

프레팅 영역에 대한 손상검출센서의 적용성 연구 Feasibility Study of Detection Sensor For Fretting Zone of Wheelset

*#권석진¹, 서정원¹, 이동형¹, 유원희¹

*#S. J. Kwon(sjkwon@kri.re.kr), J. W. Seo¹, D.H.Lee¹, W.H.You¹

¹한국철도기술연구원 차륜궤도연구실

Key words :Wheel, Axle, Fretting zone, Crack detection, NDT

1. 서론

철도 차륜과 차축의 압입부인 프레팅 영역에서는 Fig. 1과 같이 미끄럼과 부식 피로에 의한 프레팅 손상이 발생한다. 이 영역에서의 손상 검출은 차량의 안전성 측면에서 매우 중요하지만 검출영역이 압입되어 있어 접근성과 검출성이 용이하지 않다.

일반적으로, 철도차축 압입부에 대한 손상 검출은 UT를 사용하여 정기적으로 검사하고 있지만 초음파의 방해 에코(noise echo)와 단부 형상에 대한 센서 접근성 미비로 인하여 충분한 정확성을 갖고 있지 못하다.

본 연구에서는 소형 압입시편을 이용, 새로운 전자기형 센서의 압입부 손상검출에 대하여 적용성을 연구하였다.

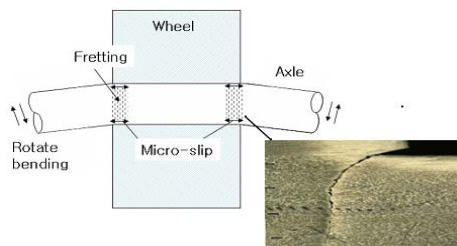


Fig. 1 Fretting damage area of railway wheelset

2. 실험방법 및 절차

2.1 시험편 및 센서

압입부 손상검출에 사용된 시험편은 Fig. 1과 같이 차축형상의 시편에 인공결함을 가공하고 그 위에 차륜형상의 시편을 끼워맞춘 형태로 시험하였다. 시편은 실제 사용되고 있는 차륜과 차축에서 채취하였다.

본 연구에서 적용하고자 하는 센서는 일종의 전위차(potential drop)를 이용하는 방법이다. 기존 전위차 방법은 시편표면에 전류를 흘려서 균열부위의 전위차 변화를 감지하여 검출하는 방식이지만 본 연구는 유도전선을 도입하여 시편표면에 발생하는 유도전류에 따른 전위차의 변화를 이용한 방법으로 국부적인 탐상에 유리한 점을 가지고 있다.

2.2 시험장치 및 시험조건

본 연구의 결함 검지 시스템은 Fig. 2와 같이 시험편 이동이 자유로운 자동이송 지그, 시험편과의 접촉압력을 일정하게 유지하기 위한 타이머가 부착되어 있는 결함검지용 센서와 전위차의 변화를 측정할 수 있는 장치로 구성되어 있다. 본 시스템의 구성에서 전위차의 측정 장치는 Matelect사의 CGM-5R type을 사용하였다. 또한 접촉압력의 조절은 수동 및 자동으로 제어가 가능하며 센서형상에 따라 지그설계가 가능하도록 설계되어 있다.

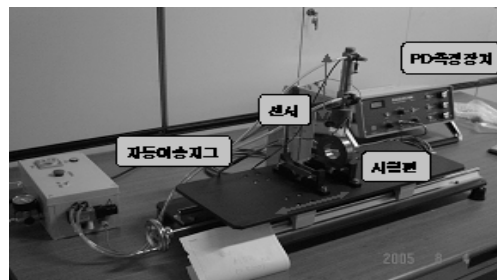


Fig. 2 Measurement system

Table 1에 시험조건을 나타낸다. 입력전류는 2(A)로 일정하게 공급하며 검출의 정확도를 높이기 위하여 주파수를 대역별로 조절하여 시험하였

다. 검출 스캔방향은 차축시편을 기준으로 길이방향과 원주방향으로 시험하였다.

Table 1 Test conditions

Frequency (kHz)	Current (A)	Gain (dB)
0.3, 3, 30	2.0	70, 90

3. 실험결과 및 고찰

Fig.3 ~ Fig.4는 유도전류를 이용한 전위차법에 의한 프레팅 영역의 손상 검출결과를 보여준다.

Fig. 3에서는 차축의 길이방향에서 프레팅 영역에 발생하는 균열을 검지하는 결과를 나타낸 것이다. 압입된 균열로부터 3.5 mm 이내에서 전위차의 변화가 발생하고 있으며 균열로부터 센싱 위치가 멀어질수록 전위차의 변화는 미미해지고 있다.

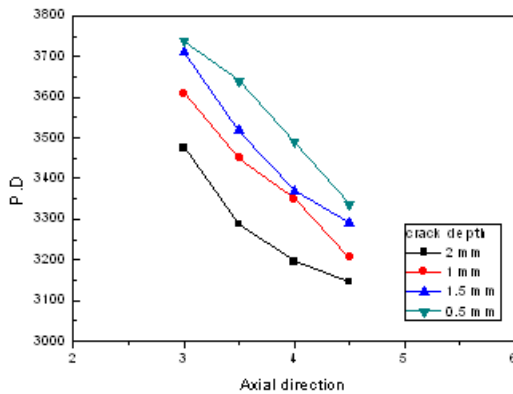


Fig. 3 P.D variations in axial direction

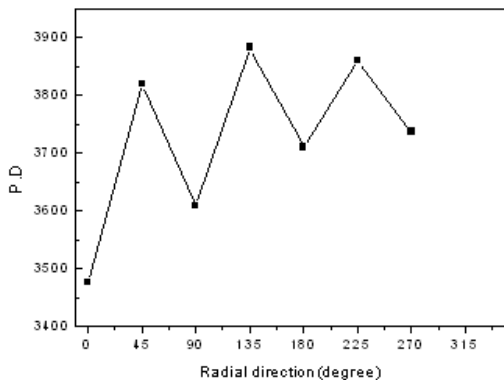


Fig. 4 P.D variations in radial direction

Fig. 4는 원주방향에서의 프레팅 영역에 대한 손상 검출능을 나타낸다. 균열깊이가 깊을 수록 전위차의 변화가 분명하게 나타나고 있음을 볼 수 있으며 1.0mm이하의 균열깊이에 대하여 전위차의 변화가 포화되어 균열위치인지 구분이 모호하다. 그러나 1.0mm 이상의 프레팅 균열에 대해서는 충분히 정도높게 검출되고 있음을 알 수 있다.

유도 전위차법을 이용한 프레팅 영역에서의 미세한 균열검출이 쉽지 않은 것은 차축에 압입되는 차륜이 전위차의 흐름을 방해하는 것으로 생각되어 지며 추후에 이러한 결과를 개선하면 보다 정도 높은 센서를 개발할 수 있으리라 생각된다.

또한 전위차의 변화로 프레팅 영역에서 발생하는 손상을 충분히 검출할 수 있음을 알 수 있으며 단지 원격거리에서의 탐상은 센싱 감도를 위하여 추후에 추가적으로 연구가 필요하다.

3. 결론

본 연구에서는 철도 차륜과 차축의 압입부인 프레팅 영역에서 발생하는 균열의 검출능에 대하여 신개념의 센서를 이용하여 적용하고자 하였다. 그 결과 균열검출이 용이하지 않은 프레팅 영역에서 1.0 mm이상의 균열깊이에 대하여 정도 높게 검출할 수 있음을 보여 주었다.

참고문헌

1. K. Hirakawa and M. Kubota, On the fatigue design method for high-speed railway axles, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, Vol. 215, pp.73-82 (2001)
2. J. Yohoso, H. Sakamoto and K. Makino, Inspection of rolling stock axles by using the grazing SH-wave ultrasonic method (in Japanese), RTRI report, Vol.16, No.5, pp.35-40 (2002)
3. T. Shoji, Current status and future direction of potential drop method of QNDE (in Japanese), *Journal of Japan Society for Non Destructive Inspection*, Vol.49, No.11, p.762 (2000)