

국내 고속전철의 집전 시 온도상승에 따른 전차선 단선 영향 연구

A study on the Current Collection of the Domestic High-speed train Disconnect catenary According to the Impact Rising Temperature

김규태*, 김경준*†

Kyu-Tae Kim*, Kyoung-Joon Kim*†

A study is reviewed a comparison laboratory test result with measuring data of temperature on operating high speed train.

The result of temperature measuring is most important factor for material and thickness design. Also that is major specification which is a measuring data for development and design pantograph.

In this paper, the pantograph design, that should be considered major specification, the temperature is mention it that is disconnect catenary, and EN (European Standard) standard suggest to operating temperature of the train is no impact on a disconnect via compare the actual temperature with measured temperature.

Keywords : Pantograph, Overhead catenary system, Arc, Heating test

본 논문은 국내에 적용중인 고속차량용 팬터그래프의 온도상승 평가시험의 결과와 고속차량의 운행 시의 온도측정의 결과를 비교 및 고찰하였다.

팬터그래프 각 부의 온도측정에 대한 결과는 팬터그래프 설계 시 재질, 두께 등을 선정할 때 주요한 결과값이 될 수 있다. 또한, 실제 차량에서 발생하는 온도분포 또는 온도범위에 대한 결과값은 팬터그래프의 개발 또는 설계 시, 사용되는 주요 사양이라고 할 수 있다. 본 논문에서는 팬터그래프 설계 시, 고려되어야 할 주요 사양인 온도가 전차선의 단선에 영향을 줄 수 있음을 언급하고, EN(European Standards) 규격에서 제시하는 전차선의 동작온도와 실제 측정온도를 비교하여 단선에 영향이 없음을 조사하였다.

주요어 : 팬터그래프, 집전성능, 전차선, 발열시험

1. 서론

집전장치와 전차선간의 인터페이스는 팬터그래프의 집전성능을 좌우하는데 크게 영향을 미친다. 집전성능을 고려하였을때, 전차선과의 인터페이스는 반드시 수행되어야 하는 대상이다. 특히, 직접적인 접촉으로 맞닿아 있는 집전판과 전차선 간의 인터페이스는 매우 중요하다. 본 논문은 인터페이스 항목 중 온도에 대해 검토하였으며, 오랜시간 정차되어 있는 경우와 장시간 운행을 하는 경우를 고려하여 집전 시 온도상승이 집전판 또는 전차선 단선에 영향을 주는지 시험과 실제 운행 시의 온도 측정 결과를 비교하여 평가하고자 한다.

† 교신저자: 현대로템 철차연구1팀 (james.kim@hyundai-rotem.co.kr)

* 현대로템 철차연구1팀 (ktkim@hyundai-rotem.co.kr)

2. 본 론

2.1 발열시험 (모의시험)

2.1.1 온도 측정 부

온도 측정부의 선정은 집전 시 전류가 흐르는 양이 많은 부위를 고려하여 아래와 같이 선정하였다.

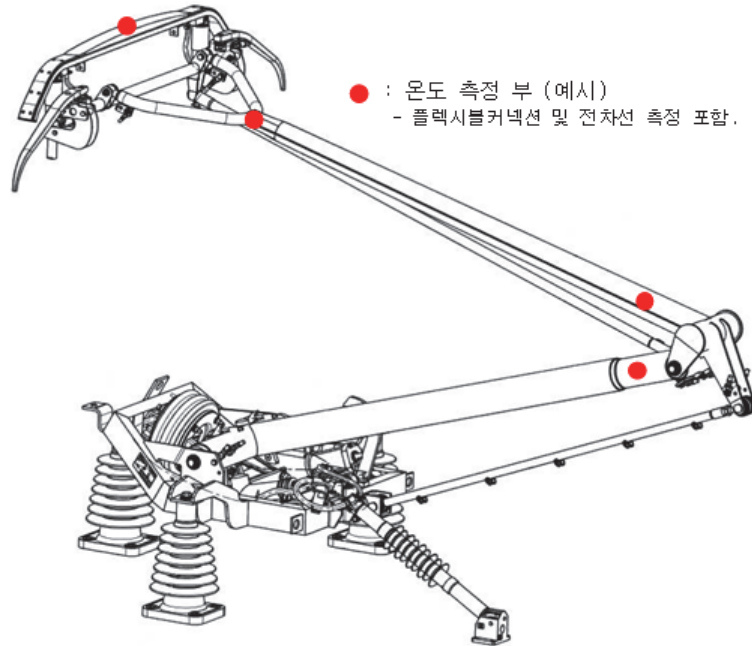


Fig. 1 Temperature measuring position on pantograph

2.1.2 차량 정차 시 정격전류 및 최대전류 (EN 50206-1, 6.13.1)

팬터그래프는 정차 상태에서 30분 동안 정격 전류(100A)를 공급할 수 있고, 그 직후 30초 동안 최대 전류(120A)를 공급할 수 있는 전기 회로와 연결되어야 한다.

공칭 전차선 횡단면의 90%인 도체를 가지고 시험이 실시되어야 한다. 습동판(집전판의 습동부)는 “신품” 조건을 가져야 하지만 초기 마모를 가정하여 준비하여야 한다. 습동판과 도체 사이의 하중은 공칭 정적 하중으로 한다.

2.1.3 차량 주행 시 정격전류 및 최대전류 (EN 50206-1, 6.13.2)

팬터그래프 구조가 차량 운행 시 손상 없이 정격 전류를 전달 할 수 있는가를 확인하는 것이 이 시험의 목적이다.

습동판이 없는 팬터그래프는 운행 중인 차량에 1시간 동안 정격 전류의 50%(500A)를 공급할 수 있고, 그 직후 5분 동안 차량 운행 최대 전류(1,000A)를 공급할 수 있는 전기 회로와 연결되어야 한다.

이 시험을 위해 습동판과 집전헤드/프레임을 연결시켜 주는 분로(플렉시블 커넥션) 전체에 전원을 연결해야 한다.

시험하는 동안 시간에 따른 온도와 전류가 중요 부분에서 기록되어야 한다.

2.2 온도측정(차량)

2.2.1 온도 측정 부

실제 차량에서의 온도측정부도 모의시험의 결과를 위해 Fig 1를 참고하여 온도를 측정하였다.

2.1.2 인천공항선

인천공항선로에서의 온도측정시험은 아래와 같이 온도테이프를 이용하여 측정하였다.



Fig. 2 Thermo tape application on pantograph

2.1.3 호남고속선

호남고속선에서의 온도측정시험은 압상력측정 시험과 동시에 진행되었으며, 아래와 같이 온도센서를 이용하여 실시간으로 계측하였다.

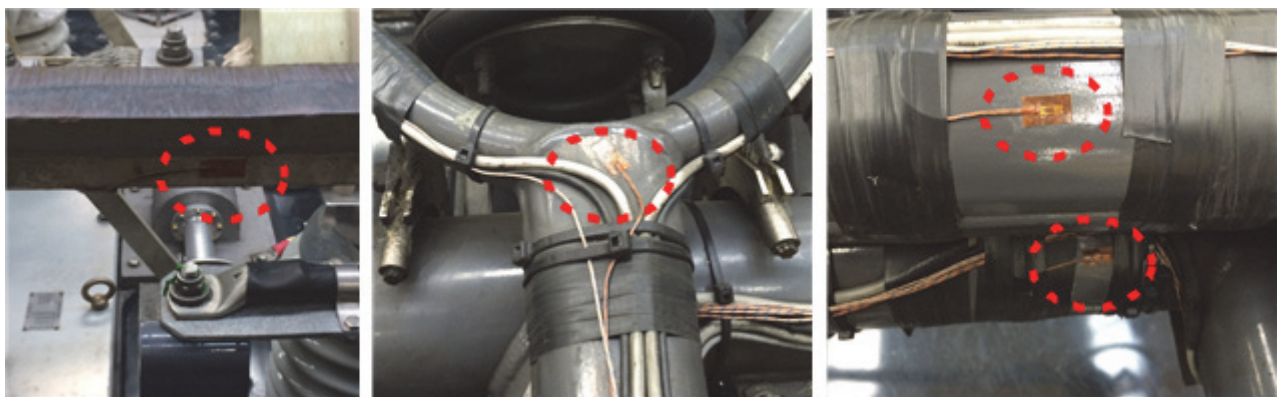


Fig. 3 Thermo stat application on pantograph

2.3 온도측정 결과

2.3.1 모의 발열시험 결과

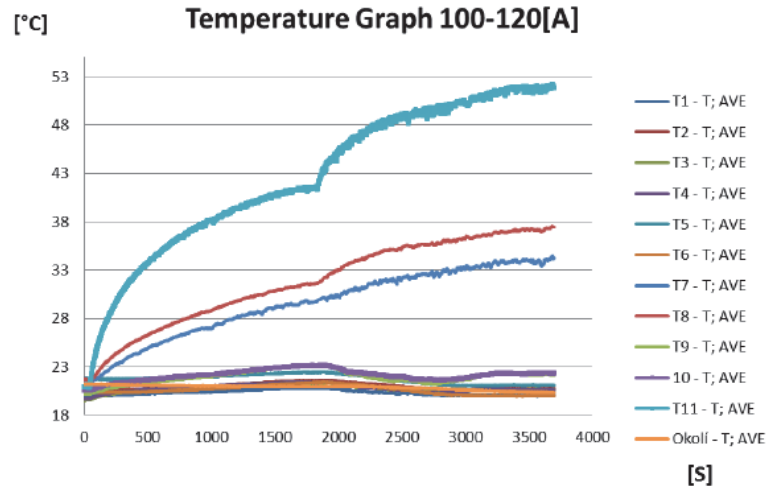


Fig. 4 Time Dependence on Temperature in Straight Contact with Contact Wire at Standstill Condition

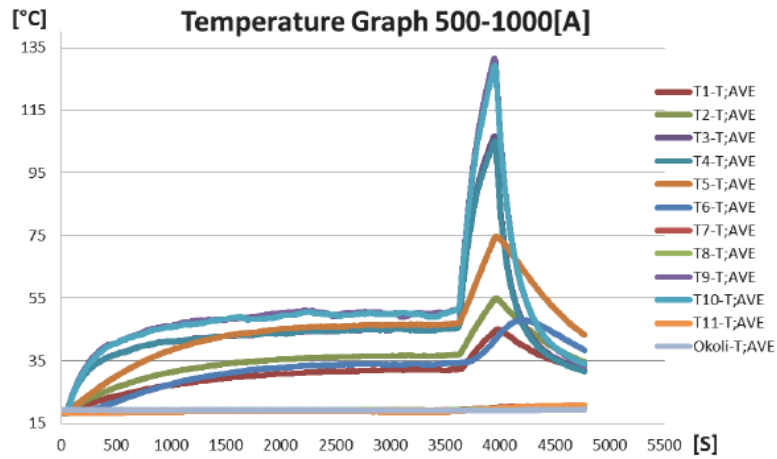


Fig. 5 Time Dependence on Temperature in Straight Contact with Contact Wire at Running Condition

Table 1 The Highest Value of Temperature

| Status | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Standstill | 100 A (30 min.) | 20.78 | 21.55 | 21.26 | 21.38 | 22.39 | 21.37 | 29.59 | 31.53 | 23.03 | 23.07 | 41.47 |
| | 120 A (5 min.) | 20.57 | 21.41 | 21.01 | 21.02 | 22.17 | 21.21 | 31.02 | 33.76 | 22.19 | 22.44 | 46.38 |
| Running | 500 A (60 min.) | 32.21 | 36.92 | 46.35 | 45.28 | 46.95 | 34.20 | 19.41 | 19.31 | 51.28 | 51.27 | 18.84 |
| | 1,000 A (5 min.) | 42.66 | 52.15 | 102.5 | 100.4 | 69.79 | 39.47 | 19.98 | 19.82 | 124.9 | 122.1 | 19.58 |

모의 온도시험 측정결과는 위의 Table 1과 같이 측정되었으며, 정차 조건의 최고 온도는 50℃ 이하이며, 운행 조건에서의 최고온도는 약 125℃로 측정되었다.

2.3.2 차량 온도측정 결과

(1) 인천공항선

인천공항선의 온도 측정 결과는 아래 그림과 같이 집전판 주변에서 약 62℃가 최대온도로 측정되었으며, 나머지 부분의 온도는 50℃이하로 측정되었다.

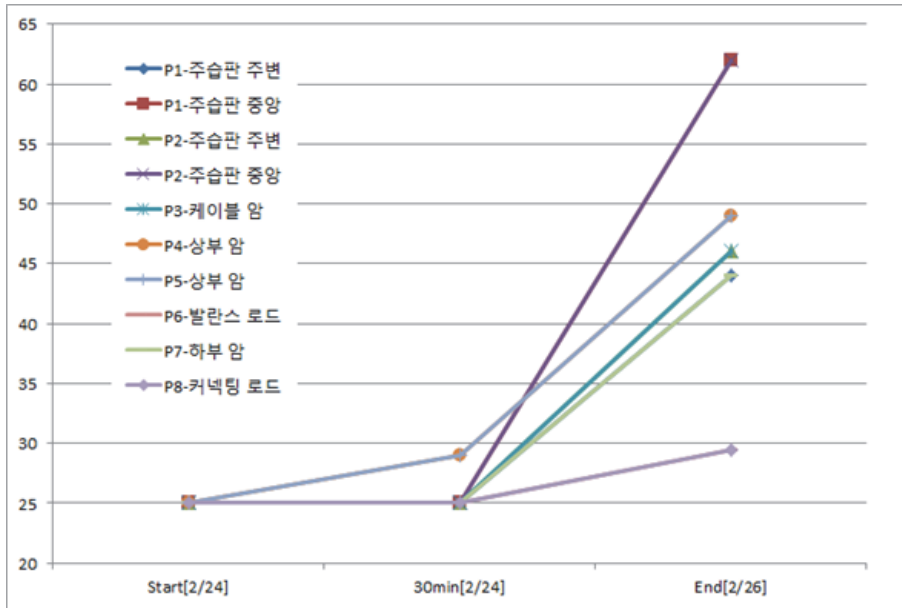


Fig. 6 Temperature measuring graph on pantograph at In-cheon airport line

(2) 호남고속선

호남고속선의 온도 측정 결과는 아래 그림과 같이 집전판 주변에서 약 40℃가 최대온도로 측정되었으며, 나머지 부분의 온도는 10℃이하로 측정되었다.

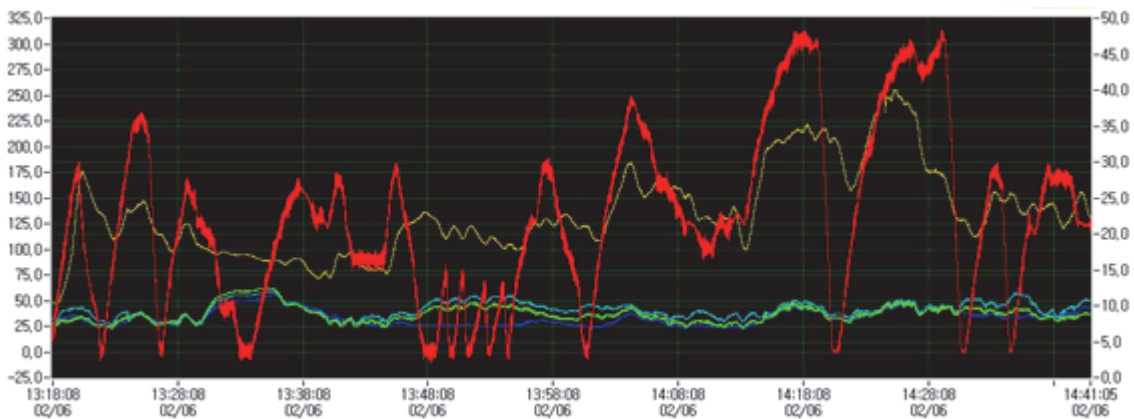


Fig. 7 Temperature measuring graph on pantograph at Ho-nam high speed line

3. 결 론

팬터그래프는 전차선으로부터 전류집전 시, 접촉을 통해 높은 전압, 전류 등을 차량으로 전달하는 역할을 한다. 이렇게 전류가 전차선과 집전판이라는 매개체를 통해서 전달될 때 전류밀도로 인해 온도가 상승되는 현상이 발생한다.

이러한 온도상승이 전차선의 재질, 집전판 및 팬터그래프 구조물의 재질의 녹는 점 또는 구조물이 변형이 생기는 온도보다는 낮아야 한다.

국내 전차선은 Cu-Sn 재질의 전차선을 사용하고 있으며, 이 전차선의 허용 최대온도는 가장 악조건인 ⁽¹⁾70℃ 이하로 고려했을 때, 전차선의 한 지점에서의 온도가 70℃가 넘지 않으면 된다.

이에 차량의 정차 조건을 고려하여 진행된 모의시험의 결과를 보면 한 지점에서의 최대온도는 50℃이하이며, 실제 차량이 30분간 정차되어 있어도 전차선이 단선되는 경우는 발생하지 않을 것으로 사료된다.

또한, 차량이 운행되는 조건에서는 모의시험에서는 최고온도가 125℃로 측정되었으나, 실제 기존선(저속선)과 고속선에서 측정된 결과는 각각 62℃, 40℃로 측정됨에 따라, 오히려 운행 시 온도가 더 낮은 것을 알 수 있다.

이는 실제 접촉을 통해 전류 집전이 되는 전차선과 집전판 및 팬터그래프 구조물 등은 온도로 인해 단선 및 변형(파손)이 발생되지 않으므로, 국내 고속차량에 사용되는 팬터그래프는 안정적인 전력공급을 할 수 있는 구조 및 재질이다.

참고문헌

- [1] K.J. Kim, J. Choi, J.Y. Lee (2012) A Study on Interaction of Pantograph and Catenary System for Honam High Speed Train, *STECH'12, KRRI*
- [2] Zhang, W.H., Zhou, N., Li, R.P., Mei, G.M. and Song, D.L. (2011), "Pantograph and Catenary System with Double Pantograph for High-Speed Trains at 350km/h or Higher", *Journal of Modern Transportation.*, Vol. 19(1), 7-11
- [3] Chang, S.H., Lee, K.W. and Ryoo, H.B. (2011), "Technique of maximum span length calculation for 350km/h high speed catenary system", *Proceedings of '2011 Conference of Korean Society for Railway, Korea*
- [4] Friedrich Kiessling, Rainer Puschmann, Axel Schmieder and Egid Schneider (2009), *Contact Line for Electric Railway, Publicis Publishing*
- [5] EN 50206-1 (2010), "Railway Application - Rolling Stock - Pantographs : Characteristics and tests"
- [6] K.W. Lee, "연구 2015-001, 호남고속차량(220량) 시험차량 접촉력 및 이선아크 시험 보고서", Korea

(한국철도학회 정기학술대회 Full Paper -Template 작성일: 2015.04.17)

⁽¹⁾ EN 50199, Table 2 – Factor K_{temp} for grooved contact wire 참고.