

급곡선구간 비대칭 레일연마 효과분석

Analysis of effect of asymmetrical rail grinding in sharp curve section

배영근*, 김명수*, 우경구*, 신정수*, 전일식†

Bae, Young-Gun*, Kim, Myeong-Su*, Woo, Kyung-Gu*, Shin, Jeong-Su*, Jeon, Il-Sik†

Abstract Since the opening of Kyungbu high-speed railway, it has taken its place as innovative transportation method. Rail grinding in regular period has been conducted because most of the Kyungbu high-speed railway line is straight. The purpose of the grinding is to protect defects and maintain longitudinal and transverse section of rail that extend period of usage of rail and ride quality. However there are sharp curves in the North Daejeon linking section of Kyungbu high-speed railway. So, one-sided wear occurs at outer rail in the curves that deteriorates ride quality and reduces maintenance period. Therefore, the importance of rail grinding, considering ride quality and use period of rail, has been magnified.

In this study, rail maintenance method which extends use period of rail is presented to reduce defects and wear of rail and wheel by asymmetrical rail grinding in the North Daejeon linking section of Kyungbu high-speed railway.

Keywords : curve section, asymmetrical rail grinding, rail surface defect

초 록 경부고속철도는 2004 년에 개통된 이후 혁신적 교통수단으로서 자리를 잡고 있다. 경부고속철도는 대부분이 일반적으로 직선구간으로 레일결함 발생시 주기적으로 연마를 통하여 결함의 발생을 방지하고, 레일의 횡단면 및 종단면의 형상을 유지하여 레일수명 연장 및 승차감 향상을 목표로 하고 있다. 하지만 대전북연결선 구간은 급곡선으로 이루어져 있어 차량이 곡선부 진입시 외측레일에 편마모가 발생되어 승차감 저하 및 보수주기 단축 등 유지관리상 어려움 발생으로, KTX 의 승차감 및 레일수명을 고려한 레일연마 중요성이 크게 부각되었다.

본 연구에서는 경부고속철도 1 단계구간 대전북연결선 상선 곡선구간 비대칭 연마를 통한 레일의 주행단면의 손상을 최소화하여 레일 및 차륜의 마모저감으로 수명연장의 관리방안을 제시하였다.

주요어 : 곡선부, 비대칭 레일연마, 레일표면결함

† 교신저자: 한국철도공사 오송고속철도시설사무소(ilsikii@korail.com)

* 한국철도공사 오송고속철도시설사무소

1. 서론

곡선구간을 차량이 통과하는 경우 Fig.1에서와 같이 외측측과 내측측에서 주행거리에 차이가 있으므로 차량이 곡선을 통과하면 내륜은 공회전 또는 외륜은 미끄러짐을 일으켜 레일 파상마모 발생하고 경우에 따라서는 외륜의 플랜지가 횡압을 수반하여 외측레일 측면에 접촉 주행하여 소음이나 레일 측면 마모발생의 주 원인이 되기 때문에 그 원인을 제거하기 위하여 비대칭 레일연마를 시행하였다.

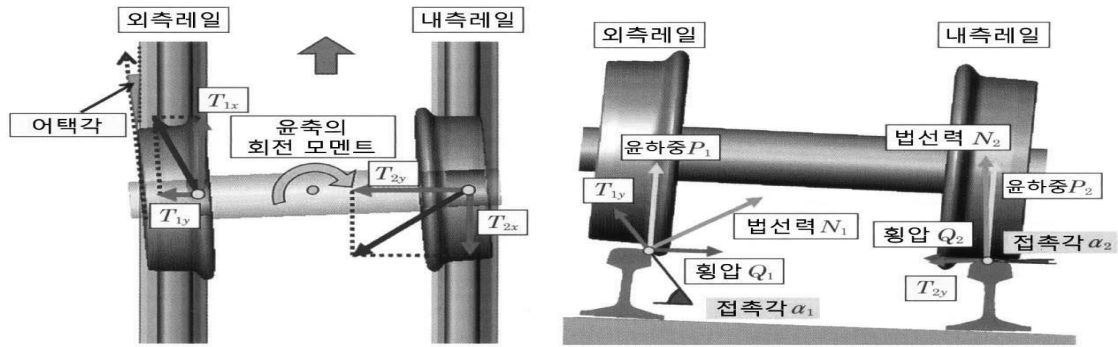


Fig. 1 Interaction of wheelset and force

2. 본론

경부고속철도 1 단계 대전북연결선 상선의 레일결함은 Fig.2 에서와 같이 두 반향곡선(R=500, R=700)에서 집중적이며 지속적으로 발생하고 있어 주기적인 레일연마공사 및 선형정정작업 등을 시행하고 있다.



Fig. 2 DaeJeon-buk connection line T2 track

대전북연결선 급곡선과 급구배로 복잡하게 경합하고 있으며 제동과 속도증가 연속 구간으로 차륜과 레일의 반복적인 마찰 및 마모로 인해 레일결함이 발생하게 된다.

레일결함이 발생된 구간은 열차운행 시 윤중 증가에 따른 차량충격 및 진동을 유발하여

뜯침목 및 궤도선형틀림의 원인으로 작용한다. 뿐만 아니라 궤도재료(레일, 침목, 도상자갈) 열화를 촉진시켜 사용수명을 단축시키므로 유지보수 비용 증가 및 소음발생, 승차감 악화 등 Fig.3과 같은 악순환으로 이어지므로 철도 이용 승객 및 인근 주민에게도 악영향을 미친다.



Fig. 3 Influence of rail surface defect

본 구간은 경부고속선 1단계 대전북연결선 상선 급곡선 구간 중 파상마모(Corrugation of Rail) 및 편마모(Partial Side Wear)등 Fig.4과 같이 결함 발생이 진행중인 개소를 표본으로 레일단면측정기, 결함깊이측정기, 육안검사등으로 검측을 시행하였다.

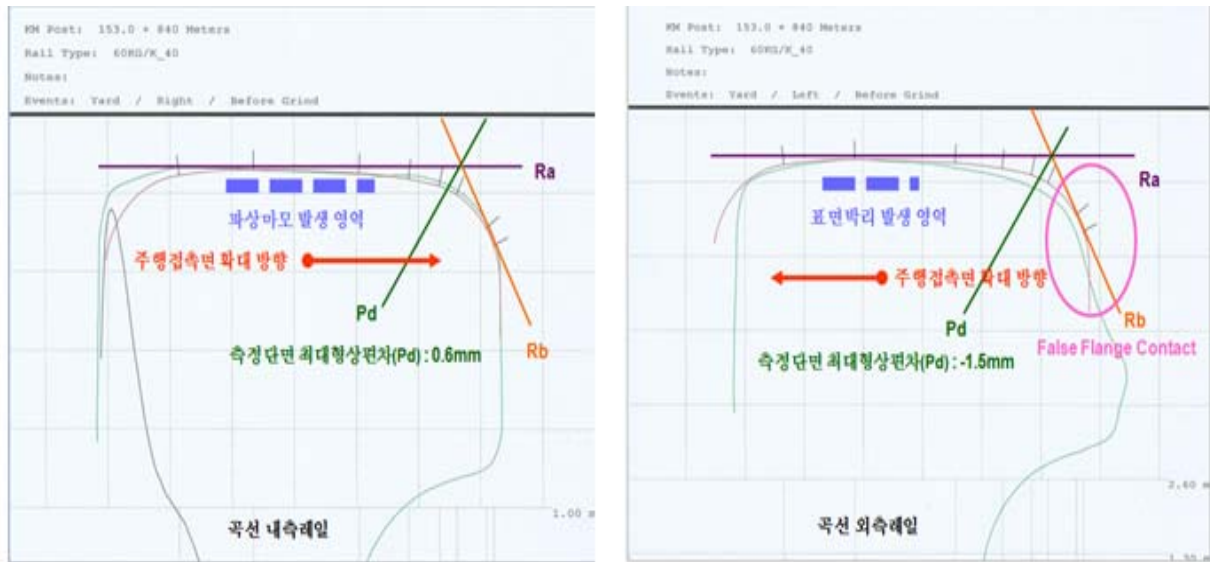


Fig. 4 rail surface defect

상기 급곡선구간에 열차안전운행을 위하여 레일교환을 시행하였으나 레일면 파상마모 및 편마모가 재발생되어 현재 가장 적절한 유지보수 방법인 레일연마를 주기적으로 시행하고 있으나 레일결함 발생의 근본적 해결책은 되지 못하여 선로관리에 많은 노력이 요구되고 있다.

레일결함해소를 위하여 비대칭 레일연마를 연마석 24석 연마차로 최대 24pass 작업을 시행한 결과 Fig.5에서와 같이 레일연마 전 표면의 파생마모 및 차륜접촉면이 불규칙하였으나 비대칭 레일연마 작업 후, 파상마모 및 불규칙한 차륜접촉면이 대부분이 해소되어 레일의 차륜접촉면이 상당히 고르게 된 것을 알 수 있다.

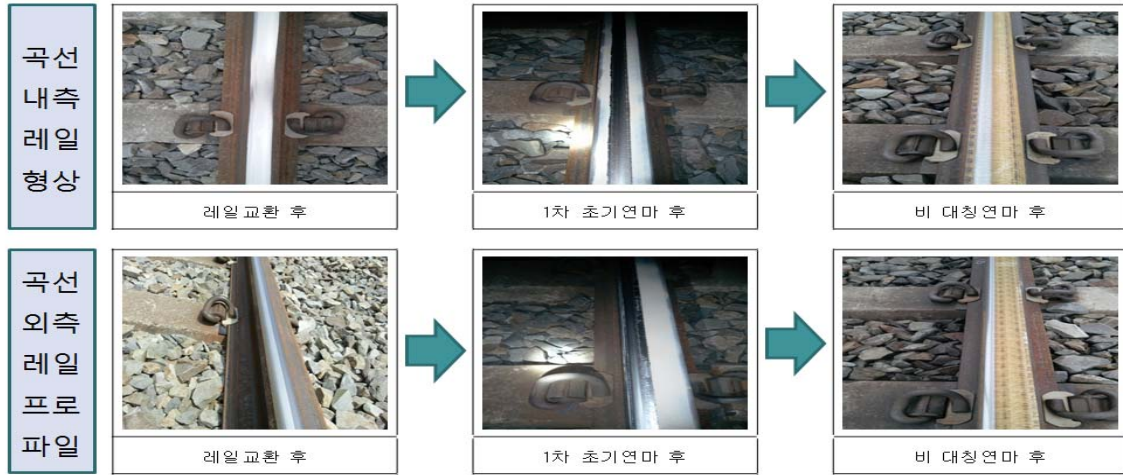


Fig.5 Effect of rail grinding

비대칭레일연마 시행 후 대부분의 표면결함 제거 효과로 QI 지수는 양호해졌으나 Fig.6 및 Fig.7에서 보여지는 것처럼 약 4개월 경과 후부터 곡선 외측레일 직·편마모를 시작으로 내측레일 파상마모 연장이 길어지고 결함 깊이가 깊어짐에 따라 QI 지수가 급격히 증가(불량)해지고 6개월 정도 흐른 시점에서 연마 전과 같은 상태로 회귀하는 추세로 보아 해당구간 연마작업 투입주기는 약 6개월(년 2회)이 적절한 것으로 판단된다.

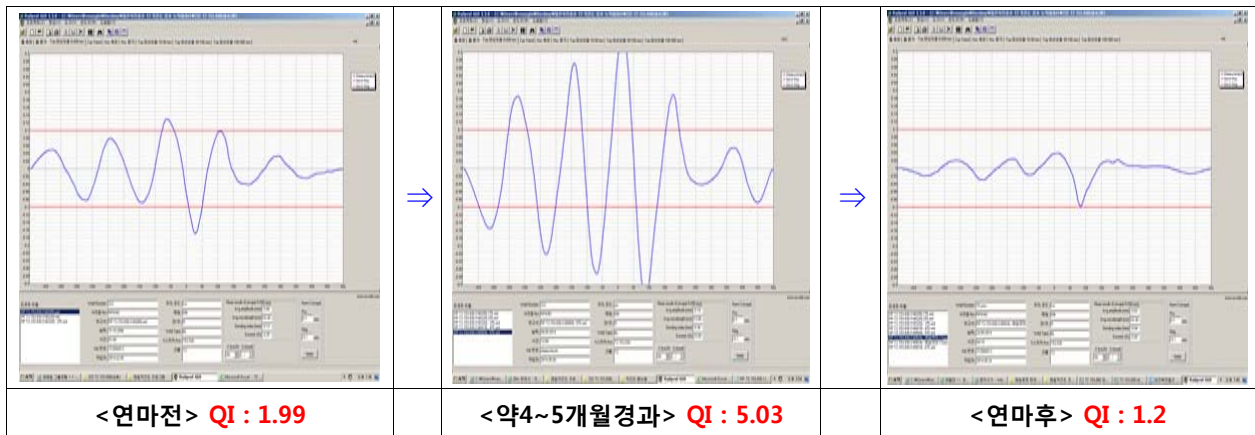


Fig. 6 Rail straightness graph after grinding

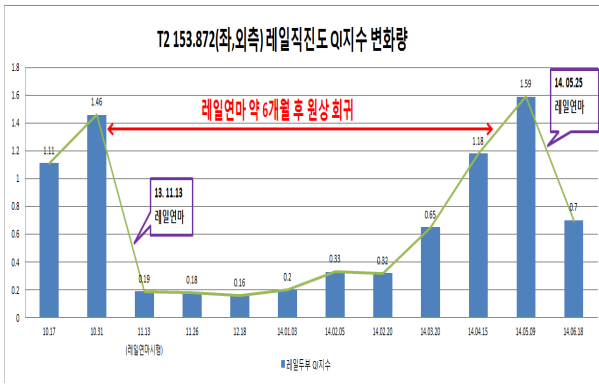


Fig.7 The calculation of rail grinding period

또한, 소음측정기에 의한 소음량은 Table 1에서와 같이 비대칭연마후의 약 2.6dB의 소음저감 효과를 확인하였다.

Table 1 Noise level in between rail grinding

NO	연마전 (dB)			연마 후 (dB)			비고
	각 평균	min	max	각 평균	min	max	
1	80.7	48.2	90	80.8	49.2	91.2	
2	84	55.9	99	80	51.4	92.2	
3	85	56.4	100.2	84.3	52.4	100.2	KTX-산천
4	85.3	58.9	97.6	79.5	55.9	90	
5	89.1	56.6	100.2	81.5	49.5	93.1	KTX
총 평균	83.75	54.85	96.7	81.15	52.23	93.4	

3. 결론

경부고속선 1단계 대전북연결선 상선 레일결함 발생구간에 대하여 현재 유지보수 여건상 가능한 모든 작업을 시행 하였으나 급곡선, 급구배 등 선형의 구조적인 문제점 및 궤도재료 상이성 등의 문제점으로 인하여 곡선부 레일결함이 지속적으로 발생되고 있다.

해당구간에 대하여 현재 가장 적절한 유지보수 작업인 연마차를 주기적으로 투입하고 있으며 이상적 레일 정밀관리를 위하여 비대칭레일연마를 통한 레일품질 개선효과 및 소음 측정기에 의한 소음량을 비교 분석하였고 그 결과는 다음과 같다.

- 대전북연결선 곡선 구간에 대한 레일연마 작업을 시행하여 해당구간 표면결함이 대부분 해소될 수 있었으며 그 효과는 단기간(약 6개월 후 원 상태로 회귀)에 그치는 실정이다. 따라서 효율적인 레일관리를 위해 년 2회(6개월/1회) 연마차를 주기적으로 투입하여 비대칭 레일연마를 시행하고 레일 마모한도 초과개소는 적시에 레일 교환을 지속적으로 병행하는 것이 해당 구간의 효율적 유지보수 방안이라 판단된다.

- 고속선 본선과 일반선과의 연결되는 구간으로 궤도구조의 상이성에 따른 문제점이 많으므로 대전북연결선 전구간에 걸쳐 고속선과 같은 UIC60용 궤도구조 전면교체 또는 현장 조건별 유지보수 맞춤 작업이 필요할 것으로 판단된다. 즉, 60k 레일을 UIC 단면으로 레일연마 시행, 레일패드별 차량 충격하중 흡수 차이(60Kn:5mm, UIC60:10mm)에 따라 진동감소 효과를 위해 일부 구간 UIC60 탄성패드 삽입, 사행동 파장 축소에 따른 횡압 감소 효과를 위해 절연블럭에 의한 궤간 정밀 조정, 곡선부 부족캔트와 열차속도가감속 등의 영향력이 큰 개소는 경두레일 설치도 고려해 볼 필요가 있다고 생각된다.
- 현재 가장 적절한 유지보수 방법은 주기적 레일연마 작업 투입이나 레일결합 발생의 근본적 해결이 불가하나, 비대칭레일연마를 시행하여 레일의 프로파일을 최적화하고 차량의 원만한 주행유도 및 주행중에 발생하는 소음을 감소시키고 레일의 헤드체킹, 파상마모를 예방하는 것이 열차안전운행을 위해 선로 선형개량이 최적의 방안이라 사료된다.

참고문헌

- [1] I. S. JEON(2014), Analysis of Ballasted Track quality Improvement effect through the Rail Grinding on HSL, 2014 Autumn Conference & Annual Meeting of The Korean Society Railway, Jeju-do, PP.178-183
- [2] Y. G. PARK(2014), The Effect and Economic Analysis according to Rail Grinding on the Conventional Railway, The Korean Society for Railway
- [3] T. G. Kang(2014), Optimal Maintenance Technique of the Ballasted Track in High-Speed Railway, Doctor`s degree, Chungnam University
- [4] S. B. SUH(2013)), The latest Issue for Contack Problem between Rail and Wheel, The Korean Society for Railway, vol.16, No.1, PP.27-38
- [5] KORAIL(2012), Analysis on Trend of Track Irregularity According to the Rail Surface Defect