

# 곡선주행속도 향상시 틸팅차량의 횡압 변화에 관한 연구

## A Study on the lateral force variation of tilting vehicle when speed-up in curved line

\*#함영삼<sup>1</sup>

\*#Y. S. Ham(ysham@krii.re.kr)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 한국철도기술연구원 철도시스템연구센터

Key words : Lateral Force, Derailment Coefficient, Running Safety

### 1. 서론

틸팅차량은 곡선 선로에서 열차의 제한속도를 향상시켜도 승객이 느끼는 승차감은 저하되지 않도록 차체를 내측으로 기울여 원심력 성분인 횡방향 가속도를 감소시킨 철도차량이다. 이렇게 곡선부 승차감과 열차의 주행속도 두 가지를 만족시키면 횡압은 변화할 수밖에 없다. 틸팅차량에서도 횡압이 가장 크게 발생하는 위치는 진행방향으로 볼 때 최전부 차량의 전부대차에서 전부축이라 할 수 있다. 이 축은 주행중 궤도나 차량의 특성에 의한 영향이 가장 크기 때문에, 탈선계수를 측정할 때 측정용 윤축을 투입하는 위치이다. 틸팅차량의 최전부 축은 구동축으로서 Driving Gear를 탑재하여야 하기 때문에 차축에 브레이크 디스크를 설치하지 못하고 차륜 브레이크 디스크를 사용하도록 설계되었다. 차륜 디스크를 설치하기 위하여 차륜에 크고 작은 홈들이 18개나 뚫려져 있는 상태에서 탈선계수 측정용 센서를 부착하기 위하여 홈을 추가로 가공하게 되면 구조적인 취약부가 발생하게 되는데, 이러한 부분에 대해서는 차륜과 레일 상호작용에 의한 접촉력이 발생할 때의 응력분포를 해석하여 하중간의 연성을 최소화하고<sup>1</sup>, 최적의 게이지 부착위치를 선정하여 안전성 검증을 실시하고 있다<sup>2</sup>.

본 논문에서는 곡선 선로에서 틸팅차량의 주행속도를 증가시켰을 때 차륜과 레일 사이에서 발생하는 횡방향 하중의 변화에 대하여 기술하고자 한다.

### 2. 차륜/레일 접촉력 측정시스템

#### 2.1 측정원리

레일 위를 주행하는 차륜에 작용하는 분력을 측정하기 위해 차륜에 스트레인 게이지를 부착하고, 차륜 상의 직교하는 위치에 대응한 두개의 브리지 출력에 각각 하중 작용 위치에 대응한 하중을 가산하여 양자의 조합에 따라 연속된 출력을 얻을 수 있도록 한 것이 연속 측정법이다. 연속법의 브리지 결선은 간헐식 결선을 기초로 하고 있다. 종래의 연속식은 브리지를 결선할 때 한쪽 차륜의 윤중 또는 횡압의 모든 게이지를 연결함으로써 연속출력을 얻어왔지만, 최근의 연속법은 브리지 출력을 디지털 처리함으로써 연속 출력을 얻고 있다. 본 틸팅차량에서는 차륜 디스크를 설치하기 위하여 차륜에 홈이 존재하기 때문에 간헐식으로 측정할 수밖에 없는 실정이다<sup>3</sup>.

#### 2.2 계측시스템 구성

편성열차의 최전부차량에서 전부대차의 1위축에 측정용 윤축을 조립하여, Fig. 1과 같이 차륜의 안쪽에 신호 발생기가 내장된 Telemeter를 설치하고 차체 바닥에 안테나를 설치하여 신호를 무선으로 수신할 수 있도록 송수신시스템을 구성하였다. 스트레인 게이지는 차륜에 부착하여 Telemeter 송신기까지는 리드선으로 연결되도록 하였다. Transmitter에는 배터리를 내장시켜 별도의 전원공급 없이 신호를 전송하도록 하고, 차축의 회전과 충격에 견딜 수 있도록 지그를 견고하게 제작하여 설치하도록 하였다. Transmitter에서 발생된 신호는 안테나를 통해 Receiver로 전달되어 Fig. 2와 같이 Data Recorder에 저장하면서 모니터링 할 수 있도록 구성하였다.



Fig. 1 Telemetry system



Fig. 2 Data acquisition system

### 3. 시험결과

호남선 용동-함열간 71.194~ 71.617 km 구간의 600R 곡선 선로에서 주행속도를 증가시키면서 횡압을 측정한 결과는 다음과 같다. 곡선반경 600 m 지점을 110 km/h로 주행할 때에 최대횡압은 2.68톤이 발생하였으며, 121 km/h로 주행할 때에는 2.897톤, 131 km/h 주행시에는 3.239톤이 발생하였다. 이와 같은 결과는 철도차량 안전기준에 관한 규칙 및 UIC 518에 의거한 허용기준을 적용할 때 지금까지의 주행안전성은 양호한 것으로 나타났다.

Table 1 Lateral force variation of curved line(R=600)

Speed(km/h)	110	120	130
Curve Length			
825 m	1.62	1.93	2.02
320 m	2.68	2.897	3.239

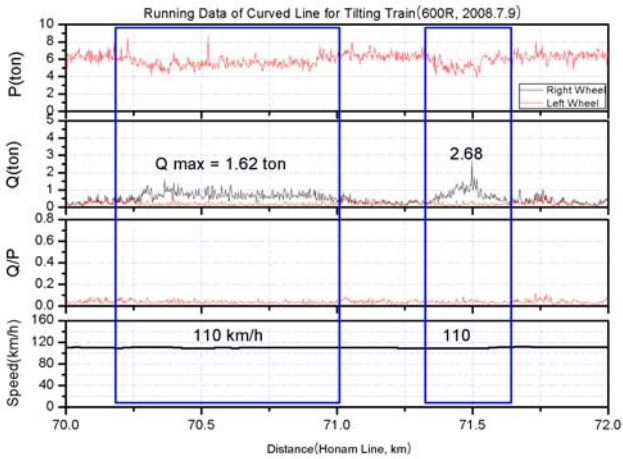


Fig. 3 Test results of 110 km/h in 600R

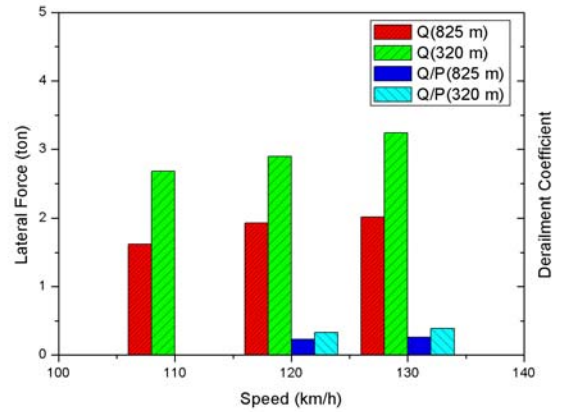


Fig. 6 Speed and lateral force & derailment coefficient

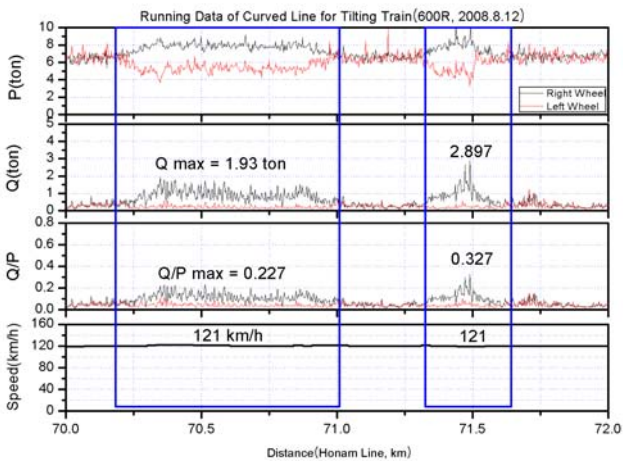


Fig. 4 Test results of 120 km/h in 600R

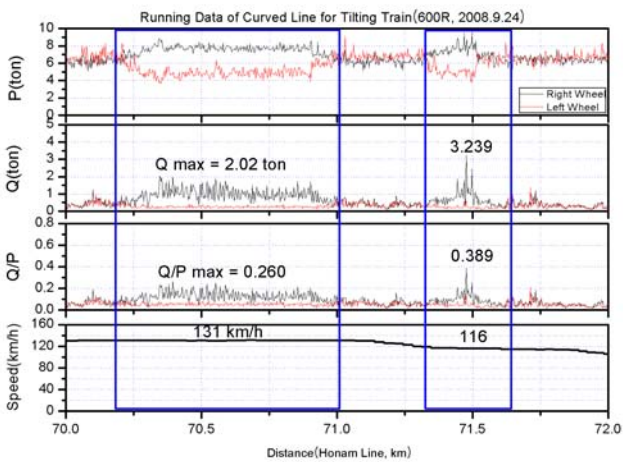


Fig. 5 Test results of 130 km/h in 600R

#### 4. 결론

곡선운행속도에 따른 횡압의 변화를 살펴본 결과 횡압은 곡선 주행속도에 비례하여 증가하였으며, 곡선의 길이에 따른 변화를 비교해 볼 때 곡선길이가 긴 구간보다 짧은 구간에서 순간적으로 보다 큰 횡압이 발생하였지만 주행안전성은 여유가 있는 것으로 나타났다.

#### 참고문헌

1. Y. S. Ham, "Analysis of Coupling Term Between Vertical Load and Lateral Load for Install Load Cell to Wheel-set", Korean Society for Precision Engineering, Spring Conference, pp. 31~32.
2. Y. S. Ham, "Stress Distribution of Tilting Vehicles Wheel-set by Interaction Force Between Wheel and Rail", Korean Society for Precision Engineering, Spring Conference, pp. 351~352.
3. Y. S. Ham, "Static Load Test of Tilting Vehicle Wheel-set by New Telemetry System", KSME, Proceedings of the KSME 2008 Spring Annual Meeting, pp. 985~986, 2008