

휠 찰상 저감을 위한 활주방지장치(WSP)의 설계 변수 최적화

Optimization of Wheel Slide Protection Design Variables to Reduce Wheel Skid Damage

박정훈*†

JungHoon Park *†

초 록 철도차량의 활주방지장치는 점착계수가 낮은 레일에서 제동 중 활주를 감지하여 제동력을 조정함으로써, 휠 잠김과 찰상을 방지하고 제동거리 증가를 최소화한다. 본 논문에서는 휠 찰상 저감을 목적으로 활주방지장치의 개입 정도를 소프트웨어 변수로 설정하고, 그에 따른 휠 찰상 저감 및 제동거리 증가량을 시험 분석하여, 변수들의 최적점을 도출할 수 있었다. 신규 차량의 시험 및 시운전 시 이와 같은 방법으로 최적 변수를 도출함으로써, 휠 찰상을 저감할 수 있을 것으로 판단된다.

주요어 : 활주방지장치, WSP, 휠 찰상, 제동거리

1. 서 론

점착계수가 낮은 레일에서 차량속도 대비 특정 휠 속도가 현저히 낮거나, 잠김이 발생하였을 때 휠 찰상이 발생할 가능성이 높으며, 이를 개선하고자 활주방지장치의 개입 정도를 변수로, 차량의 휠 저감과 제동거리 영향을 시험적으로 분석, 평가하여 최적 변수 값을 찾고자 하였다.

본 논문은 특정 프로젝트 사양을 고려하여 40 kph 미만의 저속영역에서 제동거리 요구조건을 만족하며, 휠 찰상 발생을 최소화하는 활주방지 장치의 소프트웨어 변수 설정에 초점을 두었다.

2. 본 론

2.1 변수 설정

활주방지장치의 개입 정도를 변수로 고려, 활주방지밸브가 제동압력을 배기하기 시작하는 차량속도와 축속도의 차이 (Delta Speed) 와 활주방지밸브가 지속 작동하는 최소 속도 (WSP Control Limit)를 소프트웨어 변수로 설정하였다. 상기 두 가지 변수를 조합하여 아래 Table 1과 같이 세 개 소프트웨어를 준비하였으며, SW1.0 > F5 > FF 순으로 활주방지 장치의 개입을 높인 설정이다.

Table 1 Design Variables Taken into Account

SW Version	Delta Speed ¹⁾	WSP Control Limit
SW 1.0	1	5 kph
SW F.5	1	3 kph
SW F.F	0.6	1 kph

1) Delta Speed 값은 기준값 (1)에 대한 상대값으로 표시함.

† 교신저자: 현대로템 레일솔루션연구소
(jh07.park@hyundai-rotam.co.kr)

* 현대로템 레일솔루션 연구소

2.2 시험 조건

시험은 아래 Table 2와 같이 4량 1편성 구성의 차량으로 진행하였으며, 활주 조건을 위해 선두 차량에서 레일에 비눗물을 분사하였다. 차량은 시험 속도 도달 후 제동하며, 이후 제동거리 측정 및 휠 찰상 검사를 실시하였다.

Table 2 Test Specification

Item	Description
Car configuration	4 Car (T-M-M-T)
Water soap distribution	First two leading cars
Target adhesion level	0.06 ~ 0.08
Braking speed	10, 20, 30 and 40 kph
Brake demand	Maximum, medium brake
Test run	24 Brake runs for each SW
Test result record	Stopping distance, number of wheel skid at all wheels

2.3 시험 결과

시험결과 평가는 소프트웨어 별 휠 찰상 저감 여부와 제동거리 증가량으로 평가하였다.

휠 찰상 개수는 Fig. 1과 같이 SW1.1 대비 F5에서 66% 저감, FF에서 79% 저감되어 활주 방지장치의 개입 정도를 높일수록 찰상이 줄어들음을 확인하였다.

제동거리는 Fig. 2와 같이 SW1.1 대비 F5에서 요구조건을 만족하는 수준에서 소폭 증가하였으나, FF에서는 속도 구간 별 최대 1.7 배 제동거리가 증가되어 요구조건을 만족하기 어려운 수준이었다.

상기 시험 결과에 따라 Delta Speed 변경 없이 WSP Control Limit을 낮추는 설정인 SW F5가 제동거리를 만족하며 휠 찰상을 저감할 수 있는 최적 변수 설정임을 확인할 수 있었다.

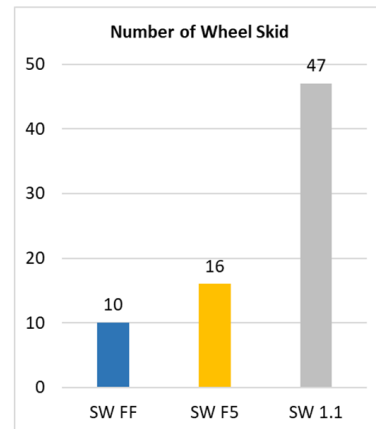


Fig. 1 Number of wheel skid made on the basis of SW version

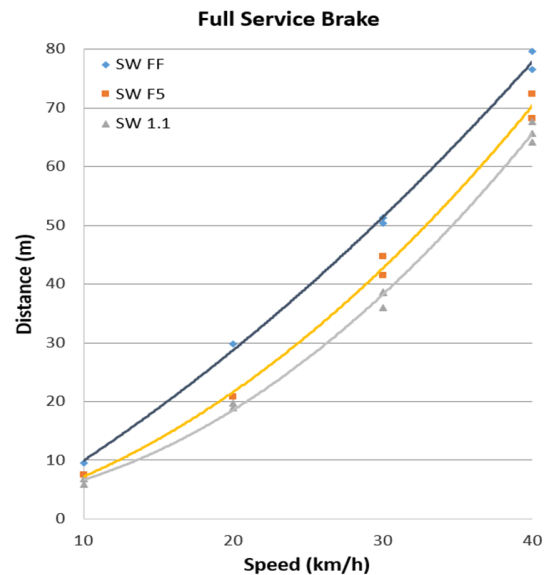


Fig. 2 Brake stopping distance on the basis of SW version.

3. 결론

활주방지장치는 활주중 제동력을 줄여 휠 잠김을 완화하므로, 개입 정도(변수)에 따라 휠 찰상과 제동거리는 서로 상충된 결과를 보였으나, 기술적 최적점을 제시할 수 있음을 확인하였다.

이러한 방식을 토대로 각 변수들의 최적 조합을 선정함으로써, 활주방지장치를 이용한 휠 찰상 저감에 기여할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] EN15595:2014 – Railway Applications – Braking Systems of Multiple Unit Trains – Part 1: Requirements and Definitions
- [2] EN15595:2018 – Railway Applications – Braking- Wheel Slide Protection
- [3] UIC 541-05 Brakes – Specifications for The Constructions of Various Brake Parts – Wheel Slide Protection Device.