

시험편 시험을 이용한 차륜/레일 접촉력 특성평가 Evaluation of Adhesion Characteristic of Wheel/rail using Specimen test

*#서정원¹, 함영삼¹, 권석진², 이동형²

* #J. W. Seo(jwseo@krii.re.kr)¹, Y.S.Ham¹, S.J.Kwon², D.H.Lee²

¹한국철도기술연구원 시험인증안전센터, ²한국철도기술연구원 고속철도연구본부

Key words : Wheel/Rail contact, Adhesion, Specimen test

1. 서론

철도시스템에서 차륜과 레일사이에서 발생하는 접촉력은 중요한 요소로써 차량의 견인력, 제동력 뿐만 아니라 유지보수 비용에도 커다란 영향을 미친다. 접촉력은 운행조건과 선로조건에 따라서 그 크기가 달라져야만 운행의 효율을 높일수 있다. 고속화를 위해서는 가속성능 및 감속성능이 우수하여야 하므로 높은 접촉력이 필요하며, 급곡선 등에서의 소음이나, 마모의 감소를 위해서는 낮은 접촉력이 요구된다.

차량의 운행효율 및 주행안전에 큰 영향을 미치는 접촉력은 차량조건 및 선로조건에 따라서 평가되어야 하지만 지금까지는 표준화된 평가방법이 정해져 있지 않고 있다. 국.내외에서 지금까지 평가방법으로는 시험편 시험으로부터 실물시험 및 실차시험 등 다양하게 진행되어왔다. 시험편 시험의 경우에도 pin-on-disc시험, disc on flat 시험과 Twin disc 시험 등이 있으며, Twin disc 시험에서도 시험편 크기에 따라서 차륜과 레일의 프로파일링을 이용한 경우도 있으며, 접촉 표면을 평평한 상태에서 시험을 하는 경우도 있다. [1,2]

본 논문에서는 실물시험 및 실차시험의 경우에는 많은 비용과 시간이 소요되므로 Twin disc 시험기를 이용하여 접촉력 시험을 실시하였고 그 결과의 타당성을 평가하였다.

2. 시험조건 및 방법

그림 1은 접촉력 시험을 위한 Twin-disc 시험기의 개략도를 보여주고 있다. 시험기는 회전 속도를 조절할 수 있도록 두개의 독립적인 모터로 구성되어있고, 유압장치를 이용하여 하중을 부가하도록 하였다. 시험기의 하중 변화와 토크 변화를 측정하기 위하여 로드셀과 토크 센서가 각각 부착되어 있다. 시험기는 PC를 통하여 슬립율과 하중을 제어

하도록 되어 있으며, 환경조건에 대한 시험을 위하여 챔버가 설치되어있다. 시험중 발생하는 데이터는 PC에 저장하도록 하였다.

그림 2는 차륜 및 레일시험편의 치수 및 형상을 나타내고 있으며 직경은 50mm이고 두께는 10mm가 되도록 하였다. 시험편 접촉면의 경도를 일정하게 유지하기 위하여 열처리 실시하였고 접촉면의 조도를 맞추기 위하여 연삭을 실시하였다. 상호접촉하여 시험을 수행하도록 하였다.

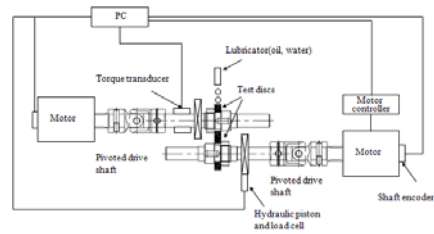


Fig. 1 Schematic diagram of test equipment

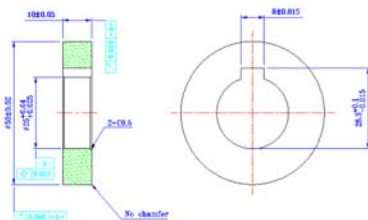


Fig. 2 Configuration of specimen

3. 시험결과

그림 3은 시험 초기에서 안정화 될 때까지 시험 데이터의 예를 보여준다. 시험 조건으로는 최대 접촉하중이 1100 MPa이 되도록 하중을 부가하였고, 슬립율이 1.0 %, 레일 시험편의 회전 속도를 400 rpm이 되도록 하였다. 이때 슬립율이 1.0 %이

기 때문에 차륜 시험편은 396 rpm으로 회전하게 된다. 환경조건으로는 공기를 접촉면에 분사하여 시험시에 발생하는 마모입자를 제거하도록 하였다. 시험은 슬립율이 0.1 %가 되도록 모터를 각각 회전 시킨 후에 하중을 제로에서 최대압력이 1100 MPa이 되도록 서서히 증가시켰다. 따라서 그림에서와 같이 하중과 토크가 선형으로 증가함을 볼 수 있다. 견인계수는 측정된 토크와 하중 그리고 시험편 직경으로부터 계산할 수 있고 그림과 같이 초기에는 선형적으로 증가 한 후 일정 싸이클 이후에는 안정화되어 일정한 값을 유지하고 있다.

그림 4는 드라이 조건에서 슬립율에 따른 견인계수의 변화를 보여주고 있다. 시험조건으로는 슬립율이 0.1 %에서부터 2.5 %까지 변화 시켰으며 이때의 최대 접촉압력은 1100 MPa이고 시험속도는 400 rpm이다. 그림에서와 같이 슬립율이 0.1 % 일 경우에는 견인계수가 0.1 이고, 슬립율이 증가하면서 견인계수는 증가함을 볼 수 있으며 1.4 % 이후에는 변화량이 작아지고 있다. 슬립율이 1.8 % 이상일 경우에는 시험 시작후에 안정화 되는 시간이 길어지고 있음을 보여주고 있다.

그림 5는 슬립율에 따른 점착계수의 변화를 보여주고 있다. 슬립율이 증가함에 따라서 점착계수는 증가하고 있으며, 1.5 % 이후에는 일정하게 유지되고 있음을 알 수 있으며, 이때 점착계수는 0.5 근처이다. 이러한 경향은 일반적인 차륜/레일의 슬립율변화에 따른 점착계수 변화를 나타내고 있다.

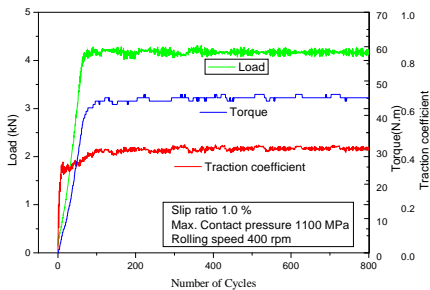


Fig. 3 Comparison of data at initial test time

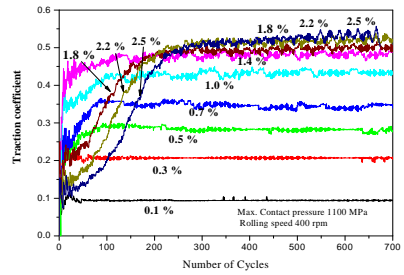


Fig. 4 Comparison of traction coefficient according to slip ratio variation

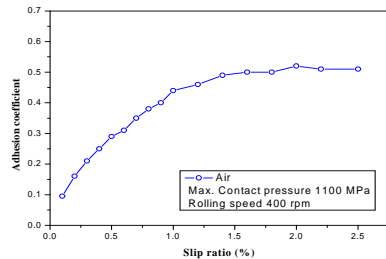


Fig. 5 Comparison of adhesion coefficient according to slip ratio variation

4. 결론

Twin disc 시험기를 이용하여 점착력 시험을 실시하였고 그 결과의 타당성을 평가하였다. 시험 결과 슬립율이 증가함에 따라서 점착계수는 증가하고 있으며, 1.5 % 이후에는 일정하게 유지되고 있음을 알 수 있으며, 이때 점착계수는 0.5 근처이다. 이러한 경향은 일반적인 차륜/레일의 슬립율변화에 따른 점착계수 변화를 나타내고 있으므로 시험편 시험을 이용한 점착계수 평가가 가능 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- Gallardo, E.A. and Lewis, R., "Twin disc assessment of wheel/rail adhesion", *Wear* 265, 1309-1316, 2008.
- Baek, K., Kyogoku, K., and Nakahara, T., "An experimental study of transient traction characteristics between rail and wheel ", *Wear* 265, 1417-1424, 2008.