

고속열차 견인력 측정시스템에 관한 연구

A Study of Traction Effort Measurement System for High-speed Train

*김상수¹, 김영국¹, 조홍식¹, 윤수환¹, 고재하²

*S-S. Kim¹(sskim@krri.re.kr), Y.G. Kim², J.H.Sik², Y.S.Hwan², J.H.Ko³

¹한국철도기술연구원 차세대고속철도기술개발사업단, ²연세대학교 대학원

Key words : Traction Force, Measurement System, High-speed Train

1. 서론

고속철도기술개발사업으로 개발된 한국형고속열차가 2004년 세계 4번째로 350km/h 증속시험에 성공한 이후, 연구를 거듭하여 이를 기반으로 한국형 신형 고속철(KTX산천)이 제작되어 2010년부터 상업운행을 시작하여 국내 운송량에 커다란 이바지를 하고 있다. 수송량 증대 및 가감속 향상을 위하여 세계 고속열차의 개발 개념은 기존의 동력집중식에서 동력분산형으로의 고속열차 개발 트렌드가 바뀌고 있다. 이에 따라 국내에서도 동력분산식 차세대 고속열차 개발연구가 진행되고 있으며, 최고속도 430km/h를 목표로 하고 있다. 이러한 속도향상을 위하여 철도 차량은 견인력 및 제동력의 증가가 필요하며 설계/제작된 추진장치의 성능 검증이 이루어져야 한다. 본 연구에서는 고속열차의 견인력을 주행중 직접 측정할 수 있는 시스템을 구상하여 향후 차세대고속열차가 본선 시운전 시험을 실시할 때 열차에 전달되는 토크를 실시간 모니터링 하여 견인력을 측정할 수 있는 방안을 제시하며, 제작된 시스템의 시험실 실험을 통한 성능을 확인하였다.

2. 고속열차 견인력 측정 시스템

2.1 측정 개요

차세대고속열차 시제품은 5량의 동력차와 객차 1량으로 6량 1편성의 구성을 갖고 있으며, 동력대차는 견인전동기와 유도전동기를 사용하고 있다. 분산형고속열차의 동력전달경로는 Fig. 1과 전동기-커플링-기어축-1차기어-2차기어-차축-차륜으로 이어지므로 차축에서의 토크를 측정한다면 견인력을 파악할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 견인력 측정시스템은 Fig. 2과 같이 차축에 스트레인게이지로 이루어진 토크로드셀(2채널)을 부

착하고, 로드셀에 전원공급 및 신호는 무선송수신장치(텔레메트리)를 사용하여 측정신호를 수집한다. 열차 추진 성능을 파악하기 위해서는 전동기 종류별 견인력 특성을 측정할 필요가 있기에, Fig. 3과 같이 유도전동기 및 동기전동기가 장착된 차량 M2, M4, Mc에 견인력 측정시스템을 각각 설치하고자 한다.

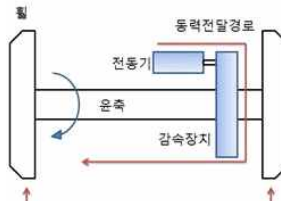


Fig. 1 Traction force transfer path

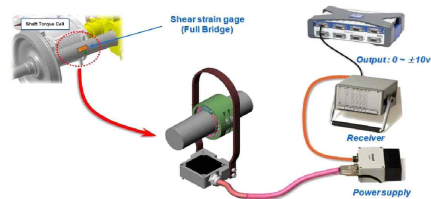


Fig. 2 Diagram of traction effort measurement system



Fig. 3 Schematic of EMU type high-speed train

2.2 시스템 캘리브레이션

센서가 부착될 차축에 대해서 가상의 부하를 인가한 후 변형률이 발생할지 여부를 시뮬레이션으로 확인하였다. Fig. 4와 같이 최대 토크 2kNm가 차축에 인가될 시 차축이 부착되는 위치에서의 변형률은 약 20 μm/m이 발생할 것으로 해석결과를 얻었다.

시스템의 측정 신뢰도를 보다 정확하게 하기 위하여 실부하 캘리브레이션을 실시하였다. 캘리브레이션 장비는 Fig. 5와 같이 차축에 감속기와 토오크 미터를 장착한 후 차축의 양 끝단을 고정하였다. 또한 토오크를 전달하기 위하여 감속기 하단에 상하 방향의 힘을 인가할 수 있는 장비를 추가로 구비하였다. 축에 전달되는 토오크는 추진일 경우 +, 전기제동의 경우에는 -가 되며, 열차의 진행 방향에 따라 역시 각 토오크 방향이 바뀌게 되므로, 양방향 토오크 캘리브레이션을 실시할 필요가 있다. 대표적인 시스템 출력 결과를 Fig. 6에 나타내었다. (a)는 +방향 토오크, (b)는 -방향 토오크 부하가 전달되었을 때 시스템의 측정결과에 해당된다. 양방향 모두 선형적인 관계를 갖고 있음을 알 수 있다. 단, 초기 상태의 낮은 출력값은 장비 구성상 최초 부하인가시 감속기의 기어 백래쉬로 추정되며, 이후 기어에 충분한 부하가 인가되면 정상적인 출력값을 나타내는 결과를 얻었다. 이 결과에 따라 본 계측시스템은 견인력 및 전기제동력을 측정할 수 있음을 알 수 있다.

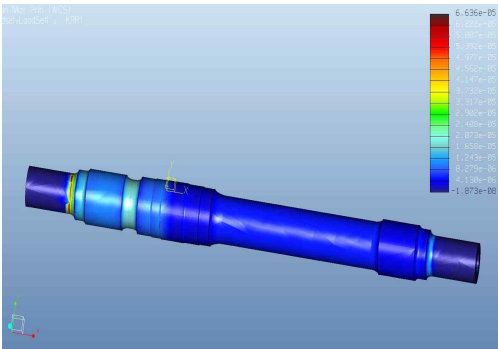


Fig. 4 Simulation result of the strain of the axle

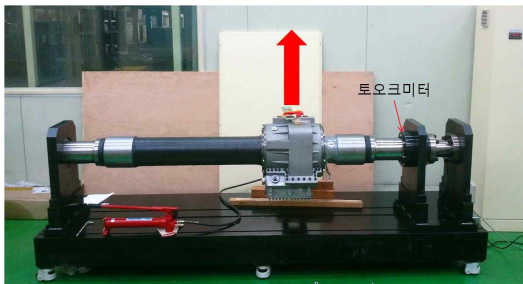
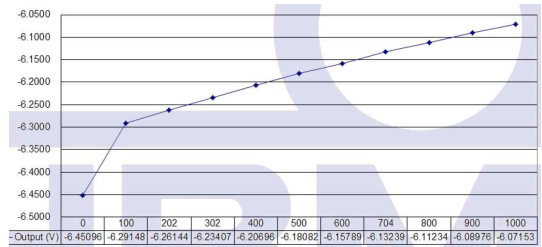
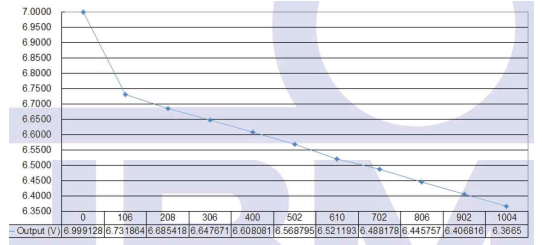


Fig. 5 Calibration of the axle load



(a) Signal output of the clockwise direction load



(a) Signal output of the counter clockwise direction load

Fig. 6 Calibration results

4. 결론

본 논문에서는 고속열차의 견인력을 측정하기 위한 시스템의 설계, 제작, 시험실 성능시험 결과를 논하였다. 시험결과 차량의 양방향 견인력을 측정할 수 있음을 알 수 있었다. 현재 분산형고속열차 시제품성이 제작되고 있으며, 제작중에 측정시스템이 설치될 예정이다. 향후 열차가 본선에서 시운전시험을 실시하면서 실시간 견인력 측정을 수행할 계획이다.

후기

본 연구는 국토해양부에서 시행하는 차세대고속철도기술개발사업의 "분산형 고속철도 시스템 엔지니어링 기술개발" 과제로부터 지원을 받고 있음을 밝힌다.

참고문헌

1. 김상수, 김영국, 김기환, 한영재, "고속열차의 동력전달축 부하측정시스템 구축방안", 한국철도학회 추계학술대회논문집, 2007.
2. 김상수, 김영국, 김기환, 박춘수, "한국형고속열차의 동력전달축 부하 측정", 제10권 6호, 660~664, 2007
3. 김상수, 이태형, 윤수환, 박춘수, 고재하, "고속열차 견인력 측정 방안에 관한 연구", 한국소음진동공학회 춘계학술대회논문집, 2011