우천에 따른 틸팅열차용 ATP 차상장치의 이상 속도 현시 현상 분석(중앙선 구간에서)

백종현*, 손성주*, 김용규*
*한국철도기술연구원
e-mail: jhbaek@krri.re.kr

Analysis on the Phenomenon revealed in abnormal Train Speed Measured by ATP On-board Equipment of Tilting Train in rain condition (In Jung-ang line)

Jong-Hyeon Baek*, Seong-Ju Son*, Yong-Kyu Kim*
*Korea Railroad Research Institute

요 약

본 논문에서는 틸팅열차의 안전성 확보 및 운행효율 향상을 위해 "한국형 틸팅열차 신뢰성 평가 및 운용기술개발" 연구과제의 한 분야로 추진된 ATP 차상장치의 중앙선 시험운행 중 우천시 발생한 이상 속도 현시 현상에 대한 원인 분석 및 조치사항을 제시하고 있다. 현재 한국철도기술연구원에서는 기존선의 속도 향상과 KTX 비 수혜지역의 여객 서비스 향상을 위해 틸팅열차를 개발하였으며, 개발된 틸팅열차의 신뢰성 평가를 위해 약 13만 km 주행 시험운행을 진행하였다. 틸팅열차 중앙선 시험운행 중 실제 약 143km/h로 운행 중이던 열차의 속도는 MMI 상에 최고 167km/h까지 현시 되었다. 이러한 현상은 기관사로 하여금 규정 속도를 준수하여 안전운행을 하는데 어려움을 줄 수 있다. 따라서 이러한 현상의 원인을 찾고 조치하였으며 시험운행을 통해 정상상태로 동작함을 확인하였다.

1. 서론

국내 기존선의 속도향상 및 고속철도 비수혜지역의 편리성 향상을 위한 목적으로 2001년부터 틸팅열차 개발 사업을 추진하였으며, 틸팅열차는 2007년 제작이 완료되어, 실용성을 입증하기 위하여 현재까지 13만 km 주행 시운전 시험을 달성하였다. 이러한 틸팅열차에 ATP 차상장치를 설치하여 호남선에서 시운전시험을 완료하였으며, 현재 ATP 차상장치를 기본으로 하여 주행 시운전 시험을 하고 있다[1, 2, 3, 4].

본 논문에서는 2010년 7월 틸팅열차의 중앙선 주행 시운전 중 발생된 ATP 차상장치의 MMI 이상 속도 현시 현상에 대해 분석한 결과에 대해 기술하고 있다.

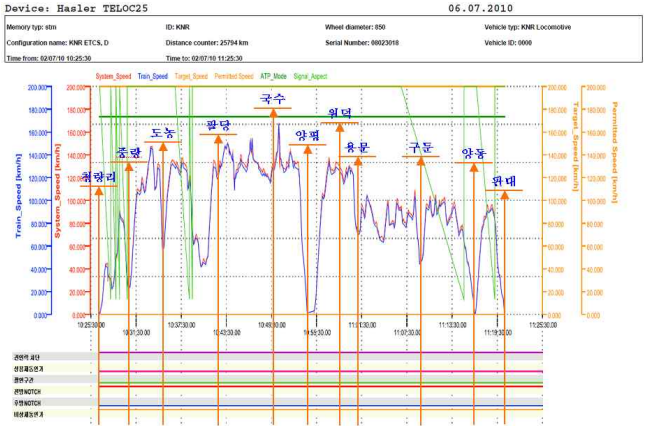
2. 틸팅열차의 중앙선 주행 시운전

틸팅열차의 중앙선 주행 시운전 중 발생된 ATP 차상장치의 MMI 이상 속도 현시 현상은 2010년 6월 30일부터 7월 2일까지 2박 3일의 기간 중 7월 2일 우천시에 국수~아신역 구간에서 발생하였다.

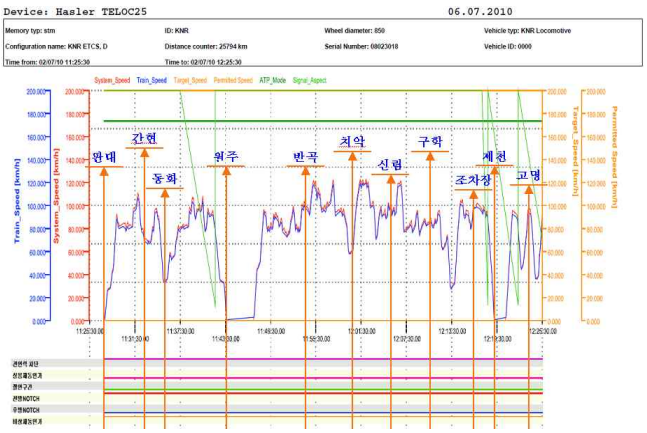
이상 속도 현시 현상이 발생된 7월 2일의 청량리~영주간 시간별 주행 시운전 현황은 다음과 같고 해당 구간의 RU 데이터 분석은 그림 1~3과 같다.

① 10:26 청량리역 출발
② 10:41 팔당역 통과
③ 10:54~10:55 양평역 정차
④ 11:15~11:16 양동역 교행정차
⑤ 11:19~11:27 판대역 교행정차
⑥ 11:35 동화역 통과
⑦ 11:43~11:47 원주역 정차
⑧ 12:04 신림역 통과
⑨ 12:18~12:20 제천역 정차

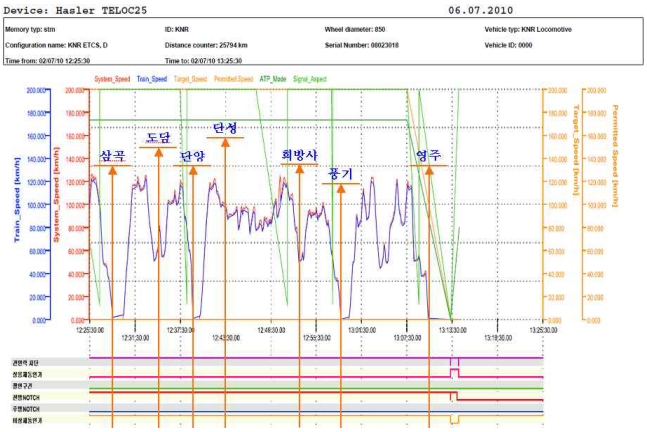
⑩ 12:28~12:29 삼곡역 교행정차
⑪ 12:38~12:39 단양역 정차
⑫ 12:58~12:59 풍기역 정차
⑬ 13:10 영주역 도착



[그림 1] 청량리-판대 구간 데이터



[그림 2] 판대-고명 구간 데이터



[그림 3] 고명-영주 구간 데이터

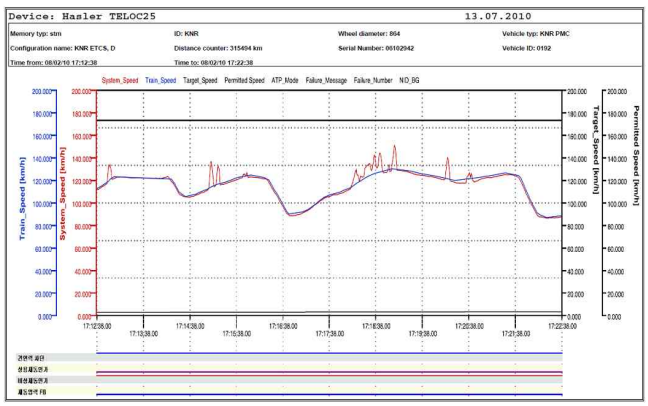
3. 이상 속도 현시 현상 분석

3.1 이상 속도 현시 현상 발생

○ 발생시각 : 7월 2일(금) 오전 10:50:19~10:50:38
○ 발생지점: 국수~아신역 구간(중앙선)
○ 개요
- 7월 2일 10시 50분경, 1호차를 선두로 청량리에서 원주로 시운전 중, 약 143Km/h로 시운전 중인 열차의 속도가 순간적으로 상승하여 최고 167Km/h 기록.(약 10초간 상승 - 10:50:19~10:50:29)
- 상승된 속도는 다시 빠르게 하강하여 정상 상태를 회복함.(약 9초간 하락 - 10:59:29~10:50:38)

[그림 4] 이상 속도 발생지점의 RU 데이터

위의 그림 4와 같이 이상 속도 발생지점의 RU 데이터는 다음 그림 5의 도플러 정상 상태에서의 RU 데이터와 비교하면 도플러 스피드가 순간적으로 급증하고 있음을 알 수 있다. 이러한 현상의 원인을 분석한 결과 다음 그림 6의 RU 데이터를 보면 알 수 있듯이, 열차 공전 이전에 타코-도플러간 속도 편차로 인하여 틸팅열차가 타코속도 기준으로 운행하였으며 우천으로 인한 공전현상이 발생하여 순간적으로 타코 및 도플러 속도가 상승한 것으로 나타남.



<도플러 정상 상태에서의 RU 데이터: 공전이 발생해도 속도가 급증하지 않는다.>

[그림 5] 도플러 정상 상태시 RU 데이터

[그림 6] 이상 속도 현시 현상 분석 데이터

그림 4~6의 데이터 그래프를 가지고 분석한 결과 이상 속도 현시 현상은 다음과 같은 순서로 인하여 발생된 것으로 추정되었다.

① 타코-도플러간 속도차로 인하여(이상속도 근본원인) 타코 속도를 기준으로 운행.
도플러 속도는 타코 속도를 쫓아감.
MMI상에는 타코 속도가 현시됨.

② 공전현상 발생으로 타코 속도 급상승(ATP MMI 이상속도 현시).

③ 1번 현상으로부터 15초 경과하여 도플러 속도 복구. 공전현상 종료로 인하여 타코 속도 급감.

3.2 분석 결과에 따른 조치사항

3.1의 이상 속도 현시 현상의 원인 및 분석 결과에 따라 다음과 같이 틸팅열차 ATP 차상장치의 도플러 주파수를 변경하였다.

○ 타코속도 대비, 낮은 도플러의 속도를 높이기 위해 도플러 주파수 변경(7월 14일, 제천역)
(1호차 : 74.5㎑ → 72.165㎑, 6호차 : 74.5㎑ → 72.488㎑)

○ 도플러 최대 제한속도 변경
(190Km/h → 185Km/h)

○ 변경 결과, 도플러 속도 약 3Km/h 상승.

4. 결론

틸팅열차에 ATP 차상장치를 설치하고 호남선에서 시운전 시험을 수행하는 동안 ATP 차상장치의 현시 속도와 틸팅열차에 설치되어 있는 TMS의 현시 속도가 5~7 km/h 정도 차이가 발생하였기 때문에 그 당시에 ATP 차상장치의 속도를 TMS의 현시 속도와 맞추기 위해 도플러 주파수를 높였었다. 그러나 이로 인하여 본 논문에서 제시한 우천시와 같은 경우에 이상 속도 현시 현상이 발생하였기 때문에 TMS의 현시 속도와 맞추지 않고 ATP 차상장치의 속도를 제대로 현시하는 것이 적합하다고 판단하여 도플러 주파수를 낮춰서 설정하였다. 이후 현재(2010년 9월)까지 틸팅열차의 주행 시운전 중 이상 속도 현시 현상은 나타나지 않고 있기 때문에 적합한 조치였다고 판단된다.

참고문헌

[1] 백종현, “ATP 차상장치의 틸팅열차 설치 및 설치 시험 분석” 한국산학기술학회논문지 제11권 제7호. pp.2534-2540, 2010.

[2] 백종현, 이창구, “기존선 속도 향상을 위한 발리스를 이용하는 열차간격제어 기술에 대한 연구” 한국산학기술학회논문지 제10권 제2호. pp.256-263, 2009.

[3] 김용규, 백종현(2007), “기존선 속도향상을 위한 신호보안체계 최적구축방안 연구” 한국철도기술연구원 철도기술연구개발사업(국토해양부) 최종연구보고서.

[4] “철도신호용어편람” 철도청, 한국철도신호기술협회 용어편람. pp.210-211.