

⇒ ⇒ ⇒ 국내연구실 소개

한국철도기술연구원 철도시스템 안전연구본부

- 소음 진동 관련 연구 소개 -

고 효 인*

(한국철도기술연구원 철도시스템안전연구본부 차량성능연구팀)

1. 머리말

66 차량 주행 안전성/안정성 연구, 차량 소음/진동 및 쾌적성 연구, 제동시스템 연구, 차량충돌 및 구조에 관한 연구, 철도차량 공력성능 향상연구, 철도차량 시험장비 운용에 관한 연구가 있으며, 이 외 철도안전프로그램 개발, 안전확보 핵심기술개발, 철도안전성능 평가 사업, 철도시스템 안정성향상 기술, 철도시스템 및 시스템 인터페이스 기술, 유지보수기술등이 연구, 개발되고 있다. 99

한국철도기술연구원은 1996년 3월 철도청 연구기관으로 설립되었으며, 그 후 공공기술연구회의 출범에 따라서 현재는 과학기술부로 그 소속이 변경되었다. 한국철도기술연구원은 철도분야의 기술개발 및 정책연구를 위해 설립된 국내 유일의 철도종합연구기관이다. 총 주행거리 13만 km 를 달성한 350 km/h 급 한국형 고속열차와 무인자동운전 고무차륜 AGT 경열전철, 도시철도 유지보수 정보화시스템을 개발했으며, 기존선 속도향상을 위한 틸팅열차, 저상굴절차량, 차세대 전동차 등 미래 신기술개발을 선도하고 있다. 기능을 크게 나누면 고속철도, 도시철도, 경량전철, 기존선고속화 기술 국가 R&D 사업에 연관된 실용화사업, 철도원천기술 및 철도정책, 안전, 물류에 관한 연구, 철도시스템 및 용품의 표준화, 성능평가 및 인증사업과 아울러 국가철도망 구축이나 대륙철도 연계를 위한 기술정책 등이 있다. 우리 연구원은 현재 네 개의 연구부서와 네 개의 사업단으로 구성되어 있으며, 철도시스템 안전연구본부는 철도차량의 주행안정성을 향상시키기 위해 탈선 메카니즘을 포함한 차량동역학 해석 및 제어시스템 개발을 하고 있으며, 좀 더 안전한 차량을 만들기 위해 차량충돌

*E-Mail : hikoh@krti.re.kr

국내연구실 소개 ◀ ▶

및 구조해석에 관한 연구가 수행 중이다. 또한, 쾌적한 승차환경을 위해 곡선부 및 터널통과 시, 제동 시의 소음원 규명 및 저감연구가 진행 중이다. 최근 고속화되고 있는 철도환경에 대응하기 위하여 고속열차용 제동시스템을 개발 중이며, 이와 아울러 철도 차량 시스템 및 인터페이스에 관한 연구를 병행하여 차량 및 구조물 내구성과 손상에 관한 전문적인 평가와 연구를 수행하며 철도사고, 안전관리규정 등에 관한 심사, 지침작성을 통해 철도안전종합계획 국가지침 작성을 지원하고 있다.

2. 연구분야

주요연구 분야로는 차량 주행 안전성/안정성 연구, 차량 소음/진동 및 쾌적성 연구, 제동시스템 연구, 차량충돌 및 구조에 관한 연구, 철도차량 공력성능 향상연구, 철도차량 시험장비 운용에 관한 연구가 있으며, 이 외 철도안전프로그램 개발, 안전확보 핵심기술개발, 철도안전성능 평가사업, 철도시스템 안정성향상 기술, 철도시스템 및 시스템 인터페이스 기술, 유지보수기술등이 연구, 개발되고 있다. 이 글에서는 주로 소음 진동 기술과 관련된 연구분야를 주로 소개하고자 한다.

2.1 차량 주행 안전성/안정성 연구

이 연구에서는 차량 주행 안전성/안정성 연구로, 이와 관련하여 차량 동역학 해석 기반기술 확보, 차량의 현가장치의 능동제어 시스템 연구, 차량의 주행 안정성 및 안전성 평가 및 향상기술 연구를 수행하고 있다. KTX 현가계 요소(스프링, 댐퍼, 부쉬류 등) 설계 특성 및 성능영향인자 분석을 위해서는 KTX10량 ADAMS/Rail 차량모델 구현을 통한 현가계요소 운동 변위를 해석하고 스프링, 댐퍼의 운동

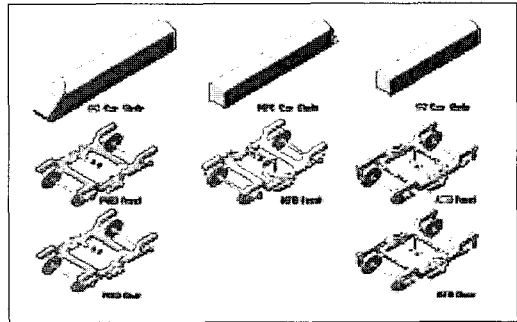


그림 1 차량동특성 모델

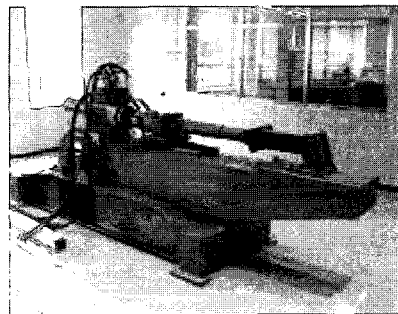


그림 2 댐퍼시험기

변위 및 작용 하중 해석을 하였으며, 현가계 요소 성능시험 시스템 구성하여 KTX 현가계 요소 운행노선 적용성 분석을 하였다.

2.2 차량 소음/진동 및 쾌적성 연구

철도 환경소음 예측 및 저감기술 연구, 철도차량의 곡선부 스کیل소음 및 제동시 소음 원인규명 및 저감연구, 콘크리트 궤도의 소음진동 저감방안 연구를 수행하고 있다. 환경부에서 시행한 환경기술개발사업으로 진행된 이 연구에서 지형특성 및 방음시설 포함된 지역에서의 철도 환경소음을 간단하면서도 정확하게 평가하기 위해 소음원 및 전파특성

⇒ ⇒ ⇒ 국내연구실 소개

을 규명하고 철도소음 전파 영향인자 기여분석을 통해 철도 환경소음 예측 모델을 개발하고자 하였다. 또한 이와 더불어 고속철도 구간의 효율적 환경소음 저감을 위해서 운행중인 고속철도의 소음원 특성을 고려한 방음벽 향상에 관한 요소 및 음장 제어 기술을 이론적, 해석적으로 연구하고 있다.

철도차량의 곡선부 스킵소음 및 제동시 소음 원인 규명 및 저감연구에서는 기존선 구간을 통과하는 고속열차의 스킵소음 발생 메카니즘에 대해 분석 정리하였으며, 기존선 열차와 고속열차가 기존선을 통과시 발생하는 소음 특성을 측정 결과 및 KTX 고속차량의 주요 역사별 정차소음 현황분석을 실시하여 원인을 분석하고 저감방안을 고찰하였다. 또한 차륜 담면 변화에 따른 소음 및 진동 특성을 분석하기 위하여 담면을 변화하여 시험, 분석하였으며 차량의 스킵소음의 메커니즘 규명을 위한 스킵소음 인자 해석 연구 및 스킵소음 발생장치를 통한 시험 연구를 통해서 저감방안을 연구하고 있다. 콘크리트 궤도의 소음진동 저감방안 연구는 터널 내 콘크리트 궤도 통과시의 실내소음 저감을 위해서 소음 및 진동 시험과 해석연구를 통한 원인규명을 하였으며, 이를 통해 실내소음레벨 증가에 영향을 미치는 각종 인터페이스에 관한 DB 구축 및 차량관련 고유주파수, 상관관계를 규명하였고 저감방안에 관하여 다각적으로 해석 및 실험연구를 진행하고 있다.

제동시스템 연구와 관련해서는 고속차량을 위한 마찰재 개발연구, 제동능력 향상을 위한 마찰 및 접촉 메커니즘 규명 및 모델 개발, 제동능력 극대화를 위한 새로운 제어시스템 개발, 제동성능 시험장치 설치 및 운영기술 구축 등을 수행하였다.

2.3 철도 차량 공력성능 향상 연구

공력과 관련된 영향을 연구하는 분야로 열차 주행

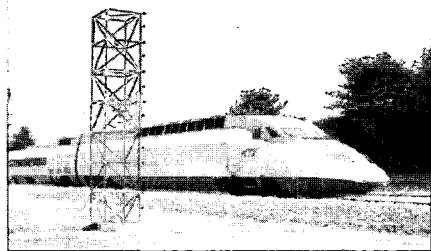


그림 3 철도환경소음 예측 및 저감기술

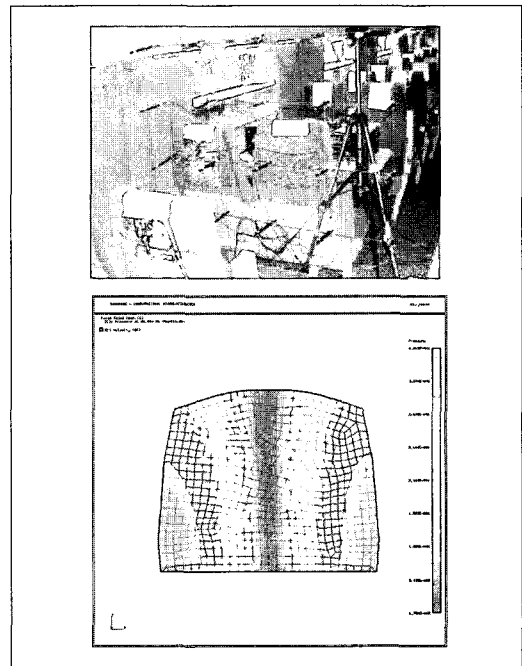


그림 4 KTX 실내공간 음향 분포 분석을 위한 연구

저항, 주행안정성, 탈선, 전복, 열차 풍, 자갈 비산, 차량 압력파 및 미기압파, 공력 소음 등을 연구한다.

KTX 차량 터널 주행 시 차량 압력 불균형 전산 해석 및 실차 시험 특성 비교, 철도차량의 전산유체 해석을 위한 표준 프레임워크를 제시하고, 표준 공력도

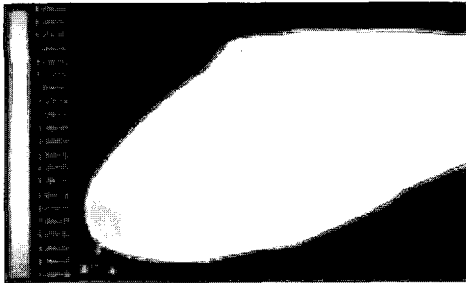


그림 5 차량 전두부의 압력 분포 전산유동 해석

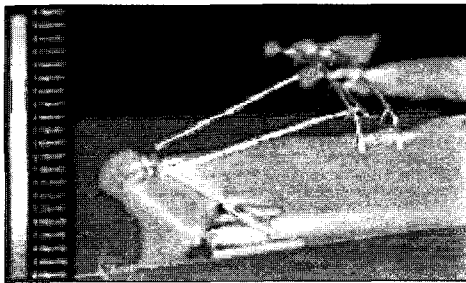


그림 6 판토그래프 전산유동해석

델과 표준 공력성능 체계를 정의하여 개활지 주행 시 열차풍 및 공기저항 해석 및 평가, 터널 진입 시 공력성능 해석 및 평가 등 다양한 공력성능을 객관적으로 평가할 수 있도록 하였다.

2.4 시험 장비운용에 관한 연구

철도 안정성능 연구시설 시험장비 운용기술을 확보하기 위한 차량 관련 시험장비는 대차 동특성 주행 시험기와 스프링 시험기, 드라이빙 기어 시험기, 제동 성능시험기를 갖추고 있다.

대차동특성 주행시험기는 궤조틀이라고 불리는 레일 모사용 틀리에차량을 올려 놓고(half car 방식), 차량의 주행동특성을 분석하는 장치로써 차량이 실제 레일을 주행하는 것과 같은 환경을 재현하는 장

치이다. 사용용도로는 차량운동 특성파악, 구동 시스템 특성파악, 차량제작, 검수 후 기능 확인등을 통해서 본선 주행시험으로 불가능한 한계 상황 운전 시험이 가능하고, 차량개발에 소요되는 비용 및 시간 대폭절약, 제작차량의 성능시험 및 인증시험을 목표로 한다. 스프링 시험기는 유압식 서보액추에이터를 이용하여 철도차량에 사용되는 현수장치의 특성을 시험 분석할 수 있는 장비로 각종 스프링, 댐퍼, 고무부시 등 철도차량 현수장치 부품들이 철도차량의 동적거동에 적합한가를 평가하기 위한 장비이며, 동력(객)차의 구동대차, 객차중간대차, 동력객차 후위의 중간대차등이 주요 시험대상이 된다. 기대효과 및 활용방안으로는 고속철도차량의 1, 2차 현수장치 국산개발연구, 철도차량의 1, 2차 현수장치 및 각종 동특성, 연결부품의 성능 입증 및 특성분석, 철도차량용 1, 2차 현수장치 성능 및 내구성시험, 각종 스프링, 댐퍼 및 고무부시 등의 성능 및 내구성 시험이다. 드라이빙 기어시험기는 고속전철 및 전동차용 감속구동장치의 부하에 따른 진동, 소음, 누

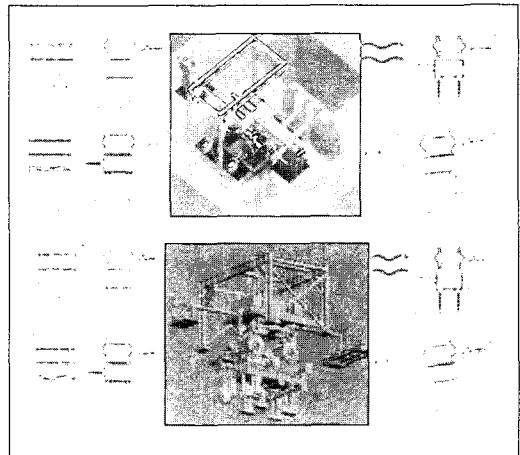


그림 7 대차동특성 주행 시험기

⇒ ⇒ ⇒ 국내연구실 소개

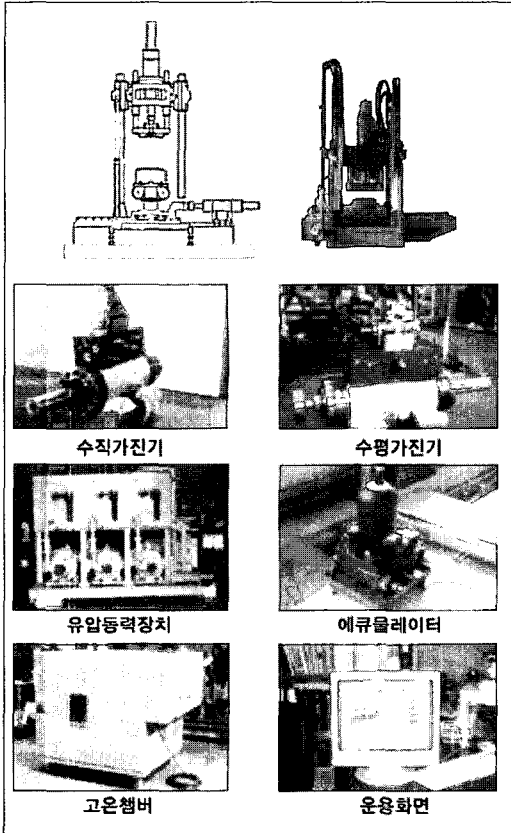


그림 8 스프링 시험기

유, 기어강도, 온도, 베어링 이상유무, 기계효율 등의 성능 측정과 내구성을 평가하고 확인하기 위한 시험 장비로써 기어의 굽힘강도 및 치면 피로에 대한 내구성 시험, 오일의 누유 시험, 온도측정 시험, 효율 시험, 진동 시험, 소음시험, 백래쉬 측정(tooth clearance), 치면 접촉 상태 및 베어링 이상유무등이 시험항목이다.

제동성능시험기는 실차의 제동특성을 객관적으로 모의할 수 있으며, 재현성 있는 데이터 계측이 가능하므로 시험 대상물의 분석이 쉽고, 비교검토가

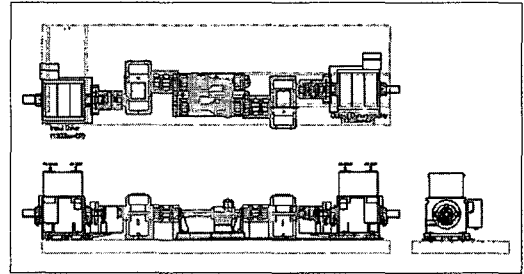


그림 9 드라이빙 기어 시험기

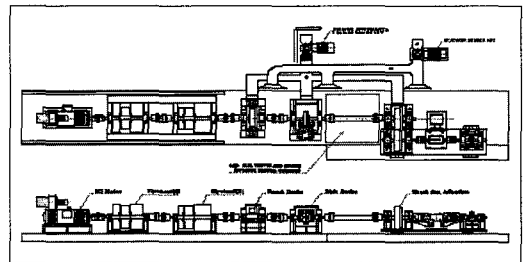


그림 10 제동성능시험기

용이하여 제동성능평가 및 철도차량 제동시스템 개발을 위한 장비로써 고속철도 및 기존열차의 제륜차, 디스크 패드, 휠 및 제동시스템 개발, 고속철도 및 기존열차의 제동장치 국제규격 시험구현 및 성능평가 실현, 제작차량의 제동장치 성능 및 인증시험에 활용한다.

2.5 기타 연구분야

차량 충돌 및 구조에 관한 연구와 관련하여 차량의 구조해석 및 강도시험 평가기술연구, 초경량 차체설계 기술연구, 차량 충돌안전 평가기술연구, 충돌안전 차체구조 및 안전장치 개발 연구를 수행하고 있다. 그 외 안전체계 구축, 안전기준 정립, 각 분야별 안전성 향상 기술 개발을 주로 수행하며, 안전성향상 위험도 평가기술을 개발한다 철도 시스템이

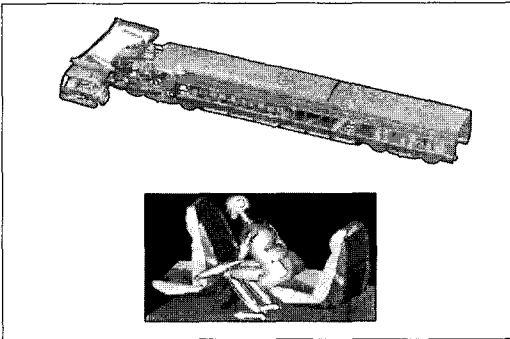



그림 11 차량충돌 및 구조에 관한 연구

최적의 조건에서 운용될 수 있도록 각 하위 시스템 간의 인터페이스에 관한 연구, 철도 RAMS 등을 연구하며, 철도차량 RAMS 체계 구축, 신뢰성, 가용성, 유지보수성 예측 기술, 신뢰성, 가용성, 유지보수성 할당 기술등이 연구 분야에 해당한다.

유지보수 기술 측면에서는 철도차량 구조물의 상태감시를 위한 각종 기술개발이 이루어지고 있으며, 철도부품과 구조물의 손상해석 및 수명평가 기술개발 연구를 주로 수행하며 차륜과 레일의 비파괴검사 시스템 개발, 와전류 결합탐상 유한요소 해석, 차량 구조물 수명평가 기술 개발, WEB 기반 수명평가 프로그램 개발, 손상진단 및 평가 신기술 개발등을 주내용으로 한다.

3. 맺음말

철도분야 기술은 궤도와 차량, 신호 등 총체적으

로 조화를 이루고 시스템 엔지니어링적으로 함께 발전해야만 하는 복합기술 분야이다. 또한 현재 철도연구 분야는 교통난 해결과 속도증감이라는 기본적인 역할의 문제와 함께 급격히 변화하는 사회적, 기술적, 환경적 요구를 만족해야 하는 상황에 직면해 있다. 이제 더 이상 기존 개념의 철도가 아닌 다양한 신개념의 추진, 부상, 조향기술이 등장하면서 오랫동안 미래철도기술로 여겨져 왔던 철도의 모습은 생각보다 훨씬 우리앞으로 다가왔음을 어느때보다도 예감하는 시점이다. 궁극적으로 주행의 주인공이 되는 차량을 연구 개발하는 차량성능연구팀은 수십년의 역사를 가지고 고속철도 및 기존철도를 선도해 온 철도 선진국가들 가운데에서 그 초석을 다지기 위해서 10년간 기반을 다져온 기술과 인력을 효율적으로 활용하여 미래철도를 실용화시켜야 하는 반면 수없이 일상에서 발생하는 안전, 신뢰성, 친환경 현안 문제를 전문적으로 해결하고 미래기술로 연결시키기 위한 철도 기초기술을 확보, 축적해야만 한다. 최근 미래를 겨냥한 철도선진국들의 기술개발 추진목표에 핵심적으로 등장하고 있는 분야는 승차감의 쾌적성과 환경과 조화되는 철도기술이다. 소음 진동 기술은 이와 직결되는 영역으로써 철도가 운행하는 줄곧 승객은 물론 운전자, 승무원, 작업장 근로자. 거주자 모두가 감각으로 느끼고 인지하는 영역이다. 따라서 공학적 접근과 아울러 인간 감성 인지적 측면에서 연구 및 개발의 장이 이루어져야 하는 포괄적 영역으로 발전해야 한다. 

[기획 - 나성수 편집위원 : nass@korea.ac.kr]