

【별첨】

교통-20

저상고상겸용 승강시스템 스텝 개발

신청인 : (주) 진 합 (접수일 : 2012. 10. 31)

□ 신청기술 개요

열차에 승하차하기 위한 승강장은 크게 두 가지로 나뉘어져 있다. 하나는 수도권 전철용 승강장으로 열차 바닥면과 승강장 높이가 같은 평면 승하차용 고상 승강장(고상 플랫폼 또는 고상홈)이 있고 다른 하나는 KTX와 같은 광역 고속 철도용 승강장으로 열차에 승하차 시 계단을 통해 경사면을 오르내리는 저상 승강장(저상 플랫폼 또는 저상홈)이 있다.

국민의 생활 의식이 점점 다양화, 고급화됨에 따라 보다 빠르고 편리한 교통 수단에 대한 요구가 증대되고 있는 시점에서 사회적 교통 약자와 인구 고령화 추세를 대비하여 환승 시 불편함을 해소하고 그와 더불어 수송 부담률까지 증대시킬 수 있는 방안이 모색되었다. 그러한 맥락에서 KTX와 같은 광역 고속 철도 차량이 수도권 전철용 고상홈에서 승하차할 수 있는 저상 고상 겸용 승강시스템(스텝)의 도입이 검토되었고 고객의 환승량을 줄이고 평면 승하차를 통해 계단 이용이 불편한 노약자나 장애우의 승하차에도 유리한 저상 고상 겸용 승강시스템을 연구하고 개발하였다.

본 기술은 저상 고상 겸용 승강장치, 제어장치(Step Control Unit), 수동 전환 장치로 크게 나눌 수 있으며 즉시로 상용화 가능한 기술 수준 확보를 위하여 열차의 TMS, 승강문 제어 시스템(DCU)과 연동하여 실제 영업 노선에서의 현차 시운전까지 완료하였다.



“교통 약자를 위한 배려”

고상홈으로 승하차 시에는 열차 바닥과 승강홈의 높이가 같아서 노약자나 장애우와 같은 교통약자의 탑승이 용이해집니다.
(저상고상 겸용 승강시스템의 경우 발빠짐 방지 발판 제공)



“보다 빠르고 편리한 고급 철도”

광역 철도와 도시 철도의 직결을 통해 환승 빈도를 줄일 수 있고 환승 대기 시간이 짧아져서 더욱 빠르고 경제적인 교통 수단이 됩니다.
(비용 대비 편익 BCR 3.5배 이상 증가)



“환승을 위해 계단을 오르내리는 불편함 해소”

평면 환승이 가능해지기 때문에 환승 계단을 오르내리는 불편함을 최소화시키고 환승 유동성을 감소시켜 보다 편리한 수송 환경을 제공하게 됩니다.



“고상홈 관련 첨단 기술 확보 및 선점”

이미 선진국을 중심으로 고상홈이 널리 채용되고 표준화되면서 관련 기술을 선점하기 위한 각 나라간의 경쟁이 가속화되고 있고 이에 뒤지지 않는 원천 기술을 확보하고 선점 할 수 있습니다.

□ 개발배경

○ 국민의 생활의식이 다양화, 고급화됨에 따라 보다 빠르고 고급화된 교통수단에 대한 요구가 증대하고 있다. 또한, 교통약자에 대한 배려 및 인구 고령화 추세 등의 미래 교통수요 변화에 대비하여 향후 중장거리 철도 여객수송에서는 환승문제의 불편해소와 같은 수송분담률을 증가할 수 있는 기술개발 및 방안이 시급한 실정이다.

국내 여객열차 전용 승강장은 높이에 따라 두 가지 종류로서, 일반 간선열차에서 주로 사용하는 저상승강장(500mm)과 수도권 전동차에서 주로 사용하는 고상승강장(1,135mm)으로 구분된다. 그림 1은 저상 및 고상 승강장 기준을 나타낸 것이다.

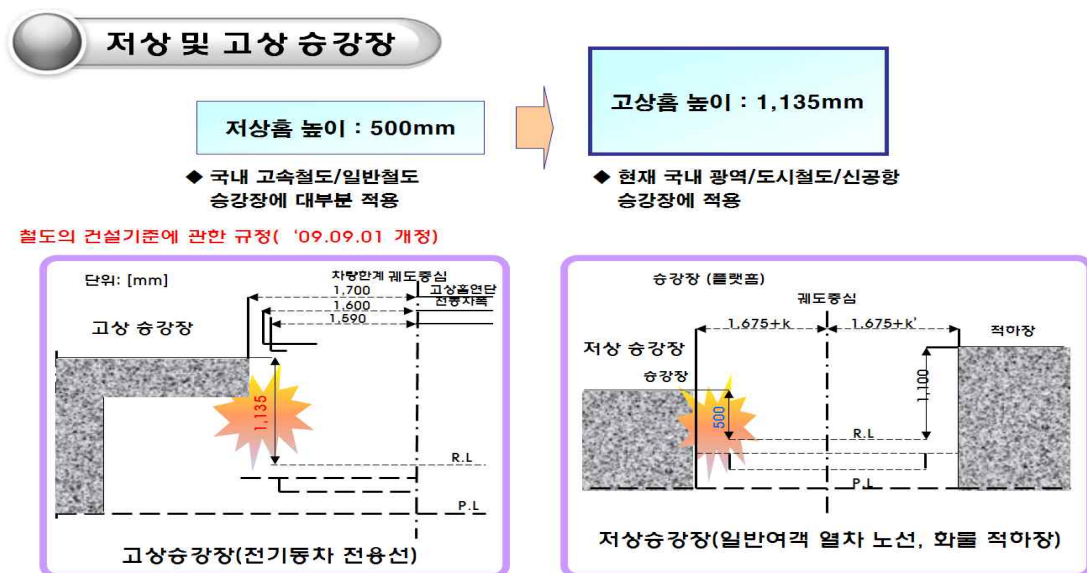


그림 1. 저상 및 고상 승강장 기준

최근 공항철도직결운행을 위하여 공항철도노선에 2개 철도역사에 혼용승강장의 건설을 추진할 예정이다. 또한 향후 도입예정인 저상승강장 전용 중·고속 간선열차는 본선 및 수도권 전철 구간에서 고객 환승에 대한 불편을 감소하기 위하여 저상/고상승강장 혼용 운영을 고려 중이다.

현재 한국철도공사에서 운영하는 전국 575개 (저상승강장 전용:370개, 고상승강장 전용:172개 포함) 철도역사 중에서 저상 고상 혼용 승강장을 갖는 곳은 33개에 불과하며, 그 현황을 그림 2에 나타냈다.

승강장 현황



전체 역수	저상 전용 승강장_역수	고상 전용 승강장_역수	저상 고상 혼용 승강장_역수
계	370	172	33

→ 한국철도공사가 운영하는 전국 575개
철도역사(저상전용 승강장 역사: 370개,
고상전용 승강장 역사: 172개 포함)중
저상/고상 혼용 승강장은 33개만 존재



그림 2. 저상 및 고상 승강장 현황

따라서 향후 도입되는 중·고속열차를 포함한 저상승강장 전용인 일반 간선열차(KTX-series 등)가 수도권 전철 및 본선구간에서 모두 운영될 경우, 국내 저상고상 승강장에 상관없이 승하차할 수 있는 해결방안의 제시가 중요하다. 또한 안전한 열차운행과 함께 승강문(door)과 승강장사이 이격거리의 변동성으로 인한 승객(교통약자)의 불편함이 존재하므로, 이러한 이격거리가 최대한 짧은 간격을 유지하는 승강문 스텝이 요구된다.

국내·외 기술동향을 살펴보면, 최근 국내에 수도권 전철 경부선 및 장항선에서 운행 중인 누리호(TEC)는 저상/고상 승강장에 혼용할 수 있는 승강문(스텝)을 설치하여 운행 중이다. 그러나 이 열차는 고상승강장전용 차량을 저상승강장에 도입하기 위하여 개발된 것으로서, 이의 스텝장치가 다른 차종(대부분 저상승강장 전용 차량임)에 도입 시 현재 차체 바닥프레임이 변형되어야 하므로 구조적 안정성측면에서 차체 개조가 불가능하며, 고속철도 차량의 주요기술인 기밀유지성능 저하와 승강문과 승강장사이 이격거리의 변동성으로 인한 고객 편의관련 문제점 발생 가능성이 높다.

국의 관련 개발기술은 작동 메커니즘별로 계단방식, 슬라이드방식, 접이방식 등으로 구분된다. 이중 슬라이드 방식은 기존 차량의 바닥 프레임의 손상을 최소화 하면서 이격거리를 해소하고 신속한 작동이 가능하다. 중국 고속열차 CRH는 중국철도의 승강장 높이를 고려하여 수동형 슬라이드 방식 승강문 스텝장치를 개발하였다. 그러나 이 장치는 각 차량마다 1단계 작동을 수동으로 운영해야 하는 단점을 갖는다. 따라서 향후 저상/고상 승강장 혼용 운영에 대비하고 이격거리 문제를 함께 해결하기 위해서는 2단계에 걸쳐 자동으로 작동하며 신속히 개폐공간을 활용할 수 있는 텔레스코픽 슬라이드방식(telescopic sliding type) 승강문 스텝의 개발이 필요하다.

또한, 승강문 발판장치(스텝)를 포함한 승강시스템의 안전성 인증을 위해서는 관련 기술기준(규격 또는 규정)의 신설이 필요하다. 기존의 기술기준들은 전동차에 국한되었으며, 고속철도차량 및 일반차량에 관한 범용적인 규격은 존재하지 않는다. 기존 철도차량 승강문 관련 연구도 대부분 신뢰성보전(Reliability Centered Maintainability, RCM)관점의 전동차

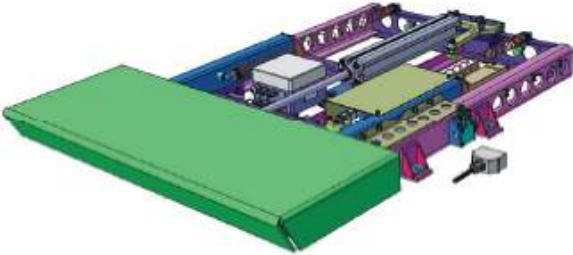
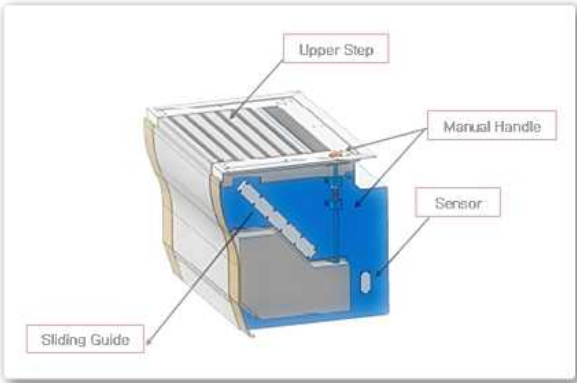
유지보수에 국한된 것이며, 승강문 스텝에 관한 연구는 미비한 실정이다. 저상 고상 승강장 겸용 승강시스템 개발을 위해서는 승강문 뿐만 아니라 승강 시스템의 스텝(발판장치)이 요구되며, 이에 대한 안전성 인증을 위한 국내·외 규격의 검토를 통한 기술기준(규격 또는 규정)의 개정 또는 신설이 필요하다.

현재 국내외 철도차량업계에서는 승강시스템(스텝)에 대한 실제 설계 및 제작은 누리호호에 납품한 (주)홍일에 국한되지만, 타 교통수단(버스)에서는 승객용 및 장애인 휠체어 램프 등이 개발되어 적용되고 있다.

(1) 국내 관련기업의 생산품 현황

업체명	주생산품목과 특징	비 고
오텍사		미국 라이콘사의 Ramp를 수입하여 조립. 파라메딕앰블런스(36.8%), 냉동탑차(19.6%), 장애우차(17.4%)
(기타) 탐알앤디 에스앰텍		중국 신덕전기제품을 벤치마킹한 제품으로 저가이며 신뢰성은 매우 떨어진다. 현대차 버스에서 램프개발용역을 받았으나 제품화에 실패.

업체명	주생산품목과 특징	비 고
(주) 피노키오 디자인 & (주) 진합	제품명: PR-500	한국형 저상버스램프국산화 에 성공한 유일한 업체로 관련특허 2종보유. 슬라이드형태의 제품으로, 차량의 형태에 따라 제품의 가변성이 우수하며, 외부의 노출이 없어 디자인이 미려하고, 환경적인 영향(결빙등)이 우수하다.

업체명	주생산품목과 특징	비 고
(주) DUANI		독일 BODE회사의 제품을 OEM방식으로 수입하여 KTX-산천의 승강시스템에 맞추어 설계하여 납품
(주) 홍일		- 누리로호에 적용 -프랑스의 Faiveley사와 기술제휴로 전동차에 적용할 도어시스템을 납품

□ 신청기술 현장적용사진

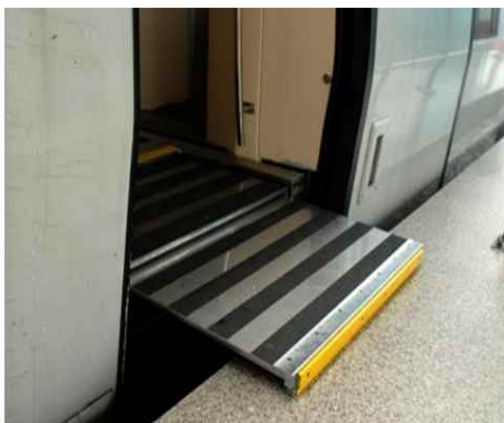
○ 틸팅열차 적용

국토해양부 연구과제의 일환으로 개발된 저상고상 겸용 승강시스템인 TR-300은 국내 철도환경에 최적화된 기술을 확보하고 이를 표준화하여 저상 플랫폼과 고상플랫폼이 혼용되는 상황에서 보다 안전하고 편안한 수송 환경을 승객에게 제공하는데 그 목적이 있다. 현재 철도차량과 승강장 사이의 높이와 간격이 각 철도 역사마다 상이한 상황에서 기존의 열차를 훼손하지 않고 간단하게 열차에 장착하도록 개발되었고 승강시스템 자체의 기술적 신뢰성 또한 확보하도록 연구 개발되었다.

마산역에서의 주요 시험 내용은 고상승강장에서 스텝의 동작성 및 유용성면을 판단하고자 하였다. 고상홈에서 스텝 구동결과 동작에 무리없이 양호하게 작동하였음을 알 수 있다. 그림 3은 틸팅열차에 스텝을 적용한 사진이다.

텔레스코픽 슬라이딩 방식 스텝 (TR300)

TR300 전경



TR300 확대 사진



TR300 측면사진

그림 3. 고상홈 스텝 적용 사진

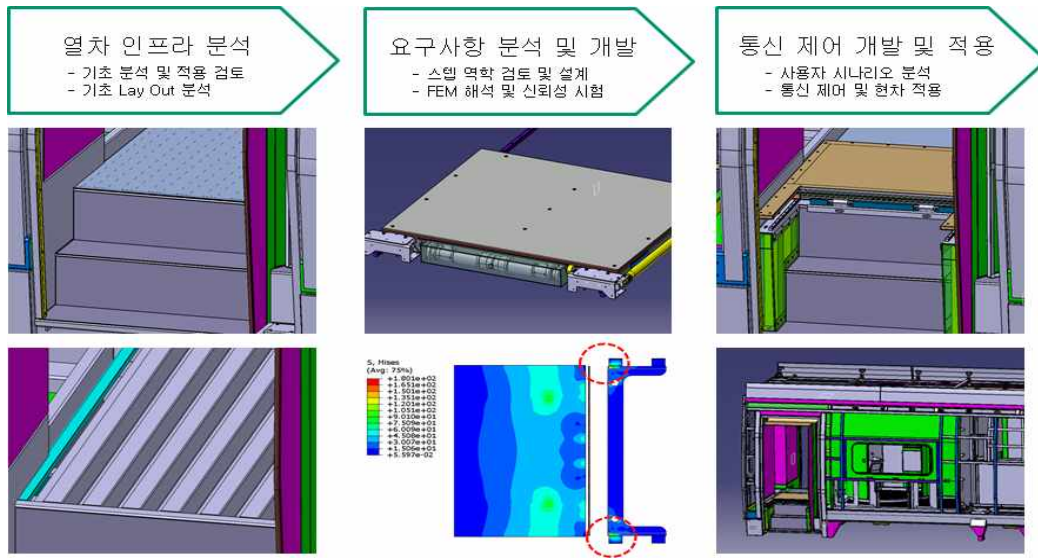
□ 신청기술의 제작순서

○ 저장고상 겸용 승강시스템 스텝의 제작 순서 및 적용 실적

가) 개발 개요

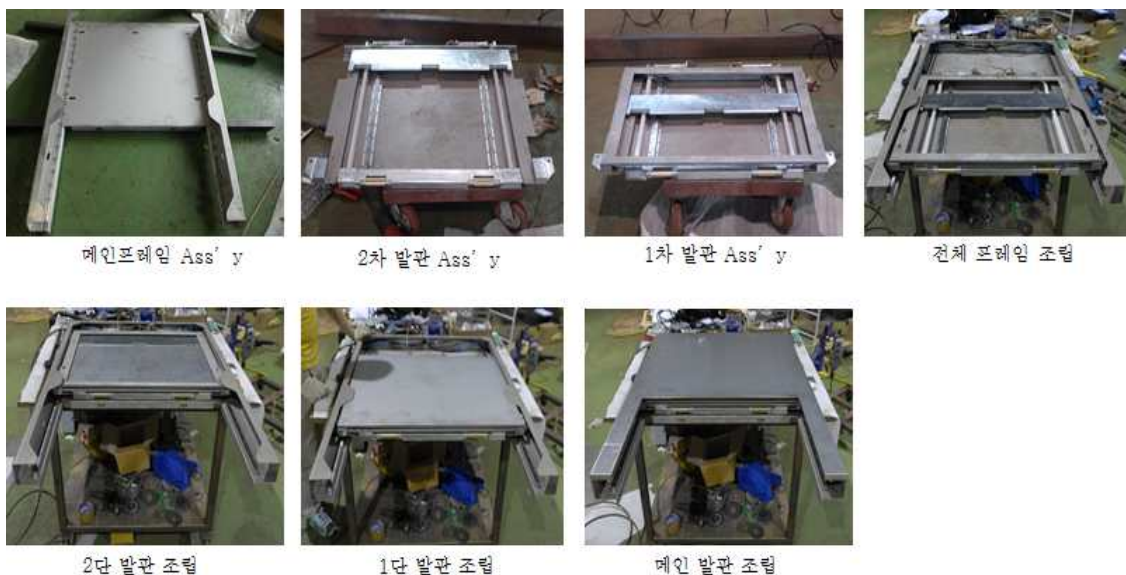
국내 차량 환경 분석에서 스텝 개발 및 실제 차량 적용 및 시운전까지를 개발의 범위로 하였다.

나) 개발 순서



다) 스텝 제작

저장고상 겸용 승강시스템(스텝)의 조립순서는 다음과 같다. 메인프레임 Ass'y ⇒ 2차 발판 Ass'y ⇒ 1차 발판 Ass'y ⇒ 전체 프레임 조립 ⇒ 2차 발판 조립 ⇒ 1차 발판 조립 ⇒ 메인 발판 조립 순으로 조립을 한다.



다) 신뢰성 확보

기계적 강도 시험, 진동 및 충격 시험, 환경 시험 등 신뢰성 시험 완료



라) 적용 실적

틸팅 열차의 승강시스템과 연동하여 실제 영업 노선(경부선) 시운전 완료



□ 신청기술 특징

○ 저상 고상 겸용 승강시스템(스텝)은 전기 및 공압으로 구동되며 저상 승강장 정차 시에는 스텝이 동작하지 않되 고상 승강장 정차 시에는 승강문의 열림 및 닫힘 순서와 연동 동작하여 승객이 고상홈으로 승하차할 수 있는 스텝으로서 다음과 같은 특징을 갖는다.

가) 스텝의 두께는 80mm 내외로 차량의 계단 출입구의 객실 상면에 위치하며 객실 바닥프레임과 객실 상면 사이에 매립되어 스텝 상면이 객실 상면으로 활용된다.

나) 저고상 겸용 스텝의 취부 위치가 차량 내부에 설치되므로 차량 승강문의 기밀에 영향을 주지 않기 때문에 중저속 차량 뿐만 아니라 고속 열차에도 적용이 가능하다.

다) 기존 차량에 탑재할 경우 계단 형상과 동일한 형상을 유지하여 계단으로 사용된다.

라) 고상홈에서 스텝이 동작할 경우 객실 상면에서 스텝이 진출하여 차량 내부의 저상홈용 계단을 메우고 발빠짐 이격 거리를 해소하여 객실과 고상홈을 연결한다.

마) 스텝의 차량 외부 동작 형태는 스텝이 고상홈 근접 지점까지만 진출하는 보행 전용 방식 또는 고상홈에 완전히 연결되어 휠체어나 여행 가방 등의 이동이 가능한 승강장 연결 방식 모두 사용될 수 있다.

바) 상기 보행 전용 방식 및 승강장 연결 방식 모두 EN14752 규격에 따른 기계적 강도를 만족한다.

사) 스텝이 고상홈으로 연결될 때 스텝의 상승 및 하강 동작을 통해 고상홈 높이를 기준으로 $\pm 50\text{mm}$ 를 확보한다.

아) 운영사의 스텝 운영 방법에 따라 두 개의 스텝으로 차량 내부와 차량 외부용 스텝을 나누어 사용할 수도 있고 차량 내부와 외부 모두 한 개의 스텝만으로도 응용할 수 있다.

자) 스텝 상판, 1차 스텝, 그리고 2차 스텝은 경량화를 위하여 하니컴 공법으로 제작되었다.