

지하철 방재설비

지하철 방재설비에 대하여 선행시설 또는 설비에 의해 적극적으로 구제 가능한 화재를 중심으로 살펴보기로 한다. 또한, 방재설비로서는 역사, 선로, 차량 부분으로 구분지어 그 현황과 개선점에 대해 간단히 소개하고자 한다.

홍진관

경원대학교 건축설비학과 (jkhong@mail.kyungwon.ac.kr)

최상곤

경원대학교 대학원 건축설비학전공

시작하는 말

현재 우리나라의 지하철은 총 연장 약 401.4 km, 연간 수송인원 약 22,700명으로 서울, 부산, 대구, 인천 등 주요 도시의 주요한 교통수단이다. 서울 지하철의 경우 전체 도시 교통수단의 36%나 되는 교통량을 담당하고 있으며, 1971년 1호선 시청앞~청량리 9.5km를 시작으로 현재에도 계속적인 공사가 이루어지고 있다. 지하철 1호선의 첫 개통인 1974년으로부터 30년의 세월 동안 쉬지 않고 구간별 계통을 한 결과이다. 이러한 장기간에 걸친 지하철의 확충은 도시민들의 대중 교통수단으로서 안전한 수송역할을 충실히 담당함에 있어 크게 부족함이 없었다고 생각된다. 그러나 2003년 2월 대구 지하철 참사는 지하철의 방재에 대한 전 국민적인 우려를 자아내는 계기가 되었

다. 이에 관련 정부기관에서는 화재 발생 시 효과적인 제연을 위한 지하철 제연설비를 포함한 소방시설기준을 검토하고 있으며, 각 지하철공사에서도 터널내의 제연설비 및 소방설비 점검을 시행 각각의 보도자료를 통해 홍보하는 자구책을 강구하고 있다. 그러나 아직 현재 국내의 지하철 관련 방재 관련 법규나 시설, 운용에 있어서 미흡한 것이 사실이다. 지하철의 방재는 비상시 '승객의 안전 보장'이라는 측면과 평상시 이용승객의 '편리하고 쾌적한 환경 제공' 뿐만 아니라 국민의 세금으로 건설되는 시설인 만큼 '경제적인 시스템 추구'라는 세가지 측면을 모두 만족시켜야만 하며, 이와같은 관점에서 볼 때 적절한 방재설비의 계획, 설계, 시공은 비상시 국내 지하철 안전에 대단히 중요한 요소로 인식되고 있으며 이에 대한 사회적인 관심이 높아지고 있다고 볼 수 있다.

<표 1> 지하철 주요설비 현황 (1기)

구분	설비명	단위	합계	1호선	2호선	3호선	4호선	기지
기계설비	펌프설비	대	1,859	174	690	464	353	178
	환기설비	대	2,293	120	703	804	527	139
	에스컬레이터	대	156	1	34	72	49	-
	휠체어리프트	대	135	13	62	37	23	-
	엘리베이터	대	38	2	9	8	19	-
위생설비	냉동기	대	93	18	30	18	18	9
	대·소변기	개	2,759	150	843	483	434	849
	세면기	개	1,783	121	603	320	281	413
	수도전	개	2,102	153	624	669	569	87
	온수기	개소	158	13	65	38	40	2
소방설비	소화전	개	1,300	81	185	308	272	454
	소화펌프	대	405	19	171	108	89	18
	유도등	개	7,461	579	2,375	1,851	1,618	1,038
	감지기(열, 연기)	개	15,707	1,088	3,798	2,682	2,611	5,528
	활문소화설비	개소	233	20	84	67	51	11
	CO ₂ 소화설비	개소	25	-	7	8	8	2
소화기	개	4,865	277	1,570	986	802	1,230	

지하철 설비 현황

표 1에 국내 지하철의 주요설비를 표 2에 2기 지하철 설비운전제어 현황을 정리하였다. 그러나 1기 지하철에는 표 3과 같은 통합관제제어가 설치되어있지

<표 2> 지하철 주요설비 (2기)

구분	설비명	단위	합계	5호선	6호선	7호선	8호선
환기설비	공기조화기	대	762	290	185	215	72
	송풍기	대	2,887	1005	725	866	291
	본선 송풍기	대	993	353	249	281	110
	냉동기	대	1283	93	78	78	34
펌프	배수펌프	개	842	283	253	237	69
	기타펌프	개	2351	782	619	681	269
승강설비	에스컬레이터	개	635	143	218	243	31
	엘리베이터	대	140	32	56	42	10
	수평보행기	개	16	0	12	4	0
	휠체어리프트	개	296	64	101	106	25

않고, 설비면에서도 장시간 사용으로 노후화된 상태이며, 시설 차체에서도 낙후된 경우가 많다. 표 4에 서울 1, 2기 지하철 설비의 특징을 비교하였다.

지하철 방재

방재라 함은 넓은 의미로는 각종 재해를 예방하고 발생하는 상황에 대처하는 모든 행위를 총칭하지만, 여기서는 선형시설 또는 설비에 의해 적극적으로 구체적인 화재를 중심으로 논하기로 한다. 지하철의 방재 시설물은 크게 역사, 선로, 차량 부분으로 구분되어 적용할 수 있을 것이다.

지하철의 방재 시설물

• 지하철 역사의 방재 시설물

지하철 역사는 승강장과 대합실, 기능실로 구분 가능하며, 다음 표 5에 각 공간에 적용 가능한 방재 설비를 정리하였다.

- 국내 지하철 역사의 설치 기준에 따른 방재 시설물 설치 다음의 설치기준은 소방법에 의한 설치기준이다. 그러나 소방법에서는 지하철에 관한 구체적인 법규가 명시되어 있지는 않다. 다만 넓은 의미의 소방 대상으로서 소방법규를 적용하고 있다.

① 소화기

<표 3> 2기 지하철 설비 운전제어 현황

제어위치	관할지역	기능	대상시설	비고	
역사 (147 개소)	1개역 (본선포함)	운전제어	역사 공조시설, 냉방시설 배연시설, 승강시설 본선송풍기	수동푸쉬버튼 병행설치	
		상태감시	역사 및 본선 회전기계가동 및 고장 환경상태(온습도, 분진) 시수조, 집수조 수위 화재감시, 배연감시 소방시설가동		
	호선별 전역	운전제어	역사 공조환기시설 냉방시설 배연시설 본선 본선송풍기		그래픽보드 (화재, 냉동기, 터 널송풍기, 집수정, 배수펌프)
		상태감시	역사 및 본선 회전기계가동 및 고장 환경상태(온습도, 분진) 시수조, 집수조 수위 화재감시, 배연감시		
본소	담당구간 역사 (8~14역)	상태감시	역사 소방시설가동 회전기계가동 및 고장 환경상태(온습도, 분진) 시수조, 집수조 수위 화재감시	감시전용 컴퓨터 로 유지 보수관련 데이터 처리	

소화기는 소방법 시행령 제 28조 1항 1호 (연면적 33m² 이상인 것) 보행거리 20m 이내에 설치 및 33m² 이상 구획실이 추가 비치하게 되어 있으며, 현 국내 지하철 또한 이러한 기준으로 소화기를 설치하고 있다.

② 옥내소화전

옥내소화전설비는 소방법 시행령 제 28조 2항 1호 (연면적 3천m² 이상인 것) 에 의해 설치하도록 되어 있으며, 현 국내 지하철 또한 이러한 기준으로 옥내소화전을 설치하고 있다.

③ 스프링클러설비

스프링클러설비는 소방법 시행령 제 28조 3항 8호 (지하층 바닥면적이 1천 m² 이상인 층)에 의해 설치하게 되어있으며, 대합실이 승강장과 층간으로 구분되어있는 역사의 경우 대합실에 설치하고 있으

<표 4> 서울1,2기 지하철 설비의 특징 비교

구분	2기(5~8호선)	1기(1~4호선)	비고
설비제어방식	컴퓨터에 의한 프로그램운전/ 감시 사령실에서 종합운전/감시	역무원이 ON/OFF 개별운전 역무실에서 역단위운전/감시	
냉방	개통초기부터 전역사에 냉방 - 현재 145개역 냉방 - 직원 근무실 별도 냉방	장래 냉방이 가능하도록 공간 확보 - 현재 40개역 냉방 - 직원 근무실 포함 냉방	
환기구	대부분 환기탑으로 시공 (급기용 전체, 배기용 일부)	대부분 지면 높이로 시공	
본선환기	전구간 강제 환기방식 (자연환기방식 병행)	1호선 : 자연환기 방식 2,3,4호선: 기계+자연환기 방식	
집수정	지하수활용고려 - 지하수, 생활하수 분리	지하수활용 불고려 - 지하수와 생활하수 혼합	

<표 5> 지하철 역사의 적용 가능한 방재설비

	승강장	대합실	기능실	비고
소화기	○	○	○	
옥내소화전	○	○	○	
스프링클러설비	×	○	○	
CO ₂ 소화 설비	×	×	○	
합론 소화 설비	×	×	○	청정 소화 약제로 교체 지도 중
제연설비	○	○	○	공조설비 겸용
연결승수관 설비	○	○	○	
자동 화재 탐지 설비	○	○	○	
비상 방송설비	○	○	○	
유도 등 설비	○	○	○	
비상 콘센트	○	○	○	
비상 조명설비	○	○	○	DC 축전지
무선 통신 보조 설비	○	○	○	
난연재 적용	○	○	○	
불연재 적용	○	○	○	

주) 표 5는 국내에 설치된 것을 조사하여 일반적인 공통사항을 나타내는 것으로 적용이 되어있지 않은 역사도 있을 수 있다.

지하철 방재설비

며, 소방기술 기준에 관한 규칙 제 23조 2항 12호(스프링클러헤드의 설치제외 : 물과 격렬하게 반응하는 물품의 저장 또는 취급장소)에 의해 승강장에는 고압선에 의한 감전을 우려 스프링클러 설비를 제외하고 있다.

④ 제연설비

제연설비는 소방법 시행령 제 32조 1항 3호(철도역사의 대합실 또는 휴게시설로서 지하층의 바닥면적이 1천㎡ 이상인 것), 예방 13810-769(시행일자:2002.05.27) 지하철 지하역사의 제연설비 적용에 관한 질의 회신(대합실 및 연결통신로를 제연설비 대상물에 포함, 터널과 구획되지 아니한 승강장은 제연설비 대상에서 제외 : 화재시 승객의 안전을 고려하여 기 설계된 공조설비를 이용하여 제연설비를 설치함)에 의해 대합실의 공조덕트를 이용하여 제연하도록 되어있으며, 승강장은 유막급기덕트를 이용하여 제연을 겸하도록 설계되어있다.

⑤ 연결송수관설비

연결송수관설비는 소방법시행령 제 32조 2항 3호(지하층의 층수가 3층이상이고 지하층의 바닥면적 합계가 천㎡ 이상인 것)에 의해 전 층에 설치되고 있다.

⑥ CO₂소화설비

CO₂소화설비는 소방법 시행령 제 28조 4항 5호(전기실, 축전기실, 통신기기실 및 전산실로서 바닥면적이 300㎡ 이상인 것)에 의해 설치하게 되어 있으며, 기능실인 전기실, 계전기실, 통신실, 전원실, 전산실에 설치하고 승강장과 대합실의 경우 인명 피해를 우려 하여 설치하지 않는다. 다만 CO₂에 의한 질식을 고려 청정 소화약제로 교체를 권장하고 있다.

⑦ 자동화재탐지설비

자동화재탐지설비는 소방법 시행령 제 29조 4항 2호(운수 자동차 관련시설 -동 법 별표 1 : 철도역사-로서 연면적 천㎡ 이상인 것)에 의해 설치하게 되어 있으며, 전 층에 설치하고 있다.

⑧ 비상방송설비

비상방송설비는 소방법 시행령 제 29조 2항(연면적 3천 5백㎡ 이상인 것)에 의해 설치하게 되어

있으며, 전 층에 설치하고 있다.

⑨ 유도등설비

유도등설비는 소방법 시행령 제 30조 3항(모든 소방대상물에 설치)에 의해 설치하게 되어 있으며, 전 층에 설치하고 있다.

⑩ 비상조명등설비

비상조명등설비는 소방법 시행령 제 30조 4항 2호(지하층 바닥면적이 450㎡ 이상인 경우에 그 지하층)에 의해 설치하게 되어 있으며, 전 층에 설치하고 있다.

⑪ 비상콘센트설비

비상콘센트설비는 소방법 시행령 제 32조 4항 2호(연면적 3천 5백㎡ 이상인 것)에 의해 설치하게 되어 있으며, 전 층에 설치하고 있다.

⑫ 무선통신보조설비

무선통신설비는 소방법 시행령 제 29조 2항(연면적 3천 5백㎡ 이상인 것)에 의해 설치하게 되어 있으며, 전 층에 설치하고 있다.

• 지하철 선로의 방재 시설물

지하철 선로는 소방법 제 1조 1호에 의해 소방시설물이나 소방법 시행령 3조(운수 자동차 관련시설 -동 법 별표 1 : 지하가 - 터널 궤도차량용은 제외)에 의해 소방법에 적용을 받지 아니하는 것으로 되어있다. 표 6에 설치되어있는 시설물을 정리하였고, 다만 일반적으로 터널내 제연설비를 다음과 같이 설치한다.

- 제연설비

제연설비는 소방법 시행령 제 32조 1항 3호(철도역사의 대합실 또는 휴게시설로서 지하층의 바닥면적이 1천㎡ 이상인 것), 예방 13810-769 지하철 지하역사의 제연설비 적용에 관한 질의 회신에 의해 제외 대상이지만, 역 구간의 길이에 따라 2개소 내지는 3개의 기 설치된 환기실을 이용 비상시 제연설비로 이용하고 있다.

• 차량의 방재 시설물

차량의 방재 시설물로는 소화기, 비상용 부저, 차량

<표 6> 지하철 선로의 적용 가능한 방재설비

	소화기	옥내 소화전	스프링클러설비	CO ₂ 소화설비	할론 소화설비	제연설비	연결송수관설비	자동 화재탐지설비	비상 방송설비	유도 등설비	비상 콘센트	비상 조명설비	무선 통신 보조 설비	난연재 적용	불연재 적용
선로	×	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	○	○

칸 모니터, 비상용 차량 문 잠금 해제 콕, 비상 조명 장치 등이 있다.

지하철 화재 시 방재시설물 운용의 문제점

• 역사 화재 발생 시 시설물 운용의 문제점

- 승강장

일단 화재가 역내 승강장에 발생을 했다면 화재 인지와 동시에 비상유도등설비, 비상조명, 제연설비 등이 자동으로 최적의 상태로 가동되어야 하고, 비상방송설비를 통하여 역내의 인원을 대피시켜야 한다. 동시에 화재의 초기진화를 위해 소화설비를 사용할 수 있을 것이다. 지하철 승강장은 터널의 일부로 보는 것이 일반적이고, 이 때문에 소방기술 기준에 관한 규칙 제 23조 2항 12호, 예방 13810-769 (시행일자 : 2002. 05. 27) 지하철 지하역사의 제연설비 적용에 관한 질의 회신에 의해 승강장의 소화설비는 옥내소화전과 소화기, 공조설비를 겸한 제연설비만을 설치하고 있다. 그러므로 초기진화에 사용할 수 있는 소화설비는 소화기와 옥내 소화전(연결송수관설비 포함)이 있다. 그러나 물과 격렬히 반응하는 고압의 선로와 바로 연결된 곳이기 때문에 스프링클러 설비를 제외한 곳에서의 옥내소화전 사용은 얼마만큼 위험도가 적게 사용할 수 있을 것인가에 대한 충분한 검토가 필요할 것이다. 또한 승강장은 최하층에 위치해 있고 따로 비상대피로를 확보하지 않은 곳이 대부분 이어서 긴급상황 발생 시 지상으로 대피를 위하여 주통로의 계단을 이용할 수밖에 없다. 이러한 경우 승강장의 화재 발생 시 승강장과 상층을 연결하는 통로가 골뚝역할을 하게 된다면, 다수인 승객의 대피는 어렵게 될 것이다. 이러한 상황을 막기 위해 제연설비를 운전하여 승강장 부분이 부압으로 유지될 수 있다면, 반대로 계단은 신선한 공기가 들어오는 통로가 되어 비상피난계단으로 유독가스가 유입되는 것을 방지할 수 있을 것이다. 그러나 승강장 부분의 제연설비는 소방법규에 의해 제연설비의 제외 대상이며, 공조설비를 겸한 제연만을 설치하기 때문에 터널과 경계가 뚜렷하지 않은 상황에서 승강장을 부압으로 유지한다는 것은 굉장히 어려운 문제일 것이다. 또한 통로가 아닌 비상 대피로에 대한 확보 문제와 유

효 적절한 대피유도에 관하여도 아직은 미흡하다 할 것이며 이에 대한 전반적인 검토가 요청되고 있다.

- 대합실

대합실은 스프링클러에 의한 화재의 조기진압이 가능하다. 그러나 대합실은 승강장과 외부를 연결하는 통로이며, 비상대피로의 역할도 하며, 환승역의 경우는 각각의 호선간을 연결하는 통로의 역할도 일부 수행하게 된다. 이러한 대합실의 방화구획은 구획 차체도 모호할뿐더러, 비상시 대피로가 따로 없기 때문에 방화셔터 등으로 방화구획하는 것 자체가 현실적으로 무리한 점이 많은 것이 사실이다. 또한 제연설비가 공조용 설비와 겸용이기 때문에 생기는 방화구획의 모호함도 있을 수 있다. 이러한 문제들은 환승역의 경우 승강장과 승강장을 연결하는 통로와 환승역 자체의 출구가 복잡하게 서로 연결되어 있기 때문에 더욱 가중된다고 할 수 있다. 특히 이용객수에 비해 외부로 통하는 출구가 다른 역과 동일한 경우가 많기 때문에 사용인원에 대한 대피로의 부족이라는 문제도 야기할 수 있다.

- 기능실

기능실은 앞에서도 언급한 바와 같이 모든 소화설비가 적용되어있으며, 방화구획 또한 적절하게 나뉘어져 있다. 다만 CO₂소화 설비나 할론소화설비가 이미 설치되어 있던 곳에 인명 피해를 우려하여 새로운 청정소화약제로 교체를 권장하고 있다.

• 선로의 화재시 방재 시설물 운용의 문제점

우선 선로 자체에서의 화재발생 가능성은 '거의 없다' 라고 하는 것이 옳을 것이다. 그러나 급번 대구 지하철 참사와 같이 차량에 화재가 발생한 경우라면 선로내의 화재 발생 가능성을 완전히 배제할 수는 없을 것이다. 다음 그림 1에 지하철 본선의 환기설비를 나타내었다.

그림 1 과 같이 본선에서 환기설비를 설치하고 있다. 그러나 본선의 송풍기는 소방법 제 1조 1항 1호에 의해 소방시설물이나 소방법 시행령 3조 (운수 자동차 관련시설 -동법 별표 1 : 지하가 - 터널 케도차량용은 제외)에 의해 소방법의 제외 설비이다. 그러

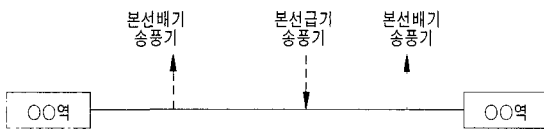
지하철 방재설비

므로 제연에 대한 의의가 없다. 다만 송풍기를 운전하여 기 설치된 송풍기의 능력만큼 제연이 가능할 것이다. 또한 동법에 의해 선로내의 화재에 대한 어떤 비상대책 또한 설치할 의무를 면제한다. 그러므로 선로상의 화재는 초기진화는 물론이고 대구 지하철 참사에서 그랬듯이 전소할 때까지 아무런 대책이 없다고 하여도 무리는 아닐 것이다. 그렇다면 차량이 전소할 때까지 발생하는 유독가스는 본선의 송풍기들로 전량 배기가 가능해야 한다. 또한 앞에서 언급한바와 같이 역사의 대피로와 동일하게 국내의 지하철은 선로내부 또한 선택의 여지가 없는 단일 통로를 통하여 대피하도록 되어있다. 선로를 통하여 대피하려면 열차와 터널벽과의 사이에 대피로가 없기 때문에, 선로내의 고압선을 피해야 하는 것은 물론 열차와 반대편 차량도 피하면서 중앙부를 통해 인접역으로 도보로 대피하여야 한다. 이러한 경우 제연설비가 대피로 확보에 최적으로 동작을 해준다하더라도 대피도중 넘어지거나, 인원의 몰림 등으로 대피하면서 더 많은 사고를 유발할 수 있다는 것이 현실이라 할 수 있다.

• 차량의 방재 시설물 운용의 문제점

차량 차체에 대한 방화성능에 관하여서는 이미 많은 부분 언급이 된바있으며, 표 7에 한국과 일본 차량의 내장재 방화성능을 비교하였다.

표 7 에서와 같이 국내의 기준은 난연성 재료를 사용하도록 되어있다. 이러한 기준은 금번 대구지하철 참사와 같이 액체 인화물질을 사용한 예기치 못한 방화로 인한 난연성 재료의 발화로 유독가스 발생이 현실화 된 사례로 볼 때 추후 단계적으로 불연성 재질로 전환이 요구되고있다. 또한 차량 내부에도 각종 소화



[그림 1] 본선 환기설비 개념도

<표 7> 차량 내장재의 방화성능 비교

항목	한국	일본
내장재	난연성	불연성(알루미늄 판)
단열재	난연성(2000년 이후 불연성 적용)	불연성
의자	난연성	난연성
바닥재	난연성	난연성
통로막	난연성	극난연성

설비를 설치하는 문제도 생각해 볼 수 있으나 이러한 소화설비는 이동용 차량이라는 특성과 대규모의 인원이 탑승하고 있다는 면에서 차량에 비치되어 있는 소화기에 의한 화재 초기진화에 실패한 경우 전원이 대피해야 하는 상황에서도 유효한 소화작용을 할 수 있는 소화설비 도입을 신중히 검토하여야 할 것으로 생각된다.

일본의 지하철 방재설비

일본의 경우 지하철에 대한 기준 법령을 가지고 있다. 다음은 일본 국토교통성이 사용하는 기준을 간추려 정리하였다.

- 일본 기준 법령과 비교(표 8)
- 일본의 지하철 방재설비의 특징(표 9)

방재시설의 개선과 관련된 제 문제

지하철 역사 방재 시설물

• 승강장 스크린 도어의 설치

지하철의 승강장을 터널의 일부에서 역사의 일부로 포함시킨다면 여러가지 문제가 같이 해결 될 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 연결선상에서 가장 우선 생각해 볼 수 있는 방법은 9호선에 설치 할 예정인, 완전밀폐형 스크린 도어의 설치일 것이다. 완전밀폐형

<표 8> 일본 기준 법령과 비교

	일본	국내
구조물	불연재	규정 없음
방재 관리실	설치	규정 없음
경보설비	자동화재 경보설비 설치	자동화재 경보설비 설치
비상방송설비	방송설비 설치 무선통신 보조설비 설치 통신설비 설치 터널 내부 25m 간격 설치	방송설비 설치 무선통신 보조설비 설치 터널 내부 규정 없음
피난유도설비	비상조명등 설치 비상 조명등 설치	비상 전원 설치 비상콘센트설비 설치
기타	공기호흡기 상설	

<표 9> 일본의 지하철 방재설비의 특징

연결살수설비 및 송수구를 부착한 스프링클러설비	승강장, 실내광장, 통로, 사무실, 매점, 전기실, 변전소 제외
연결송수관	연결송수관의 방수구 상호간의 거리가 500m를 넘는 경우 연결송수관 설치
비상전원	축전지설비 또는 자가발전설비 (2회선 수전설비는 당분간 인정)

스크린 도어를 설치하면 승강장을 터널에 대한 확실한 경계를 가지게 되며 현행법상 터널-궤도차량용으로 포함되지 않기 때문에 소방법규에 적용을 받을 것이다. 그러므로 적용에 대한 여러가지 문제가 있던 스프링클러 설비의 적용이 가능해 질 것이고, 스프링클러설비의 도입으로 초기 진화와 유독가스 확산 방지에 대한 이점을 얻을 수 있으며, 선로상 화재로 인한 유독가스의 승강장 유입을 상당부분 원천적으로 방지할 수 있을 것으로 여겨진다. 그림 2는 설치된 스크린 도어의 사진을 그림 3은 밀폐형 스크린도어 설치 시 승강장의 급·배기 개략도를 보여주고 있다.

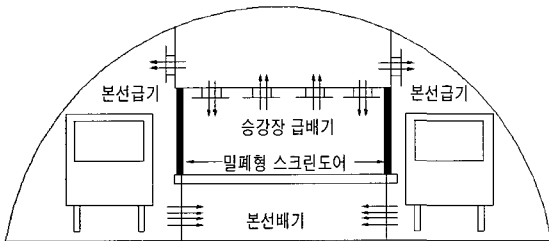
그림 3과 같이 밀폐형 스크린 도어를 설치하게 되면 선로와 승강장은 분리된 구획으로 각종 설비를 적용할 수 있으며 화재 시 제연구획 또한 명확하게 됨으로써, 터널과 연결됨으로 나타나는 제연풍량에 대한 부담을 줄일 수도 있다.

• 대합실의 제연구역

대합실은 앞에서 언급한 바와 같이 승강장과 외부를



[그림 2] 스크린도어



[그림 3] 밀폐형 스크린 도어 설치 시 승강장의 급·배기 개략도

연결하는 통로로서 대피로가 따로 구분이 되어 있지 않은 상황에서 방화구획에 따른 방화셔터나 방화문을 만든다는 것은 어려운 문제일 것이다. 다만 대피로의 역할을 최대한 유지하기 위하여 공조덕트를 겸용으로 사용할 때에도 제연구역에 좀더 많은 관심을 기울일 필요가 있을 것이다. 다음 그림 4에 제연구역에 대한 제연 겸용 덕트 개략도 보여주고 있다.

그림 4와 같이 제연 경계벽으로 나뉜 구역은 각 구역의 화재 발생 시 화재구역은 부압을 다른 구역은 양압을 유지하여 대피로를 확보할 수 있도록 설치되어야 한다. 또한 제연구역의 크기와 연기배출량 바닥면적 400m²을 기준으로 400m²이상의 구역에 대해 연기층과 청결층의 구분하여 다음 표 10과 표 11등을 준용하여 대합실의 평면을 검토하고 이에 적합하도록 설치하여야 한다.

• 본선의 송풍기 제연운전

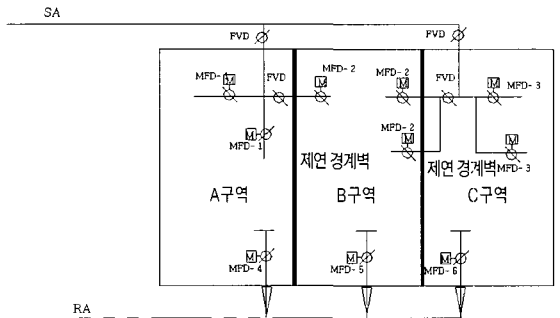
다음 그림 5에 본선 화재 발생 시 송풍기 운전의 개략도를 나타내고 있다.

<표 10> 제연구획 길이가 40m 이하인 경우의 소요배출량

제연경계벽 하단과 바닥간의 수직거리	연기 소요배출량
2m이하	40,000 CMH 이상
2m초과 2.5m이하	45,000 CMH 이상
2.5m초과 3m이하	50,000 CMH 이상
3m초과	60,000 CMH 이상

<표 11> 제연구획 길이가 60m 이하인 경우의 소요배출량

제연경계벽 하단과 바닥간의 수직거리	연기 소요배출량
2m이하	45,000 CMH 이상
2m초과 2.5m이하	50,000 CMH 이상
2.5m초과 3m이하	55,000 CMH 이상
3m초과	65,000 CMH 이상



[그림 4] 제연 구역에 대한 제연 겸용 덕트 개략도

그림 5에서와 같이 화재발생 지점에서 가까운 쪽으로 승객을 대피시키면서 배기 송풍기를 급기 운전하여 대피로에 유독가스가 확산되는 것을 방지하고, 반대 방향의 급기 송풍기를 배기 송풍기로 사용을 하여야 할 것이다. 이러한 운전의 선결조건은 우선 중앙관제본부에서 화재 발생 지점에 대한 정확한 정보와 각 송풍기의 제어에 대한 권한이 있어야 한다는 것이다. 송풍기의 제어가 단순 on/off 제어라 하더라도 원격제어만 가능하다면 그 우선권한은 중앙관제본부에 있어야 할 것이다. 이는 Local Control Panel에서 수동으로 동작되는 설비의 경우도 중앙관제본부의 확실한 상황 파악이후의 적절한 대처가 있을 수 있다는 것을 전제로 하는 것이며, 현장 여건에 따른 신속한 '현장대응'에 대해서는 터널 내부의 긴급상황 이므로 열차에서 직접 긴급상황을 보고 받는 중앙관제본부가 가장 정확한 정보를 가질 수 있기 때문이다.

• 대피로의 확보

지하철역사의 비상출구나 본선터널 내의 대피로는 설치 자체에 대한 다음과 같은 문제점이 있을 수 있다.

- 항상 열려있어야 함으로 사고의 원인이 될 수 있음.
- 출입 인원 통제 불가로 범죄의 온상이 될 수 있음.
- 비상 대피용이 아닌 다른 용도로 사용.(창고 등)
- 건설시 과다한 초기 투자비 발생 및 유효성 문제도 되고있다.

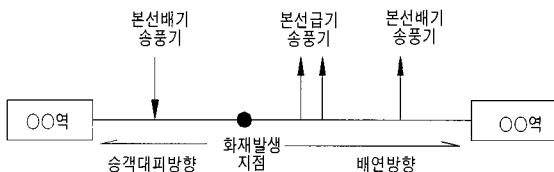
• 미국의 경우 (NFPA Code 130)에는

① 비상출구 계단

- 권한을 갖는 관계기관의 승인이 없을 경우 최대 1250ft 이내의 간격으로 설치.
- 밀폐구조로 외부 또는 안전대피지역까지 연결되어야 함.

② 비상연결 통로

- 최소 2시간의 내화성능을 가진 방화벽으로 구획된 복선터널이나 단선병렬터널에 설치되어야 함.
- 최대 800ft 이내의 간격으로 설치하여야 함.



[그림 5] 본선 화재 발생시 송풍기의 운전

- 자동단힘 기능이 있고 1.5t이상의 내화성능을 가진 방화문을 보호되는 구조여야 함.

③ 비상대피 통로

- 터널 전구간에서 열차를 탈출한 승객이 선로를 따라 안전지역에 도달할 수 있는 통합 수단으로서 출구지점에 조명이 설치되어야 함.
- 통로바닥은 균일하고 미끄러지지 않게 설계되어야 함.
- 비상연결통로가 있는 지역에서,대피통로는 비상연결통로가 있는 측면에 설치되어야 함.
- 경사로, 진입로, 계단에는 열차로부터 대피하는데 방해가 되지 않도록 핸드레일을 설치하여야 함.
- 대피통로는 최소 800mm의 폭을 가져야 함.

• 독일의 경우

① 구조갱 (rescue shaft) 과 구조통로 (rescue gallery)

- 구조갱과 구조통로는 최대 1000m 간격으로 설치되어야 함.
- 구조갱의 높이는 60m를 초과해서는 안되며, 30m 이상일 경우 엘리베이터를 설치
- 구조통로의 단면은 최소 2.25m×2.25m이어야 하고, 중방향 구배는 10%를 초과할 수 없으며, 길이가 300m 이상일 경우 일반차량의 운행이 가능하여야 함.
- 구조갱과 구조통로가 조합된 경우 구조갱까지 연결되는 구조통로의 길이는 150m를 초과할 수 없음.

② 연결통로 (transfer duct)는 터널과 비상구사이에

- 위치하며, 길이는 최소 12m이상 이어야하고, 최소 25㎡ 이상의 적재 공간이 있어야 함.

③ 대피통로 (escape routes)

- 최소 폭 1.2m×높이2.2m 이상으로써 터널 측면에 위치하며, 핸드레일이 설치되어야 함
- 유도 표지판은 반사체 재질로서 25m 간격으로 설치되어야 함.
- 비상탈출구 표지판은 125m 간격으로 설치되어야 하며, 신호기와 혼란을 피하기 위하여 파란색이어야 함.

위와 같이 미국과 독일의 경우에는 대피로 설치시 발생될 수 있는 각종 문제점을 감수하고 각종 대피로를 실제로 설치하고 있다. 그러나 국내 현황은 대피로의 확보없이 대부분 터널이 이미 완공되어 지하철을 운행하고 있는 상황이고, 대피로 확보를 위해 다시 터

널을 확장하고, 갱도를 새롭게 뚫고, 역사마다 비상출구계단을 신설하기는 사실상 어렵다 할 수 있다. 또한 새로운 지하철 터널 구간에 적용하기에도 법적인 규제 사항이 아니므로 이렇다하게 설치를 강제할 수는 없는 상황이다. 그렇다고 무시할 수 있는 사안 또한 아니라고 사료되며, 이에 대한 전문가들의 적극적인 논의와 대책의 발굴로 적절한 대피로 확보에 추가적인 노력을 기울여야 할 것으로 생각된다.

• 지하 터널내부 설치 시설물

터널내부에 화재가 발생하는 경우에 대한 대체 설비로 외국의 경우 대피로가 설치된 경우의 설치물들을 개략적으로 살펴보면 아래와 같다.

1) 미국의 경우

① 배선

- 모든 전선관, 배전관 등의 표면 마감재료는 932°F(500°C)의 온도에서 1시간동안 견딜 수 있어야 하며, 동일 온도조건에서 연소되지 않아야 함.
- 모든 전선은 절연되어야 하며, 모든 절연체는 194°F(90°C) 이상의 온도등급에서 방습내열형이어야 함.

② 비상조명

- 터널내 통행로에서의 조도는 2.69 룩스 보다 적지 않아야 함.

③ 연결 송수관 배관

- 모든 지하철 터널에 설치되어야 함.
- 배관경은 최소 100mm 이상이어야 함.
- 지상의 연결송수관 및 터널 내 배관과 방수구에 식별표시를 하여야 함.

2) 독일의 경우

① 비상전화

- 터널 내에 125m 간격으로 설치하여 함
- 비상구의 입구와 터널 입,출구에도 추가적으로 설치 하여야 함

② 비상전원

- 8kW 용량으로 전원 공급장치가 125m 간격으로 터널 양쪽으로 설치되어야 함

③ 비상조명

- 0.5 룩스의 조도와 최소 1:40의 균일성을 갖추어야 함

- 터널 내부와 외부에서도 작동시킬 수 있어야 함

④ 소화전

- 소화전은 터널 입,출구에서 300m의 거리에 설치되어야 함
- 소화수량은 96m³이며, 유량은 800LPM 이어야 함

이상 미국의 경우는 터널 내부에도 연결 송수관 설비를 설치하여 터널 내에서도 화재에 대한 적극적인 대처를 할 수 있도록 했다는 점에서 특이한 사항이다.

독일의 경우는 비상전화를 아주 짧은 간격으로 설치하여 대피를 유도하는 승무원이 없더라도 대피자가 비상전화를 통해 현재의 상황을 알 수 있도록 하였다. 이는 특징이라 할 수 있다. 하지만 이러한 설비들은 터널내부에서 확보된 각종 대피로를 이용하여 대피할 경우를 전제로 한 시설물들이며, 국내 상황에서는 언급했던 것과 같이 고압의 전류가 흐르는 곳에서의 물을 이용한 소화설비에 대한 문제점과 터널내부의 적절한 대피로를 확보하는 문제점이 선결되고 난 후 이에 부합되는 시설물을 설치하는 것이 바람직한 방향으로 생각된다.

맺음말

도시철도공사에서는 “5~8호선에 각 역마다 소방법에 정한 제연풍량을 충족시키는 제연설비가 설치되어 있고, 터널에도 화재시에 제연설비로 사용할 수 있는 터널 송풍기가 모든 구간에 설치되어 있다. 또한, 정부기관에서 검토하고 있는 지하철 제연설비를 포함한 소방 시설기준이 마련되면, 공사는 시설 기준 이상으로 설비를 개선 보완하여 승객의 안전에 만전을 다할 계획이다.” 라는 보도문을 통하여 지하철 이용객들에게 향후의 보안을 약속하고 있으며, 다른 지하철 공사 또한 이에 유사한 정도의 대안을 강구하고 있을 것으로 생각된다. 이러한 상황에서 최근 검토되고 있는 ‘소방시설기준’이 체계적으로 심도있게 준비된다면 지하철이 보다 안전한 시민의 발로서의 역할을 다할 수 있는 근간이 될 수 있을 것으로 기대된다. 또한 이러한 바탕 위에 적합한 설계와 정밀한 시공, 항상 경계하며 준비하는 안전운영이 체질화된다면 지하철에서 발생될 수 있는 예상치 못한 각종 재해로부터 이용자를 보호할 수 있을 뿐만 아니라 설치된 방재설비는 그 기능과 역할을 할 수 있을 것으로 생각된다. (중략)