

인터모달 화물수송시스템의 천이구간 주행을 위한 최적설계에 관한 연구

The Study for Optimization Design for running in transition zone of Intermodal Cargo Transport System

박광복*†, 장병희*, 김원경*, 한은광*, 지종구*, 안창선**

Kwang-Bok Park*†, B. H. Jang*, W. K. Kim*, W.G. Han*, J. G. Jee*, C. S. Ahn**

초 록 인터모달 화물수송시스템은 정거장에서 신속하게 트레일러를 차량에 적재하고, 전용노선에서 안전하게 운영할 수 있도록 효율적이고, 경제적으로 구축하는 물류수송시스템이다. 인터모달 차량은 트레일러의 적재가 용이하게 설계하고, 선로에서 일렬로 주행하는 차량을 회전시켜 정거장으로 진입하기 위해 앞·뒤대차가 서로 다른 레일로 주행하도록 본선과 정거장사이에 천이구간을 설치하며, 정거장에서 차량을 약 70도 경사지게 정차하도록 설비한다. 본 논문은 천이구간(Transition)을 주행하는 차량의 대차가 횡력을 작게 받으면서 주행할 수 있도록 천이구간의 적정한 길이, 진·입출부의 곡선반경 및 정거장 레일간격의 최적화 설계에 관한 연구이다.

주요어 : 인터모달, 대차, 가이드 휠, 회전정렬 연결기, 천이구간(Transition), 센터피봇, 횡력

1. 서 론

본 연구는 인터모달 화물수송시스템에서 차량의 원활한 운영을 위한 것으로서, 천이구간에서 대차의 횡력이 작게 작용하도록 적정한 천이구간과 정거장의 간격을 설계하기 위한 연구로서 차량의 운행조건, 천이구간/정거장 설계, 대차의 횡력 분석 및 천이구간과 정거장의 최적화 설계에 대한 연구이다.

2. 본 론

2.1 차량의 운행조건

본선에서 천이구간에 진입 후 차량을 약 70도 정도 회전시켜 정거장에 정차하므로 안전을 고려하여 주행속도를 낮춰 운행한다.

- 속도 : 본선: 40km/h, 천이구간: 6km/h
- 운전방식 : 자동무인운전
- 만차중량 : 65톤/량(자중:34톤/하중:31톤)
- 견인력 : 33kN/량
- 궤간 : 1,435mm(표준궤간)

† 교신저자 : (주)성신알에스티 기술사업화연구소
(kbpark@ssrst.com)

* (주)성신알에스티 기술사업화연구소

** 부산대학교 산학협력단

- 차량크기 : L16.82 x W2.92 x H1.718(m)
- 대차형식 : 철도차량용 2축 화차대차
- 대차중심거리 : 10,300mm

2.2 천이구간 및 정거장 설계

천이구간을 약78m 정도 설치하여, 본선에서 40km/h로 주행하던 차량을 천이구간에서 차체가 천천히 회전되어 정거장에서 약 70도로 경사지게 정차하도록 설계한다.

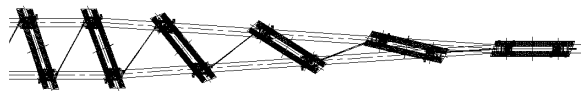


그림 1 천이구간 및 정거장 궤도설계

- 천이구간 노선 길이 : 78m 이상
- 분기각도:진입(R1): 7도, 진출(R2):176도
- 정거장 레일 중심 간격 : 9,678mm
- 정거장의 차량 정차 각도 : 약 70도
- 회전정렬 연결기 각도 : 약 60도
- 회전정렬 연결기 길이 : 11,176mm
- 정거장 차량 간격 : 13,011mm

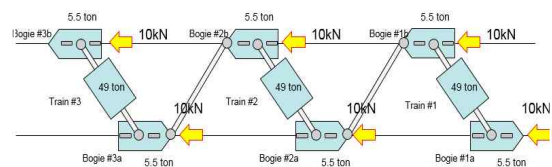


그림 2 대차 주행 메카니즘 해석 모델

2.3 대차의 횡력 분석

그림 2와 같이 3량의 대차 주행 메카니즘 해석 시나리오를 설정하여 해석을 수행하였다.

1) 기본설계 조건에서 횡력

- 해석조건
 - 주행속도 : 10km/h(2.8m/s)
 - 시나리오 차량 수 : 3량
 - 천이구간 : 진·입출입 곡선: R200m
- 해석결과

항목	정상주행	제동(0.33m/s ²)	제동(0.2m/s ²)	1 대차 제동
진입지점	22kN	22kN	-	-
출구지점	28.3kN	10~34kN	10~30kN	70~200kN
정거장내	-	7~23kN	8~23kN	-

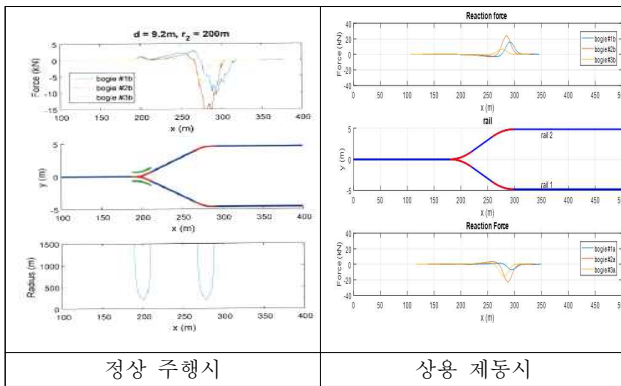


그림 3 대차 횡력 해석 결과

2) 천이구간 진출부 곡선반경에 따른 횡력

그림 4에 천이구간 진출부 곡선반경과 정거장의 궤간간격 크기에 따른 대차 횡력이 나타 있다. 궤간 9.68m일 때 곡선반경이 R200m이면 횡력은 28.3kN, 곡선반경이 R600m이면 횡력은 12.8kN으로 낮아진다. 궤간이 8.7m일 때 곡선반경이 R200m이면 횡력은 11.6kN, 곡선반경이 R600m이면 횡력이 6.0kN으로 50% 이하로 감소한다.

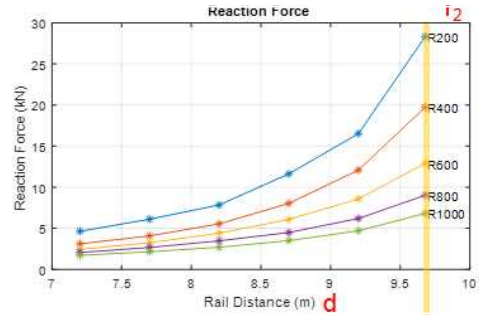


그림 4. 천이 곡선과 궤간크기에 따른 횡력

3) 천이구간 길이와 곡선반경에 따른 횡력

그림 5에서 천이구간의 길이와 곡선반경은 변화 적으나, 78m보다 길면 횡력이 증가된다.

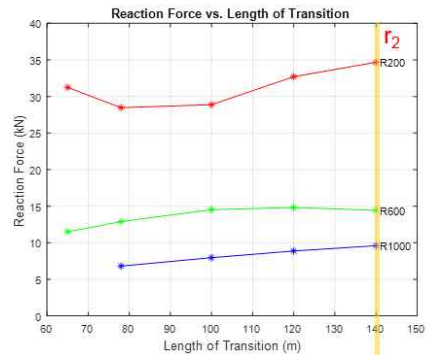


그림 5 천이길이와 곡선반경에 따른 횡력

2.4 천이구간과 정거장의 최적화 설계

천이구간 길이 78m, 진입곡선 R320m, 진출곡선반경 R650m, 정거장 궤간 9.68m일 때 대차의 횡력은 진출부 12kN, 센터포브트 7.5kN, 연결기 4.1kN, 가이드레일 0.01kN으로 해석되었다.

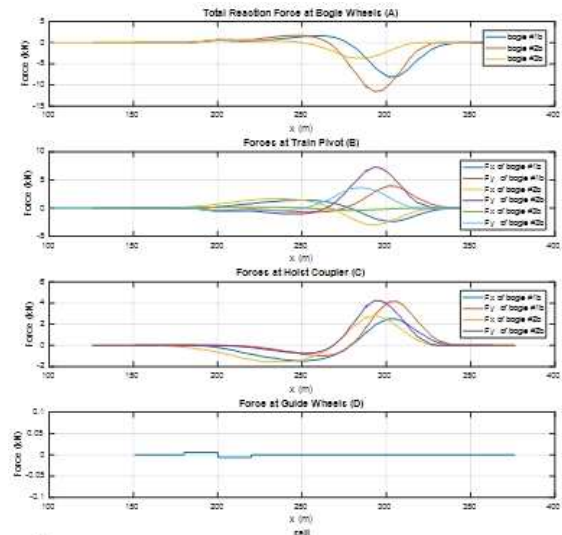


그림 6 천이구간 길이와 곡선에 따른 횡력

3. 결 론

인터모달 화물수송시스템의 천이구간과 정거장 레일간격에 대한 최적화 설계를 통해 대차의 차륜(12kN), 피봇(7.5kN), 회전정렬 연결기 (4.1kN) 및 가이드레일(0.01kN)의 횡력이 작용함으로서, 이는 철도차량(20kN)의 횡력보다 낮은 수준이다.

참고문헌

- [1] 회전정렬형 대차시스템 메커니즘 정적힘 해석,
부산대학교 기계공학부, 2018. 8. 10 의 2건