

대차프레임 안테나 브라켓 공진현상 특성 연구

Estimation of characteristic Resonance effect on the Antenna bracket attached on the Bogie

송시엽*†, 이장욱*

See-Yeob Song**†, Jang-Wook Lee*

초 록 기술의 발전 및 차량의 고속화에 따라, 차량 운행 및 통제에 필요한 정보가 증가하게 되었다. 이에 따라, 차량의 안정적인 운행에 필요한 정보 수집을 위해 센서의 종류가 증가하고 있으며, 다수의 센서가 대차의 끝단(Head stock)에 브라켓을 이용하여 부착되고 있는 실정이다. 철도차량의 경우 구성품 취부용 브라켓 설계를 위해 유럽 기준을 따르고 있으며, 본 논문은 대차에 부착된 APC 브라켓의 실제 운행중 측정된 공진을 포함한 진동 특성을 유럽 기준서에서 설정한 설계조건과 비교하고 검토하였다.

주요어 : 안테나 브라켓, 진동, 공진, 대차, EN13749

1. 서 론

차량의 속도가 증가하고, 사양이 고급화함에 따라, 차량 제어를 위해 요구되는 정보가 늘어남에 따라, 대차에 부착하는 센서가 증가하고 있다. 특히, 대차프레임의 끝단(Head stock)에 설치되는 센서는 외팔보 형식의 브라켓으로 부착되어 대차로부터 전달되는 진동의 영향에 취약하다. 또한, 이러한 센서를 부착하기 위해 사용되는 브라켓의 탈락시 선로 위에 장애물로 작용하여 탈선의 위험을 증가시키므로, 설계 단계에서부터 진동의 크기 및 가진 주파수 대역에 대한 고려가 필요한 실정이다.

본 논문은 대차프레임의 끝단(Head stock)에 장착된 안테나 브라켓의 진동 특성을 검토하여, 취부 브라켓 설계 기준으로 사용중인 BS EN13749 과 비교 검토하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 안테나브라켓 구조설계

해당 브라켓은 대차프레임의 끝단에 볼트 취부되는 구조로, 아래 Fig 1과 같이 ‘ㄱ’자 모양인 외팔보 형태이며, 하단에 약 3kg 무게의 센서가 설치된다.

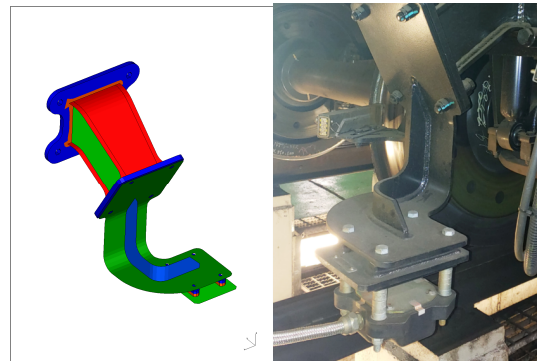


Fig 1 안테나 브라켓 (APC용)

2.1.1 구조해석

설계기준으로 사용하는 EN 13749 에서 제안하는 Table 1의 조건으로 구조강도 및 피로강도를 평가하여 Table 2에 제시하였으며, 정하중 조건에서 모든 기준을 만족시켰다.

Table 1 Typical accelerations of frame-mounted equipment in EN13749.

† 교신저자: 현대로템 기술연구소 응용기술연구팀 (enon@hyundai-rottem.co.kr)

* 현대로템 기술연구소 응용기술연구팀 (leejw@hyundai-rottem.co.kr)

Direction	Exceptional Acceleration	Fatigue Acceleration
Vertical+	± 20 g	± 6 g
Lateral+	± 10 g	± 5 g
Longitudinal	± 3 g or ± 5 g*	± 2.5 g

Table 2 구조해석 결과.

	Result	Allowable	Remark
Exceptional	173MPa	240MPa	Vertical proof
Fatigue	72MPa	140MPa	Base Mat.
	28MPa	70MPa	Weld

2.1.2 동특성 해석

구조해석이 완료된 안테나 브라켓에 대하여 동특성 해석을 수행하였으며, 검토된 고유진동수 및 모드 형상은 Table 3과 같다. 1차 모드는 횡방향, 2차 모드는 수직방향으로 검토되었다.

Table 3 모드해석 결과

Mode No.	Frequency	Deflection
1	32Hz	Lateral
2	46Hz	1st Vertical
3	102Hz	Torsion to longitudinal
4	253Hz	Torsion to lateral
5	330Hz	2nd Vertical

2.2 안테나 브라켓 구조실험

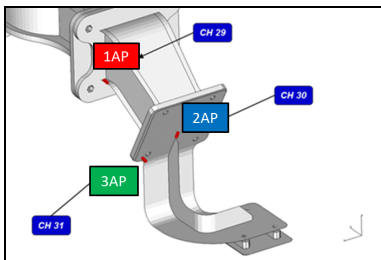


Fig 2 게이지취부도

안테나 브라켓을 실차 운행조건으로 Fig. 2의 계측 조건으로 응력 측정하였으며, 아래 Fig. 3의 결과를 취득하였다. PSD 결과로부터 2AP와 3AP 지점의 주파수가 안테나 브라켓의 2차 고유진동수임을 유추할 수 있으며, 1AP의 신호가 가진 역할을 하고 있다. Fig.4의 1AP 신호로부터 대차프레임은 80Hz이하의 영역에서 의미 있는 가진원을

가지고 있으며, 2AP와 3AP에서 계측한 응력 신호로부터 안테나 브라켓은 42Hz의 대차 고유진동에 49Hz에서 가진 되었음을 알 수 있다. 이로 인해 안테나 브라켓은 3AP 지점에서 최대응력 218MPa를 보였으며, 시험결과상 피로평가 허용치를 초과하였다.

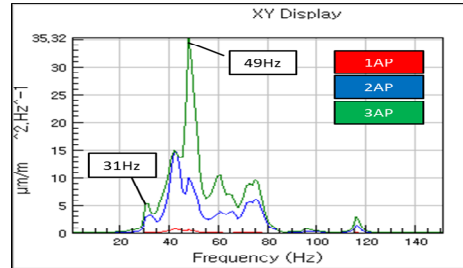


Fig 3 PSD result of APC bracket

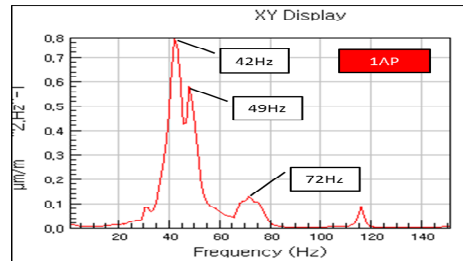


Fig 4 PSD result of Bogie End

3. 결론

상기의 해석 및 시험결과로부터 아래와 같은 사실을 확인할 수 있었으며, 향후 대차프레임 끝단에 설치될 브라켓류 설계시 고려함이 타당할 것으로 사료된다.

- 1차 현수장치 및 운행선로에 따라 차이는 있겠으나, 대차프레임은 35~55Hz에서 유의미한 가진원을 갖고 있다.
- 대차프레임 끝단에 설치될 브라켓은 공진효과에 대한 고려가 필요하다.
 - 공진회피 설계: 1차모드 80hz이상
 - 공진효과 고려 설계: 가진을 추가

참고문헌

- EN13749 (2011) Railway applications – Wheelsets and bogies – Method of specifying the structural requirements of bogie frames.
- JIS E 4207 (2004) Truck frames for railway rolling stock – General rules for design