

# 철도용 구동장치의 설계에 관한 연구

## A Study on the Design in Running System of Railway

\*\*윤성철<sup>1</sup>, 백광선<sup>2</sup>, 류준형<sup>3</sup>, 최강윤<sup>4</sup>  
 \*#S. C. Yoon(scyyoon1@krii.re.kr)<sup>1</sup>, K. S. Baik<sup>2</sup>, J. H. Ryu<sup>3</sup>, K. Y. Choe<sup>4</sup>  
<sup>1234</sup>한국철도기술연구원 시험인증센터

Key words : Structural design, Frame strength, Stress test, Load test

### 1. 서론

화물을 수송하기 위해 제작되는 화차 구동장치의 여러부품중 대차프레임은 중요한 부품중 하나라고 할 수 있다. 대차프레임의 구조설계 상태를 검증하기 위해 대차하중시험을 실시하고자 한다. 대차하중시험을 실시하여 대차프레임의 강도를 확인하고 설계가 안전한가를 검증하는데 그 목적이 있다. 대차프레임의 하중시험을 통해 강도를 확인하여 구동장치의 설계 안전성을 확인하고자 한다.

대차프레임의 형상은 Fig. 1과 같으며 대차프레임은 용접 구조로서 현수장치로는 코일스프링을 사용하였으며, 하중시험방법은 JIS E 4208(철도 차량용 대차의 하중시험 방법)에 의거하면서 하중조건은 최대한 가혹한 조건을 선택하였다. 고속화차용 용접 대차의 중량조건은 Table 1과 같으며 시험의 평가 기준은 Table 2와 같다.

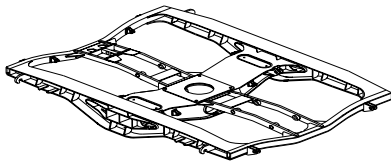


Fig. 1 대차프레임의 형상

Table 1 중량조건

기 호	구 분	중 량(kg)
L1	공차 중량	21,098
L2	적재중량	54,000
L3	스프링하 중량	5,400
L4	대차당 수직 정하중	34,849

### 2. 설계 검증 시험

#### 2.1 스트레인게이지 취부

대차 프레임은 좌우 방향에 대해 대칭을 이루고 전후방향에 대해서도 대칭이므로 1/4 영역에서 응력집중이 예상되는 지점에 24개의 단축 Strain gauge와 7개의 Rosette strain gauge를 취부하여 총 45채널을 구성하였다.

#### 2.2 수직하중 시험

수직하중은 차체자중 및 적재하중에 대해서 대차프레임이

지지하는 하중으로 수직 정하중은 최대 적재 시 동적효과를 고려하지 않은 하중이며, 수직 동하중은 가장 열악한 상태로 가정하여 차체의 상하방향으로 0.5g의 가속도를 고려한 것으로 수직 정하중의 1.5배를 고려하였다. 대차 프레임을 Coil spring이 장착된 Axle box의 Axle center 위치에서 지지하고, Dummy center pivot 상에 수직 정하중과 수직 동하중을 부가하였다.

#### 2.3 제동부품하중 시험

제동부품하중 시험은 제동장치 부품의 중량에 의해 발생하는 하중을 각 Brake hanger bracket에 상하 방향으로 구분하여 부가하였다. 수직하중 시험과 동일하게 Dummy center pivot에 수직 동하중을 부가한 상태에서 Hanger bracket에 하중을 부가하였고, Hanger bracket 1&8, 2&7, 3&6, 4&5의 순서로 시험을 실시하였다. 하중은 제동부품하중에 10g의 가속도를 고려하였다.

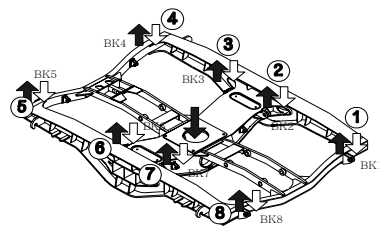


Fig. 2 제동부품하중 시험방법

#### 2.4 좌우하중 시험

차체 좌우방향의 동적효과를 고려하여 수직 정하중의 30%에 해당하는 하중을 대차프레임의 좌우에 부가하였다. 대차프레임을 Axle box 위치에서 지지하고 Dummy center pivot과 좌우하중 지그를 설치한 다음 Axle box의 좌우방향 변위를 구속한 후, 수직 동하중을 부가한 상태에서 좌우방향으로 하중을 부가하였다.

#### 2.5 전후하중 시험

차체 전후방향의 동적효과를 고려하여 수직 정하중의 40%에 해당하는 하중을 대차프레임의 전후방향에 부가하였다. 대차프레임을 Axle box 위치에서 지지하고 Dummy center pivot과 전후하중 지그를 설치한 다음 Axle box의 전후방향 변위를 구속한 후, 수직 동하중을 부가한 상태에서 전후하중을 부가하였다.

#### 2.6 비틀림하중 시험

대차프레임의 비틀림은 휠과 레일사이의 불균일과 곡선주행 시 편차로 인해 발생하는 현상이다. 첫 번째 비틀림 시험은 대차프레임 대각선 위치의 Coil spring 지지부에 Liner를 삽입하여

15 mm의 강제변위를 부여하고 63 ton 수직하중을 가하였으며, 두 번째 시험은 좀 더 열악한 조건으로 수행하기 위해 Axle box 상단에 Liner를 삽입하여 15 mm의 강제변위를 부여한 후의 68.9 ton 수직하중을 가하였다.

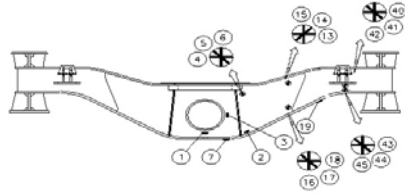


Fig. 3 Bolster 옆면의 Strain gauge 취부도

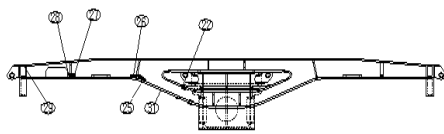


Fig. 4 Side frame 옆면의 Strain gauge 취부도

### 3. 시험결과

시험결과를 KRS 9210(철도차량용 대차스톡-설계통칙)에 따라 하중시험에서 구한 응력을 이용하여 합성평균응력과 합성변동응력을 구하고 이를 응력 한계도에 도시하여 평가한다. 합성응력 산출시 비틀림하중에 의한 응력은 더 열악한 조건으로 하여 합성응력을 산출하였다. 3축 스트레인게이지는 주응력을 산출하고, 합성평균응력과 합성변동응력을 산출한 후 이를 응력 한계도로 나타내어 비교하였다.

#### 3.1 응력 한계도

대차프레임에 사용된 재질은 SWS490A이며, 그 기계적 성질은 Table 2와 같다. 각각의 측정 위치에서 합성평균응력과 합성변동응력을 구하여 피로내구선에 나타내었으며 Fig. 5와 같다. Gauge No. 19는 볼스타 하부 굴곡부의 위치로서 모재이며, Gauge No. 23은 side frame 하부 굴곡부의 위치로서 모재이다. Gauge No. 32는 side frame 과 end beam 의 연결부로 용접후 그라인딩 처리된 부분이다. 앞서 서술한 부분에서만 높은 응력이 발생하였으나, 모두 허용응력을 만족하고 있다.

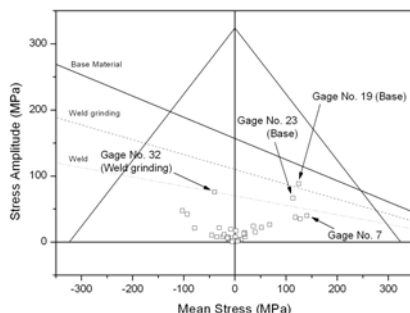


Fig. 5 피로내구선도

Table 2 사용재질의 기계적 성질

재 질	항복 강도	피로한도			비 고
		모재부	사상부	용접부	
SWS490A	324	157	110	70	MPa



Fig. 6 스트레인게이지 취부상태

### 4. 결론

용접대차 프레임에 대한 하중시험 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

시험결과 높은 응력이 발생한 부위는 Gauge No. 19, 23, 32 들이고, 이 중 Gauge No. 19는 볼스타 하부 굴곡부의 위치로써 모재이며, Gauge No. 23은 side frame 하부 굴곡부의 위치로써 모재이고, Gauge No. 32는 end beam 용접 후 그라인딩부분으로 허용응력을 만족하고 있다. 시험결과 모든 조합응력은 피로내구선도 상의 안전영역에 위치하고 있다.

구동장치의 주요부품인 대차프레임은 하중시험 결과 설계요건을 충분히 만족하는 것으로 나타났다.

### 참고문헌

1. 국토해양부, “철도차량 성능시험 시행지침,” 2008
2. 국토해양부, “철도차량 안전기준에 관한 규칙,” 주행장치, 2008
3. 한국표준협회, “철도차량용 대차 스톡 설계 통칙,” R 9210, 1996
4. Japanese Industrial Standards, “Test Methods of Static Load for Truck Frames and Truck Bolsters of Railway Rolling Stock,” E 4208, 1988