

자기부상열차 조향대차의 곡선 추종성 해석

Curving performance simulation according to existence of steering mechanism

김기정† · 한형석* · 이남진** · 김봉섭*

Kijung kim, Hyungsuk Han, Namjin Lee and Bongsub Kim

1. 서론

전자석을 현가 시스템으로 사용하는 상전도흡인식 자기부상열차는 하나의 전자석에서 부상과 안내가 동시에 이루어진다. 상전도흡인식 자기부상열차는 일반적으로 가이드웨이와 전자석간의 중 방향 공극을 일정하게 유지하도록 전압을 제어하면서 주행한다. 이러한 방식의 자기부상열차는 일반적인 안내력을 제어하지 않기 때문에 곡선 주행 시 횡 공극의 변동 크기를 최소화시킬 필요가 있다. 결과적으로 본 보고서는 steering mechanism 의 채택이 완성 차량의 곡선 추종성에 어떤 영향을 미치는지 횡 공극 변동을 통하여 각각 비교 분석해 보고자 한다.

2. 모델

2.1 전자석

Fig 1 은 U-형 전자석을 부상 및 안내 장치로 이용하는 상전도 흡인식 자기부상열차의 부상원리와 부상력과 안내력을 정확하게 계산하기 위해 전자석을 10 개로 이산화 시킨 모델을 보여주고 있다.

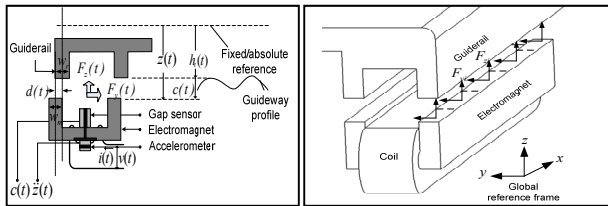


Fig 1. Principle of electromagnetic suspension and piecewise magnet model

2.2 차량

Fig 2 는 자기부상열차의 대차 모델이며 다물체동역학 모델 기법이 적용되었다. 특징은 모든 부품이 3 차원 운동이 가능한 상세한 동적 모델이라는 것이다.

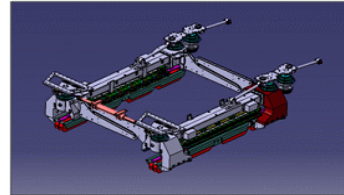


Fig 2. Dynamic model for the bogie

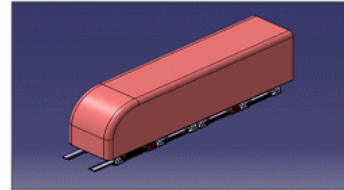


Fig 3. Maglev full vehicle model

3. 해석

3.1 가이드웨이

본 논문에서는 Figure 4 와 같은 곡선 가이드웨이를 대상으로 한다. 이 가이드웨이는 Figure 4 에서와 같이 직선 구간, 완화구간, 원곡선구간으로 구성되어 있다. 완화 구간의 형상은 Clothoid 곡선으로 가정하였다. 이 완화구간의 x, y 좌표는 식(1), 식(2)으로 표현된다.

$$\frac{1}{r} = \frac{x}{RL} \tag{1}$$

$$y = \frac{x^3}{6RL} \tag{2}$$

Where

r : Clothoid curve radius (m),

L : Transition curve length (m),

R : Circular curve radius (m),

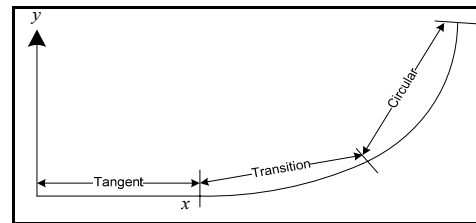


Figure 4 Profile of the curved guideway

3.2 해석 조건

완성 차량의 steering mechanism 유무에 따른 곡선 추종성 해석을 위해서 Table 1 에서 보여주는 곡선 가이드웨이에 대해서 주행 시뮬레이션을 수행하

† 교신저자; 한국기계연구원

E-mail : iowastate@naver.com

Tel : (042) 868-7203, Fax : (042) 868-7618

* 한국기계연구원

** 현대 로템

였다. Figure 5 는 곡선 주행 시뮬레이션에서의 횡 공극 계측위치를 도식적으로 보여주고 있다.

Table 1 Data for the curved guideway for simulation

Index	Condition
Clothoid curve length	25 m
Circular curve radius	80 mR

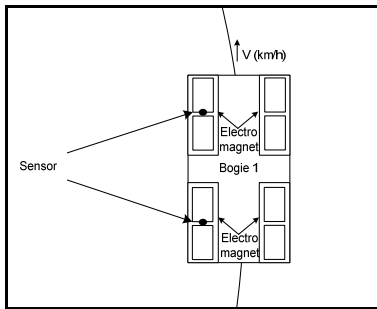


Figure 5 Air gap sensor placement, top view

4. 결 과

Figure 6 부터 8 까지 steering mechanism 의 유 무에 따라 차량의 10km/h, 15km/h, 20km/h 로 곡선 가이드웨이를 주행 할 때의 횡 공극 변동의 크기를 보여주고 있다. Figure 6 의 (a)경우 평균 공극이 -1.09mm (b)는-2.03mm 이다. 최대 공극 역시 (a)가 작다. 하지만 표준편차를 보면 4.03 과 2.12 로 (b)가 작다.

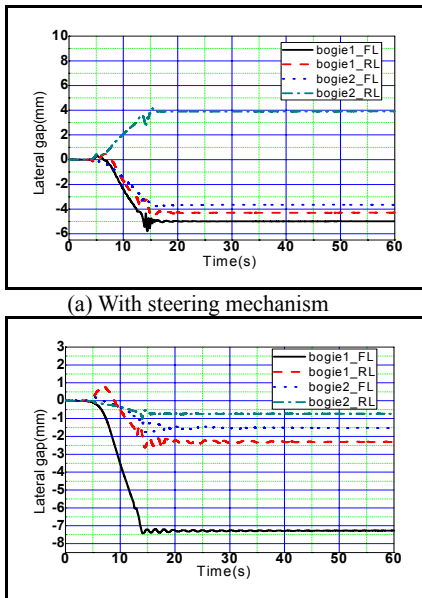
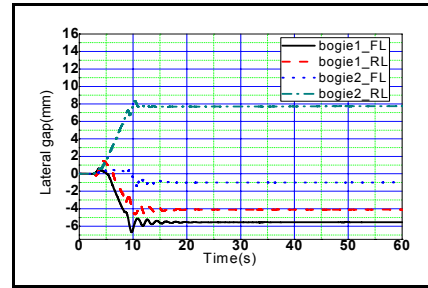
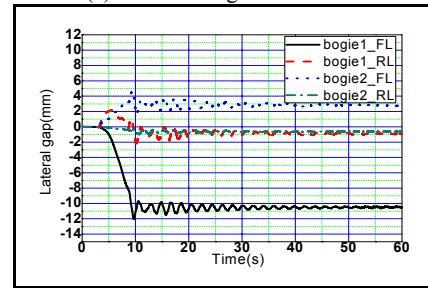


Figure 6 Lateral air gap response on different modeling at 10km/h

Figure 7 의 (a)경우 평균 공극이 -0.1mm (b)는-0.14mm 이다. 최대 공극 역시 (a)가 작다. 하지만 표준편차를 보면 5.32 과 5.81 로 비슷하다.



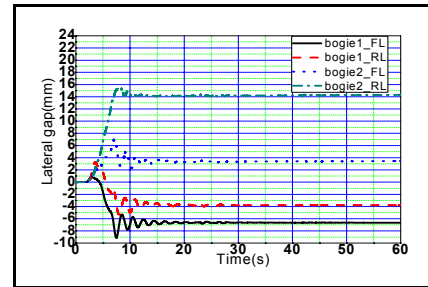
(a) With steering mechanism



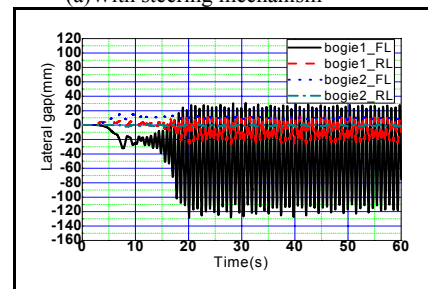
(b) Without steering mechanism

Figure 7 Lateral air gap response on different modeling at 15km/h

Figure 8 의 (b)의 경우 허용 횡 공극 크기를 넘었고 심한 진동이 나타나 그래프의 효용가치는 없어 보인다. Steering mechanism 이 있는 경우 속도에 따라 일관적인 곡선 추종성을 보여주고 있음을 알 수 있다.



(a)With steering mechanism



(b) Without steering mechanism

Figure 8 Lateral air gap response on different modeling at 20km/h

5. 결 론

10km/h 에서는 steering mechanism 이 없는 차량이 다소 나은 곡선 추종성을 보여주고 횡 공극 크기 측면에서는 반대 경향을 보이고 있다. 하지만 15km/h 이상에서는 steering mechanism 이 있는 경우가 더 나은 곡선 추종성과 상대적으로 안정된 횡 공극 크기를 보여주고 있다.