

단차 상태 차량 운중 감소율 시험 절차 및 결과

Wheel Off-loading test procedure and result

김진태*
KIM, Jin-Tae

이원상**
Lee, Won-Sang

ABSTRACT

The bogie, when run on the twist track develops the wheel off-loading factor. This will be confirmed by testing under different loading conditions and air springs inflated and deflated in all conditions. Under the most extreme twist track condition, EMU (Electrical Multiple Unit) shall not over the wheel off-loading requirement 60% defined on UIC / ORE report.

This paper describes the wheel off-loading test procedure according to UIC / ORE and test result of DMRC EMU of INDIA carried out to find out to meet the requirement defined in UIC / ORE.

철도차량의 주행장치는 비틀림 선로를 주행할 경우 운중감소가 발생하게 되며 이 값은 모든 하중 조건 및 공기스프링의 충기/배기 상태에서 UIC/ORE 보고서에서 규정한 기준치 60% 이내를 준수하여야만 한다. 이 논문은 인도 DMRC 전동차를 대상으로 시험을 실시하여 DMRC 선로 중 최악의 조건에서 UIC / ORE 에서 규정하고 있는 차량의 운중감소율(Wheel Off-loading)의 기준을 만족하는 지에 대한 평가한 것을 기술하였다.

* 로템(주) 주행장치개발팀 팀장, 정회원

* 로템(주) 주행장치개발팀 과장, 비회원

1. 서론

철도차량의 주행장치는 일반적으로 사전 모델링을 통해 차량의 주행진동, 승차감, 주행안정성, 회전저항, 비틀림 선로에서의 윤중 감소율 등을 고려하여 개발한다. 이 중 윤중 감소율은 철도차량의 안정성과 직접적인 관련이 있기 때문에 국내/외적으로 요구기준을 엄격하게 적용하는 추세이며 이에 대한 사전 계산은 물론 직접 시험을 통해 필요한 조건을 만족함을 증명하도록 하고 있다.

본 논문은 인도 DMRC 전동차를 대상으로 DMRC가 요구하는 선로 조건에서 최악의 비틀림 선로를 적용하여 시험을 실시하고 그 결과가 UIC/ORE 및 DMRC 사양에서 규정하는 윤중감소율 기준을 만족하는 지에 대하여 기술하였다.

2. 본문

시험 조건과 통과 기준

DMRC 사양 및 UIC/ORE에서는 모든 하중 조건 및 공기스프링의 충기 및 배기 된 상태에서의 조건에서 규정하는 선로에서의 최악의 비틀림 선로에서 시험을 실시하도록 되어 있다.

그러나, 공기스프링 충기(Inflated) 상태에서는 2차현수장치의 스프링 강성이 상대적으로 매우 작기 때문에 공기스프링 배기(Deflated) 상태보다 일반적으로 윤중감소율이 작게 되어 보통 다음과 같은 조건에서 시험을 실시한다.

- Motor Car Deflated 상태, 공차 (Tare) 하중 조건
- Trailer Car Deflated 상태, 공차 하중 조건
- Motor Car Deflated 상태, 만차 (Crush) 하중 조건
- Trailer Car Deflated 상태, 만차 하중 조건

여기서 일반적으로 계산상의 최악의 운중 감소율은 공차(Tare) 상태에서 발생하지만 1차 현수 장치의 구성에 따라 만차에서 발생할 수도 있으므로 하중조건은 공차/만차를 모두 고려하여 실시한다.

시험의 목적은 시뮬레이션 된 최악의 트랙조건에서 차량의 비틀림 강성에 의해 발생하는 운중의 감소율을 측정하는 것이다. 그림 1은 비틀림 선로의 기하학 조건과 이에 필요한 차륜 하부의 패킹 삽입량을 나타낸 것이다. 차량의 대차 중심간 거리는 15m 이며 대차 차륜 간 거리는 2.4 m 로써 그림 1로부터 각 패킹 삽입량을 결정할 수 있다. 최악의 비틀림 선로 조건은 차량이 운행할 선로의 조건에 따라 결정되는 데 그림 1은 DMRC의 최악의 선로조건을 나타낸다.

시험의 평가 기준은 일반적으로 UIC/ORE 보고서는 규정된 비틀림 선로에서 60% 미만으로 되어 있지만 DMRC 사양은 이보다 가혹해서 정상 운중의 50% 미만으로 규정되어 있다.

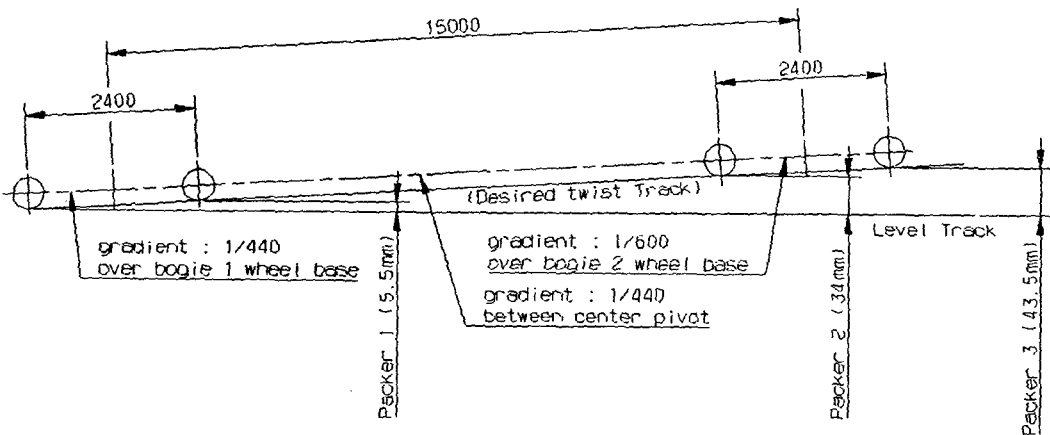


그림 1. Simulated twist track condition

시험 방법

시험을 진행하기 전에 모든 제동은 완전히 완해시켜야 하며 대차의 자유로운 움직임을 막지 않도록 하였다. 시험은 단차 상태에서 실시하였으며 모든 판토히스트는 접고 실시하였다.

시험의 절차는 다음과 같았다.

- 1) 시험을 실시하기 전에 차량의 양쪽 방향으로 움직인다. 차량의 운중 측정 장비에 위치 시

키고 정상상태에서의 윤증을 측정한다. 이 때 이용한 윤증측정장비는 차량의 8개의 윤증을 동시에 측정할 수 있으며 자동으로 8개의 윤증을 프린트하여 기록할 수 있는 장비이다.

- 비틀림 선로의 시뮬레이션을 위해 필요한 차륜에 삽입될 패킹을 설치하였으며 패킹 높이는 계산에 의거 각각 5.5mm, 34mm, 43.5mm 였다.

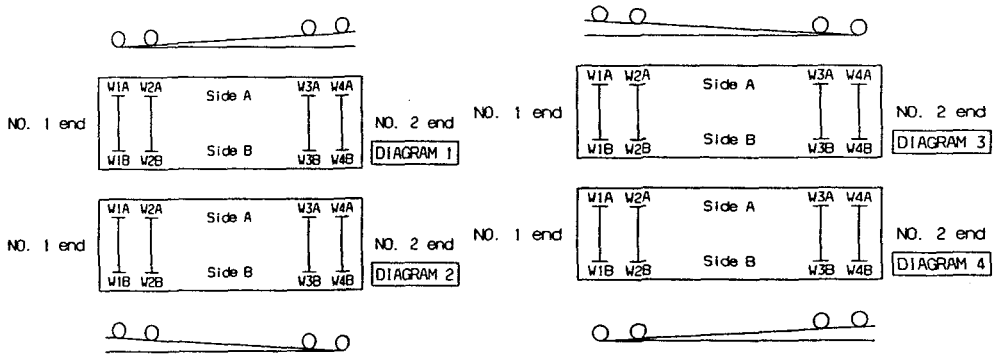


그림 2. 패킹 삽입 및 시험 절차

- 이때 시뮬레이션된 비틀림 선로를 위한 조건은 대차 센터간의 기울기는 그림 1과 같다.
- 시험을 위해 그림 3과 같이 차량을 임한 기관차를 이용해 패커 위로 올려놓는다.
- 그림 2의 4 경우에 대해 각각 모든 차륜의 윤증을 기록한다.

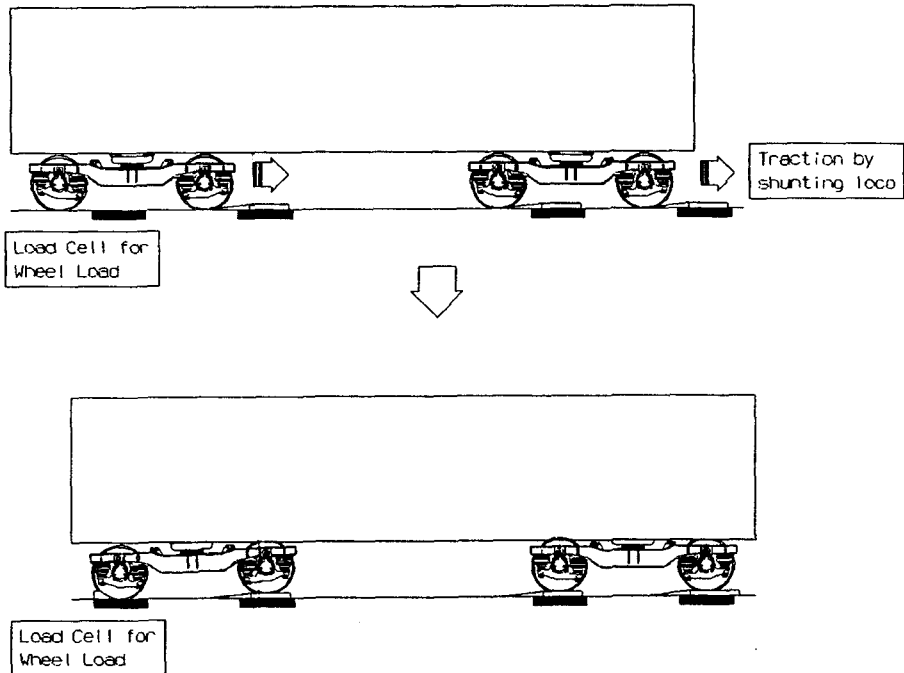


그림 3. 시험 방법

시험 분석 방법

각 차륜 마다 $\Delta Q/Q$ 를 계산하고 최대 윤중감소율을 찾는다. 계산 방법은 아래와 같다.

레벨 선로에서 측정된 정상 윤중이 5.25톤 이고 비틀림 선로에서 같은 차륜의 측정 윤중이 2.85톤이면 Wheel Off-Loading $\Delta Q = 5.25 - 2.85 = 2.40$ 톤이 되고 이 때 윤중감소율은 $\Delta Q/Q = 2.40/5.25 = 0.46$ or 46%이 된다.

시험 결과

윤중 감소율의 최대 값은 일반적으로 그림 4와 같이 발생한다.

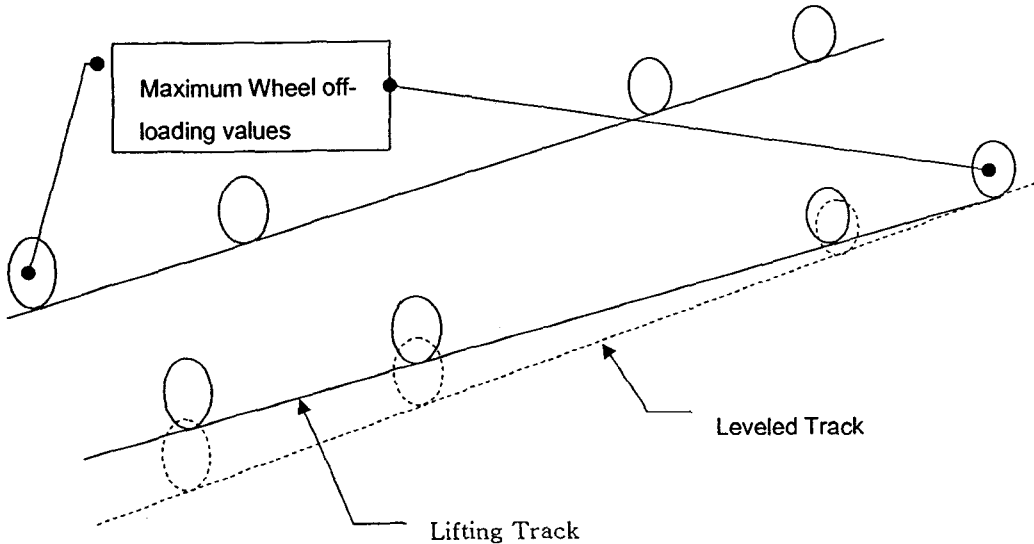


그림 4 : Max. wheel unloading point

서식 있음

시험결과 최대 윤중 감소율은 47.5% 였으며 공차 하중 상태에서 발생되었다. 이 값은 UIC/ORE 에서 규정하고 있는 60% 는 물론 DMRC 사양에서 규정하고 있는 50% 미만을 만족시키는 값으로 DMRC EMU는 정적상태의 윤중감소율 60% 미만의 요구조건을 만족시킨다고 결론지을 수 있다.

2526.5	2608	Criteria	2594.5	2577	
0.475	0.264		Delta Q/Static Q	-	-
2650	3840		Measuring Load	6860	7635
5053	5216		Static Wheel Load	5189	5154
0	0		Packer Height	0	0

W1A W2A

W1B W2B

Side A

Side B

W3A W4A

W3B W4B

43.5	34	Criteria	5.5	0	
5194	5033		Packer Height	5100	5126
7625	6385		Static Wheel Load	3415	2670
-	-		Measuring Load	0.33	0.479
2597	2516.5		Delta Q/Static Q	2550	2563

참고문헌

1. ERRI, UIC / ORE Committee B55 (1983), Prevention of derailment on track twists, Report No. 8