

❖ 터널 환기 및 방재 기술위원회

KTA-Annual Technical Report

도로터널 방재시설 설치/관리지침 개정 및

도로터널 실화재실험장 구축

2016. 12.



사단
법인 **한국터널지하공간학회**
Korean Tunnelling and Underground Space Association

■ 목 차 ■

1. 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침 개정 연구	1
1.1 국내 도로터널의 현황 및 화재사고.....	1
1.1.1 국내 도로터널 현황.....	1
1.1.2 국내 도로터널 화재사고 현황.....	2
1.2 방재능력 강화를 위한 등급산정 개선.....	5
1.3 방재능력 강화를 위한 등급산정 개선.....	7
1.3.1 소화능력 강화방안.....	8
1.3.2 감시능력 강화방안.....	8
1.3.3 피난대피공간 강화방안(피난대피소 폐지).....	9
1.3.4 피난대피유도 강화방안(비상방송설비 및 라디오방송설비).....	9
1.3.5 연기지연설비.....	10
1.3.6 기타 방재시설 검토.....	11
2. 구)영동터널 방재종합시험장 구축 연구 용역	13
2.1 국내외 도로터널 방재시설 구축사례 및 운영실태 조사.....	13
2.1.1 국내 방재시험시설 구축사례.....	13
2.1.2 지방자치단체 안전체험관.....	15
2.1.3 국외 방재시험시설 구축사례.....	25
2.2 방재종합시험장 증장기 마스터 플랜 수립.....	32
2.2.1 방재종합시험장 실험 분야 마스터 플랜.....	32
2.2.2 방재종합시험장 교육 분야 마스터 플랜.....	35
2.2.3 방재종합시험장 훈련 및 체험학습 분야 마스터 플랜.....	37
2.2.4 기타 연계사업 대외 분야.....	40
2.3 기초 시험장비(또는 시설) 설치 및 운영계획 수립.....	46
2.3.1 구)영동터널 현장 답사.....	46
2.3.2 터널내 실물화재 모사를 위한 버너 조사.....	47
2.3.3 초기단계 방재종합시험장 설치계획 확립.....	49
2.4 방재종합시험장 인증관련 사항 조사.....	51
2.4.1 한국건설기술연구원 - 건축물 내화구조 인정제도.....	51
2.4.2 방재시험연구원 - 한국화재보험협회 부설.....	53
2.4.3 송풍기 단체표준 인증위원회 - (사)한국설비기술협회.....	59
2.4.4 T.A.B - (사)티에이비 커미셔닝 협회.....	60
2.4.5 제연설비 T.A.B - (사)한국소방기술사회.....	61
2.4.6 도로안전시설성능시험장 - 한국도로공사.....	62
2.4.7 도로터널 제연설비 성능검증을 통한 대외연계 방안.....	63

■ 표 목 차 ■

Table

<1.1> 국내 도로터널 현황(튜브수 기준)	1
<1.2> 통행방식별 터널현황(튜브수 기준)	2
<1.3> 국내 터널화재사고(2010년 이후)	3
<1.4> 최근 5년간 터널화재사고에 따른 피해현황(고속도로 터널)	3
<1.5> 터널 화재사고 분석결과(고속도로)	4
<1.6> 방재지침의 개정 방향.....	5
<1.7> 종전 및 현행 방재지침을 적용한 방재등급 분석결과.....	6
<1.8> 방재지침 개정방향.....	6
<1.9> 방재지침 개정방향.....	7
<1.10> 주요 피난 및 방재시설의 설치현황.....	8
<2.1> 부산안전체험관의 전시관.....	19
<2.2> S.A.의 터널 시험장 제원.....	28
<2.3> S.A.의 터널 시험장의 환기방식.....	28
<2.4> 기타장비.....	28
<2.6> 환기 및 제연분야 성능시험을 위한 필요시설.....	32
<2.7> 환기 및 제연분야 성능시험을 위한 필요장비.....	32
<2.8> 피난대피시설분야 성능시험을 위한 필요시설.....	33
<2.9> 피난대피시설분야 성능시험을 위한 필요장비.....	33
<2.10> 피난대피시설분야 성능시험을 위한 필요시설.....	34
<2.11> 피난대피시설분야 성능시험을 위한 필요장비.....	34
<2.12> 터널방재관리인증과정(통합 일반과정)의 교육 내용.....	35
<2.13> 터널방재관리인증과정(통합 일반과정)의 교육 시간 (0박 1일).....	35
<2.14> 터널방재관리인증과정(통합 전문과정)의 교육 내용.....	36
<2.15> 터널방재관리인증과정(통합 일반과정)의 교육 시간 (3박 4일).....	36
<2.16> 터널방재관리인증과정의 필요시설 및 장비.....	37
<2.17> 훈련분야 훈련내용.....	37
<2.18> 훈련분야 필요시설 및 장비.....	37
<2.19> 훈련분야 훈련 시나리오.....	38
<2.20> 체험학습분야 체험내용.....	39
<2.21> 체험학습분야 필요시설 및 장비.....	39
<2.22> 터널내 실물화재 모사를 위한 버너 종류.....	48
<2.23> 방재시험연구원 인증업무 수행항목.....	53
<2.24> 방재시험연구원 소방시설분야 교육 내용.....	54
<2.25> 방재시험연구원 특화전문분야 교육 내용.....	55
<2.26> 방재시험연구원 산업특성화분야 교육 내용.....	57
<2.27> 방재시험연구원 재난안전관리분야 교육 내용.....	58

■ 그 림 목 차 ■

Table

[2.1] 한국건설기술연구원 터널 실험동 시설 개요.....	13
[2.2] 한국도로공사 구)진주터널 시설 개요.....	14
[2.3] 경기소방학교 시설 개요-1.....	15
[2.4] 광나루 안전체험관 시설 개요.....	16
[2.5] 광나루 안전체험관 프로그램.....	17
[2.6] 보라매 안전체험관 시설 개요.....	18
[2.7] 부산광역시 안전체험관 시설 개요.....	20
[2.8] 충청남도 안전체험관 시설 개요.....	21
[2.9] 365세이프 타운 시설 개요.....	22
[2.10] 대구 시민안전테마파크 시설 개요.....	23
[2.11] 전북 119안전체험관 시설 개요.....	25
[2.12] VSH 개요.....	27
[2.13] tunnel Satety Testing S.A. 시설 개요.....	30
[2.14] 스위스 국제 소방학교 시설 개요.....	31
[2.15] 민간수요도 조사 설문조사서.....	40
[2.16] 구)영동터널 현장 답사 사진.....	47
[2.17] 내부시설 설치계획.....	49
[2.18] 외부시설 설치계획.....	49
[2.19] 한국건설기술연구원 건축물 내화구조 인정제도 개요.....	51
[2.20] 한국건설기술연구원 건축물 내화구조 인정제도 절차.....	52
[2.21] 방재시험연구원 - 시험업무 개요도 개요.....	53
[2.22] 방재시험연구원 - 화재 및 산업안전 분야 교육 개요.....	54
[2.23] 송풍기 단체표준 인증 취득절차.....	59
[2.24] 송풍기 단체표준 인증 기준.....	59
[2.25] T.A.B 교육이수 관련 홈페이지.....	60
[2.26] 제연설비 T.A.B 교육관련 자체 기준 및 인정서.....	61
[2.27] 도로안전시설성능시험장 시험업무 수행절차.....	62
[2.28] 도로안전시설성능시험장 시험에 따른 인증서.....	63
[2.29] 도로터널 방재시설 제연설비 성능평가의 수행조건의 경과조치.....	64
[2.30] 도로터널 방재시설 제연설비 성능평가의 수행흐름도(예).....	64

1. 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침 개정 연구¹⁾

1.1 국내 도로터널의 현황 및 화재사고

1.1.1 국내 도로터널 현황

국내 도로터널의 현황은 2014년도 통계자료(2013.12.31. 기준)를 기준으로 총 1,659개소(튜브수 기준)의 터널이 건설되어 있다. 터널연장등급 기준으로 살펴보면, 1등급(3,000m 이상)이 1.5%, 2등급(1,000~3,000m)이 18.0%, 3등급(500~1,000m)이 35.0%, 4등급(500m 이하)이 45.6%로 분포하고 있으며, 연장 1,000m 이상 터널은 전체 도로터널의 약 19.5% 수준으로 <표1.1>에 상세히 나타내었다.

<표 1.1> 국내 도로터널 현황(튜브수 기준)

구분	연장등급					합계	
	4등급	3등급	2등급		1등급	소계	구성비
	~500	500~1000	1000~2000	2000~3000	3,000~		
고속국도	324	287	133	33	16	793	47.8%
일반국도	210	173	66	9	3	461	27.8%
특별시도	36	8	13	0	0	57	3.4%
광역시도	53	24	16	4	2	99	6.0%
국가지원 지방도	31	22	5	2	4	64	3.9%
지방도	37	29	7	6	0	79	4.8%
시도	45	31	4	0	0	80	4.8%
군도	16	4	0	0	0	20	1.2%
구도	4	2	0	0	0	6	0.4%
합계	소계	756	580	298		25	1,659 (100.0%)
	구성비	45.6%	35.0%			18.0%	

1) 본 내용은 환기 및 방재기술위원회에서 수행한 “도로터널 방재시설 설치 강화방안 연구용역(국토부)”의 일부이며, 2016년 개정 고시된 “도로터널 방재시설 설치 및 관리 지침” 개정 내용 및 방향을 설명하였음.

이중 최고 연장은 강원도 춘천시에 있는 일반국도46호선의 배후령터널(5,057m, 2010년)이며, 각 도로유형별로는 고속국도의 경우는 중앙고속도로의 죽령터널(4,600m, 2001년), 광역시도의 경우는 민자도로로 건설된 대구광역시에 있는 앞산터널 범물방향(4,392m, 2013년), 지방도의 경우는 강원도에 있는 지방도453호선의 돌산령터널(2,995m, 2010년)이 있으며, 해저터널로는 국가지원지방도 58호선인 가덕해저터널(3,666m, 2010년)이 있다. 대체로 2000년 이후 터널의 장대화 경향이 뚜렷이 나타나고 있으며, 대면통행 터널의 장대화 경향도 함께 나타나고 있다. 또한 <표 1.2>와 같이 대면통행 터널은 267개(소)이며 이중 1,000m 이상 대면터널은 33개(소)로 집계된다. 따라서 대면통행 터널은 전체 터널에 대한 튜브수 기준으로는 16.1%에서 터널수 기준으로는 약 38.4% 정도 건설된 것으로 나타나 대면통행 터널의 비율이 적지 않는 것으로 분석된다.

<표 1.2> 통행방식별 터널현황(튜브수 기준)

구분	연장등급					합계	
	4등급	3등급	2등급		1등급		
	~500	500~1000	1000~2000	2000~3000	3,000~	소계	구성비
일방통행	595	507	219	47	24	1,392	83.9%
대면통행	161	73	25	7	1	267	16.1%
합계	756	580	244	54	25	1,659	100%

1.1.2 국내 도로터널 화재사고 현황

(1) 국내 도로터널 화재사고 발생 및 피해현황

<표 1.3>에는 2010년 이후 국내 터널의 주요 화재사고를 정리하였다. 터널화재사고의 원인으로는 차량(트럭, 버스)의 엔진과열, 타이어 화재 및 추돌(충돌)에 의하여 주로 발생한 것으로 나타나고 있다. 화재사고 사망자 발생사례는 차량전복에 의한 사망자가 발생한 경우(가산터널)는 있으나 화재확산에 의한 인명피해가 발생한 경우는 없는 것으로 조사되었다

<표 1.4>에는 최근 5년간 국내 도로터널 터널화재사고에 따른 피해현황을 나타내었다. 최근 5년간 터널내 총 60건의 화재사고가 발생하였으며 사망자수는 3명, 부상자수는 5명으로 총 8명의 사상자가 발생한 것으로 조사되었다. 년평균 12건의 화재사고가 발생하여 연간 사상자수는 1.6명/년, 물적피해는

0.16억/년이 발생하였다. 사상자수에 대한 물적피해액은 1.25억/인으로 분석된다.

<표 1.3> 국내 터널화재사고(2010년 이후)

사고일자	사고위치	사고개요	비고
2015/01/09 (오후 7시 20분)	연풍터널	달리던 승용차에서 화재발생하여 차량엔진이 불에 탐 사고 수습으로 마산방면 하행선 2개차로 모두 통제됨 엔진과열로 인한 화재발생으로 추정	중부내륙 고속도로 (충북 괴산군)
2014/9/30 (오전 0시 15분경)	두정터널 (상행)	트레일러(A)가 앞서가는 트레일러(B)와 추돌 사고충격으로 트레일러(B)와 앞서가던 승용차, 화물차가 연쇄 적으로 추돌하면서 트레일러 2대에서 화재발생. 트레일러(B)에 적재된 플라스틱 수지에서 나오는 유독가스 등으로 진화에 어려움	중부내륙 고속도로 (충북 충주시)
2014/08/18 (오후 12시 8분경)	대관령5터널	영동고속도로 인천방면 220.7km 대관령 5터널 내 화재발생. 조명등 10개에서 화재가 발생해 조명등 보수공사로 터널 내 3 개 차로 중 1개차로가 통제됐다가 2시간여 만에 해제	영동고속도로 (강릉 왕산면)
2013/11/04 (오전 8시 30분경)	대관령1터널 (인천방향)	5톤 화물차에서 화재발생하여 반소됨.(→ 20분만에 화재진압) 화물차에 실린 재활용품들이 타면서 발생한 연기가 터널내부에 가득차 편도 3차로가 30분동안 전면 통제 됨. 화재원인은 오르막길을 달리던 차량엔진이 과열로 추정.	영동고속도로 (강원 강릉시)
2013/03/07 (12시 16분)	마곡터널 (서울방향)	승용차에 불이나 2,360여만원 재산피해 발생 1시간 10분만에 진화(→신속한 대피로 인명피해 없음) 진화작업으로 터널 내 2차도로 50여분간 통제 차 엔진에서 화재발생한 것으로 추정	서울춘천고속 (강원 춘천시)
2012/11/28 (오전 7시경)	고령4터널 (상행)	마산발 김침행 트레일러 화물차량이 고장으로 서있던 트레일러 화물차량 들이받으면서 화재발생으로 화물차 2대 전소 화재로 차량 견인 늦어지면서 4시간 가량 정체	중부내륙 고속도로 (경북 성주군)
2011/03/13 (오전 12시경)	순산터널 (서울방향)	과속으로 주행하던 승용차가 1톤 화물차를 들이받고 뒤따르던 차들이 연속으로 들이받으며 사고발생(7중 추돌사고) 승용차 차량 한 대 전소, 인명피해는 없음	서해안 고속도로 (경기 안산시)
2010/12/21 (오후 8시)	고기터널	2.5톤 화물트럭 화재발생하여 25분만에 진화됐으나, 트럭에서 나온 화재연기가 터널 안으로 퍼져 운전자들 놀라 대피 타이어쪽에서 갑자기 불이 났다는 진술	용인~서울간 고속도로 (경기 용인시)
2010/10/09 (오후 7시경)	가산터널 (춘천방향)	시너 실고 달리던 1.3톤 화물차에 화재 발생 (차량전복) 화물차 운전자 사망. 터널벽과 천장 등으로 불이 옮겨붙어 춘천방향 차량통행 4시간 동안 통제 소방차 17대 소방관 40여명 출동했으나 진화에 어려움	중앙고속도로 (경북 칠곡군)

<표 1.4> 최근 5년간 터널화재사고에 따른 피해현황(고속도로 터널)

년도	발생건수	사망자수	부상자수	피해액(천원)
2010	10	2	0	496,585
2011	10	0	3	13,612
2012	20	1	2	450,430
2013	9	0	0	10,000
2014	11	0	0	25,900
합계	60	3	5	996,527

<표 1.5> 터널 화재사고 분석결과(고속도로)

구분	주요내용							
터널연장별 화재발생 현황	<ul style="list-style-type: none"> 500m 미만의 터널은 tube당 0.031건이 발생하고 있으나, 2,500m 이상의 터널에서는 tube당 0.825건의 화재사고가 발생하는 것으로 분석됨 							
	연장(m)	터널개소*(tube 기준)	화재발생건수		건/tube			
	500 미만	324	10		0.031			
	500~1000	287	29		0.101			
	1000~1500	91	15		0.165			
	1500~2000	42	16		0.381			
	2000~2500	23	11		0.478			
	2500~3000	10	9		0.900			
3000이상	16	12		0.750				
합계	793	102		0.129				
* : 2013년 기준								
화재원인 및 화재강도	<ul style="list-style-type: none"> 차종별 화재발생원인은 엔진과열 36.3%, 타이어과열 및 브레이크 과열을 포함하는 차량결함은 34.3%, 추돌 후 화재로 확산되는 경우는 20.6%로 분석되었음 							
	화재구분	합계(%)	엔진과열	차량결합	충돌후	적재함	타이어과열	브레이크과열
	승용차	50(49.0)	16	16	17			1
	화물차	33(32.4)	12	8	1	7	4	1
	승합차	9(8.8)	7	1	1			
	버스	4(3.9)	2	2				
	승합차, 승용차	3(2.9)		2	1			
	등기구 누전	2(2.0)						
화물차, 승합차, 승용차	1(1.0)			1				
계	102건	37 (36.3%)	29 (28.4%)	21 (20.6%)	7 (6.9%)	4 (3.9%)	2 (2.0%)	
<ul style="list-style-type: none"> 화재에 대한 추정화재강도 분포는 승용차의 화재규모인 2.5MW미만이 58.6%, 설계화재강도 20MW를 초과하는 경우는 7건(화물차량 화재 6건, 버스화재 1건)으로 화물차 및 버스의 화재강도는 20MW를 초과하는 것으로 판단됨 								
화재강도(MW)	건수	비율(%)	비고					
2.5 미만	58	58.6						
2.5 ~ 5.0	20	20.2						
5.0 ~ 10.0	12	12.1						
10.0 ~ 20.0	2	2.0						
20.0 이상	7	7.1	화물차량(5), 화물차+승합차+승용차(1), 버스(1)					
계	99건							
차종별 화재사고 발생률 분석	<ul style="list-style-type: none"> 국가 화재정보센터의 2009~2013년의 차종별 화재현황 통계와 교통안전공단에서 발행하는 주행거리실태조사 보고서의 차종별 주행거리계를 분석·정리함 5년간 차종별 평균사고 발생률은 승용차, 0.95건/108Veh-km, 버스 1.64건/108Veh-km, 화물차 2.36건/108Veh-km, 특수차량 4.94건/108Veh-km이며, 전체평균은 1.35건/108Veh-km로 분석됨 2009년 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침 개정 당시에 제시한 2.02건/108Veh-km 보다 35% 감소한 수치임 							
	차종	주행거리계 (Veh-km)	화재사고건수(건/년)		사고발생률(건/Veh-km)			
	승용	9,437.95E+08(1)	8,973(2)		0.95E-08			
	버스	1,097.55E+08	1,801		1.64E-08			
	화물	2,934.38E+08	6,922		2.36E-08			
	특수	153.46E+08	758		4.94E-08			
	소계	13,623.35E+08	18,418		1.35E-08			
단) (1)과 (2)는 5년간 누적값임								

(2) 터널내 화재사고 분석결과

<표1.5>에는 고속도로 터널에서 발생한 화재사고 통계자료(2007~2014년)를 분석하여 나타내었다. 분석 결과 총 91건의 화재발생 중 승용차 45건, 화물차 29건, 버스 4건, 승합차 9건, 기타 4건으로 나타났다.

1.2 방재능력 강화를 위한 등급산정 개선

상기 내용을 바탕으로 터널내 위험도지수를 강화하고 방재등급을 상향조정시 고려한 주요 요소 및 이에 따른 등급분석 결과는 <표 1.6>에 정리하였고, 조사대상 254개 국도터널에 대한 연장등급과 위험도지수에 대한 등급분석을 종전 방재지침(2009년)기준과 현행 방재지침(2016)을 반영한 내용을 <표 1.7>에 정리하였다.

현행 방재지침(2016)의 경우, 종전 대비 방재등급 1등급 터널의 변동은 없는 것으로 분석되며, 방재등급 기준 2등급 터널은 현행 43개에서 55개로 증가하였다. 방재등급 3등급으로 하향되는 터널수가 17개에서 13개로 감소하였고, 연장등급 3등급 터널중 상향되는 터널수가 22개에서 31개로 증가한 것으로 분석된다. 그리고 방재등급 기준 3등급 터널은 현행 75개에서 76개로 큰 변화가 없으나, 연장등급 3등급대비 하향되는 터널은 24개에서 11개로 대폭 감소하고 있으며, 상향되는 터널 또한 22개에서 31개로 증가한 것으로 분석된다. 따라서 500~1,000m의 해당하는 중규모터널에 대한 상향조정 효과가 크게 나타나고 있으며, 초장대터널(3,000m 이상)의 등급하향도 감소할 수 있는 것으로 기대된다.

<표 1.6> 방재지침의 개정 방향

구분	내용					
①초장대 터널의 증가 경향	•현행 위험도지수기준 방재등급은 교통량 등 위험요소가 높은 터널에 대해서 성능위주 설계기법을 도입하여 방재능력을 상향조정하여 동일한 연장이라도 방재시설을 차등하여 설치하도록 규정하고 있으나 최근 3,000m 이상의 초장대 터널이 증가하면서 이에 대한 위험도지수 기준 등급을 상향할 필요성이 대두됨					
②중규모 터널의 방재시설 보완(강화)	•중규모터널(500~1,000m)의 방재시설 보완 또는 강화에 대한 필요성이 높아지고 있음. 즉, 고속도로 터널의 화재사고 분석결과, 중규모터널에서 tube당 화재발생건수는 0.101건으로 평균 0.129건/tube 보다 작으나, 화재건수 29건으로 통계기간 동안 전체화재의 29% 수준이며, 터널통합관리시스템 구축에 따른 감시능력부족(CCTV 미설치), 진속대응능력부족(관리사무소 미설치, 출동인원 부족) 등이 지적되고 있으며, 호남터널(2007년, 760m) 화재시 전원케이블 소실에 의한 전체조명이 정전된 사례가 있고, 화재사고 후 배연 등 사고수습 곤란 및 재연불가로 연기를 배연하는 데 소요시간 증대되고 있는 실정임					
③감사원 지적사항 반영	•최근 일부 설계사례에서 대면통행 터널에서 중분대를 설치하여 터널등급을 하향하여 제연시설 등 방재시설의 설치를 축소하려는 경향이 있는데, 이러한 사례를 방지하기 위해서 대면통행 터널에 중분대를 설치하여도 이에 따른 위험도지수 완화를 삭제할 필요성이 제기되고 있음					
	구분	시설		종전(2009)	시설	현행(2016)
		길어깨	중분대		길어깨	
	일방통행	○	-	1	○	1
		×	-	2	×	2
	대면통행	○	○	3	○	5
×		○	4	×	6	
○		×	5	삭제	-	
×		×	6	삭제	-	

<표 1.7> 종전 및 현행 방재지침을 적용한 방재등급 분석결과

	구분 (터널수 기준)	위험도지수 등급				소계	구성비
		1	2	3	4		
종전 방재지침 (2009)	연장터널	1 (3000m~)	2	0	0	2	0.8%
		2 1000~3000m)	2	21	17	40	15.7%
		3 500~1000m)	0	22	58	104	40.9%
		4 (~500m)	0	0	0	108	42.5%
	소계	4	43	75	132	254 (100.0%)	
	구성비	1.6%	16.9%	29.5%	52.0%		
현행 방재지침 (2016)	연장터널	1 (3000m~)	2	0	0	2	0.8%
		2 1000~3000m)	2	24	14	40	15.7%
		3 500~1000m)	0	31	62	104	40.9%
		4 (~500m)	0	0	0	108	42.5%
	소계	4	55	76	119	254 (100.0%)	
	구성비	1.6%	21.7%	29.9%	46.9%		

<표 1.6>과 <표 1.7>의 결과로부터 이상의 내용을 정리하여 향후 개정될 방재지침의 주요내용을 <표 1.8>과 같이 정리하였다.

즉, 대면통행 터널에서의 중분대 설치에 따른 위험도지수값의 감소로 일부 제연설비의 설치를 제외한 사실과 감사원 지적사항에 따라 중분대 설치에 따른 위험도 감소분을 반영하지 않도록 등급하향을 방지하도록 하였다. 기타 추가 방재시설로 검토되고 있는 것으로는 연기확산 지연설비(일종의 제연경계벽)가 있으며, 구조·구난용품의 관리사무소 및 터널내 비치도 고려중에 있다. 그리고 화재사고발생률에 대한 통계자료가 업데이트되어 관련 정량적위험도평가(QRA)에 대한 세부사항의 개정도 진행되었다.

<표 1.8> 방재지침 개정방향

구분	2004년	2009년	2016년 개정
터널 등급	• 터널연장 기본등급 + 위험도 지수 평가 → 평점 2.1 초과시 상향	• 소방관련법은 연장기준 설치 • 그외 방재시설은 위험도지수 기준 등급으로 설치	-
	• 지방지역과 도시지역 구분	• 통합	-
	• 대면/일방통행 구분 → 대면통행 터널은 강화	• 통합	• 대면통행 터널의 중분대 설치를 통한 위험도지수 하향방지
추가 시설	-	• 영상유고감지설비 • 터널진입차단설비	• 연기지연설비 추가 • 구조-구난용품 추가비치
추가 지침	-	• 정량적 위험도평가(QRA) 세부지침	• QRA 기준의 업데이트 및 세부사항 개정

다음으로 방재시설별 개정방향은 <표 1.9>에 정리하였다. 특이사항으로는 터널내 재난방송을 목적으로 DMB의 시청이 가능하도록 방송통신발전기본법(2014.12.4)이 개정되어 터널내 DMB 청취 및 국가재난방송체계 구축을 고려한 무선통신보조설비에 대한 인터페이스가 추가되었다.

<표 1.9> 방재지침 개정방향

구 분	2004년	2009년	2016년 개정
옥내소화전	•2등급(1,000m 이상) 설치	•좌동	•연장 2등급 + 위험도지수기준 2등급
물분무설비	•3,000m 이상 권장설비	•1등급 기본설비	•미분무설비에 대한 설치기준 제시
비상방송 설비	•500m 이상	•위험도지수기준 3등급	•무선/유선방식 모두 채택가능
CCTV	•1000m 이상	•위험도지수기준 2등급	•초기 감지수단으로 가장 효과적임 •초기 감지수단 강화를 위해 3등급 설치로 강화
영상유고 감지설비	•없음	•2등급 이상	•초기 감지수단 강화 및 통합운영체계 구축 •추가연구를 통해 강제규정 여부검토
라디오 재방송	•500m 이상	•2등급 설치	•무선동축케이블에 의한 방식 및 안테나 방식 수용
비상조명	•200m 이상의 전터널	•3등급 이상(존별 설치)	•-
유도표지등	•-	•3등급 이상	•소방용품으로 정의하고 형식승인을 득한 제품을 사용하도록 명문화
피난대피소	•2등급 터널: 권장설비 •1등급 터널: 기본설비	•1등급 터널: 기본설비	•피난대피소 삭제
제연설비	•지방지역 2등급터널 •도시/대면터널 : 3등급	•2등급 이상 터널	•피난환경 미확보 터널의 보완책 → 에어커튼 등 연기제연설비 도입 •제연설비 설치 기술기준에 대한 보완
무선통신 보조설비	•누설동축케이블만 허용	•누설동축케이블만 허용	•DMB청취 및 국가재난방송체계 구축 •안테나방식 추가
비상발전 설비	•1000m 이상	•1000m 이상	•연장 1000m 이상 + 2등급 터널

1.3 방재능력 강화를 위한 등급산정 개선

일반국도상의 총 51개 터널에 대한 실태점검을 실시하였다. 그 결과를 살펴보면 ①다수의 터널들이 우천, 낙뇌 등의 원인으로 라디오재방송설비, 입구정보표시판 등의 시설들이 고장상태가 지속되고 있었고, ②통합관리시스템 구축으로 관리하는 터널중 출동거리가 50km를 초과하는 터널이 있었다. 또한 ③통합관리되는 터널중 제트팬의 원격운전이 불가능한 터널이 있었으며, 일부 ④대면통행

터널의 경우는 화재시 접근이 불가능한 곳도 있었다. 그리고 ⑤영상유고감지설비는 현재 36개 국도터널에 설치된 것으로 파악되었고, 유고감지 오류가 발생하는 터널이 다수 있었다.

다음은 주요 피난 및 방재시설의 설치 현황파악을 위해 총 449개 일반국도터널을 대상으로 조사분석한 내용을 <표 1.10>에 정리하였고, 개별 방재시설의 개선 및 강화방안을 이하의 글에서 간단히 요약정리하였다.

<표 1.10> 주요 피난 및 방재시설의 설치현황

시설별	설치기준 및 대상터널		설치터널		기준 미준수	
	설치기준	터널수	기준적용	추가설치		
옥내소화전	1,000m 이상	41	44	3	1	
CCTV	2등급 이상	47	47	-	9(설치예정)	
영상유고감지설비	3등급 이상	-	36	-		
피난대피 시설	피난연결통로	500m 이상	146	41	500m 미만중 2	미설치: 81 기준미달: 24
	피난대피소	대면(2등급)	-	2	-	6
	피난대피터널	대면(2등급)	-	3	-	
제연설비(제트팬)	2등급 이상	47	31	24	16	

1.3.1 소화능력 강화방안

- 소방관계법에 의해서 연장 1,000m 이상의 터널에 설치
- 현행 500~1,000m의 터널이 위험도지수 기준 등급이 2등급으로 상향되어도 설치하지 않고 있음
- 따라서 기본시설의 설치조건을 소방관계법과 국토부기준을 병행하여 표기함

중전 방재지침(2009년)					현행 방재지침(2016년)				
방재시설 \ 터널등급	1	2	3	4	방재시설 \ 터널등급	1	2	3	4
옥내소화전설비	●	●			옥내소화전설비	●○	●○		
제연설비	○	○			제연설비	○	○		
비상발전설비	●	●			비상발전설비	●○	●○		

●기본시설: 연장등급에 의함
○기본시설: 방재등급에 의함

1.3.2 감시능력 강화방안

- 화재사고 초기 인지수단으로 CCTV가 가장 효과적임 (감지율: 58.5%)
- 향후, 터널통합운영관리에 따른 원격감시 및 제어 필요성이 증가하고 있어, CCTV가 없는 경우 사고상황 확인이 불가능하여, 화재초기 약 10분의 골든타임 시간에 상황을 전파하여 안전한 대피를 유도하는 것이 불가능한 실정임
- 영상유고감지설비는 터널통합운영관리를 구축하기 위한 필수적인 장비이나, 현재 오작동이 많은 것으로 파악됨

중전 방재지침(2009년)						현행 방재지침(2016년)					
방재시설 \ 터널등급	1	2	3	4	비고	방재시설 \ 터널등급	1	2	3	4	비고
CCTV	○	○	△			CCTV	○	○	○	△	
영상유고감지설비	△	△	△			영상유고감지설비	△	△	△		

○기본시설: 방재등급에 의함
△권장시설: 설치의 필요성 검토에 의함

1.3.3 피난대피공간 강화방안(피난대피소 폐지)

<ul style="list-style-type: none"> • 1999년 몽블랑터널 화재(화재지속시간 53시간, 39명 사망) 시 피난대피소 내에서 일반인 1명과 경찰관 1명이 사망한 사고가 발생하여 600m 간격이었던 피난대피소(fire proof self ventilated shelters)를 320m 간격으로 축소하고 신선 공기 공급 및 외부탈출이 가능하도록 개선하였음. 전술한 이유로 프랑스와 EU는 피난대피소는 외부로 탈출할 수 있도록 규정하고 있으며, 국내의 경우도 경부고속철도건설기준에서는 규정하고 있던 피난대피소를 철도터널 화재안전기술기준에서 삭제한 바가 있음. 이에 피난대피소 설치기준을 지침에서 삭제하며, 고평터널의 예에 해당하는 화재연기와 차단된 터널내 피난대피소의 설치기준을 제시함 	 <p>곶터널 출구측 및 피난대피터널 내부</p>
---	---

종전 방재지침(2009년)						현행 방재지침(2016년)					
방재시설 \ 터널등급	1	2	3	4	비고	방재시설 \ 터널등급	1	2	3	4	비고
피난연결통로	●	●	●			피난연결통로	●	●	●		
피난대피터널	○	○	○			피난대피터널(1)	●	△			
피난대피소	○	○	○			벽분리형 피난대피통로(1)	△	●	●		
						피난대피소(1)	삭제				

● 기본시설: 연장등급에 의함
○ 기본시설: 방재등급에 의함

● 기본시설: 연장등급에 의함
○ 기본시설: 방재등급에 의함
△ 권장시설: 설치의 필요성 검토에 의함
(1) 피난연결통로의 설치가 불가능한 터널에 설치

1.3.4 피난대피유도 강화방안(비상방송설비 및 라디오방송설비)

(1) 비상방송설비

<ul style="list-style-type: none"> • 비상방송설비는 유선과 무선 스피커방식이 있으며, 라디오재방송설비와 상호연동하여 비상방송시 송출하도록 하고 있음 • 무선 스피커보다 상용화되어 가격이 저렴한 유선 스피커를 적용할 수 있도록 하며, 스피커 음압을 터널 내 소음 80 ~ 90dB 을 90dB 이상을 고려하도록 지침내용 변경
--

종전 방재지침(2009년)	현행 방재지침(2016년)
4.3.비상방송 4.3.1 일반사항 (1)~(4)	현행과 동일
4.3.2 (1)비상방송설비는----등으로 구성	4.3.2 (1) 검토후 문안수정
4.3.3기기사양(1)	4.3.3기기사양(1) 검토후 문안수정
(2)스피커는 --- 80~90dB 정도로 고려--	(2)스피커는--- 90dB 이상-----

(2) 라디오재방송설비

<ul style="list-style-type: none"> • 라디오재방송설비는 라디오(공중파방송) 증계장치 및 누설동축 케이블과 부대설비로 구성하도록 되어 있음 • 방송통신발전 기본법에서 일부를 개정(2014.12.4 시행) 하여 터널 또는 지하공간에 라디오방송의 수신에 필요한 증계설비와 이동멀티미디어방송의 수신에 필요한 증계설비를 설치하도록 규정함 • 국민안전처(구 소방방재청)에서 터널내 무선난청을 해소하기 위해 소방전용 무선통신보조설비 설치를 요청하고 있는 상황임 • 따라서, 방송통신발전법과 국가안전처에서 요구하는 성능을 만족시키는 라디오재방송설비를 시험설치한 국도 및 고속국도 터널 사례조사를 통하여 라디오재방송설비 지침을 개정함 	 <p>누설동축케이블 vs 공용안테나</p>
---	--

중전 방재지침(2009년)	현행 방재지침(2016년)
4.6.1 일반사항 (1)---긴급 라디오기능을-----라디오중계장치 및 누설동축케이블과부대설비로----- (3)---누설동축케이블 등을 통해--- 긴급라디오방송을 하여 --- (4)누설동축케이블이라함은 ----- 4.6.2 기기사항 (1)라디오 중계장치 ①~④ (2)누설동축케이블 ①~③	4.6.1 일반사항 (1)---긴급 라디오기능을-----누설동축케이블방식과 안테나방식으로 구성할 수 있다. (3)---누설동축케이블 또는 안테나 등을통해---긴급라디오 방송을 하여 --- (4)규정 재검토 4.6.2 기기사항 (1)라디오 중계장치 ①~④ 현행과 동일 (2)규정 재검토

1.3.5 연기지연설비

(1) 필요성

- 화재초기 자기구조 단계에서 대피자의 안전을 확보하기 위해서 제연설비와 피난대피시설이 가장 중요함
- 피난연결통로 설치기준은 다음 표와 같이 변천하여 2004년 이전에 준공되었거나 설계된 터널, 약 83개가 현행 기준을 만족하지 못하고 있는 실정임

구 분	도로터널 방재시설 설치지침(2004)	
	2004년 이전	2004년 이후
피난연결통로	1,000m 이상 터널, 750m 이내	500m 이상 터널, 250m 이내 1,200m 이하 터널, 300m 이내
제연설비	1,000m 이상 터널	위험도지수 2등급 터널

- 이에, 피난연결통로는 터널 운영중에 설치가 곤란하여 2009년 정비계획수립 당시 제연설비를 설치하여 대피환경을 확보할 수 있도록 조치하였음
- 그러나, 제연설비 추가설치 공사비(3.5억원/대)와 전기안전관리자 선임에 의한 유지관리비(1.4억/년) 확보가 어려운 실정임
- 이에 방연에어커튼 및 슬림형 제트팬 등을 시설하여 경제성을 고려한 제연능력 확보방안을 강구함

(2) 방연 에어커튼

- 화재시 유독가스 확산을 지연하기 위한 설비로 제연설비 설치가 미흡한 터널에 대한 대책으로 한국도로공사에 의해서 개발됨
- 목포~광양간 고속도로 영암1터널(일방향 2차선, 연장 497m) 현장 성능시험 수행
- 에어커튼 가동시 순풍 또는 무풍시는 유막효과가 있으나, 터널내 풍속이 0.5m/s 이상에서는 효과가 미미함



(3) 슬림형 제트팬

- 500~1,000m 터널에 대한 제트팬 및 부대시설(수변전설비, 비상발전기 등) 설치비용 절감을 목적으로, 정방향 효율을 증가하는 익형을 개발하여 팬동력을 절감함.

슬림형 제트팬	기존		개발제품	
	소비동력(kW)	역회전효율	소비동력(kW)	역회전효율
1250	37	100%	30	60%
1030	30	100%	22	60%



(4) 기타 수막, 에어플러그 등 차·지연 설비

수막커튼 설비(일본)	에어플러그 설비(한국)	인플레타블 에어플러그	자중식 연기확산 지연장치

1.3.6 기타 방재시설 검토

(1) 구조·구난용품

- 터널화재사고 발생시 현장에 출동하여 터널내 대피자의 구난·구조활동을 위한 소방용품을 터널관리자가 상주하고 있는 터널관리사무소에 비치하고 있음.
- 화재시 원활한 대피환경을 제공하는 피난대피시설과 제연설비가 미설치된 터널과, 향후 터널통합관리시스템을 이용 방재설비(비상방송, 제연설비 등)의 원격제어가 불가한 상황에서 화재가 발생하는 경우를 대비하여 피난환경 확보를 위해 검토함. (지하철역 구호용품 비치)
- 화재터널에서 대피자가 발생하는 유독가스로부터 안전한 대피공간으로 이동할 수 있도록 도와줄 수 있는 구호용품과 터널관리자가 화재터널 현장에 출동하여 구조·구난 활동에 필요한 소방용품을 선정하여 비치하고자 함.



<도로터널 관리사무소 비치 소방용품>



<지하철역 비치 구호용품>

구분	소방용품	비고
지하철	공기호흡기, 화재용 마스크, 물, 수건	지하철역구내 비치
도로터널	공기호흡기(산소소생기), 방화복, 소화기, 피해자구조용 휴대용마스크, 구호장비(망치, 들것, 손도끼, 랜턴, 확성기, 방독면 등)	관리사무소비치

(2) 형식승인 소방용품

- 도로터널은 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 제9조 및 동법 시행령 제5조에 의해서 특정소방 대상물로 분류되고, 동시행령 제15조(특정소방대상물의 규모 등에 따라 갖춰야 하는 소방시설), 별표5에 의해서 터널에 설치하여야 하는 시설을 설치하여야 함
- 도로터널에는 소화기구, 자동소화장치(물분무설비), 비상경보설비는 소방용품을 사용하도록 규정할 예정임

소방시설의 종류	특정대상물(터널)에 설치하여야 하는 소방시설	특정대상물(터널)에 설치를 제외하는 소방시설
소화설비	소화기, 옥내소화전, 분무소화설비	스프링클러설비
경보설비	비상경보설비, 자동화재탐지설비	CCTV, 비상방송설비, 정보표지판, 터널진입 차단설비, 영상유고감지설비
피난설비	비상조명등	피난유도등, 통로유도등, 유도표지, 피난대피시설
소화활동설비	제연설비, 연결송수관설비, 비상콘센트설비, 무선통신보조설비	
비상전원설비	무정전전원설비, 비상발전기	

(3) 신규 구조물(방음터널, 연속터널 등)

- 서울 등 도심지와 외곽의 고속도로 및 일반도로에 방음터널 및 연속터널의 건설이 급증하고 있음
- 소방법에서는 터널을 지하가중 “차량 등의 통행을 목적으로 지하, 해저 또는 산을 뚫어서 만든 것”으로 정의됨
(→ 방음터널을 소방시설 설치대상에서 제외함)
- 현재 방음터널 현황은 다음과 같으며 방재시설의 설치여부에 대한 혼선이 야기되고 있음

구분	연장	방재시설	환기방식
부산~울산고속도로	600m	없음	자연환기
신대구부산고속도로	360m	없음	자연환기
서울~용인간 고속도로	1,200m	없음	자연환기
용인~죽전 고가차도	400m	없음	자연환기
국도43호선	1,200m	없음	자연환기
서울외곽순환	600m	소화전(소화기)연결송수관	자연환기
영동고속도로 광교신도시 구간	1,352m	위험도 2등급기준 시설적용	자연환기

- 그러나, 방음터널 및 연속터널의 경우는 구조적으로 터널내에서 화재가 발생하는 경우, 화재연기의 배출이 제한된다는 점에서 지하에 건설되는 지하터널과 화재 및 대피특성이 동일하며 이에 대한 대책이 요구됨.

(4) 터널통합관리센터

현재 5개 국토관리청 산하에 18개 국토관리사무소, 9개 출장소가 운영되고 있다. 통합관리센터는 주변 관리소나 관리사무소로부터 터널상황을 감시 및 제어하고 터널내 방재시설 및 환기시설에 대한 운영관리가 되도록 인원이 상주하는 관리사무소를 의미한다. 따라서 현재 모든 터널이 60분이내에 출동가능한 지역 및 반경 50km 정도에 있는 관리소를 통합운영할 수 있도록 계획하고 있다. 향후 늘어난 터널수 만큼 통합관리센터의 규모도 변경되어야 할 것이며 시간이나 공간적 범위도 좁혀질 수 있다. 따라서 전 터널의 안전한 관리를 위해서는 기초적인 CCTV와 같은 모니터링 시스템이 갖추어야 할 필요가 있는 것으로 보인다.

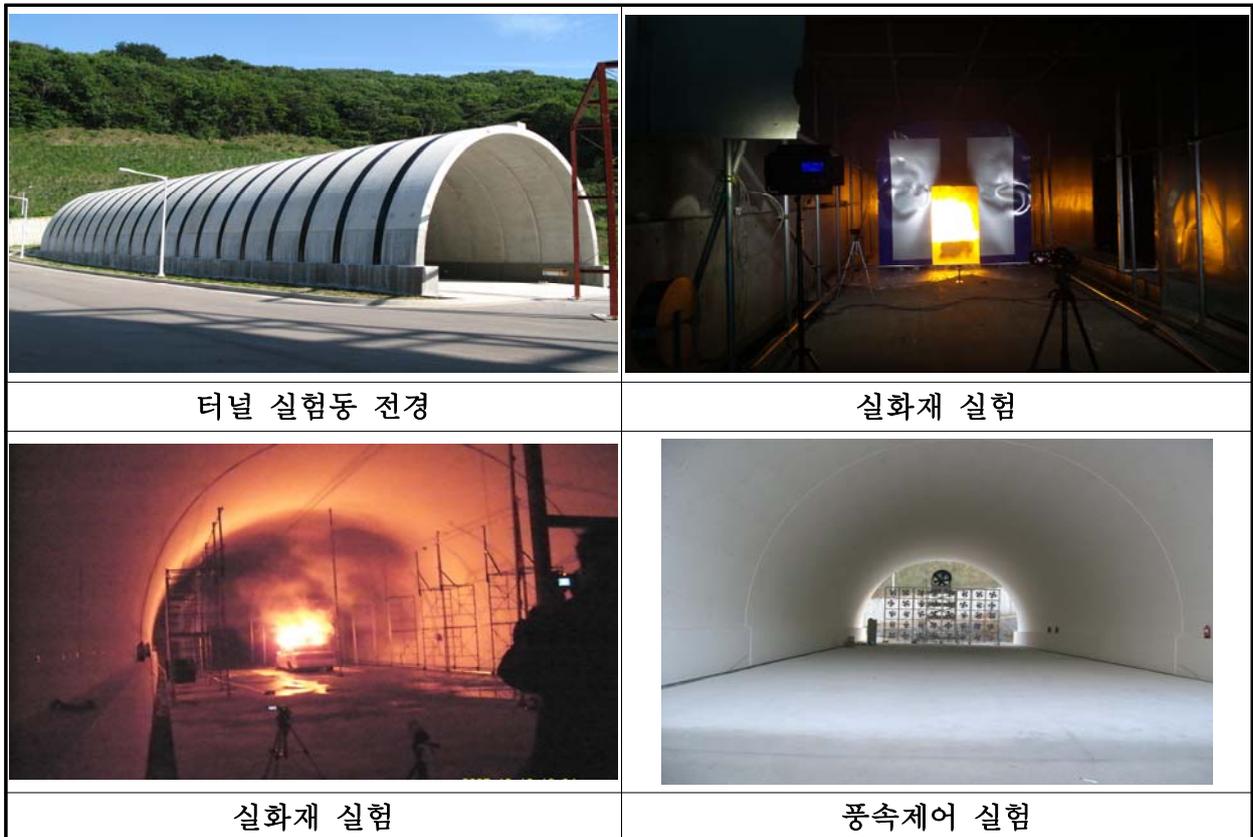
2. 구)영동터널 방재종합시험장 구축 연구 용역2)

2.1 국내외 도로터널 방재시설 구축사례 및 운영실태 조사

2.1.1 국내 방재시험시설 구축사례

(1) 한국건설기술연구원 터널 실험동

경기도 화성시에 위치한 한국건설기술연구원에는 실규모 화재를 실험 할 수 있는 터널 실험동을 보유 및 운영을 하고 있다. 이곳은 길이 40m, 높이 7m, 폭 10m의 제원을 가진 곳으로써 터널내 감지기, 소화기 및 내화성능평가 등의 실화재 실험을 수행할 수 있는 실험공간이다.



[그림 2.1] 한국건설기술연구원 터널 실험동 시설 개요

(2) 한국도로공사 구)진주터널

진주~마산 확장구간 발생한 구)진주터널(폐터널)은 연장 550m로서, 소방시설 체험관 활용방안 수립으로 한국도로공사 내부직원의 역량 향상 뿐 아니라 이용객의 안전의식

2) 본 내용은 환기/방재 기술위원회에서 수행한 “구)영동터널 방재종합시험장 구축 연구(한국도로공사)”의 일부임

고취를 통하여 2차사고 방지 및 안전한 도로 주행환경 조성을 위하여 운영되고 있다.

구)진주터널 내부에는 시설 현황판, 전시관, 제트팬, 각종 계측기, 소화전 및 터널 조명 Test Bed 설비가 구비되어있다. 이 구)진주터널은 터널 관련 종사자들의 역량 강화를 위한 현장 교육 및 체험장과 터널 이용객 대상 소방시설 견학 및 전시관으로 활용 중이다. 이러한 활동을 통하여 터널 유지관리 종사자들의 역량 강화로 초기대응 능력 향상과 초기대응 능력 향상으로 2차 사고 방지 및 인명, 재산 피해를 최소화 하고 미래잠재 고객을 대상으로 소방시설 체험 및 홍보를 통하여 한국도로공사의 이미지를 제고 하는 효과를 기대하고 있다.



구)진주터널 전경

구)진주터널 내 현황판 및 전시관

구)진주터널 내 제트팬

구)진주터널 내 설치된 측정기(VICOTEC)

[그림 2.2] 한국도로공사 구)진주터널 시설 개요

(3) 경기소방학교

경기도 용인시에 위치한 경기소방학교는 경기도 내 배치될 소방인력의 기초업무 수행능력을 비롯한 현장대응능력을 교육시키는 곳으로서, 이론 강의시스템은 물론 실무능력을 함께 교육하는 장소이다. 경기도의 지원을 받아 ‘GFSA’ 이라는 전문소방육성단체를 조직하여 이론과 현장대응능력을 교육하고 있다.

경기소방학교는 본관동에 이론교육을 실시 할 수 있도록 강의실, 전산교육장, 소방설비 시뮬레이터 등이 설치되어 있고, 종합훈련장에는 공기호흡기숙달시설, 공장화재시설,

일반건물화재시설, 특수화재시설, 위험물화재시설 등 화재장소에 따른 현장대응능력을 교육함으로써 전문소방인력 양성을 하고 있다.



[그림 2.3] 경기소방학교 시설 개요-1

2.1.2 지방자치단체 안전체험관

(1) 광나루 안전체험관

서울시에 위치한 광나루 안전체험관은 평상시 가상재난 체험을 통해 각종 사고의 위험성을 사전에 예방하고 시민들의 재난대처능력 향상에 목적을 두고 있다.

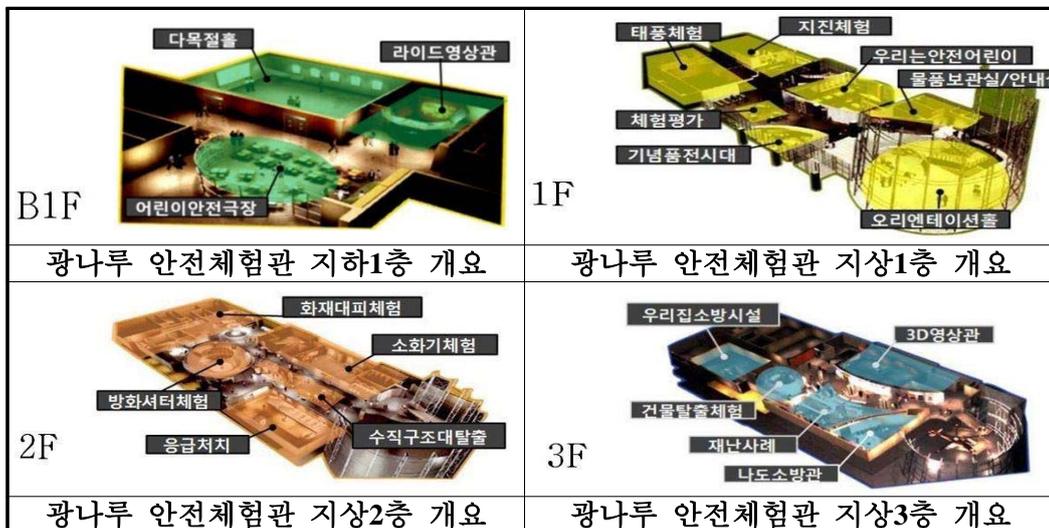
1999년 발생한 화성 씨랜드 및 인천 히트노래방 참사를 통하여 재난안전관리와 국민대상 교육의 중요성이 부각됨에 따라 이를 계기로, 2003년 3월 어린이대공원 옆에 우리나라 최초의 종합 재난안전체험관이 건립되었다.

주요 시설로 화재, 지진, 풍수해, 응급처치, 소화기 사용법 등 20여종의 체험코너를 설치하여 40~50명의 참여인원이 가상재난상황에서 각종 사고를 사전에 예방하고

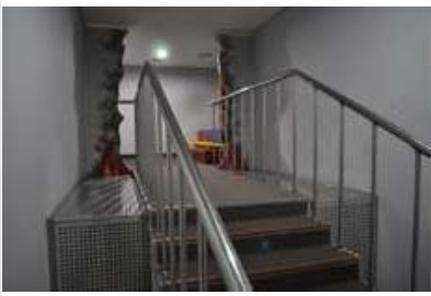
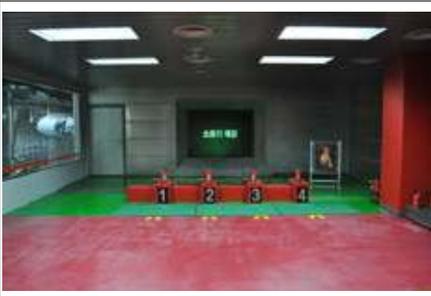
대처하는 방법을 체험하고 학습할 수 있다. 지하1층에는 움직이는 의자에 앉아서 사이버 세계에서 펼쳐지는 미래의 소방차와 소방관을 경험할 수 있는 라이드 영상관이 있고 1층은 지진 체험장, 풍수해 체험장, 방재문답, 오리엔테이션장 등이 위치해 있다. 또한 2층은 연기피난체험장, 소화기체험장, 응급체험장으로 구성되어 있고 3층은 영상관이 있어 각종 재해현장에서 활동하는 소방관들의 활동 모습을 영상으로 볼 수 있고 서울에서 발생했던 5대 대형재난사례와 소방활동 명장면을 볼 수 있는 전시관이 있다.

이 체험관의 강점을 살펴보면, 화재대피체험은 실제상황과 유사하게 운영하고 있어 교육의 효과가 높고 지리적 위치로 서울의 중심지와 다소 거리가 있으나 지하철 7호선, 버스정류장 등이 있어 접근성이 우수하며, 서울대공원이 입지하고 있어 가족단위의 오락을 겸비한 교육이 가능하다. 또한 최근 서울을 방문하는 외국인 대상 패키지 관광코스로 개발하여 해외 관광객의 방문도 증가 추세에 있다.

반면에 어린이를 주 대상으로 하고 있어, 청소년 이상의 전문체험장의 경우 15시 이후 1회 운영으로 사용시간이 제한되어있고, 내용면에서도 심폐소생술과 자동제세동기에 국한되어 있어 종합시설로의 기능은 다소 미흡한 것이 취약점이다.



[그림 2.4] 광나루 안전체험관 시설 개요

시설명	관련사진	관련내용
지진체험장		<p>지진발생시 행동요령을 배울 수 있다. 건물이 흔들리면 화재예방을 위해 전기나 가스를 차단하고, 낙하물로부터 머리를 보호하기 위해 식탁이나 책상 밑으로 대피하여 머리를 보호하도록 교육한다.</p>
풍수해체험장		<p>비와 바람의 세기를 느껴볼 수 있는 체험장으로서 태풍시 많이 발생하는 사고사례를 통해 미리 사고 예방대책에 대하여 교육한다.</p>
연기피난체험장		<p>화재발생시 어둡고 연기가 가득한 실내에서 피난할 때의 행동요령을 교육한다.</p>
소화기체험장		<p>우리주위에 흔히 볼 수 있는 소화기의 사용법을 교육한다.</p>
응급체험장		<p>사고발생 시 응급처치를 배우는 곳이며, 심장정지 환자 발생시 실시하는 심폐소생술을 교육한다.</p>

[그림 2.5] 광나루 안전체험관 프로그램

(2) 보라매 안전체험관

서울시에 위치한 보라매 안전체험관은 광나루 안전체험관과 동일한 목적으로 평상시 가상재난 체험을 통해 각종 사고의 위험성을 사전에 예방하고 시민들의 재난대처능력 향상에 목적을 두고 있다.

광나루 안전체험관의 시민호응도가 매우 높아 서울특별시는 안전체험교육의 대기수요를 해결하고 전문적인 재난체험교육을 담당하고자 보라매공원 일원에 총 340억원의 사업비를 투자하여 2010년 5월에 제2안전체험관인 보라매 안전체험관을 건립하였다.

보라매 안전체험관은 연면적 8,020.77㎡ 규모로 지하1층, 지상3층으로 구성되어 있으며 1일 최대체험인원은 240명이다. 교육프로그램은 재난체험, 전문체험 및 자유관람으로서 구성되어 있으며 재난체험은 60명의 인원이 지진, 태풍, 화재, 교통사고 등 주요 재난현황을 가상 시뮬레이션으로 체험할 수 있다. 전문체험으로는 심폐소생술 실습과 소방시설에 대한 이론교육으로 구성되어있으며 30명의 인원이 약 1시간 동안 교육받을 수 있다. 자유관람으로 어린이 안전관람장과 소방역사박물관이 운영되고 있는데 어린이를 대상으로 한 각종 안전교육과 소방의 역사적 변천사를 전시하고 있다.

<p>B1F</p> 	<p>1F</p> 
<p>보라매 안전체험관 지하1층 개요</p>	<p>보라매 안전체험관 지상1층 개요</p>
<p>2F</p> 	<p>3F</p> 
<p>보라매 안전체험관 지상2층 개요</p>	<p>보라매 안전체험관 지상3층 개요</p>

[그림 2.6] 보라매 안전체험관 시설 개요

(3) 부산광역시 안전체험관

부산시 동래구에 위치한 부산광역시 안전체험관은 지진, 태풍, 화재, 교통사고체험과 4D 영상관 시청이 가능한 재난체험과 심폐소생술, 소방시설체험이 가능한 전문체험, 자유관람 등의 시설들이 마련되어 있다.

또한 부산의 지역특성을 감안한 태풍, 지진, 원전체험실등의 체험시설과 전국 최초의 전기안전체험박물관을 포함하여 22개의 체험코너가 마련되어 있다.

또한 오리엔테이션홀, 재난역사전시관, 응급처치 체험관, 연기체험관, 생활안전전시관, 소화기체험관, 지진체험관의 7개의 전시관을 개설하여 다양한 안전체험을 제공하고 있다.

<표 2.1> 부산안전체험관의 전시관

전시관	교육내용
오리엔테이션홀	입장객들은 재난 안전 체험관에 들어서면 먼저 ‘오리엔테이션 홀’ 에서 재난의 종류에 대해 비디오 학습을 하게 된다. 태풍 홍수 지진 해일 산불 등의 자연 재난과 화재 폭발 붕괴 등 각종 사고 등에 대해 동영상을 통해 배우게 된다.
재난역사전시관	국내외의 대표적인 재난의 피해와 교훈에 대해 패널을 통해 배울 수 있다. 중국 쓰촨성 지진, 구포열차전복사고, 삼풍백화점 붕괴사고, 911테러, 대구 지하철 화재사고 등의 끔찍한 참사현장을 현장 사진과 함께 할 수 있다.
응급처치 체험관	응급처치의 중요성, 응급상황 시 행동요령 등을 숙지할 수 있으며, 심폐소생훈련용 ‘인형’ 을 통해 심폐소생술을 직접 체험해볼 수 있다. 전문강사가 직접 지도하여 생생한 체험이 될 수 있게 해 주며 이밖에 불에 데었을 때, 팔 다리가 부러졌을 때 등의 응급상황에 대한 대비 요령도 배울 수 있다.
연기체험관	이곳에서는 화재현장과 같은 상황을 만든 다음, 출구를 찾아 탈출하는 요령을 직접 배울 수 있도록 만들었다. 체험관 내부는 꼬불꼬불한 미로 형태로 만들어졌으며 화재가 발생하여 모든 전등이 꺼져 캄캄한 내부에 연기발생기에서 뿜어져 나오는 연기가 미로를 채우게 되면 입장객들은 피난 유도등을 따라 출구를 찾아 대피하는 체험을 할 수 있다.
생활안전전시관	일상 생활공간에서 흔히 일어날 수 있는 안전사고에 대한 예방법을 패널을 통해 학습할 수 있는 공간이다. 수영장이나 집 안에서의 안전사고는 물론 전기나 가스, 승강기 안전사고에 이르기까지 각종 유형의 사고에 대한 유형과 대비법을 배울 수 있다.
소화기체험관	직접 소화기를 사용해 볼 수 있도록 구성된 공간이다. 대형스크린 상에 화재발생현장을 화면으로 재현하면 불이 난 곳을 향해 분말 대신 물이 발사되는 소화기를 직접 작동시켜볼 수 있다. 소화기는 실제분말소화기처럼 안전핀을 뽑아야 물이 발사된다.
지진체험관	지진시뮬레이터를 이용하여 실제 지진 발생시의 흔들림을 체험할 수 있다. 부엌을 형상화한 공간에 직접 들어가 상하좌우로 흔들리는 지진을 1분가량 직접 체험하며 지진발생시 행동요령(탁자 밑 대피 등) 등을 익힐 수 있도록 구성되어 있다.



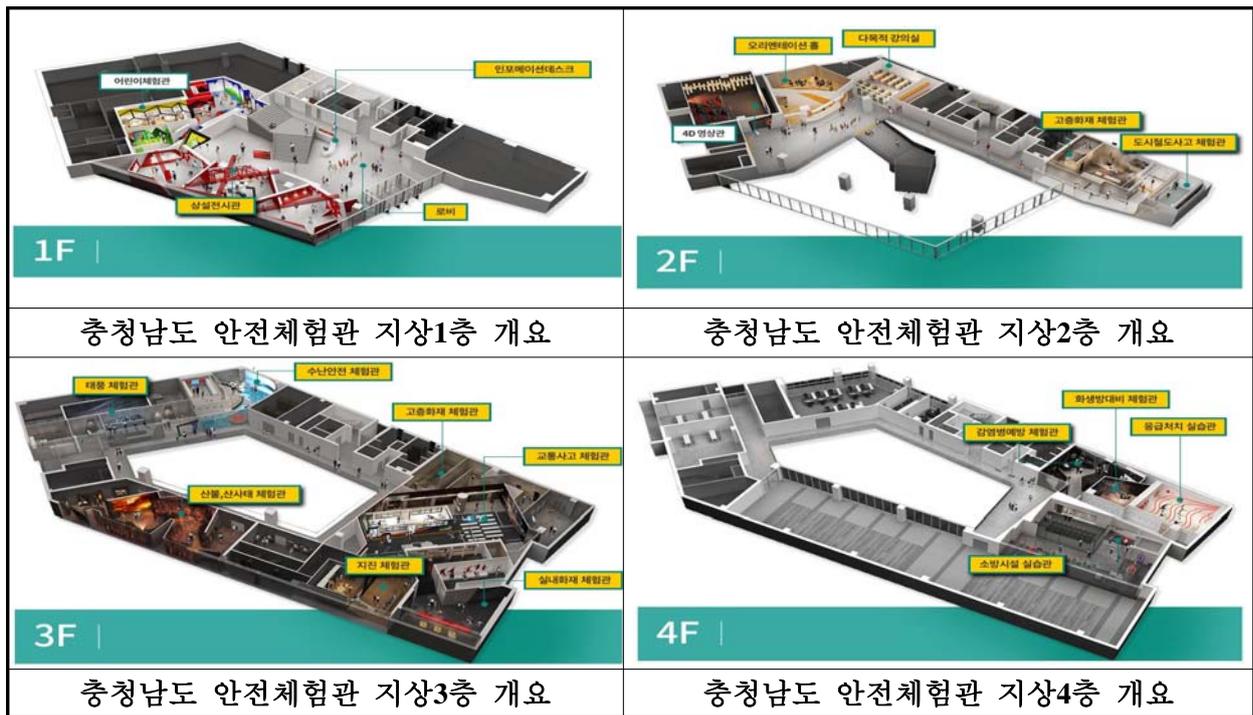
[그림 2.7] 부산광역시 안전체험관 시설 개요

(4) 충청남도 안전체험관

충청남도 천안시에 위치한 충청남도 안전체험관은 화재나 지진, 수난사고 등 각종재난 상황을 가상으로 설정하여 어린이·청소년 뿐만 아니라 일반인들까지 직접 체험하면서 일상 속에서 안전의 소중함과 위기대처 능력을 배울 수 있는 최첨단 가상 체험 시설을 갖춘 중부권 최초의 재난 안전 체험관이다.

그동안 우리는 참혹한 재난을 겪으면서 많은 교훈을 얻었지만, 그러한 재난 위기 상황속에서 소중한 생명을 지킬 수 있는 생존 방법에 대한 체험 및 학습 시설이 부족한 것 또한 현실이다.

이러한 현실을 극복하기 위해 2016년 3월14일 개관한 충청남도 안전체험관은 지상4층 연면적 5,795㎡ 규모로써, 지상1층은 상설 전시관과 어린이 체험관으로 구성되어 있으며, 지상 2층은 재난 체험장으로 4D 영상관·고층 화재 체험관(하)·도시철도 사고 체험관으로 구성되어 있다. 지상 3층은 태풍·수난·실내화재·교통 사고 체험관으로 구성되어 있으며, 4층은 전문 체험관으로 심폐소생술 실습관·소방시설 실습관 등으로 구성되어, 주변의 각종사고의 위험성을 사전에 예방 및 대처하는 요령을 쉽고 재미있게 체험하는 시설이다.



[그림 2.8] 충청남도 안전체험관 시설 개요

(5) 365세이프 타운

강원도 태백시에 위치한 365세이프타운은 광산지역의 특성을 살린 체험교육을 받을 수 있으며, 각종 재난에 대한 가상체험과 교육, 엔터테인먼트, 휴양과 레저 기능을 접목시킨 국내 최대 규모의 재난안전체험관으로서 태백시에서 직접 운영하고 있다.

주요 시설로는 청소년 안전체험관(장성지구), 강원도 소방학교(철암지구), 챌린지 시설(중앙지구)로 구성되어 있다. 청소년 안전체험관은 시뮬레이터와 3D영상을 이용한 산불 체험관, 설해 체험관, 풍수해 체험관, 지진 체험관 및 대테러 체험관과 전시관람시설로 이루어져 있다.

강원도 소방학교에는 이색안전체험, 소방안전교육, 특수훈련센터가 있다. 이색안전체험은 화재탈출체험인 농연체험장, 암벽등반장 및 15종의 구난구조체험으로 구성된 종합훈련탑으로 구성되어 있고 소방안전교육을 위하여 초기 화재진압체험과 화재 발생 시 대피교육 등의 소화기 시뮬레이터, 응급처치실, 소방시설 실습장이 있다. 또한 특수훈련센터에는 항공기화재진압, 수난구조훈련, 주택화재진압 등으로 시연하고 있다. 소방안전교육은 학습의 질을 높이기 위해 참여인원을 25~30명으로 제한하여 운영하고 있다. 챌린지 시설로 트리트랙, 곤돌라 승강장, 짚라인 등 있으며 곤돌라로 이동하면서 이상의 주요 3지구 안전체험시설을 두루 이용할 수 있도록 대규모로 구성되어 있다.



[그림 2.9] 365세이프 타운 시설 개요

(6) 대구 시민안전테마파크

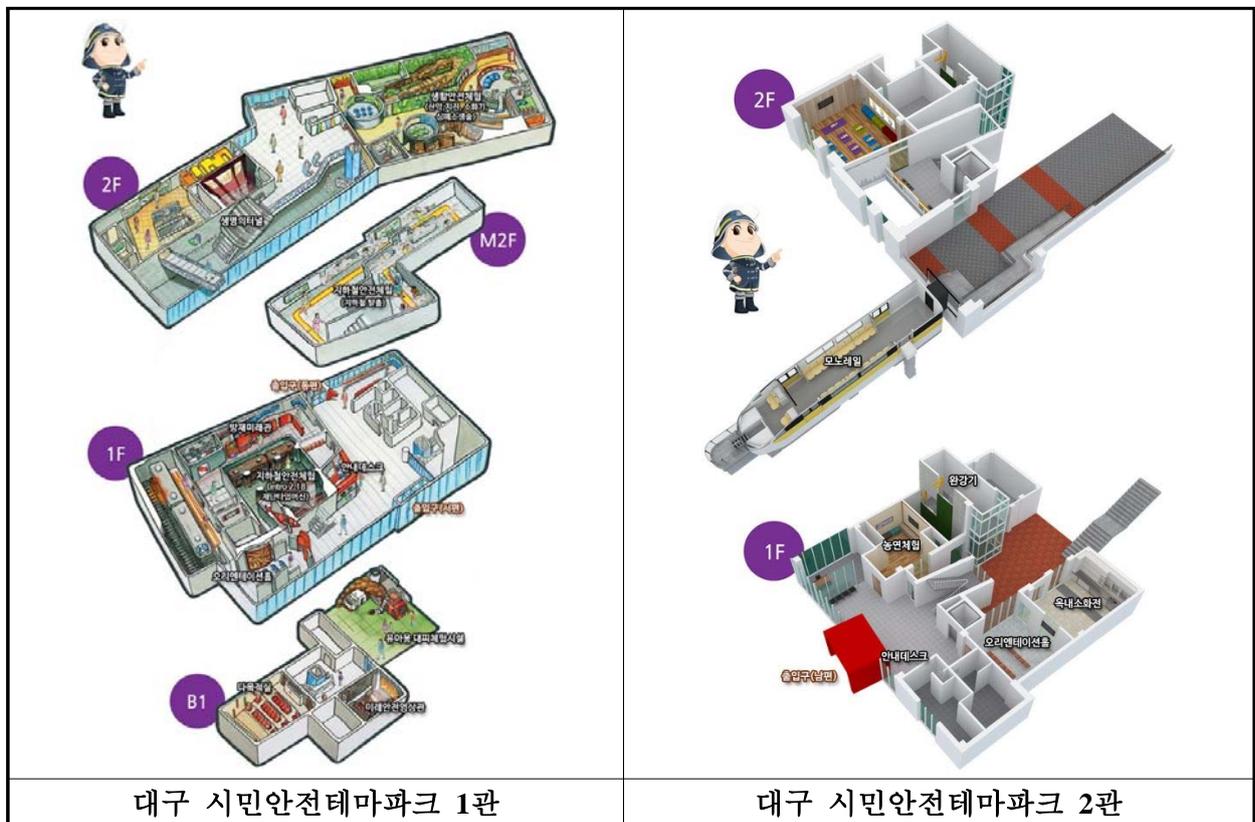
대구광역시는 1995년 대구 상인동 가스 폭발사고와 2003년 2.18 지하철 참사를 계기로 2008년에 시민들의 안전의식과 재난 대응역량을 함양하기 위하여 주요 재난사고 유발요인 분석을 토대로 실질적인 체험교육이 가능한 대구시민안전테마파크를 건립하였다.

이 체험관의 강점을 살펴보면, 각종 재난 현장 경험을 가진 16명의 소방공무원들이 체험안내를 담당하고 있고 화재, 교통사고, 지진, 태풍, 지하철사고 등의 체험학습이 가능하며 체험교육의 참여인원을 20명 이하로 제한하여 학습의 질을 높이고 있다. 특히 지하철안전체험관은 화재 발생현장을 그대로 옮겨온 듯한 모습을 갖추고 있어 체험자가 직접 2003년 발생한 지하철 참사를 가상으로 체험할 수 있다.

반면에 취약점은 주요 프로그램이 유아와 학생을 대상으로 한 단체관광과 소방관련 의무교육생을 대상으로 구성된 점이다. 오전에는 어린이, 오후에는 성인 위주로 운영하고 있어 향후 다양한 연령층이 이용할 수 있도록 교육의 범위를 확대해야 한다. 또한, 시가지

외곽에 입지하여 버스, 지하철 등 대중교통과 연계성 부족으로 인해 개인이 이용하는데 불편한 점도 있다.

전시관은 총 5개의 전시관으로 구성되어 있다. 지하철안전전시관은 3개 층으로 구성, 지하철 안전체험 할 수 있는 특화된 공간이며, 생활안전전시관은 풍수해, 산악안전, 지진, 화재, 응급처치 등의 일상생활에서 발생할 수 있는 여러 재난 상황을 구분하여 체험하고 학습할 수 있는 전시공간이다. 미래안전영상관은 3D입체라이드 영상관으로 미래도시에 갑작스레 찾아온 재난을 해결하는 119대원의 활약상을 담은 애니메이션을 상영한다. 방재미래관은 2.18지하철사고 정보제공과 재난의 시대적 변천, 세계의 재난 그리고 방재미래를 보여주는 전시 공간이다.



[그림 2.10] 대구 시민안전테마파크 시설 개요

(7) 전북 119안전체험관

전북 119안전체험관은 2013년 4월 임실군에 총 98,000㎡의 부지에 개관하였으며 재난종합체험동, 위기탈출체험동, 어린이안전마을 등으로 구성되어 있다.

이 시설의 강점은 교육, 체험, 놀이를 결합한 종합 에듀테인먼트가 가능하며, 각종

재난안전사고에 대한 대응방법을 가상 체험을 통하여 현장감있게 학습할 수 있다는 점이다. 또한 우리 생활 주변에서 발생 가능한 다양한 가상 재난상황을 시뮬레이션 게임 형식으로 재미있게 구성하여 어린이 등 이용자의 흥미를 유도하고 있다는 점도 장점이다.

주요 시설로 재난종합 체험동은 총 11종의 전시 및 체험시설로 구성되어있는데, 각종 재난 및 일상생활에서 겪을 수 있는 위기상황에서 자신과 가족의 생명을 지키기 위한 화재진압 및 대피체험, 교통안전체험, 태풍체험, 생활안전체험, 방사능 대피시설체험, 안전퀴즈 119 심폐소생술 실습이 가능하다.

위기탈출체험동은 화재 등 재난상황을 부여하고 미션을 해결하는 체험시설로서, 체험을 병행한 체력단련, 총 6종의 피난기구를 통한 건물탈출, 2종의 고공횡단 담력 강화체험 및 안전영웅 서바이벌 체험, 소방헬기 등을 활용한 산악사고 인명구조체험, 소방차량을 탑승하고 출동하여 화재진압 임무를 완수하는 실전 코스 등도 체험할 수 있다. 어린이 안전마을은 어린이들의 눈높이에 맞도록 실물 2/3크기 축소형 건축물 9개동과 야외체험시설이 있어 어린이들이 안전마을의 실내 체험시설인 꼬꼬마119(어린이 소방서), 바위산 및 언덕 오르기 체험, 화재대피 체험, 생활안전체험, 태풍체험, 물놀이안전 체험, 지진체험과 야외 체험 시설인 징검다리 건너기, 구름다리 건너기, 돌담 길 걷기, 신호등 건너기, 동굴 길 체험 등을 통해 각종 재난 시 올바르게 대응하는 방법을 체험으로 익힐 수 있다.

반면에 취약점은 체험교육의 참여인원이 100~150명으로 많기 때문에 체험학습의 체험교육을 통해 대처방법을 충분히 숙지하지 못할 우려가 있다는 것이다. 그리고 지리적으로도 전북 임실에 입지하여 대중교통을 이용하기 어려워 접근성이 부족하다.

 <p>위기탈출 체험동 재난종합 체험동 전문응급처치교육장(공사청) 물놀이 안전체험장 어린이 안전마을</p>	<p>▶ 재난종합 체험동</p>  <p>▶ 어린이 안전마을</p>  <p>소화기/화재대피 체험 차신/대중 체험 교통신호/생활안전 체험 심폐소생술 학습 4D 재난영상 체험 방사능/화학위험 체험</p>
<p>전북 119안전체험관 전체 시설</p>	<p>전북 119안전체험관 재난종합 체험동 시설 개요</p>
<p>▶ 위기탈출 체험동</p>  <p>▶ 어린이 안전마을</p>  <p>위험도끼 산악탈출 체험 피난기구 체험 교통신호 체험 헬기구조대 체험 소방차 학습 화재진압 체험</p>	<p>▶ 어린이 안전마을</p>  <p>방화방범 (대중 체험) 방화방범 (물놀이안전 체험) 존물존물 (차신 체험)</p>
<p>전북 119안전체험관 위기탈출 체험동 시설 개요</p>	<p>전북 119안전체험관 어린이 안전마을 개요</p>
<p>▶ 물놀이 안전체험장</p>  <p>▶ 전문응급처치교육장</p>  <p>적수사고체험 선박탈출체험 급류사고체험 물놀이체험 벙커대고 안내기 통합물놀이장</p>	<p>공사청</p>  <p>이러지 준비용 이러지 준비용 이러지 준비용 전문응급처치체험장 안전사고대처 및 119신고방법 호준 심폐소생술 교육 이러지 준비용 이러지 준비용 이러지 준비용 구조조립 저용체중기기 사용방법 역상환자 응급처치교육</p>
<p>전북 119안전체험관 물놀이 안전체험장 개요</p>	<p>전북 119안전체험관 전문응급처치교육장 개요</p>

[그림 2.11] 전북 119안전체험관 시설 개요

2.1.3 국외 방재시험시설 구축사례

(1) V-S-H(VersuchsStollen Hagerbach)

스위스 Hagerbach에 위치한 V-S-H는 초기단계에서부터 터널실물실험을 위하여 설계됨에 따라 전문성과 방향성을 명확히 지니고 있다. 실물실험은 목적하고자 하는 실험을 V-S-H측과 협의를 통해 진행되며, 주로 장소협조 및 기술 자문 등이 이루어진다. 운영주체는 민간기업(V-S-H Ltd.)으로 약 35명의 기술자들이 대학, 정부, 기업등과 협업을 통해 수익을 창출하고 있다.(연간 운영비용은 약 57~68억원정도가 소요된다.)

V-S-H에서는 터널 화재에 대한 실물실험도 이루어지기는 하나, 주된 실험은 터널 굴착,

라이닝 등의 건축 및 토목, 구조분야에 초점이 맞춰져 운영 중이다.

V-S-H에는 주로 건설재료시험, 연구개발, 교육 및 훈련, 연회 및 행사를 진행하고 있고, 이에 따라 기본적인 굴착, 터널시공 자재, 자체 연구소, 굴착된 실험장소(다수의 갱), 갱내 연회장 등을 보유 중이다.

주요 수행업무로는 Research & Technology 분야, Building material Technology Centre Zbt, 자체 실험실 운영 등이 있다.





[그림 2.12] VSH 개요

(2) Tunnel Safety Testing S.A.

스페인 Asturias에 위치한 Tunnel Safety Testing S.A.은 설계초기단계에서부터 다양한 환기방식, 천장 높이 변동가능, 피난연락갱 및 실험에 대한 편의성 등이 고려되어 매우 전문적인 분석하에 구축된 방재시험시설로써, 기반설비 등은 국가에서 지원하고, 운영주체는 민간기업인 T.S.T S.A.가 운영을 하고 있다.

터널화재 실험실험을 위하여 다양한 설비가 구축 되었을뿐 아니라, 실험데이터를 실시간으로 송수신이 가능한 광케이블 시스템과 더불어 중앙 컨트롤 센터에서 모니터링 및 콘트롤이 가능하다는 매우 큰 장점을 가지고 있다.

또한 화재진압 및 피난, 구급활동 등의 실무교육훈련 역시 별도의 공간을 만들어 Test tunnel과 연동함으로써 교육훈련의 성과를 극대화하고 있다.

Tunnel Safety Testing S.A.는 크게 터널 시험장(Test tunnel)과 고온 팬 실험장치(High Temperature Fan Laboratory), 교육 훈련장(Test Gallery), 측정 및 모니터링 사무소등 보조설비(Data Acquisition and Control System)으로 구성되어있다.

주요 수행업무로는 화재 및 환기 실험, 이론 및 실무 교육, 고온 팬 시험 등을 수행하고

있다.

<표 2.2> S.A.의 터널 시험장 제원

구분	내용
터널연장	600m
터널 폭	9.50m
터널단면	66m ² (False ceiling 제외 시)
최소반경	400m
종방향 경사	1%
횡방향 경사	2%
비상통로	폭 : 4m, 높이 : 2.60m
비상구	3개소 (150m 간격으로 설치)

<표 2.3> S.A.의 터널 시험장의 환기방식

구분	환기장비	수량(개)	유량(m ³ /s)	비고
종류식	제트팬	14	-	45kW
(반)횡류식	축류팬	2	160	355kW
	배연댐퍼	11	-	12m ²
삭칼드(Saccardo) 방식	축류팬	2	120	355kW(인젝션용) 315kW(배연용)
혼합방식(종류+횡류방식)	제트팬+축류팬	-	-	

<표 2.4> 기타장비

구분	내용
수압선	-
소화전	50m 간격마다 설치
저수조	600m ³
조명시설	275W, 양측벽으로 15m 마다 설치

The “San Pedro de Anes” 시험 터널은 연구 및 적절한 활동을 위한 조건을 갖추고 화재 및 환기 시험을 실제 규모로 수행하고 있으며, 이 안에서 수행되는 주된 내용은 터널 환기 및 연기 배출기기 및 시스템 시험, 화재 감지 시스템 시험, 화재 제어 및 소화시스템 시험, 실제 조건에서의 터널 화재 내화성능 시험, 터널 기기 및 기능 기기의 화재에 대한 응답시험 등이 있다.

교육훈련으로는 소방대 및 구조구급대, 터널 운전자 및 안전 관리자, 터널 설계 및 공학자를 대상으로 교육훈련을 운영하고 있다.



T.S.T S.A. 입구



사무소 전경



Test tunnel 전경



Test tunnel 환기소



고온 팬 실험장치



Training gallery



[그림 2.13] tunnel Safety Testing S.A. 시설 개요

(3) 스위스 국제 소방학교

스위스 국제 소방학교는 80개국(캐나다, 브라질, 사우디아라비아, 유럽, 아프리카, 이스라엘 등) 소방관 및 안전관리자 등이 교육훈련을 위해 방문하는 유럽 최대의 소방교육훈련시설이다. 소방학교의 기반시설은 국가에서 제공하며, 유럽 최대 안전·보안전문업체인 SERCO에서 위탁 운영 중이다.

또한 최장 터널 화재 훈련시설 및 해상 및 연안사고 훈련시설 외 맨체스터 공항 그룹과의 파트너십을 보유하여 항공기 사고 대응훈련(ARFF)같은 다수의 전문 특화 교육과정을 운영하고 있고, 유럽지역의 화재안전 이슈와 관련된 교육훈련 연구개발 지원기능도 보유하고 있다.

스위스 국제 소방학교는 터널화재(도로, 철도), 주차장화재, 항공기격납고화재 훈련을 위한 시설과 중앙센터, 교육시설, 연회장 및 숙소 등의 편의 시설을 함께 보유하고 있다.

	
<p>스위스 국제 소방학교 훈련시설 배치도</p>	<p>터널 내 위치이동이 가능한 실화재훈련차량</p>
	
<p>ARFF 지휘훈련 시뮬레이션 센터</p>	<p>터널실물화재 훈련시설 내 피난 유도등</p>

[그림 2.14] 스위스 국제 소방학교 시설 개요

2.2 방재종합시험장 중장기 마스터 플랜 수립

2.2.1 방재종합시험장 실험 분야 마스터 플랜

(1) 환기 및 제연분야 성능시험

터널내 설치되는 방재시설 중 환기 및 제연관련 설비는 터널내 화재발생시 가장 효과적으로 화재를 대응할 수 있는 설비로써, 현재 가장 활발히 연구가 진행 중인 분야이다.

환기 및 제연분야에 관련된 설비는 제트팬, 제연보조설비, 제·배연 시스템 등이 있으며, 이 시설에 대한 성능시험과 관련 인자에 대한 연구가 필요하다.

따라서 환기 및 제연설비에 대한 실물실험으로 해당 설비의 성능파악과 제연설비의 고성능화, 기술개발 등에 활용이 가능할 것으로 판단된다.

환기 및 제연분야에 대한 성능시험의 시험항목은 제트팬 성능검증 및 평가시험, 제연보조설비의 성능측정시험, 제·배연 시스템의 개선시험, 환기설계인자에 대한 측정연구 등이 있으며, 이에 따른 필요시설 및 장비는 다음과 같다.

<표 2.6> 환기 및 제연분야 성능시험을 위한 필요시설

시설명	용도 및 요구사항
제트팬	제트팬 성능시험
제트팬 이동시설	제트팬 이동설치
대배기구 관련시설	제연보조설비 등 신규 방재시설 연구의 기반시설
에어커튼	제연보조설비 성능시험
연기확산 차·지연설비	
기타 제연보조설비	

<표 2.7> 환기 및 제연분야 성능시험을 위한 필요장비

시설명	용도 및 요구사항
데이터 어큐지션 시스템	각종센서의 데이터 수집
풍향 풍속계	터널내 풍속측정
덕트 풍량측정장비	급배기 포트의 풍량 측정
연기발생장치	연기의 차·지연 효과 파악

(2) 피난대피시설분야 성능시험

터널내 설치되는 방재시설 중 피난대피시설은 터널내 화재발생시 터널 이용객들이 화재 및 긴급상황 발생시 직접 또는 간접적으로 상황을 벗어날 수 있는 설비로써, 인명피해와 직접적인 관계가 있는 설비이다.

피난대피시설분야에 관련된 설비는 피난유도등, 차단문(방화문), 영상유고설비, 기타 피난대피시설 등이 있으며, 이 시설에 대한 성능검증을 통해 해당시설의 법적 성능요구사항의 만족여부판단에 활용이 가능 할 것으로 판단되어진다.

피난대피시설분야에 대한 성능시험은 피난유도등 가시도 평가시험, 차단문(방화문) 차폐 및 개방 성능검증 평가시험, 영상유고설비의 성능검증시험, 라디오 재방송설비의 설치개선 등이 있으며, 이에 따른 필요시설 및 장비는 다음과 같다.

<표 2.8> 피난대피시설분야 성능시험을 위한 필요시설

시설명	용도 및 요구사항
피난유도등	피난유도등의 시인성 성능검사
차단문(방화문)	차단문(방화문) 차폐 및 개방 성능검사
영상유고감지설비 관련설비	영상유고감지설비의 성능검사
라디오 재방송설비	라디오 재방송설비의 설치 개선 연구
피난대피통로/격벽분리형 피난대피로	피난대피통로/격벽분리형 피난대피로의 피난효율 연구
가압용 송풍기	차단문(방화문) 등 가압용

<표 2.9> 피난대피시설분야 성능시험을 위한 필요장비

시설명	용도 및 요구사항
시인성 평가장비	시인성 측정용
휘도측정장비	휘도 측정용
차압계	차압 측정용
가시화 레이저	가시화 실험용
연기발생장치	
CO, CO2 측정장비	관련 기체 농도 측정용
산소농도 측정장비	
가시도 측정장비	가시도 측정용

(3) 수계소화설비분야 성능시험

터널내 설치되는 방재시설 중 수계소화시설설비는 터널내 화재발생시 화재에 직접적으로 대응할 수 있는 설비로써, 직접적으로는 물적피해와 간접적으로는 인명피해에 관계가 있는 설비이다.

수계소화설비분야에 관련된 설비는 소화기, 옥내소화전(호스릴), 물분무설비 등이 있으며, 이 시설에 대한 성능검증을 통해 해당시설의 법적 성능요구사항의 만족여부판단과 각 수계소화설비의 기술개발에 활용이 가능 할 것으로 판단되어진다.

수계소화설비분야에 대한 성능시험은 소화기 성능평가, 옥내소화전(호스릴) 설비의 성능검증평가시험, (고압)물분무소화설비 성능 측정시험, 물분무 헤드 방수량, 방수거리 시험, 기타 소화전설비 및 소화기구 기술개발 등이 있으며, 이에 따른 필요시설 및 장비는 다음과 같다.

<표 2.10> 피난대피시설분야 성능시험을 위한 필요시설

시설명	용도 및 요구사항
옥내소화전(호스릴)설비	옥내소화전(호스릴)설비 성능 검증
물분무소화설비	물분무소화설비의 방수압, 방수거리 시험
물분무 헤드	
방수 노즐 설치대	
급수 정압·정유량 장치	

<표 2.11> 피난대피시설분야 성능시험을 위한 필요장비

시설명	용도 및 요구사항
방수압 측정기	방수압 측정
유량계	방수량 측정
배관 내압 측정용 압력계	배관 내압 측정
살수밀도 측정장비	물분무설비 성능시험
중량계(Balance)	-

2.2.2 방재종합시험장 교육 분야 마스터 플랜

(1) 터널방재관리인증과정

터널관리자 및 관련기관 근무자를 대상으로 이론과 실무를 겸비한 종합적 터널방재관리자에 대한 인증과정이 필요함에 따라 터널관리자 및 관련기관 근무자를 대상으로 계획한 교육과정이다.

도로터널 방재와 관련된 이론과 실무를 겸비한 터널방재관리인재를 교육 하고자 하며, 이를 통해 유사시 신속한 대응을 통한 터널이용자 안전확보와 터널 방재시설의 유지관리 및 운영의 전문화를 기대할 수 있을 것이라 판단된다.

터널방재관리인증과정은 기본과정인 통합 일반과정과 전문과정인 통합 전문과정으로 분류되며, 각 과정 모두 이론 및 실무를 함께 교육받을 수 있는 교육내용을 가지고 있다.

<표 2.12> 터널방재관리인증과정(통합 일반과정)의 교육 내용

구분	내용
이론	<ul style="list-style-type: none"> - 소방 및 방재시설의 이해(기계, 전기설비 등) - 터널화재특성 및 방재시설에 대한 이해
실무	<ul style="list-style-type: none"> - 도로터널 방재시설(소화시설, 경보시설, 제연설비 등) 조작 숙달 - 터널내 방재시설에 대한 유지관리 요령

<표 2.13> 터널방재관리인증과정(통합 일반과정)의 교육 시간 (0박 1일)

구분	내용	교육시간	비고
이론	<ul style="list-style-type: none"> - 소방 및 방재시설의 이해(기계, 전기설비 등) - 터널화재특성 및 방재시설에 대한 이해 	3시간	도로공사 “U-러닝” 과 연계 가능
실무	<ul style="list-style-type: none"> - 도로터널 방재시설 조작 숙달 터널내 방재시설에 대한 유지관리 요령 	4시간	
합계		7시간	

〈표 2.14〉 터널방재관리인증과정(통합 전문과정)의 교육 내용

구분	내용
이론	<ul style="list-style-type: none"> - 방재관련기초 이론(연소,화학공학 및 열, 유체역학 등 기초 이론) - 소방 및 방재시설의 이해(기계, 전기시설 등) - 터널내 방재시설에 대한 유지관리 요령 - 도로터널 방재시설 관련법규(방재지침, 국가화재안전기준 등)
실무	<ul style="list-style-type: none"> - 도로터널 방재시설(소화설비, 경보설비, 제연설비 등) 조작 숙달 - 화재상황대응 및 구조활동 숙달(실화재 훈련, 농연 및 고온체험 등) - 터널내 방재시설에 대한 유지관리 요령

〈표 2.15〉 터널방재관리인증과정(통합 일반과정)의 교육 시간 (3박 4일)

구분	내용	교육시간	비고
이론	방재관련 기초 이론	6시간	도로공사 “U-러닝” 과 연계 가능
	소방 및 방재시설의 이해	4시간	
	터널내 방재시설에 대한 유지관리 요령	2시간	
	도로터널 방재시설 관련법규	2시간	
	소개	14시간	
실무	도로터널 방재시설 조작 숙달	6시간	
	화재상황대응 및 구조활동 숙달	3시간	
	터널내 방재시설에 대한 유지관리 및 일상점검 요령	3시간	
	소개	12시간	
합계		26시간	

〈표 2.16〉 터널방재관리인증과정의 필요시설 및 장비

구분	필요시설 및 장비	비고
이론	교육자재(서적 및 교육자료, 강의시설 등)	강사 필요
실무	옥내소화전(호스릴), 물분무소화설비, 영상유고감지설비, 라디오재방송설비 등 방재시설	교관 필요
	도로터널 방재시설 유지관리 매뉴얼	강사 필요

2.2.3 방재종합시험장 훈련 및 체험학습 분야 마스터 플랜

(1) 훈련 분야

터널화재사고 발생시 터널 이용객들의 안전하고 신속한 대피를 위하여 터널관리자 및 관련기관 근무자들에게 터널화재에 대한 비상대응 능력을 훈련시키고 관리자 및 터널 관계자들에 대한 상시훈련을 수행하여 비상대응 능력을 함양하기 위해 계획되었다.

〈표 2.17〉 훈련분야 훈련내용

구분	관련내용	비고
방재시설 구조 및 기능 교육	도로터널내 방재시설의 구조 및 종류에 대한 이론교육 및 시뮬레이터 조작을 통한 사전교육	교육동
시설 조작 및 숙달	실제 방재시설의 조작을 통한 사용능력 향상	터널내
화재상황대응 및 구조활동	실제화재상황을 모사한 상황을 연출하여 화재시 위험성 체감 및 대응 및 구조활동방법 교육	터널내

〈표 2.18〉 훈련분야 필요시설 및 장비

구분	필요시설 및 장비	비고
방재시설 구조 및 기능 교육	교육자재(서적 및 교육자료, 강의시설 등)	교육동
시설 조작 및 숙달	옥내소화전(호스릴), 물분무소화설비, 영상유고감지설비등 방재시설	터널내
화재상황대응 및 구조활동 훈련	연기발생기, 화재 Pool, 암막시설 등 실화재모사 시설	

〈표 2.19〉 훈련분야 훈련 시나리오

구분	소요시간(분)	장소	세부계획
방재시설 구조 및 기능교육	10분	교육동	- 도로터널 사고의 위험성 등에 대한 VCR 시청 ·화재 및 긴급상황에 대한 위험성 및 대응능력 확보의 필요성 강조
	90분		- 도로터널 방재시설의 구조 및 종류에 대한 기본적인 교육(기본적인 이해도모) ·교재 등 강의자료를 이용한 이론 교육 실시 ·방재시험장 터널의 시설 및 훈련내용 브리핑
	30분		Breaking Time
	60분		- 도로터널 방재시설의 시뮬레이터 조작 ·도로터널 방재시설 시뮬레이터 조작을 통한 사전교육 진행
시설 조작 및 숙달	120분	터널동	- 도로터널 방재시설 조작 및 숙달 ·3개조로 구분하여 ‘환기 및 제연설비’, ‘피난대피시설설비’, ‘수계소화설비’를 조작하여, 숙달시 다음 조와 교대하는 순환형 훈련 진행
	20분		Breaking Time
화재상황 대응 및 구조활동	120분	터널동	- 실화재 훈련(화재규모 체험 및 소화활동 훈련) ·가스/Pool 버너를 이용하여 실제 화재규모를 체험 ·소화기에 의한 소화훈련 ·물분무설비에 의한 소화훈련 ·옥내소화전에 의한 소화훈련 ·소화와 동시에 일부 훈련자 피난연결통로 대피훈련 - 화재상황대응 및 구조활동 훈련 ·연기발생기 및 암막시설을 통하여 화재상황 시 피난 및 구조활동 훈련 ·피난연결통로 통과 훈련
훈련종료	30분	교육동	- 훈련 종료 및 총평

(2) 체험학습 분야

터널화재는 구조적 특성으로 인하여 막대한 인적, 물적피해를 초래할 수 있기 때문에 터널화재 발생시 일반인들에게 터널화재 및 긴급상황에 대한 경각심을 고취시키고 초기 대응 및 관련 위기대응능력을 체험시킬 필요가 있다. 따라서 일반인들을 대상으로 소화설비 및 피난설비에 대한 체험을 통하여 위기상황시 대처능력을 함양시키고자 계획되었다.

〈표 2.20〉 체험학습분야 체험내용

구분	관련내용	특화체험
주요시설 현장실습	방재시설(옥내소화전, 물분무소화설비, 경보설비, 피난유도등 등) 의 직접체험 또는 견학	물분무설비체험
화재상황 연출	연기발생기를 통한 피난훈련, 실화재 발생견학, 정전상황 체험	실화재 체험
피난대피 체험	도로터널내 피난대피시설인 피난연결통로 체험(가압상태), 정전 또는 농연 속 대피체험	농연속 피난체험

〈표 2.21〉 체험학습분야 필요시설 및 장비

구분	필요시설 및 장비	비고
주요시설 현장실습	옥내소화전(호스릴), 물분무소화설비, 경보설비, 피난유도등, 제연팬 등	
화재상황 연출	연기발생기, 화재 Pool, 암막시설	
피난대피 체험	피난연결통로(컨테이너식), 연기발생기, 피난유도등	

2.2.4 기타 연계사업 대외 분야

(1) 민간수요도 조사

구)영동터널 방재종합시험장에 대한 민간수요도를 조사하기 위하여 도로터널내 설치되는 방재시설의 제작, 제조업체를 대상으로 설문 및 수요조사를 실시하였다.

설문조사는 기계설비, 전기설비, ITS 설비의 대분류와 그에 따른 소화설비, 경보설비, 피난대피시설, 소화활동설비, 비상전원설비 등 중분류로 나누어 진행하였고, 방재설비별 총 22개의 업체를 대상으로 설문조사를 실시하였다.

설문 및 수요조사 항목은 과거 시험·성능검증·인증테스트 경험여부, 시험·성능검증·인증테스트 시 의뢰기관, 시험·성능검증·인증테스트시 애로사항, 실물 방재종합시험장의 필요성 및 이용의사 등 8개 항목으로 설문조사항을 작성하였다.

설문 조사서	
※ 답변범례 : ① 매우 부정적, ② 부정적, ③보통, ④긍정적, ⑤매우 긍정적	
1. 귀사에서 주로 취급하는 (방재)설비는 무엇입니까? (복수선택 가능)	
구분	방재설비 종류
①소화설비	소화기구, 옥내소화전, 물분무설비
②경보설비	비상경보, 화재탐지, 비상방송, 긴급전화, CCTV, 영상유고, 재방송, 정보표시, 진입차단
③피난대피 시설	비상조명등, 유도등, 피난연결통로시설(차단문)
④소화활동 설비	제연설비(제트팬, 축류팬), 무선통신보조, 연결송수관, 비상콘센트설비
⑤비상전원 설비	무정전전원, 비상발전설비
⑥기타설비	()
2. 귀사에서 상기 설비와 관련하여 제품의 성능검증, 평가, 인증, 테스트 등을 받아본 적이 있습니까? ① 없음 ② 1회 이하 ③ 2회 이하 ④ 3회 이하 ⑤ 4회 이상	
3. 2번 항목과 관련하여 귀사에서 제품의 테스트, 성능검증, 평가, 인증 등을 받는 주요 기관은 어디입니까? ① 한국소방산업기술원 ② 한국방재시험연구원 ③한국건설생활환경시험연구원 ④ 한국건설기술연구원 ⑤ 기타 ()	
4. 2번 항목과 관련하여 다음 중 어떤 애로사항이 있었습니까? ① 비용이 과다 ② 절차가 복잡 ③ 전문성 부족 ④ 터널전용 기준이 없음 ⑤ 기타()	
5. 귀사에서는 평소 국내 도로터널 전용 방재종합시험장소의 설치 및 운영의 필요성에 대하여 어떻게 생각하십니까? ① 매우 부정적 ② 부정적 ③보통 ④긍정적 ⑤매우 긍정적	
6. 도로터널 전용 방재종합시험장이 설치 및 운영된다면, 귀사의 해당 설비에 대한 방재시험을 진행할 의사가 있으십니까? ① 매우 부정적 ② 부정적 ③보통 ④긍정적 ⑤매우 긍정적	
7. 5번 항목과 관련하여 진행의사가 있다면, 다음 중 어떤 용도로 귀사의 (방재)설비의 시험을 진행하고자 합니까? ① 자체 신제품 개발목적의 테스트 ② 국가연구개발(R&D) 실증실험 목적의 테스트 ③ 조달청 자체납품 목적의 테스트 ④ 특허출원, 신제품 신청 등 설계단계의 테스트 ⑤ 기타()	
8. 끝으로, 국내 도로터널 전용 방재종합시험장의 설치 및 운영에 관하여 귀사에서 요구사항이 있으면, 간단한 의견을 제시해 주시길 바랍니다.	

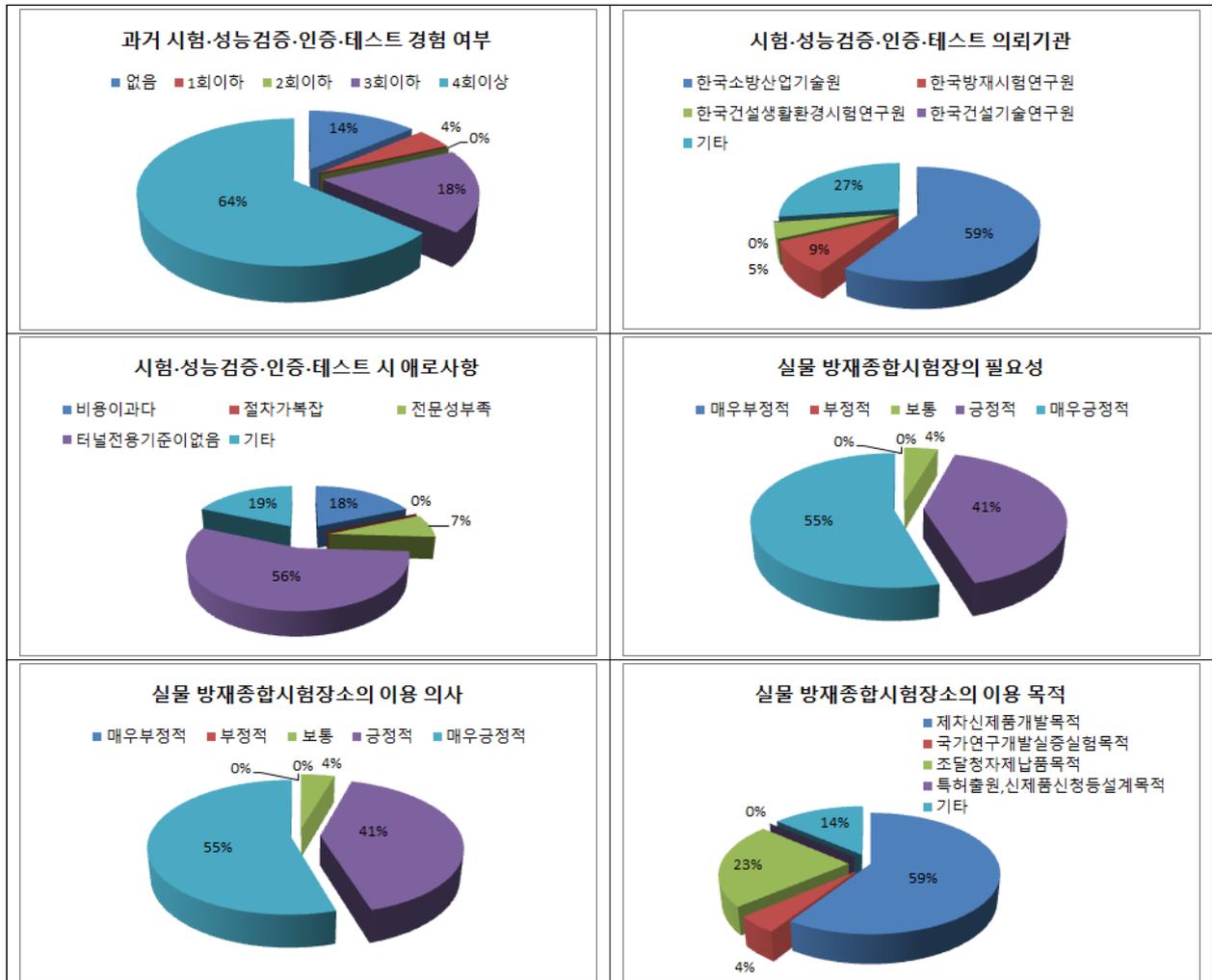
[그림 2.15] 민간수요도 조사 설문조사서

(2) 민간수요도 조사 결과

			설문조사항							
			1	2	3	4	5	6	7	8
기계 설비	제트팬	삼원	6	5	5	1	5	5	1	
		유진	4	4	5	1,3	3	3	3	
	계측기	리트코	2	5	1	4	4	4	1	
		파코	2	5	1	4	5	5	3	
	피난문	해밀	3	5	3	4	5	5	1	
	소화전	건찬	1	1	1	4	5	5	1	
	호스릴	건찬	1	1	1	4	5	5	1	
	포소화전	건찬	1	1	1	4	5	5	1	
	물분무헤드	파라다이스	1	5	1	4,5	4	4	1	
		우당	1	5	1	5	5	5	5	
	프리액션	세코스	1	5	1	4	5	5	1	
		파라다이스	1	5	1	4	4	4	1	
		우당	1	5	1	5	5	5	5	
	전기 설비	화재감지기	지멘스	2	4	1	5	5	5	1
파코			2	5	2	4	4	4	3	
리트코			2	5	1	4	4	4	1	
피난유도등		JSCOM	3	2	5	4	5	5	5	
ITS 설비	CCTV	영국전자	2	4	5	1,4	4	4	3	
	영상유고	리트코	2	5	1	4	4	4	1	
		파코	2	5	2	4	4	4	3	
		HMC	2	4	5	1	4	4	1	
	라디오	소스텔	2	5	5	1,3	5	5	2	

(3) 민간수요도 조사 결과 분석

① 전체 설문조사 답변에 대한 결과

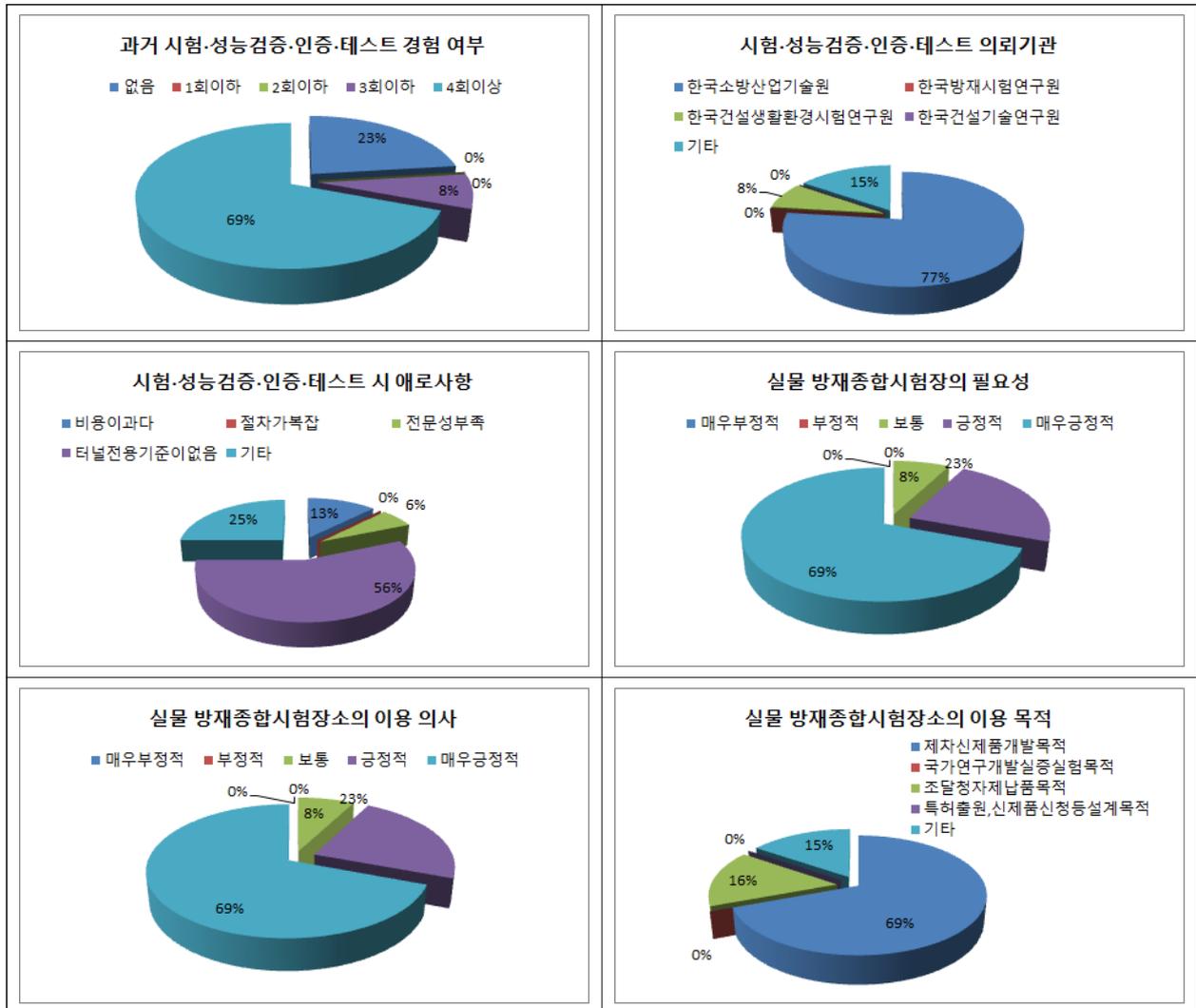


설문 및 수요조사 대상 업체들은 86%가 최소 1회 이상 시험·성능검증 등의 테스트를 받았으며, 테스트 의뢰기관은 주로 한국소방산업기술원이지만, 해당 업체별로 각기 다른 기관을 선택하고 있는 실정인 것으로 취합되었다.(기타 27%)

테스트 시 가장 큰 애로사항은 터널전용기준이 없다.(56%)로 관련 법규의 명확성이 필요한 것으로 분석되었다. 실물 방재종합시험장의 필요성 및 이용의사는 전체 업체들 중 96%가 필요하다고 판단하였고, 이용할 의사가 있다고 답변하였다.

이와 더불어 이용 시 주목적은 신제품개발목적(59%)로 방재종합시험장은 이에 대한 기반시설 역시 필요한 것으로 분석되었다.

② 기계설비업체에 대한 설문조사 답변에 대한 결과

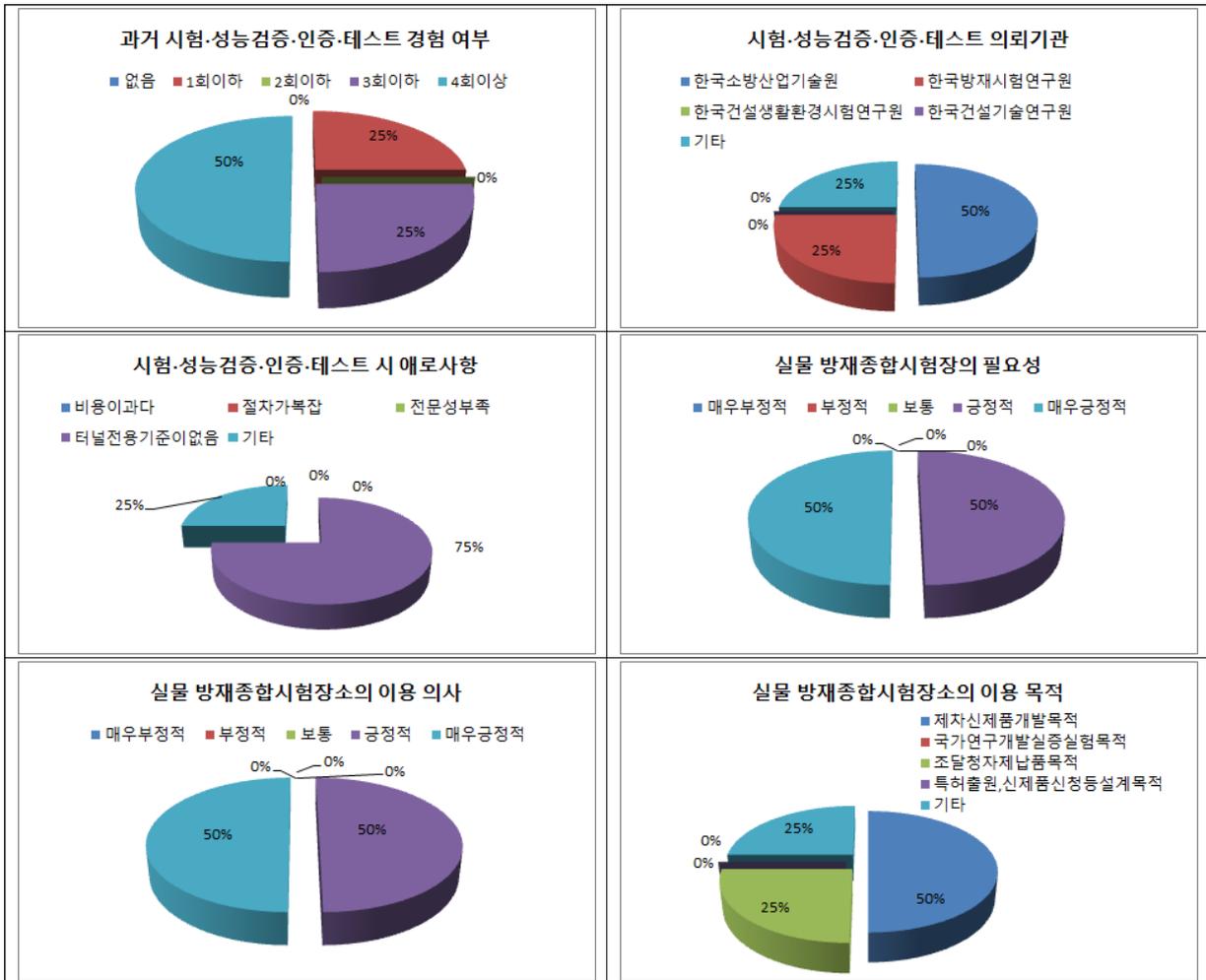


설문 및 수요조사 대상 업체들 중 기계설비 관련 업체들은 77%가 최소 1회 이상 시험·성능검증 등의 테스트를 받았으며, 테스트 의뢰기관은 주로 한국소방산업기술원이지만, 해당 업체별로 각기 다른 기관을 선택하고 있는 실정인 것으로 취합되었다.(기타 15%)

테스트 시 가장 큰 애로사항은 터널전용기준이 없다.(56%)로 관련 법규의 명확성이 필요한 것으로 분석되었다. 실물 방재종합시험장의 필요성 및 이용의사는 전체 업체들 중 92%가 필요하다고 판단하였고, 이용할 의사가 있다고 답변하였다.

이와 더불어 이용 시 주목적은 신제품개발목적(69%)로 방재종합시험장은 이에 대한 기반시설 역시 필요한 것으로 분석되었다.

③ 전기설비업체에 대한 설문조사 답변에 대한 결과

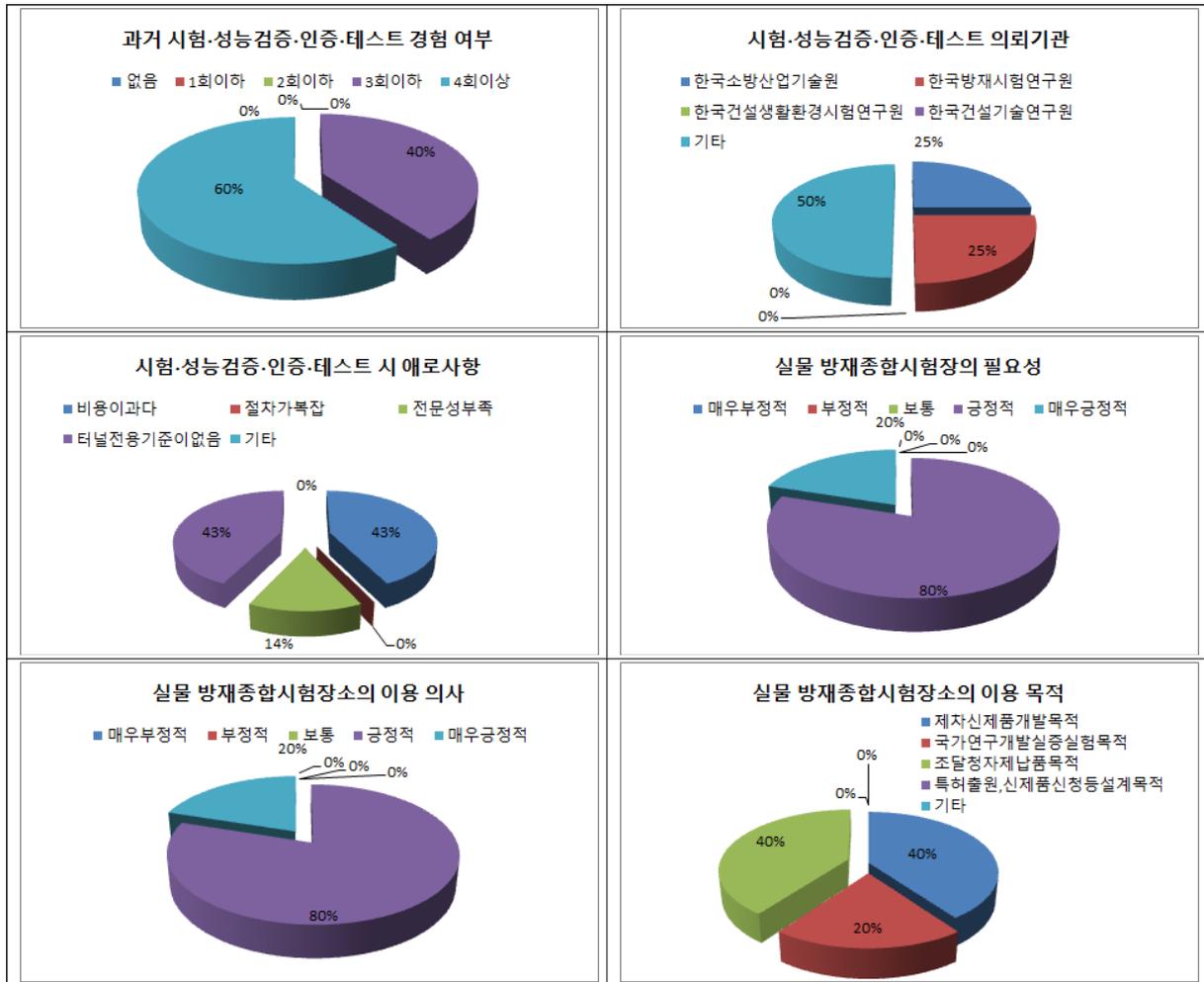


설문 및 수요조사 대상 업체들 중 전기설비 관련 업체들은 모두 최소 1회 이상 시험·성능검증 등의 테스트를 받았으며, 테스트 의뢰기관은 주로 한국소방산업기술원과 한국방재시험연구원이지만, 해당 업체별로 각기 다른 기관을 선택하고 있는 실정인 것으로 취합되었다.(기타 25%)

테스트 시 가장 큰 애로사항은 터널전용기준이 없다.(75%)로 관련 법규의 명확성이 필요한 것으로 분석되었다. 실물 방재종합시험장의 필요성 및 이용의사는 전체 업체들 중 100%가 필요하다고 판단하였고, 이용할 의사가 있다고 답변하였다.

이와 더불어 이용 시 주목적은 신제품개발목적(50%)로 방재종합시험장은 이에 대한 기반시설 역시 필요한 것으로 분석되었다.

④ ITS설비업체에 대한 설문조사 답변에 대한 결과



설문 및 수요조사 대상 업체들 중 전기설비 관련 업체들은 모두 최소 1회 이상 시험·성능검증 등의 테스트를 받았으며, 테스트 의뢰기관은 주로 해당 업체별로 각기 다른 기관을 선택하고 있는 실정인 것으로 취합되었다.(기타 50%)

테스트 시 가장 큰 애로사항은 터널전용기준이 없다.(43%)와 비용 과다(43%)로 관련 법규의 명확성과 해당 비용의 감소가 필요한 것으로 분석되었다. 실물 방재종합시험장의 필요성 및 이용의사는 전체 업체들 중 100%가 필요하다고 판단하였고, 이용할 의사가 있다고 답변하였다.

이와 더불어 이용 시 주목적은 신제품개발목적(40%), 조달청자제 납품목적(40%)로 방재종합시험장은 이에 대한 기반시설 역시 필요한 것으로 분석되었다.

2.3 기초 시험장비(또는 시설) 설치 및 운영계획 수립

2.3.1 구)영동터널 현장 답사

구)영동터널 방재종합시험장내에 기초 시험장비(또는 시설) 설치를 위하여 구)영동터널을 현장답사하여 관련 필요 정보를 입수하였다.



구)영동터널 정면 사진



구)영동터널 출입문 개방 후 내부 전경



구)영동터널 측벽 조명등



구)영동터널 소화기함



[그림 2.16] 구)영동터널 현장 답사 사진

2.3.2 터널내 실물화재 모사를 위한 버너 조사

일반적으로 실물화재 모사시 사용되는 버너는 크게 풀 버너와 가스 버너로 구분된다. 먼저 풀 버너는 액체 연료를 연소시켜 열원을 얻는 장치로서, 일반적으로 복잡하지 않은 용기 형태로 되어 설치가 용이하다. 또한 단면적이 일정하므로 실험시 사용되는 연료에 따라 일정한 열량 공급이 가능한 장점을 지니고 있다.

반면, 연소 연료의 종류, 단면적에 따라 발열량이 달라지므로 필요 화원에 따라 각각의 플랜이 필요하고, 공급된 연료가 전소되어야만 소화가 되기 때문에 화재 제어가 어렵다는 단점을 갖는다. 현재 일반적인 화재시험에서는 헵탄(Heptane, C₇H₁₆)을 주 연료로 사용하고 있다.

다음으로 가스버너는 가스를 연소시켜 열원을 얻는 장치로서, 완전 연소시키기 위한 공조

조절 장치를 부착하여 열원을 얻을 수 있으므로 고체, 액체 버너보다 일상적으로 널리 이용중에 있다. 또한 가스량을 조절하여 필요 발열량을 단계적으로 조절할 수 있으며, 화재 제어가 비교적 용이하다.

반면, 기본적인 가스 공급라인, 유량계 및 유량 조절장치 등 부수적인 장치가 따로 필요한 단점을 갖는다. 일반적으로 LPG(Liquefied Petroleum gas)와 도시가스를 연료로 사용한다.

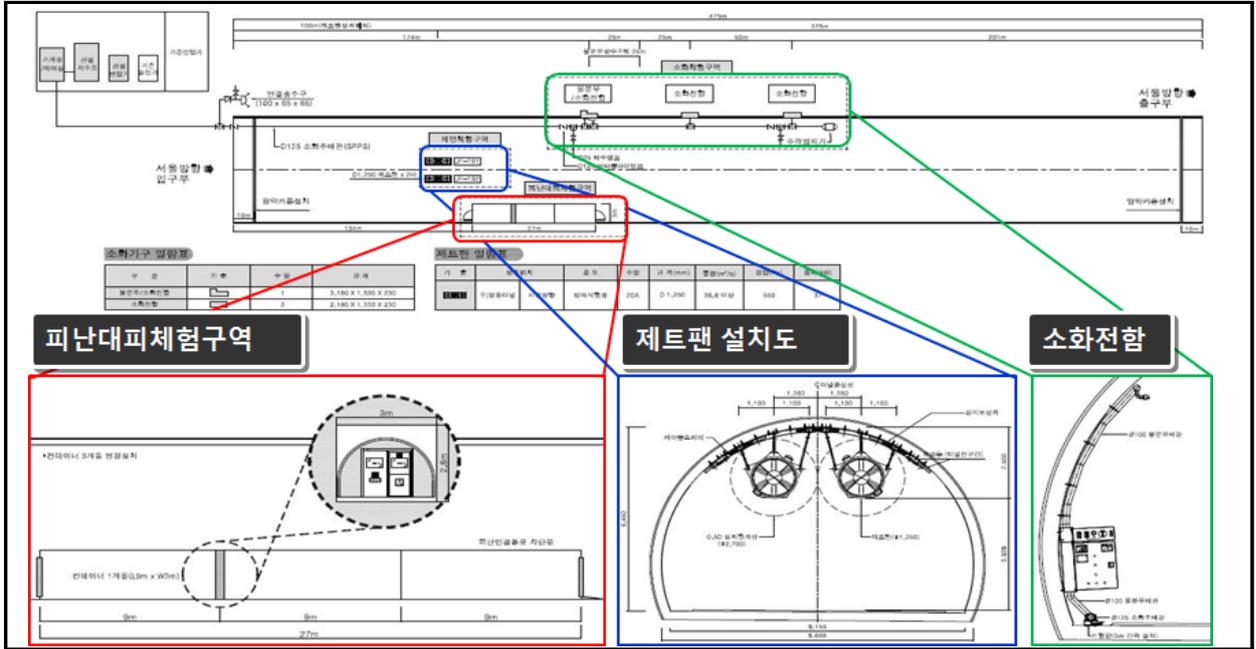
따라서, 풀 버너 및 가스버너 모두 장단점이 명확하고, 설치비용이 비교적 부담이 되지 않기 때문에 실화재 관련 시험 및 교육의 목적에 맞게 모두 설치하는 것이 적절한 것으로 판단된다.

<표 2.22> 터널내 실물화재 모사를 위한 버너 종류

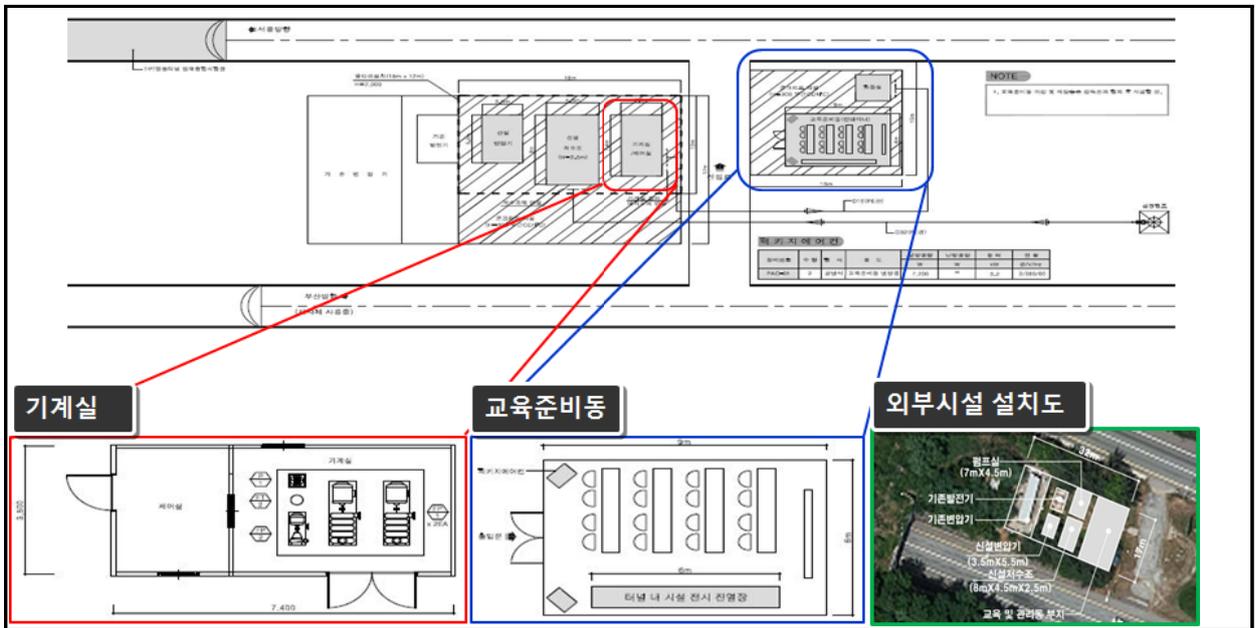
구분	Pool 버너	가스 버너
열원(연료)	액체연료(헵탄(Heptane, C7H16))	가스(LPG(Liquefied Petroleum Gas), 도시가스)
실험에 대한 전문성	실화재 시험시 유독가스, 검댕(Soot) 등 관측에 매우 용이	유독가스, 검댕(Soot)등의 관측이 불가
설치 용이성	단순한 용기형태로 설치 용이	가스 공급라인 및 유량계, 유량조절장치 등의 기반시설 필요
화재모사	연료의 종류, 필요 발열량에 따라 각각의 풀팬(Pool-pan) 필요	가스 공급량에 따라 다양한 화재규모 모사 가능
체험 및 교육성	화재를 직접 소화할 수 있음	직접 소화 불가
화재 제어	풀팬(Pool-fan)에 공급된 연료가 전소되거나 직접소화에 의해서만 제어가능	가스연료 차단을 통하여 화재 제어 용이
관련사진		

2.3.3 초기단계 방재종합시험장 설치계획 확립

(1) 방재종합시험장 주요 기반시설의 설치계획



[그림 2.17] 내부시설 설치계획



[그림 2.18] 외부시설 설치계획

(2) 방재종합시험장 주요 기반시설의 설치리스트(확립단계)

방재시설	터널등급	방재기준 (1등급)	구축계획		비고
			금회	차회	
소화 설비	소화기구	●	●		분말 소화기(A,B,C급 용) 3.3kg
	옥내소화전설비	●	●		물분무소화설비와 동시사용 (사용가능시간 약 190분)
	물분무설비	○	●		소화수조용량 : 0.38m ³ /min x 5EA x 1구 역 x 40min = 76m ³ → 76m ³ /0.85=90m ³ 펌프유량 : 주펌프(다단볼류트) - 950LPM, 보조펌프(웨스코) - 60LPM 펌프동력 : 주펌프(다단볼류트) - 45kW, 보조펌프(웨스코) - 11kW
경보 설비	비상경보설비	●		●	
	자동화재탐지설비	●		●	
	비상방송설비	○		●	
	긴급전화	○		●	
	CCTV	○		●	
	영상유고감지설비	○		●	
	재방송설비	○		●	
	정보표시판	○	●(간이)		터널 입구부 또는 제어실에 표식 가능
진입차단설비	○		●(간이)	터널 입구부 또는 제어실에 표식 가능	
피난 대피 시설	비상조명등	●	◎	●	
	유도등	○	●		피난연결통로 구축과 함께 반영되어야함
	대피시설	피난연결통로	●	●	격벽분리형 피난연결통로 → 피난연결통로로 구축
소화 활동 설비	제연설비	○	●		금회 제트팬만을 설치하고 있으나 향후 대배기구방식의 실험이 가능하도록 덕트 및 댐퍼설치 필요
	무선통신보조설비	●	-	-	
	연결송수관설비	●	-	-	
	(비상)콘센트설비	●	●		
비상전 원설비	무정전전원설비	●	-	-	
	비상발전설비	●	-	-	

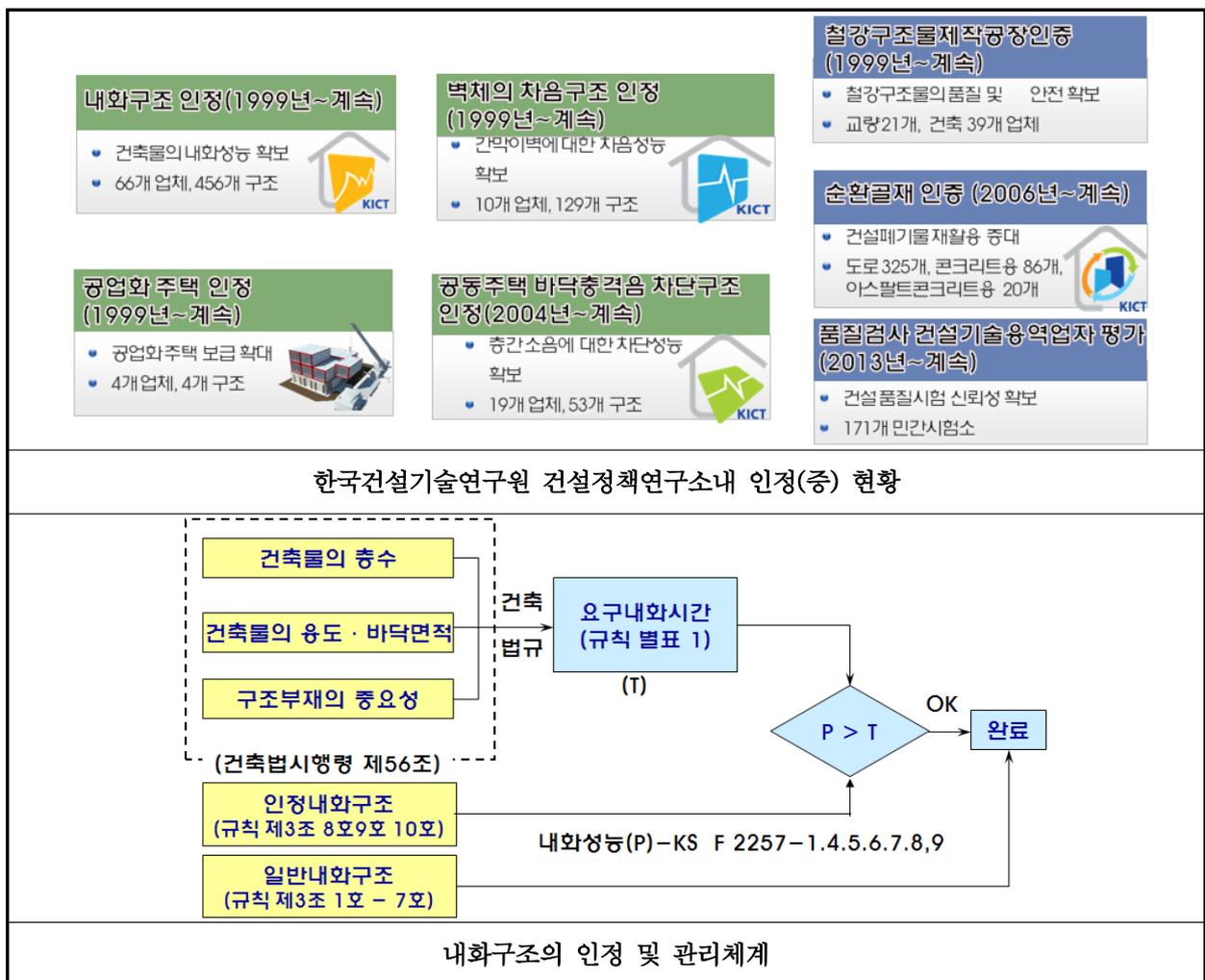
◎ : 연구단 설치 권고사항

2.4 방재종합시험장 인증관련 사항 조사

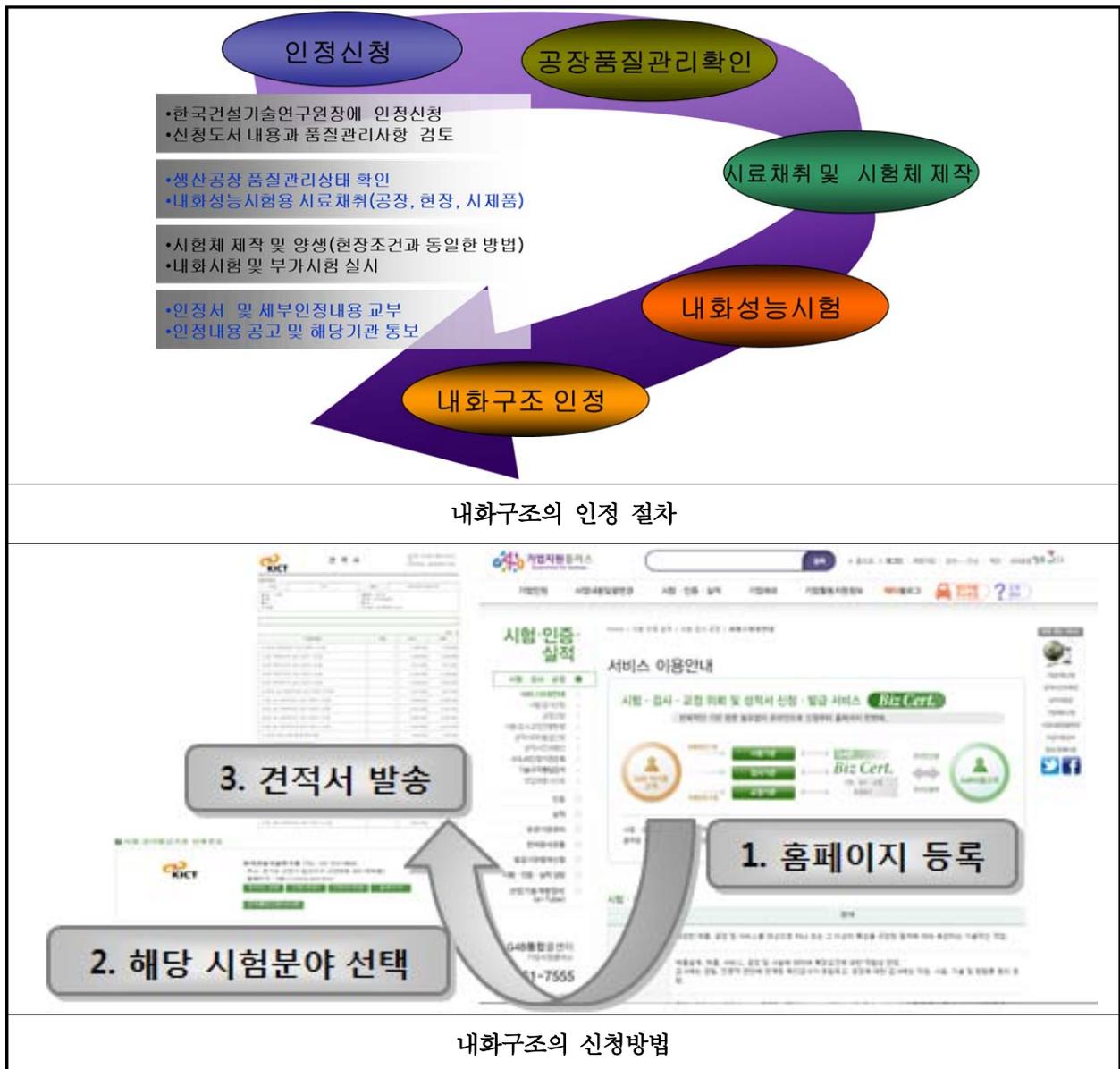
2.4.1 한국건설기술연구원 - 건축물 내화구조 인정제도

한국건설기술연구원은 국내 건설 및 국토관리 분야의 원천기술 개발과 성과 확산을 통해 건설사업 발전과 국민의 삶의 질 향상 및 국가경제, 사회 발전에 기여하기 위하여 설립된 정부출연 연구기관으로서, 과학기술분야 정부출연 연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률 제8조 제1항에 의거하여 설립되었다.

한국건설기술연구원에서는 건축물 내화구조 인정제도를 도입하였다.



[그림 2.19] 한국건설기술연구원 건축물 내화구조 인정제도 개요

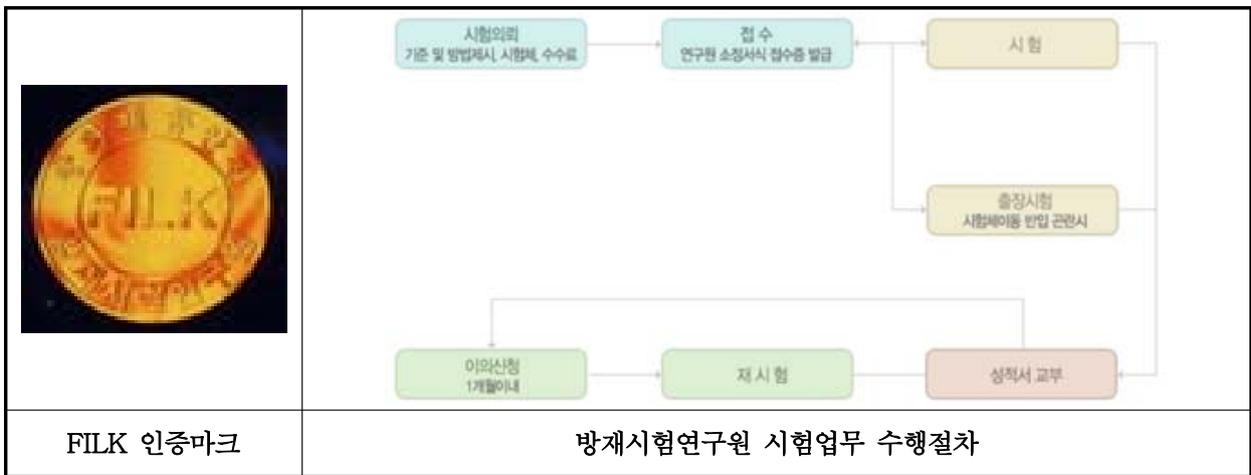


[그림 2.20] 한국건설기술연구원 건축물 내화구조 인정제도 절차

2.4.2 방재시험연구원 - 한국화재보험협회 부설

방재시험연구원은 한국화재보험협회에서 부설로 설치한 방재전문 연구단체로서 방재관련 시험, 인증, 연구, 교육, 재난안전연구, 화재조사, 특수건물 소방용품 성능시험을 주요업무를 수행하고 있다. 이와 더불어 우수방화제품을 보급하기 위한 민간자율 인증제도인 FILK 인증업무를 함께 수행하고 있다.

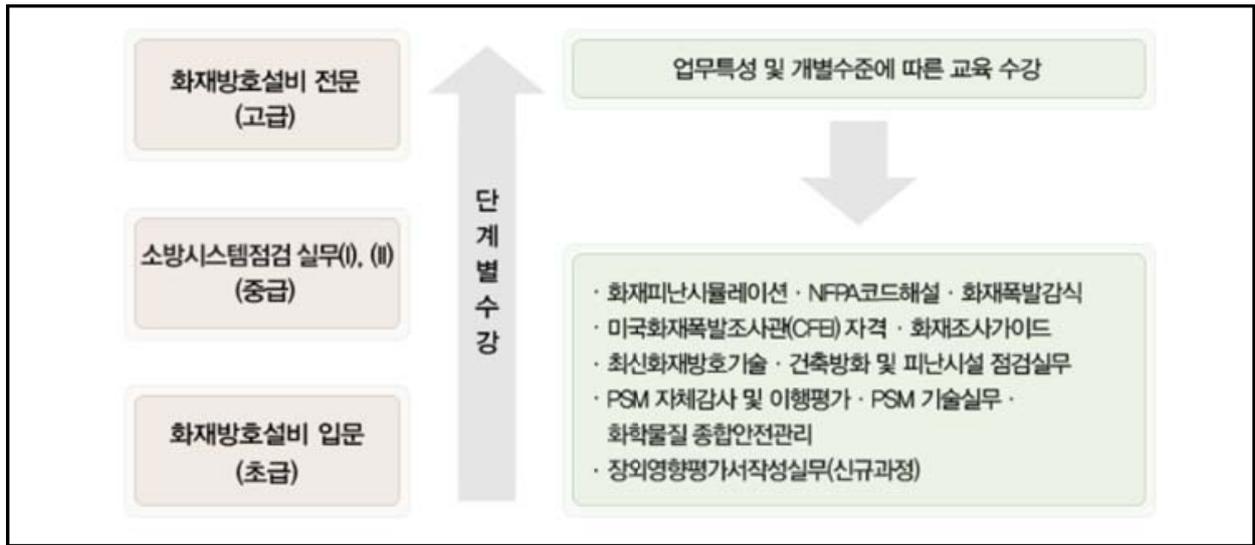
또한 방재시험연구원은 소방시설, 특화전문, 산업특성화로 이루어진 화재 및 산업안전 분야에 대한 교육을 함께 진행하고 있다.



[그림 2.21] 방재시험연구원 - 시험업무 개요도 개요

<표 2.23> 방재시험연구원 인증업무 수행항목

구분	내용
건축구조 및 재료	건축내화재료, 건축방화설비, 내장재, 방화도료
건축/환경분야	건축차음 및 단열부재, 방음벽
소방용기계/기구	소화기, 소화약제, 경보설비, 소화설비, 소방용 전선
소방용기계/기구	피난유도설비, 스프링클러설비
방화설비	연동제어기 및 자동폐쇄기
인명구조장비	화재용 긴급대피마스크
기 타	방화 및 안전관련제품, 방염제품 및 물품 등



[그림 2.22] 방재시험연구원 - 화재 및 산업안전 분야 교육 개요

<표 2.24> 방재시험연구원 소방시설분야 교육 내용

과정	분야	교과목(시간)
소방안전관리입문 (화재방호설비)과정	방화관리	화재개론 및 위험물 안전(3), 전기시설의 화재안전(2), 소방대상물의 방화관리(2), 건축물의 방화대책(2)
	소방시설	자동화재탐지설비 구조 및 유지관리(3), 수계소화설비 구조 및 유지관리(3), 가스계소화설비 구조 및 유지관리(2), 소화기 구조 및 유지관리(2)
소방안전관리향상과정 (소방시스템점검 I)	법규	소방 관련 법규(2)
	소방시설	경보설비 점검실무(2), 경보설비 실습(3), 수계소화설비 점검실무(2), 수계소화설비 실습(3), 가스계소화설비 점검실무(1), 가스계소화설비 실습(2), 제연설비 점검실무(2), 제연설비 실습(1)
	피난설비	연소확대방지 및 피난시설 점검실무(2)

소방안전관리향상과정 (소방시스템점검 II)	소방시설	경보설비 점검실무(2), 경보설비 실습(5) 수계소화설비 점검실무(4), 수계소화설비 실습(5), 가스계소화설비 점검실무(2), 가스계소화설비 실습(2) 제연설비 점검실무(2), 제연설비 실습(1)
	피난설비	연소확대방지 및 피난시설 점검실무(3)
화재방호설비심화과정	소방설비	성능위주 소방설계 및 사례(3), 건축물구조안전코드(NFPA 5000)(2) 경보설비 설계 및 시공(3), 소방내진설계 및 시공실무(4) 수계소화설비 설계 및 시공(3), 가스계소화설비 설계 및 시공(2), 제연설비 설계 및 시공(3)
소방내진설계 및 시공실무과정	소방설비	소방시설의 내진설계 기준해설(4), 소방시설 내진설계 핵심고려사항(3), 소방시설의 내진시공 및 감리실무(3), 소방시설의 내진성능평가(3)

<표 2.25> 방재시험연구원 특화전문분야 교육 내용

과정	분야	교과목(시간)
미국화재폭발조사관(CFEI) 자격과정	-	미국화재폭발조사관(CFEI) 시험자격 안내(1), 용어의 정의(2)
	기초소방학 및 전기화재 등	기본방법론·기초소방학(3), 전기 및 화재(3), 건물시스템 및 연료가스시스템(2) 화재관련 인간행동, 법률고려사항, 안전(2), 화재패턴(3)
	화재조사요령 및 화원결정	정보원, 조사계획, 현장기록(3), 물증, 출화원 결정, 화재원인 결정(3), 사고원인 및 책임분석 실패분석 및 해석 툴(2)
	분야별 화재조사 등	폭발, 기구(3), 방화·화재폭발 사망 및 상해(3), 자동차화재(2), 임야화재(2), 복합조사관리(1), 해양화재(1)

소방안전관리향상 (화재원인조사)	소방 및 화재분야	화재방호설비(3), 건축구조물 화재 및 조사(3), 화재진압의 필수요건(3) 화재거동의 원리(6), 화재폭발원인 및 방호기술(2)
	화재조사관련	화재조사(3), 화재조사관의 자격요건(1), 화재모델링(2)
	기타	액체 및 기체연료의 연소특성(2), 초동대응을 위한 위험물질(2)
화재피난시뮬레이션 과정	시뮬레이션 등	시뮬레이션과 화재유동학(3), 화재 시나리오 선정·시뮬레이션 적용사례(3), FDS 설치 및 작동매뉴얼 해설(2), FDS 실습(3), Pyrosim을 이용한 FDS 실습(5), Pathfinder실습(3), 시뮬레이션 보고서 작성(1)
NFPA 코드 해설과정	법규 및 기준	NFPA개요 및 펌프·옥내소화전설비(3), 인명안전코드(3), 경보설비(4), 포소화설비(2), 스프링클러 소화설비(3), 물분무소화설비(1), 미분무소화설비(2) 가스계소화설비(2), 소화기(1), 수계소화설비 유지관리(2), 위험물(2), 건축물구조안전(2)
건축방화 및 피난시설 점검실무과정	법규	건축법규(2)
	방화 및 내화	방화재료 및 시험방법(2), 방화문 등의 지정 및 관리기준(3), 샌드위치패널의 화재특성(2), 건물화재 현상 및 내화공법(3), 건축물 구조안전 대책 및 최신동향(2), 내화구조시험 및 평가방법(2), 내화구조지정 및 품질검사(2)
	기타	피난시설 점검업무(2)
최신화재방호기술과정	소방분야 최신이론 등	위험성 평가기법(2), 비용편익 분석(3), 인명안전코드(3), 초고층 빌딩의 소방설계 동향(3)
	소방시설 등	최신경보설비(2), 건축물 구조안전(2), 최신 가스계소화설비(2), 최신 수계소화설비(3)

<표 2.26> 방재시험연구원 산업특성화분야 교육 내용

과정	분야	교과목(시간)
PSM 자체감사 및 이행평가 과정	PSM	PSM 주요법령 및 안전운전계획 (3), 이행수준 평가 (3)
		자체감사(구성요소별 감사방법, 주요 부적합 사례) (4)
	위험성평가 등	작업안전분석(JSA)평가 (2), 위험성평가 및 비상조치계획(5), 산업현장의 소화설비점검 및 유지관리 (3)
PSM 기술 실무	PSM	공정안전관리제도 및 법령 (2), 유해위험물질관리와 MSDS (1)
		공정안전자료작성, 이해 및 활용 (2), PFD, P&ID 작성과 활용
		안전보건기술규칙 해석 (2)
	방폭 및 위험성평가 등	공정안전성 분석(K-PSR) (2), 폭발위험장소의 방폭설비 적용실무 (2)
		방폭전기 기계기구의 종류 및 구조 (1), PSM에서의 위험성평가 기법 (3)
	사고피해 예측 및 누출확산모델링 (3)	
유해화학물질 사고대응실무 과정	법규	화학물질 관련법 개론 (3)
	위험물	유해화학물질 사고대응 처리기술 (4), 생화학물질 사고 위기대응 행동절차 (3)
		유해화학물질 취급시설 안전관리 점검사례 (4), 화학사고 초동대응 (3)
	사고사례 및 재발방지대책 (2)	
위험성평가 실무과정(HAZOP 등)	위험성평가	작업안전분석(JSA) 평가 (3)
		HAZOP 실습 (5), 공정안전성(K-PSR)분석기법 (4)
		ALOHA평가기법 (3)
		위험성평가결과 활용 개선사례(3)

<표 2.27> 방재시험연구원 재난안전관리분야 교육 내용

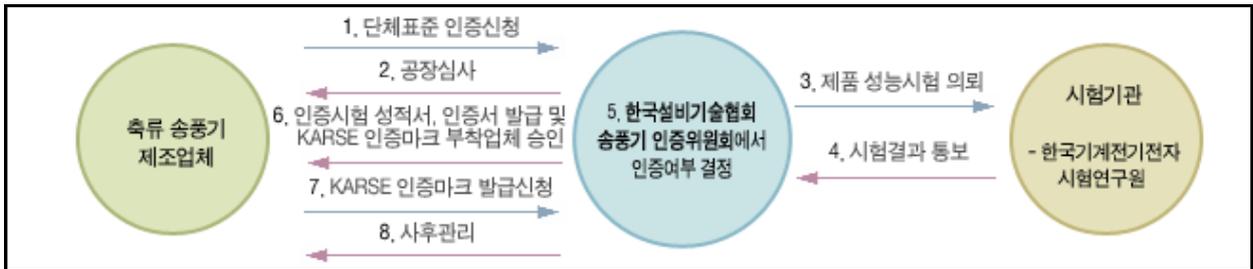
과정	분야	교과목(시간)
재난위험관리 및 사고대응실무과정	재난안전분야	해외 화학공장사고사례로 본 재난위험관리 (4)
		건축물의 구조안전 조사요령 및 안전대책 (3)
		CBRNE 주요 상황처리(EOC) 및 현장대응절차(EAP) (3)
		유해화학물질 누출 사고대응 (4)
		홍수 환경위험 변화 및 위험관리 (3)
		GIS툴을 활용한 자연재해 위험관리 실습 (2)
CBRNE사고 테러대응실무과정	재난안전분야	테러 관련 법령 및 테러리즘 동향 (2)
		화생방 작용제 종류 및 특성 (2), 화생방 오염지역 표준행동절차 (3)
		화학물질 등 누출 초동 대응요령 (3)
		주요상황처리(EOC) 및 대응계획(ERP) (3), 현장대응 및 방호통제 (2)
		생물학 작용제 특성 및 의료적 응급조치 (3)
		생물테러사고 위기대응 행동절차(3)
		폭발물 탐지 및 대응절차 (2)
		핵감식 대응절차 (2)
방사능 모의훈련 실습 (3)		
재난관리실무과정	재난안전분야	재난 및 안전관리기본법 이해 (2), 지진이론 및 대비와 대응 (3)
		재해예방을 위한 안전점검관리 (4), 신종간염병 대응 (3)
		심폐소생술(CPR) 실습 (2), 재난대응 사례분석 (3)
		재난피해조사 및 복구계획 수립 (2)

방재시험연구원의 화재 및 산업안전 분야에 대한 교육을 이수할 경우, 교육 및 훈련 이수에 따라 이수자에게 수료증을 발부한다. 하지만 사업특성화분야 내 PSM 자체감사 및 이행평가과정, PSM 기술실무, 유해화학물질 사고대응실무과정을 이수할 경우 산업안전보건법 제31조의 관리감독자 교육(16시간)을 면제 해주는 혜택만 있을뿐 대부분

이수증에 대한 별도의 이점은 없으며, 개인능력개발 수준의 척도로 활용된다.

2.4.3 송풍기 단체표준 인증위원회 - (사)한국설비기술협회

송풍기 단체표준 인증위원회는 (사)한국설비기술협회 내부 위원회로써, 2011년 7월부터 송풍기 관련 인증을 진행해 오고 있다. 시험기관은 한국기계전기전자시험연구원을 통하여 시험을 진행하고 있다.



[그림 2.23] 송풍기 단체표준 인증 취득절차

축류 송풍기 에너지 효율등급
SPS-KARSE B 0052-1938 : 2015

한국설비기술협회
2015년 12월 22일 개정
<http://www.karse.or.kr>

KARSE 단체표준 인증 수수료 기준

1. 공 통 (기준: 2016. 8. 1. 단위: 원)

구 분	금 액	비 고
접 수 비 (모월당)	300,000	(부가세 별도)
출 장 비	서출	출장이 필요할 경우 실비기준 (부가세 별도)
	수도권 (경기, 인천)	
	중부권 (강원, 충청)	
	남부권 (전라, 경상)	
공장심사비 (모월당)	600,000	300,000×2인 (부가세 별도)
제품시험비	품목별 시험비 참조	시험기관의 규정에 따름 (단, 사전에 본회와 협의)
인증사용료 (년간)	품목별 인증사용료 참조	인증기관의 규정에 따름

비 고 인증마크(필증) 인쇄비는 실 인쇄비(인가) 별도 신청업체에서 부담

2. 축류 송풍기(제트팬) (단위: 원)

구 분	금 액	비 고	
성능 시험비 (모월당)	입찰권 지름	금 액	시험시 추가로 발생되는 시험비는 시험기관과 협의 후 결정
	913 이하	1,600,000	
	914 ~ 1015	1,800,000	
	1016 ~ 1118	2,000,000	
	1119 ~ 1372	2,200,000	
	1373 이상	2,400,000	
재연 시험	시험기관에서 시험	5,000,000	(시험기관인 한국기계전기전자시험연구원에 납부, 부가세 별도)
	신청업체 공장에서 시험	100,000	
인증 사용료 (모월당/년간)	기본모달	1,000,000	- 연간 선정기준은 인증서 발급일자를 기준으로 함. (부가세 별도)
	상사모달	500,000	

비 고 덕트 체결구 용적(Rig)은 신청업체에서 제공하여야 함.
* 인증모달기간 : 인증일로부터 3년

[그림 2.24] 송풍기 단체표준 인증 기준

송풍기 단체표준 인증을 통해 조달청 송풍기 납품시 해당 설비의 인증여부 확인에 사용된다.

2.4.4 T.A.B - (사)티에이비 커미셔닝 협회

법인회원 32개, 개인회원 330명으로 구성된 단체표준은 (사)티에이비 커미셔닝 협회에서 진행하고 있으며, 교육이수는 (사)대한설비공학회에서 교육을 진행하고 있다. 이를 통하여 전문인력자격 취득을 통해 기술인을 확보하고, 확보된 기술인은 T.A.B 업 등록시 필수요건으로 작용한다.



[그림 2.25] T.A.B 교육이수 관련 홈페이지

2.4.5 제연설비 T.A.B - (사)한국소방기술사회

단체표준은 (사)한국소방기술사회 내 TAB 사업위원회에서 진행하고 있으며, 교육이수는 자체규정에 의하여 교육을 진행하고 있다. 이를 통하여 전문인력자격 취득을 통해 기술인을 확보하고, 확보된 기술인은 T.A.B 업 등록시 필수요건으로 작용한다.



[그림 2.26] 제연설비 T.A.B 교육관련 자체 기준 및 인정서

2.4.6 도로안전시설성능시험장 - 한국도로공사

한국도로공사 내 기관인 도로안전시설성능시험장은 국제적인 품질시스템 확립으로 양질의 건설재료 사용유도와 공인시험전문기관으로 대내외 신뢰도 제고, ILAC-MRA 국가간 상호인정협정체결에 따른 산업발전 도모, 국내 시험기술을 발전시키고 공인기관간 정보교류 증대를 위하여 도로시설에 대한 시험업무를 진행하고 있다.



[그림 2.27] 도로안전시설성능시험장 시험업무 수행절차

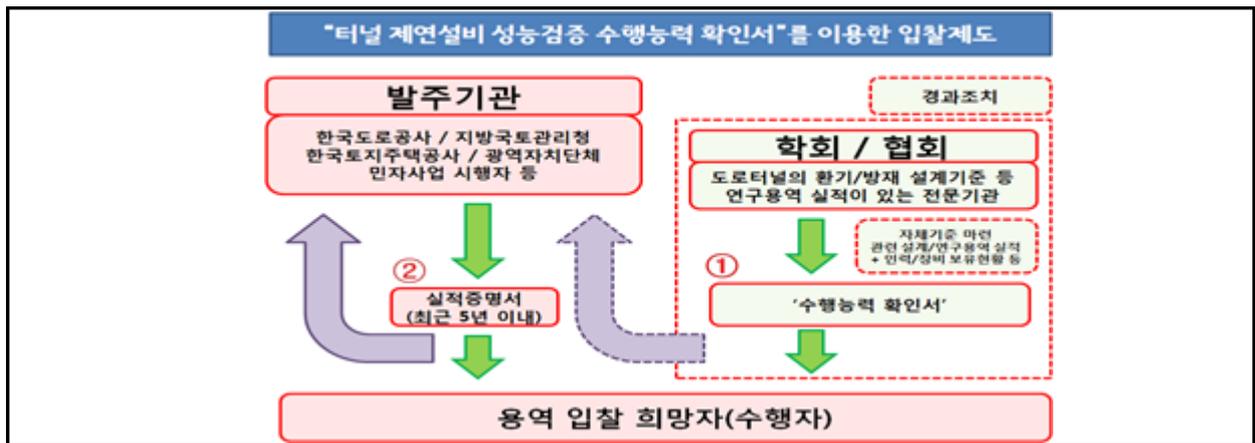


[그림 2.28] 도로안전시설성능시험장 시험에 따른 인증서

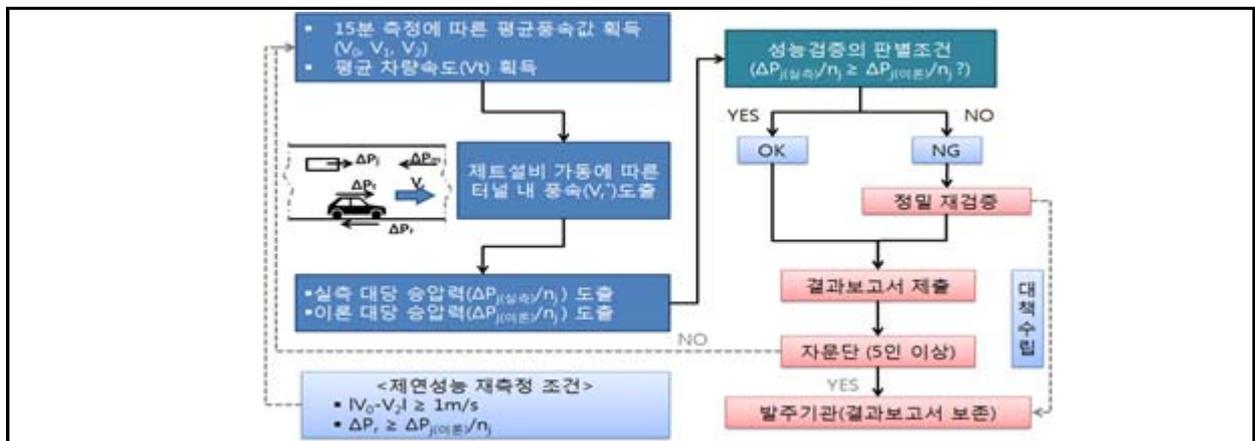
2.4.7 도로터널 제연설비 성능검증을 통한 대외연계 방안

2016년 8월부터 시행중인 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침의 개정에 따라 제연설비가 설치된 도로터널은 4년에 1회마다 설치된 제연설비의 성능검증을 받도록 하고 있다. 하지만 아직 성능검증에 대한 방법만 제시되었을 뿐, 상세한 성능검증의 기술자 등 상세한 사항은 아직 협의 중에 있다.

따라서 구)영동터널 방재종합시험장에서는 구축된 방재시설을 통하여 터널 제연설비 성능검증 기술자(특급, 고급, 중급, 초급)를 위한 직업훈련기관으로 연계할 수 있다면, 일반적인 방재종합시험장을 넘어 교육, 훈련 역시 특화된 방재종합시험장이 될 것이라 판단된다.



[그림 2.29] 도로터널 방재시설 제연설비 성능평가의 수행조건의 경과조치



[그림 2.30] 도로터널 방재시설 제연설비 성능평가의 수행흐름도(예)