

독립 구동 방식 축소형 주행 시험기를 이용한 독립 구동 방식 대차의 주행 안정성 평가

Running Stability Analysis of Bogie with IRWs Using Independently Rotating Wheel Type Small Scale Roller Rig

*#조연호¹, 곽재호², 서승일²

*Y.H. Cho(ycho@krii.re.kr)¹, J.H.Kwak², S.I.Seo²

¹과학기술연합대학원대학교 가상공학과, ²한국철도기술연구원

Key words : Stability Analysis, IRWs, TRAM, LRT, Small Scale Rollerrig, Bogie

1. 서론

독립 구동 차륜은 종방향 크립이 매우 미소하여 강체 차륜 차량에서 나타나는 사행동 특성이 없다. 이점은 주행 시 주행 안정성을 높이고 급 곡선에서 좌우 차륜의 회전차를 이용한 주행이 가능하기 때문에 마모 및 소음을 줄이는 방법으로 많은 연구가 진행되었다. 하지만, 직진 주행 시 편기현상이 발생하여 지속적인 플랜지 접촉에 의한 마모와 소음이 문제가 되고 있어 이를 개선하기 위한 연구도 병행되어 진행 중이다. 이러한 독립 구동 차륜의 동적 특성을 연구하기 위해 축소형 주행 시험기를 제작하였고, 그 특성을 시뮬레이션과 비교를 통해 규명해 보고자 한다.

본 연구에서는 일반적인 축소형 주행 시험기로는 시험이 불가능한 독립 구동 방식 차량의 주행 시험기의 개발에 관한 타당성 검증과 함께 좌우 주행 차륜의 독립제어에 의한 독립 구동 방식 차량의 안내력 제어 시험을 위한 기초 연구를 수행하였다.

임계속도는 차량의 안정성 평가에서 매우 중요한 요소이므로 해석을 통한 계산 이후에 주행 시험기를 통한 검증을 거치게 된다. 좌우 독립 구동 방식 차량의 주행 안정성은 강체 윤축 모델을 적용한 일반적인 차량과는 다른 특성을 보이고 있다. 특히 종방향 크립이 제한적이기 때문에 강체 윤축 모델에 비해 상대적으로 횡 방향 운동이 제한된다. 이러한 특성으로 인해 일반적으로 독립 차륜을 적용한 차량이 강체 윤축을 적용한 차량에 비해 높은 임계속도를 가지게 된다.

독립 구동 방식의 특성은 좌우 휠 회전 속도차이가 발생한 경우에 나타나게 되는데, 기존의 일체형 궤조륜을 이용한 주행 시험기의 경우 독립 구동 차륜의 주행 시험을 수행할 수 없다. 이러한 이유로 본 연구에서는 좌우 궤조륜을 독립적으로 제어 가능한 주행 시험기를 고안하여 적용해 보았다.

실제 주행 시험기의 제작과 연구에는 많은 비용과 시간이 소요되므로, 실제 독립 구동 주행 시험기의 제작에 앞서 간단한 간이 시험이 가능한 교육용 킷을 이용한 시험 장치를 구성하게 되었다.

2. 축소형 주행 시험기 제작

Lego사의 NXT 제어모듈은 Atmel 32비트 ARM 프로세서와 256KB의 플래시 메모리, 64KB의 RAM으로 구성되어 있고 48MHz의 연산속도를 가진다. 또한 8Mhz의 Atmel 8bit AVR 프로세서를 병렬 탑재하고 있어 로봇 개발 및 임베디드 제어용 실험 킷으로 많이 사용되고 있다. PITSCO사의 Tetrix 킷은 기존 Lego사의 플라스틱 블록의 한계를 극복하기 위해 알루미늄 재질로 구성된 블록을 제공 한다. Tetrix 킷을 이용한 시스템의 구성은 축소 모형 제작에 있어서 높은 신뢰성을 제공하여 준다.



Fig. 1 Tetrix (PITSCO) & NXT (Lego)

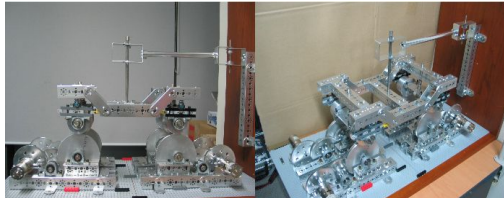


Fig. 2 Small scale bogie roller rig - IRW type



Fig. 3 Small scale wheelset roller rig- IRW type

주행 시험기는 휠 셋 시험, 대차 시험 그리고 반 차 체 시험이 가능하도록 구성 되어졌으며, 모든 시험은 LabView를 사용하여 GUI를 이용한 제어가 가능하도록 하였고, 시험 데이터의 기록이 가능하도록 하였다. 모터의 제어는 NXT에 탑재되어있는 PWM 모터 제어 블록을 이용하다. Tetrix의 12V 모터는 최대 154rpm, 211.85N.cm의 토크를 발생한다. 이때 모터에 장치된 엔코더로부터 모터의 회전수를 입력 받게 된다. 시험 중에는 모터의 회전수를 일정하게 유지하기 위해 좌우 토크를 제어하게 된다. 독립 구동 방식의 구현을 위해서는 좌우 회전차를 허용하도록 제어해야 되므로 추가적인 제어 로직의 구성이 필요하다. Fig.4는 Vi-rail을 통해 축소형 휠셋의 동적 거동의 특성을 비교한 그림이고, Fig.5는 축소형 주행 시험기를 Vi-Rail을 통해 구현한 그림이다. 시뮬레이션을 통해 안정성 해석 결과와 실제 시험을 통한 특성을 비교할 계획이다. 또한 시뮬레이션 상으로 토크 제어를 통한 조향 기능 확인을 수행한 이후 동일 제어로직을 통해 모델기반 Hils를 구현하여 실제 주행 시험기의 제어 로직을 작성하도록 하겠다.

3. 결론

NXT와 Tetrix를 이용한 독립 구동 방식 축소형 주행 시험기를 개발하였고, 제어 로직의 수정을 수행 중이다. 본 연구는 독립 구동 방식 차량의 주행 안정성 해석과 제어에 의한 주행성능 개선 검증이 목적이며 모델 기반 Hils구축을 통한 시험을 수행할 예정이다.

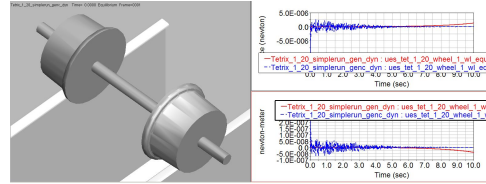


Fig. 4 Small scale wheelset dynamic analysis

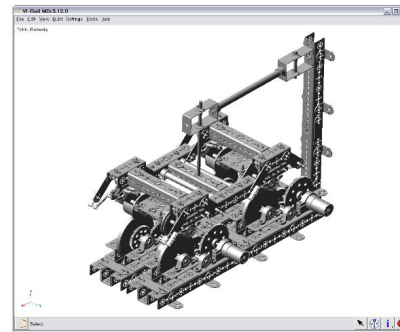


Fig. 5 Virtual small scale roller test rig

후기

본 연구는 철도기술연구원의 신진 연구 인력을 활용한 교통 시스템 기초 기술 연구사업(RP10005)의 지원으로 수행하였습니다.

참고문헌

1. 허현무외, "1/5스케일축소대차모델임계속도에 관한연구", 한국철도학회논문집 제10권 제6호, 2007
2. Bosso N., Gugliotta A., Napoli E., Soma A., "Simulation of a scaled roller rig", 5th ADAMS/Rail User's conference, 2000.
3. S.D.Iwnicki, A.H.Wickens, "Validation of a MATLAB Railway Vehicle Simulation Using a Scale Roller Rig", Vehicle System Dynamics vol.30, pp.257-270, 1998.
4. P.D.Allen and S.D.Iwnicki, "The Critical Speed of a Railway Vehicle on a Roller Rig", IMechE, vol.215 part F. pp.55-64, 2001.