

한국형 고속열차를 이용한 고속선-기존선 연결구간의 속도향상 가능성에 관한 연구

함영삼*(한국철도기술연구원), 홍재성(한국철도기술연구원), 오택열(경희대학교)

A Study on the Performance Elevation Methods of Next Generation Railway Freight Vehicles

Y. S. Ham(KRRI), J. S. Hong(KRRI), T. Y. Oh(Kyung-Hee Univ.)

ABSTRACT

In April 1, 2004, age of high-speed railway was opened to korea railroad. The railroad is a means of large transportation which has many talents such as a safety and a regularity. That is a results from various confidential performance tests and evaluations of the system. The railroad system consist of various subsystems - vehicle, power supply, signal, communications, track structures, operations, etc. Among them, as an item of safety evaluation there is a measurement of wheel/rail force, so called a measurement of derailment coefficient. This is a very important item because a derailment of a train will bring about a big accident. Especially it is more important in high speed rail of which operation speed is over two times as fast as existing rail. In this paper, examined speed elevation possibility use the korean style high speed railway vehicle for reduce the running time of high-speed railway between high speed line and conventional line.

Key Words : Running Safety(주행안전성), Derailment Coefficient(탈선계수), Lateral Force(횡압)

1. 서론

2004년 4월 1일, 우리나라에도 고속철도시대가 활짝 열렸다. 모두가 알고 있는 바와 같이 철도는 대량운송수단으로써 안전성, 정시성이 뛰어난 교통수단이며 이러한 장점은 시스템의 시험평가로부터 얻어진 신뢰성의 결과이다. 철도시스템은 차량, 전력공급, 신호, 통신, 선로구축물, 운영 등 다양한 하부시스템으로 구성되며, 이를 구성하는 부품, 조립품, 하부시스템, 전체시스템에 대한 시험평가는 필수적이다. 이 중 철도차량의 주행안전성을 평가하는 주요 시험항목의 하나로 차륜과 궤도 사이의 작용력 측정을 꼽을 수 있는데, 이는 탈선이 철도차량의 주행안전성을 저해하는 중요한 요인으로서 대형사고로 직결되기 때문이다. 특히 고속철도차량의 경우 기존 철도차량에 비해 2배 이상의 고속으로 주행하기 때문에 주행안전성의 확보 측면에서 탈선계수의 측정은 다른 어떤 항목보다 중요하다고 할 수 있다. 또한

고속주행에 따른 열차하중(윤중, 횡압)의 증가로 궤도를 구성하는 레일과 침목 등의 궤도부재가 손상되거나 파괴되기도 하고 궤도틀림이 급격히 성장할 가능성이 높아지므로 주행안전성과 더불어 궤도의 유지보수 측면에서도 차륜과 궤도 사이의 작용력을 확인할 필요성이 있다. 본 연구에서는 고속철도의 운행시간 단축을 위하여 한국형 고속철도차량을 이용하여 고속선과 기존선 연결구간의 속도향상 가능성을 검토하였다.

2. 측정용 로드셀

2.1 탈선계수 측정용 윤축

고속전철 동력차의 윤축은 Fig. 1과 같이 차륜의 플레이트 부위가 곡면이기 때문에 수직하중과 수평하중간 상호간섭이 발생할 수밖에 없는 구조이다.

윤축의 가공에 따른 구조적 안전성 검증과 스트

레인게이지를 부착하는 위치선정은 이론해석으로 검증하였으며, 정확한 부착위치 결정은 응력집중 게이지를 부착하여 수직하중과 수평하중 사이에 상호간섭은 적으면서도 출력감도는 큰 지점을 선택하였다.



Fig. 1 Instrument Wheel-set

2.2 게이지 부착 및 결선

철도차량의 탈선계수를 측정하기 위한 브릿지 결선방법은 간헐법과 연속법의 2가지 종류가 있는데, 간헐법은 차륜의 회전마다 정현파의 출력신호를 얻는 방법이고, 연속법은 연속적으로 출력이 얻어지는 방법이다. 본 연구에서는 Fig. 2와 같이 게이지를 부착하고 간헐법으로 브릿지 회로를 구성하였다.

실제 측정용 윤축에서는 윤중과 횡압의 상호간섭이 최소인 위치를 선정하기 위해 해석결과를 토대로 선정한 위치에 응력집중 측정용 스트레인 게이지를 부착하고 정하중 시험을 실시하여 수직하중과 수평하중 상호간에 간섭이 가장 적으면서도 감도가 큰 지점을 선택하였다.

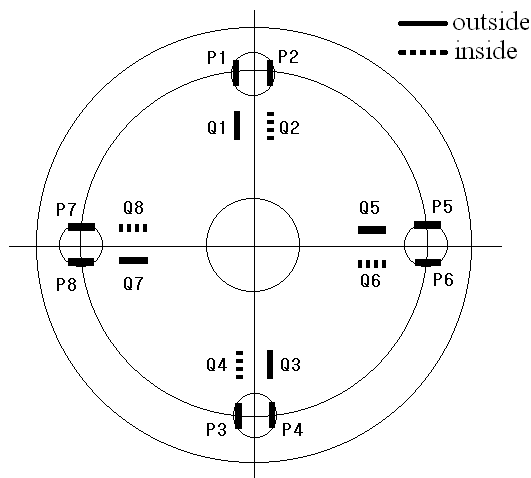


Fig. 2 Gauge Position of Strain

3. 본선주행시험

경부선의 고속선과 기존선 연결구간에서 KTX열차의 운행시간 단축을 위한 기초자료 조사를 위해 한국형 고속열차를 이용, 기존선 연결구간에서 현행 최고속도 이상 속도향상 주행시험을 실시하였다. 이때 시험구간은 경부선 연결구간 중 대전 북, 대전 남, 대구 북 등 3개 연결구간으로 하였다.

3.1 시험개요

현재 운행 속도에서 5km/h씩 증속하여 최고 15km/h까지 단계별로 정방향 운행을 기준으로 경부선 3개 연결구간의 상·하행선에서 증속시험을 수행하였으며 일자별 시험수행내용은 Table 1과 같다.

증속시험 대비 사전조치사항으로 연결구간에서 제한속도 이상 운전시 ATC/ATS에 의한 자동 비상제동체결 기능에 한하여 차량에서 기능을 차단하고 운행하였으나, 고속선/기존선 구간에서 ATC/ATS 제한속도 현시 및 ALARM 기능은 정상동작 상태로 유지하며 증속시험을 수행하였고, 차량에 설치한 계측장비 및 센서에 대한 사전점검을 충실히 이행하였다.

Table 1 Test Contents

시험일자	시험 수행 내용
4/4, 4/11	현행 최고속도 운행 시험
4/6	5km/h 증속시험
4/7	10km/h 증속시험
4/12	15km/h 증속시험

3.2 시험방법

계측 위치는 남측 동력차(TP1)의 전위 차축으로 설정하였다. 운행 중 윤중 및 횡압을 측정하여 주행 안전성을 확인하였으며 본선주행시험 중 Trailing Axle이 되는 경우를 제외하고 Leading Axle의 경우인 하행 방향에 대하여만 측정과 분석을 실시하였다. 이것은 상행으로 운행할 때에는 측정 위치가 바뀌면서 Trailing Axle이 되어 측정값이 현저하게 작아 평가의 의미가 없어지기 때문이다.

또한 15km/h 증속시험은 탈선계수 계측센서에 문제가 발생하여 수행하지 못하였으며, 곡선구간에서 횡압과 윤중의 비를 계산하여 분석하고, 빈도누적확률은 측정된 구간에 대한 전체값을 기준으로 평가되므로 참고치로만 활용하였다.

3.3 시험결과

탈선계수와 열차운행시간을 현행최고속도와 5km/h, 10km/h 증속 운행에 대하여 하행 운전시 측정된 결과는 다음과 같다.

Table 2 Test Result of North Daejeon

구 분		현재속도	5km/h 증속	10km/h 증속	비고
탈선 계수	최대	0.736	0.753	0.764	R680
	평균	0.623	0.616	0.667	
열차속도		106km/h	107km/h	117km/h	
빈도누적확률		기준이내	기준이내	기준이내	참고

Table 3 Test Result of South Daejeon

구 분		현재속도	5km/h 증속	10km/h 증속	비고
탈선 계수	최대	0.728	0.737	0.739	R800
	평균	0.544	0.539	0.516	
열차속도		97km/h	111km/h	117km/h	
빈도누적확률		기준이내	기준이내	기준이내	참고

Table 4 Test Result of North Daegu

구 분		현재속도	5km/h 증속	10km/h 증속	비고
탈선 계수	최대	0.679	0.638	0.632	R700
	평균	0.578	0.524	0.539	
열차속도		102km/h	106km/h	117km/h	
빈도누적확률		기준이내	기준이내	기준이내	참고

Table 5 Test Result of Running Time(down line)

구분	현행속도	15km/h 증속	단축시간
대전북	5분36초60	5분17초41	18초43
대전남	3분30초59	3분16초01	14초58
대구북	4분57초54	4분47초39	10초15

Table 6 Test Result of Running Time(up line)

구분	현행속도	15km/h 증속	단축시간
대전북	6분37초41	6분14초27	23초14
대전남	3분59초33	3분36초57	22초76
대구북	4분01초06	3분29초20	31초86

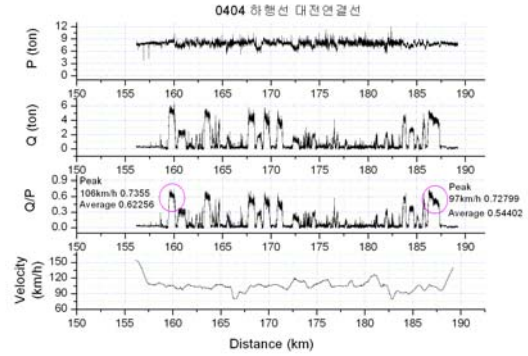


Fig. 3 Test Result of Service Speed(1)

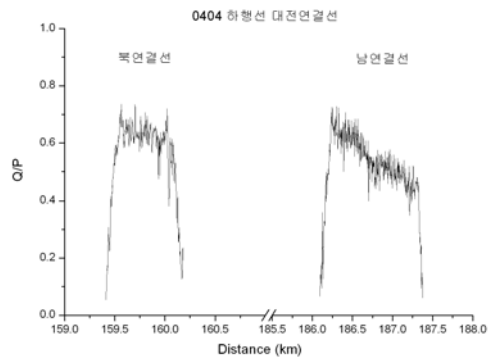


Fig. 4 Test Result of Service Speed(2)

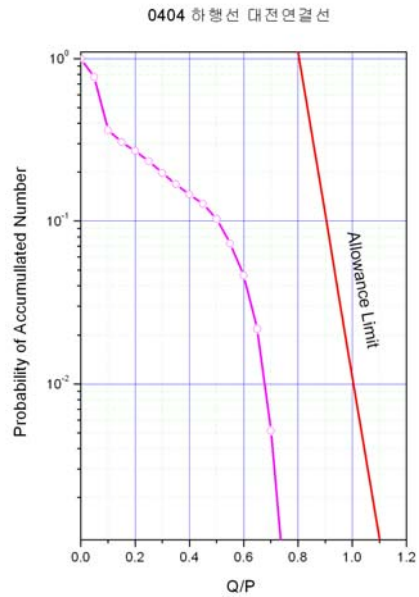


Fig. 5 Test Result of Service Speed(3)

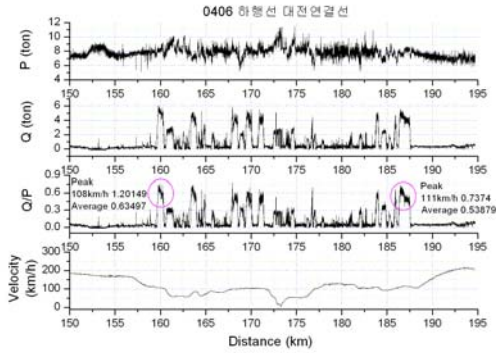


Fig. 6 Test Result of 5km/h Speed-up(1)

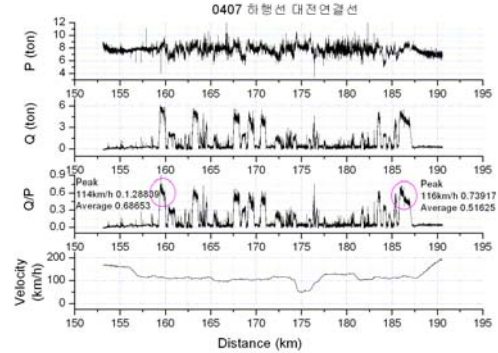


Fig. 9 Test Result of 10km/h Speed-up(1)

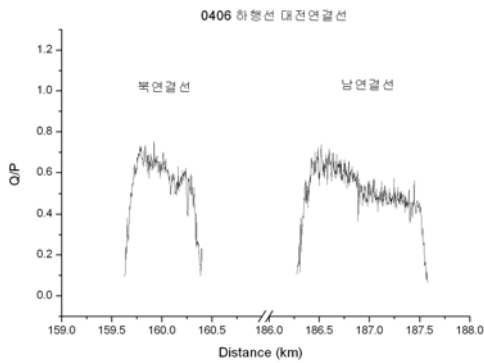


Fig. 7 Test Result of 5km/h Speed-up(2)

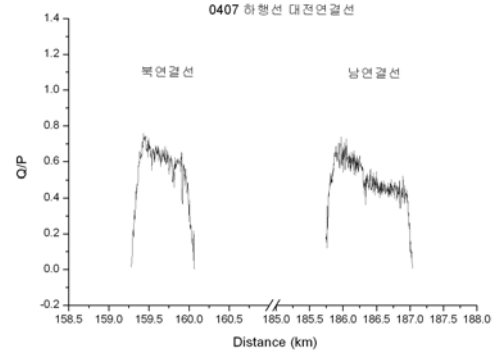


Fig. 10 Test Result of 10km/h Speed-up(2)

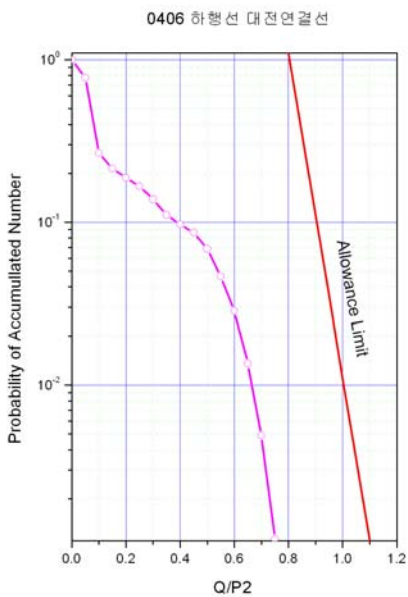


Fig. 8 Test Result of 5km/h Speed-up(3)

4. 결론

측정결과를 분석해 보면 속도 향상에 따른 탈선 계수의 변화는 미미하였으며, 특정 구간에서 높은 횡압이 지속적으로 작용하고 있으므로 이들 구간의 궤도에 대한 정밀점검이 필요한 것으로 나타났다. 아울러 1회의 시험 결과로 정확한 진단이 곤란하므로 추가 시험을 통한 자료 확보가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Young-Sam Ham(함영삼), Jai-Sung Hong(홍재성), Taek-Yul Oh(오택열), Running Safety Estimation of Korean Style High Speed Railway Vehicle, Key Engineering Materials, Vols. 270-273(2004), pp. 1989-1994, ©2004 Trans Tech Publications, Switzerland
2. 함영삼, 오택열, 차륜/레일 작용력 측정을 위한 스트레인 게이지 응용기술, 한국정밀공학회 춘계학술대회논문집, pp. 384 ~ 387, 2004. 5. 22