

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·환기시설 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 설명함으로써 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

※ 현행 방재등급평가 방법 및 등급

[표 15] 위험도지수 산정 방법

평가항목	세부기준	점수 범위	평가항목	세부기준	점수 범위
사고확률	교통량/차량 연장	1.5~10.0	대형차 위험률	감시시스템	0~1
터널 특성	입출구 보강차	0.5~2.0	형제 정도	유도시스템	0~1
	진입부 경사도	0.5~1.0		차리시스템	1~3
	터널 높이	1.0~3.0		터널 내 합류/분류	0~2
	터널 곡선반경	0.5~1.0		교차로/신호등 등 여부	0~2
대형차 위험률 수송	대형차 혼잡률	0.5~2.0	통행 방식	일방통행·대면통행	1~6
	대형차 우회거리계	0.5~6.0	계		7~40

[표 16] 현장등급 및 방재등급 기준에 따른 터널등급

터널등급	터널 현장(1) 기준(현장등급)	위험도지수(0) 기준(방재등급)
1등급	3,000m≤L(대규모)	29<X
2등급	1,000m<L<3,000m (대규모)	19<X≤29
3등급	500m≤L<1,000m (중규모)	14<X≤19
4등급	L<500m (소규모)	X≤14

※ 연속터널 적용에 따른 방재등급 재산정

[표 19] 연속터널 적용에 따른 방재등급 재산정 결과

구분	터널 간 거리(m)	방재등급 재산정 결과	
		현장등급 적용	연속터널 적용 (재평가위험도지수)
■ 터널(730m)~I 터널(838m) 상행 (연속터널 총연장 1,368m)	445	3	2(24)
□ 터널(407m)~J 터널(182m) 상행 (연속터널 총연장 599m)	221	4	2(20.5)
□ 터널(374m)~J 터널(183m) 하행 (연속터널 총연장 557m)	218	4	2(20.5)

주: 위험도지수 기준에 따른 방재등급은 위험도지수가 19를 초과하면 2등급에 해당
 자료: 광주광역시 제출자료

- 방음터널 방재시설 설치 방안 상세 해설
 - 방음터널의 종류 및 현황 분석
 - 방음터널로의 적용여부에 대한 기준 상세 설명

※ 방음터널 종류 및 현황 분석

구분	방음터널(격벽설치형)	방음터널(격벽미설치형)	살판도포터널(산악굴착)
단면 최요도			
내공 단면적	97.32㎡ / 88.85㎡	186.17㎡	71.07㎡ / 71.07㎡
대공 직경	9.773m / 9.369m	12.286m	8.27m
통행 방식	2차로 일방통행	2차로 대면통행	2차로 일방통행

방음터널(격벽설치형)

방음터널(격벽미설치형)

살판도포터널(산악굴착)

- 방음터널은 일반 도로터널(산악굴착)과 비교하여 동일 차선수임에도 상대적으로 광폭형태임
- 격벽 설치 여부, 제연설비 설치 여부, 측면개방여부 등으로 구분되어 있음

2.3 감사원 지적사항 보완

- 화재시 제연운전 매뉴얼 작성 설명 및 예시
 - 지침상 화재 시나리오(차중, 화재위치 등)에 따른 제연운전 방안 해설
 - 화재시나리오(차중, 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)

연번	관할청	노선	터널						제연설비 운영매뉴얼		비고	
			터널연장	공공연도	통행방식	상대터널과의연계구	제연설비 위치	구비여부	화재위치에 따른 조치여부	화재위치에 따른 조치여부		
6	부산	▲▲터널	▲▲터널	2,440	1998	일방	3	6	입구부(3×1) 출구부(3×1)	○	×	×
7		▲▲터널	▲▲터널	2,366	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 1차요로 23개소에 분산배치	○	×	×
1		●●터널	●●터널	1,967	2003	일방	2	14	입구부(2×4) 중앙부(2×2) 출구부(2×1)	○	×	×
2		●●터널	●●터널	2,666	2014	일방	13	12	입구부(2×2) 중앙부(2×3) 출구부(2×2)	○	○	×
3		노로	-	3,200	2016	일방	13	12	입구부(2×3) 중앙부(2×3) 출구부(2×3)	○	×	×
4		노로	-	4,990	2016	일방	20	13	입구부(2×3+1) 출구부(2×3)	○	×	×
5		노로	-	2,620	2016	일방	10	8	입구부(2×2) 출구부(2×2)	○	×	×

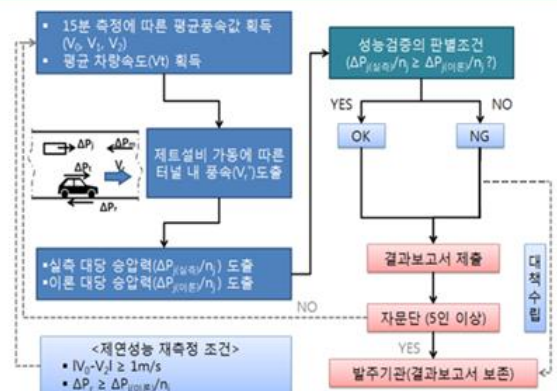
- 제연설비 성능검증 방안에 대한 세부내용 해설 추가
 - 국도터널 및 고속도로 터널 등 제연성능평가 현황 분석
 - 제연성능평가 상세 수행방법 제시
 - 평가결과에 대한 검증 및 신뢰성 확보방안 제시
- ⇒ 운영중 터널에 대한 제연설비 제연성능 평가방안 제시

※ 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

$F = \rho_{air} V_{smoke} g$
 $W = \rho_{smoke} V_{smoke} g$
 F_{IL}
 W_{IL}

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

Veh. Speed (km/h)	Tunnel Length (m)	Not Considered thermal buoyance force(Hrr=20MW)	Number of Jet Fan					
			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)

