

부산 3호선 전동차 브레이크 디스크 및 차축보스시트 가공방법 개선

Improvement of Processing way of Brake disk and a wheel axle boss seat in Busan metro line 3

김상균 † 박희철* 황석진** 김심인***
Sang Gyun Kim Hee Chul Park Seug Jin Hwang Sim In Kim

Abstract The brake disk of Busan metro line 3 was opened in 2005. It occurred for thermal variation and one-sided worn out because of repeated friction braking of brake disk that can cause noise during braking, uncomfortable ride and inaccurate train stop occurring by braking degradation. When wheel axle boss seat is hand-grinded that uses belt sander, it applies an imbalance force on machine's surface that can cause error. Also processing error can occur by difference in contact speed of journal lathe chuck jaw. Therefore when pressing and fitting a wheel in the wheel axle, The metro can occur danger in safety driving if the diameter of the wheel and wheel axle boss seat is damage. This dissertation made to cut chamfer into zig for brake disc surface that can minimize to disassemble and assemble time, workers, and cost. Also, It can minimize the error of the occurrence of the shape and processing by installing program about automatically processing to wheel axle boss seat on journal lathe and making center stationary jig and adapter.

Keywords : Brake disk, A wheel axle boss seat, Belt sander, Zig, Journal lathe

초 록 2005년도에 개통한 부산 3호선 전동차의 브레이크 디스크는 반복적인 마찰제동으로 열변형과 편마모가 발생되어 제동 시 소음발생 및 승차감 불량, 제동성능저하로 정위치정차 불량 등을 야기시킬 수 있다. 차축 보스시트를 벨트 샌더로 수동연마 시 가공면에 가해지는 힘의 불균형으로 형상오차가 발생되고 또한 저널선반 척 조의 물림속도차이에 의해 가공오차가 발생한다. 따라서 차축에 차륜압입 시 차륜 내경 및 차축 보스시트가 손상되어 전동차 안전운행에 위험이 발생할 수 있다. 본 논문은 디스크 삭정 시 발생하는 분해 및 조립시간, 작업인원 및 제작비용을 최소화시킬 수 있는 디스크 삭정전용 지그를 제작하고, 저널선반엔 차축 보스시트를 자동으로 가공할 수 있는 프로그램 설치와 센터고정 지그 및 어댑터를 제작하여 형상 및 가공오차 발생을 최소화시킨 내용이다.

주요어 : 브레이크 디스크, 차축 보스시트, 벨트샌더, 지그, 저널선반

† 교신저자: 부산교통공사 호포차량사업소 정비부(ksk8373@humetro.busan.kr)

* 부산교통공사 운영본부장

** 부산교통공사 차량처

*** 부산교통공사 호포차량사업소

1. 서론

부산도시철도 3호선 전동차는 브레이크 디스크와 패드간의 마찰력을 이용하여 운동에너지를 열에너지로 전환되면서 제동이 체결되는 구조로 되어 있다. 그러므로 브레이크 디스크와 패드간의 마찰접촉으로 디스크 표면에 지속적인 마찰열이 발생하고 이는 디스크 표면에 악영향을 미쳐 박리, 그루빙 등으로 나타나 제동 시 진동, 소음 발생과 정위치 정차 실패로 이어져 이용고객의 안전사고 발생 가능성이 높아지며, 향후 PSD 개폐와 직결되어 디스크 관리의 중요성이 대두되는 이유이다.

차축은 차량 하중 외에 수직력, 수평력, 브레이크 디스크와 차륜에 가해지는 제동력을 지지하며, 각 하중에 비틀림, 굽힘 및 전단응력이 반복적으로 가해지므로 만일 주행중인 차량의 차축이 파손 시 열차 탈선 등의 대형사고와 많은 인명피해로 이어져 철도안전에 매우 중요한 요소라 할 수 있다. 따라서 브레이크 디스크 및 차축보스시트 가공방법을 개선하여 적용한 내용을 기술하고자 한다.

2. 본론

2.1 브레이크 디스크 구성

부산도시철도 3호선 전동차는 편성 당 4량(TC1-M1-M1'-TC2)으로 구성되어있고 브레이크 디스크는 TC1,2 2량(8대)에 설치되어있으며 Brake Disc, Disc Pad, Caliper, Housing, Piston 등으로 구성되어있다.



2.2 브레이크 디스크 삭정 시 문제점

2.2.1 작업인원 및 시간, 비용 과다 소요

- ① 브레이크 디스크 분해 및 삭정·조립과정에 작업인원과 시간이 과다하게 소요됨.
(3명*4일) (Fig.1 참조)
- ② 지지부 및 회전부, 제어부 등 디스크 삭정 전용장비를 제작할 경우 제작비용과 장비 유지관리에 많은 어려움이 발생됨.






순서	1	2	3	4	5
공정	분해 작업	조립 작업	삭정 작업	분해 작업	조립 작업
작업 모습					
설명	디스크시트에서 디스크 분해	디스크 시트 지그에 조립	저널선반 설치 후 삭정	디스크 시트 지그에서 분해	디스크 시트에 디스크 조립

Fig.1 디스크시트 분해 및 삭정·조립작업

2.2.2 방향 전환으로 인한 안전사고 발생 우려

브레이크 디스크 삭정 후 반대쪽 디스크 삭정할 때 천정크레인을 사용하여 방향 전환 시 작업자와 충돌 위험으로 안전사고 발생이 우려됨.

2.3 개선방향 및 개선내용

2.3.1 개선방향

- ① 브레이크 디스크 양면 및 모따기 삭정 시 방향전환이 필요 없고 분해 및 조립시간, 최소 작업인원 및 비용이 투입될 수 있는 지그를 제작할 것.
- ② 디스크 삭정 시 진동 및 소음 발생이 없는 최적의 삭정각 인서트팁을 선택할 것.

2.3.2 개선내용

- ① 저널선반 공구대에 설치할 수 있는 디스크 양면 삭정 지그 및 모따기 전용 지그를 제작함. (Fig.2 참조)
- ② 화학증착법(CVD)을 이용한 바이트홀더 및 디스크 양면 인서트팁 DNMG1504(30°)과 모따기 인서트팁 SNMX1507(45°)을 선정함.

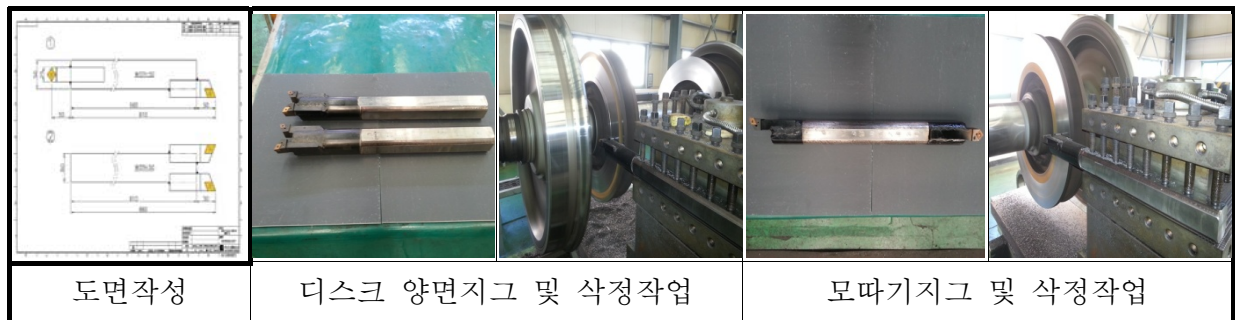


Fig.2 지그제작과 삭정모습

지그	사양	사진	비고
바이트홀더	PDJNR20×20 K15		디스크양면용
인서트팁	DNMG1504(30°)		
바이트홀더	HSDNN25×25 M1507		디스크 모따기용
인서트팁	SNMX1507(45°)		

Fig.3 바이트홀더 및 인서트팁

2.4 디스크 삭정 개선 전·후 비교

개선 \ 현황	작업인원	작업시간	제작비용	삭정량(2 량)
개선 전	3 명	4 일	8 천만원(장비제작)	8 대
개선 후	1 명	2 일	2 백만원(지그제작)	8 대

3.1 윤축 구성

철도차량의 윤축은 Axle, Wheel, Journal bearing seat, Break disk or gear seat 등으로 구성되어있다.
(Fig.4 참조)

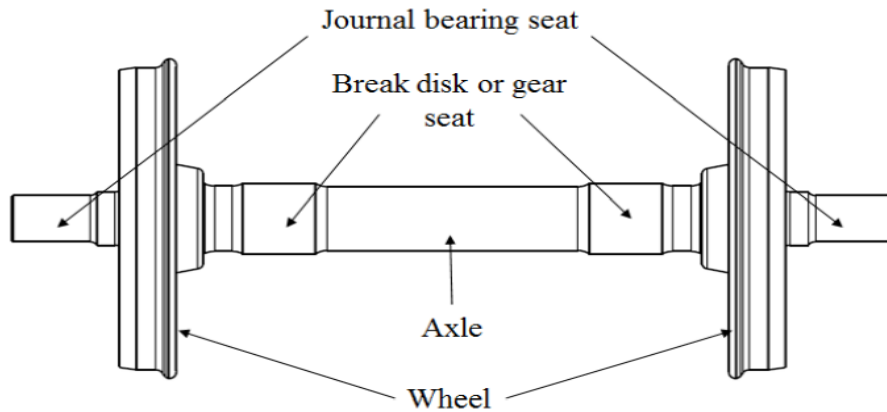


Fig.4

3.2 차축 일반현황

호선 \ 현황	길이[mm]	저널부	슬링거부	보스부 M[T]	구동기어부 M[T]	편성당[TC,T]
2	2140	Ø120	Ø145	Ø186[Ø160]	Ø192	24[12]
3	2140	Ø130	Ø150	Ø196	Ø202.5[Ø198]	16[8]

3.3 차축보스시트 삭정 시 문제점

- ① 수동연마기(벨트샌드)에 의한 차축보스시트 삭정 시 가해지는 힘 차이로 인해 가공면의 형상공차와 저널선반 척 조의 물림속도차이로 가공오차가 발생하여,
- ② 유압프레스(500톤)로 차륜압입 시 차륜 내경 및 차축보스시트 손상과 비정상 적인 압입 선도가 발생하고 압입부위가 반복하중이 작용할 경우 접촉면의 손상에 의해 피로균열이 발생하여 전동차 안전운행에 위험이 발생할 수 있다. (Fig.5, 6 참조)





순서	1	2	3	4
공정	차축고정 작업		보스시트가공 작업	
작업 모습				
설명	주축대 면판과 심압대에 차축고정		보스시트 좌·우측 가공	

Fig.5

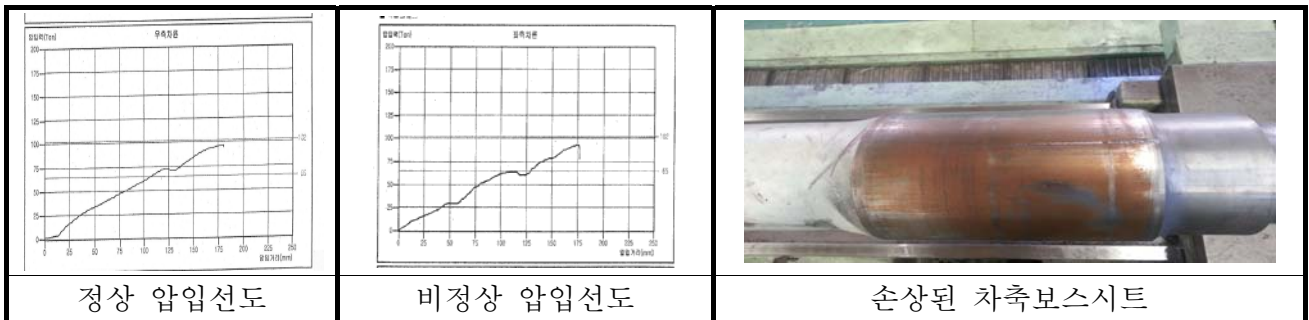


Fig.6

3.4 개선방향 및 개선내용

3.4.1 개선방향

- ① 차축보스시트를 자동으로 삭정할 수 있는 프로그램 입력으로 형상오차를 방지하고,
- ② 저널선반 척 조의 물림속도에 영향을 덜 받는 지그를 제작하여 가공오차 발생을 최소화시킴.

3.4.2 개선내용

- ① 저널선반 제어장치내에 자동삭정을 할 수 있는 CNC(Computerized Numerical Control) 프로그램을 입력하고, [TC·T·M] (Fig.7 참조)

② 저널선반 주축대 면판내 센터고정지그 및 어댑터를 설치하여 가공오차를 최소화함.
(Fig.8 참조)

프로그램	프로그램
○ 0301 ;	○ 0302 ;
(SUBWAY AXLE - TC, T) ;	(SUBWAY AXLE - M) ;
G28 U0 W0 ;	G28 U0 W0 ;
G30 U0 W0 ;	G30 U0 W0 ;
M01 ;	M01 ;
G50 X800. Z200. S250 T0100 ;	G50 X800. Z200. S250 T0100 ;
G97 S220 M03 ;	G97 S220 M03 ;
G00 X-155. Z-200. T0101 M08 ;	G00 X100. Z-2. T0101 M08 ;
G01 G42 X-161. F0.4 ;	G01 G42 X87. F0.4 ;
X-161. Z-215. F0.5 ;	X86.6. Z0. F0.1 ;
X-161. Z-220. ;	X87. Z-5. ;
X-161. 04 Z-715. ;	X87. Z-194.8 ;
N20 G01 X54. ;	G02 X97. Z-197.8 R5. ;
M09 ;	G01 X105. ;
G40 G00 X800. Z200. T0100 M05 ;	N20 G01 X54. ;
M30 ;	M09 ;

Fig.7 CNC 프로그램



Fig.8 센터고정지그 및 어댑터

3.5 차축보스시트 개선 전·후 비교

개선 현황	삭정 방법	차축 물림 방법
개선 전	벨트샌더에 의한 수동 삭정	저널선반 면판 척 조에 의한 물림
개선 후	저널선반에 의한 자동 삭정	저널선반 면판내 지그 및 어댑터 설치

3. 결론

부산도시철도 3호선 전동차 브레이크 디스크 및 차축보스시트 가공방법을 개선한 내용을 제시하였다. 브레이크 디스크 가공방법 개선 내용은 디스크양면 및 모따기 전용지그를 제작하여 디스크 분해, 조립시간 단축과 작업인원 및 제작비용을 최소화 하였으며, 특히 정위치 정착률 향상과 제동체결에 따른 소음 최소화, 제륵자 및 디스크 사용 수명확대에 기여할 것으로 판단되어지고,

차축보스시트 가공방법 개선 내용은 수동연마방식에서 저널선반 제어장치내 자동삭정을 할 수 있는 CNC프로그램을 설치하여 가공함으로써 형상오차를 방지하고 주축대 면판에 센터 고정지그 및 어댑터를 설치로 가공오차를 최소화하여 차륵압입 시 압입선도를 개선하였고 현재 운용 중인 모든 차량에도 응용하여 적용이 가능하다.

참고문헌

- [1] 한국공작기계학회 『FEM을 이용한 벤틸레이티드 브레이크 디스크 열응력에 관한 연구』 Vol. 18, No 5 pp. 544~549, 2009 10
- [2] 한국소음진동공학회논문집 『회전 브레이크 디스크의 스켵소음에 대한 선형안정성 연구』 제19권 제10호, pp. 1092~1098, 2009
- [3] 한국자동차공학회논문집 『브레이크 디스크에서 접촉 마찰 진동이 열섬에 미치는 영향 연구』 제15권 제1호, 2007
- [4] 비과괴검사학회지 『철도차량 차축 재료의 파괴특성 적외선열화상 모니터링』 Vol. 30, No 5 2010.4
- [5] 대한기계학회논문집 『프레팅 마모를 고려한 압입축의 피로균열 발생수명 예측』 A권, 제 33권 제10호, pp. 1091~1098, 2009
- [6] 대한기계학회논문집 『압입축에 발생하는 프레팅 피로균열 발생 및 전진 특성 실험』 A권, 제31권 제6호, pp. 701~709, 2007
- [7] 한국철도학회논문집 『압입축에 발생하는 프레팅 마모가 피로균열 발생 위치에 미치는 영향』 제10권 제5호, pp. 546~553, 2007