

(), (), ()
()

Fracture Mechanics Characteristics of Wheel Materials for High Speed Train

S.J.Kwon(KRRI), J.W. Seo(KRRI), M.H.Hur(KRRI), S.T.Kwon(KRRI)

ABSTRACT

The service demands of railway vehicles have become severe in recent years due to a general increase in operating speeds. It is very important to evaluate the fracture mechanics characteristics with respect to high-speed train wheel. In the present study, fracture mechanics characterization tests were carried out in accordance with various wheel materials. The result shows that fracture mechanics characteristic should be considered in the design code of the wheel materials.

Key Words : High speed train (), Wheel (), Fracture toughness (), Fatigue crack growth rate (), Impact energy ()

1.

한국고속철도 KTX의 상업운행이 본격화되면서 사회전반에 걸쳐 고속화에 의한 경제적, 사회적 영향을 미치고 있다. 이러한 고속철도 시스템은 안전성과 신뢰성을 최우선으로 운행되어야 하며 고속주행 중의 차륜 손상으로 인한 탈선사고는 막대한 인명과 재산의 피해를 가져오기 때문에 이의 정량적 안전성 평가가 필요하다.

독일 고속철도인 ICE의 차륜 피로파괴로 인한 사상 사고에서 볼 수 있듯이 신뢰성을 높이기 위하여 철도차량 부품의 파괴역학적 특성을 평가하는 것은 승객의 안전성 확보관점에서 대단히 중요한 문제이다.

기존성 차륜재의 파괴역학적 특성에 대한 연구는 그동안 많은 연구자들에 의하여 실시되어져 왔다. Hirakawa 등은 차륜립부의 취성파괴에 대하여 선형파괴역학을 이용하여 균열진전 한계조건을 계산하였다[1]. Sakamoto 등은 탄소함유량에 따른 차륜재 파괴인성의 개선에 관하여 연구하였으며 답면제동시의 파괴인성치를 이용하여 차륜의 파괴조건을 계산하기도 하였다[2]. Akberg 등은 레일과

의 구름접촉피로가 차륜의 파괴인성에 미치는 영향에 대한 연구를 하였으며, 차륜답면의 이방성을 고려하여 충격인성실험을 실시하였다[3]. Akama는 차륜의 파손사고가 동절기에 집중적으로 발생하며 이는 차륜답면의 파괴인성치와 관련이 있음을 보고하였다[4].

파괴역학적 특성은 원자력 용기, 항공기, 선박 등의 대형구조물에서 필수불가결의 기본적인 자료로서 활용되어지고 있으며 최근 철도차량 구조물에도 적용하려는 경향이 대두되고 있다. 그러나 고속철도용 차륜재의 파괴역학적 안전성 평가에 관한 지금까지의 연구는 대단히 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 고속철도용 차륜재의 규격제정 데이터로 활용하기 위하여 고속철도 차륜재들의 파괴인성, 피로균열진전속도, 온도의존성의 충격인성 특성에 대하여 비교 연구하였다.

2.

2.1

가

(tread)

Fig. 1

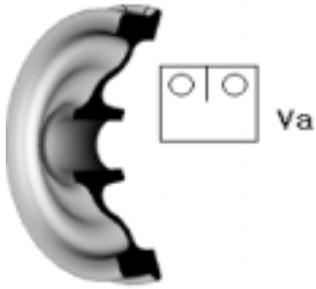


Fig. 1 Location of specimen

2.2

Table 1

Table 1 Chemical composition of wheel materials

comp mat'l	C	Si	P	S	Mn
A-wheel	0.70	0.30	<0.045	<0.045	0.80
B-wheel	0.52	0.40	0.035	0.035	0.80

(KIC) ASTM E399
 Fig. 2 1TCT
 [7]. ASTM E647
 ASTM23-00

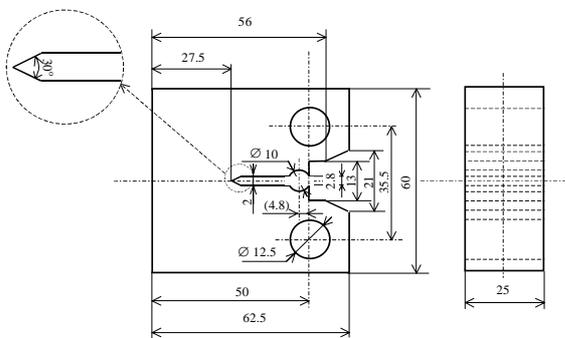


Fig. 2 CT specimen for fracture toughness

0.005mm/sec

$a/W = 0.5$
 $20 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0.5}$

R=0.1

0.5TCT

COD gage

가

300 J,

5.6 m/s

-20

가

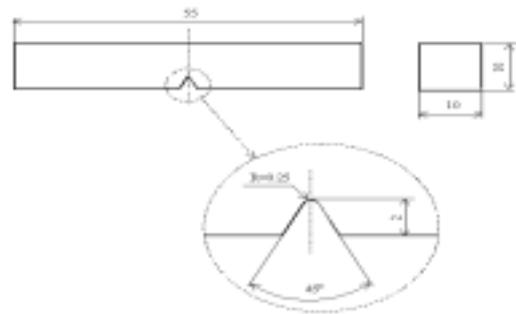


Fig. 3 Specimen for Charpy impact test

3.

3.1

Fig.4 2

Table 1

A

가 B

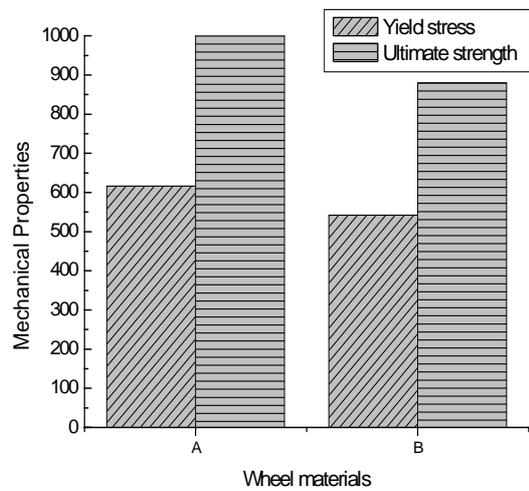


Fig. 4 Mechanical properties

27.7% B A 16.2%
 21.2% 44.39%
 A 가 B

Fig 7

S

3.2

가 Fig.5

B 가 A

prEN.13262
 80 MPa·m^{0.5}
 Fig. 4 B 가 A

가

가

가

A

B

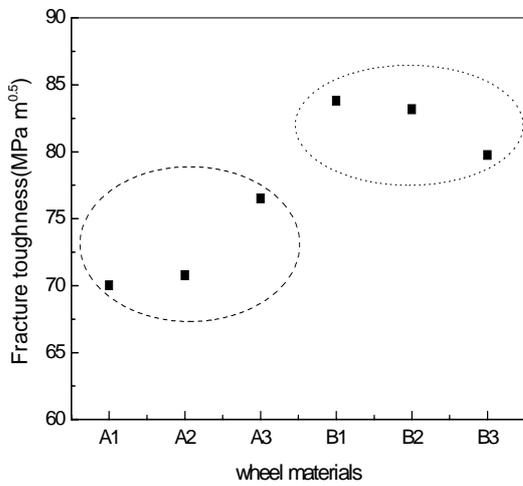


Fig. 5 Fracture toughness

Fig 6

B

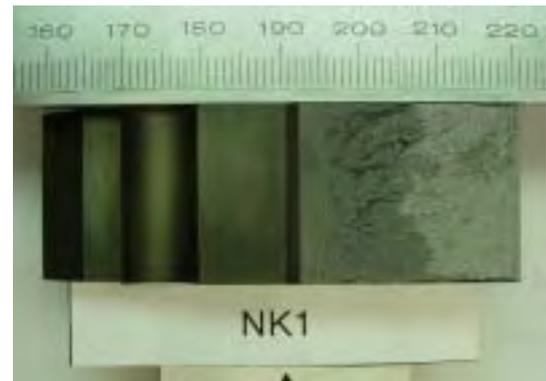
A

B

가



(a) A wheel material



(b) B wheel material

Fig. 6 Fracture surface

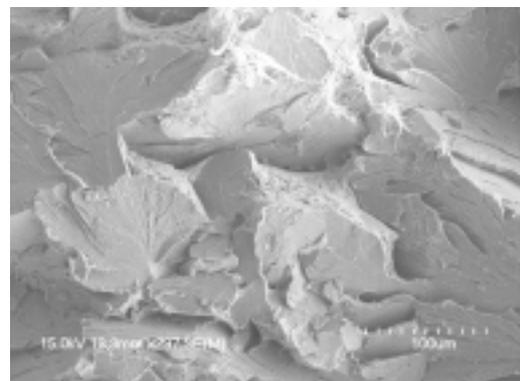


Fig. 7 Micro structure of wheel

3.3

Fig.8

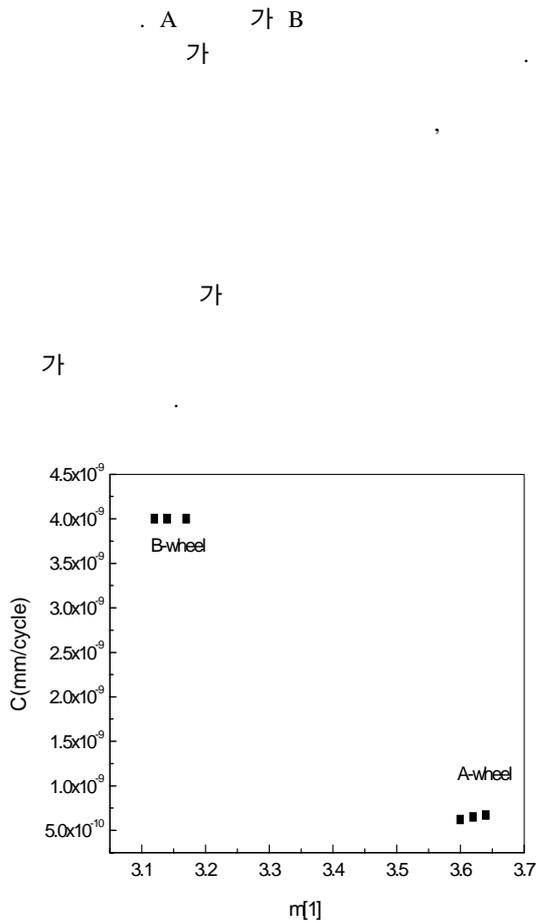


Fig. 8 Fatigue crack growth rate

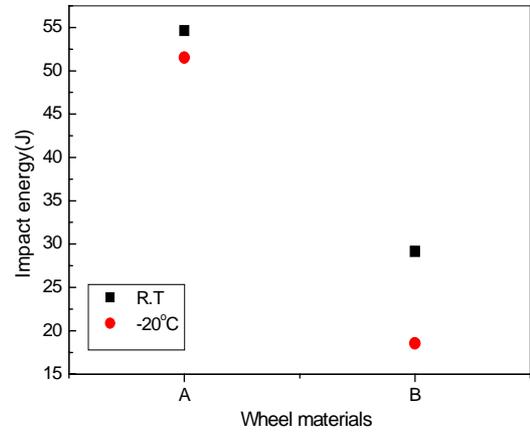
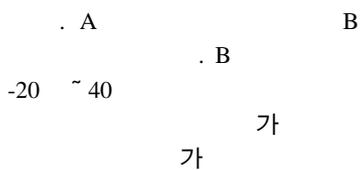


Fig. 9 Impact energy

3.4

Fig. 8



가 B
가
가
TSR TCR
가 가
가

4.

1. 平川賢治,時政勝行,鐵道車輛用輪軸の強度評價,住友金屬,32-3, p349-358, 1980
2. H. Sakamoto, K. Toyama, K. Hirakawa, Fracture toughness of medium carbon steel for railroad wheel, Material science engineering, Vol. 285, pp.288-292, 2000
3. A. Ekberg, Rolling contact fatigue of railway wheels -a parametric study, Wear, 211, p280-288,1997. 149-150, 1999.
4. Makoto Akama, A study on the critical crack sizes that cause wheel fracture. World Congress Railway Research 2001.10