

고속열차 차량하부 공기저항 분석

Analysis on Aerodynamic drag around under-body of High-speed train

윤수환*†

Su-Hwan Yun**†

초 록 고속열차의 차량하부에서 유도되는 공기저항을 전산해석과 풍동시험을 이용하여 분석하였다. 전산해석을 이용하여 대차주변의 압력분포와 유선을 분석하고, 대차에 의한 공기저항 유발수준을 도출하였다. 그리고 풍동시험을 이용하여 차량하부 대차영역에 의한 공기저항을 측정하였다. 대차와 대차공동부 차체에 의해 발생하는 공기저항은 편성열차 공기저항의 약 25% 수준 발생한다. 대차에 의해서 약 10% 그리고 공동부 차체에 의해서 약 15%의 공기저항이 발생한다. 차량하부 공기저항 저감효과를 최대한 높이기 위해서는 대차 뿐만 아니라 대차공동부 차체의 공기저항도 같이 저감 시켜야 한다.

주요어 : 고속열차, 공기저항, 대차, 풍동시험, 전산해석

1. 서론

글로벌 환경규제의 강화에 따라 고속열차의 에너지소비 절감 및 친환경성 향상에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히, 고속열차의 주행에너지 대부분은 공기저항 극복을 위해 소비되기 때문에, 에너지소비 절감을 위해서는 공기저항 저감이 필수적이다.

본 논문에서 고속열차 차량하부 대차주변에서 발생하는 공기저항을 분석하고, 차량하부 공기저항 저감기술의 적용방향과 그 효과를 예상하고자 한다.

2. 본론

2.1 차량하부 압력분포 및 유동벡터 분석

고속열차 차량하부 공기저항 분석을 위하여 KTX-산천 전산모델에 대한 3차원 정상해석을 수행하였다. Fig. 1은 주행방향에서 3번째 대차에 대한 압력분포와 유동벡터를 나타낸다.

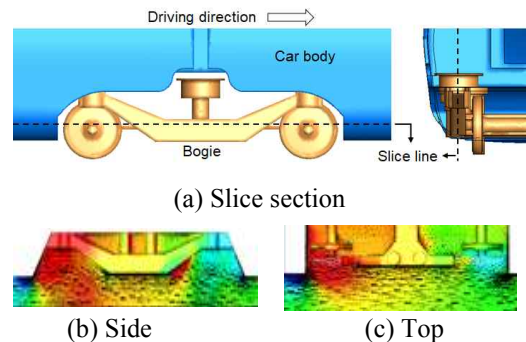


Fig. 1 Static pressure and air flow vector around a bogie

Fig. 1(b), Fig. 1(c)에 나타난 유동벡터를 살펴보면, 대차공동부 전방차체를 지난 유동은 대차프레임을 지나 후방차륜과 차체방향으로 유입되고 있다. 이렇게 유입된 유동은 대차프레임과 후방차체 주변에서 고압의 정체영역을 형성한다. 따라서 차량하부 대차영역에서 발생하는 공기저항은 대차 뿐만 아니라 대차공동부 후방차체에 의해서도 유발된다는 것을 유추할 수 있다.

2.2 차량하부 공기저항 분석

차량하부의 대차와 대차공동부 차체에 의해 발생하는 공기저항을 분석하기 위하여 풍동시험을 수행하였다. Fig. 2는 풍동시험에 사용

† 교신저자: 한국철도기술연구원 차세대차량본부
고속철도연구팀 (shyun@krrj.re.kr)

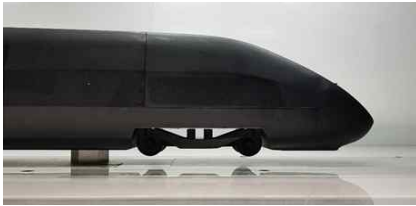
* 한국철도기술연구원 차세대차량본부 고속철도연구팀

된 풍동시험시설을 보여준다[1].

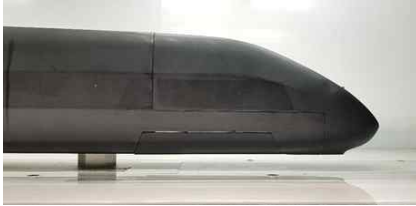


Fig. 2 Wind tunnel test facility

풍동시험에 사용된 시험모델은 6량 1편성의 1/30 축소모델을 이용하였으며, Fig. 3과 같이 대차 공동부 유/무에 따른 공기저항을 각각 측정하였다.



(a) With bogie



(b) Without bogie

Fig. 3 Wind tunnel test model

대차공동부 유/무에 따른 시험모델의 공기저항계수 변화를 Table 1에 제시하였다. 대차공동부가 있는 시험모델의 공기저항계수는 0.82로 나타나는 반면, 대차공동부가 없는 경우는 0.64로 약 21% 감소되었다. 10량 1편성으로 환산한 경우에는 공기저항계수가 약 25% 감소되는 것으로 나타났다.

Table 1 Variation of C_D according to presence or absence of a bogie area

Case	C_D test model	Ratio(%)	
		6 cars	10 cars
W/ Bogie	0.82	100	100
W/O Bogie	0.64	79	75

한편, 전산해석을 통해 도출된 대차의 공기저항계수는 10량 1편성 기준 0.097로 약 전체 공기저항계수(0.964)의 약 10.1%이다[2-3]. 따라서, 10량 편성 고속열차의 공동부 차체에서 유발되는 공기저항은 약 15%로 예상할 수 있다. 즉, 대차프레임 보다 공동부차체에서 약 5% 더 많은 공기저항이 유발된다.

3. 결론

차량하부 대차영역에서 유발되는 공기저항은 전체 공기저항(10량 1편성)의 약 25% 수준으로 대차에서 약 10%, 그리고 공동부차체에서 약 15%의 공기저항이 유발된다. 따라서, 차량하부 공기저항 저감효과를 최대한 높이 위해서는 대차 뿐만 아니라 대차공동부 차체에서 유발되는 공기저항도 같이 저감할 수 있도록 기술을 적용해야 한다.

후 기

본 연구는 한국철도기술연구원 자체사업(과제명(RP18003L): 고속철도 공력성능 예측모델 및 자동개폐형 대차페어링 핵심기술개발 기획)의 연구비 지원으로 진행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] S.H. Yun, M.H. Kwak (2018) Analysis of Design Variables of Aerodynamic Braking System for High-speed train, *Journal of the Korean Society for Railway*, 21(2), pp. 142-151.
- [2] S.H. Yun, M.H. Kwak, S.W. Nam, C.S. Park (2014) Research for Aerodynamic drag reduction method of KTX-sanchon, *Proceeding of the Korean Society for Railway 2014 fall conference*, Je-ju, pp. 208-211.
- [3] S.H. Yun, M.H. Kwak, C.S. Park (2016) Study of Shape Optimization for Aerodynamic Drag Reduction of High-speed train, *Journal of the Korean Society for Railway*, 19(6), pp. 709-716.