

비틀림 흡수구조형 제륜자 홀더행거의 적용방안에 관한 연구

The research of application plan for the twist absorption structure type brake holder hanger

홍재성 * 함영삼 * 백영남 **
Hong, Jai-Sung Ham, Young-Sam Paik, Young-Nam

Abstract

Among welded structure bogies in use for high speed freight car, a part of bogies manufactured in 1999 and 2000 have found problems that crack occurs in its end beam. In case of a freight car the difference of weight between empty and loading conditions are worse than in case of a passenger car. Moreover its brake system is tread brake without second suspension system. Cracks of end beam is supposed to be due to loading by brake system rather than vertical loading by freight. These cracks can make brake system useless and may be a cause of derailment in the worst case.

In this study, we have proposed a simple torsion-free brake shoe holder hanger to remove torsion of hanger bracket which was supposed to be one of causes of cracks and performed finite element analyses. Also static load test was applied in torsion free brake shoe holder.

1. 서 론

철도차량용 대차는 차체의 하중을 지지하고, 여객 및 열차의 안전, 주행성능 및 승차감에 지대한 영향을 미치는 핵심구조부품으로서 대차는 크게 대차프레임, 차륜 및 차축, 현수장치, 제동장치 및 동력전달장치등으로 구성된다. 대차프레임은 형상이 복잡하고 하중을 직접 지지할 뿐만 아니라 하중조건도 정적 및 동적하중이 복합적으로 작용하고 있다. 대차프레임은 차체 하중에 의한 정하중과 곡선주행 및 제동시 발생하는 중 정적하중 및 불규칙한 선로와 차체, 대차, 윤축의 운동 모드에 의한 동하중을 받고 있다. 즉 진폭과 주파수가 변화되는 복합 피로하중을 받고 있다.

그러나 현재 운행중인 고속화차용 용접구조대차 가운데 1999년과 2000년에 제작된 일부 대차의 엔드빔에서 균열 및 파손이 발생하고 있어 안전운행에 지장을 초래하고 있다. 화차는 객차에 비해 영·공차의 하중차가 크고 하중조건이 열악하며, 일반 객차와 달리 2차 현가장치 없이 답면제동이 사용되고 있으므로 제동장치를 지지하고 있는 엔드빔의 파손은 제동기능의 상실뿐만 아니라 최악의 경우에는 탈선의 원인이 될 수도 있다. 이에 본 연구에서는 파손원인을 규명하고 해결방안을 제시하기 위한 하나의 방안으로서, 브라켓으로 전달되는 비틀림을 소산시키기 위한 홀도행거에 대해 구조해석 및 실차시험을 통한 대안을 제시하였다.

2 기존 홀도행거에 대한 하중 측정센서 제작 및 교정

2.1 하중측정센서 부착

End beam에 전달되는 하중을 측정하기 위해 Holder hanger에 Strain gauge를 부착하여 Full

* 한국철도기술연구원 차량기계연구본부 정회원

** 경희대학교 기계공학과 교수 비회원

bridge 회로를 구성하였으며, 수직방향과 수평방향의 하중을 측정할 수 있도록 각 면에 2개씩, 총 8개의 Gauge를 부착하였다.



그림 1 압축하중 측정용 수직방향 게이지



그림 2 굽힘하중 측정용 수평방향 게이지

2.2 하중시험

Calibration을 위하여 End beam에 Holder hanger를 장착하고 수직압축하중과 비틀림을 가한 굽힘하중시험을 실시하였다.



그림 3 수직압축하중시험



그림 4 굽힘하중시험

3.3 하중측정 Calibration 결과

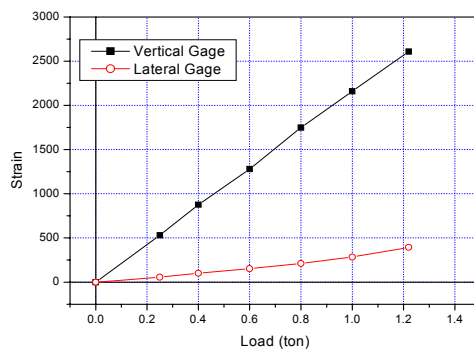


그림 5 수직하중시험 결과(Left)

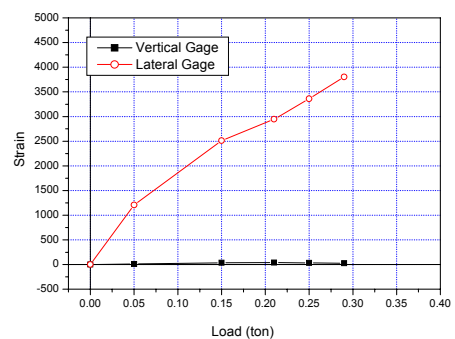


그림 6 굽힘하중시험 결과(Left)

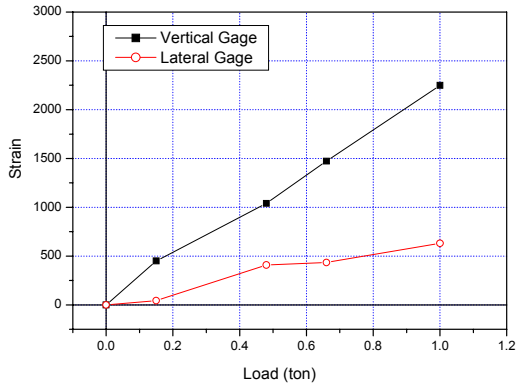


그림 7 수직하중시험 결과(Right)

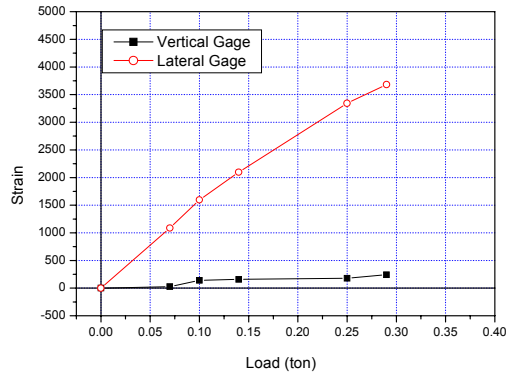


그림 8 굽힘하중시험 결과(Right)

표 1 하중측정센서의 교정계수

(단위 : $\mu\epsilon/\text{ton}$)

하중 \ 게이지	Left		Right	
	수직게이지	수평게이지	수직게이지	수평게이지
수직하중	2,150	314	2,189	665
굽힘하중	112	12,400	780	12,532

4. 제륜자 홀더행거 구조해석 비교

화차용 용접대차의 End beam에 발생하는 균열의 원인을 규명하기 위한 실차시험에 앞서 기존 Holder hanger의 구조적인 특성으로 인해 Bracket에 발생하는 비틀림을 흡수할 수 있는 새로운 Holder hanger를 제안하고 시제품 제작을 위해 유한요소해석을 수행하고 그 적용성을 검토해 보았다. 기존 Hanger는 양 끝단에 핀연결을 할 수 있는 단일 막대형 구조로서 대차에 대해 횡방향으로는 움직임이 구속되어 있으나 비틀림 흡수구조형 hanger는 중간에 횡방향으로 회전운동이 가능하도록 핀연결을 추가하여 Bracket에 전달되는 비틀림을 흡수하도록 하였다.



그림 9 기존 Holder hanger



그림 10 비틀림 흡수구조형 Holder hanger

실차시험에 적용시 강도상의 문제가 발생하지 않도록 기존의 Hanger와 유사한 정적강도를 유지하도록 설계하였고, 각 부품별 재질을 표 2에 나타내었다.

표 2 비틀림 흡수구조형 제륜자 홀더행거의 부품별 재질

품명	재질	비고
Hanger(upper & lower)	SS400	
Bush	Synthetic resin	
Pin	SM45C	

기존 Hanger와 비교해석 한 결과, 비틀림 흡수구조형 홀더행거의 정적구조강도가 약간 더 우수한 것으로 나타났으며, 해석하중조건과 해석결과를 표 3과 그림 11~14에 나타내었다.

표 3 하중조건 및 해석결과

구분	하방향 제동하중 (kg)	최대응력 (kgf/mm ²)	비고
Original holder hanger	1,500	23.23	hanger 상부의 neck에서 최대응력 발생
Torsion-free holder hanger		18.23	최대응력 발생위치는 유사하나 하부파트의 neck에서 17.3의 응력발생

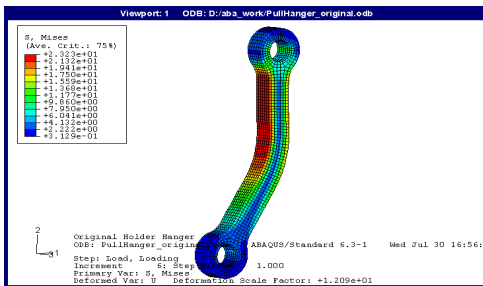


그림 11 기존 홀더행거의 해석 결과

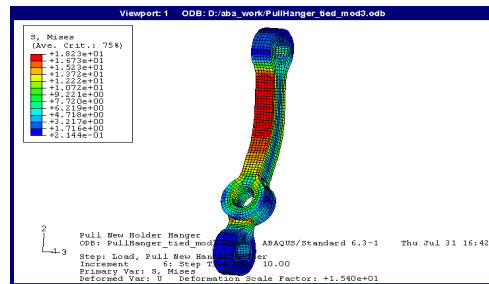


그림 12 비틀림 흡수구조형 홀더행거의 해석 결과

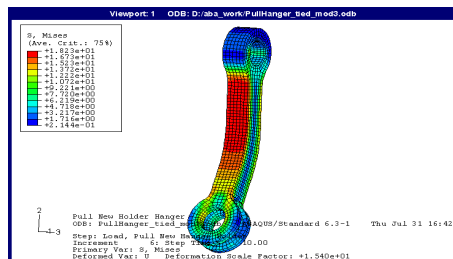


그림 13 비틀림 흡수구조형 홀더행거의 해석결과(상부)

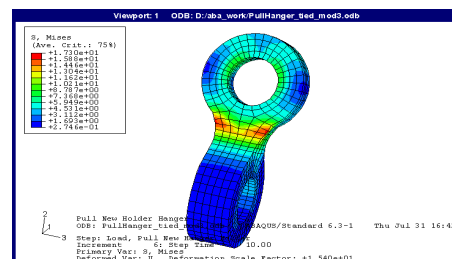


그림 14 비틀림 흡수구조형 홀더행거의 해석결과(하부)

실제 End beam의 Bracket에 취부할 경우 간섭 여부와 공차를 확인하기 위해 3차원 Solid 모델링을 통하여 가상으로 조립하여 보았다. 기존 Holder hanger와 비교하여 볼 때, 전체적인 형태와 주요 좌표는 거의 일치하였고 End beam과 hanger와의 거리가 기존에 비해 약 5mm 가까워졌으나 여유가 충분하여 간섭이 발생하지 않을 것으로 판단되었다.



그림 15 비틀림 흡수구조형 제륜자 홀더행거의 시제품

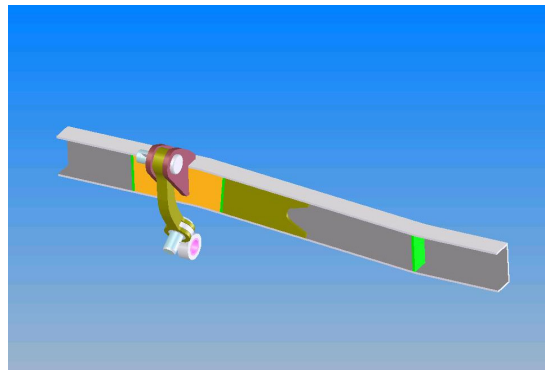


그림 16 비틀림 흡수구조형 홀더행거의 조립도

5. 실차시험

3가지 종류의 대차 엔드빔(기존품, 개선 엔드 빔, 개선 홀더 행거)에 대하여 실동능력의 측정은 구조 해석 결과 가장 취약한 부위와 차량의 현황 및 실태조사시 균열이 발생되고 있는 부위를 중심으로 종합적으로 검토하여 선정하였다. 개선 홀더행거에 장착한 스트레인 게이지는 그림 17과 같으며, 그림 18은 실차에 장착한 모습을 나타낸다.



그림 17 스트레인게이지 장착모습

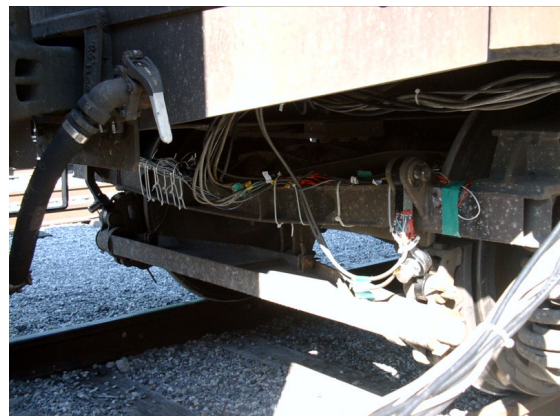


그림 18 실차에 장착된 모습

시험구간은 공차는 제천→철암구간, 영차는 철암→제천→도담에서 측정하였다.

6. 결 론

Holder hanger에 의한 Bracket의 비틀림이 End beam의 균열발생에 직접적인 원인이라고 단정할 수는 없지만, 그 원인의 일부로서 충분히 타당성이 있다고 판단하여 비틀림 흡수구조형 제륜자 홀더 행거를 제안하였고 실차시험에 적용하였다. 실차시험결과 비틀림이 균열발생에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 밝혀졌으며 이에 따라 흡수구조형 제륜자 홀더 행거의 역할도 미미한 것으로 나타났다.

1. 함영삼 외, "고속화차 개발사양 제시 및 핵심장치 개발", 한국철도기술연구원 보고서, 2000. 12
2. 함영삼 외, "화차의 동특성 해석과 진동성능시험 및 구조체 하중시험", 한국철도기술연구원 보고서, 2002. 6
3. 황원주, 함영삼, 권성태, 허현무, 전용식, 고속화차용 용접대차의 구조강도 해석, 한국철도학회 춘계 학술대회논문집, pp. 217~221, 2001. 5
4. 황원주, 함영삼, 강부병, 전용식, 고속화차용 용접대차 프레임 개선모델의 강도평가, 한국철도학회 추계 학술대회논문집, pp. 235~239, 2001. 10