

로프형 상하스크린도어 대구도시철도 문양역의 시범운영 성과와 과제

Commercial Issues and Outcome for Test bed of Rope type Vertical Platform Screen Door at the DTRO's Moonyang Station

김진경*, 김현*[†], 신판주*, 강봉완**

Jin Kyung Kim*, Hyun Kim*[†], Pan Ju Shin*, Bong Wan Kang**

Abstract : Platform screen door system which is one of the platform safety facilities has been installed since 2000s, it is reported that there is a collateral effect of safety facilities which is to improve air quality and energy savings. In particular, supplying screen door system of Seoul Metropolitan Rapid Transit(SMRT) and Seoul Metro has expanded rapidly into private business with the advertising business. On the other hand, where the platform of the national rail network, for example, Yeongdeungpo station where various trains stop such as KTX and KTX-Sancheon, Saemaoul, Mugunghwa train and Nuriro train, it is impossible to install the existing screen door. Also, for the ground station without roof the existing platform screen door is not suitable because of external environment such as typhoon etc. Rope type vertical platform screen door system is a Research and Development Project of the Ministry of Land, Infrastructure and Transport in order to solve the problems with stopping at stop position and to improve applicability to ground station and it is currently operating at Moonyang station at Daegu Metropolitan Transit Corporation(DTRO) since its demonstration March, 2013.

In this paper, It is reported that the availability and reliability of the rope type screen door based on its operating data of Moonyang station in DTRO and shows the relative evaluation about error causes and monthly error causing frequency in comparison with existing screen door record by SMRT. Based on this assessment, it is highlighted to system reliability of the rope type vertical screen door and suggest to implications toward commercial product issues.

Key words : Screen Door, Error, reliability

초록 철도 승강장 안전시설물에 해당하는 스크린도어 시스템은 2000년대부터 설치되면서 안전시설 이외 공기질 개선과 에너지 절감이라는 부수적 효과가 있다. 특히 서울메트로와 서울도시철도의 스크린도어 시스템 보급은 광고사업과 연계시켜 민자사업으로 급속히 확대되었다. 반면 국가철도망의 승강장은 예를 들어 영등포역과 같이 KTX와 산천, 새마을호, 무궁화, 누리호 등 다양한 열차가 운영되는 곳에는 좌우 스크린도어 설치가 불가능하다. 또한 좌우 스크린도어는 지붕이 없는 지상역의 경우 태풍과 외부환경 등에 적지성이 낮다. 하지만 로프형 상하스크린도어 시스템은 다양한 열차 운영을 고려한 정차위치 여유 폭이 $\pm 2,100\text{mm}$ 까지 반영할 수 있기 때문에 수동운전 노선에 대한 적용성이 매우 높다. 대구도시철도 문양역 시범사업은 국토교통연구개발사업으로 2013년 3월에 설치하여 2016년 3월 24일 현재까지 상용운영 중에 있다.

본 논문은 대구문양역 로프형 상하 스크린도어 운영 데이터에 기반하여 RPSD 가용성과 함께 오류 원인과 월별 오류 발생 빈도 등에 대해 서울도시철도 스크린도어의 운영실적과 비교하여 RPSD의 성과와 상용화에 필요한 이슈들에 대해 논하고자 한다.

주요어 : 스크린도어, 오류, 신뢰성

[†] 교신저자: 한국교통연구원 철도교통본부(hyun_kim@koti.re.kr)

* 한국교통연구원 철도교통본부

** 서울도시철도공사 연구소

1. 서론

승강장 안전문(PSD)이 설치된 철도 승강장은 승객과 철도차량간의 충돌과 선로 추락 등으로 발생하는 안전사고를 예방하고 있다[1]. 또한 승강장 내부의 미세먼지, 일산화탄소, 이산화탄소 및 포름알데히드의 농도를 줄여 공기질 개선과 소음감소, 그리고 화재발생시 대피시간 연장 등에 기여하고 있다. 하지만 승강장 안전문은 영등포역과 같이 KTX, 새마을호, 무궁화호, 누리로 등 다양한 열차가 운영되는 승강장의 경우 그 적용성 한계[2]로 기존 승강장 안전문 설치가 답보상태에 있다.

로프를 이용한 상하 승강장 안전문(RPSD : Rope type Vertical Platform Screen Door)은 다양한 열차운행을 고려하고도 +, - 2,100mm의 여유 폭을 확보할 수 있기 때문에 정차위치가 취약한 수동운전 노선과 다양한 열차를 운영하고 있는 승강장에 적용 가능하다[3]. RPSD 시스템은 2006년 광주 녹동역에 설치한 로프형 스크린도어(RSD : Rope Screen Door)기술을 열차 1량 길이에 해당하는 20m 단위로 분할하여 운영할 수 있도록 소형화 기술을 개발하여 대구도시철도 2호선 문양역에 시범설치 하여 2013년 3월 9일부터 2016년 4월 현재까지 상용운영하고 있다. 문양역 승강장은 지상역 섬식(직선)형태로, 승강장 길이가 약 150.6m이며, 전동차는 6량 1편성으로 전동차 도어 수는 1량당 4개 도어로 구성되어 있다(Fig. 1 참조).

문양역 RPSD 시범사업은 2013년 1월 3일 한국교통연구원과 대구도시철도공사가 실시하였고, RPSD 설치 공사는 2013년 1월 15일~2016년 3월 24일 현재 운영 중에 있다. 현재 운영구간 6량은 RPSD 인터페이스 방식에 따라 구동 하도록 설치되어 있으며, 비 운영구간인 2량은 승객 차단 시설로만 설치되어 있다.



Fig. 1 Layout of RPSD at Moonyang Station (Open and Close)

본 논문의 목적은 문양역 로프형 상하 스크린도어와 서울도시철도 스크린도어의 운영실적 자료에 기반하여 RPSD의 가용성을 분석하고, 각각의 장애발생건수와 월별 장애분포, 시스템 구성요소에 대한 오류분포 등에 대해 비교하여 RPSD가 기존 PSD 대비 어느 정도의 신뢰수준에 있는지를 분석하고자 한다. 또한 분석결과에 근거하여 향후 RPSD의 상용화에 필요한 이슈를 제시하고자 한다.

2. 본론

2.1 RPSD와 PSD의 시스템 구성 개요

RPSD(로프형 상하 승강장 안전문)와 PSD(좌우 승강장 안전문)의 시스템은 철도승강장 측과 선로 측을 분리하여 승객의 안전을 확보할 수 있도록 한 구조체와 이를 철도차량과 인터페이스하는 제어부로 구성되어 있다. PSD 구조체는 열차 출입문과 스크린 도어가 일대일로 대응하

고 있는 특성이 있다. 구조체는 가동문, 비상문, 고정벽, 가동부(헤드박스), 가이드 장치 등으로 구성되어 있다(Fig. 2 참조). 반면 RPSD의 구조체는 상하 가이드 기능을 담당하는 좌우기둥(Lift Post)과 와이어 로프의 가동문, 그리고 로프가 아래로 처지는 것을 방지하기 위한 중간기둥, 종합배선반(Utility Box) 등으로 구성된다(Fig. 3 참조).



Fig. 2 Configuration of RPSD Structure

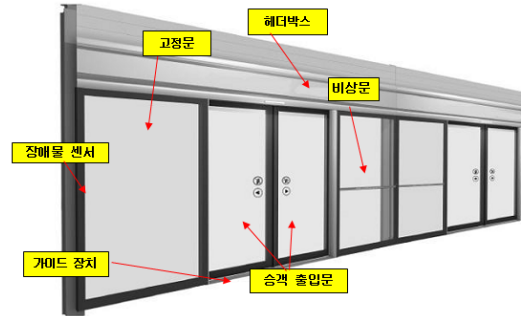


Fig. 3 Configuration of PSD Structure

RPSD와 PSD의 제어장비(Controller)는 Fig. 4에 제시하고 있는 바와 같이 종합제어반(SCADA), MCU, DCU, HMI, LCU, TIU, TPS, TDD 등으로 구성되어 있다. 또한 각 제어장치들에 대한 기능의 정의는 Table 1에 제시하고 있다. 이렇듯 다양한 기능을 수행하는 장비들로 구성되어 있고, 각 장비들간 송수신하여 스크린 도어가 동작하게 되며, 이 중 하나의 부분에서라도 오류가 발생하게 되면 승객의 안전과 열차운영에 영향을 미치게 될 수 있다. 본 장에서는 문양역 로프형 상하개폐 스크린도어(RPSD)와 서울도시철도 좌우개폐 스크린도어(PSD) 운영 실적을 분석하여 오류 발생 원인을 파악하고자 한다.

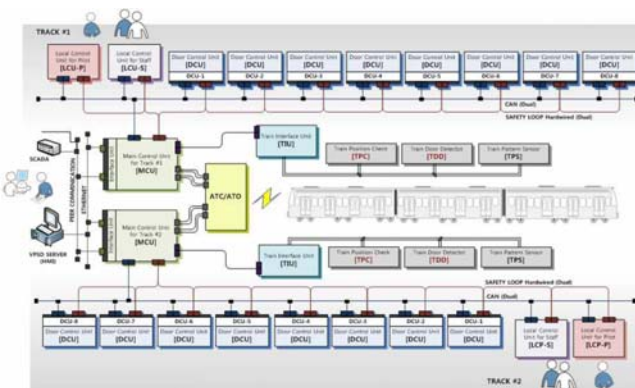


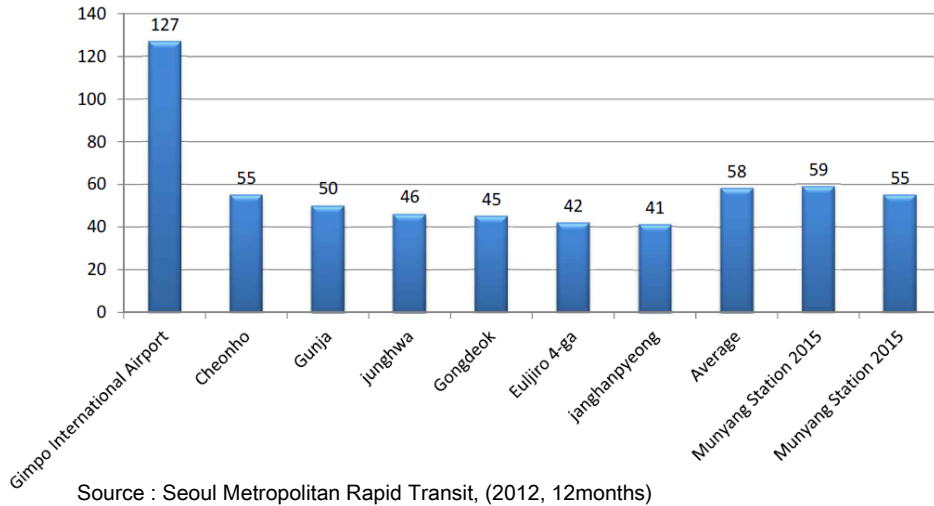
Fig. 4 Controllers and Interface with Train

Table.1 Function for Controller Subsystems

Master Room Side	PCU PSD Control Unit	<ul style="list-style-type: none"> Makes open and close command Transmits open and close command to DCUs Makes train departure signal
	HMI Human Machine Interface	<ul style="list-style-type: none"> Gathers system status information through CAN Displays system status Sets the PSD operation parameters such like the door open/close time, alarm flashing time, and door open/close retrial number
Platform Side	LCU Local Control Unit	<ul style="list-style-type: none"> Consists of buttons, switches, and alarm lamps Controls all doors manually by an operator on the platform
	DCU Door Control Unit	<ul style="list-style-type: none"> Controls the door with driving motor Checks the door operation with sensing the door position and obstacles
	PHMI Platform HMI	<ul style="list-style-type: none"> Displays the PSD control system status on the platform

2.2 장애 발생 건수 비교

장애발생 건수는 Fig.5을 보면 김포공항역을 제외하고 연간 40~60건이 발생하고 있다. 서울도시철도 승강장의 스크린도어 연평균 장애발생건수가 58건 수준이며, 이는 2014년, 2015년의 문양역 RPSD의 장애발생건수와 비슷한 수준에 있음을 확인할 수 있었다. 계절별 장애발생 분포는 Fig. 6에 제시하고 있다. 서울도시철도 PSD의 계절에 따른 장애발생 분포는 큰 차이가 없지만 문양역 RPSD의 경우 최소 0건에서 최대 12건으로 큰 편차를 보이고 있다. 특히 2015년 기준으로 5월, 7월, 9월, 10월에 장애발생 분포가 높다는 것을 확인할 수 있다. 이는 RPSD의 장애발생 건수가 PSD 수준에 있지만 계절 변동에 따른 장애발생 분포에 대한 편차가 크다고 볼 수 있다. 그 원인은 시스템 구성 요소에 따른 장애발생분포를 비교해 찾아가자 한다.



Source : Seoul Metropolitan Rapid Transit, (2012, 12months)

Fig. 5 No. of failure between PSD and RPSD (2012)

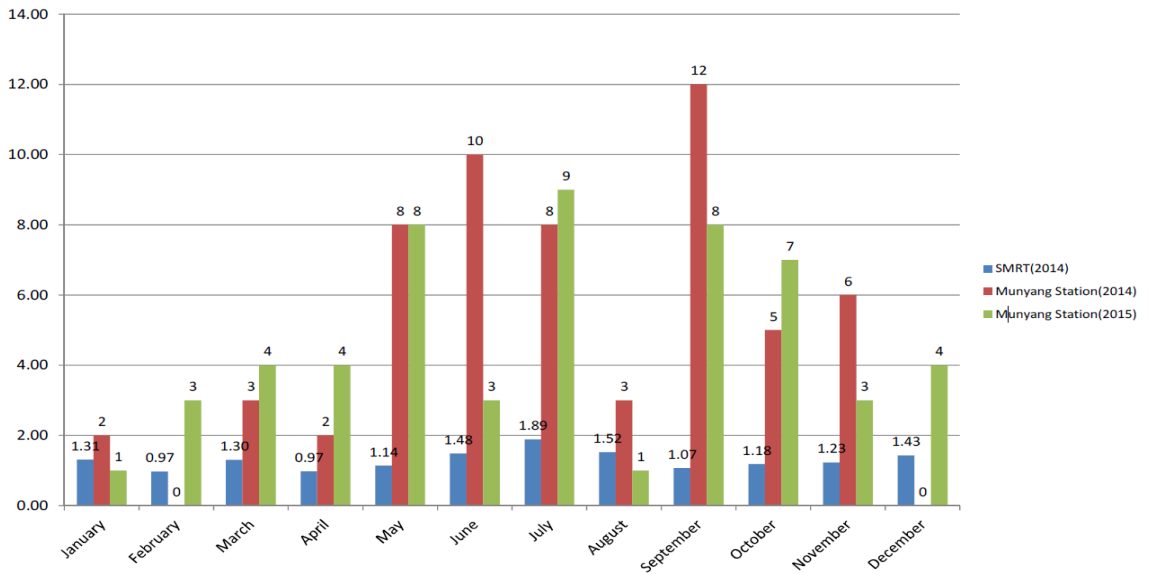


Fig. 6 No. of Failure between PSD and RPSD by Monthly (2012)

2.3 장애발생 원인 비교

장애발생 원인은 시스템 구성 요소 즉 구조체, 제어장치, 통신(CAN), 센서, 전력, HMI 등으로 구분하여 분석하였다(Fig. 7). 이중 통신(CAN), 전력과 HMI 등의 시스템 구성요소는 RPSD와 PSD 모두 장애발생 원인으로 영향을 미치지 않았다.

장애발생 분포는 PSD의 경우 구조체(47.5%), 장애물센서(41.6%), DCU(3.7%), 모터(2.4%) 순이며, RPSD는 DCU(2014년 30.5%→2015년 41.8%), 장애물 센선(25.4% →3.6%), MCU(20.3%→5.5%), 구조체(13.6%→18.2%), 모터(8.9%→9.1%), 열림/닫힘 센서(1.7%→16.4%) 순으로 나타났다. 여기서 주목할만한 점은 RPSD 구조체 장애발생 분포는 PSD보다 3배가 낮다는 점으로 구조체 분야는 매우 안정적이라고 평가할 수 있다. 반면, RPSD의 제어장비(DCU)에 대한 장애분포는 PSD 대비 10배 이상이 높게 나타났다. 그 원인은 문양역 RPSD 제어장치가 로프 스크린 및 상

하 열림과 닫힘에 대한 특성을 반영하여 개발되었던 것이 아니라 기존 PSD 상용제품의 하드웨어를 적용하였기 때문으로 판단된다. 문양역 시범사업은 2014년과 2015년으로 비교해 보면, MCU와 장애물 센서는 크게 개선되었고, DCU와 열림/닫힘 센서에 대한 장애발생 분포가 증가하였다. 이 결과에 근거하면 RPSD 시스템의 안정화 및 안전 무결성 향상은 상하 열림/닫힘 개념과 장애물 센서 정보를 고려하여 열림과 닫힘을 수행할 수 있도록 DCU 개발, 열차 출입문과 인터페이스 방식 등을 체계화할 필요성이 있다고 볼 수 있다.

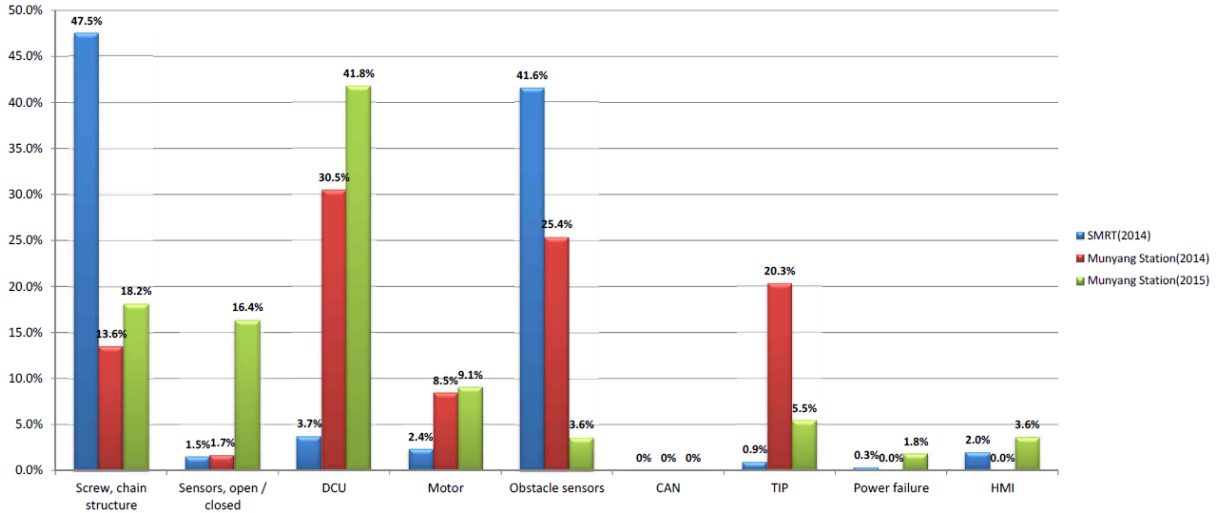


Fig. 7 Comparison of failure rate by Structure and Controllers

2.4 제어장비 변경 전후 장애 발생 건수 비교

2013년 대구 문양역에 로프형 상하개폐 스크린도어 설치 초기에는 각 Main post에 설치된 센서의 조합을 통해 열차진입과 정차 조건을 확인하여 열차 출입문 열림보다 먼저 열리도록 되어 있었으며, 열차가 출발하고 일정 시간이 지나면 닫히도록 구성되어 있었다. 하지만 2014년 2월 말에 출입문검지센서를 추가 장착하여 3월부터 열차문과 동시 열림 닫힘이 가능하도록 하였다. 이에 따라 아래 Table 2와 같이 제어장비 변경 전후의 장애발생 건수를 비교한 결과 출입문검지센서 설치 후 동시 열림 닫힘 시 장애 발생 건수가 약간 적게 나왔으나 눈에 띄만한 큰 차이점은 없는 것으로 판단 된다.

Table 2 No. of failure according to equipment change

Division	Failure types	Before (2014.3~2015.2)	After (2015.3~2016.2)
Moving device	Screw, chain, structure	8	13
	Sensors, open /closed	1	10
	DCU	20	22
	Motor	5	5
Sensor	Obstacle sensors	16	5
Communication	CAN		
	TIP	12	3
	Power failure	1	
	HMI		2
Total		63	60

3. 결 론

본 논문에서는 문양역 RPSD와 서울도시철도공사(SMRT)의 PSD에 대한 운영실적 자료를 비교 분석하여 RPSD 시스템의 가용성을 비교한 결과 PSD와 동일한 수준에 있다는 점을 확인하였다. 연차별 가용성은 2014년 99.974%, 2015년 99.975% 수준에 해당한다. 이는 문양역 RPSD가 프로토 타입(Proto type) 성과물에도 불구하고 상용품 수준의 안정적인 수준에서 운영되고 있다. 하지만 일부 계절 변동에 따른 시스템 안정성 확보가 필요하며, 특히 상하 개념의 열림과 닫힘을 고려한 RPSD 운영 시나리오를 표준화하고, 이를 제어하는 장치 즉 DCU, MCU, TIU, TPC 등 Fig. 4와 Table 1에 정의한 제어장치 기능은 상용화 관점에 연구개발이 필요하며, 해당 제어장비의 안전무결성(SIL) 인증이 함께 동반되어야 국내 및 국외의 신뢰도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

본 논문은 국토교통부가 출연하고 국토교통과학기술진흥원에서 발주하여 시행중인 2015년도 철도기술연구사업 도시철도 역사 운영 효율화 및 상태기반 유지보수 기술개발 연구단 중 1세부 RPSD 국제표준 인증 및 상용화 기술 개발(3차년도) 과제의 지원으로 이루어 졌습니다.

참고문헌

- [1] J. S. Bae (2009), A study of air quality and cooling efficiency improvement by PSD installation, 2009 2nd Conference, Korea Railroad Society
- [2] Heechan, Kang, Hyun KIM, Yunshick CHUNG(2013), Feasibility analysis of RPSD(Rope type Platform Safe Door) on the simulation, The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems
- [3] H. Kim (2015), National Research and development project summary on the Vertical Platform Screen Door System, International Seminar of 2015 Land Infrastructure and Transport Technology Fair.
- [4] Lee, seung-ho, Kim Hyun(2013) A Study of RPSD(Rope-type Platform Safe Door) Opening and Closing Algorithm on Train Platform, Transportation Research, 20(3), pp. 1-12.
- [5] Choi gap-yeol (2015) Development of the Operating Algorithm on the Platform Screen Door for Vertical Opening and Closing, Chosun University Dissertation, pp. 1-114.
- [6] Choi gap-yeol, Hyun KIM (2014) Development of the Manual Opening and Closing Algorithm for Vertical Rope type Platform Screen Door and Its Evaluation, pp. 1-8.