

코일 수송차량의 구조에 관한 연구

A Study on the Structure in Transport Car of Coil

* #윤성철¹, 박성혁²

* #S. C. Yoon(scyyoon1@krii.re.kr)¹, S. H. Park²

^{1, 2} 한국철도기술연구원

Key words : Structural strength, Yield stress

1. 서론

최근에 국내에서 철도를 이용한 화물 코일수송은 다른 교통수단인 도로에 의한 수송과 비교하여 시간적인 측면에서 정시성이 있고 화물을 대량으로 수송할 수 있어 편리하다고 할 수 있다. 본 연구의 화차는 영업수송을 위한 코일화물을 운반할 수 있도록 SM490A와 ASTM A441로 설계되어 제작되었다. 그러므로 운행하기 전에 화차의 안전성을 검증하기 위하여 화차의 제작상태를 확인하는 것이 필요하다.

코일을 수송하기 위해 제작된 언더프레임의 제작상태를 확인하기 위해 차체 하중시험을 실시하고자 한다. 차체하중시험을 실시하여 응력, 변위 등을 측정하고 차체의 강도 및 강성을 확인하여 안전성을 평가하는데 그 목적이 있다. 본 연구의 코일 수송화차 모델은 차체길이 12,000 mm, 폭 2,850 mm, 차체높이 3,610 mm이며 운행 최고 속도는 90 km/h 이다.

화차의 제원을 살펴보면 대차중심간 거리 8,200 mm 이며 화차의 중량으로는 자중 24,000 kg, 화물 하중 51,000 kg, 대차중량은 2 set에 9,300 kg 이다. 화차 재질의 특성은 table 1에서 알 수 있다.

Table 1 The Features of the Materials for the freight Car

| 재 질 | 항복응력 (MPa) |
|-----------|------------|
| SM490A | 323 |
| ASTM A441 | 313 |
| SS400 | 245 |

2. 차체시험

2.1 스트레인게이지 취부

화차 구조체는 전후좌우방향으로 거의 대칭을 이루고 있으므로 스트레인게이지를 1/4부분에 집중적으로 취부하며, 측정점의 선택방법은 구조해석의 결과에서 높은 응력이 예측되는부분, 형상 및 단면의 급변화 부분 등 구조상 응력집중이 예상되는 부분 등을 선정하였다.

2.2 다이얼게이지 설치

다이얼게이지를 사이드실에 길이방향으로 가능한 등간격으로 설치하고, 지지점인 볼스터, 크로스빔 등 구조체의 변형모드가 변곡점이 되는 부분에 설치한다. 갯수는 한쪽 사이드실에 5개씩 총10개를 양쪽에 설치하였다.

2.3 고유진동수 측정

구조체를 수직하중시험 시와 동일하게 지지하고 가속도계를 사이드실에 부착하여 측정 장치에 연결한 후 구조체 중심에 진동이 가능한 하중을 가한 후 이때 발생하는 굽힘고유진동수를 측정한다.

2.4 평가기준

차체의 언더프레임은 구조용강판인 SM490A, ASTM A441, SS400으로 제작되어 있다. 수직하중

Table 2 Evaluation standards

| 구 분 | 측 정 값 | 평가기준 |
|---------|-------|-------------|
| 수직하중 시험 | 응력 | 재질의 항복강도 이내 |
| | 처짐량 | 캠버량 이내 |

| | | |
|------------|-------------|-------------|
| 압축하중 시험 | 응력 | 재질의 항복강도 이내 |
| 고유진동수 측정시험 | 1차 굽힘 고유진동수 | 10.0 Hz 이상 |

과 압축하중 작용시 평가기준은 측정된 응력값이 재질의 항복강도 이내이어야 하며, 처짐량은 캠버량 이내, 고유진동수는 10.0 Hz 이상 이어야 한다.

3. 시험방법

3.1 수직하중시험

수직하중은 공차하중과 최대적재하중에 대한 구조체가 부담하는 하중으로 수직하중의 동적효과 0.3g를 고려하면, 차체의 중량은 언더프레임 상면에 등분포로 부과되고, 코일 중량은 언더프레임에 등분포하중으로 부과한다. 운행조건을 고려하여, 차체에 작용하는 동하중계수 0.3g로 하여 수직하중을 결정하였다.

3.2 압축하중시험

압축하중시험은 센터피봇 부위를 지지하고 연결기 중심선을 따라 한쪽 연결기는 지지되고 반대편 차체 연결기에 압축하중을 고려하면, 공차 상태에서 차량간의 연결시에 발생하는 수평하중이 동시에 발생하는 경우로서, 차체중량을 적용한 수직하중 상태에서 연결기를 통해 압축력 220톤이 동시에 작용하는 하중 상태이다.



Fig. 3 A Picture of a Transport car

3.3 처짐량 측정

처짐량은 다이얼게이지를 길이방향으로 사이드실에 설치하여 수직하중과 압축하중시 중앙점과 좌우 끝단에서 처짐량을 측정한다.

3.4 고유진동수 측정

수직하중시험과 동일하게 볼스터 자리를 지지하고, 차체 중심에 진동이 가능한 하중 약 1톤을

가한 후 순간적으로 제거하여 이때 발생하는 굽힘 고유진동수를 측정하였다.

4. 시험결과

4.1 수직하중시험

최대시험하중은 73.0톤이며 하중을 단계별로 부가하였다. 각 하중을 가한 후 응력계측장비로 응력을 측정하였다. 최대응력은 사이드실과 크로스빔 교차부위에서 발생하였다.

4.2 압축하중시험

최대시험하중은 수직성분 20.0톤과 압축하중 220톤이며 하중은 20.0톤(수직성분)과 220톤(수평성분) 하중을 단계별로 부가하였다. 최대응력은 센터실부위에서 발생하였다.

4.3 합성응력 산출

수직하중과 압축하중이 동시에 작용한다고 가정하고 이때, 발생한 응력이 재질의 항복응력을 초과하는 여부를 검토하였으며, 이를 위하여 수직하중과 수평압축하중의 시험데이터에 근거한 응력을 중첩시켜 합성응력을 산출하였다. 최대응력 값은 항복응력내에 있음을 알 수 있다.

5. 결론

수직하중 작용시 최대응력이 발생한 부위는 사이드실과 크로스빔 교차부위에서 발생하였으며, 응력값은 99 MPa 이었다. 압축하중 작용시 발생하는 최대응력은 센터실부위로서 응력 값은 -169 MPa 이었다. 수직하중과 압축하중 작용시의 응력을 이용하여 합성응력을 계산하였으며, 최대응력은 센타실과 볼스터 교차부위로서 -161 MPa이 발생하였으며 재료의 항복강도 이내였다.

수직하중 작용 시 최대 처짐량은 중앙부에서 발생하였으며 4.42 mm로서 역캠버가 발생하지 않았으며, 고유진동수 측정결과 19.0 Hz로서 기준값을 만족하고 있다.

참고문헌

1. 국토해양부, "철도차량 안전기준에 관한 지침," 2008.
2. Japanese Industrial Standards, "Test methods for static load of body structure of railway rolling stock," E 7105, 2006.
3. 국토해양부, "철도차량 성능시험 시행지침," 2008.