공력성능 향상을 위한 고속열차 형상 최적설계

Shape Optimization of high-speed train for Aerodynamic Performance Improvement

윤수환*†, 곽민호*, 박춘수*, 박원희**

Su-Hwan Yun*†, Min-Ho Gwak*, Choon-Su Park*, Won-Hee Park**

Abstract Shape optimization of a high-speed train is conducted to improve the aerodynamic performance. Based on the nose shape of KTX-Sanchon, multi-objective optimized shape is defined about aerodynamic drag, strong wind stability and micro-pressure wave and low drag train body shape is designed through a power-car shape modification and a bogie-fairing application. Aerodynamic Performance of the Optimized train shape was evaluated by a numerical analysis and a wind tunnel test. As a result, aerodynamic drag, strong wind stability and micro-pressure wave are improved as 13%, 4% and 4% respectively.

Keywords **:** Manuscript preparation, Template, Paper title, Railway technology, Key words

초 록 고속열차의 공력성능을 향상시키기 위하여 전두부와 차체 형상에 대한 공력성능 최적설계를 수행하였다. KTX 산천 전두부 형상을 기반으로 공기저항, 강풍안정성, 터널기압파가 고려된 다목적 최적형상을 도출하였다. 그리고 동력차 형상변경 및 대차커버 등을 적용한 공기저항 저감형 차체를 도출하였다. 그리고 전산해석 및 풍동시험을 이용하여 최적설계된 편성열차에 대한 공기저항을 평가하였다. 그 결과, 최적설계된 고속열차의 공기저항, 강풍안정성, 미기압파는 KTX 산천 대비 각각 13% 저감, 4% 향상, 4% 저감되었다.

주요어 : 고속열차, 공기역학, 공기저항, 전산해석, 최적설계

1. 서 론

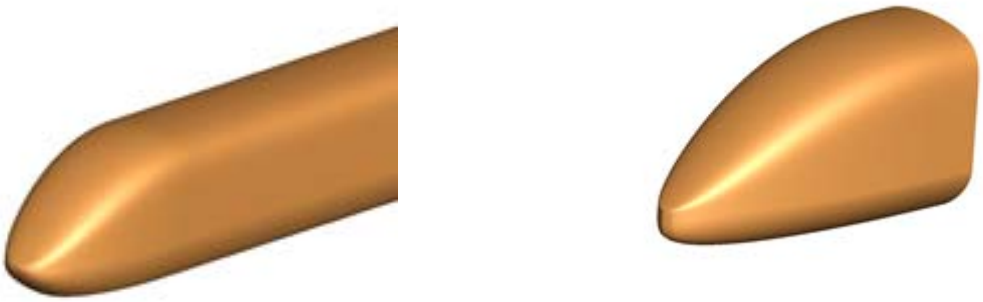
고속열차 형상은 공기저항, 강풍안정성, 미기압파 등과 같은 공기역학적 성능을 결정짓는 주요인자 중 하나이다. 특히, 고속열차의 운행속도를 보다 더 높이기 위해서는 고속열차의 형상설계에 집중할 필요가 있다. 본 논문에서는 고속열차의 공력성능 향상을 위하여 현재 운행중인 KTX산천을 기반으로 전두부 최적설계와 차체 공기저항 저감기술을 적용하여 운영속도 350㎞/h급에 적합한 편성열차 형상을 도출하고 공력성능 효과를 전산해석 및 풍동시험을 통해 평가하였다.

† 교신저자: 한국철도기술연구원 고속철도연구본부(shyun@krri.re.kr)
* 한국철도기술연구원 고속철도연구본부
** 한국철도기술연구원 철도안전인증연구소

2. 본 론

2.1 고속열차 전두부 다목적 최적설계

KTX산천 전두부 형상을 기반으로 내부 기기들을 고려한 설계가능 공간에 대하여 실험점을 도출하고 공기저항, 강풍안정성, 미기압파 전산해석을 수행하였다. 전산해석 결과를 바탕으로 근사모델을 구축한 후, 다목적 최적설계를 수행하였다. Fig 1은 KTX산천 전부두 형상과 다목적 최적설계된 전두부 형상을 각각 제시한다.



(a) KTX-Sanchon(base model) (b) Optimized nose shape

Fig. 1 Nose shape of KTX-Sanchon and Optimized model

2.2 공기저항 저감형 고속열차 형상 및 성능평가

전두부를 제외한 고속열차 차체에서 발생하는 공기저항 저감을 위해서 선두차/후미차의 차고를 조정하고, 대차커버를 적용하였다. 공기저항 저감형 고속열차 형상은 최적설계된 전두부와 공기저항 저감형 차체를 조합하여 Fig.2와 같은 형상으로 도출하였다.

Fig. 2 Wind tunnel test model of KTX-Sanchon and optimized model

풍동시험을 통해 KTX산천 시험모델과 최적설계형상에 대한 성능평가를 수행하였다. Fig.3은 풍동 유속에 따라 나타나는 각 모델의 공기저항 변화를 나타낸다. 풍동시험결과 최적설계형상(MOpt-S)이 KTX산천에 비해 공기저항이 약 13% 감소하는 것으로 나타났다.

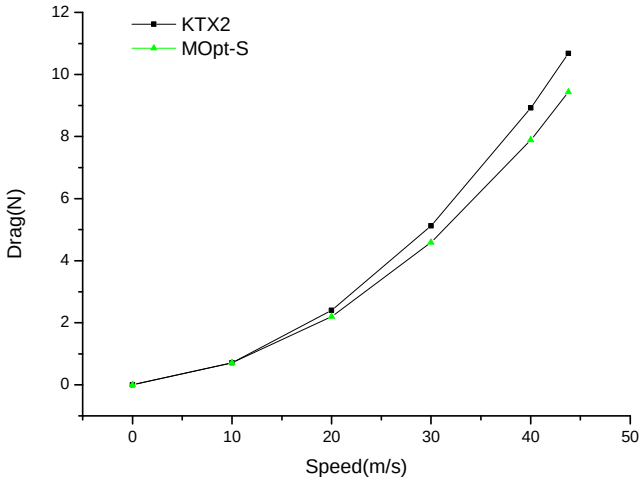


Fig. 3 Wind tunnel test results of KTX-Sanchon and optimized model

3. 결 론

고속열차의 공력성능향상을 위해 전산해석을 통해 최적설계를 수행하고, 풍동시험을 이용하여 최적설계형상에 대한 성능평가를 수행하였다. 그 결과 공기저항, 강풍안정성, 미기압파에 대한 다목적 최적설계 편성열차 형상을 도출하고, 풍동시험을 통해 약 13%의 공기저항이 감소됨을 확인하였다.

후 기

본 논문 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원 (과제명:고속열차 효율향상 핵심기술개발)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

[1] Minho Kwak, Suhwan Yun, Yeongbin Lee, Hyeokbin Kwon, et al. (2013) Optimum nose shape of a front-rear symmetric train for the reduction of the total aerodynamic drag, *Journal of Mechanical Science and Technology*, 27 (12), pp. 3733~3743

[2] Yao, S. B. Guo, D. L. Sun, Z. X. Yang, G. W. Chen, D. W. (2014) Optimization design for aerodynamic elements of high speed trains, *Computers & Fluids, 95*, pp.56-73.