

철도용 구동장치의 피로시험에 관한 연구

A Study on the Fatigue Test in Running System of Railway

*#윤성철¹, 김연수², 박성혁³

*#S. C. Yoon(scyyoon1@krri.re.kr)¹, Y. S. Kim², S. H. Park³

¹²³한국철도기술연구원 시험인증안전센터

Key words : Structural strength, Stress, Fatigue

1. 서론

화물을 수송하기 위해 제작되는 화차 구동장치의 여러부품중 대차프레임은 중요한 부품중 하나라고 할 수 있다. 대차프레임의 구조상태를 확인하기 위해 대차하중시험을 실시하고자 한다. 대차하중시험을 실시하여 대차프레임의 강도를 확인하고 프레임이 안전한가를 확인하는데 그 목적이 있다. 대차프레임의 하중시험을 통해 강도를 확인하여 구동장치의 안전성을 확인하고자 한다.

대차프레임의 형상은 그림 1과 같으며 대차프레임은 용접구조로서 현수장치로는 코일스프링을 사용하였으며, 하중시험방법은 JIS E 4208(철도차량용 대차의 하중시험 방법)에 의거하면서 하중조건은 최대한 가혹한 조건을 선택하였다. 화차용 용접대차의 중량조건은 Table 1과 같으며 시험의 평가 기준은 Table 2와 같다.

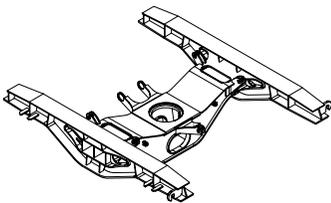


Fig. 1 대차프레임의 형상

2. 시험

2.1 수직하중 시험

수직하중은 차체자중 및 적재하중에 대해서 대차프레임이 지지하는 하중으로 수직 정하중은 최대적재시 동적효과를 고려하지 않은 하중이며,

수직 동하중은 가장 열악한 상태로 가정하여 차체의 상하방향으로 0.5g의 가속도를 고려한 것으로 수직 정하중의 1.5배를 고려하였다.

Table 1 중량조건

구 분	중 량(kg)	비 고
공차 중량	27,500	
적재중량	25,000	
스프링하중량	5,400	
대차당 수직 정하중	23,550	

2.2 제동부품하중 시험

제동부품하중 시험은 제동장치 부품의 중량에 의해 발생하는 하중을 각 Brake hanger bracket에 상하 방향으로 구분하여 부가하였다. 하중은 제동부품하중에 10g의 가속도를 고려하였다.

2.3 좌우하중 시험

차체 좌우방향의 동적효과를 고려하여 수직 정하중의 30%에 해당하는 하중을 대차프레임의 좌우에 부가하였다. 수직 동하중을 부가한 상태에서 좌우방향으로 하중을 부가하였다.

2.4 전후하중 시험

차체 전후방향의 동적효과를 고려하여 수직 정하중의 40%에 해당하는 하중을 대차프레임의 전후방향에 부가하였다. 수직 동하중을 부가한 상태에서 전후하중을 부가하였다.

2.5 비틀림하중 시험

대차프레임의 비틀림은 휠과 레일사이의 불균일과 곡선주행시 편차로 인해 발생하는 현상이다. 첫번째 비틀림 시험은 대차프레임 대각선 위치의 Coil spring 지지부에 Liner를 삽입하여 50.6ton의 수직하중을 가하였고, 두번째 시험은 좀 더 열악한 조건으로 수행하기 위해 Axle box 상단에 60.0ton의 수직하중을 가하였다.

3. 시험결과

시험결과는 KRS 9210(철도차량용 대차스톡-설계통칙)에 따라 하중시험에서 구한 응력을 이용하여 합성평균응력과 합성변동응력을 구하고 이를 응력 한계도에 도시하여 평가한다.

3.1 응력 한계도

대차 프레임에 사용된 재료는 SWS490A이며, 그 기계적 성질은 표 2와 같다. 각각의 측정 위치에서 합성평균응력과 합성변동응력을 구하여 피로내구선도에 나타내었으며 그림 2와 같다. Gauge No. 15, 16, 17은 볼스타 옆면의 위치로서 용접부이며, Gauge No. 21은 볼스타 옆면 하부 굴곡부의 위치로서 용접부 이고, Gauge No. 36, 37, 38은 볼스타 옆면의 위치로서 용접부이다. 앞서 서술한 부분에서만 높은 응력이 발생하였으나, 모두 허용응력을 만족하고 있다.

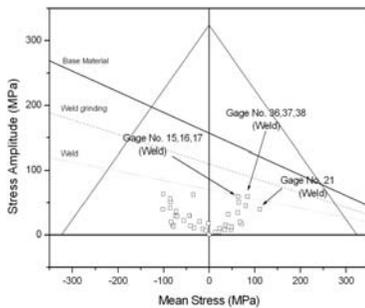


Fig. 2 피로내구선도

Table 2 사용재료의 기계적 성질

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

4. 결론

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

시험결과 높은 응력이 발생한 부위는 Gauge No. (15, 16, 17), 21, (36, 37, 38) 이고, 이중 Gauge No. 15, 16, 17은 볼스타 옆면의 위치로서 용접부이며, Gauge No. 21은 볼스타 옆면 하부 굴곡부의 위치로서 용접부 이고, Gauge No. 36, 37, 38은 볼스타 옆면의 위치로서 용접부이며 모두 허용응력을 만족하고 있다.

시험결과 모든 조합응력은 피로내구선도 상의 안전영역에 위치하고 있다.

본 논문의 결과는 향후 철도형식승인을 위한 시험규격 정비 및 기술기준에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

후기

본 논문은 국토교통과학기술진흥원이 지원하는 "철도차량 형식승인을 위한 시험규격 정비 및 기술기준 개발" 연구결과의 일부임을 밝힙니다.

참고문헌

1. 국토해양부, "철도차량 안전기준에 관한 규칙," 주행장치, 2008
2. 국토해양부, "철도차량 성능시험 시행지침," 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