

고속철도차량 판토틀래프주습판 성능시험결과 고찰에 관한 연구 A Study on The Test Results of Pantograph Current Collector for High Speed Train

#김원경¹, 원시태²

#W.K. Kim(wkkim@krri.re.kr)¹, S.T.Won²

¹한국철도기술연구원 시험인증안전센터, ²서울과기대 기계시스템디자인공학과

Key words : Pantograph Current Collector, High Speed Train

1. 서론

본 논문은 국내에서 운영되고 있는 고속철도차량의 판토틀래프 주습판 성능시험결과에 관한 사항이다. 고속으로 운행되는 철도차량의 전력공급을 위해 차량의 지붕에 설치된 판토틀래프의 성능은 매우 중요하다. 고속운행에 의한 공력특성, 차량의 진동 및 운습도 등 주행 중 외부의 열악한 환경에서도 차량에 원활한 전력공급이 이루어질 수 있도록 이선물이나 스파크발생 등 문제점을 최소화하기 위해 판토틀래프의 주습판의 성능검증은 필수적이다. 본 연구에서는 국내에 공급되는 주습판의 각종시험을 국제규격(EN50405)에 따라 검증하고 결과를 소개하기 위함이다.

2. 주습판의 구조 및 시험

주습판은 전차선과 직접 접촉하여 전기를 공급받는 Carbon Current Collector와 판토틀래프부 연결하기 위한 알루미늄 합금으로 제작된 Carrier 부로 이루어져 있으며 시험항목별 시험방법 및 결과는 다음과 같다.

1) Carbon 재료의 물리적 특성은 표1과 같다.

Table 1 Physical data of the carbon material

구 분	기준	결과
저항($\mu\Omega$)	<5	3.48
강도(N/mm ²)	>85	86.3
비중(g/cm ³)	3.0	3.303
경도(Rockwell 5/150)	>100	113.5

Carrier의 재질은 EN-AW AIMgSi-6060 T66 이며 인장강도는 200 N/mm² 이상 이다.

2) 정격전류에서의 주습판 온도특성시험은 1000A의 연속적인 전류부하에서 30분간 일정한 온도를 유지한 후, 상온에서 도면에 의거 치수 및 외관이

동일한지 확인한 결과 이상이 없음을 확인하였다.
3) 극한온도에서의 편향 및 확장 시험

① 고온시험

1000A의 연속적인 전류부하에서 30분간 일정한 온도를 유지한 후, 캐리어의 길이 변화 및 주습판의 높이 변화를 측정한 결과 처짐은 5.8 mm, 길이변화는 2.7mm로 양호함.

② 저온시험

온도를 -40℃까지 설정하여 캐리어의 길이 변화 및 주습판의 높이 변화를 측정한다.

Table 2 Test records

구 분	Length (mm)	Deflection (mm)
22 ℃	759.94	2.43
-42.4 ℃	758.40	4.59
Change	-1.54	2.16

·시험결과 : 표2와 같이 주습판은 지속적으로 원래 목적에 부합하고, 상온에서 승인도면에 의거 치수 및 외관이 동일한 것을 확인함.

4) 굴곡 특성 시험

굴곡 특성은 주습판의 길이방향의 중심선을 따라 수직방향의 중심선에 힘을 받을때 3곳의 밴딩 지지점에 의해 결정된다. 그림1은 굴곡시험 결과이며 시험장비는 TIRA Test (30 KN),속도는 10 mm/min 지지점은 800mm로 하였으며, 시험결과는 처짐 37.34 mm, 하중6698.77 N에서 파괴되었다.

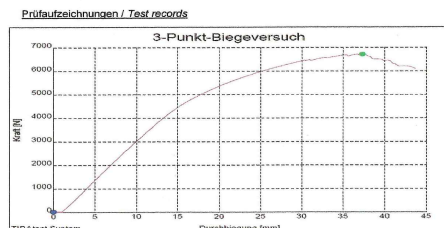


Fig.1 Test result for flexural characteristic

5) 전단강도 시험

① 상온 시험

주습판을 30mm 길이로 시편3개를 준비한다. 캐리어와 카본의 접촉면(A)에 아래 그림과 같이 힘(Fs)을 가해 전단강도(Ts)를 계산한다.

계산식 : $T_s = F_s/A$ (N/mm²)

·시험 기준 : 상온에서 최소 5 N/mm²이어야 한다.

② 특정온도 시험

온도를 -40℃, 100℃, 200℃ 그리고 250℃ 상태에 서 ①항과 같은 시험을 실시한다.

·시험 기준 : 상온에서 최소 5 N/mm²이어야 한다. 각각의 온도시험결과 5 N/mm²이상으로 양호함.

③ 열 피로 시험

주습판을 3)-①항의 최대 온도까지 도달시켜 (100 cycles) 전단강도 및 접촉저항을 측정한다.

·시험 기준 : 전단강도는 상온에서 최소 5 N/mm²이 고, 접촉저항은 0.3 mΩ 이하여야 한다.

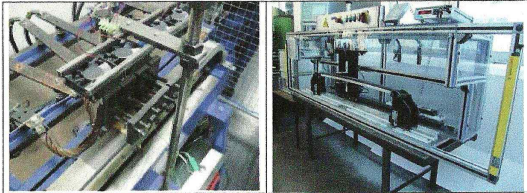


Fig.2 Thermal fatigue test

6) 자동하강 검지 시험

① 기밀상태

주습판의 자동하강 검지용 공기 입구에 외부공기 10 bar를 입력시켜 공기누설을 확인한다.

·시험 기준 : 공기누설율은 150.1[ml/min]을 초과 하지 않아야 한다.

② 온도시험

2)항의 시험온도에 따라 주습판의 자동하강 검지 용 공기 입구에 외부공기 10Bar를 입력시켜 공기누 설을 확인한다.

·시험 결과 : 공기누설율은 40.1[ml/min]로 기준 을 초과하지 않음을 확인하였다.

③ 공기유동 연속성시험

주습판의 자동하강 검지용 공기 입구에 외부공기 1.4 bar를 입력시켜 공기유동율을 확인한다.

·시험 기준 : 공기유동율은 45[l/min] 이상이어야 한다. 시험결과 공기유동은 67.9[l/min] 양호함.

④ 충격 시험

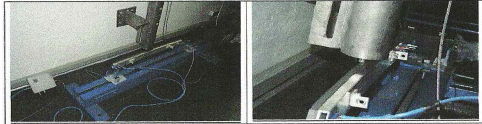
충격용 추의 무게(M)을 6.8kg(또는 13.6kg)로 하여 최대 공급 에너지를 190J(또는 380J)이 되게 높이(h)를 조절하여 충격을 가한다. 그림3은 충격 시험 전경과 시험결과를 보여주고 있다.

에너지(J) = 무게 M(kg) × 중력(g) × 높이 h(m)

·시험 결과 : 승인기준에서 파괴됨을 확인하였다.

Prüfaufbau / Test set-up

- Maximaler Energieeintrag / Maximum energy supply: 190 J / 380 J / 570 J
- Gewichte der Schlagstempel / Weight of the impact piston: 6,80 kg / 13,60 kg / 20,4 kg
- Minimaler Energieeintrag / Minimum energy supply: 20 J
- Energieabstufungen / Energy gradation: 10 J / 20 J
- Höhenabstufungen / Grid dimension: 0,15 m
- Stoßfläche (Standardstempel) / Impact surface (standard piston) Ø 20 mm



Prüfzeichnungsungen / Test recordings

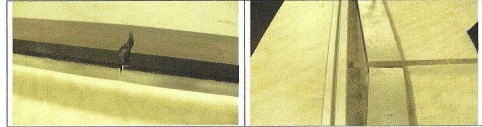


Fig.3 Impact test and test results

7) 기계적 피로저항 시험

무작위 주파수(0.5~20 Hz)를 주습판의 중간 지점에 그림4와 같이 수직방향으로10⁷사이클을 가한다. 하중은 150N보다 커야하고 변위량은 4mm보다 커야 한다.

·시험 기준 : 주습판에 어떠한 구조적 열화현상이 없어야 하며, 접촉저항은 0.3mΩ 이하여야한다.

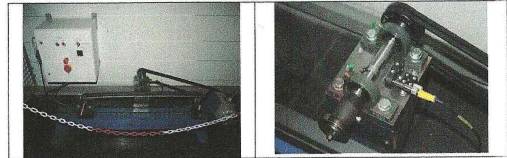


Fig.4 Mechanical test

8) 전기적 저항 시험

주습판의 길이방향으로 그림5와 같이 최대10cm의 지점에 반복적인 힘을 가한다. 각각의 지점에서 최소 1A의 일정한 DC 전류를 가해 mV단위의 전압하를 기록한다. 시험결과 기계적, 전기적 결함이 없음을 확인하였다.

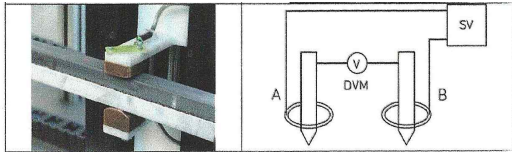


Fig.5 Contact resistance test

4. 결론

국내 고속철도차량의 판토그래프 주습판 성능시험을 통하여 국제 규격에 의한 시험방법을 정립하였으며, 각 시험항목별 기준에 의한 판정결과 성능이 만족하는 것을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. EN 50405 Current Collection Systems