

철도차량의 윤중 측정 및 조정방법

Measurement and Adjustment method for a static wheel load of Rolling Stock

강성욱†, 이강운*, 오형식**

Sung-Wook Kang†, Kang-Woon Lee*, Hyung-Shik Oh**

초 록 철도 차량의 윤중 측정 및 관리는 차량의 주행안전성과 밀접한 관계가 있다. 따라서 차량의 윤중 측정 및 조정에 대한 기본적인 개념 및 원리의 이해가 중요한데, 이와 관련한 국내 문헌을 찾아 보기 어려운 것이 현실이다. 이에 따라 현장에서 수행되는 윤중 조정 작업은 각 작업자의 경험 및 방법 등에 의지하여 진행되고 있는 경우가 많이 있다고 사료된다. 본 논문에서는 철도 차량의 윤중 측정 및 조정에 대한 기본 개념 및 원리에 대한 설명 및 실제 차량에서 윤중 조정에 대한 구체적인 방법을 소개함으로써 실제 윤중 조정 작업이 현장에서 좀더 체계적으로 수행되는데 도움이 되기를 기대한다.

주요어 : 윤중, 윤중 측정, 윤중 조정 절차, 개념 및 원리

1. 서 론

철도 차량의 윤중 측정 및 관리는 차량의 주행안전성과 밀접한 관계가 있다. 따라서 차량의 윤중 측정 및 조정에 대한 기본적인 개념 및 원리의 이해가 중요한데, 이와 관련한 국내 문헌을 찾아 보기 어려운 것이 현실이다. 이에 따라 현장에서 수행되는 윤중 조정 작업은 각 작업자의 경험 및 방법 등에 의지하여 진행되고 있는 경우가 많이 있다고 사료된다. 본 논문에서는 철도 차량의 윤중 측정 및 조정에 대한 기본 개념 및 원리에 대한 설명 및 실제 차량에서 윤중 조정에 대한 구체적인 방법을 소개함으로써 실제 윤중 조정 작업이 현장에서 좀더 체계적으로 수행되는데 도움이 되기를 기대한다.

2. 본 론

2.1 윤중 조정 기본 원리 및 개념

2.1.1 용어의 정의

- (1) 윤중: 차륜에 작용하는 하중
- (2) 축중: 차축에 작용하는 하중
- (3) 축중편차: 동일 대차 또는 동일 차량의 평균 축중대비 해당 축중의 편차
- (4) 축당 윤중편차: 동일 차축의 평균 윤중 대비 해당 윤중의 편차
- (5) Twist: 대차 1차 및 2차 스프링에서 각각 4곳의 높이(level) 차이가 대각선 방향으로 발생하여 나타나는 뒤틀림
- (6) 대차 twist에 의한 윤중 편차 : 대차 1차 스프링 높이 편차로 인한 윤중 편차
- (7) 차체 twist에 의한 윤중 편차 : 대차 2차 스프링 높이 편차로 인한 윤중 편차

2.1.2 윤중 편차 3요소

차량 윤중 편차에 영향을 미치는 요소는 ① 차량의 무게중심 편차, ②대차 Twist, ③차체 Twist 로 분류할 수 있다.

- (1) 차량 무게중심 편차- 윤중편차(▲Wg)

† 교신저자: 현대로템(주) 기술연구소 주행장치개발팀 (kswook@hyundai-rotam.co.kr)

* 현대로템(주) 기술연구소 주행장치개발팀

** 현대로템(주) 기술연구소 주행장치개발팀

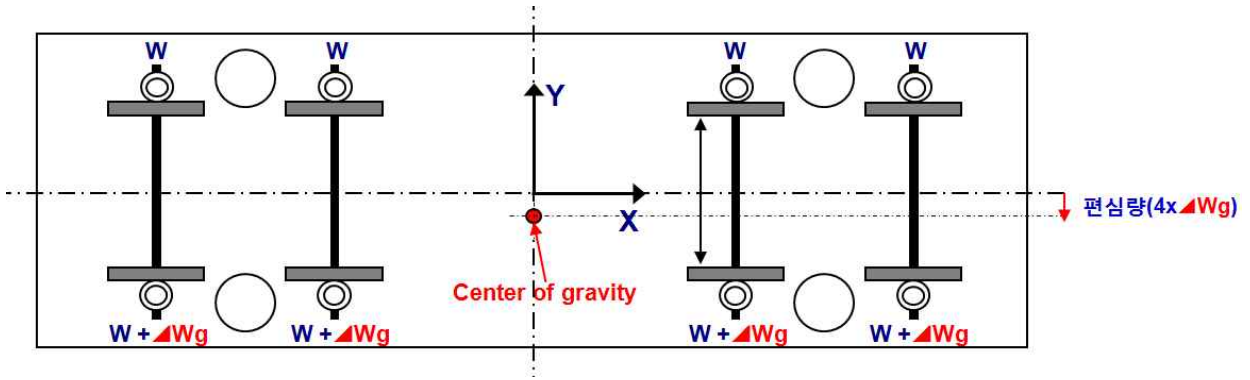


그림 1. 차량 무게중심 편차에 의한 윤중 편차 (ΔWg)

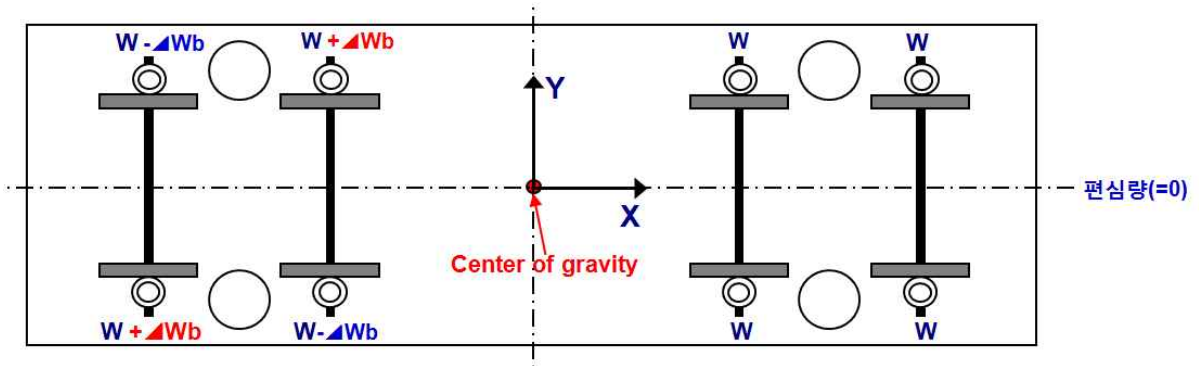


그림 2. 대차 Twist에 의한 윤중 편차 (ΔWb)

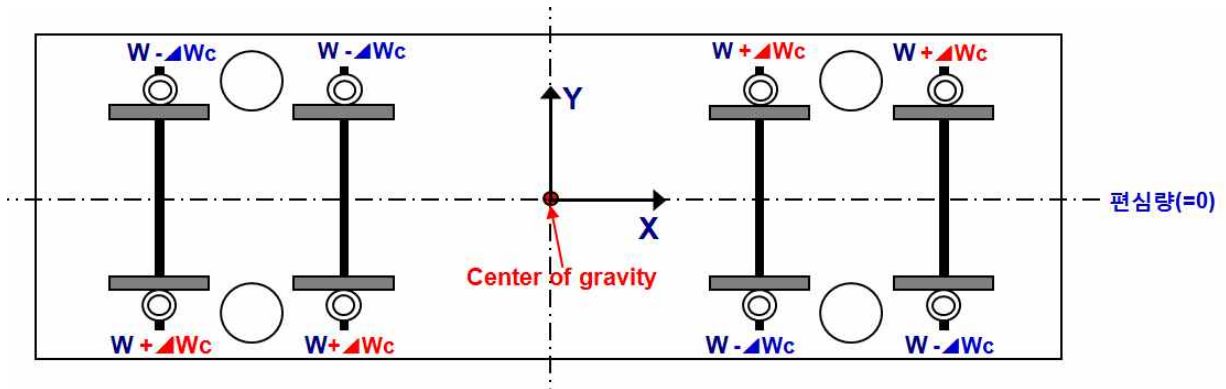


그림 3. 차체 Twist에 의한 윤중 편차 (ΔWc)

: 차량의 무게중심 편차로 인한 윤중 편차 (ΔWg)는 차량 고유의 특성값으로 고정된 윤중 편차이며, 라이너 조정등으로 조정할 수 없는 편차임. (그림1)

(2) 대차 Twist에 의한 윤중편차(ΔWb)

: 동일 대차내에서 4곳의 1차스프링 높이가 대각선 방향으로 높이차(level)가 발생하여, 대각선 방향으로 윤중을 주고 받아서 발생하는 윤중 편차를 나타낸다. 대차

Twist에 의한 윤중 편차는 차량의 무게중심에 영향을 주지 않는다. 그리고, 동일 대차내에서 4곳에 1차 스프링 높이(축상고)의 대각선 방향 높이차(level)를 줄여 줌으로써, 대차 Twist에 의한 윤중편차 (ΔWb)를 조정해 줄 수 있다. (그림2)

(3) 차체 Twist에 의한 윤중편차(ΔWc)

: 동일 차량내에서 4곳의 2차스프링 높이가 대각선 방향으로 높이차(level)가 발생할 때,

대각선 방향으로 윤증을 주고 받아서 발생하는 윤증 편차를 나타낸다. 차체 Twist에 의한 윤증 편차는 차량의 무게중심 위치에 영향을 주지 않는다. 그리고, 동일 차량내에서 4곳에 2차 스프링 높이의 대각선 방향 높이차(level)를 줄여줌으로써, 차체 Twist에 의한 윤증 편차(▲Wc)를 조정해 줄 수 있다. (그림3)

2.2 윤증 조정 방법

2.2.1 개요

실제 차량에서 측정되는 윤증 편차는 상기 윤증 편차에 대한 기본 원리 및 개념에서 살펴본 윤증편차 3요소(▲Wg, ▲Wb, ▲Wc)를 모두 포함하고 있다. 따라서, 각각의 윤증 편차 요소에 대한 윤증 편차값을 확인하고, 각각에 대한 조정 방안을 마련하여야 한다.

상기 3요소로 인하여 실제 차량에서 측정되는 윤증값은 그림4와 같이 표현될 수 있다.

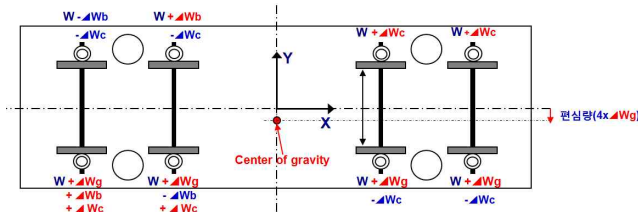


그림 4.

여기서, 실제 측정된 값이 그림5와 같다면,

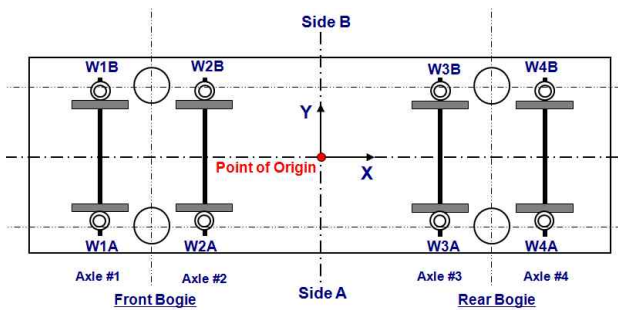


그림 5.

다음과 같이 윤증 편차 3요소를 각각 계산할 수 있다.

(1) 차량 무게중심 편차- 윤증 편차(▲Wg)

$$\Delta Wg = [(W1B+W2B+W3B+W4B) - (W1A+W2A+W3A+W4A)] / 8$$

$$\% \text{ of } \Delta Wg = \Delta Wg / W(\text{평균 윤증}) \times 100\%$$

(2) 대차 Twist - 윤증 편차(▲Wb)

$$\Delta Wb(\text{Front Bogie}) = [(W1B+W2A) - (W1A+W2B)] / 4$$

$$\Delta Wb(\text{Rear Bogie}) = [(W3B+W4A) - (W3A+W4B)] / 4$$

$$\% \text{ of } \Delta Wb = \Delta Wb / W(\text{평균윤증}) \times 100\%$$

(3) 차체 Twist - 윤증 편차(▲Wc)

$$\Delta Wc = [(W1B+W2B+W3A+W4A) - (W1A+W2A+W3B+W4B)] / 8$$

$$\% \text{ of } \Delta Wc = \Delta Wc / W(\text{평균윤증}) \times 100\%$$

2.2.2 윤증 조정 절차

1) 차체 Twist(▲Wc)에 의한 윤증 편차를 제거하기 위해 직선구간 평탄 선로에서 공기 스프링의 공기를 배기한다.

2) 차량을 윤증 측정기로 진입시키고 차량 또는 편성단위로 윤증을 측정한다.

3) 측정오차를 최대한 줄이기 위해 차량을 양쪽 방향(IN/OUT)으로 각각 연속적으로 측정하여 측정된 값의 산술 평균값을 구한다.

4) 측정된 윤증 및 축상고 측정값에 대하여 아래와 같이 윤증 측정값 평가 및 축상고 조정 작업을 수행한다.

① 윤증 check sheet에 측정된 윤증값을 기입하고, 차량 무게중심편차(▲Wg) 및 대차 twist(▲Wb) 값을 분석한다.

② 대차 Twist에 의한 윤증편차가 1% 이상인 대차에 대하여 대차 Twist 조정작업(축상고 조정작업)을 실시한다.

③ 윤증 편차가 큰 윤축의 윤증이 작은 1차 스프링에 라이너(t mm)를 삽입한다. (그림6)

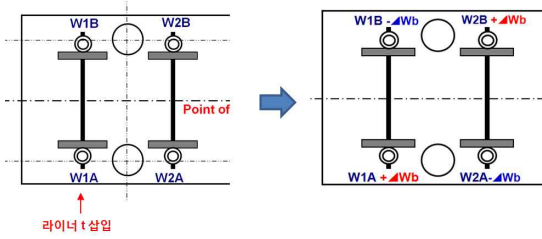


그림 6.

④ 차량 무게중심 편차(윤중 편차, ΔWc)로 인하여 차량 side A에 축상고 높이가 기준 범위의 하향 한계값에 있을 경우에는 차량 side A에 일괄적으로 동일한 라이너 두께를 삽입하여 축상고 높이(4개소)를 조정한다. (일괄적으로 한쪽 측면에 라이너 삽입시에는 윤중 변화는 없으며, 단순히 축상고 높이 기준을 위한 조정 작업임.)

5) 다음 단계로 차량의 공기스프링에 공기를 주입후 1차 및 2차스프링이 자리를 잡도록 차량을 일반선로에서 운행한다.

6) 차량을 윤중 측정기로 진입시키고 차량 또는 편성단위로 윤중을 측정한다.

7) 측정 오차를 가능한 제거하기 위해 차량을 양쪽방향(IN/OUT)으로 각각 연속적으로 측정하여 측정된 값의 산술 평균값을 구한다.

8) 측정된 윤중, 축상고 및 공기스프링 높이값에 대하여 아래와 같이 윤중 측정값 평가 및 공기스프링 높이 조정 작업을 수행한다.

① 윤중 check sheet에 측정된 윤중값을 기입하고, 차량 무게중심편차(ΔWg), 차체 twist(ΔWc), 대차 twist(ΔWb) 값을 분석한다.

② 차체 Twist 편차가 큰 위치에 공기스프링 높이 조정작업을 실시한다. (일반적으로, 윤중 편차가 큰 대차에서 윤중이 낮은 위치의 공기스프링 높이를 높게 조정한다.)

③ 이때 공기스프링 높이공차($\pm 3mm$)에 주

의하여 조정작업을 실시한다. (그림7)

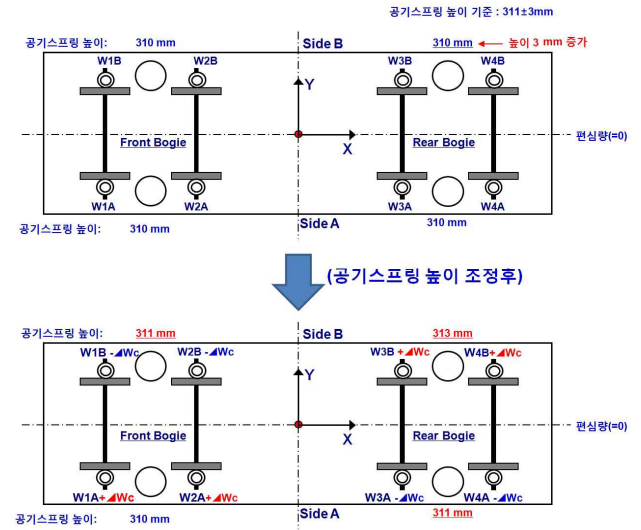


그림 7.

9) 공기스프링 높이공차 관리를 위하여 일반적으로 동일한 윤중 조정 효과를 줄 수 있는 방안 10가지를 아래와 같이 소개한다. (차량의 높이 치수 기준에 따라 선택하여 적용한다.)

① W3B-W4B 위치의 공기스프링 높이를 증가시키는 방법(3mm \uparrow)

② W1A-W2A 위치의 공기스프링 높이를 증가시키는 방법(3mm \uparrow)

③ W1B-W2B 위치의 공기스프링 높이를 낮추는 방법(3mm \downarrow)

④ W3A-W4A 위치의 공기스프링 높이를 낮추는 방법(3mm \downarrow)

⑤ W3B-W4B 위치의 공기스프링 높이 (1.5mm \uparrow) + W3A-W4A의 공기스프링 높이 (1.5mm \downarrow)

⑥ W1A-W2A 위치의 공기스프링 높이 (1.5mm \uparrow) + W1B-W2B의 공기스프링 높이 (1.5mm \downarrow)

⑦ W3B 와 W4B 의 축상에 라이너(3t)를 삽입 (공기스프링 높이 변화없음)

참고문헌

- [1] IEC 61133(2006-10) Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service – section 8.5 weighing test
- [2] 철도안전법 – 도시철도차량기준(전동차) – 제3장 필수 요구사항- 3.2.1.3 중량 분포

⑧ W1A 와 W2A의 축상에 라이너(3t)를 삽입 (공기스프링 높이 변화없음)

⑨ W3A와 W4A의 축상에 라이너(3t)를 빼냄 (공기스프링 높이 변화없음)

⑩ W1B와 W2B의 축상에 라이너(3t)를 빼냄 (공기스프링 높이 변화없음)

10) 기타 주의사항

① 공기스프링 높이 조정(레벨링 밸브 rod 길이 조정)후에는 차량의 공기스프링을 전부 배기후 다시 공기를 공급해 주는 것이 바람직하다. (레벨링 밸브 불감대 영역 영향)

② 공기스프링 높이 조정 작업후에는 공기스프링이 제자리를 잡도록 차량을 전후 방향으로 움직인 후 운중 측정작업을 하는 것이 바람직하다.

③ 본 논문은 대차단위 및 차량단위에서 대각선 방향의 좌우 운중 편차(대차 twist 및 차체 twist)를 조정하는 방법을 설명하고 있으며, 차량 무게중심 편차는 더미(dummy) 중량 적용 이외에는 조정할 수 없다.

3. 결 론

1) 본 논문에 소개된 운중 조정 방법은 국내 코레일 및 서울교통공사에서 운용하는 통근형 전동차의 신조차량을 기준으로 작성되었다.

2) 본 논문에서 소개된 운중 조정 방법은 저자의 현업 경험을 바탕으로 제안된 방법으로, 실제 현장에서 참고용으로만 이용되기 바란다.

3) 국내 철도차량 운용사의 유지보수측면에서 운중 관리에 대한 보다 체계적인 접근이 필요한 시점이라고 판단된다.