

KTX-산천 차량 팬터그래프의 상승 불능에 관한 연구

A Study on the Fault of Rising the Pantograph on KTX-SANCHEN vehicle

박태용*, 장진영*, 양정무**, 김재문*†

Tae-Yong Park*, Chin-Young Chang*, Jung-Moo Yang**, Jae-Moon Kim*†

초 록 본 논문은 KTX-산천 차량 팬터그래프의 상승 불능에 관한 연구로, KTX-산천 운행 시 팬터그래프는 PTCU(Pantograph Control Unit)에 의해 속도에 따른 압상력이 제어되어 전차선으로부터 전력을 집전하여 연속적인 동력을 공급하는 역할을 한다. 집전은 열차의 속도향상과 직접 관련되며 고속에서 집전시에 발생하는 가장 중요한 기술적 문제는 팬터그래프가 가선에서 분리되는 이선현상으로 가선과 팬터그래프 사이에 작용하는 동역학적 특성과 접촉압력의 변화로 인해 발생한다. 최근 PTCU에서 팬터그래프 고장 검지 후 팬터그래프가 재 상승되지 않는 사례가 있어 PTCU의 실시간 압력 제어상태를 계측하여 분석한 결과 ADD(Auto Drop Device) 압력센서의 동작 압력이 규정치와 상이하고 팬터그래프 ADD 고장 검지 시 PTCU의 ADD 고장출력에 의해 팬터그래프를 강제적으로 하강시킨다는 사실을 확인하고 리셋 푸쉬버튼으로 팬터그래프 고장계전기와 PTCU를 동시에 초기화 할 필요성을 확인하였다.

주요어 : 팬터그래프, 팬터그래프 제어장치(PTCU), 팬터그래프자동하강장치(ADD)

1. 서 론

KTX-산천 팬터그래프는 1번 동력차와 2번 동력차에 각각 1대씩 설치되어 있다. 주행 중인 고속차량에 전력을 공급하기 위한 팬터그래프는 한계속도를 결정하는 주요 기술 중 하나로서 팬터그래프와 가선 사이에 양질의 접촉을 확보하여 안정된 집전을 유지함과 동시에, 접촉면의 마모를 최소화하고 경제적이어야 한다. 팬터그래프에서 집전된 전원은 주회로차단기 → 주변압기 → 전력변환장치 → 견인전동기 → 모터 감속기 → 트리포드 → 차축기어 감속장치를 거쳐 윤축으로 동력을 전달한다. 운행 중 팬터그래프가 상승하지 않으면 전력을 집전할 수 없어, 운행 중단이 발생할 수 있어 유지보수를 철저하게 하여야 하며 신뢰성을 확보해야 한다.

최근 PTCU에서 팬터그래프 고장 검지 후 팬터그래프가 재 상승되지 않는 사례가 있어 PTCU의 실시간 압력 제어상태를 계측하여 분석한 결과

ADD 압력센서의 동작압력이 규정치와 상이하고 팬터그래프 고장 검지 시 ADD 압력센서 동작 후 PTCU에서도 ADD고장이 검지되어 팬터그래프를 강제적으로 하강시킨다는 사실을 확인하고, 리셋 푸쉬버튼으로 팬터그래프 고장계전기와 PTCU를 동시에 초기화 할 필요성을 확인하였으며, 팬터그래프 고장검지계전기와 PTCU를 동시에 초기화 할 수 있는 회로개선을 방법을 제시하고자 한다.

2. PTCU, ADD 고장검지

2.1 PTCU 압상력 제어

그림1에서 계측된 바와 같이 차량속도가 증가하면 팬터그래프 압상력도 상승하고 차량속도가 감소하면 팬터그래프 압상력도 강해진다. 차량 속도 0km/h에서 팬터그래프 압력은 3.25bar, ADD 압력센서 압력은 3.25bar로 제어되고, 차량속도 303km/h에서 팬터그래프 압력은 3.73bar, ADD압력센서 압력은 3.72bar로 제어되며 PTCU는 2개의 압상력 전차변을 속도에 따라 정상적으로 제어함을 알 수 있다.

† 교신저자: 한국교통대학교 교통대학원 교통시스템공학과 (goldmoon@ut.ac.kr)

* 한국교통대학교 교통대학원 교통시스템공학과

** 한국철도공사 연구원

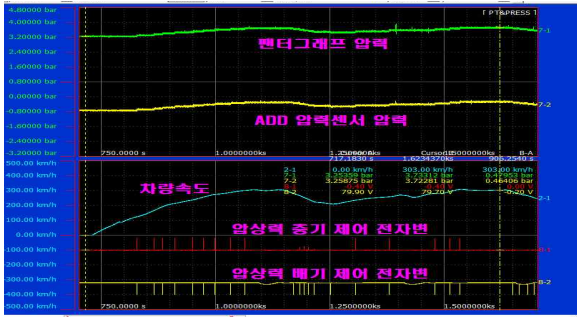


Fig. 1 PTCU 압상력 제어 그래프

2.2 ADD 고장검지

그림2에서 계측된 바와 같이 ①ADD압력센서에 의해 ADD 고장검지와 동시에 팬터그래프가 하강되고 ②팬터그래프 고장 리셋버튼 취급 후 고속선 팬터그래프 선택하면 고장검지 계전기는 리셋되어 정상으로 복귀하지만 PTCU는 리셋되지 않아 팬터그래프 재상승이 불가능하므로 ③PTCU의 ADD고장 출력에 의한 팬터그래프가 다시 차단되어 상승 불능 상태로 된다. ADD압력센서는 PTCU에 ADD 고장정보를 전송하고 PTCU는 리셋 푸쉬버튼 취급 후에도 ADD고장정보 출력을 계속 유지하여 팬터그래프 상승을 방지한다. 정상 팬터그래프 선택 시 후부 동력차로 이동 후 ④PTCU 리셋을 위해 CB-PTCU-01 트립 및 복귀한 후 ⑤리셋 푸쉬버튼 취급 후 고속선 팬터그래프 선택하면 ⑥팬터그래프가 정상적으로 상승되어 AC25,000V 전원이 차량에 공급되고 PTCU는 자동적으로 팬터그래프 압상력을 제어함을 알 수 있다.

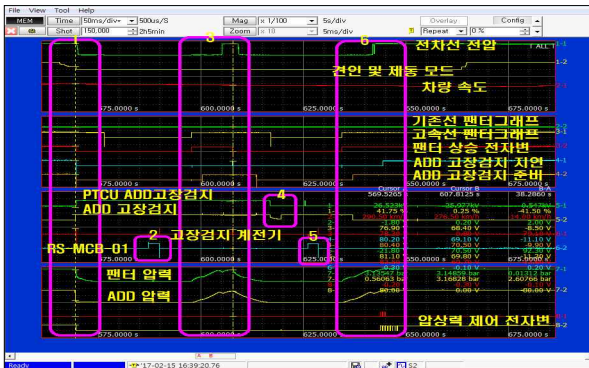


Fig. 2 ADD 고장검지 그래프

3. 고장분석

3.1 ADD 압력변화

표1에서 보는 바와 같이 ADD 압력센서의 동작압력이 규정치와 상이함을 알 수 있으며 팬터그래프의 ADD 고장검지 압력이 낮으면 팬터그래프에 이선이 발생 할 수 있고 이선으로 인한 전차선 및 팬터그래프 집전판 마모가 우려된다.

Table 1. ADD 압력센서 동작압력

구 분	산천 PC1	압력센서 규정치
검지 압력	0.56bar	2.4 ± 0.1bar
복귀 압력	0.84bar	2.8 ± 0.1bar

3.2 팬터그래프 재상승 불능 시 계측 결과

팬터그래프 고장검지 시 ADD압력센서에서 팬터그래프 고장계전기를 여자시켜 팬터그래프를 강제로 하강시키고 ADD압력센서는 PTCU에 ADD고장검지 정보를 전송한다. PTCU는 ADD고장정보를 입력받아 다시 ADD고장정보를 출력하여 팬터고장계전기를 여자시킨다. 따라서 팬터고장계전기는 ADD압력센서와 PTCU에서 병렬로 여자시킨다. 리셋 푸쉬버튼으로 ADD고장을 리셋하면 팬터고장계전기는 리셋 되지만 PTCU가 리셋되지 않아 다시 ADD고장검지 계전기가 여자되어 팬터그래프가 하강된다. 따라서 리셋 푸쉬 버튼으로 팬터그래프 고장계전기와 PTCU 동시에 리셋 필요함을 확인하였다.

4. 결 론

고장 리셋을 위해 리셋 푸쉬 버튼을 취급하면 팬터고장계전기가 리셋 되고 추가로 설치한 PTCU 리셋 계전기가 여자된다. PTCU 리셋 계전기가 여자되는 순간 보조접점에 의해 PTCU는 B-PTCU-01로부터 전원을 차단하게 되어 PTCU는 리셋된다. 그러므로 리셋 푸쉬 버튼으로 팬터고장계전기와 PTCU를 동시에 리셋이 가능하다. ADD고장검지는 주공기압력이 8bar 이상에서 ADD압력센서의 압력이 2.8±0.1bar 이상 10초 후 팬터고장검지 시간지연계전기가 여자되어 ADD고장검지 준비상태로 전환되고 ADD압력센서는 0 ~ 2.8 bar까지 상승시간은 약6초 정도가 되므로 회로개선 없이 고장검지 지연 시간을 10초에서 16초로 변경할 필요성이 있다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 21RSCD-C163329-01)

참고문헌

- [1] 한국철도공사 (2014), "KTX-산천 전기회도 도면집".
- [2] 한국철도공사 (2009), "신규고속철도차량", p401.
- [3] 백주룡, 백승오 (2017) "KTX-산천 팬터상승불능 및 압상력 시험조사 보고서".