

한국형 고속열차 주행에 따른 전철변전소 전력공급 상태에 관한 연구

A Study on the Power Supply Condition in the Railway Substation with Operating HSR350x

임용찬* 이태형** 한영재** 박춘수** 김기환** 신명철***
Im, Yong-Chan Lee, Tae-Hyung Han, Young-Jae Park, Choon-Soo Kim, Ki-Hwan Sin, Myung-Chul

ABSTRACT

PCC(Point of Common Coupling) is measured by waveform in power system. Analyzing their frequency, it is possible to get various indices such as THD(Total Harmonic Distortion), TDD(Total Demand Distortion), and VF(Voltage Flicker), and then the harmonic can be evaluated from them. In this paper, the harmonic effect on the power supply which is generated by the vehicle is presented by comparing harmonics with the substation and the vehicle.

1. 서론

전력시스템에서 파형은 공통 결합 지점에서 측정되고, 그들의 주파수를 분석하면 THD(Total Harmonic Distortion), TDD(Total Demand Distortion) 전압 플리커(Voltage Flicker) 등의 여러 종류의 지수를 얻을 수 있고, 이것들로 고조파 평가를 할 수 있다[1]. 본 연구에서는 이러한 방법을 이용하여 한국형고속열차가 주행할 때 차량에서 측정된 파형을 처리하여 고조파성분을 구하고, 동시에 전철변전소에서 발생하는 고조파성분을 측정하여 차량에서 발생하는 고조파성분이 전철변전소에서 전력공급에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 검토하고, 전철변전소의 위치와 차량에서 발생하는 고조파가 어떠한 연관성이 있는지에 대해 알아보았다.

2. 본론

한국형 고속열차의 시운전은 주간시운전과 야간시운전으로 나눌 수 있는데, 주간시운전시험은 영업운행중인 KTX열차와 같이 운행하며 데이터를 측정하게 되고, 야간시운전시험은 KTX차량의 영업운행이 종료된 후 한국형고속열차 단독으로 운행하여 데이터를 측정한다. 본 논문에서는 전철변전소 구간에 다른 열차 없이 한국형고속열차에서만 발생하는 고조파를 분석하기 위해 야간에 실시한 시운전시험에 대해서 분석을 하였다. 전력분석프로그램을 이용해 계산을 한 시운전 데이터는 2007년 8월 27일 00시부터 03시까지 실시한 시운전 데이터다.

야간시운전을 하는 동안 시험차량이 움직이는 구간은 KP 95(고덕)~150(신탄진)을 3회 왕복운행하게 된다. 이 구간에 전력을 공급하는 전철변전소는 신청주변전소(KP130.236)로 용정SP(KP101.746)에서 회덕SP(KP151.405)에 달하는 구간에 전력을 공급한다. 야간시운전을 하는 동안 신청주변전소의 154kV측의 전압, 전류파형을 측정하여 고조파 계산을 하였다.

* 한국철도기술연구원, 차세대고속철도기술개발사업단, 비회원
E-mail : ycim@krri.re.kr
TEL : (031)460-5609 FAX : (031)460-5649

** 한국철도기술연구원

*** 성균관대학교

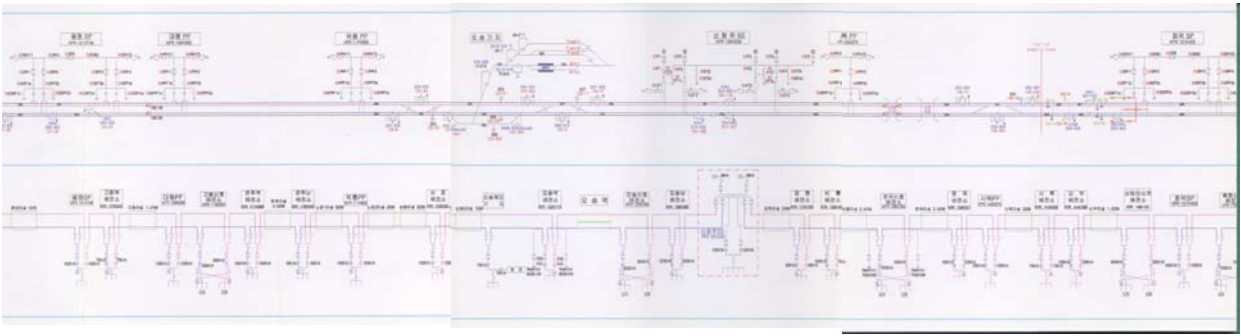


그림 1 고속철도 전철급전계통도(용정SP~신청주SS~회덕SP)

표 1 2007년 8월 27일 야간시운전

회차	시험시간	시험구간(KP)
1	00:05:34~00:57:48(약52분)	124.6(오송)~95(고덕)~150(신탄진)
2	-	-
3	02:02:32~02:23:44(약21분)	95(고덕)~150(신탄진)
4	02:30:40~03:02:25(약31분)	150(신탄진)~95(고덕)
5	03:10:15~03:28:36(약18분)	95(고덕)~124.6(오송)

2.1 고조파 분석



그림 2 전철변전소에서의 고조파(1회차)

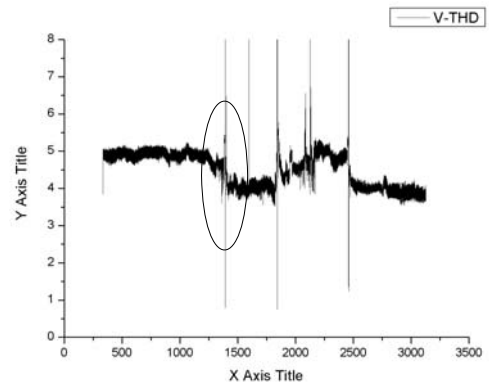


그림 3 차량에서 측정한 고조파(1회차)

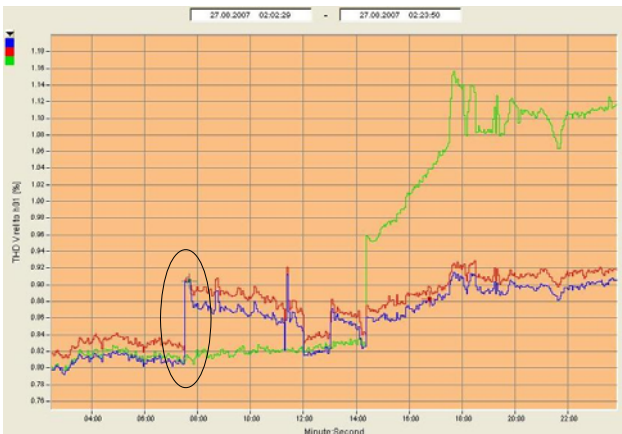


그림 4 전철변전소에서의 고조파(2회차)

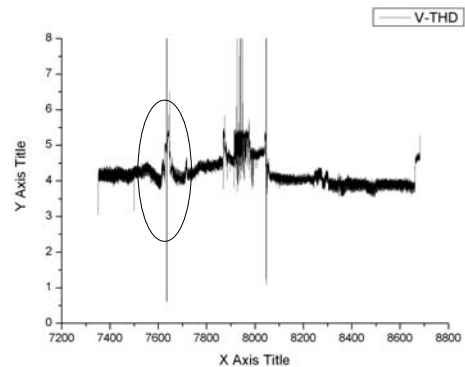


그림 5 차량에서 측정한 고조파(2회차)

그림 2~5는 같은 시간 동안 차량내부에서 측정된 고조파와 변전소에서 측정된 고조파 그래프이다. 전철 변전소의 그래프는 154kV측에서 측정된 파형을 계산하여 구한 값이다. 그렇기 때문에 스코트결선 특성에 의해 C상이 다른 경향을 나타낼 수 있다. 0 표시된 부분은 차량이 사구간(dead-line) 진입한 시점이며, 이것을 봤을 때 차량에서 발생된 고조파가 변전소에 영향을 주는 정도의 고조파라고 판단되나, 다른 구간에서는 뚜렷한 경향을 나타내지 않으므로 좀 더 많은 사례를 분석하여 연구해야 할 필요가 있다.

2.2 열차 위치에 따른 고조파 분석

그림 1은 고속철도 전철급전계통도에서 신청주변전소가 공급하는 구간을 나타낸 것이다. SS와 SP의 KP가 나타나 있으며, 한국형고속열차는 야간시운전시험을 할 때 그림에서 표시된 구간을 반복하여 운행한다. 이에 SS나 SP를 지날 때 차량에서 측정된 고조파 값이 어떠한 경향을 나타내는지 그 경향을 알아보았다.

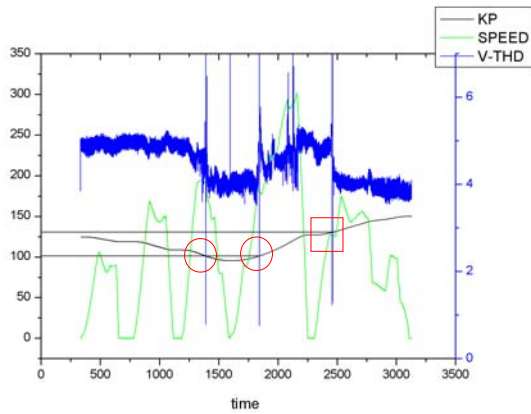


그림 6 열차 위치와 고조파(1회차)

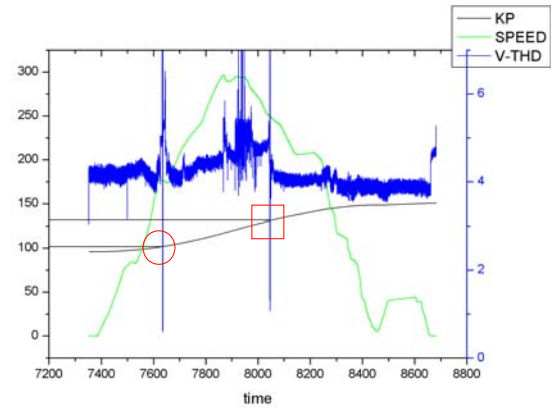


그림 7 열차 위치와 고조파(3회차)

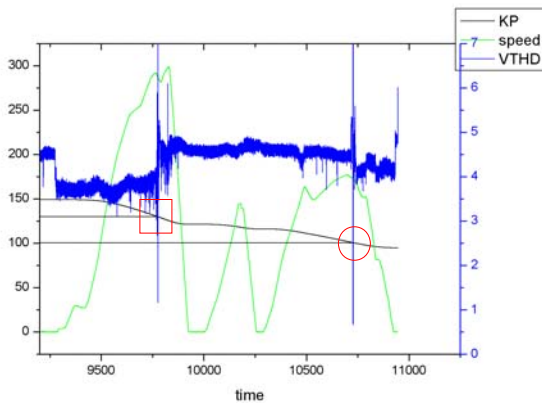


그림 8 열차 위치와 고조파(4회차)

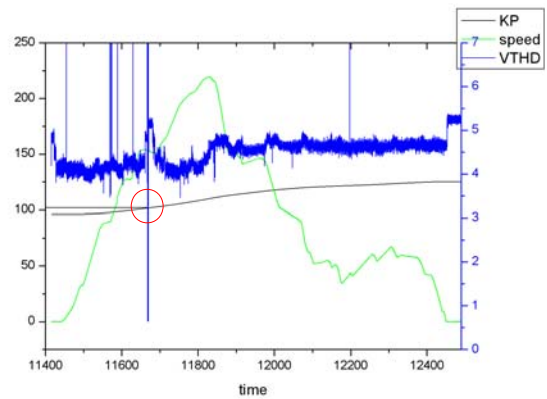


그림 9 열차 위치와 고조파(5회차)

□ 신청주변전소 위치(KP 130)

○ 용정 SP 위치(KP 130)

그림에서 SP나 SS에서 V-THD 값이 크게 나온 이유는 SP와 SS에서는 사구간이 되어 전차선과 차량이 분리되어 나타나는 현상이다.

위 그림 6~9를 보면 고조파의 변화가 크게 나타나지는 않는다는 것을 알 수 있다. 먼저 용정SP의 위치에서 고조파 변화를 살펴보면 그림 6과 8은 상행시 5%에 가까운 값을 보이다가 용정SP를 지나면서 약 4%의 값을 나타낸다. 그림 7과 9에서는 거의 고조파 값이 지나기 전과 지난 후 거의 차이가 없음을 볼 수 있다. 이것은 두 경우에서 조건이 달랐기 때문이다. 그림 6과 8에서는 SP를 지나면서 속도가 감속하였고, 그림 7과 9에서는 증속을 하는 것을 볼 수 있다.

두 번째로 전철변전소에서 고조파 변화를 살펴보면 그림 6, 7, 8에서 두 가지 조건임을 알 수 있다. 세 경우 중 그림 6과 8은 증속했다가 곧 감속하고 그림 7은 감속하는 조건인데, 세 경우에서 보듯이 부산 방향 선로에서는 서울 방향의 선로보다 높은 값의 고조파 값이 나옴을 알 수 있다. 또한 상행할 경우(그림 6과 7)와 하행할 경우(그림 8) 서로 다른 경향을 보인다. 그림 6에서는 사구간을 벗어난 후 증속하였으며, 그림 7에서는 감속하였으나 두 경우가 비슷한 경향을 보임을 알 수 있다.

3. 결론

이 연구는 한국형고속열차의 시운전시험을 토대로 외부에서 발생하는 고조파에 대한 영향을 최대한 줄이기 위해 단독운행을 한 야간시운전 데이터에 대해서 변전소와 차량의 고조파 경향에 대한 연구이다. 첫 번째로 변전소에서 측정된 고조파 값과 차량에서 측정된 고조파 값은 사구간과 같은 특정한 경우에는 차량에서 발생하는 고조파가 변전소에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었지만, 차량이 정상적으로 운행하고 있을 때 어떠한 영향을 미치는지에 대해서는 경향을 찾아볼 수 없었다. 이는 앞으로 더 연구해야 할 부분이며, 더 많은 시운전데이터에 대해 비교를 해볼 필요가 있음을 알 수 있다. 두 번째로 열차의 위치에 따른 고조파 변화에 대한 연구는 특정한 구간 즉, SP나 SS가 있는 사구간(dead line)을 기준으로 변화가 있음을 알 수 있었으나, 변전소를 기준으로 차량의 위치에 따른 고조파 변화에 대해서는 그 경향을 찾을 수 없었다.

후 기

본 연구는 차세대고속철도기술개발사업의 분산형 고속철도 시스템엔지니어링 기술개발” 과제의 일환으로 수행되었으며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 임용찬 외 (2008년), 한국형고속열차의 주행상태와 고조파 상관관계 분석”, 대한전기학회 춘계학술대회 논문집