

노후화 스크린도어 개량화를 위한 승강장 안전성 검증에 관한 연구

Study on Safety Evaluation of Platform for Improvement of Aged PSD

신판주*, 이호*†

Pan Ju Shin*, Ho Lee**†

초 록 대구도시철도공사 2호선 개통(2005년)시 도입된 스크린도어가 도입 당시 관련법규 및 지침 부재로 현재의 안전규정을 만족하지 못하고 있으며, 부품 노후화로 고장이 지속적으로 발생하고, 부품 수급도 어려워 유지보수가 불가능한 상태로 노후화된 스크린도어를 전면 개량화가 필요한 시점이 도래하였다. 노후화된 스크린도어를 전면 개량하기 위하여 철도법, 철도 안전법, 도시철도법, 도시철도 건설규칙 등의 법규를 준수하고, 스크린도어의 설계기준에 부합하게 시공할 수 있도록 승강장 캔틸레버 슬래브에 대한 구조안전성을 검증한다.

주요어 : 스크린도어(PSD:Platform Screen Door), 노후화, 개량화, 구조안전성, 한국철도표준규격

1. 서 론

지하철을 대중교통 수단으로 이용하는 승객의 안전을 위하여 2004년부터 스크린도어를 도입하고 개통된 일부 신규 역사에 대해서는 스크린도어를 반영하여 개통을 실시하였으며, 스크린도어를 설치하지 않고 상업운영 중이던 기존 역사는 운영기관의 단계적 계획에 따라 도시철도 전 역사에 2018년을 기준하여 도입이 완료되었다.

도입당시 스크린도어에 대한 국내 기술 부족으로 해외 기술을 도입하여 설치하였으며, 오랜 시간 운영을 하면서 잦은 고장이 발생하였고 부품 수급이 불가능하여 개량화가 시급하다. 또한 안전시설물인 스크린도어 관련 법규 및 지침 부재로 건축물 기준인 건축한계에 스크린도어가 설치되어 승강장 연단에서 스크린도어 안전문 사이에 승객이 잔류하면서 또 다른 안전사고가 발생하고 있다.[1]

이에 본 연구에서는 스크린도어 개량화가 필요한 대구도시철도 2호선 다사역을 대상으로 노후화 스크린도어를 철거하기 이전에 사전 검토되어야 할 사항과 개량화 스크린도어를

설치하기 위해 승강장 캔틸레버 슬래브에 대한 구조안전성 검증 및 안전기준을 제시한다.

2. 본 론

2.1 스크린도어 개요

스크린도어란 전동차 출입문과 연동되어 열리고 닫히는 안전문으로 승강장 연단석 끝에 설치하여 열차를 이용하는 승객이 선로로 추락하거나, 철도차량과 충돌하는 안전사고를 방지하기 위한 안전 시설물이다.[2][4] 스크린도어 종류는 난간형, 반밀폐형, 밀폐형으로 구분되며 밀폐형은 승강장 지면에서 천정부까지 완벽하게 마감함으로써 승강장의 공기질 향상 및 냉난방 에너지 절감에도 매우 유리하여 지하역에 적합하며 다사역에 적용되어 있으며 국내 도시철도가 운행하고 있는 937개 승강장에 스크린도어가 도입 되었다.

2.2 노후화 스크린도어 개량화 과정

2.2.1 다사역 노후화 현황

대구도시철도공사 2호선 다사역은 2005년에 스크린도어를 도입당시 해외 기술에 의존하여 중요 부품을 해외에서 수입하여 적용되었다. 중요 부품이 수입품으로 가용성이 떨어진 부품이 단종 되거나 조달이 어려워 유지보수가

† 교신저자: 한국교통연구원 철도교통연구본부
(holee@koti.re.kr)

* 한국교통연구원 철도교통연구본부.

불가능한 상태이다.

그리고 구동부 제어기 함체가 기둥(H BEAM) 옆 비상문 공간에 배치되어 있어 비상문 폭이 600mm로 제작되어 비상문으로써의 역할을 할 수 없어 개량화가 시급하다.

또한 스크린도어를 도입당시 일반 건축물로 구분하여 건축한계에 설치하여 승강장 연단에서 스크린도어 안전문 사이 간격이 25cm로 승객이 잔류할 수 있어 「도시철도 정거장 및 환승, 편의시설 설계지침」에 따라 개량화가 시급하다.[3]

2.2.2 단계별 검증사항

스크린도어 개량화를 위해 단계별로 면밀히 검증이 필요하다.

첫 번째로 승강장 진입부와 진출부의 계도가 곡선일 경우 차량의 원심력으로 차량한계를 침범하여 스크린도어와 간섭이 발생할 수 있음을 조사하여야 한다.

두 번째는 차량간섭 측정으로 대차의 노후화 조건 및 승객의 하중 등에 따라 차량한계를 벗어나 운행되는 사례가 있다. 이와 같은 사고를 미연에 방지하기 위하여 스티로폼 측정하며 간섭여부를 검증한다.

세 번째 승강장 토목 구조물에 대한 구조안전진단은 개량화 스크린도어의 하중 및 승객의 하중을 견딜 수 있는 안전성을 검증하는 단계이다. 검증 방법은 현장 조사 및 검증이 필요하며 설계강도가 소요강도보다 낮을 경우 승강장 보강공사를 통하여 구조안전성을 확보하여야 한다.

2.3 승강장 구조안전성

승강장 구조안전성이란 개량화된 스크린도어를 설치하기 위하여 스크린도어 하중과 승강장에 대기중인 승객의 하중을 견딜 수 있는 내력을 말한다. 승강장 구조안전성을 검증하기 위하여 1)승강장 캔틸레버 슬래브 대한 균열을 조사, 2)승강장 캔틸레버 슬래브 단면치수 조사, 3)콘크리트 압축강도시험, 4)철근 배근상태 조사하여 승강장 캔틸레버 슬래브의 강도가 구조안전성 확보 여부를 검증하게 된다.

2.4 승강장 구조 조사항목 및 방법

2.4.1 승강장 캔틸레버 슬래브에 대한 균열조사

캔틸레버 슬래브 균열은 육안으로 확인하며 (Fig. 1) 조사 결과 이질 재료의 접합부에 발생한 균열 및 건주수축에 따른 균열이 조사되었지만 스크린도어를 개량화하기 위한 구조안전성에는 문제가 없는 것으로 조사되었다.



Fig. 1 Cantilever slab crack

2.4.2 승강장 캔틸레버 슬래브 단면치수 측정

현장에 승강장 캔틸레버 슬래브의 치수를 측정하여 설계도면에서 제시한 치수와 동일성을 확인할 수 있었다.(Table 1)

Table 1 Cross section dimension comparison

Division	Measurement dimension (mm)	Design dimension (mm)
slab length	780	750
slab thickness	300	300

2.4.3 콘크리트 압축강도 측정

콘크리트 압축강도는 슈미트헤머의 의한 반발경도법으로 추정하여 압축강도를 산출하였다. 슬래브 하부를 반발경도법으로 측정된 콘크리트 압축강도는 25.7MPa~27.0MPa (Table 2)로 「건축물 내진성능평가 가이드라인」 [5] 설계강도 평균값(24MPa)보다 이상으로 측정되어 설계기준에 부합한 것으로 증명되었다.

Table 2 Concrete compressive strength

No	Schmidt hardness value	Measurement strength (MPa)	Design strength (MPa)	Result
1	45.2	26.3	24.0	Good
2	45.2	26.2		Good
3	46.3	27.0		Good
4	44.7	26.0		Good
5	45.2	26.3		Good
6	45.4	26.4		Good
7	44.4	25.7		Good
8	45.2	26.2		Good
평균값		26.3		

후기

2.4.4 철근.배근상태 조사

철근탐지기로 매립되어 있는 철근.배근의 상태를 조사결과 철근 주근 간격이 @200mm, 부근 간격이 @230mm로 설계도면과 일치성이 확인되었으므로(Fig. 2) 설계도면의 철근배근 규격으로 구조해석을 실시한다.



Fig. 2 Structure Scan

2.5 승강장 구조안전성 종합 결과

조사된 결과 값이 도면 규격보다 높거나 동일하게 조사되어 구조안전성 해석은 설계도면으로 제시된 기준으로 해석을 실시하였으며 검토결과 승강장 캔틸레버 슬래브의 설계강도가 소요강도(64%) 이상으로 안전한 구조해석 결과(Table 3)를 얻을 수 있었다.

Table 3 Cantilever slab structural stability

Moment	Mxx Direction		Myy Direction	
Mu	13.2	0.11	14.2	0.64
ϕM_n	116.7		22.3	
Placing rebar	D19@150		D19@150	
Result	11% used		64% used	

3. 결론

개량화 스크린도어를 설치 이전에 관련법규를 기준하여 차량간섭 측정을 실시하여 차량 한계 기준에 만족하는 것으로 검증되었다. 승강장 토목 구조물에 대한 구조안전성을 검증하기 위하여 승강장에서 구조안전진단 조사한 결과 설계도면에 부합한 것으로 조사되어 건축설계도면에서 제시한 기준으로 구조안전성을 검토한 결과 승강장 캔틸레버 슬래브의 설계강도가 소요강도(64%)이상의 내력을 확보함으로써 개량화 된 스크린도어(PSD)를 설치하여도 안전한 것으로 판단되었다.

본 논문은 국토교통부가 출연하고 국토교통과학기술진흥원에서 발주하여 시행중인 2017년도 철도기술연구사업 「노후화 스크린도어 개량화 기술에 대한 안전무결성 인증 및 현장 검증(2차년도)」 과제의 지원으로 이루어 졌습니다.

참고문헌

- [1] Kim, S.I et al (2018), Study on Requirements for Aging Platform Screen Door(PSD) Improvement Technology, Journal of the Korean Society for Railway, 21(5), pp 425-432
- [2] Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2010), Construction Regulation of Subway
- [3] Metropolitan Railway Division(2013), Design Principle of Station and Accommodations in Subway, Ministry of Land, Infrastructure and Transport
- [4] Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2015), Platform Screen Door System (KRS SG 0068-17), Korean Railway Standards
- [5] National Fire Agency(2013), Guideline of Seismic Performance Evaluation of Building