

철도 터널 단면적에 따른 연기 전파 연구

A study of smog diffusion when a fire takes place in tunnels

박병은* 이종일** 남명식*** 김동기**** 김선홍*****
Park, Byung Eun Lee, Jong Ill Nam, Myong Sik Kim, Dong Gi Kim, Sun Hong

ABSTRACT

We studied three dimension numerical analysis in the case that a train stops in tunnels by fire. And the 'Fluent 6.1' which is CFD(Computational Fluid Dynamics) program was used in this study.

We compare the smog diffusion in single/double track ordinary railway tunnels with that in double track high speed railway tunnels in this study.

1. 서론

대구 지하철 화재 사고를 계기로 지하철역사뿐 아니라 국내 철도터널의 재해에 대한 안전문제가 크게 대두되고 있다. 철도터널을 통과하는 차량에서의 화재 등 비상상황이 발생할 경우 터널 내에서 정차하지 않도록 하는 것이 일반적이지만, 최근에 와서는 철도터널 내에서의 화재발생에 의한 인명피해사례가 예상됨에 따라 터널 내에서 열차를 정차시키는 경우도 예상할수있다.

따라서 터널내에 정차한 화재열차로부터 승객이 터널외부로 안전하게 대피할 수 있는가에 대한 평가를 하기 위해서는 무엇보다도 터널내 정차하는 열차의 연소특성과 터널내 확산되는 연기의 유동성상 및 그로 인한 온도변화에 대한 이해가 선행되어야 한다. 따라서 본문에서는 터널단면적이 연기의 확산속도에 어떤영향이 미치는가에 확인하였다.

터널의 단면비교는 일반철도의 단선단면, 복선단면 그리고 약간 큰 고속철도 복선단면에 대하여 비교 분석하여 동일 조건에서 최초 화재시 승객및 승무원들의 탈출시간이 어느 정도 확보 할 수 있는가를 알아보았다.

-
- * 한국철도시설공단 부장, 정회원
 - ** 한국철도시설공단 차장, 정회원
 - *** (주)코오롱건설 T/K팀장 정회원
 - **** 유신코퍼레이션 철도부 전무, 정회원
 - ***** 유신코퍼레이션 터널부 이사, 정회원

2. 개요

화재에 의해 열차기 터널내에 정차 한 경우에 대해 3차원 수치해석을 전산유체역학(CFD Computational Fluid Dynamics) 전용 프로그램인 Fluent 6.1을 이용하여 검토하였으며, 일반 철도 단선/복선 터널과 고속철도 복선 터널별로 연기전파 거동을 검토하여 비교하였습니다.

화재장도는 1992년 노르웨이의 켈랑산 터널에서 HGV(Heavy Goods Vehicle)의 발열량과 터널내에서의 화재연상을 파악하기 위해 수행된 유레카 499 프로젝트(EUREKA 499 Project)에 의해 선측된 값을 모델링 하여 일반 객차 1량 전소 규모인 10MW를 적용하였습니다.

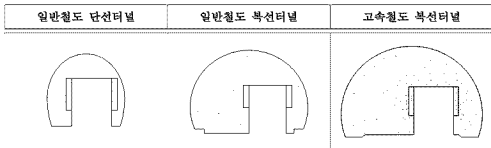
3. 해석 모델

구 분	CASE 1	CASE 2	CASE 3
터널 종류	일반철도 단선터널	일반철도 복선터널	고속철도 복선터널
단 면 적	40 m ²	65 m ²	107 m ²
터널 길이	1,000 m	1,000 m	1,000 m
발 열 량	10 MW	10 MW	10 MW

4. 입력 조건

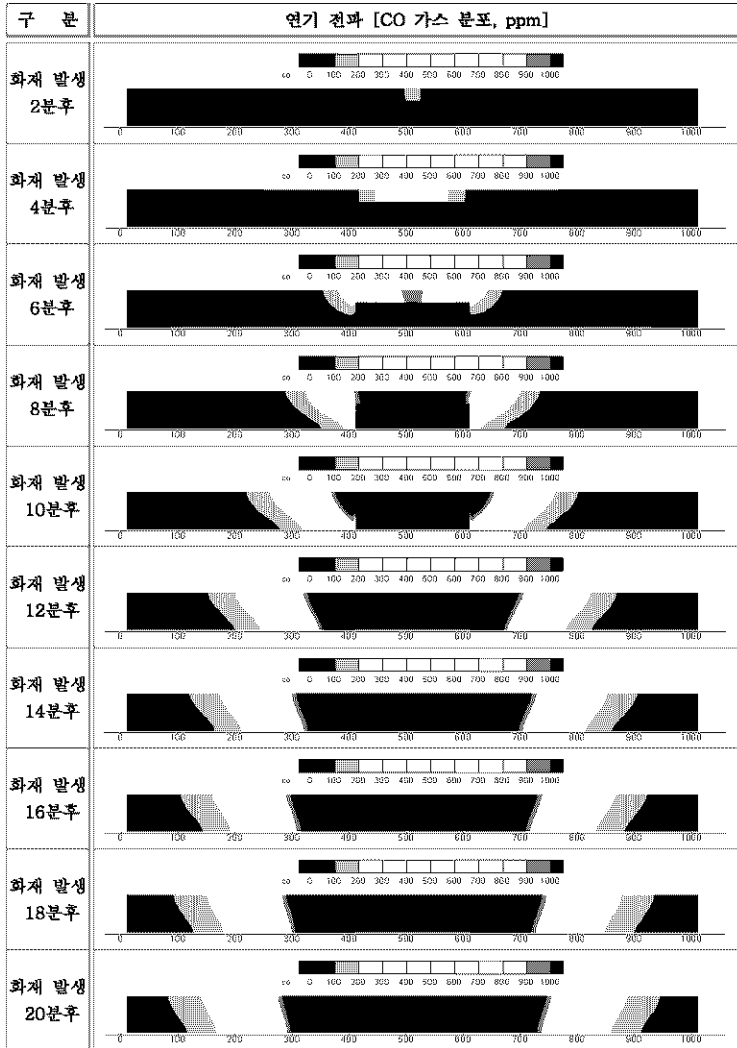
구 분	적용값
해석 프로그램	Fluent 6.1
연산상태	비정상상태(Unsteady-State Condition)에서 수행
유동상태	비압축성 이상기체(Incompressible Ideal Gas)
화재장도	대류 열확산량은 일반객차 1량 전소한 경우의 값으로 산정된 10 MW를 시간에 대한 함수로 적용
난류모델	표준 $k-\epsilon$ 모델(Standard $k-\epsilon$ Model) 사용
CO 가스 발생량	화원에서 10 MW의 화재가 심장하면서 확산되는 CO 가스의 발생량은 0.05 kg/s의 CO 가스가 시간에 대한 함수로 적용
화원위치	열차에서 화재가 발생하여 터널 중앙에서 정차한 것으로 설정

5. 격자 구성

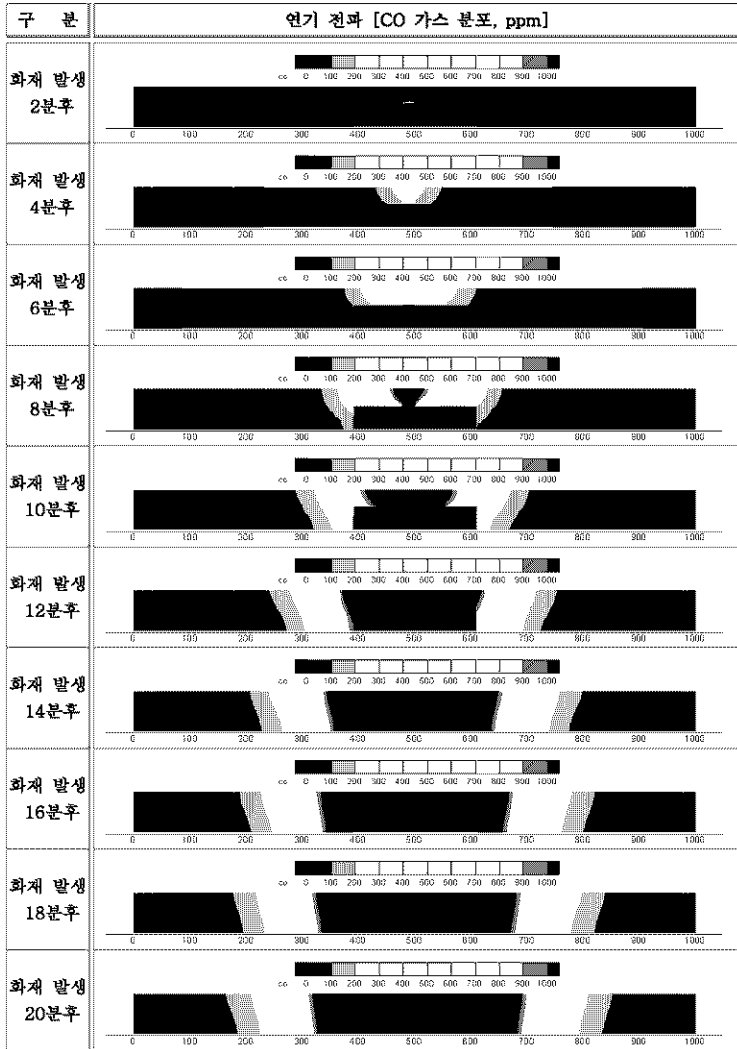


6. 해석 결과

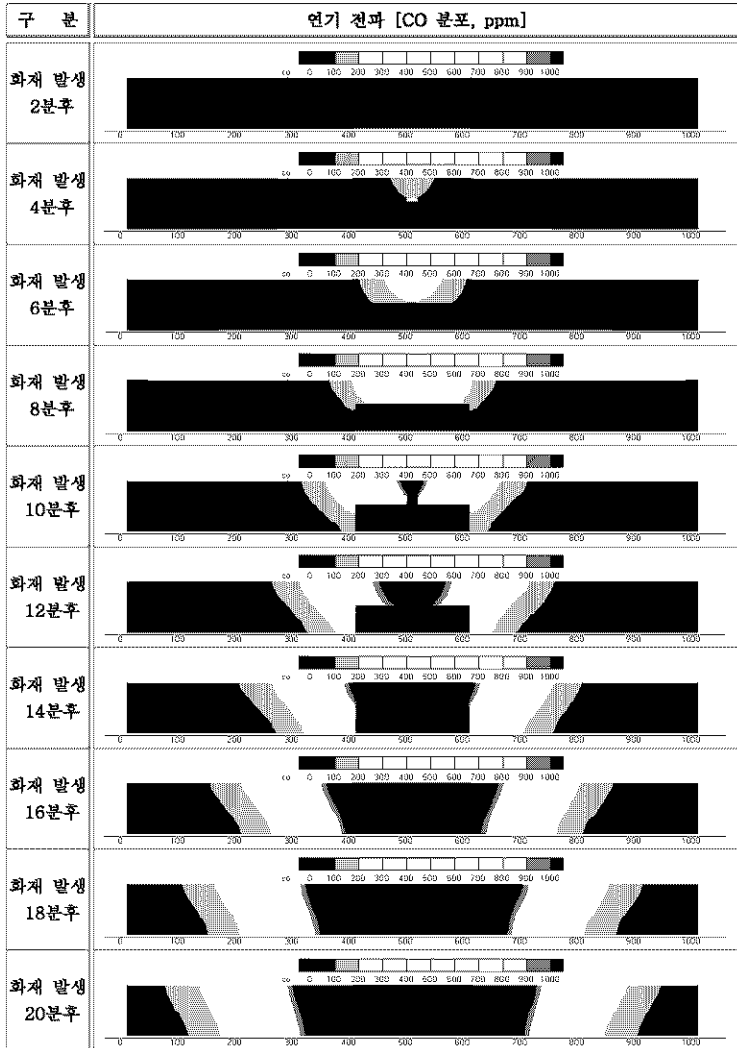
1). CASE 1 : 일반철도 단선 터널



2). CASE 2 : 일반철도 복선 터널



3). CASE 3 : 고속철도 복선 터널

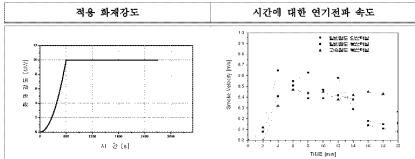


7. 결과 검토

1) 연기의 확산 거리 검토

구 분	CASE 1		CASE 2		CASE 3	
	(일반건도 단선터널)		(일반건도 복선터널)		(고속건도 복선터널)	
	확산거리	확산속도	확산거리	확산속도	확산거리	확산속도
화재발생 2분후	14 m	0.12 m/s	10 m	0.08 m/s	0 m	0 m/s
화재발생 4분후	92 m	0.65 m/s	59 m	0.41 m/s	38 m	0.32 m/s
화재발생 6분후	158 m	0.55 m/s	120 m	0.51 m/s	94 m	0.47 m/s
화재발생 8분후	223 m	0.63 m/s	167 m	0.39 m/s	147 m	0.44 m/s
화재발생 10분후	289 m	0.47 m/s	214 m	0.39 m/s	201 m	0.45 m/s
화재발생 12분후	358 m	0.58 m/s	264 m	0.42 m/s	247 m	0.38 m/s
화재발생 14분후	393 m	0.29 m/s	309 m	0.38 m/s	297 m	0.42 m/s
화재발생 16분후	410 m	0.14 m/s	331 m	0.18 m/s	351 m	0.45 m/s
화재발생 18분후	423 m	0.11 m/s	349 m	0.15 m/s	402 m	0.43 m/s
화재발생 20분후	433 m	0.08 m/s	362 m	0.16 m/s	434 m	0.27 m/s

2) 검토결과



8. 결론

일반 건도 단선 터널과 복선 터널의 경우 화재 발생 8분 후 CO 농도 100ppm 이상의 연기가 터널의 바닥면까지 하강하였으며, 시간이 지남에 따라 연기가 바닥면까지 하강한 상태도 진화됩니다.

고속 건도 복선 터널의 경우는 화재 발생 10분 후 CO 농도 100ppm 이상의 연기가 터널의 바닥면까지 하강하였습니다. 일반 건도 터널보다 고속 건도 터널에서 연기가 바닥면까지 하강하는데 시간이 더 걸리는 이유는 고속건도 터널이 일반건도 터널에 비해 단면적이 월등히 높아, 터널 천장에서 바닥까지 연기가 하강하는데 시간이 더 걸리고 있습니다.

일반철도 단선/복선 터널과 고속철도 복선 터널에 대한 화재연기 전파거동을 검토해 본 결과 화재 발생 후 10분간은 단면적이 가장 작은 일반철도 단선 터널의 경우 연기 전파가 가장 빠르게 일어남을 알 수 있습니다.

참고문헌

1. 한국고속철도건설공단 (2003), “고속철도 터널방재기준 작성 보고서”
2. 건설교통부 한국건설교통기술평가원 (2003) “장대 철도터널 화염방재 기술 및 환기공조 시스템 개발”
3. UIC 779-9 Safety in Railway Tunnels
4. INSTRUCTION TECHNIQUE INTERMINISTERIELLE RELATIVE A LA SECURITE DANS LES TUNNELS FERROVIAIRES N°98 300 DU 08 JUILLET 1998
5. Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes an den Bau und den Betrieb Von Eisenbahntunneln
6. BRAND-UND KATASTROPHENSCHUTZ IN EISENBAHNTUNNELN