

열화상 카메라를 이용한 제동디스크와 패드의 접촉부 변화에 관한 실험적 연구

Experimental Study on Disc/pad Contact Variation by Using Thermal Camera

구병춘*[†], 이찬우*

Byeong-Choon Goo*[†]·Chan-Woo Lee*

초 록 디스크/패드 는 철도차량 기계제동 장치의 핵심 부품으로 차량의 운행 안전을 담보하는 역할을 한다. 기계 제동력은 디스크와 패드 사이의 마찰을 통하여 차량의 운동에너지를 열에너지로 소산시켜 차량을 멈추게 한다. 제동 중에 디스크와 패드의 접촉부 압력은 수시로 변하는데 열화상 카메라는 이 현상을 시각적으로 확인할 수 있어 매우 유용한 수단이다. 본 연구에서는 제동다이내미 시뮬레이션 시 열화상 카메라로 접촉부의 온도변화를 통하여 접촉부가 어떻게 변하는지 조사하였다. 온도분포로 판단할 때 접촉부의 압력이 수시로 변하며 국부적인 접촉도 일어나는 것도 확인하였다. 이러한 결과로부터 열 크랙의 발생 현상도 쉽게 유추할 수 있었다.

주요어 : 디스크/패드, 제동, 열화상 카메라, 접촉, 열 크랙

1. 서 론

제동 디스크와 패드 사이의 마찰 시 접촉부는 몇 백도까지 올라가므로 재료의 팽창과 물성의 변화, 개재물, 산화막 등의 영향으로 수시로 변하여 고온부가 제동디스크에 띠 형태로 나타나기도 하고, 반점 형태로 나타나는 등 그 거동이 매우 복잡하다. 접촉부의 거동을 연구하기 위해 수치적인 방법으로 유한요소법으로 접촉해석을 수행하여 접촉부의 압력분포를 예측하기도[1]하나 해석에 관계하는 변수가 너무나 많아 실제로 발생하는 현상을 정확히 모델링하기에는 한계가 있다. 다른 하나의 방법은 열화상 카메라를 이용하는 것이다. 열화상 카메라는 접촉부의 온도를 시각적으로 확인할 수 있어 측정된 온도 분포로부터 압력의 분포를 유추할 수 있다. 무한판의 일차원 문제에서 접촉부 표면의 온도는 표면에 작용하는 열 유속(Heat flux)의 크기 비

례하므로 디스크/패드의 마찰에서도 표면에 서의 열 유속에 거의 비례한다고 가정할 수 있다.

본 연구에서는 실물 제동디스크와 패드가 장착된 제동다이내미에서 150 km/h의 속도에서 제동 시 열화상 카메라로 제동디스크의 표면온도를 관찰하여 온도분포가 변화하는 양상으로부터 접촉부의 변화를 유추하였다.

2. 제동 다이내미미터 시험

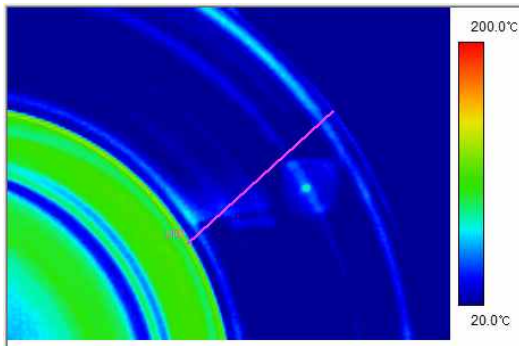
실물 크기의 제동 디스크와 패드를 제동 다이내미미터에 장착하여 실제 열차의 제동디스크가 부담하는 운동에너지와 유사한 크기의 운동에너지를 부가할 수 있게 관성 모멘트를 설정하고 150 km/h의 속도에서 제동을 체결하였다[2]. 제동 다이내미미터의 관성의 크기는 1,177 Kg-m²이고, 디스크의 양면에 작용하는 캘리퍼의 총 수직력은 1,600 Kgf이다. 열화상 카메라는 Flir 사의 ThermoVision A20M 모델을 사용하였고 7 Hz로 측정하였다.

[†] 교신저자: 한국철도기술연구원 차세대철도차량
본부 (bcgoo@krii.re.kr)

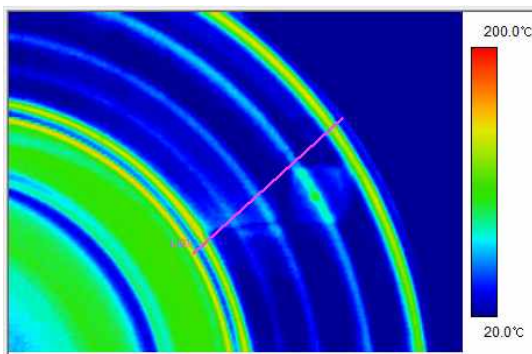
* 한국철도기술연구원 차세대철도차량본부

3. 시험결과 및 결론

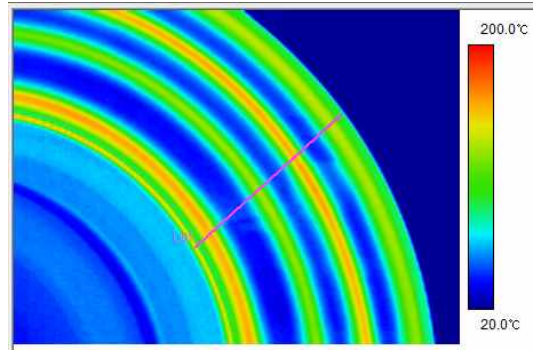
Fig 1은 제동 후 시간의 경과와 함께 촬영된 열화상 이미지를 보여준다. 제동패드의 전체 면이 디스크와 접촉하지 않고 일부 영역에서 접촉하며 접촉형태가 변화하는 것을 볼 수 있다. 이렇게 국부적으로 온도 변화가 생기면 큰 열응력을 만들어 열 크랙을 유발할 수 있다. 패드와 디스크가 일정한 압력으로 접촉한다고 가정하여 열 해석을 수행하면 생성되는 열응력이 작아 열 크랙 발생을 잘 설명할 수 없지만 열화상 이미지에서 보여주는 국부적인 접촉현상에 의한 급격한 온도 구배는 열 크랙 발생에 대한 원인을 쉽게 설명해 준다.



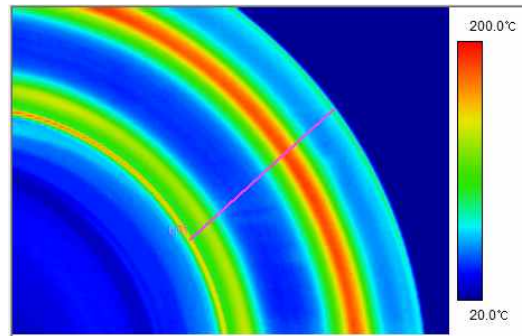
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 1. Thermal images of disc surface during braking

후 기

본 연구는 한국철도기술연구원 주요사업의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] D.J. Kim C.S. Seok J.M. Koo W.T. We B.C. Goo, J.I. Won (2010) Fatigue life assessment for brake disc of railway vehicle, *Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures*, 33(1), pp. 37-42.
- [2] International Union of Railways (2010) Brakes-Disc brakes and their application-General conditions for the approval of brake pads, UIC 541-3.