. 터널 내화설계 지침 도출

터널의 내화설계 지침을 도출하기 위해 상황별·조건별 최적화 내화성능 확보방안에 대한 검증을 수행하여 『터널 내화성능설계 지침안』 및 『터널라이닝 표준시험법』을 제시하였으며, 경제성·시공성·실무적용성을 기반으로 터널의 화재발생시 내화성능을 CASE별로 확보할 수 있는 터널 내화설계기술의 해설서 형식인 『철도터널 내화성능평가를 위한 실무메뉴얼 지침』을 제시하였다.

출처 :

1. 한국철도기술연구원, 철도화재 안전성능 평가 및 사고방지 기술 개발. 2011.
2. ITA-Guidelines for Structural Fire Resistanc. 2005