시물레이션을 통한 로프타입 상하개폐식 승강장 안전문 적용성 검토

Feasibility analysis of RPSD(Rope type Platform Safe Door) on the simulation

강 희 찬*
(Hee-chan Kang)

김 현**
(Hyun Kim)

정 연 식***
(Chung, Younshik)

요 약

기존의 승강장 안전문은 철도 차량의 출입문과 승강장 안전문이 1:1로 매칭이 되어야만 사용이 가능하기 때문에 다양한 열차가 정차하는 승강장에는 적용이 매우 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위해 제시된 승강장 안전문이 로프타입 상하개폐식 승강장 안전문(Rope type Platform Safe Door : RPSD)이다. 로프타입 상하개폐식 승강장 안전문은 승강장 안전문이 위에서 아래로 닫히고 승강장 안전문의 상하 이동을 위한 기둥은 20~40m 간격으로 설치되기 때문에 열차의 길이 및 출입문 위치, 출입문 개수와 상관없이 다양한 열차가 혼용하여 사용할 수 있도록 설계되었다. 본 논문에서는 다양한 열차가 정차하는 영등포역 일반열차 승강장에 기존 PSD 및 RPSD의 적용이 가능한지를 시물레이션을 통해 검토하였다. 검토결과 기존의 PSD는 시공, 안전, 비용상 문제가 발생할 것으로 파악되었으나, RPSD의 경우에는 적용에 큰 문제가 없는 것으로 나타났다.

핵심어 : 승강장 안전문, 로프타입 상하개폐식 승강장 안전문, 열차 출입문, 시물레이션, 스크린도어

Abstract

The platform safety door is difficult to install in platform because the doors of railway vehicles and existing Passenger Safety doors should be alined. To be able to solve this problem, we propose the use of Rope Type Platform Safe Door (RPSD) which is a vertically retractable platform that is designed to close from top to bottom. This platform has installed safety gate pillars at intervals of 20-40 m which accommodates different types of train regardless of train length, gate opening and location. In this paper, we reviewed the application of existing PSD and RPSD in various train stops in Seoul Gyeongbu Line platform. The results of the review showed that the existing PSD may cause problem in construction, safety and cost efficiency. The use of RPSD however shows that minimal problems will be encountered.

Key words : PSD, Platform Screen Door, RPSD, Rope Type Platform Safe Door, Safety, Platform, Simulation

* 주저자 : 한국교통연구원 철도정책·기술본부 철도운영기술연구실 Post-Doc

** 교신저자 : 한국교통연구원 철도정책·기술본부 철도운영기술연구실 연구위원 (연구실장)

*** 공동저자 : 한국교통연구원 교통안전·도로본부 교통안전·자전거 연구실 연구위원

† 논문접수일 : 2013년 3월 19일

† 논문심사일 : 2013년 4월 8일

† 게재확정일 : 2013년 4월 18일

I. 서 론

뉴욕도시교통국(MTA) 자료에 의하면 2012년 뉴욕지하철 승객 1180만명 당 1명이 전동차에 치인 것으로 나타났다. 이는 매우 낮은 확률이지만, 2012년 뉴욕지하철에서 발생한 두건의 타인에 의한 낙상사고로 인해 철도 승객들은 불안해하고 있다. 이후 뉴욕 교통국은 새로운 안전조치로 “승강장 가장자리에서 멀리 떨어져 기다릴 것”을 요청하는 안내방송을 영어와 스페인어, 중국어, 한국어, 러시아어로 내보내고 있으나, 시민들은 승강장 안전문(Platform Screen Door : PSD) 설치를 요구하고 있다. 그럼에도 불구하고 교통국은 안전문 설치보다 승객 주의를 강화하는 것이 우선이라는 입장을 밝히고 있다. 뉴욕도시교통국에서 승강장 안전문의 설치를 꺼려하는 것은 승강장 안전문 설치에 막대한 비용이 소요되고, 오래된 뉴욕지하철에는 기존의 승강장 안전문 설치가 쉽지 않기 때문이다.

우리나라의 경우 지하철(도시철도) 역사에는 대부분 차량길이와 출입문 위치가 같은 차량이 정차하지만, 뉴욕의 경우 역에 정차하는 차량의 종류가 다양하고 출입문의 위치도 제각각이기 때문에 기존의 승강장 안전문 설치 및 운영이 어렵다. 기존의 승강장 안전문은 철도 차량과 승강장 안전문이 1:1로 매칭이 되어야만 사용이 가능하기 때문에 열차마다 출입문의 위치가 다양한 뉴욕지하철에는 적용이 어려운 것이다. 이는 뉴욕지하철에만 한정된 것이 아니라 영국, 미국, 일본 등 오래전부터 도시철도를 도입해온 대부분의 국가에서 발생하는 문제이다.

이러한 문제를 해결하기 위해 제시된 승강장 안전문이 로프타입 상하개폐식 승강장 안전문(Rope type Platform Safe Door : RPSD)이다. 로프타입 상하개폐식 승강장 안전문은 승강장 안전문이 위에서 아래로 닫히고 승강장 안전문의 상하 이동을 위한 기동은 20~40m 간격으로 설치되므로 열차의 길이 및 출입문 위치, 출입문 개수와 상관없이 다양한 열차가 혼용하여 사용할 수 있도록 설계되어 있다.

본 논문에서는 RPSD의 적용 가능성을 검토하였다. 적용가능성을 판단하기 위해 다양한 철도가 정

차하는 상황을 가정하여 RPSD가 해당 차량들을 모두 수용할 수 있는지를 미시적 교통 시물레이션 모델(Microscopic traffic simulation model)을 통해 분석하였으며, 우리나라의 대표적인 철도역 중 하나인 영등포역 승강장에 정차하는 KTX, 새마을(Saemaeul), 무궁화(Mugunghwa), 누리로(Nuriro) 4개의 차량이 하나의 역사에 정차할 경우 RPSD로 수용이 가능한지를 검토하여 적용성을 판단하였다.

II. 선행 연구 검토

1. 승강장 안전문 관련 기술 검토

1) PSD 개요

PSD는, 플랫폼 스크린도어, 혹은 승강장 안전문이라고 하며, 사전적 의미로는 철도승강장 위에 선로와 격리되는 고정벽(스크린)과 가동문을 설치해 차량의 출입문과 연동하여 개폐되도록 하는 승강장 안전 지원 장치 또는 그러한 시스템을 말한다. 전동차가 승강장 홈에 완전히 멈추어 서면 전동차 문과 함께 열려 승객의 안전 확보와 함께 전동차로 인한 소음·먼지·강풍 등을 줄이고, 승객이 고의나 실수로 선로에 빠지는 것을 막아주는 역할을 한다. 영국에서 처음으로 도입한 이래 프랑스·일본·홍콩 등의 지하철도 역에서 적용하고 있으며, 한국에서는 2004년 광주지하철 1호선에 최초로 설치되어 운영되었다.

선로부와 승강장을 고정벽으로 완전히 격리하는 완전밀폐형, 고정벽 및 가동문 위에 개구부(開口部) 또는 갤러리를 배치하는 반밀폐형, 차량의 문 위치에 맞추어 가동문을 설치하는 난간형 3종류로 나뉜다.

PSD의 장점은 ① 승객의 추락 및 전동차 접촉 방지 ② 역무원 인력의 절감 ③ 열차의 무인 운전 가능 ④ 승객 유동성 향상 및 고속통과 운전 가능 ⑤ 차량 강풍 방지와 방음·방진(防塵) 효과를 통한 승강장의 쾌적성 유지 ⑥ 열차 화재시 방연(防煙) 효과 ⑦ 역 환기탑 및 기계실의 축소 가능 등이다. 그러나 초기 설치비가 많이 들고, 열차가 정위치를 초과해 정차하는 경우 승하차 속도가 지연될 우려가 있다는 것이 단점으로 지적된다.

2) 국내 PSD의 설치현황 및 효과

2013년 1월 현재 서울지하철(289개역)과 대전지하철(22개역)에는 스크린도어가 100% 설치되었으며, 철도공사 관리구간 223개역 중 26%, 인천지하철 29개역 중 41.4%, 광주지하철 19개역 중 57.9%, 부산지하철 108개역 중 49.1%, 대구지하철 59개역 중 15.3%가 설치되어 있다.

〈그림 1〉 도시철도 별 PSD 설치율(%)

〈Fig. 1〉 Installation rate of PSD on urban railway

한국철도공사에 따르면 2012년 전국 도시철도에 서 39건의 투신사고가 발생해 34명이 목숨을 잃었는데, 기관사가 스크린도어를 직접 열고 뛰어내린 사고 1건을 제외하고는 모두 스크린도어 미설치역에서 사고가 발생한 것으로 조사되어 스크린도어가 투신사고 방지에 큰 영향을 준 것으로 분석되었다.

3) 일본 PSD의 설치현황 및 열차 사고 현황

일본의 경우는 2012년 현재 약 2만개의 역사 중 539개 역사에만 스크린도어가 설치되어 있으며, 매년 스크린도어 설치를 늘리고 있으나, 증가율은 적다. 일본철도에서는 최근 5년간 200건 이상의 안전사고가 발생하였으며, 그 중 이용객이 1만명 이상인 역사에서 발생한 사고가 80%(1,253건)이다. 우리나라의 경우에 비취볼 때 이용객이 1만명 이상인 역사를 대상으로 추락 방지대책을 마련할 경우 상당한 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단되지만, 비용이 과다하고, 다양한 열차에 대응이 가능한 PSD가 없어 설치가 미진한 실정이다.

〈그림 2〉 일본 스크린도어 설치 추이

〈Fig. 2〉 Installation progress of PSD in Japan

2. 로프트 타입 상하 개폐식 승강장 안전문 개요

RSPD는 승객이 전동차 및 여객열차의 승차를 위하여 대기하는 철도 승강장에 설치되어 전동차가 승차위치에 정차하면 안전문을 상부로 승강시켜 승객이 승차할 수 있도록 하고, 승객의 승차가 완료되어 전동차가 출발 할 때에는 승강된 안전문을 하강시켜 승강장 측과 전동차 측을 분리하여, 승객의 선로 추락이나 열차와의 충돌 등의 상해로부터 승객의 안전을 확보할 수 있도록 한 승강장의 안전장치이다.

〈그림 3〉 RPSD 조감도

〈Fig. 3〉 RPSD bird's-eye view

RPSD는 열차 출입문과 함께 자동으로 개폐되며, 20m, 40m 등 역사의 특성 및 정차하는 열차의 특성에 따라, 다양한 단위로 구성할 수 있어 구조적, 운영적 여건에 의해 승강장 안전문을 설치하기 어려운 승강장에 설치가 가능하도록 개발되었다.

현재 다양한 열차(차량)에 대응할 수 있는 유일한 시스템으로 정위치 정차에 대한 부담도 적고, 설치기간도 짧으며, 비용도 저렴하고, 유지보수 비용도 낮아, 국내 뿐 아니라 해외에서도 경쟁력이 있는 기술로 평가받고 있다.

Ⅲ. 연구방법

RPSD의 적용 가능성을 알아보기 위해 여러 종류의 열차가 정차하는 일반철도 역사의 경우를 살펴보았다. 수도권역의 일반철도 역사의 경우 KTX, 새마을, 무궁화, 누리로 중 일부가 정차하게 되는데 본 연구에서는 이러한 여러 종류의 열차가 정차할 때 기존의 PSD의 적용이 가능한지, RPSD의 경우는 적용이 가능한지를 분석하고자 한다.

○ 대상역사 설정

대상역사는 3종 이상의 열차를 이용할 수 있는 역으로서 PSD나 RPSD가 설치되지 않은 역사를 대상으로 한다. 구체적으로는 역사 내 승강장 중 3종 이상의 열차가 정차하는 승강장을 분석 대상으로 한다.

○ 분석 기준 열차 조사

대상역사에 정차하는 열차의 차량편성, 편성길이 등 기본적인 재원을 조사하고, 본 연구를 위해 필요한 개별 차량 별 길이를, 열차를 구성하는 차량 종류별로(동력차, 객차 등) 조사하고, 출입문의 위치, 출입문의 폭 등도 상세히 조사한다.

○ PSD 적용 가능성 분석

모든 차량의 출입문 위치를 조사하고, 승강장에 출입문 위치마다 안전문을 설치할 경우 실제로 설치가 가능한지에 대해 분석한다.

○ RPSD 적용 가능성 분석

RPSD의 길이, 기둥의 폭 등 기본사양을 조사하여, 대상 승강장에 RPSD를 설치할 경우 차량별로 차량의 출입문을 통해 승하차하는데 문제가 없는지를 시물레이션을 통해 검토한다.

Ⅳ. 연구내용

1. 대상역사 설정

3종 이상의 열차가 정차하는 역사로는 서울역, 용산역, 영등포 역 등 매우 많은 역이 있으나, 본 연구에서는 가장 많은 종류의 열차(KTX, 새마을,

무궁화, 누리로)가 정차하는, 우리나라의 대표적인 역 중 하나인 영등포역을 대상으로 선정하였다. 영등포역을 대상으로 선택한 이유는 일반철도 선로가 방향별로 2개이기 때문에 승강장에 여러 종의 열차가 자주 혼용되어 정차하는 역이기 때문이다.

2. 분석 기준 열차 조사

분석을 위해 영등포역 일반철도 승강장에 정차하는 KTX, 새마을, 무궁화, 누리로의 차량편성, 길이 등 열차의 기본 사양에 대해 조사를 실시하였다.

열차의 편성은 매우 다양하지만, 현재 가장 많이 운영되는 편성인 KTX는 동력차(power driving car), 동력객차(power driving and Passenger car), 객차(passenger car)를 포함한 차량 편성 20량, 새마을은 동력객차, 객차를 포함한 9량, 무궁화는 동력차, 객차를 포함한 9량, 누리로는 동력객차, 객차를 포함한 4량 1편성을 시물레이션 대상으로 선정하였다.

〈표 1〉 기준열차 재원

〈Table 1〉 Standard train

	KTX	Saemaoul	Mugunghwa	Nuriro
train - formation	20 Cars	9 Cars	9 Cars	4 Cars
Train - Length	388.1m	206m	210m	92.160m
Front - width	2,904mm	3,000mm	3,200mm	3,180mm

기준열차의 실제 크기(길이, 너비, 승하차 도어 위치 등)에 따라 시물레이션에 사용할 3D 모델을 작성하여 시물레이션의 신뢰성을 높였다.

〈그림 4〉 기준열차 3D 모델

〈Fig. 4〉 3D model of Standard train

〈표 2〉 기준열차의 차량별 재원
(Table 2) Standard Car

Type	Car-Length and Door-position
KTX	power driving car
	power driving and Passenger car
	passenger car
Saemaul	power driving and Passenger car
	passenger car
Mugunghwa	power driving car
	passenger car
Nuriro	power driving and Passenger car
	passenger car

3. PSD 적용 가능성 분석

조사된 4종의 열차가 정차하는 승강장에 일반적인 PSD를 설치할 경우 안전문 설치 필요 위치를 알아보기 위해, 4종의 열차가 동일 위치에 정차 하였을 경우에 대해 열차 별 출입문 위치를 4량씩 도식화 하였다.

4종의 열차가 동일 위치에 정차할 경우 문의 위치와 폭을 표시하면 <그림5>와 같다.

〈그림 5〉 4종 열차의 문의 위치 및 폭
(Fig. 5) position and width of doors

조사된 4종 열차의 출입문에 기존의 PSD를 적용할 경우 시공상, 안전상, 비용상 다음과 같은 문제가 발생할 것으로 예상된다.

- 시공 : 모터의 용량, 제어 프로그램 등이 상이해야 하므로 정확한 시공이 어려움
- 안전 : 제품 표준화 불가로 부정확한 시공이 증가하고 이로 인한 사고 발생 가능
- 비용 : 다양한 구조제, 모터의 설계 제작으로 비용이 과도하고 유지비용도 높아짐

4. RPSD 적용 가능성 분석

1) RPSD 기본 사양 조사

RPSD의 적용성을 분석하기 위하여 현재 대구도시철도 문양역에 설치하기 위해 작성된 RPSD 기술 사양서를 바탕으로 RPSD 전체 길이, 기둥의 폭 등 기본 사양에 대해 조사하였다.

〈그림 6〉 RPSD의 기본 사양
(Fig. 6) Size of standard RPSD

RPSD의 기본사양을 조사한 결과 RPSD의 기본 폭은 20m이며(40m까지 증대 가능), 하차에 영향을 줄 수 있는 주 기둥(Main post)의 폭은 0.425m, 와이어의 처짐을 방지하기 위한 가운데 보조기둥(Balance post)의 폭은 0.4m인 것으로 나타났다.

2) 시물레이션을 통한 분석

RPSD의 적용성을 정확히 분석하기 위해 열차의 모델링이 가능하고 특히 3D를 통한 시각적 분석이 용이하여 RPSD의 운영환경을 실제와 같이 표현함으로써 RPSD의 적용성을 시각적으로 검토할 수 있는 독일 PTV사(社)의 Microscopic Traffic Simulation Program인 VISSIM을 활용하였다.

〈그림 7〉 VISSIM을 통한 RPSD 적용성 분석
〈Fig. 7〉 Analysis of RPSD with vissim simulation

(1) 20m 간격 설치 분석

RPSD의 가장 기본적인 설치 형태인 20m 간격으로 RPSD를 설치했을 경우 kt20량 새마을 9량, 무궁화 9량, 누리로 4량에 대해 RPSD 기둥 설치로 인한 출입구 별 간섭 여부를 분석하였다.

RPSD 20M										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NUR	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
MUK	-	OO	OO	X						
SEA	o	o	X	o	o	X	o	o	o	
KTX	-	o	o	o	o	o	o	X	o	-
	-	X	o	X	o	o	o	o	o	-

〈그림 8〉 RPSD 20m 설치 시 열차 출입구 별 사용성(O/X)
〈Fig. 8〉 Useability of RPSD (interval 20m)

분석결과 누리로 4번째 차량(동력객차)의 출입문과 무궁화호의 8번째 차량(객차)의 앞문 새마을호의 3번째 차량(객차) 및 6번째 차량의 출입문, KTX 8번째 차량(객차), 12번째 차량(동력객차) 14번째 차량(객차)의 출입문이 RPSD의 기둥에 영향을 받는 것으로 나타났다.

(2) RPSD 간격 수정

20m 간격으로 RPSD를 설치했을 경우의 분석 결과 RPSD의 기둥과 출입문이 동일선상에 위치하여 출입문의 이용에 방해가 되는 것으로 판단된 출입문은 7개였다. RPSD는 기둥의 위치를 자유롭게 변경할 수 있으며, 최대 40m까지 설치가 되기 때문에 7개 문과 동일선상에 위치한 기둥의 위치를 변경할 수 있다.

〈표 3〉 동일선에 위치하는 출입문과 RPSD 기둥
〈Table 3〉 Overlap Doors and RPSD Posts

Train	Door	RPSD Post	Door	RPSD Post
Nuriro	Car4	4 Balance		
Mugunghwa	Car8-1	9 Left		
Saemaeul	Car3	4 Balance	Car6	8 Left
KTX	Car8	8 Left	Car12	12 Right
	Car14	14 Right		

<표 3>은 동일선에 위치하는 출입문과 RPSD의 기둥을 나타낸 것으로 RPSD 4번째 게이트의 보조 기둥, 9번째 게이트의 좌측 주기둥, 8번째 게이트의

〈그림 9〉 RPSD 20m 설치 시 열차 출입구 별 사용성에 따른 RPSD 기둥 이동 방안
〈Fig. 9〉 Alternative of RPSD Post move

좌측 주기둥, 12번째 게이트의 우측 주기둥, 14번째 게이트의 우측 주기둥을 좌우로 이동하여 모든 열차의 출입문을 방해하지 않고 RPSD를 설치할 수 있을 것으로 분석되었다.

〈표 4〉 RPSD 기둥 위치 수정 방안

〈Table 4〉 RPSD Post position adjustment

RPSD Post	Adjustment	RPSD Post	Adjustment
4 Balance	Right-2m	12 Right	Right-1.5m
8 Left	Right-0.9m	14 Right	Right-1.5m
9 Left	Left-1.2m		

KTX, 새마을, 무궁화, 누리로 등 모든 열차의 출입문을 영향 없이 사용하기 위해서는, 위의 표와 같이 RPSD의 기둥을 2m 이내로 약간씩 이동해야 하는 것으로 분석되었다. 해당 거리만큼 이동했을 경우 RPSD 기둥의 간섭 여부를 시물레이션을 통해 분석한 결과 KTX, 새마을, 무궁화 누리로 모든 열차의 출입문을 이용하는데 문제가 없는 것으로 나타났다.

RPSD 20M-adjust										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
NUR	o	oo	oo	o						
MUK	-	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	
SEA	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
KTX	-	o	o	o	o	o	o	o	o	-
	-	o	o	o	o	o	o	o	o	-

〈그림 10〉 RPSD 기둥 이동에 따른 출입구 별 사용성(O/X)
〈Fig. 10〉 Useability of RPSD (Position Adjustment)

IV. 결론

본 논문에서는 여러 종류의 열차가 정차하는 승강장의 안전을 확보하기 위해 제안된 RPSD의 사용성을 대해 검토하였다. 4종의 열차가 정차하는 영등포역에 기존의 PSD를 설치할 경우 시공상, 안전상, 비용상 적용이 매우 어려운 것으로 나타났으며, RPSD를 20m 간격으로 설치할 경우에는 4종의 열차에 달린 총 47개 열차 출입문 중 7개의 문을 제외하고는 적용에 문제가 없었고, 7개의 출입문도 5개의 RPSD 기둥을 2m 이내로 이동함으로써 간섭

문제를 해결할 수 있는 것으로 나타났다. 이 결과는 PSD활성화에서 가장 문제가 되는 여러 열차의 다양한 출입문을 수용할 수 있는가에 대해 긍정적인 결과를 얻었다는데 매우 큰 의미가 있다.

다만 본 논문에서는 출입문의 위치 및 폭만을 고려하였고, 승강장 전체에 RPSD를 설치하는 것으로 가정하는 등 제약조건을 두었으나, 예를 들어 일반적인 도시철도가 1량에 출입문이 4개인 것과는 달리 일반철도는 출입문이 1량에 1~2개로 적기 때문에 실제 일반철도에 RPSD를 적용할 경우 승강장 전체에 RPSD를 설치하는 것이 효율적인지, 출입문이 위치하는 구역에만 RPSD를 설치하고 나머지는 고정 구조물을 설치하는 것이 좋은지 등 실제 적용을 위해 고민해야하는 사항이 매우 다양하다.

본 논문에서 제시된 RPSD는 일반열차와, 도시철도에 모두 설치가 가능하므로, PSD의 필요성을 느끼고 있으나 다양한 열차의 정차로 인해 PSD의 도입이 어려운 역사에 설치되어 전 세계 모든 시민이 안전하게 철도를 이용하는데 기여할 것으로 기대되는 기술이다. 이 기술을 더욱 효율적으로 활용하기 위해 경제성, 환경, 비용 측면에서 추가적인 많은 연구가 필요하다.

감사의 글

본 논문은 국토교통부가 출연하고 국토교통과학기술진흥원에서 발주하여 시행한 2013년도 미래철도사업(13PURT-C059783-03)의 지원으로 이루어졌습니다.

참고문헌

- [1] S. W. Kim, K. C. Seong, B. K. Kang, "The Study of Introducing the Screen Door in Subway Station" *Korea institute of healthcare architecture journal*, vol. 10 no. 2, 2004
- [2] J. K. Kim, "A Study on the improvement in safety after the installation pf Platform Screen Door", *Seoul national university of science and technology, Paper of masters degree*, 2008

- [3] J. S. Kim, J. G. Shon, "Development of High Reliability Monitoring and Control System for Platform Screen Door", *Korea institute of electrical engineers journal*, Vol. 59 No.2, 2010
- [4] C. H. Woo, J. G. Son, J. S. Kim, "The proto-type manufacturing and field application of the DCU for PSD", *Korea institute of electrical engineers The 42th conference*, 2011
- [5] S. H. Lee, "The introduction of platform screen door in the subway station", *Seoul national university of science and technology, Paper of masters degree*, 2004
- [6] Korail, "Detailed rules of train driving", Article 7, 2005
- [7] Hyundai elevator co., "Introduce of PSD control method", 2006
- [8] PTV-Vision. VISSIM 5.40 User Manual, PTV AG, 2012
- [9] PTV-Vision. VISSIM 5.40-07 COM Interface Manual, PTV AG, 2012
- [10] Doosan encyclopedia 'platform screen door', Mar., 10, 2013

저자소개

강 희 찬 (Kang, Hee-Chan)

2012년 12월 ~ 현 재 : 한국교통연구원 철도정책기술본부, 철도운영기술연구실 Post-Doc
 2008년 3월 ~ 2011년 9월 : 공주대학교 건설환경공학부 공학박사 (교통전공)
 2008년 9월 ~ 2012년 8월 : 공주대학교 강사 (ITS, 도로공학, 교통전산, 교통운영)
 2005년 4월 ~ 2009년 6월 : 국토연구원 교통연구실 연구원
 2003년 3월 ~ 2005년 2월 : 공주대학교 건설환경공학부 석사 (교통전공)
 e-Mail : hckang@koti.re.kr
 연락처 : 031-910-3181

김 현 (Kim, Hyun)

2006년 4월 ~ 현 재 : 한국교통연구원 연구의 위원 (철도운영기술연구실 실장)
 2003년 4월 ~ 2006년 3월 : Yamanashi Univ. (환경사회창생공학 박사)
 1994년 3월 ~ 1998년 2월 : 아주대학교 교통공학 석사

정 연 식 (Chung, Younshik)

2007년 8월 ~ 현 재 : 한국교통연구원 연구위원
 2002년 9월 ~ 2007년 7월 : University of California, Irvine 공학박사 (교통공학전공)
 1999년 3월 ~ 2002년 6월 : 아주대학교 교통연구센터 전임연구원
 1997년 3월 ~ 1999년 2월 : 아주대학교 공학석사 (교통공학전공)