

여객 차량의 차륜플랜지 마모특성 분석

Analysis of wheel flange wear characteristics for passenger rolling-stock

허현무*
Hur, Hyun-Moo

이찬우**
Lee, Chan-Woo

김형진**
Kim, Hyung-Jin

ABSTRACT

This study was started to develop maintenance technology for wheel tread suitable domestic railway environment. As a pre-study to develop optimal wheel tread, we analyzed the wear characteristics of wheel tread that is being applied to railway rolling-stock in KNR. To analyze wheel wear characteristics, we have conducted the simulation and experiment for passenger rolling-stock and obtained useful datum. Here, we describe some results.

1. 서론

국내 기존선로와 같이 곡선비중이 많은 선로에서의 차량 운용은 차량의 주행속도를 저하시키는 요인이 되며, 차량 유지보수측면에서는 차륜의 마모, 차량 구성품의 손상등의 문제를 초래한다. 철도차량에 있어서 차륜과 레일의 접촉현상은 차량의 동적거동 및 주행속도에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며, 특히 차륜담면의 형상은 차량의 곡선주행성과 차륜유지보수 측면에서 큰 영향을 미침으로 신차 제작시나 운용선로 변경시엔 차량/궤도와 의 연관관계 검토측면에서 우선적으로 검토되어야 할 항목이다.

국내에서 적용되고 있는 차륜담면 형상은 원추형으로 1/40담면, 1/20담면이 있으며, 원호형으로 1/20heumann담면이 적용되고 있다. 그러나 이러한 차륜담면형상의 국내 배경을 살펴보면 대부분 해외 차량의 국내 도입시에 차량의 고속주행성능에 초점을 맞추어 도입된 차륜담면 형상으로서 곡선비중이 많은 국내 선형특성과의 연관관계 검토가 미흡한 면이 있다. 이는 차륜의 과도한 플랜지마모를 초래하게 되며, 이는 차량의 차량 동적성능 측면에선 진동 및 승차감 악화와 같은 문제를 유발하고, 차량의 유지보수측면에선 차륜담면 원형재생을 위한 차륜의 삭정량 과대, 그로인한 차륜수명 단축, 차륜조기 교체, 삭정비용 증가등의 문제를 유발하고 있다.

반면, 일본, 캐나다, 미국, 유럽등에선 각 국의 선형 및 차량특성에 적합한 차륜담면형상을 개발하여 차륜의 마모저감을 통한 경제적 차륜관리로 유지보수비용 절감에 기여하고 있다. 따라서, 국내에서도 차륜유지보수 측면에서 기존선로의 선형특성에 적합한 차륜담면형상을 개발하여 차륜의 손상 예방을 기할 필요가 있다. 따라서, 본 연구는 국내 실정에 적합한 경제적 차륜담면 관리기술 개발을 목적으로 시작되었으며, 경제적 차륜담면 개발을 위한 선행연구로서 국내에서 적용중인 차륜담면에 대한 마모특성을 분석하였다. 차륜마모특성 분석을 위하여 해석 및 실험적 연구가 수행되었으며 여객차량용 차륜담면을 중심으로 연구결과 일부를 소개한다.

* 한국철도기술연구원 선임연구원, 정회원

** 한국철도기술연구원 책임연구원, 정회원

2. 차륜담면형상 특성

세계 각 국에서는 각 국의 선로, 주행속도, 운용조건등 철도특성에 적합한 여러 종류의 다양한 차륜담면형상이 개발·적용하고 있다. 표1은 각 국의 대표적 차륜담면형상을 나타낸다. 기존선로에서의 차륜담면은 운용조건에 부합하고 주행특성 및 마모특성이 효과적인 담면으로 개발되고 있으며, 담면형상은 원추형에서 원호형으로 개발되는 추세이다. 국내 철도차량의 차륜담면은 표2와 같이 원추형 1/40담면, 1/20담면, 원호형 1/20heumann담면 3종류가 있다. 1/40담면은 객차, 새마을동차, 디젤기관차, 전기기관차에, 1/20담면은 화차, 기관차에 적용되고 있으며, 1/20heumann담면은 객차, 전동차에 적용되고 있다.

표1 철도청 차륜담면형상

차종	직경(mm)	담면형상
객차	860	1/40, 1/20heumann
화차	860	1/20
새마을동차	914	1/40
디젤기관차	1,016	1/40, 1/20
전기기관차	1,250	1/40, 1/20
전동차	860	1/40, 1/20heumann

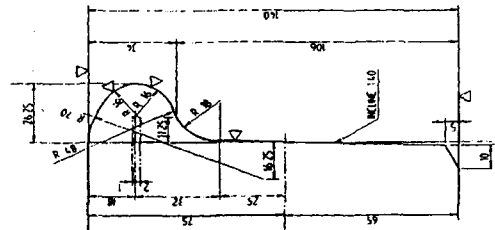


Fig.1 객차용 1/40담면형상

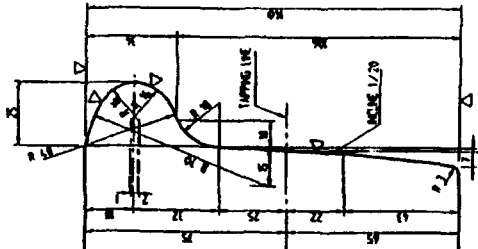


Fig.2 화차용 1/20담면형상

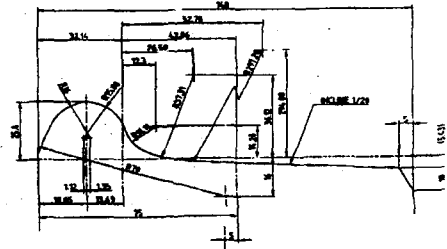


Fig.3 원호형 1/20heumann담면형상

차륜담면형상은 그 담면형상의 특성에 따라 원추형(conical) 및 원호형(arc) 담면형상으로 구분한다. 원추형 담면형상은 담면구배가 주로 1/20구배 및 1/40구배로서 이러한 경사담면 차량은 차량의 1차 현가계특성에 따라 그 특성이 다르지만 일반적으로 직선구간에서 차량의 고속주행시 사행동에 대한 주행안전성은 우수하지만 곡선구간 주행에 대해서는 차륜플랜지의 2점접촉을 유발하여 차륜횡압의 증가를 초래하여 안전성, 차륜/레일의 손상측면에서 문제점을 내포하고 있다.

표2 원추형 및 원호형 차륜담면특성

구분	원추형	원호형
윤축좌우변위에 대한 차륜반경차	작다	크다
윤축좌우변위에 대한 차륜담면구배	작다	크다
레일과 플랜지 접촉점	· 2점 접촉	· 레일의 종류에 따라 접촉현상이 다름
장점	· 사행동 임계속도가 상대적으로 높다. · 차륜담면형상이 단순	· 곡선주행성능 우수
단점	· 곡선주행성능 원호형 담면 적용차량 보다 저하한다.	· 사행동 임계속도가 상대적으로 낮다. · 제물자에 의한 차륜담면마모로 담면형상의 손상으로 사행동이 발생하기 쉽다. · 차륜담면형상 복잡
사례	1/20, 1/40차륜담면	1/20heumann차륜담면

이러한 원추형담면의 문제점을 개선하기 위해선 차륜의 담면구배를 크게하는 것이 효과적이지만

이는 역으로 차량의 고속주행성능을 저하시키게 한다. 이 양자의 상충되는 특성을 양립할 목적으로 원호형 차륜담면형상이 개발되었다. 표2는 원추형 및 원호형 차륜담면의 특징을 나타낸다.

Fig.4는 일본 재래선에서 적용중인 원추형 및 원호형 차륜담면형상에 대하여 직선구간 및 곡선구간통과시의 차륜응력분포 해석을 수행한 사례이다. 원호형의 개발개념에 부합하게 원추형에 비하여 원호형이 곡선구간에서 접촉응력이 작게 발생하고 있음을 알 수 있다. 이는 원호형이 플랜지목 부분의 급격한 곡선변화를 없게 하여 곡선통과시 차륜·레일의 접촉면적을 증가에 따른 접촉응력의 감소를 유도한 결과라 할 수 있다.

Fig.5는 일본 재래선에서 원추형 및 원호형 담면형상을 전동차에 적용하여 150,000km 주행시켜 주행거리 변화에 대한 플랜지경사각 변화를 추적한 선도이다. 그림에서 보듯이 원호형이 원추형에 비하여 주행거리 변화에 따라 플랜지경사각이 일정하게 유지되는 반면, 원추형은 경사각 변화가 급격하게 진행됨을 알 수 있다. 이는 결국 원추형이 주행거리 누적에 따라 차륜플랜지의 형상변화가 커서 차량의 동적성능에 악영향을 초래할 수 있다는 점을 추론할 수 있으며, 직립마모현상이 조기에 발생하여 유지보수측면에서의 문제요인이 됨을 알 수 있다.

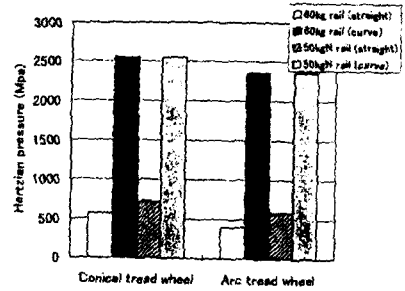


Fig.4 접촉응력해석 (예(일본))

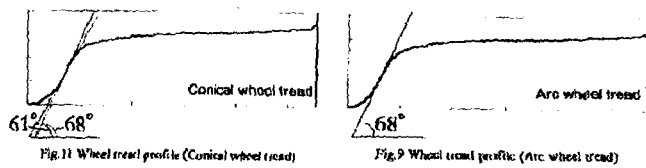


Fig.11 Wheel tread profile (Conical wheel tread)

Fig.9 Wheel tread profile (Arc wheel tread)

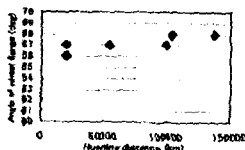
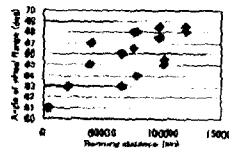


Fig.5 차륜플랜지 경사각변화 추이

3. 차륜담면특성 해석

3.1 곡선주행성능 해석

차륜담면형상은 직선구간 주행시엔 차량의 최고속도에 영향을 미치며, 곡선구간 주행시엔 차륜의 마모와 관련된 어택각(angle of attack), 횡압(lateral force)과 같은 인자에 영향을 미친다. 따라서, 철도차량의 곡선통과시, 차륜담면형상에 따른 주행특성을 분석하기 위하여 곡선통과시를 가정하여 곡선주행 해석을 수행하였다.

해석구간은 차량현가계 및 차륜담면에 대한 차륜마모관련 영향분석을 위하여 궤도틀림이 없는 이상적인 곡선구간으로 가정하여 곡선반경 500m 곡선에 대하여 100km/h의 속도로 주행할 때를 가정하여 해석하였다. 차륜담면형상에 따른 곡선주행성능 분석을 위하여 KT23무궁화객차를 대상으로 하여 1/40담면, 1/20heumann담면 적용시의 곡선주행해석을 수행하였다. Fig.6과 Fig.7은 곡선주행성능과 관련된 어택각과 횡압에 대한 결과이다. 어택각, 횡압 모두 1/40담면에 비하여 1/20heumann담면이 작게 발생하고 있다. 이는 1/20heumann담면이 대표적인 원호형담면으로서 곡선적용성능 향상을 목적으로 개발된 원호형담면의 설계개념과 부합된 결과임을 알 수 있다.

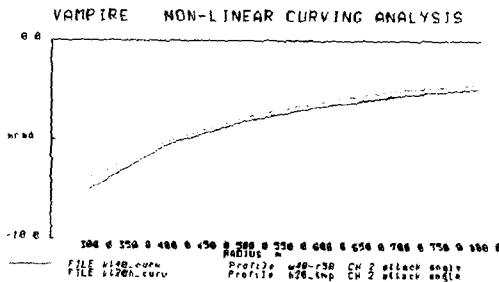


Fig.6 곡선주행성능비교(angle of attack)

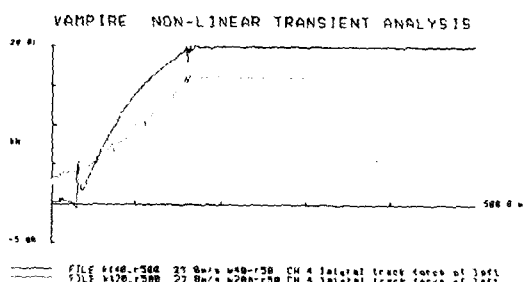


Fig.7 곡선주행성능비교(lateral force)

3.2 차륜담면 응력해석

차륜의 마모저감을 위해선 차륜/레일 접촉시 차륜의 횡방향으로 가해지는 횡압을 저감시켜야 하며, 또한 차량의 동적성능이 확보되는 범위내에서 차륜담면에 대한 응력집중현상을 가능한 저하시키는 것이 바람직하다.

따라서 국내에서 적용중인 차륜담면형상을 대상으로 차륜담면형상에 따라 작용하는 응력분포를 분석하기 위하여 차륜담면에 대한 응력분포해석을 수행하였다. 응력분포해석을 위한 수치해석은 유한요소해석 범용프로그램을 사용하였으며, 해석에 적용한 가정은 다음과 같다.

- 차륜은 국내에서 적용중인 원추형 1/40담면, 1/20담면, 원호형 1/20 heumann담면, 1/40마모담면을 대상으로 유한요소 모델링하였으며, 대칭성을 고려하여 차륜의 절반만을 모델링하였다.
- 레일은 50kgN레일을 대상으로 레일구배 1/40를 주어 모델링하였다.
- 하중조건은 차륜당 수직하중 84,000N이 작용한다고 가정하였다.
- 차륜/레일의 접촉점은 전절에서 해석한 각 각의 차륜담면과 레일형상의 조합에 의해 접촉하는 점을 찾아 해석하였다. 해석조건 및 주요 물성치는 표3, 표4와 같다.

표3 차륜응력해석조건

구분	레일	차륜	적용 차량
1	50kgN	1/40	새마을, 무궁화
2	"	1/40(마모)	새마을, 무궁화
3	"	1/20heumann	무궁화
4	"	1/20	화차, KNR 과천선

표4 차륜응력분포해석에 적용된 주요 물성치

구분	물성치
Young's Modulus, E (Pa)	2.1×10^{11}
Poisson's Ratio, n	0.3
Density, r (kg/m ³)	7,850
Yield Stress, S _y (Pa)	8.8×10^8
Friction Coefficient, m	0.25

Fig.8은 차륜응력분포해석을 위하여 모델링된 차륜과 레일의 3D형상을 나타낸다. Fig.9는 차륜/레일의 접촉점에 따른 표면최대응력을 선도로 표시한 그림이다. 그림에서 알 수 있듯이 직선선로 주행시와 같이 차륜담면이 접촉하고 있는 영역에서는 원추형 1/40담면이 원호형 1/20heumann담면에 비하여 표면최대응력(Hertzian Stress)이 크게 발생하고 있음을 알 수 있다.

반면 곡선주행시를 가정한 횡방향으로 6mm이상 이동후의 접촉점에서의 응력분포를 살펴보면 원호형 1/20heumann담면이 원추형 1/40담면에 비하여 표면최대응력이 작게 발생하고 있음을 알 수 있다. 이는 곡선통과시 차륜응력집중현상을 예방하기 위한 원호형 1/20 heumann담면의 설계 목적과 부합한 결과로서, 차륜담면에 다양한 원호를 조합함으로써 횡압작용시 차륜표면에 응력이 집중되는 것을 예방하기 위한 설계 개념에서 비롯되었다고 판단된다.

또한, 1/40원형담면과 1/40마모담면을 비교하여 보면 곡선구간 주행시의 접촉영역에서 원형보다 마모차륜의 응력분포가 적게 발생하고 있음을 알 수 있다. 이 또한 차량주행시 마모에 의하여 레일에 작용하는 과정 중, 응력의 집중을 분산시키고 마모되는 자연스러운 응력분산과정에서 비롯된 결과로 사료된다. 이는 미국 AAR의 화차용 최적차륜담면 개발과정에서 적용되었듯이, 마모된 차륜담면형상에서 최적차륜담면을 도출하는 개념과도 부합한다고 할 수 있다.



Fig.8 차륜/레일 모델

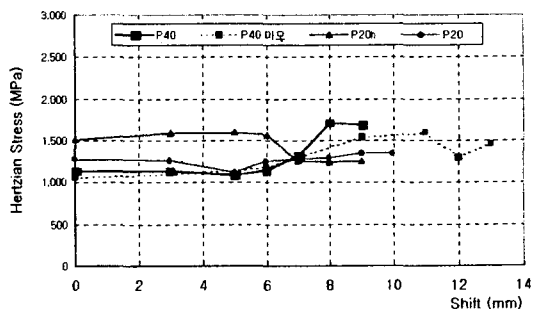


Fig.9 차륜접촉점에 따른 응력변화

4. 차륜마모특성시험

차륜마모특성관련 해석결과의 타당성 분석을 위하여 실차시험을 수행하였다. 차량은 국내에서 대표적으로 운용되고 있는 새마을호 및 무궁화호 객차를 대상으로 하였으며, 차종별 마모특성분석과 선로별 마모특성, 답면형상별 마모특성 분석을 위하여 시험조건 및 운용조건을 설정하였다.

차륜의 마모는 차량의 검수상태 및 시험운용조건에 의한 영향이 크므로 객관적 시험데이터 확보를 위하여 시험차량의 정상적 운용이 가능한 원형정비 조건으로 검수완료토록 하였으며, 차륜답면의 형상 또한 시험조건별로 도면에 부합하게 작성하였다. 표5는 시험조건별 차륜마모특성 분석을 위하여 설정된 시험조건으로 시험차호에 따른 대차, 차륜답면, 주운용선로를 나타낸다.

시험조건으로 설정된 시험차는 지정선로인 경부선 및 중앙선에 투입 운용토록 하였으며, 시험차량의 차륜 마모패턴 및 마모량 정량화를 위하여 차륜의 형상과 주요 치수를 측정하였다. 차륜답면 측정은 시험차량 시험조건부여후 각 운용선로 투입전 원형답면형상 측정을 시작으로 2개월 단위로 계속하였다.

차륜답면형상 측정은 Denmark Greenwood Eng.사의 MINIPROF

wheel/rail 측정기를 사용하였다. 차륜측정센서와 컴퓨터로 구성되어 있으며 최대 0.01mm의 정밀도를 보유하고 있다. Fig.10은 차륜답면형상측정기에 의하여 측정된 차륜의 주요 치수로서, 플랜지두께 Sd(mm), 플랜지높이 Sh(mm), 플랜지구배 qR(mm) 등으로 구분된다.

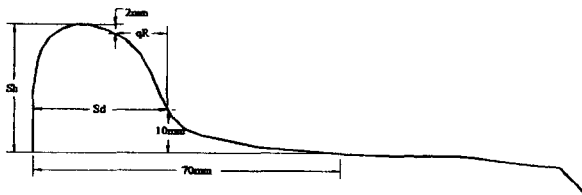


Fig.10 차륜 주요치수(Sd, Sh, qR)의 정의

□ 시험차량의 차륜마모 데이터의 타당성을 파악하기 위하여 동일 조건에서 운용중인 복수의 차량을 대상으로 마모 데이터를 비교하였다. 표6과 Fig.11은 동종 차량별 시험결과를 정리한 선도로서, 동일조건인 시험차량은 차종, 대차, 답면등의 차량특성과 운용선로가 동일한 조건이면 마모량은 거의 같은 수준의 결과를 보이고 있음을 알 수 있다. 이는 국내에서 운용중인 다양한 차량들에 대하여 샘플링을 한 차량의 시험데이터가 그 차종에 대한 대표성을 나타내기에 타당함을 알 수 있다.

표5 시험차량 운용현황

구분	차호	시험차량	대차	답면	주운용선로
1	584	새마을객차	MAN	1/40	경부선
2	641	"	ASEA	1/40	
3	11527	무궁화객차	NT21	1/40	
4	12122	"	"	"	
5	10131	"	KT23	1/40	
6	10122	"	KT23	1/20h	
7	12089	무궁화객차	NT21	1/40	중앙선
8	12156	"	"	"	
9	12501	"	KT23	1/20h	
10	12503	"	"	"	
11	11152	새마을객차	ASEA	1/40	

시험차량의 차륜마모를 분석하기 위하여 차륜 주요 치수중 플랜지마모와 관련된 플랜지두께(Sd)를 대상으로 마모경향을 분석하였다. 8개의 차륜으로 구성되어 있는 각 시험차량은 각 차륜별 마모량에 차이가 있기 때문에, 각 시험차량의 마모특성을 대표하기 위하여 전 차륜에 대한 마모량 평균을 취하여 비교하였다.

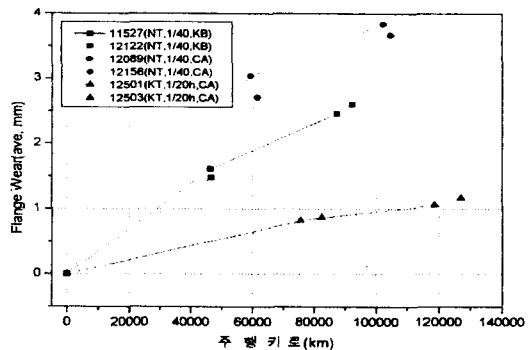


Fig.11 동종차량별 마모특성

표6 동종 차량별 시험결과

구분	차호	시험차량	대차	담면	주운용선로	주행키로 (km)	마모량 (mm)	10,000km당 마모량(mm)
1	11527	무궁화객차	NT21	1/40	경부선	87,220	2.46	0.28
2	12122	"	"	"	"	92,160	2.60	0.28
3	12089	무궁화객차	NT21	1/40	중앙선	102,190	3.84	0.38
4	12156	"	"	"	"	104,544	3.67	0.35
5	12501	"	KT23	1/20h	"	118,738	1.06	0.09
6	12503	"	"	"	"	127,028	1.17	0.09

□ 담면형상별 마모특성을 살펴보면 다음과 같다. KT23무궁화객차 시험차량(10131호, 10122호)을 대상으로 1/40담면, 1/20 heumann담면을 적용하여 경부선(서울~부산간)구간에 시험운용 하였으며, 차호별 주행거리는 약 90,000km를 상회한다. Fig.12~Fig.13은 각 담면의 마모유형으로 원추형 1/40담면을 적용한 시험차량(10131호)의 마모유형은 플랜지부에 직립마모현상이 발생하고 있으며, 이로 인한 플랜지경사각 변화가 크게 발생하고 있다. 반면, 원호형 1/20heumann담면적용 시험차량(10122호)에 대한 마모유형은 플랜지목부분에 국한한 미소한 마모가 발생하고 있으며, 직립마모현상이나 플랜지경사각의 큰 변화는 없음을 알 수 있다.

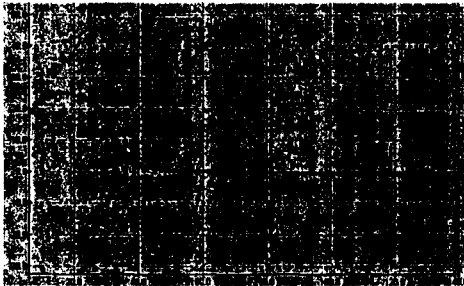


Fig.12 1/40차륜담면 마모유형

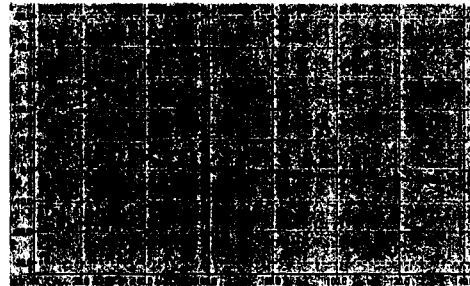


Fig.13 1/20h차륜담면 마모유형

표7과 Fig.14는 플랜지마모 추이를 정리한 표와 선도이다. 플랜지마모량을 10,000당 마모량으로 환산하면 1/40담면 적용차량이 0.2mm, 1/20heumann담면 적용차량이 0.02mm로 1/40담면 적용차량의 약 1/10 수준임을 알 수 있다. 이는 1/20heumann담면 형상이 원호형 담면의 대표적 차륜담면형상이며, 곡선주행시 플랜지 마모저감을 위하여 용력의 집중방지과, 횡압저감, 어택각 저감을 도모한 설계개념과 부합한 시험결과라 할 수 있으며, 이는 앞서 기술한 해석결과와도 잘 부합하고 있음을 알 수 있다.

표7 담면형상별 시험결과

구분	차호	시험차량	대차	담면	주운용선로	주행키로 (km)	마모량 (mm)	10,000km당 마모량(mm)
1	10131	무궁화객차	KT23	1/40	경부선	91,154	1.97	0.22
2	10122	"	"	1/20h	"	98,400	0.20	0.02

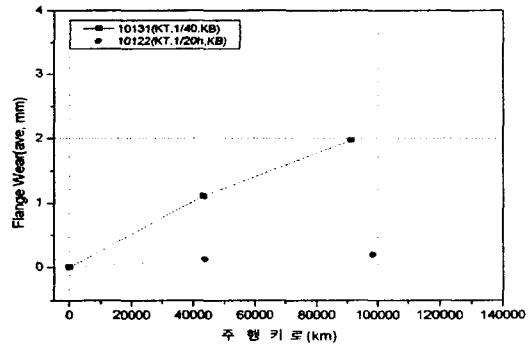


Fig.14 담면형상별 마모특성

□ 대차현가계 특성에 따른 차륜마모특성을 분석하였다. 차륜의 마모는 차량의 현가계특성에 영향을 받고 있으며, 특히 1차현가계특성에 영향을 많이 받는다. 따라서 동일담면, 동일선로 운용시에 따른 대차별 마모특성을 파악하기 위하여 다음과 같이 시험을 수행하였다. 표8은 본 시험에 적용된 시

험차량에 대한 현가계특성을 나타낸 표이다. 시험차량은 NT21, KT23, MAN, ASEA대차 4종의 대차적용 차량을 대상으로 하였으며, 모두 1/40답면으로 사정후 경부선(서울~부산)동일선에 동일기간 시험운용하였다.

표8 대차특성별 시험차량 현가계특성

구분	차호	대차	1차현가계	2차현가계	비고
1	11527	NT21	Coil Spring	Coil Spring	1/40답면적용
2	10131	KT23	Rubber Spring	Air Spring	
3	584	MAN	Coil Spring	Air Spring	경부선 운용
4	641	ASEA	Rubber Spring	Coil Spring	

Fig.15는 주행거리에 따른 차륜플랜지 마모량을 나타낸 선도이다. 시험차량에 따라 다소 차이가 있기는 하나 약 90,000km내외로 운용되었으며 마모특성은 다음과 같다. 동일 주행거리를 기준으로 보면 NT21대차 적용차량이 가장 마모량이 크며, ASEA대차 적용차량의 마모량이 가장 적음을 알 수 있다. 대차별 마모량은 NT21→MAN→KT23→ASEA 대차 순으로 차륜의 마모측면에서는 코일스프링을 적용한 NT21, MAN대차에 비하여, 세브론 고무스프링을 축상스프링으로 적용한 KT23, ASEA대차가 마모특성면에선 우수함을 알 수 있다. 또한 같은 세브론 고무스프링이라도 ASEA대차가 KT23대차보다 양호함을 알 수 있다.

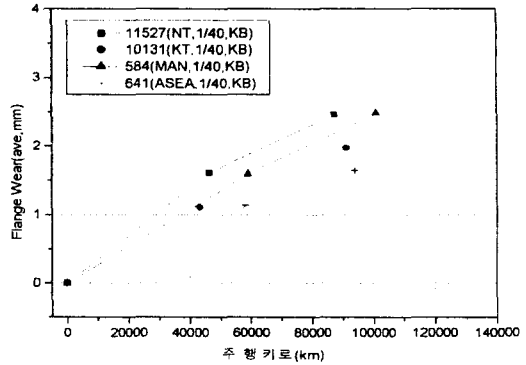


Fig.15 대차별 마모특성

따라서 국내에서 운용중인 대차를 대상으로 한 본 실험에서 알 수 있듯이, 차륜의 마모저감을 위해선 신차개발시 1차현가계 조향성 향상을 위한 1차현가계 설계변수 최적화에 대한 검토가 필요하다고 판단된다. 이는 차륜마모저감을 위한 근본적 해결방안이면서도 차륜유지비용 절감을 위한 가장 효율적인 방안이기도 하다.

표9 대차특성별 시험결과

구분	차호	시험차량	대차	답면	주운용선로	주행키로 (km)	마모량 (mm)	10,00km당 마모량(mm)
1	11527	무궁화객차	NT21	1/40	경부선	87,220	2.46	0.28
2	10131	"	KT23	"	"	91,154	1.97	0.22
3	584	새마을객차	MAN	"	"	100,900	2.48	0.25
4	641	"	ASEA	"	"	93,835	1.64	0.17

□ 선로별 마모특성을 분석하기 위하여 3종의 차량을 대상으로 경부선과 중앙선을 대상으로 시험운용하였다. 시험결과 표10에서의 같이 3차종 모두 중앙선에서 운용중인 차량의 마모량이 증가하였다. 이는 전체 선형중 R500이하의 급곡선 비율이 경부선이 약 5%, 중앙선이 약 30%로서 중앙선의 곡선비율이 높은 이유에서 차량의 곡선주행시 횡압증가에 의한 차륜마모량이 증가하였음을 알 수 있다. 또한 차종별론 KT231대차 적용차량(12503호)이 중앙선 운용시 마모량이 가장 적으므로 곡선주행성능이 우수한 1/20heumann답면적용 KT23대차 적용차량이 차륜 손상예방 측면에서 효율적임을 알 수 있다.

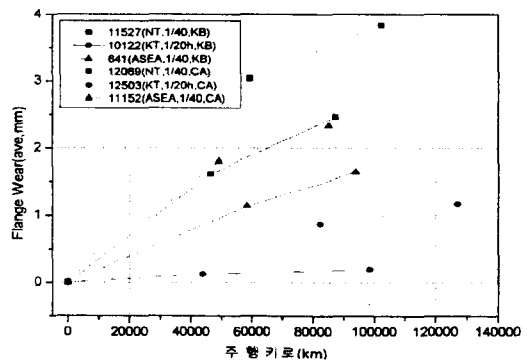


Fig.16 선로별 마모특성

표10 선로별 시험결과

구분	차호	시험차량	대차	답면	주운용선로	주행키로 (km)	마모량 (mm)	10,000km당 마모량(mm)
1	11527	무궁화객차	NT21	1/40	경부선	87,220	2.46	0.28
2	10122	"	KT23	1/20h	"	98,400	0.20	0.02
3	641	새마을객차	ASEA	1/40	"	93,835	1.64	0.17
4	12089	무궁화객차	NT21	1/40	중앙선	102,190	3.84	0.38
5	12503	"	KT23	1/20h	"	127,028	1.17	0.09
6	11152	새마을객차	ASEA	1/40	"	85,104	2.33	0.27

5. 결 론

국내에서 적용중인 철도차량용 차륜의 마모특성 분석을 위하여 해석및 실험적 연구를 수행하였다. 여객차량의 대상으로 한 본 연구에서 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- 동일시험 조건으로 시험한 복수 시험차의 마모패턴은 동일한 결과를 나타냄으로 차종별로 샘플링 된 시험차의 대표성은 타당함을 알 수 있다.
- 원호형 차륜답면(1/20heumann답면)이 원추형(1/40답면)에 비하여 플랜지 경사각 변화가 완만하고 마모량이 적어 해석결과와 부합함을 알 수 있다.
- 대차종류별 마모특성은 축상고무스프링을 적용한 ASEA대차 적용차량의 마모량이 가장 적어, 1차 현가계특성에 영향을 받고 있음을 알 수 있으며, 따라서 차량의 운용선로 특성에 적합한 1차현가계 파라미터 최적화가 필요하다.
- 선로별 마모특성은 곡선비율이 높은 중앙선에서의 마모량이 많으며, 따라서 차륜유지보수 측면에서는 곡선주행성능이 우수한 차종의 운용이 효율적이다.
- 차륜마모저감 효과는 대차현가계 변경에 의한 마모저감 효과보다. 차륜답면형상 변경에 의한 마모저감효과가 더 큼을 알 수 있다.

따라서, 국내 여객차량을 대상으로 한 본 실험에서 약 90,000km주행시의 마모량 분석결과를 살펴 보면, 차륜마모에 영향을 미치는 인자는 운용선로, 대차현가계특성 이상으로 차륜답면형상에 크게 영향을 받고 있음을 알 수 있다. 그러므로, 차륜유지보수측면에서 차륜마모저감을 위해선 근본적으로 대차현가계 파라미터 최적화 뿐만아니라 운용되는 차량의 궤도 및 선형조건에 적합한 최적 차륜답면형상을 개발하여 적용함이 현용 차량의 차륜마모저감을 위한 방안으로는 더욱 효율적이며, 이와 더불어 차륜윤활기술을 개발 적용하면 차륜답면관리 측면에선 효율적일 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Vijay K. Garg, and Rao V. Dukkipati, "Dynamics of Railway Vehicle Systems", Academic Press, 1984
2. "NT21대차 운행성능향상 연구", 철도청, 1998
3. 허현무, 이찬우, "무궁화객차의 곡선주행성능 연구", 춘계학술대회논문집, 한국철도학회, 1999
4. 일본기계학회편, "鐵道車輛のグイナミクス", 전기차연구회(주), 1996
5. K. Sasaki, "Development of wheel tread profile for commuter train", CM2000, 2000

후 기

본 연구는 철도청 철도기술연구개발사업으로 지원된 "차륜답면 최적관리시스템 개발"과제의 연구 결과의 일부입니다.