

인도 전동차 차륜 프로파일 적정성 검토

The study of propriety of wheel profile for DMRC EMU

정재희* 오형식** 김철근***
Jung, Jae-Hee Oh, Hyeung-Sik Kim, Chul-Keun

ABSTRACT

After the introduction of revenue service, abnormal wear has been reported on DMRC EMU wheels that have been manufactured and delivered by Rotem. As a part of an investigation of cause, Rotem has carried out the study of propriety between wheel and rail profile. The wheel profile of DMRC EMU is SK-91146. The material and profile of the wheel was presented by DMRC. The Profile of the rail is UIC 60-1:20. This study tested the propriety of three wheel profiles to include, SK-91146, EN 13715-P8 and UIC s1002 between the rail profile UIC 60-1:20.

1. 서 론

당사에서 제작하여 납품 운행하고 있는 인도 전동차에 상업 운전 초기부터 DT Car 차륜에 Hair line crack, chipping 그리고 double step wear 등 차륜 이상 마모가 발생하였다. 또한, 지속적인 차륜 이상 마모와 더불어 레일 상면에 spalling 현상이 발생하였다. 이에 DMRC(DELHI METRO RAIL CORPORATION LTD.)에서는 차륜 이상 마모의 조속한 해결을 강력히, 지속적으로 요청하고 있으며, 본 연구는 차륜 이상 마모 발생의 원인 조사 일환으로 레일과 차륜 프로파일의 적정성 여부를 검토하게 되었다. 인도 전동차의 차륜은 SK-91146로 인도 국철에 적용되어 사용되어왔으며, 차륜의 재질 및 프로파일은 DMRC에서 제시하였으며, 레일은 UIC 60 - 1:20이다. 본 연구에서는 시행청에서 제시한 SK-91146 차륜 프로파일, EN13715-P8 차륜 프로파일 및 UIC S1002 차륜 프로파일 3 종류의 차륜 프로파일에 대하여 UIC 60-1:20 레일과의 적정성 여부를 비교 검토하였다.

2. 차륜 이상 마모 발생 현황

인도 전동차는 4량 1편성 총 70편성 280량 납품되어 1호선(지상 구간), 2호선(지하 구간), 3호선(지상 + 지하 구간 혼용)에서 운행중에 있으며, 1호선과 2호선은 프랑스 알스톰사의 신호 체계를 채택하여 운행 중이며, 3호선은 독일 지멘스사의 신호 체계를 채택하여 운행 중에 있다.

* 현대 로템(주) 기술연구소 선인연구원

** 현대 로템(주) 기술연구소 책임연구원

*** 현대 로템(주) 기술연구소 수석연구원

또한, 총 70 편성 중 66개 편성 차량의 차륜 재질은 IRS 93(인도 철도 규격)을 적용하였으며, 4개 편성의 차륜 재질은 UIC R7 차륜 재질을 적용하였다. 이상과 같이 다양한 차량 조건 및 운행 환경에서 공통적으로 발견된 사항은 DT car 차륜에 발생하는 Hair Line Crack, chipping, double step wear 등의 차륜 이상 마모로 M Car에서는 이와 같은 차륜 이상 마모가 발생하지 않고 있다. 차륜에 발생된 이상 마모는 아래의 그림 1, 2와 같다.



그림 1 차륜 이상 마모



그림 2 차륜 이상 마모

3. 차륜 Profile

하기 그림 3은 DMRC로부터 제공 받은 차륜 Profile이며, 인도 국철에 주로 사용된 것으로 알려져 있다. DMRC로부터 제공 받은 SK-91146 프로파일의 치수 일부분이 명확하지 않다. 특히, R330 부위와 1/20 경사를 가진 직선 부위와의 연결 부위가 정확하지 않다. 추정 가능한 것으로 첫번째는 R330과 1/20 경사를 가진 직선이 접하는 것이며 두 번째는 A 위치에서 곡선과 직선이 변이하는 것이다.

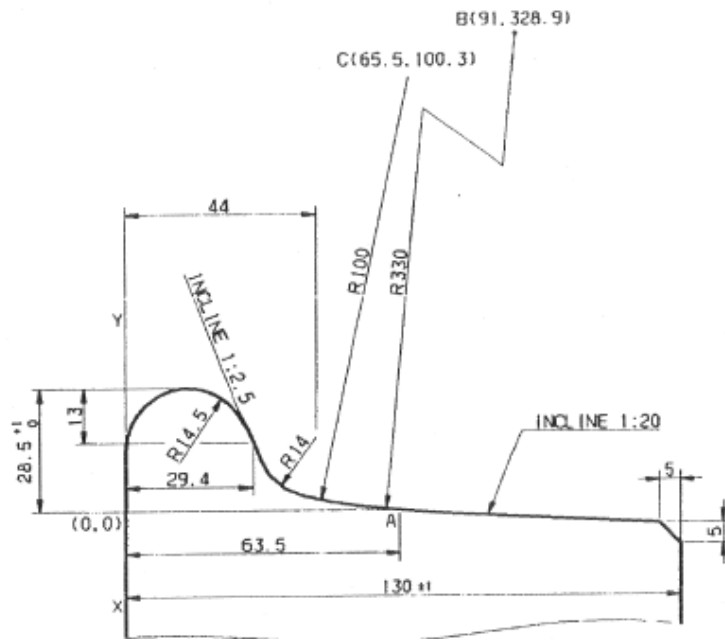


그림 3 차륜 프로파일-SK-91146

4. 차륜 Profile 차이 비교

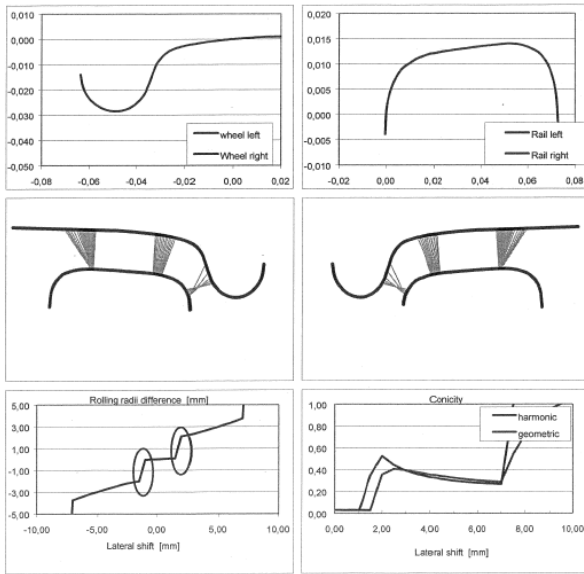


그림 4 Analysis of wheel/rail interface—theretical wheel / measured rail

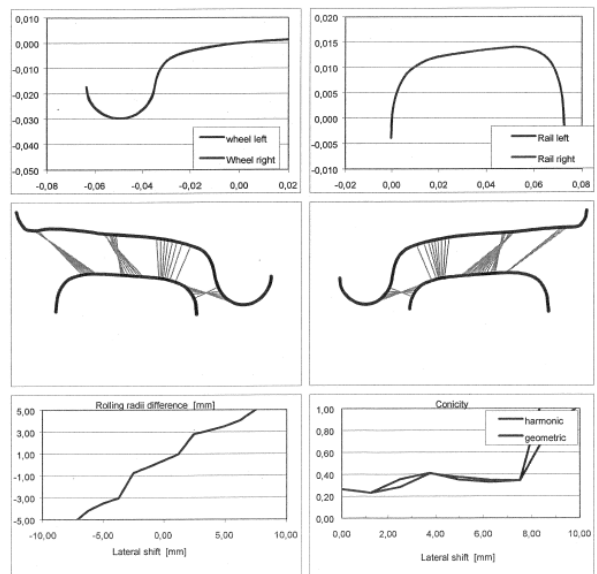


그림 5 Profile analysis of DT-car

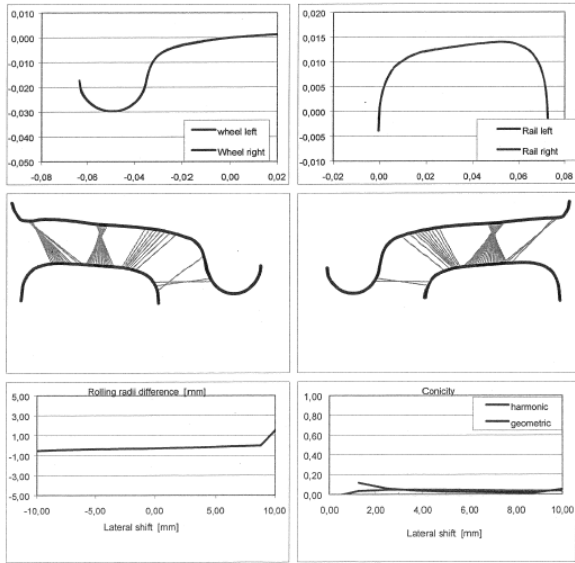


그림 6 Profile analysis DT car with 30mm higher track gauge

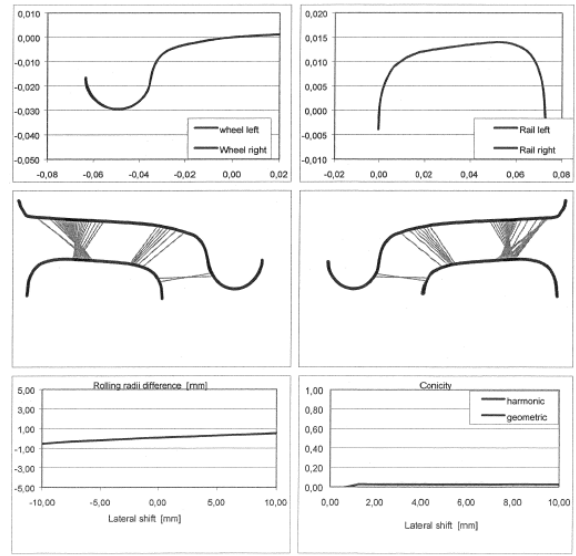


그림 7 Profile analysis M car with 30mm higher track gauge

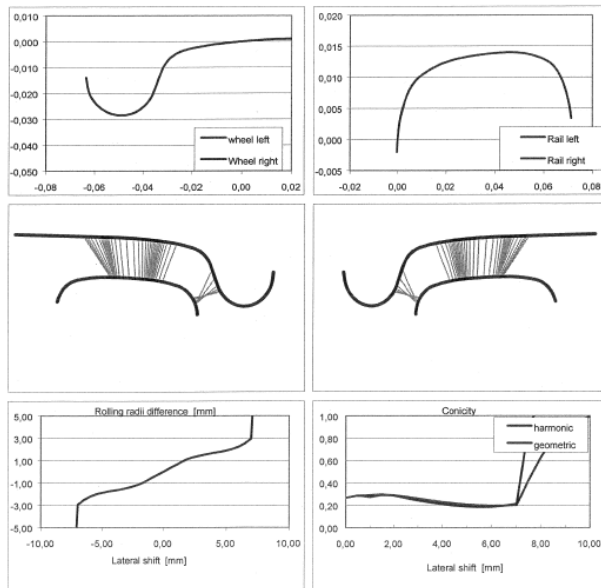


그림 8 Profile analysis SK-91146 / UIC60-1:20

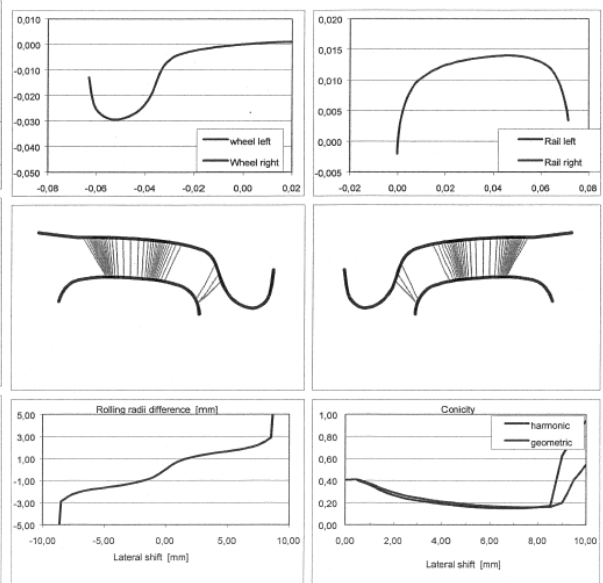


그림 9 Profile analysis EN13715-P8 / UIC60-1:20

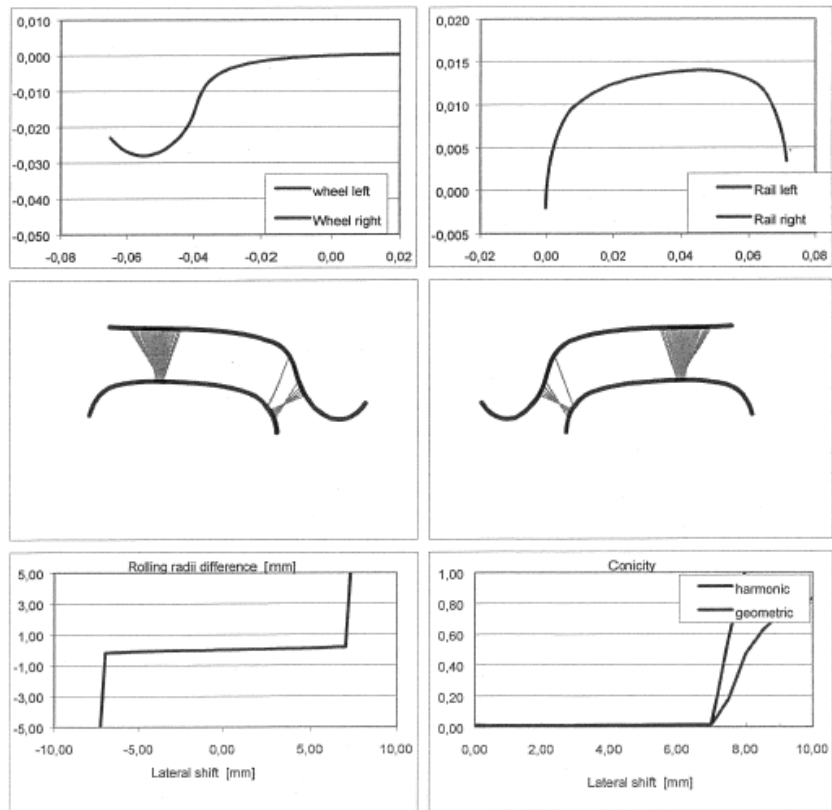


그림 10 profile analysis S1002 / UIC60-1:20

5. 결론

- 1) DMRC에서 제공한 SK-91146 차륜 프로파일과 EN13715-P8 프로파일은 UIC 60-적정한 것으로 판단된다.
- 2) 상기 프로파일과 레일과의 결합은 UIC S1002 프로파일보다 좋은 결과를 가져왔다.
- 3) 일정 구간에서, 차륜 프로파일은 레일과 조화를 이루지 못하고 있으며(그림 4 참조) 이 구간에서의 높은 전후 방향 힘은 ΔR 함수에 의하여 발생한다.
- 4) 높은 전후 방향 힘은 Hair Line Crack의 발생 원인일 수 있으나, 다른 요인에 의하여 Hair Line Crack이 발생할 수 있음을 배제할 수 없다.
- 5) DT car에 발생한 Step Wear는 차륜과 레일의 접촉에 의하여 발생한 것으로 판단하기 어려우며, 발생 원인에 대해서는 추가적인 조사가 필요하다고 하겠다.