

경부고속차량의 차륜답면 형상별 차체진동 분석

The Analysis on the Carbody Vibration of Wheel Profiles for KTX

이찬우* 김재철** 문경호***1)
Lee, Chan-Woo Kim, Jae-Chul Moon, Kyeong-Ho

ABSTRACT

In this study, it have been measured the vertical and lateral vibrations of car bodies which have an equivalent conicity of 1/20 and 1/40. Based on the measured data, it is revealed that the wheel, XP-50, which has the equivalent conicity of 1/20 causes the better riding comfort of KTX.

1. 서 론

본 연구에서는 2004년 4월 상업운행 계획으로 되어있는 KTX 차량의 차륜답면 형상에 따른 차체진동 특성을 실차 시험을 통하여 분석하였다. 시험대상 차량은 KTX 기본 편성 차량으로 하였으며 차륜답면 형상은 GV 40(답면경사도 1/40)과 XP 55(답면경사도 1/20) 두가지로 하였다. 본 연구의 배경에는 KTX 차량의 국내 고속시험선로상에서 차량 성능 검증 시험시 동절기에만 발생하는 차량 후부 흔들림(swaying) 현상이 발생되어 이에 대한 방지대책의 일환으로 연구가 시작되었다. 본 연구의 목적은 KTX 차량의 국내 고속선로에 적합한 차륜답면 형상을 도출하여 향후 KTX 차량 이용승객에 대한 서비스 향상 제고 측면에서 이루어졌다.

2. KTX 차량 차륜형상별 차체 진동 시험

KTX 차량의 차륜답면 형상의 기본 모델은 프랑스 TGV 차량의 GV 40이다. GV 40 차륜을 적용한 KTX 차량에 대한 고속시험선로에서의 계약자 성능 입증 시험시 후부 차량에 대한 흔들림 현상이 동절기에 발생하였다. KTX 차량에 대한 흔들림 현상은 1999년 12월부터 2000년 2월까지 RMS 평균 0.26~0.288%(계약기준 0.18%) 보다 큰 값이 나타나다가 기온이 올라가는 3월부터는 없어지는 현상이 지난 2년간 반복되어 2001년 겨울 XP 55 차륜형상을 적용하여 동절기 성능 입증시험을 실시한 결과 후부차량 흔들림 현상이 없어지는 현상이 발생하였다. 따라서 본 연구에서는 이에 대한 보다 정확한 진동 크기를 평가하고자 2002년 12월부터 2003년 3월까지 KTX 차량에 대한 차륜답면 구배 형상이 1/40인 GV 40 차륜과 차륜답면 구배가 1/20인 XP 55 차륜에 대한 실차 진동시험을 실시하였다.

* 한국철도기술연구원, 책임연구원, 정회원

** 한국철도기술연구원, 선임연구원, 정회원

*** 한국철도기술연구원, 주임연구원, 정회원

2.1 차륜담면 형상 비교

KTX 차량에 적용하여 비교 시험한 차륜담면 형상은 그림 1 및 그림2와 같다.

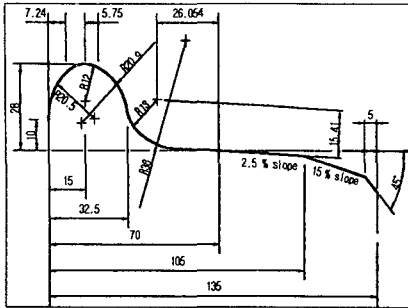


그림 1 KTX 차량 GV 40 차륜담면 형상

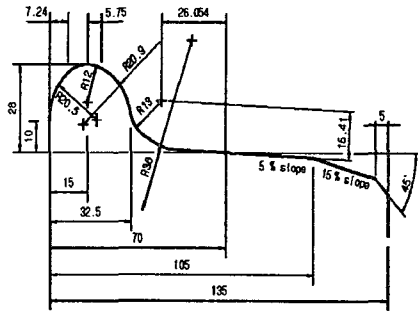


그림 2 KTX 차량 XP 55 차륜담면 형상

그림 1 및 2에서 보는 바와 같이 KTX 차량의 차륜담면 형상은 동일한 원추형이지만 GV 40 차륜은 차륜담면 구배가 1/40이고 XP 55는 차륜담면 구배가 1/20으로 되어 있다. KTX 차량의 차륜담면형상은 기본적으로 고속주행에 적합토록 설계되어 있다.

2.2 차체 진동 목적 및 시험 조건

차체 진동 시험 목적은 고속철도 시험선로(천안-오송)에서 KTX 차량의 차륜담면 형상별(GV 40 : 담면 구배 1/40, XP 55 담면구배 1/20) 영업 운행 최고 속도 300km/h 까지 주행할 시의 동적 거동을 진동가속도로 비교 시험하기 위한 것이다. 본 시험에서의 차체진동 시험 절차 및 시험 분석 흐름도는 그림 3과 같다.

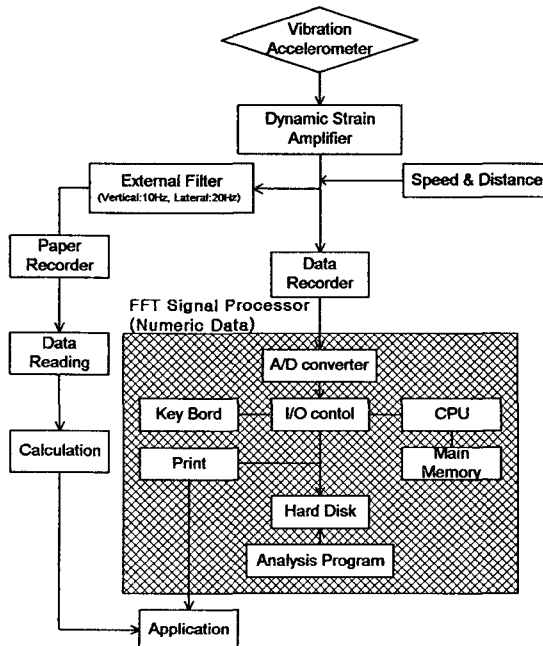


그림 3 KTX 차체진동 시험 절차 및 분석 흐름도

그림 4는 KTX 차량 차체진동 시험 열차 편성도를 보여주고 있다.

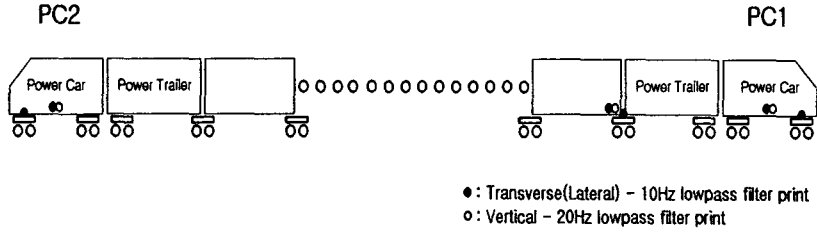


그림 4 KTX 차량 차체진동 시험 열차 편성도

KTX 차량 차체진동 시험시 시험열차 속도조건은 170 km/h, 210 km/h, 250 km/h, 300 km/h이다. 시험 구간은 고속신선 시험구간인 천안~문곡(KP95~135)이고, 시험시 외기온도는 -4℃ ~ -16℃에서 실시하였다. 시험 대상 차호는 그림 4에서같이 20량 편성 기준으로는 후부 3호 객차로 하였다. 이는 KTX 차량에 대한 계약 사항을 적용하고자 선정하였다. 측정위치는 객차 바닥 조건에서 시행하였다. KTX 차체 진동에 대한 평가 기준은 KTX 성능시험 계약 기준이 「ISO2631-1985 그림 3」에 따르도록 되어있다. 이를 감소 승차감 한계(reduced comfort boundary)의 경우 횡방향 가속도가 2시간 이상의 승차감 한계치를 RMS 기준치로 나타내면 0.183 ㄱ 이하가 된다. 따라서 본 시험에 대한 차체진동 시험 횡방향 가속도 한계치는 0.183 ㄱ로 하였다.

2.3 차체 진동 시험 결과

KTX 차체 진동 시험은 KTX 26호 편성 차량에 대하여 공차 상태로 실시하였다. 시험 차량 조건은 GV 40 차륜과 XP 55 차륜을 동일한 시험선로에서, 동일 속도 영역대별로 횡진동 값을 비교 분석하였다. 이에 대한 시험 결과가 그림 5와 같다. 그림 5에서 보는 바와 같이 GV 40 차륜을 적용한 차량에서는 KTX 차량 횡진동 기준 값인 0.183 ㄱ 보다 모든 속도 영역 대에서 초과되고 있음을 보여 주고 있다. 이에 비해 XP 55 차륜을 적용한 차량에서는 차체 횡진동 크기가 계약 기준인 0.183 ㄱ 보다 모든 속도 영역대에서 작음을 알 수 있다. 이는 KTX 차량의 동적 거동 특성을 결정 해 주는 주용 요소 중의 하나인 차륜-레일 담면 형상에 있어서 차륜 담면 구배가 1/40인 GV 40 차륜보다 차륜 담면 구배가 1/20인 XP 55 차륜이 KTX 차량의 고속 신선에서의 동적 거동 측면에 있어서 보다 안정적인 것을 보여주고 있다.

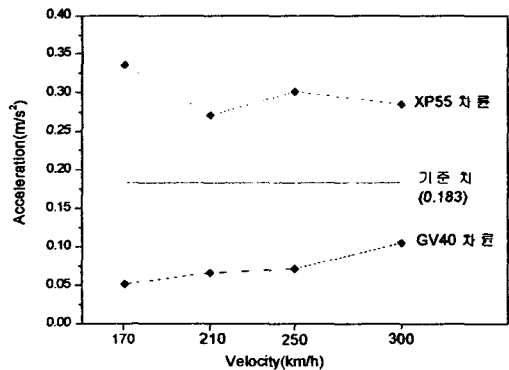


그림 5 KTX 26호 편성 차량에 대한 차체 진동 특성

4. 결론

본 연구에서는 KTX 차량 답면 형상이 계약시 기본 모델인 GV 40(답면구배 1/40) 차륜과 답면 구배를 1/20으로 변경한 XP 55 차륜을 적용한 KTX 26호 편성차량에 대한 동적 거동 시험을 시행하여 횡진동 값을 비교 분석하였다. 실차 시험 결과 GV 40 차륜을 적용했을 때는 모든 속도 영역 내에서 KTX 차량 횡진동 계약 기준치인 0.183 ㄴ을 모든 속도 영역 내에서 초과되었다. 이에 비해 XP 55 차륜을 동일 차량에 적용한 결과 횡진동 크기 값이 모든 속도 영역대에서 계약 기준 값인 0.183 ㄴ 보다 작음을 확인하였다.

따라서 KTX 차량에 적용되는 차륜답면 형상은 계약 당시의 GV 40 차륜보다 XP 55 차륜으로 변경 적용하는 것이 KTX 이용 승객의 서비스 제고에 기여 할 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 한국고속철도건설공단 고속철도건설기술지원사업으로 수행되었으며 관계자 여러분에게 감사 드립니다.

참고문헌

1. “고속철도 차량 주행특성연구”, 한국고속철도건설공단, 2002. 12