

차륜/레일 시험편을 이용한 싸이클에 따른 마모 특성평가 Evaluation of Wear 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, Wear, Specimen test

1. 서론

철도차량은 차륜과 레일의 구름접촉에 의해서 주행하므로 접촉점에서는 다양한 현상이 발생한다. 차륜과 레일의 접촉면은 미소한 점 접촉이 주로 발생함으로써 접촉면에서는 커다란 접촉하중이 발생하고 속도에 따라서는 견인력 및 제동력에 의한 하중이 추가되어서 마모 및 피로와 같은 현상이 필연적으로 발생한다. 도시철도의 경우에는 급곡선이 많이 존재하므로 과도한 편마모가 많이 발생하고 있으며, 이러한 현상을 저감시키기 위하여 경두레일과 도유기를 설치하여 운영하고 있다.

차륜/레일의 마모에 영향을 주는 요소로는 차량과 선로조건, 차륜과 레일의 재료, 환경조건 등 다양하다. 차량과 선로조건으로는 차량의 속도, 슬립율, 접촉압력등으로 나타나는데 이는 차량의 축중, 차륜 직경, 차량종류에 따라서 달라진다.[1,2] 곡선구간에서는 슬립율이 크기 때문에 마모량이 직선구간에 비하여 증가하므로, 설치 후에 짧은 기간동안 마모량 변화를 조사하는 것이 중요하다.

본 논문에서는 시험편 마모시험기를 이용하여 모든 조건이 일정한 상태에서 싸이클에 따른 마모 변화를 조사하였다.

2. 곡선구간에서 마모량변화

국내에서 마모에 대한 레일 교환기준은 선로정비지침에 제시되어 있으며 다음과 같다. 레일두부의 최대마모높이(마모면에서 측정)가 다음 한도에 이르기 전에 교환하여야 한다.

- 60 kg 레일 : 13 mm (편마모 15 mm)
- 50 kg N : 12 mm (편마모 13 mm)

열처리레일의 경우에는 500 m 이하의 외측레일, 분기기용 레일은 경도 기준으로 HH370 레일을 사용하도록 되어있다. 도유기는 마모를 저감시키기 위하여 곡선반경 300 m 이하 외측레일에 설치하여 운영하고 있다. 이러한 곡선부에서는 마모가

많이 발생하므로 시간에 따른 마모 변화를 조사하였다.

그림 1은 레일에서 마모가 발생하는 형상을 나타낸 것으로 곡선부에서는 W3와 같이 발생하며, 이때의 마모 깊이를 조사하였다. 그림 2는 곡선반경 250 m곳에서 시간에 따른 마모깊이의 변화를 보여주고 있다. 마모깊이는 초기에서는 급격하지만 시간에 따라서 완만하게 증가하는 경향을 보이고 있다.

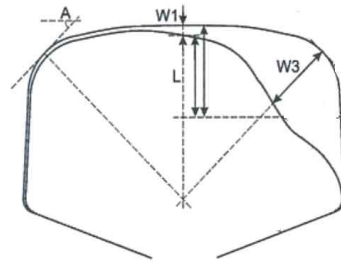


Fig. 1 Wear of rail head

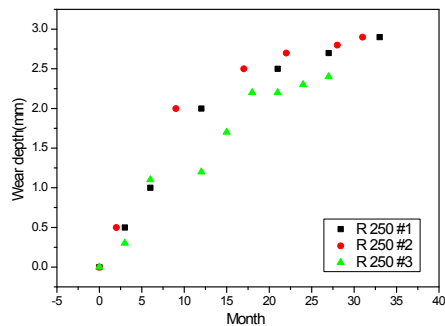


Fig. 2 Wear depth of rail head(R=250)

3. 시험편을 이용한 마모시험결과

. 그림 3은 마모시험을 위한 Twin-disc 시험기의 개략도를 보여주고 있다. 시험기는 회전 속도를 조절할 수 있도록 두개의 독립적인 모터로 구성되어 있고, 유압장치를 이용하여 하중을 부가하도록 하였다. 그림 4는 차륜 및 레일시험편의 치수 및 형상을 나타내고 있으며 직경은 50mm이고 두께는 10mm가 되도록 하였다.

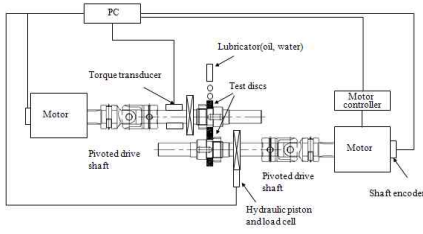


Fig. 3 Schematic diagram of test equipment

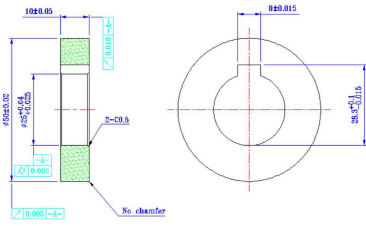
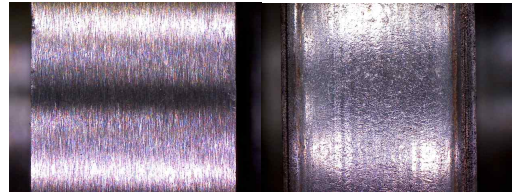


Fig. 4 Configuration of specimen

마모시험은 접촉하중이 1100 MPa이 되도록 하중을 부가하였고, 슬립율이 1.0 %, 레일 시험편의 회전 속도를 400 rpm이 되도록 하였다. 이때 슬립율이 1.0 %이기 때문에 차륜 시험편은 396 rpm으로 회전하게 된다. 시험은 20만 사이클까지 수행하였다.

그림 5는 사이클에 따른 레일 시험편의 표면상태를 보여주고 있다. 초기 사이클에는 표면이 매끄러운 상태를 유지하고 있다. 그러나 사이클이 증가함에 따라서 표면의 일부분에서 작은 피팅이 발생하고 있다. 이는 슬립율이 높고 윤활조건이 없기 때문에 피팅이 일찍 발생한 것으로 판단된다.

그림 6은 그림 5에 따른 시험편 직경변화를 나타내고 있다. 차륜 시험편의 표면경도가 레일 시험편보다 낮기 때문에 마모가 많이 발생하여 직경변화가 더 크다. 두 개의 시험편 모두 초기에는 마모가 급격히 증가하다가 일정 사이클 이후에는 마모량이 천천히 증가하고 있다.



a) 0 cycle b) 30,000 cycle



c) 60,000 cycle d) 100,000 cycle

Fig. 5 Surface condition according to cycle

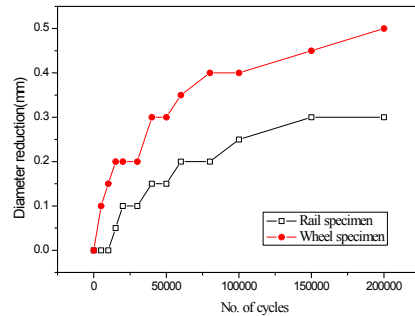


Fig. 6 Comparison of data at initial test time

4. 결론

철도 레일의 곡선부에 발생하는 마모량을 조사하였으며, 이에 대하여 시험편 시험을 실시하였다. 시험편 시험결과 초기에는 마모량이 급격히 증가하다가, 일정 사이클 이후에는 마모량의 증가가 감소하였다. 이는 곡선레일에서 발생하는 현상과 잘 일치하였다.

참고문헌

1. W,R, Tyfour, J.H. Beynon, A. Kapoor, "The steady state wear behavior of pearlitic rail steel under dry rolling-sliding contact condition", Wear 180, pp. 79-89, 1995
2. T. Jendel, "Prediction of wheel profile wear-comparisons with field measurements", Wear 253, pp. 89-99, 2005