

다양한 조건에서의 화물열차 연결기에 미치는 영향 연구

Study on impact force of a coupler of a freight vehicle under a variety of operation conditions

심재석*, 김준우**, 구정서*†

Seok Jae Shim*, Jun Woo Kim**, Jeong Seo Koo*†

초 록 화물열차는 제동 특성상 칸별 제동이 시작점의 차이가 발생하고 이로 인한 연결기 충격력이 발생하게 된다. [1] 본 연구에서는 다물체 동역학 소프트웨어인 SIMPACK을 활용하여 다양한 조건에서 화물열차 연결기에 발생하는 충격력을 확인하였다. 차량 모델은 SIMPACK을 이용하여 20량으로 모델링하였고 공동화차 제동거리계산 식을 통한 값과 시뮬레이션을 통해 얻은 제동거리를 확인하여 제동력이 잘 적용되었는지 검증 후 실시하였다. 본 연구에서의 다양한 조건은 첫 번째 열차속도 90km/h에서 제어밸브 성능 개선을 통한 제동 시간 및 공주시간이 연결기에 미치는 영향과 두 번째 화물열차의 적재 분포에 따른 조건 그리고 마지막으로 화물열차 사고의 가장 큰 원인이 되는 화물 과적 시 조건에 따른 연결기에 미치는 영향을 평가하였다.

주요어 : 화물열차, SIMPACK, 다물체 동역학, 연결기, 제동

1. 서 론

화물열차는 제동 시에 각 차량에 미치는 제동시간 및 공주시간이 다르기 때문에 연결기의 충격력이 크게 발생하게 된다. 또한 화물 과적 시에 발생하는 사고가 빈번하며 이때 연결기에 큰 충격력이 발생하게 된다. 따라서 본 연구에서는 다물체 동역학 소프트웨어 SIMPACK을 사용하여 다양한 조건에서 화물열차 연결기에 미치는 영향을 평가하였다.

2. 본 론

2.1 화물열차 모델 및 해석 조건

2.1.1 화물열차 차량 및 연결기 모델

본 연구에서는 다물체 동역학 소프트웨어 SIMPACK을 사용하여 화물열차 차량 및 연결

기를 모델링 하였고 이때 연결기는 스틸 완충기 특성을 고려하여 모델링을 하였다. 화물열차 차량 및 연결기 모델링은 아래 Fig.1과 Fig.2와 같다.

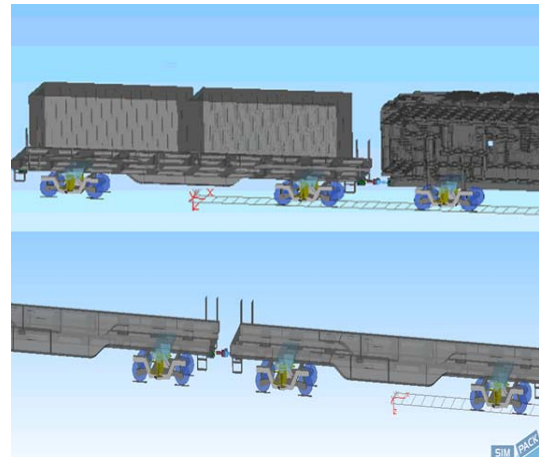


Fig. 1 Loaded and Empty vehicle dynamic modeling by SIMPACK

† 교신저자: 서울과학기술대학교 철도안전공학과 (koojs@seoultech.ac.kr)

* 서울과학기술대학교 철도안전공학과

** 서울과학기술대학교 철도차량시스템공학과

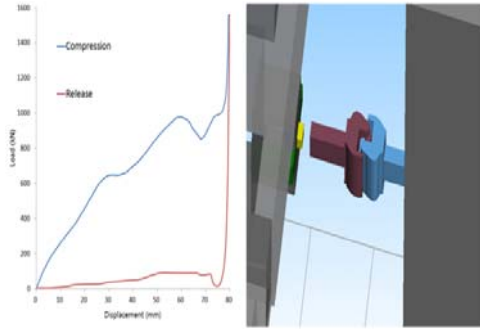


Fig. 2 Characteristics of Steel Draft gear and Coupler Modeling by SIMPACK

2.1.2 해석 조건

공주시간이 연결기에 미치는 영향 연구의 해석 조건은 제동식을 통해 제동력을 계산 후 시뮬레이션에 입력하였다.

제동력은 계산 후 90km/h (마찰계수 0.16) 기준으로 공차(15693.3[N]) / 만차 (54343.66[N])의 제동력을 구하였다.

또한 제어밸브 성능 시험 결과를 활용하여 Fig.3과 같이 공주시간을 다르게 입력하였다.

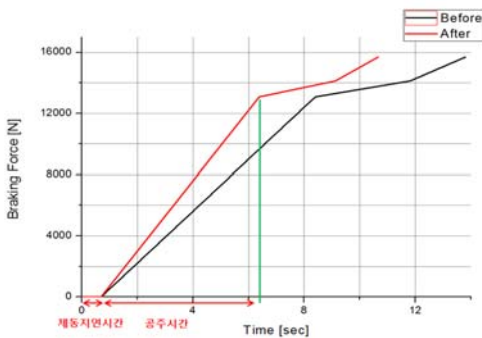


Fig. 3 Brake force with delay time and idle running time

두 번째 화물적재 분포에 따른 연결기 충격력 해석은 상용제동 조건으로 앞/뒤를 절반씩 공차 만차를 바꿔 주었으며 세 번째 화물열차 과적 시 조건은 만차 대비 1.3배, 1.5배, 1.7배 중량을 증가 시켜 해석하였다.

2.1.3 해석 전 검증

공동화차 제동계산식 보고서를 참고하여 제동거리를 계산하고 시뮬레이션 결과와 제동거리를 비교하여 제동력이 적절하게 입력하였는지 검증하였다.[2] 아래 Table.1은 90km/h 속도 기준으로 제동계산식 보고서 내에 있는 비상제동 시의 제동거리 값과 시뮬레이션 결과 값이다.

Table 1 Braking distance

	공차 시 거리	만차 시 거리
제동계산식	470.572	569.290
시뮬레이션 결과 값	480	560

위 Table.1을 통해 공차 시 약 1.9% 만차 시 약1.7%의 작은 차이를 확인 할 수 있었다.

2.2 해석결과

2.2.1 공주시간이 미치는 연결기 충격력

공주시간이 미치는 화물열차 연결기 충격력 해석결과는 아래 Table.2와 같이 나왔다.

Table 1 Maximum acceleration by type of rubber draft gear

	공차[N]	공차 개선 전/후 차이[%]	만차[N]	만차 개선 전/후 차이[%]
개선 전	31874	24%	61830	38%
개선 후	42370		100595	

2.2.2 화물 적재 분포에 따른 연결기 충격력

화물 적재 분포가 미치는 화물열차 연결기 충격력 해석결과는 아래 Fig.4와 Fig.5와 같이 나왔다. 상용, 비상 제동 모두 뒤쪽 무게가 더 많이 나간 경우가 약 11%[상용], 약 12%[비상] 큰 충격력이 발생하는 것을 확인하였다.

3. 결론

공주시간 단축으로 인해 개선 후가 충격력이 더 크게 발생을 하지만 중국 및 러시아 화물열차같은 경우 공주시간이 국내 화물열차보다 짧아 호환을 위해서는 공주시간이 단축되어야 한다. 그리고 화물 적재 분포 같은 경우 연결기에 충격을 적게 미치기 위해서는 앞쪽보다 뒤쪽의 무게가 더 나가는 것이 좋을 수 있었다. 또한 화물열차 사고의 대다수인 화물 과적은 연결기 큰 충격을 미치는 것을 알 수 있었다.

후 기

“본 논문은 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(19RTRP-B118949-04)에 의해 연구되었음”

참고문헌

- [1] J. J. Lee and J. S. Koo (2018) Analysis and Evaluation of Reduction of Impact Force in a Coupler when a Long Freight Car Brakes
- [2] 유진기공 공동화차 제동거리 계산[기술검토서]

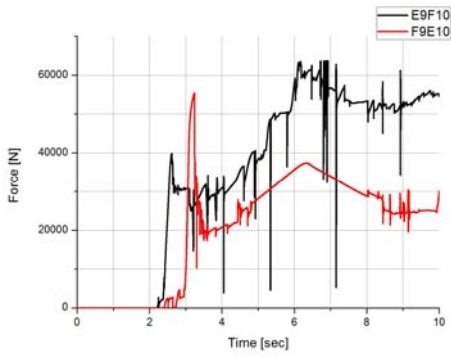


Fig. 4 Coupler force by loading position – service

Brake

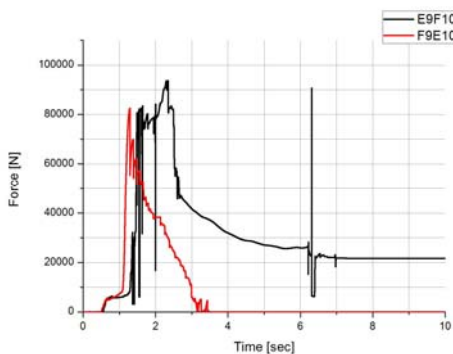


Fig. 5 Coupler force by loading position –

Emergency Brake

2.2.3 화물 과적 시 연결기 충격력

화물 과적 시 화물열차 연결기 충격력 해석 결과는 아래 Fig.6과 같이 나왔다.

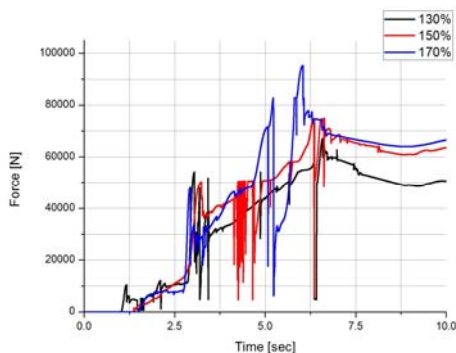


Fig. 6 Comparison of freight load

화물을 과적 할 경우 연결기에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.