

차세대고속열차 추진성능 검토

A Study on Propulsion Characteristic of HEMU-400x

한영재* 박춘수* 김상수* 김기환* 이태형* 한인수*
Han, Young Jae Park, Chun Soo Kim, Sang Soo Kim, Ki Hwan Lee, Tae Hyung Han, In Su

ABSTRACT

With the increase in population, the area of human activities has expanded, resulting in the dramatic increase in the need for transportation system. Various infrastructures necessary for efficient logistics, however, have not been supplied enough and the logistics efficiency in Korea is in a bad situation now. As a result of the situation, the demand for the railroad transportation system that can provide large volume transportation has increased dramatically.

An electric railway system is composed of high-tech subsystems, among which main electric equipment such as motors and converter are critical components determining the performance of electric vehicle.

Among the on-board equipments, traction equipment is important part that has influence on safety and performances of vehicles. We is studied for high-speed train of foreign countries. From this research, we knows that axle weight of HEMU-400x is reasonable within 13ton.

1. 서론

현재 차세대고속열차를 개발하기 위한 연구가 2007년부터 시작되어 진행되고 있다. 고속열차는 추진 장치, 대차, 차체, 제동장치 등과 같은 여러 단품으로 이루어져 있으며, 그 가운데서 추진장치는 차량의 안전성과 신뢰성 확보를 좌우하는 매우 중요한 장치이다.

본 논문에서는 전세계에서 제작된 고속열차 가운데 속도가 200km/h 이상인 차량중 분산식 16개, 집중식 15개를 선별하여 총출력 및 축중과 관련된 내용을 검토하였다. 세계적인 흐름은 축중을 적게 가져가는 방향으로 진행됨을 알 수 있었다. 각 속도별 추세값을 통해 총출력과 축중을 비교하여 최근 개발되는 고속열차들이 차량경량화를 위해 전장품이나 기기들의 소형화를 위해 지속적으로 노력하고 있는 것을 알 수 있었다.

이와 같은 추진성능에 대한 검토와 국내 기술수준을 고려해 볼 때, 새로 개발되는 HEMU-400x는 축중을 13ton 이내로 하는 것이 타당하다.

* 한영재, 정회원, 한국철도기술연구원, 초고속연구실
E-mail : yjhan@krri.re.kr
TEL : (031)460-5614 FAX : (031)460-5023

2. 본문

2.1 국내외 고속철도 자료 검토

전세계에서 제작된 고속열차 가운데 속도 200km/h 이상인 차량 중에서 분산식 16개, 집중식 15개를 선별하여 이용하였다. 한국 3개, 프랑스 10개, 일본 15개, 독일 3개 등 총 31개 차량에 대한 정보를 파악하여 시뮬레이션에 활용하였으며, 자료로 이용된 고속열차는 200km/h~299km/h는 14개, 300km/h 이상은 17개이다. 여기에서 언급되는 내용은 세계 고속철도의 편성중량당 출력과 관련된 내용이 주된 내용이며, 통계에 사용된 차량별 주요내용은 표 1과 같다.

몇 가지 차종에 대해 살펴보면, 일본에서 시제차량으로 개발된 Star21은 425km/h까지 최고속도시험을 수행하였는데, 축중은 비연접식 8.5ton, 연접식 11ton이다. WIN350 축중은 10.9ton이며, 443km/h까지 주행에 성공한 300X 축중은 10.3ton을 가진다.

표 1. 차량별 주요내용 비교 검토

구분	차량명	주회로 방식	운행최고 속도	중량 (ton)	총출력 (kW)	편성중량당 출력(kW/t)	편성	축중 (ton)	비고
1	0계	분산식	220	880	11,840	13.45	16M	16	
2	100계	“	220	838	11,040	13.17	12M4T	15	
3	200계	“	240	697	11,040	15.84	14M2T	17	
4	400계	“	240	318	7,200	22.64	6M	13	
5	300계	“	270	630	12,000	19.05	10M6T	11.3	
6	700계	“	285	708	13,200	18.64	12M4T	10.6	
7	500계	“	300	688	18,240	26.51	16M	11.7	
8	800계	“	260	700	6,600	9.43	6M	-	
9	E954	"	360	368	8,600	23.37	6M2T	11.5	시제차
10	E1	분산식	240	720	9,840	13.67	6M6T	17	2층열차
11	E2	"	275	416	7,200	17.31	6M2T	13	
12	E3	"	275	246	4,800	19.51	4M1T	12.3	
13	ICE3	"	300	435	8,000	18.39	4M4T	17	
14	WIN350	"	350(385)	262	7,200	27.52	6M	10.9	시제차
15	300X	"	350(443)	247	9,720	39.32	6M	10.3	“
16	Star21	"	400(425)	264	7,960	30.15	4M	11	“
17	ICE1	집중식	280	798	9,600	12.03	2M10T	19.5	
18	ICE2	"	280	418	7,600	18.18	1M7T	19.5	
19	TGV-A	"	300	557	8,800	15.80	2M12T	16.8	
20	TGV-PSE	"	270	385	6,400	16.62	2M8T	17	
21	TGV-La Poste	"	270	345	6,400	18.55	2M8T	17	
22	TGV-Atlantique	"	300	484	8,800	18.18	2M10T	17	

구분	차량명	주회로 방식	운행최고 속도	중량 (ton)	총출력 (kW)	편성중량당 출력(kW/t)	편성	축중 (ton)	비고
23	TGV-AVE	"	300	422	8,800	20.85	2M8T	17	
24	TGV-Reseau	"	320	386	8,800	22.80	2M8T	17	
25	TGV-Eurostar	"	300	816	12,200	14.95	2M2MT16T	17	
26	TGV-Thalys	"	300	418	8,800	21.05	2M8T	17	
27	TGV-POS	"	320	418	9,280	22.20	-	-	
28	TGV-NG	"	360	442	12,000	27.15	2M8T	17	시제차
29	KTX	"	300	841	13,560	16.12	2M2MT16T	17	
30	KTX2	"	300	434	8,800	20.28	2M8T	17	
31	KHST	"	350	340	13,200	38.82	2M2MT3T	17	시제차

2.2 용량별 총출력 내용 검토

200km/h 이상 고속열차를 대상으로 하여 분산식 16개, 집중식 15개 등 총 31개 차종에 대해 검토하였다. 추세선을 이용하여 HEMU-400x 편성중량당 출력을 구한 결과, 그림 1과 같이 평균 27.2kW/t, 분산식 28kW/t, 집중식 30.4kW/t를 얻었다. 그림 2는 분산식, 그림 3은 집중식일 때의 속도별 편성중량당 출력에 대한 검토 결과이다. 그림 4는 추세선을 이용하여 300km/h 이상 고속열차에 대하여 HEMU-400x 편성중량당 출력을 구한 결과로, 평균 29.1kW/t, 분산식 28.5kW/t, 집중식 33.4kW/t를 얻을 수 있었다. 그림 5는 분산식, 그림 6은 집중식 차량에서의 속도별 편성중량당 출력에 대한 분석결과를 보여준다.

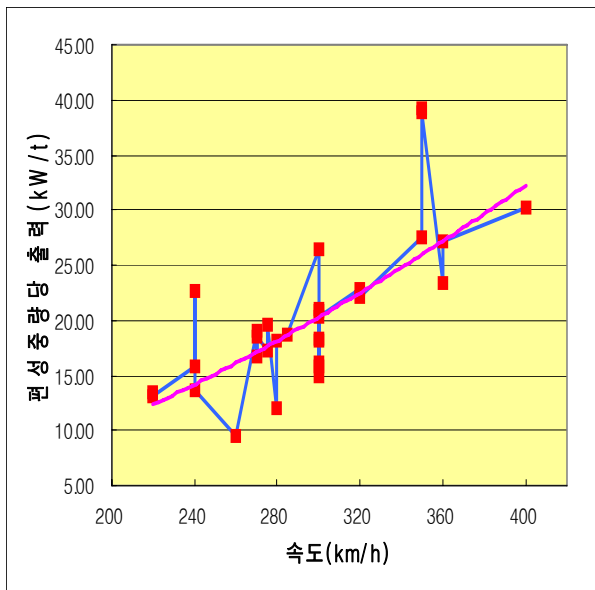


그림 1. 속도별 편성중량당 출력(200km/h 이상)

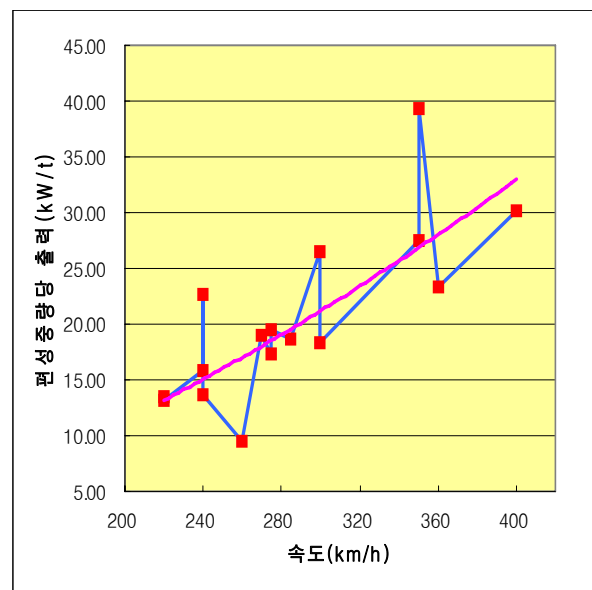


그림 2. 속도별 편성중량당 출력 (200km/h 이상, 분산식)

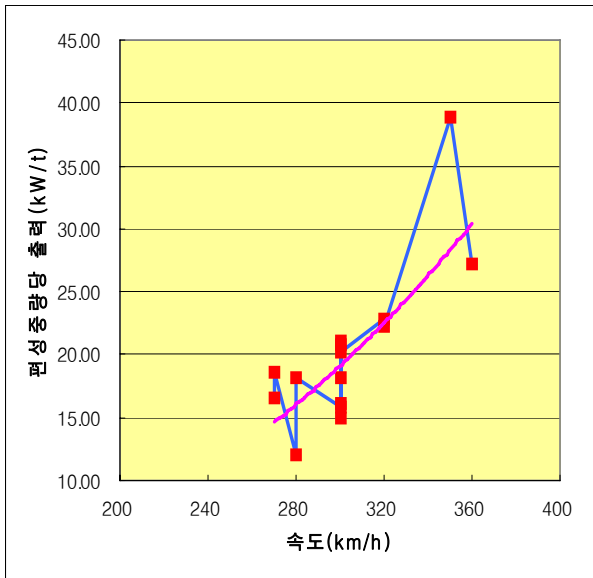


그림 3. 속도별 편성중량당 출력 (200km/h 이상, 집중식)

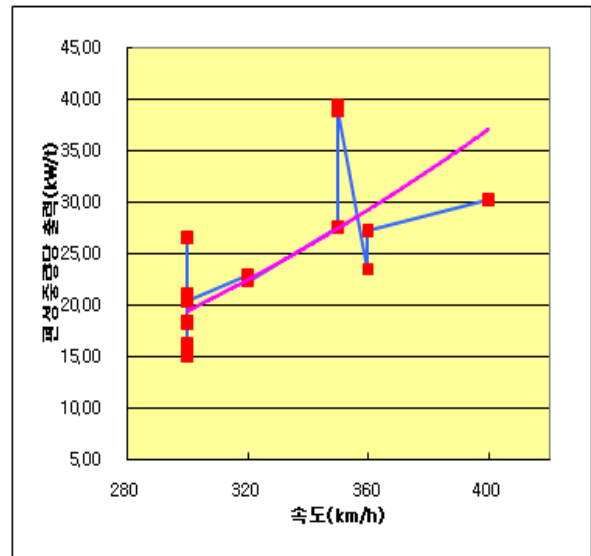


그림 4. 속도별 편성중량당 출력(300km/h 이상)

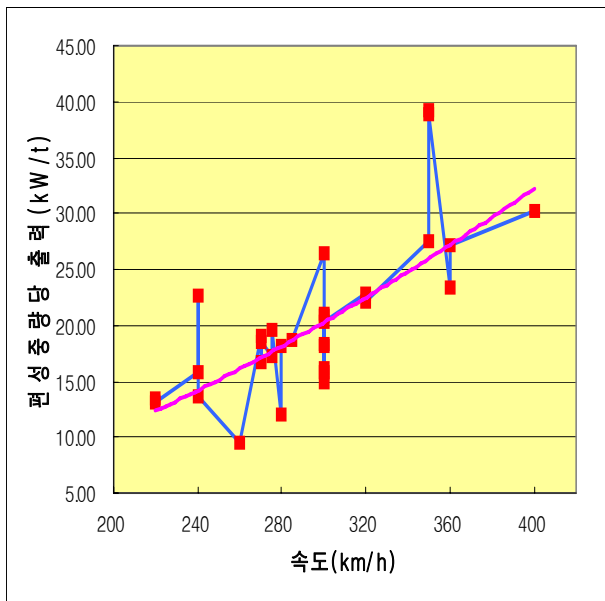


그림 5. 속도별 편성중량당 출력 (300km/h 이상, 분산식)

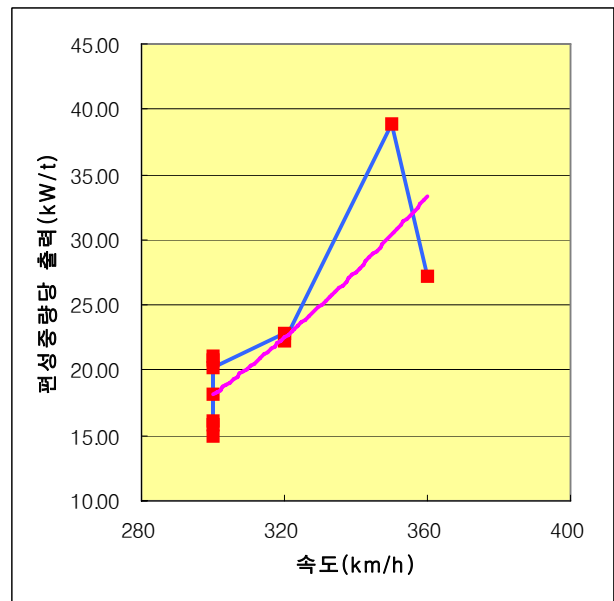


그림 6. 속도별 편성중량당 출력 (300km/h 이상, 집중식)

2.3 시제열차 내용 검토

각국에서 상용차량이 아닌 시험을 위해 별도 제작된 6개 차종(E954, WIN350, 300X, Star21, TGV-NG, KHST)에 대해 검토하였다. 그림 3과 같이, HEMU-400x 편성중량당 출력을 구한 결과, 평균 30.2kW/t로 나타났다.

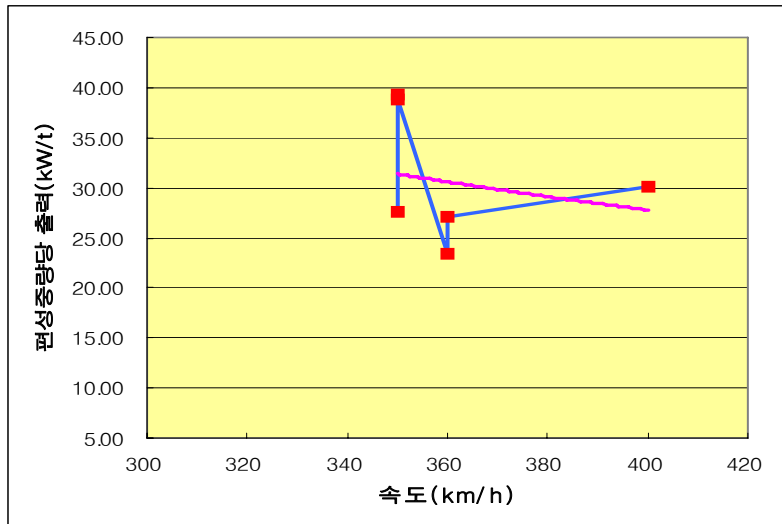


그림 7. 편성중량당 출력(시제차량)

2.4 시제열차 검토결과

HEMU-400x에 대한 편성중량당 출력을 구한 결과 다음과 같은 데이터를 얻을 수 있었다. 전반적으로 분산식이 집중식보다는 편성중량당 출력이 작은 값을 갖고 있고, 360km/h의 편성중량당 출력이 27.2~33.4kW/t를 갖는 것을 알 수 있었다.

- 1) 200km/h 이상시에는, 평균 27.2kW/t, 분산식 28kW/t, 집중식 30.4kW/t
- 2) 300km/h 이상시에는, 평균 29.1kW/t, 분산식 28.5kW/t, 집중식 33.4kW/t
- 3) 300km/h 초과시에는, 평균 29.2kW/t, 분산식 29.7kW/t, 집중식 32.8kW/t

3. 결론

현재 집중식인 한국형고속열차를 개발하여 실용화에 성공한 이후, 차세대고속열차를 개발하기 위한 연구가 2007년부터 진행되고 있다. 고속열차에 취부되는 여러 단품 중에서 추진장치는 차량의 안정성에 큰 영향을 주는 장치이다. 본 논문에서는 전세계에서 제작된 고속열차 가운데 속도가 200km/h 이상인 차량중 분산식 16개, 집중식 15개를 선별하여 총출력 및 축중과 관련된 내용을 비교 분석하여 다음과 같은 사항을 도출하였다.

- 1) 세계적인 흐름은 축중을 적게 가져가는 방향으로 진행되고 있으며, 각 속도별 추세값을 통해 총출력과 축중을 비교하여 최근 개발되는 고속열차들이 차량경량화를 위해 전장품이나 기기들의 소형화를 위해 지속적으로 노력하고 있다.
- 2) 일본에서 가장 최근에 개발된 800계의 경우에도 운행최고속도가 260km/h로 HEMU-400x에 비해 상대적으로 낮지만, 편성중량당 출력이 '9.43'이라는 아주 적은 값을 가지는데 이것을 구현시키기 위해서 전기장치와 각종 부품들의 무게를 최소화하고 있다.
- 3) 이와 같은 추진성능에 대한 검토와 국내 기술수준을 고려해 볼 때, 새로 개발되는 HEMU-400x는 축중을 13ton 이내로 하는 것이 타당하다.

후기 serail

본 내용은 국토해양부에서 시행한 차세대고속철도기술개발사업의 기술결과임을 밝힌다.

참고문헌

- [1] Kazumasa Ishizu, "Outline of Series 300X EMU Shinkansen Train Built for Testin Purpose at High Speed", JRE, No. 136, pp. 9~13, 1996.

- [2] Tomosada Shinji, "Development·Practical Application of Speedup Technologies at JR Central", JRE, No. 138, pp. 7~8, 1997.
- [3] Koichi Sakurai, "The Results to Technical Development up to the Present and its Prospects for the Future", JRE, No. 138, pp. 9~13, 1997.
- [4] Akihiko Torii, Junichi ITO, "Development of the series 700 Shinkansen train-set(Improvement of noise level)", JRE, No. 144, pp. 15~18, 2000.
- [5] Osamu Kobayashi, "Development of Series 800 EMU for Kyushu Shinkansen", JRE, No. 156, pp. 18~21, 2006.