터널 환기 및 방재 기술위원회

Annual Technical Report

~ 도로터널 방재·환기기설 설치 및 관리지침 해설서 개발 연구 ~

2022

목 차

제 1 장 도로터널 방재·환기시설 설치 및 관리지침 해설서 개발 개요 ····· 1

1.1 지침 해설서 개발 배경 ····· 1

1.2 지침 해설서 개발 목적 ····· 1

제 2 장 도로터널 방재·환기기설 설치 및 관리지침 해설서 연구 주요 내용 ····· 2

2.1 국내·외 도로터널 방재시설 기준 조사 및 분석 ····· 2

2.2 도로터널 방재·환기시설 설치 및 관리지침 일반사항 상세해설 작성 ····· 3

2.3 감사원 지적사항 보완 ····· 4

제 1 장 도로터널 방재·환기시설 설치 및 관리지침 해설서 개발 개요

1.1 지침 해설서 개발 배경

○ 최근 국토의 효율적 이용과 환경친화적인 도로건설로 인해 도로터널은 증가추세에 있으며, 도로터널의 방재시설을 효율적으로 관리하기 위해 2009년 “도로터널 방재시설 설치 및 관리지침”을 제정하였으며, 2021년 12월 2일 「도로터널 방재·환기시설 설치 및 관리지침」이 전부 개정됨(국토교통부예규 2021-제336호)

○ 지침 전반 규정에 대한 해석과 적용의 혼란 최소화를 위한 「도로터널 방재·환기시설 설치 및 관리지침」의 해설서 작성 및 발간 필요

- 「도로터널 방재·환기시설 설치 및 관리지침」의 내용 해석에 대한 혼란 최소화 필요
- 공공기관의 담당자 및 해당 지침의 사용자가 쉽게 이해하고 적용할 수 있도록 해설서의 작성 및 발간 필요

1.2 지침 해설서 개발 목적

○ “도로터널 방재·환기시설 설치 및 관리지침”에 규정하고 있는 각종 시설에 대한 정의를 명확히 하고 시설별 설치기준에 대한 근거와 적용 방법에 대해 상세히 설명함으로서 지침에 대한 이해를 도모하고 해석의 혼란을 최소화함.

○ 이를 통해 터널의 방재·환기시설의 설치 및 관리에 대한 신뢰성 및 효율성을 제고하여 터널의 안전을 확보하는데 그 목적이 있음

제 2 장 도로터널 방재·환기시설 설치 및 관리지침 해설서 주요 연구 내용

2.1 국내·외 도로터널 방재시설 기준 조사 및 분석

○ 국외 도로터널 방재시설의 설치 기준 비교 및 분석

- 독일, 스위스, 프랑스, 영국, 미국 등 최신 방재기준 분석
- 터널 방재등급 산정방안, 설치시설 및 시설별 설치기준 분석

○ 국내 도로터널 방재시설 관련 기준 분석

- 소방관련법(화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률, 시설별 화재안전기준(NFSC), 도로터널의 화재안전기준 등) 분석
- 도로터널 방재시설 관련 기준(터널설계기준(터널 환기, 조명, 방재시설 : KDS 27 60 00), 도로터널 방재·환기시설 설치 및 관리지침, 도로설계편람 등) 분석

⇒ 시설별 설치기준에 대한 근거 작성 및 시설별 법적기준 분석

⇒ 국내 기준간 합치성 및 연관성 분석

⇒ 민원검토를 통한 해설서 필요 내용 도출

2.2 도로터널 방재·환기시설 설치 및 관리지침 일반사항 상세해설 작성

○ 지침 적용 범위(터널)에 대한 상세 해설 및 예시

○ 터널 등급산정 방법에 대한 상세해설 및 예시 작성

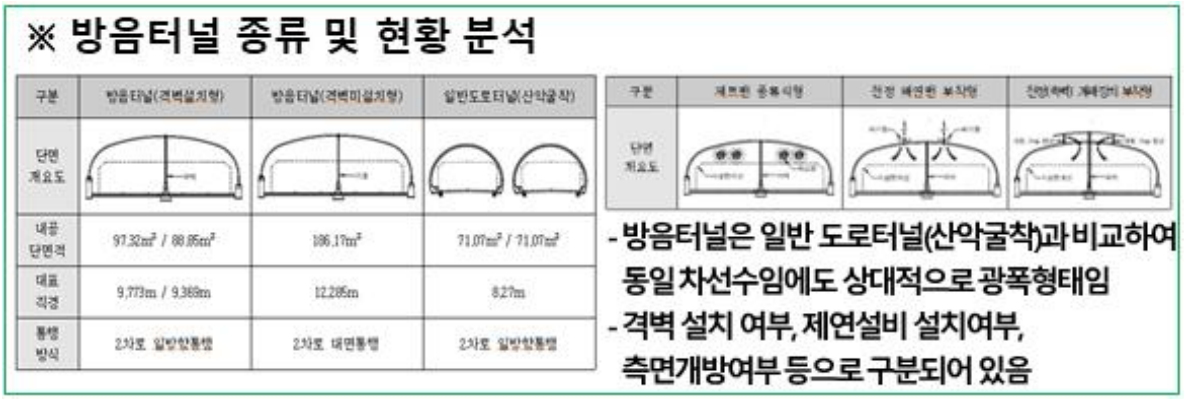
- 교통량 등 각종 위험인자 산정방안에 대한 상세 설명
- 민원내용 분석을 통한 현황 파악 및 등급산정 예시 제시

○ 연속터널 평가 및 방재시설 설치 기준 상세 해설 및 예시

- 연속터널 평가를 위한 시뮬레이션 방법 및 예시
- 민원내용 분석을 통한 현황 파악 및 연속터널 평가 예시

○ 방음터널 방재시설 설치 방안 상세 해설

- 방음터널의 종류 및 현황 분석
- 방음터널로의 적용여부에 대한 기준 상세 설명

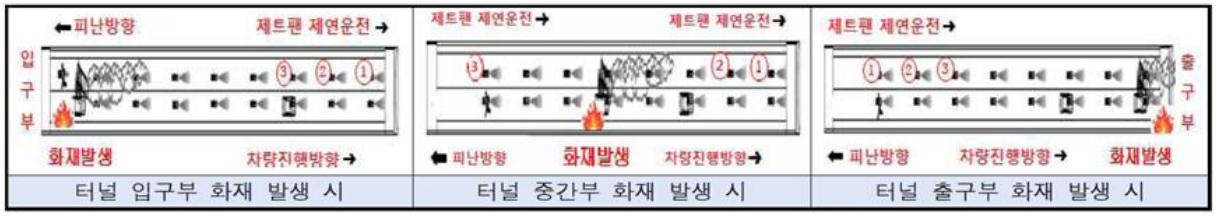


2.3 감사원 지적사항 보완

○ 화재시 제연운전 매뉴얼 작성 설명 및 예시

- 지침상 화재 시나리오(차종, 화재위치 등)에 따른 제연운전 방안 해설
- 화재시나리오(차종, 화재위치 등)에 따른 제연설비 운전 시나리오(예) 및 운전매뉴얼 작성
- 화재시 터널 풍속 자동제어로직 예시

※ 터널 화재 위치에 따른 제트팬 운전조건(예)



※ 민자도시도로 터널 제연설비 및 운영매뉴얼 현황(감사원 지적사항 중 일부 발췌)

(단위: m, 개소, 개)

연번	관할청	노선	터널							제연설비 운영매뉴얼		
			터널명	터널 연장	준공 연도	통행 방식	상대터널과의 연결개소	제트팬 개수	제트팬 위치	구비 여부	화재위치에 따른 조치 여부	화재차량 종류에 따른 조치 여부
1	서울	ㄱㄱ터널	ㄱㄱ터널	1,967	2003	일방	2	14	입구부(2x4) 중앙부(2x2) 출구부(2x1)	○	×	×
2		ㄱㄱ터널	ㄱㄱ터널	2,566	2014	일방	13	12	입구부(2×2) 출구부(2×2)	○	○	×
3		ㄴ로	-	3,230	2016	일방	13	12	입구부(2×3) 출구부(2×3)	○	×	×
4		ㄴ로	-	4,990	2016	일방	20	13	입구부(2×3+1) 출구부(2×3)	○	×	×
5		ㄴ로	-	2,620	2016	일방	10	8	입구부(2×2) 출구부(2×2)	○	×	×
6	부산	ㅅㅅ터널	ㅅㅅ터널	2,440	1998	일방	3	6	입구부(3×1) 출구부(3×1)	○	×	×
7		ㅈㅈ터널	ㅈㅈ터널	2,356	2001	일방	3	14	입구부(2×7)	○	○	×
8		◑◑터널	◑◑터널	4,874	2018	일방	19	19	입구부(2×3) 중앙부(2×2+1) 출구부(2×4)	○	○	×
9		◖◖ 터널	◖◖ 터널	1,509	2019	일방	10	15	입구부(2×1) 중앙부(2×2+1) 출구부(2×4)	○	×	×
10		◗◗대교	-	3,700	2010	일방	82	92	4개 1식으로 23개소에 분산배치	○	×	×

○ 제연설비 성능검증 방안에 대한 세부내용 해설 추가

- 국도터널 및 고속도로 터널 등 제연성능평가 현황 분석
- 제연성능평가 상세 수행방법 제시
- 평가결과에 대한 검증 및 신뢰성 확보방안 제시

⇒ 운영중 터널에 대한 제연설비 제연성능 평가방안 제시

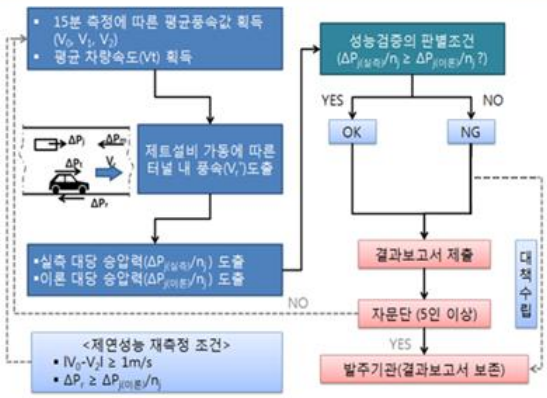
※ 현행 제연설비 성능검증 지침

① 성능검증의 수행주기 : 매 4년

② 성능검증의 수행자 자격조건

수행자의 자격요건은 도로터널 제연설비(환기설비포함)에 대한 설계, 시험·조정 · 평가(TAB), 연구용역 중 1개 이상의 실적이 있는 자로 한다.

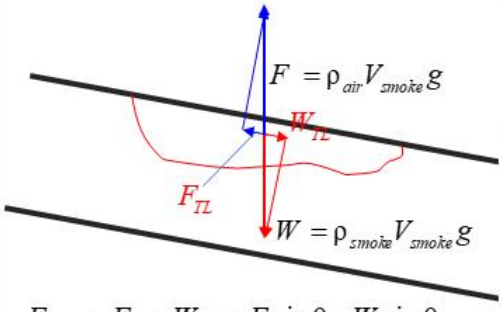
현행 지침에 수록된 제연성능평가와 관련되어
- 평가대상 및 수행주기
- 수행방법(수행절차서)
- 평가방안 등 상세한 해설 작성 예정



○ 열부력 평가방법에 대한 상세해설 및 예시

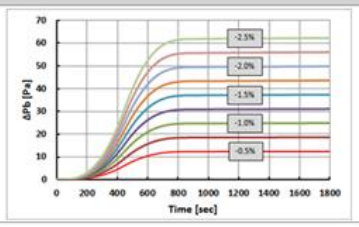
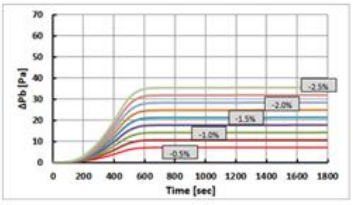
- 열부력 평가를 위한 시뮬레이션 방법(경계조건) 및 예시제시
- 열부력을 고려한 제트팬 산정 예 제시
- 터널 통행 방식별 열부력 평가방법 제시

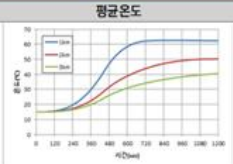
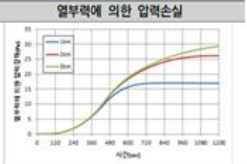
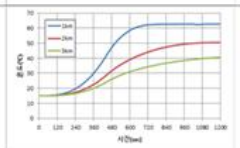
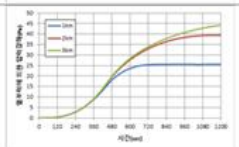
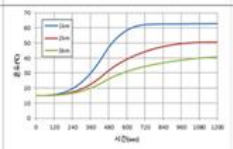
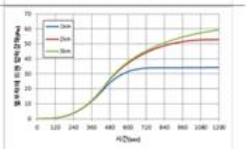
※ 도로터널에서 열부력 개념 및 열부력 검토결과



$$F_{buoy} = F_{TL} - W_{TL} = F\sin\theta - W\sin\theta$$
$$= g(\rho_{air} - \rho_{smoke})V_{smoke}\sin\theta$$
$$= g(\rho_{air} - \rho_{smoke,mean})A_r L_{smoke}\sin\theta$$

Veh. Speed (km/h)	Tunnel Length (m)	Number of Jet Fan					
		Not Considered thermal buoyance force(Hrr=20MW)	Considered thermal buoyance force				
			Hrr=20MW			Hrr=100MW	
			S1.0%	S1.5%	S2.0%	S1.0%	S1.5%	S2.0%
10	300	2	2(0)	3(+1)	3(+1)	4(+2)	5(+3)	6(+4)
	550	3	3(0)	3(0)	4(+1)	5(+2)	7(+4)	8(+5)
	800	3	3(0)	4(+1)	5(+2)	6(+3)	8(+5)	10(+7)
	1300	5	5(0)	5(0)	6(+1)	8(+3)	10(+5)	12(+7)
	1800	6	6(0)	6(0)	7(+1)	10(+4)	12(+6)	15(+9)
	3200	9	9(0)	9(0)	9	12(+3)	16(+7)	19(+10)
40	300	2	2(0)	3(+1)	3(+1)	4(+2)	5(+3)	6(+4)
	550	3	3(0)	3(0)	4(+1)	5(+2)	7(+4)	8(+5)
	800	3	3(0)	4(+1)	5(+2)	6(+3)	8(+5)	10(+7)
	1300	5	5(0)	5(0)	6(+1)	8(+3)	10(+5)	12(+7)
	1800	5	5(0)	6(+1)	7(+2)	10(+5)	12(+7)	15(+10)
	3200	8	8(0)	8(0)	9(+1)	12(+4)	16(+8)	19(+11)

구분	해석결과	경사도(%)	열부력(Pa)
입구부 화재 시		-0.50	12.454
		-0.75	18.681
		-1.00	24.908
		-1.25	31.135
		-1.50	37.362
		-1.75	43.590
		-2.00	49.817
		-2.25	56.044
		-2.50	62.271
중앙부 화재 시		-0.50	7.093
		-0.75	10.640
		-1.00	14.187
		-1.25	17.734
		-1.50	21.280
		-1.75	24.827
		-2.00	28.374
		-2.25	31.920
		-2.50	35.467

구분	평균온도	열부력에 의한 압력손실
1.0%		
1.5%		
2.0%