

지하철 승강장내에 스크린도어 도입배경 및 국내현황

지하철 승강장내에서 승객의 안전확보, 쾌적한 역사환경조성, 에너지절약 등이 요구되는 시설을 소개하고자 한다.

장 병 선

서울특별시지하철건설본부 설비부 (jbsun67@seoul.go.kr)

머리말

우리나라 지하철은 1974년 제1호선 청량리~서울역 구간의 개통이후 20년 이상 지속적으로 지하철을 건설하였으며, 서울지하철은 2000년 12월 기준으로 6호선이 완전개통되면서 현재 8개호선이 운영되고 있다. 또한, 서울지하철9호선은 1994년말 기본계획 및 기본설계 시작으로 2001년 토목공사가 착공되어 건설중에 있으며, 부산, 대구, 광주, 대전, 인천 등 대도시에도 지하철 건설이 완료되어 운영중이거나 차기 노선들이 건설중에 있다.

지하철 승강장 내에서 안전사고는 계속적으로 발생되고 있고, 도시의 인구집중과 교통량의 팽창 등으로 외부 환경오염요인이 증가되어 지하철 승강장내 환경에도 나쁜 영향을 미치고 있다. 또한, 여름철 냉방시 냉방공기가 유출되어 에너지 절감 등이 요구되는 시설이 필요하고, 특히 지하철 승강장내에서 승객의 안전확보, 쾌적한 역사환경조성, 에너지절약 등의 효과가 있는 스크린도어(PSD; platform screen door)가 도입되었다. 현재 서울시 9호선을 포함하여 부산, 대구, 대전, 광주광역시 등 건설중인 지하철에서도 스크린도어를 설치할 예정이다.

개요

승강장 선단에 고정벽과 자동문을 설치하여 선로부를 차단하고, 차량이 정거장에 진출입시 신호를 전달받아 차량의 출입문과 동시에 스크린도어 출입문이 개폐되는 시스템으로 초기에는 외국에서 경전철에 주로 적용하였으나, 최근에는 파리 메테오선, 영국 쉐빌

리선, 동경 남북선 등 중전철에서도 적용이 증가하고 있는 실정이다.

승강장의 안전사고 발생

승강장에서의 안전사고 위험은 점점 더 증가하고, 예상하지 못한 상황들이 대중매체를 통해서 안전사고 발생내용이 알려지고 있으며, 현재 운영중인 서울지하철 1~8호선에서의 최근 몇년간 사상사고 발생현황을 보면 표 1 과 같다.

지하철의 환경(공기질)기준

지하철 정거장 내의 공기질 기준은 환경부의 지하생 활공간공기질관리법 시행규칙 제3조에서 정한 기준을 적용하고 있으며, 7개 항목의 규제물질 (SO₂, CO,

<표 1> 서울지하철 1~8호선의 사상사고 발생 현황¹⁾

구분	년도	계	1999	2000	2001	2002	2003	비고
합계		217	48	43	48	48	30	
지하철공사		132	32	29	28	24	19	사망, 부상포함
도시철도공사		85	16	14	20	24	11	사망, 부상포함

<표 2> 지하생활공간 공기질 기준 비교

항목	국가 기준	서울시 기준
아황산가스(SO ₂)	1시간 평균치 0.25ppm이하	1시간 평균치 0.10ppm이하
일산화탄소(CO)	1시간 평균치 25ppm이하	1시간 평균치 10ppm이하
이산화질소(NO ₂)	1시간 평균치 0.15ppm이하	1시간 평균치 0.14ppm이하
미세먼지(PM-10)	24시간 평균치 150 μ g/m ³ 이하	24시간 평균치 140 μ g/m ³ 이하
이산화탄소(CO ₂)	1시간 평균치 1000ppm이하	1시간 평균치 1000ppm이하
포름알데히드(HCHO)	24시간 평균치 0.1ppm이하	24시간 평균치 0.05ppm이하
납(Pb)	24시간 평균치 3 μ g/m ³ 이하	24시간 평균치 1 μ g/m ³ 이하

주 1) 서울지하철공사와 도시철도공사의 제공 자료임.

NO₂, PM-10, CO₂, HCHO, Pb)과 7개 항목의 권고 물질(석면, 라돈, As, Cd, Cu, Hg, Cr) 등 총 14개의 오염물질을 정하고 있다. 서울시에서는 서울특별시지하생활공간공기질기준조례에 의하여 법정기준보다 강화하고 있으며, 지하생활공간 공기질의 국가기준과 서울시기준을 비교한 것이 표 2와 같다. 특히, 열차주행으로 발생하는 열차풍에는 많은 오염물질(미세먼지 포함 등)이 포함되어 있어 승강장에서의 환경개선이 요구되고 있다.

스크린도어 설치목적

지하철 승강장에 스크린도어를 설치하는 목적은 크게 4가지로 분류할 수 있다.

승객의 안전 확보

- 수송수요의 증가로 인해 승객이 승강장에서의 활동하는 것이 부자유스럽고, 선로부까지의 거리가 근접하여 열차가 정거장에 진·출입시에 승객의 추락이나 열차와의 접촉을 완전히 방지한다.
- 차량 화재의 경우 열차는 가능한 한 다음 정거장까지 이동하여 대피하므로 정거장에서는 열차 도착 후 신속히 승객을 피난시키고, 스크린도어를 닫을 시 열차에서 발생하는 연기를 차단 할 수 있으므로 승강장으로의 연기의 확산을 막는 것이 가능하다.

열차운행의 안전성 증대

- 이용 승객의 안전이 확보되므로 운전자(승무원)가 안심하고 운전업무에 집중 할 수 있으며, 급행 열차 주행시에도 승무원의 안전성이 확보된다.

쾌적한 역사환경 조성

- 열차주행으로 발생하는 열차풍에 의해 이용승객에게 미치는 불쾌감의 문제점을 해소하며, 터널에서 발생하는 오염된 분진(粉塵)의 승강장유입을 막을 수 있어 승객에게 쾌적한 역사환경을 조성할 수 있다. 또한, 열차운행중 발생된 소음과 터널 환기팬 가동소음을 차단하여 지하철 환경을 정숙하게 유지할 수 있다.

에너지 절감 효과

- 열차풍과 열차에서 발생하는 열의 차단과 냉각된 공기가 터널부로 유출되는 것을 막아 냉방부하를 줄이므로써 냉방장비의 용량을 감소시킬 수 있다.

스크린도어 구성

고정벽, 출입문, 구동장치, 안전장치, PSD주제어반, PSD조작반 등으로 구성되며, 승강장 조건과 차량조건, 운전 조건 등에 따라 형태와 기능이 달라 질 수 있다.

고정벽

승객이 미는 압력과 열차풍압 등을 고려한 구조로 지지대와 투명한 강화유리로 조합해 설치하여 선로부와 승강장의 시각적인 개방감을 확보하도록 한다.

출입문

두 개의 슬라이딩 도어 세트로 구동문짝을 포함하며 고정벽과 같이 압력을 고려한 투명한 강화유리로 한다.

구동장치

출입문 구동을 위한 장치로 제어반으로부터 신호를 받아 자동적으로 연동하여 개폐되는 시설로 구동방식은 유지관리성, 내구성, 정밀도, 경제성 등을 고려하여야 한다.

안전장치

승객의 승·하차시 승객이나 물건이 스크린도어 출입문에 끼여 열차운전대나 역무실에 이상표시, 경보가 발생할 경우 안전 장치에 의해 스크린도어 출입문이 재개폐되는 동작이 될 수 있는 구조로 승객 안전과 열차 운행에 지장을 초래하지 않아야 한다.

스크린도어 설계사양²⁾

- 설치위치 : 차량한계로부터 200mm
- 수직하중 : 270kgf/m²
- 열차풍압 : 282kg/m²
- 출입문크기 : H 2,000mm × W 2,000~ 2,300mm
- 문 수 : 4문
- 정위치 정차 오차범위 : ±350~500mm

주 2) 서울지하철9호선의 스크린도어 설계조건임.

스크린도어 작동시스템 구성(안)

스크린도어 작동 시스템 구성(안)은 그림 1과 같으며, 제작회사별로 다소 차이가 있을 수 있다.

스크린도어 형식

형식별 종류

• 완전밀폐형

승강장과 선로부를 완전히 분리하는 구조로 완전밀폐형의 모습은 그림 2와 같다. 지하정거장에 설치가능한 형식이다.

• 반밀폐형

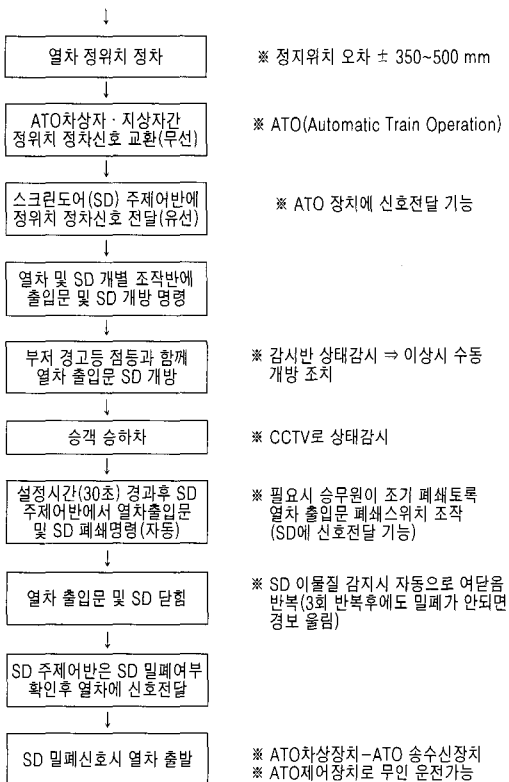
고정벽 및 도어의 상부에 개구부 또는 갤러리를 설치하는 구조로 반밀폐형의 모습은 그림 3과 같으며, 자연환기가 가능하므로 고가역 등 지상정거장 및

지하정거장에 설치가 가능한 형식이다.

• 난간형

승강장에서 승객의 안전을 목적으로 한 것으로 차량의 문위치에 맞추어 개구부가 있는 것과 가동문이 있는 것이 있다. 난간형의 모습은 그림 4와 같으며, 지상정거장에 설치가 가능한 형식이다.

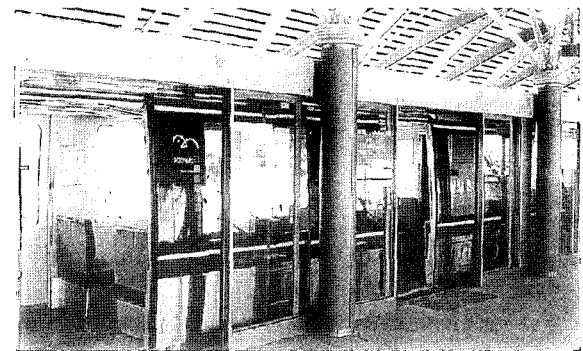
<승강장에 열차 진입>



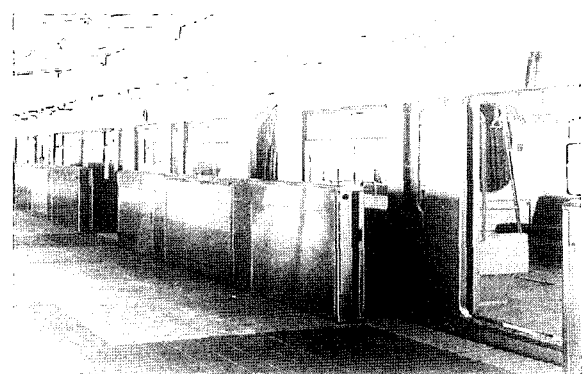
[그림 1] 스크린도어 시스템 구성(안)



[그림 2] 완전밀폐형(싱가포르형)



[그림 3] 반밀폐형(일본형)



[그림 4] 난간형(일본형)

형식별 특징

스크린도어 형식으로는 완전밀폐형, 반밀폐형, 난간형으로 구분할 수 있으며, 형식별 특징은 표 3과 같다.

스크린도어 관련 분야별 인터페이스 사항

승강장에 설치될 스크린도어는 차량, 신호 등 모든 분야와 인터페이스(interface)가 원활하게 진행되어야 하며, 스크린도어와 관련된 분야별 인터페이스 관련사항을 확인하고자 한다.

토목분야

- 승강장 구조물 강도 및 구조계산 사항 (풍하중, 수직하중, 수평하중 등)
(승강장 구조물 두께 : 200mm, 건축마감선 : 70mm)
- 승강장 구조물 철근배근 시점 및 스크린도어 상하부 기초 관련사항
- 승강장 물청소에 대비 배수구 설치 사항 등

건축분야

- 승강장 건축마감과 스크린도어 상부마감 범위의 사항
- 스크린도어와 조화를 고려한 색상 등 건축마감 디자인 사항
- 스크린도어 하부 출입문턱과 건축마감 사항
- 승강장과 대합실이 Open 된 구간의 스크린도어 설치에 따른 상부 건축마감 및 범위 사항
- 아치정거장 및 곡선승강장의 스크린도어 설치방법과 건축마감 사항
- 차량운행(4량, 6량, 8량)에 따른 건축마감과 스크

<표 3> 스크린도어 형식별 특징

구분	완전밀폐형	반밀폐형	난간형
목적	• 이용승객의 안전확보 • 열차 진출입시 승무원 감시업무 경감 • 공조효율 향상과 열차 동 원전차단	• 이용승객 안전확보 • 열차 진 · 출입시 승무원의 감시업무 경감 • 열차풍의 일부차단	• 이용승객 안전확보 • 열차 진출입시 승무원 감시업무 경감
장점	• 열차주행 소음 및 기계적인 환기소음 차단 • 승강장의 공기질 및 쾌적성 향상	• 열차주행 소음 및 기계적인 환기소음 일부 차단	• 초기 투자비 저렴
단점	• 초기 투자비 증대 • 유지관리 비용 증대	• 초기 투자비 증대 • 유지관리 비용 증대 • 열차주행 소음 및 기계적인 환기소음 일부 차단	• 열차주행 소음 및 기계적인 환기소음 차단 불가

린도어 마감 및 한계사항 등

차량·신호분야

- 스크린도어 출입문 규격 및 차량정위치 오차범위 (±350~500mm) 사항
- 스크린도어 출입문과 차량문의 연동 사항 (자동/자동, 자동/수동 운전애 따른 동작방법)
- 스크린도어 고장시 차량애 고장내용 전달 사항
- 차량애 스크린도어 완전개폐 상태 신호전달 사항
- 열차 정차 및 출발시까지 스크린도어애 신호 전송 시스템 사항 등

기계분야

- 완 · 급행열차 동시 운행시 열차풍으로 인한 스크린도어애 미치는 풍압 및 시뮬레이션(simulation) 사항
- 스크린도어 구동방식(벨트형, 스크류형 등) 사항
- 주요부 규격 및 재질 사항
- 차량수 편성수(4량, 6량, 8량)애 따른 스크린도어 설치 및 운영 사항
- 스크린도어 강화유리 강도 및 두께 사항
- 스크린도어 감시 및 제어 사항
(정거장 → 분소 → 사령실에서의 감시 및 제어사항)

<표 4> 국내지하철 스크린도어 건설현황 (2003. 5. 30 현재)

구분	규모	역수	형식	출입문 크기문수	비고
서울지하철 9호선	- 승강장 :8량(6→8) - 차량 :대형	24개역	지하-완전밀폐형	4문	민간투자사업 재고시 중
광주지하철 1호선	- 승강장 :8량(4→6) - 차량 :중형	2개역	지하-완전밀폐형	4문	1개소-원료 1개소-유리미설치, 자체시운전
대구지하철 2호선	- 승강장 :8량(4→6) - 차량 :중형	2개역	지하-완전밀폐형	4문	1개소-골조완료 1개소-기초작업중
대전지하철 1호선	- 승강장 :6량(4→6) - 차량 :중형	3개역	지하-완전밀폐형	4문	기본설계 승인예정
인천국제공항철도	- 승강장 :8량(6→8) - 차량 :대형	10개역	지상-반밀폐형(3개) 지하-완전밀폐형(7개)	4문	1단계-실시설계 승인검토 2단계-설계중
부산지하철 3호선	- 승강장 :6량(4→6) - 차량 :중형	17개역	지상-반밀폐형(4개) 지하-완전밀폐형(13개)	4문	스크린도어 발주준비중

지하철 승강장내에 스크린도어 도입배경 및 국내현황

- 차량과 스크린도어 사이(200mm)에 장애물 감지 센서 설치 사항
(차량한계 : 50mm, 건축한계 : 150mm)
- 승강장이 곡선인 정거장에 스크린도어 설치사항
- 아치정거장에 스크린도어 설치사항 및 마감사항 등

전기·통신분야

- 정거장 정전시 비상전원 공급사항
- 스크린도어 전원공급 사항
- 승하차시 승객의 감시사항 등

국내지하철 스크린도어 건설 현황

서울지하철 9호선을 포함하여 지방광역시의 스크린도어 건설 현황은 표 4와 같으며, 지하정거장의 경우 스크린도어 형식은 완전밀폐형으로 지상역사의 경우는 반밀폐형으로 추진중에 있다.

스크린도어 도입으로 설비시스템 변경내용

- 승강장의 공조환기방식 변경
 - 설치전 : 상하·부배기, 공조급기, 유막급기
 - 설치후 : 상하·부배기, 공조급·배기
 - ※ 승강장 공기조화기에 리턴팬이 설치되어 소방제연용량 확보가 용이
- 분선환기실 위치변경
 - 설치전 : 정거장에서 70~100m내외로 설치
 - 설치후 : 정거장에 인접 설치
- 정거장 공조부하 감소
- 초기투자비 및 전력비 증가
- 열차풍, 소음·진동 차단 등으로 역사환경 개선 등

맺음말

지하철을 이용하는 승객의 수준과 욕구가 다양해지고 있으며, 지하철을 건설 또는 운영하는 사람들도 지하철을 이용하는 고객에게 질 높은 서비스를 제공할 의무가 있다고 생각한다. 특히 지하철 승강장 내에서의 승객의 안전확보는 우선적으로 해결되어야 할 중요한 과제이다. 또한 교통량의 증가 등으로 외부 환경오염요인이 증가하고 이에 따른 지하철의 환경도 개선되어야 하며, 특히 열차운행으로 발생하는 열차풍에는 분진을 포함한 오염물질이 있어 승객들에게 불편을 초래하고 있고, 또한 일기의 변화로 냉방기간이 늘어나면서 승강장 내에서의 냉방공기 유출이 많아 에너지 낭비요인도 증가하고 있다. 이 시점에서 승객이 보다 안전하고 쾌적한 지하역사 환경에서 지하철을 편리하게 이용할 수 있는 방안으로 스크린도어 도입은 시대적 부름이라 생각한다. 스크린도어 도입으로 초기투자비, 운영비 등은 증가가 예상되지만, 승객의 안전확보, 쾌적한 역사환경조성, 하절기 냉방부하 감소 등으로 인하여 지하철을 이용하는 승객에게 편리함을 제공하므로 장래에 대중교통 수단으로 확실한 자리매김이 될 것으로 기대한다.

참고문헌

1. 서울지하철9호선 기본설계보고서, 2001. 12.
2. 지하철구간의 환경관리방안 및 오염도 저감에 관한 연구, 2001. 2. (국)