

# 곡선부 선로 조건에 따른 차량의 탈선안전도평가

## An Assessment of Derailment Safety of Railway Vehicle depending on Curve Rail Condition

유희상\* 박광수\*\* 이희성\*\*\*  
Yoo, Hee-Sang Park, Kwang-Soo Lee, Hi-Sung

### ABSTRACT

To assess the derailment safety of the Samaeul Train , We developed a fleet analysis model and carried out sensitivity analysis of the variables related to derailment factors with ADAMS/Rail computing analysis method. Depending on the variation of the running speed in curve section, derailment coefficient and wheel load reduction rate are high at right side wheels in slow running speed section and low at left side wheel in high running speed. According to decreasing the radius of curve, derailment coefficient and wheel load decreasing rate are increased. Derailment coefficient is proportional to transition curve length and wheel load decreasing rate is constant. Cant value rising causes wheel load deduction rate rising.

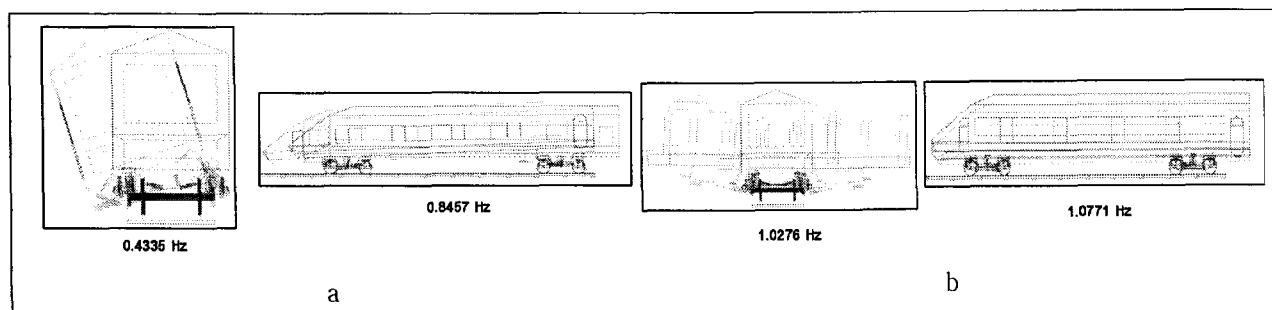
### 1. 서론

철도차량의 주행안전성에 영향을 미치는 요인으로서는 차량측면과 궤도측면으로 대별할 수 있다. 차량측면에서는 정지윤증비, 1, 2차 현수장치의 스프링 강성, 차량의 유효 중심높이 등이 있으며, 궤도측면에서는 곡선반경(curve radius), 캔트(cant), 궤도틀림, 경좌 등이 영향을 줄 수 있다. 그 밖에 주행속도나 차륜/레일 사이의 마찰계수도 주행안정성에 크게 영향을 미치는 요인이라 할 수 있다

본 연구에서는 탈선의 위험도가 높은 곡선부를 통과하는 새마을열차의 탈선계수를 결정함에 있어 해석모델의 상세설계에 의한 ADAMS/Rail을 이용한 전산해석을 통해서, 탈선에 영향을 주는 주행속도와 곡선반경, 완화곡선 길이, 캔트 등의 궤도조건 변수들의 상관관계와 민감도 등에 관한 연구를 수행하였다.

### 2. 단량 차량해석

#### 2.1 모드해석



\* 서울산업대 철도전문대학원 석사과정, 현대산업개발(주), 회원

E-mail : hsyoo@hyundai-dvp.com

TEL : (031)682-8267 FAX : (031)682-8270

\*\* 서울산업대 철도전문대학원 박사과정, 한국철도시설공단, 회원

\*\*\* 서울산업대 철도전문대학원 교수, 회원

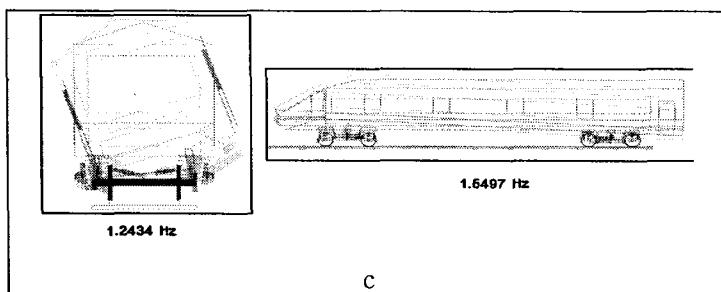


Fig. 1은 새마을호 디젤동차의 모드해석 결과로 각각의 주파수에서 전후, 좌우, 상하, 롤링, 요잉, 피칭 등의 6개 진동을 나타내고 있다.

Fig. 1 모드해석

## 2.2 안정성 해석

ADAMS/RAIL을 통한 안정성 해석결과, 주행속도 75 m/s에서 damping ratio가 양(+)에서 음(-)이 되어 이 부근의 속도가 임계속도임을 확인할 수 있었다. Fig. 2는 차륜답면 구배와 주행속도 변화에 따른 차량의 안정성 해석결과를 나타내고 있다. ADAMS/RAIL을 통한 안정성 해석결과, 차륜답면구배가 1/40인 경우 주행속도 33 m/s 부근의 속도가 임계속도임을 확인할 수 있었다.

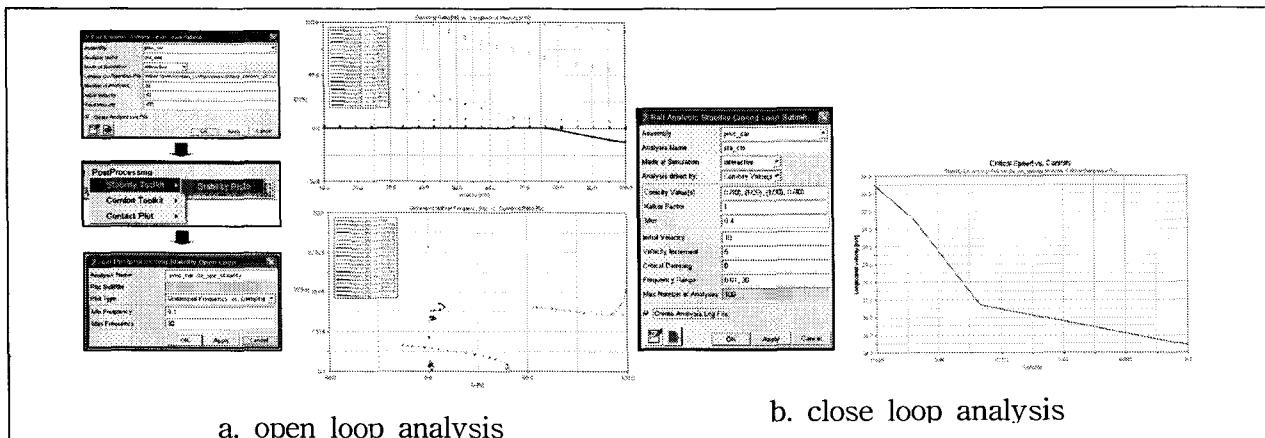


Fig. 2 안정성해석

## 2.3 동적해석

### ① 부족캔트(cant=144 mm)

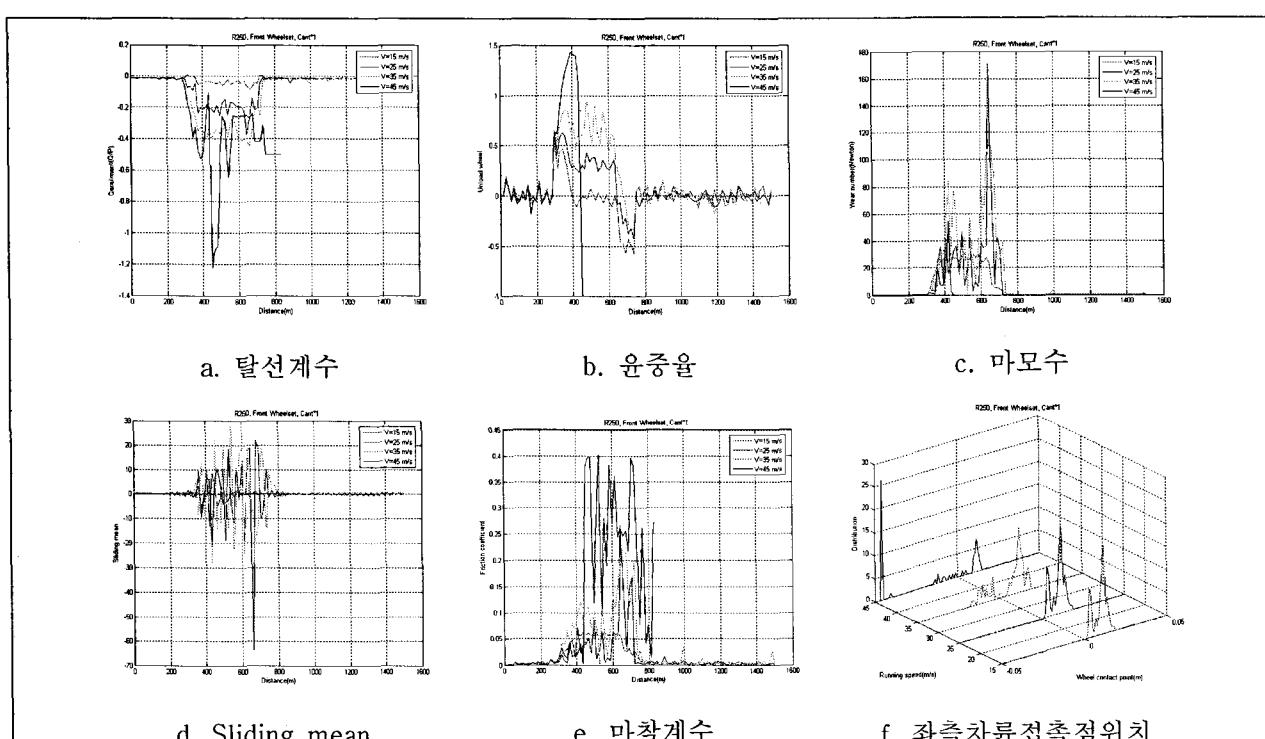


Fig. 3 통과속도에 따른 동적특성(곡선반경 R250과 캔트 144 mm)

② 과다캔트(cant=288 mm)

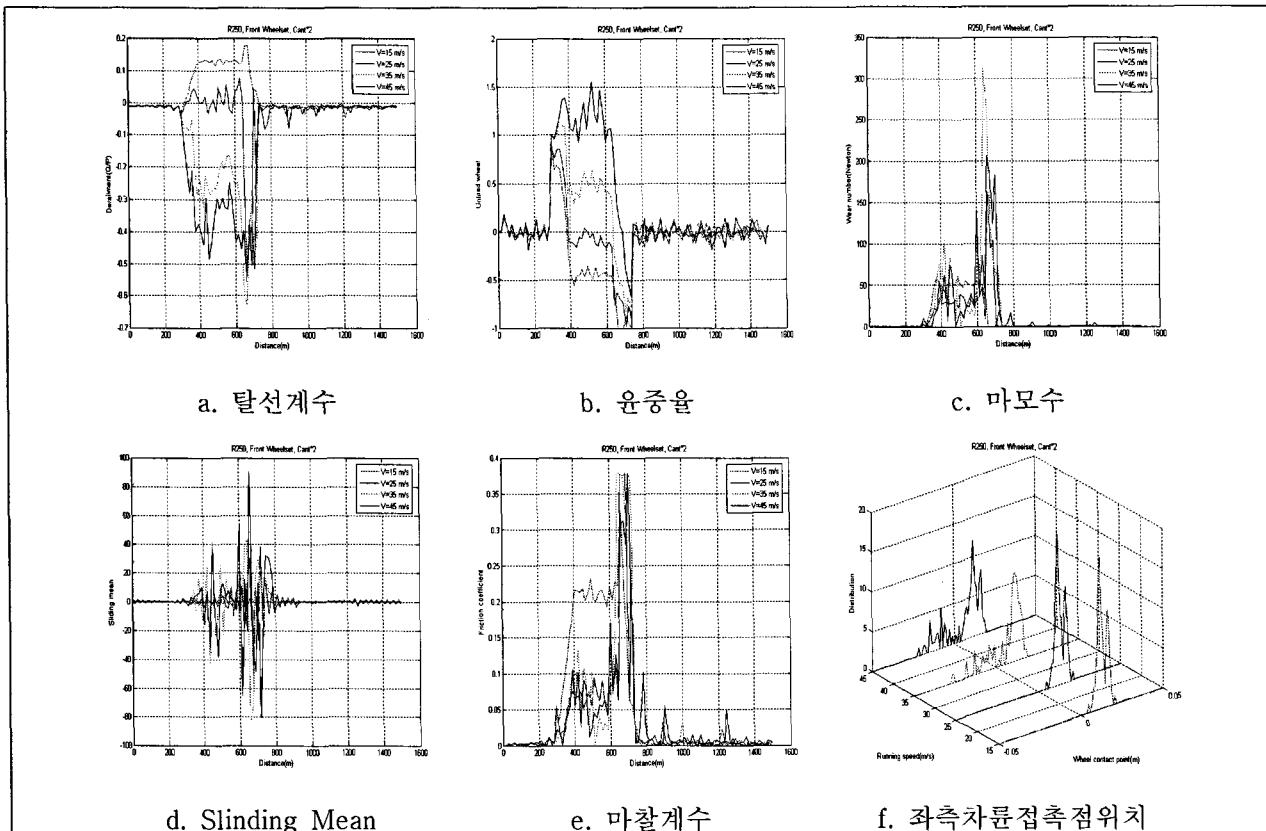


Fig. 4 통과속도에 따른 동적특성(곡선반경 R250과 캔트 288 mm)

③ 초과다캔트(cant=576 mm)

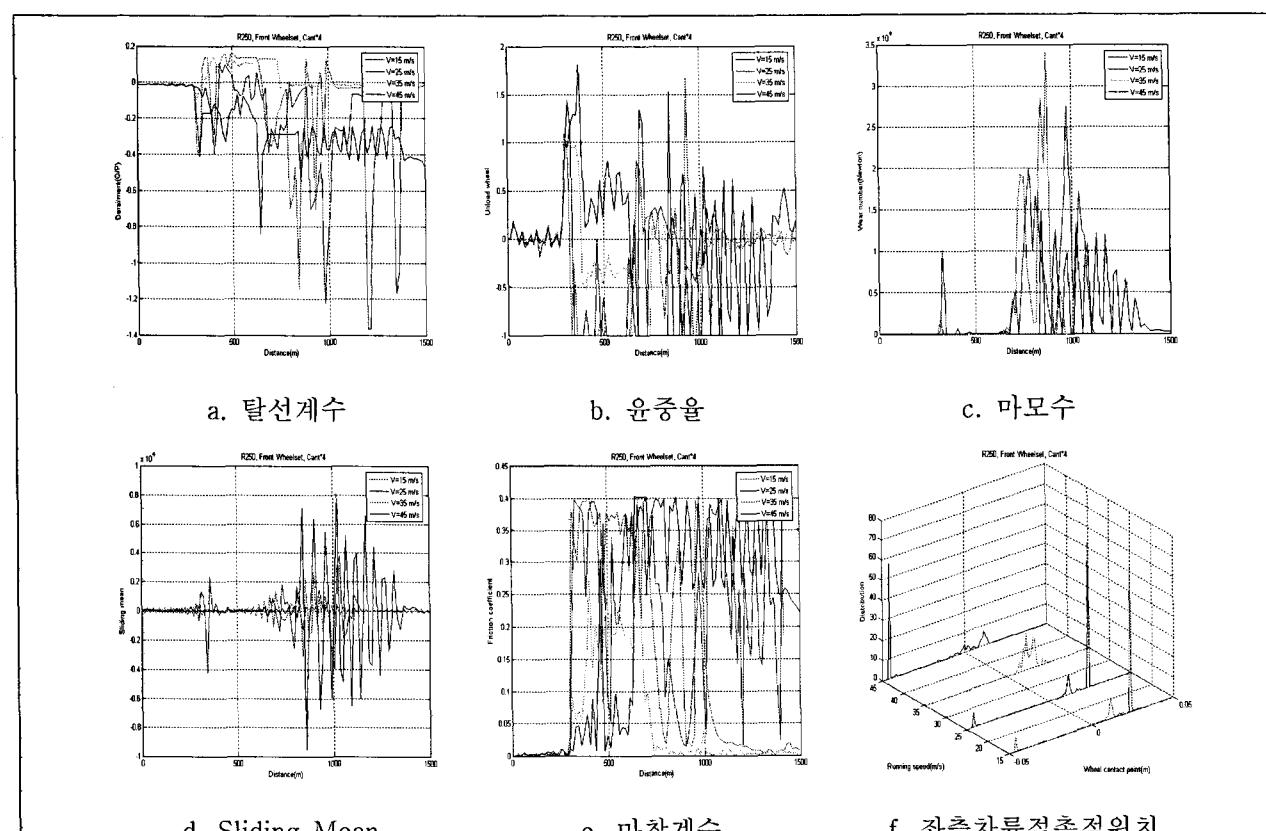


Fig. 5 통과속도에 따른 탈선계수(곡선반경 R250과 캔트 576 mm)

④ 캔트량 변화

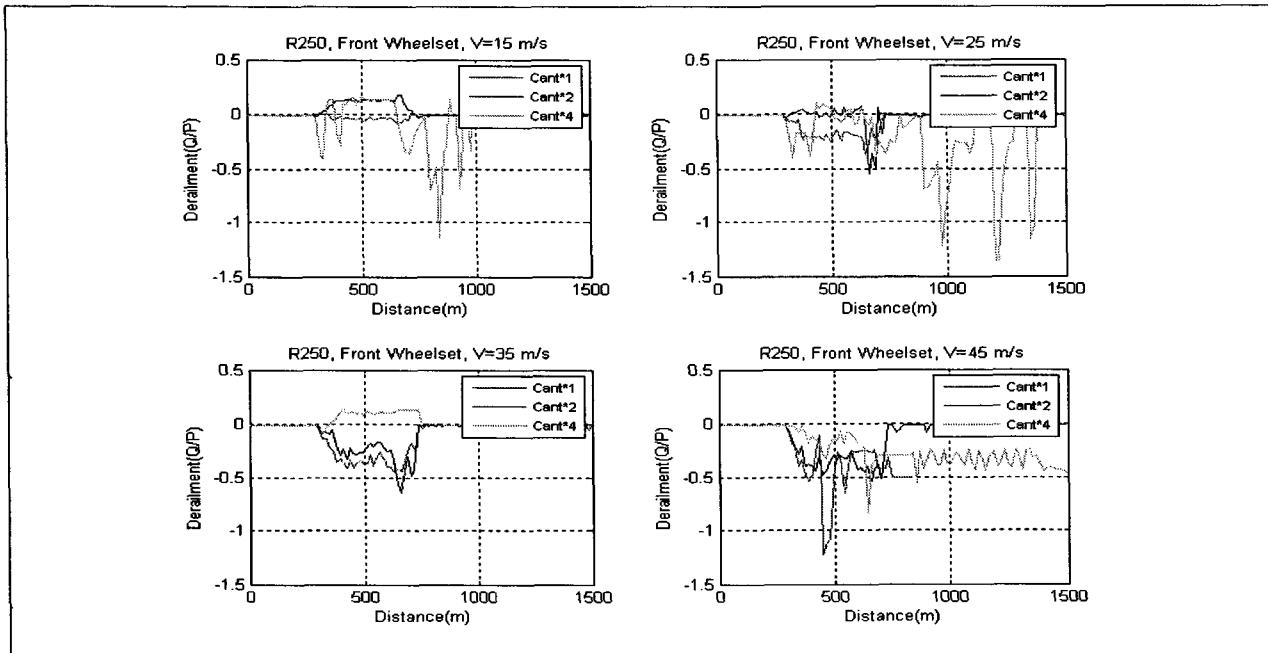


Fig. 6 통과속도에 따른 탈선계수

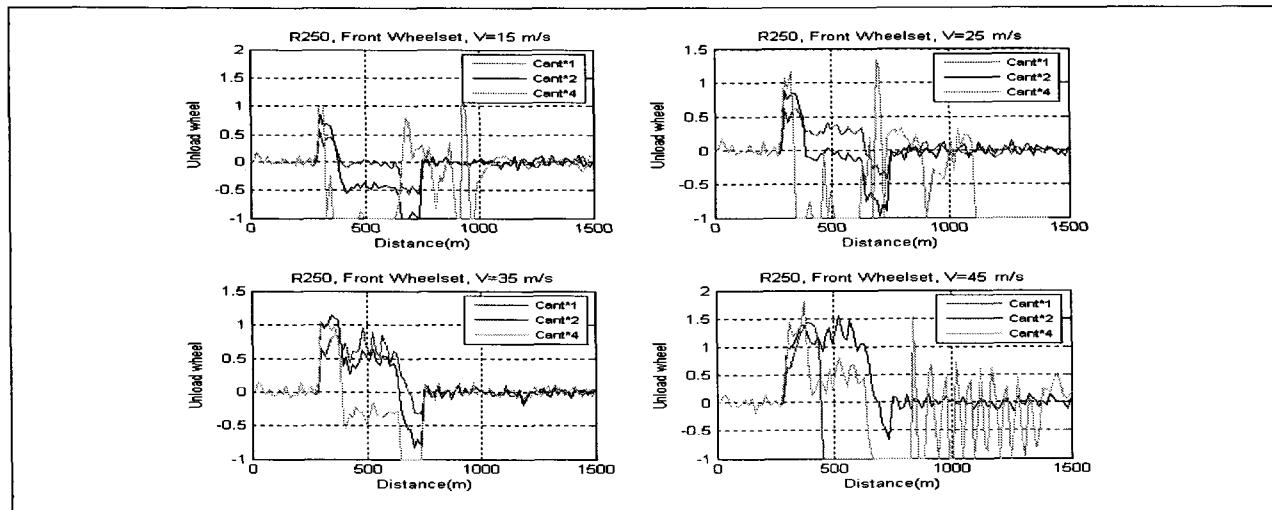


Fig. 7 통과속도에 따른 윤중율

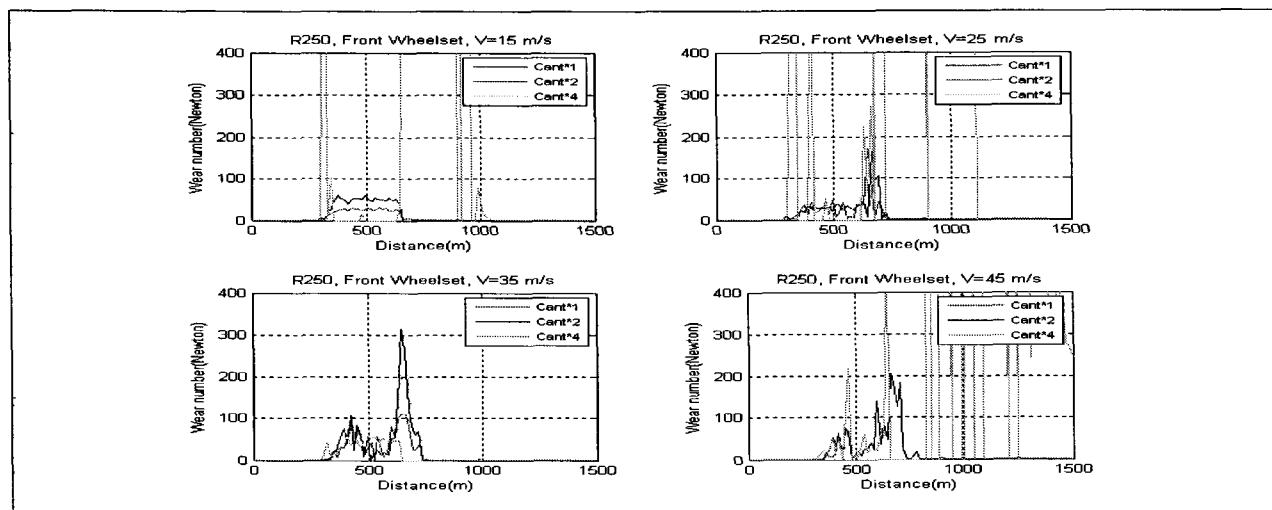


Fig. 8 통과속도에 따른 마모수

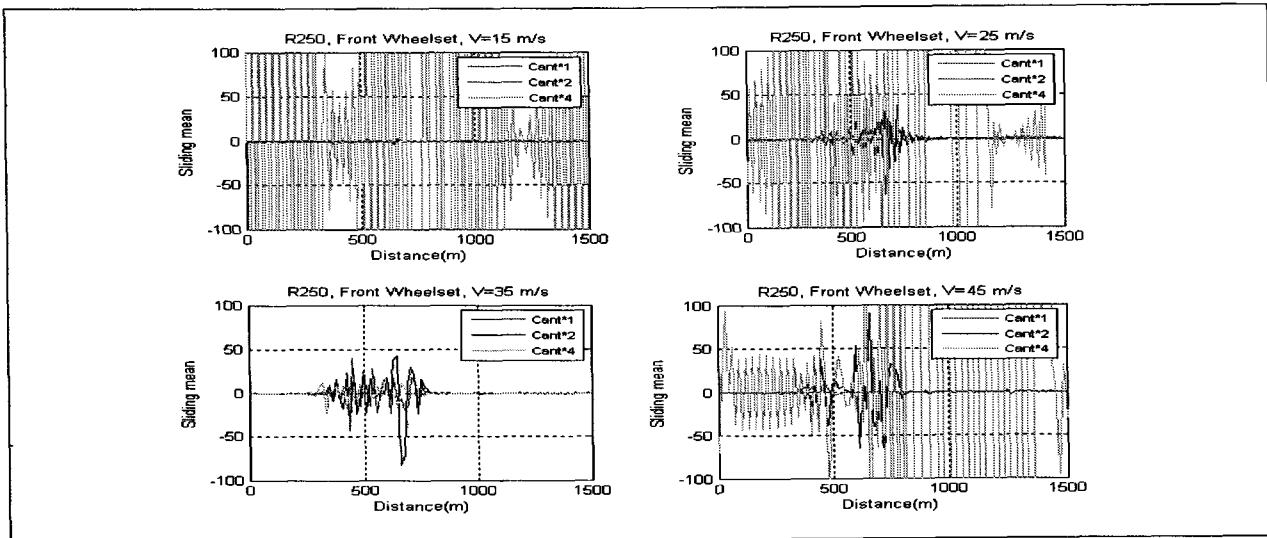


Fig. 9 통과속도에 따른 sliding mean

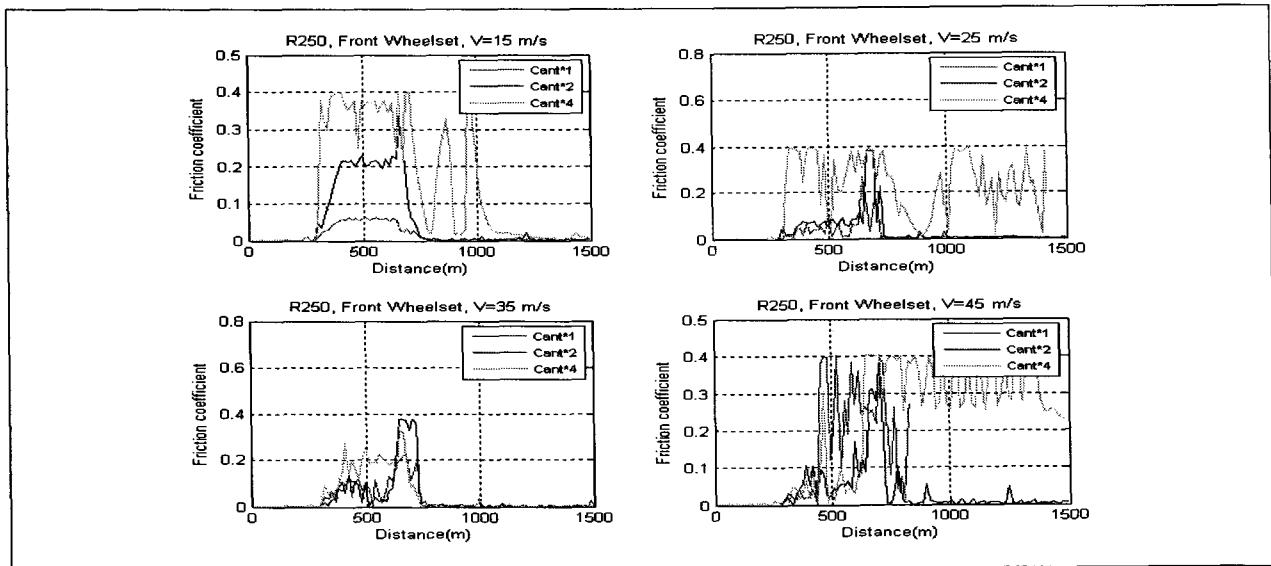


Fig. 10 통과속도에 따른 마찰계수

### 3. 결론

곡선부를 통과하는 새마을호 디젤동차 차량의 주행안전성 평가를 위해 단량 해석모델을 이용한 ADAMS/Rail의 전산해석을 통한 탈선계수와 관련된 변수들의 민감도를 퀘도조건 가정 하에서 각각의 변수들을 차례로 변화시켜 가면서 해석을 수행하였다. 그러므로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

#### 3.1 부족캔트

탈선계수와 윤중율은 통과속도가 증가함에 따라 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 통과속도 45 m/s이상부터 탈선계수 한계치 0.8을 초과하여 주행안전성이 확보되지 않음을 확인 할 수 있었다. 마모수와 sliding mean은 통과속도 25 m/s에서 최대가 되었다가 속도가 증가함에 따라 감소하는 것을 확인 할 수 있었다. 즉, 고속보다는 저속에서 마모수와 sliding mean이 크게 나타났다. 마찰계수와 접촉점 위치 빈도는 통과속도가 증가함에 따라 증가하였다.

#### 3.2 과다캔트

탈선계수와 윤중율은 통과속도가 증가함에 따라 증가하였다. 그러나 캔트증가로 모든 통과속도에서

탈선계수 한계치 0.8을 초과하지 않아 주행안전성이 확보됨을 알 수 있었다. 마모수와 sliding mean는 통과속도가 증가함에 따라 증가하였으며 마찰계수와 접촉점 위치 빈도는 통과속도가 증가함에 따라 증가함을 확인할 수 있었다.

### 3.3 초파다캡트

탈선계수와 윤중율은 통과속도가 증가함에 따라 증가하였다. 그러나 캠트량 증가로 모든 통과속도에서 탈선계수 한계치 0.8을 초과하여 주행안전성이 확보되지 않음을 알 수 있었다. 마모수는 통과속도가 증가함에 따라 감소하고 sliding mean은 증가하였다. 마찰계수와 접촉점 위치 빈도는 통과속도가 증가함에 따라 증가함을 확인할 수 있었다. 그러나 통과속도 35 m/s에서 마찰계수와 접촉점 위치 빈도가 감소하는 것으로 나타났다.

### 3.4 캔트량의 변화

좌측 차륜의 탈선계수는 저속에서는 캠트 증가에 따라 증가하였고, 반면에 고속에서 캔트 증가에 따라 감소함을 확인할 수 있었다. 좌측 차륜의 윤중율은 저속에서는 캠트 증가에 따라 증가하였고, 반면에 고속에서 캔트 증가에 따라 감소함을 알 수 있었다. 좌측 차륜의 마모수는 모든 통과속도에서 캔트 증가에 따라 증가하였고, 반면에 통과속도 35 m/s에서는 캔트 증가에 따라 감소하였다. 좌측 차륜의 sliding mean은 모든 통과속도에서 캔트 증가에 따라 증가하였고, 반면에 통과속도 35 m/s에서는 캔트 증가에 따라 감소하였다. 좌측 차륜의 마찰계수는 모든 통과속도에서 캔트 증가에 따라 증가하였고, 반면에 통과속도 35 m/s에서는 캔트 증가에 따라 감소함을 확인할 수 있었다.

## 참고문헌

1. 이종득, “철도공학”, 노해출판사, 2001.
2. 이시다 히로아키 외 4인, “탈선에 대한 안전성평가지표의 연구,” 鐵道總研報告, Vol.9, No.3, 1995.8.
3. 미야모토, 마사유키, “차량의 탈선 메카니즘,” 鐵道總研報告, Vol.10, No.3, 1996.3.
4. 이시다 히로아키, “급곡선부 저속주행시의 타고 오르는 탈선에 대한 안전성 평가,” RRR, 2004.11.
5. 혀현무, “경제적 차륜답면관리기술 개발,” 한국철도기술연구원, 2003.7.
6. Mechanical Dynamics, "ADAMS/RAIL User's Guide," 2005.
7. 철도청, “전후동력새마을동차(PMC) 주요장치 부품목록,” 1994.
8. 함영삼, “철도차량의 진동방지에 관한 연구,” 한국철도기술연구원, 1996.8
9. 서사범, “선로공학”, 열과알, 2002.
10. 건설교통부, “철도건설규칙”, 2005. 9
11. 양보석 역, “진동모형 실험법,” 시그마프레스, 1998.