

고무차륜 AGT 경량전철 차량용 제 3 궤조 집전장치의 성능시험

박성혁*, 김연수, 김길동(한국철도기술연구원)

Performance Test of 3rd rail type power collector for rubber-tired AGT light rail vehicle

S. H. Park(KRRI), Y. S. Kim(KRRI), K. D. Kim(KRRI)

ABSTRACT

This study was aimed to verify the acceptable contact force between power collector and 3rd rail type conductor rail for the Korean standardized rubber-tired AGT light rail vehicle. The power collector was designed and manufactured to satisfy the Korean standardized Specifications of the rubber-tired AGT light rail vehicle. Based on the dynamic behavior, contact force variation and interruption in the worst installation tolerance of the conductor rail, its initial contact force was set up. At the test track for the Korean standardized rubber-tired AGT light rail vehicle, interruptions, stresses, vibrations, and contact force variations were measured. As the results, initial contact force was verified to ensure power collection stability.

Key Words : Rubber-Tired AGT(고무차륜 AGT), Light Rail Vehicle(경량전철 차량), 3rd type Conductor Rail(제 3 궤조 급전선), Power Collector(집전장치), Interruption(이선)

1. 서 론

경량전철 시스템은 버스와 지하철의 중간규모 수송능력(시간·방향당 5,000~30,000 명)을 가지며, 무인운전으로 운행되는 첨단 도시철도 시스템이다. 기존의 전동차(지하철)에 비해 건설비 및 운영비가 저렴하고, 버스나 승용차와 같은 도로교통수단에 비해 정시성, 신속성, 환경친화성이 우수한 장점을 가지고 있다. 따라서 선진국에서는 1970 년대부터 경량전철 개발을 시작하여, 현재는 매우 다양한 시스템이 운영 중에 있으며, 국내에서는 하남, 김해, 의정부, 용인, 부산 등에서 건설을 추진 중에 있다.

경량전철시스템은 주로 도심지에서 고가궤도로 건설 운영되기 때문에 차량의 위쪽에 급전선을 설치하는 가공선 방식보다는 차량의 측면 아래쪽에 강체 급전선을 설치하는 제 3 궤조 방식을 주로 적용하고 있다. 고무차륜 AGT 시스템은 기존 철도차량과는 달리 가감속 성능, 동판성능, 주행 중 소음 저감을 위해 고무타이어를 주행륜으로 사용한다. 따라서 기존의 철도차량은 원추형 철제차륜이 철제 레일을 따라 차량을 조향/안내하지만, 고무차륜 AGT 차량은 고무타이어가 도로와 유사한 주행궤도면을 주행하고, 대차의 안내프레임에 설치된 안내

륜이 주행궤도 측벽(제 3 궤조 급전선 아래쪽)에 설치되는 안내레일을 따라 주행하면서 차량을 안내/조향한다. 제 3 궤조 집전장치는 안내프레임에 설치되어 차량 주행 중 급전선과 미끄럼운동을 하면서 차량에 안정적인 전가에너지를 공급해야 한다.(1-3)

차량의 주행 중 주행륜과 주행면, 안내륜과 안내레일 사이에는 갖가지 진동이 발생하여 집전장치와 급전선은 초기의 정적인 접촉조건을 유지할 수 없게 된다. 집전장치와 급전선이 순간적으로 접촉을 상실하는 이선현상이 증가하면, 집전슈의 마모를 촉진시켜 유지보수 비용이 증대되고 차량의 고장 및 이상발생의 원인으로 작용할 수 있다. 이선현상을 감소시키기 위해 집전장치와 급전선 사이의 접촉력을 과대하게 증대하면, 이선현상을 감소시킬 수는 있지만 집전슈의 마찰마모가 증대하게 된다. 따라서 집전장치 기술은 이선을 최소화할 수 있도록 일정한 접촉력을 유지할 수 있는 메커니즘의 개발과 이선현상과 마찰에 의한 마모를 최소화할 수 있는 최적의 접촉력 설정이 그 핵심이다.(4-9)

본 논문에서는 한국 표준형 고무차륜 AGT 차량시스템(2 량 1 편성)에 알맞게 개발된 제 3 궤조 집전장치에 대해 시험선에서 성능시험을 수행하였다. 일반적인 영업운전과 동일한 통상운행 조건으

로 집전장치의 접촉력(급전선과 집전슈 사이의 작용력), 응력, 진동가속도를 운행속도와 가속도에 따라 측정하였다. 이러한 결과를 이용하여 저자가 선행 연구에서 제안한 초기 접촉력(90N)이 차량에 안정적인 전기에너지를 공급할 수 있는 이선허성을 유지한다는 것을 증명하였다.

2. 제 3 궤조 집전장치

2.1 설계 및 제작

차량의 안정적인 전원공급을 위해서 제 3 궤조 집전장치는 동하중이 감소될 수 있는 경량구조이면서 집전슈의 이선허상과 집전슈의 마모가 최소가 되도록 설계되어야 한다. 또한 크기와 설치위치가 차량 표준사양에서 규정한 차량한계 내에 있어야 한다. 따라서 집전장치는 설계 요구사항과 대차의 안내프레임 구조를 고려하여 차량 표준사양에서 제시한 차량한계 내에서 설치될 수 있도록 Fig. 1 과 같이 설계하였다.

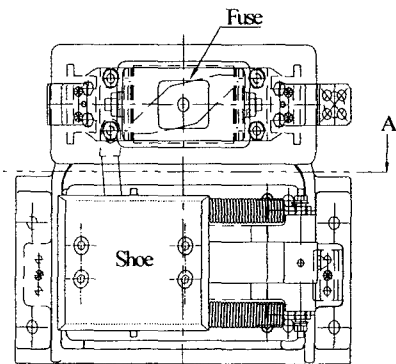


Fig. 1(a) Front view drawing of the power collector

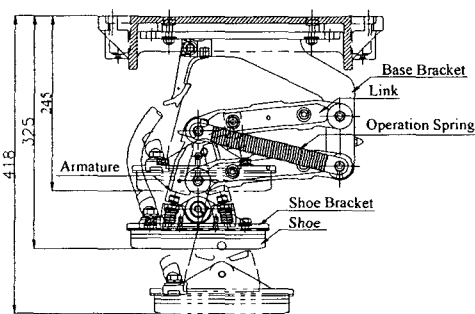


Fig. 1(b) Top view drawing of the power collector and operation range of shoe

2.3. 제작

Fig. 1 와 같이 제 3 궤조 집전장치를 제작하였다. 베이스, 링크, 아머처 등 주요 구조체는 알루미늄

으로 제작하였다. Fig. 2 는 완성된 집전장치를 보여주고, Fig. 3 은 고무차륜 AGT 차량시스템에 설치된 집전장치를 보여준다.

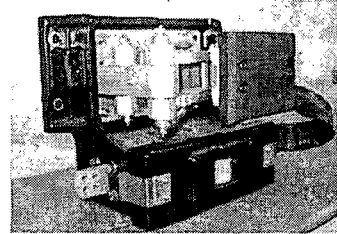


Fig. 2 Prototype of the power collector

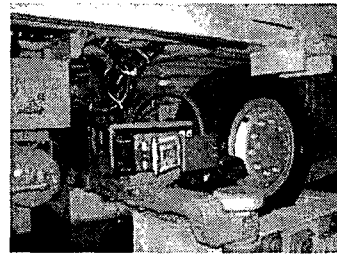


Fig. 3 Installation of the power collector

3. 집전성능시험

3.1 시험선 시운전

개발된 한국 표준형 고무차륜형식 경량전철 차량에 대해 집전장치의 성능을 포함한 목표성능의 만족도를 검증하기 위해, 약 2.4km 길이의 test track 을 건설하였다. Fig. 4 에서와 같이, 승차감 시험은 station A 와 station C 에서 수행되었다.

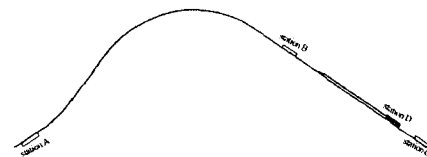


Fig. 4(a) test track for performance test

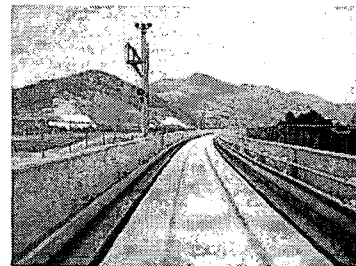
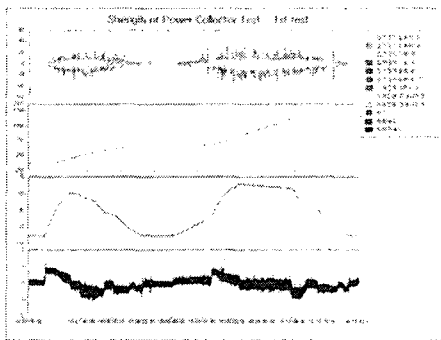


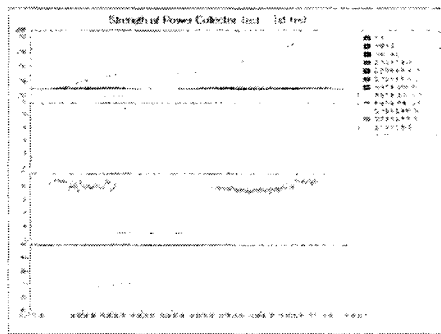
Fig. 4(b) photograph for performance test

3.2 결과 및 고찰

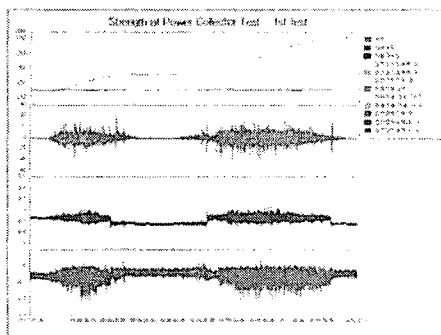
Fig.5 는 공차하중조건에서 시험선의 C 역을 출발하여 A 역까지 운행될 때 측정된 집전장치의 접촉력 변화, 응력 및 진동 측정결과를 보여준다. 공차하중 조건은 열차에 시험장비와 시험을 위한 연구원들 이외에 적재물이 없는 조건이다. 1 개당 20kgf 인 중량물들을 열차에 실어 Table 1 의 하중조건에 따라 만차하중 조건을 설정하였다.



(a) vehicle velocity and acceleration



(b) contact force variation and vibration

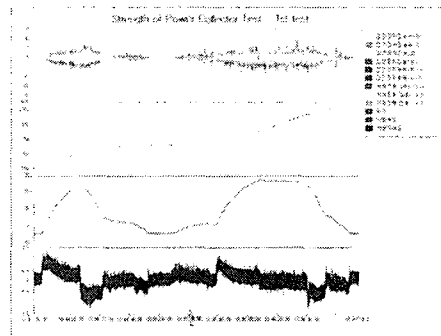


(c) vibration and stresses

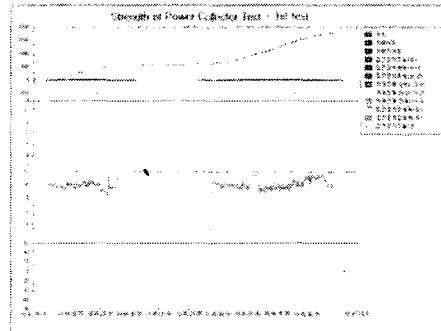
Fig. 5 Performance test result under tare weight condition

Fig.6 은 만차하중조건에서 시험선의 C 역을 출발하여 A 역까지 운행될 때 측정된 집전장치의 접촉력 변화, 응력 및 진동 측정결과를 보여준다.

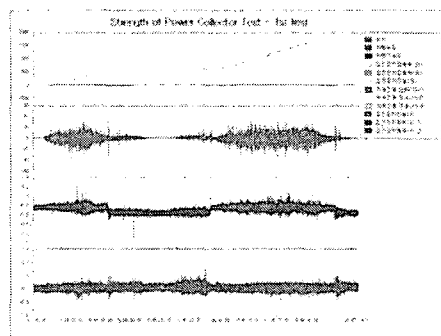
시험을 시행하기 전에, 차량의 동적거동에 영향을 미칠 수 있는 현가장치(스프링, 댐퍼, 공기스프링)과, 고무타이어에 대한 검사와 유지보수를 시험선 내의 검수고에서 항상 실시하였다.



(a) vehicle velocity and acceleration

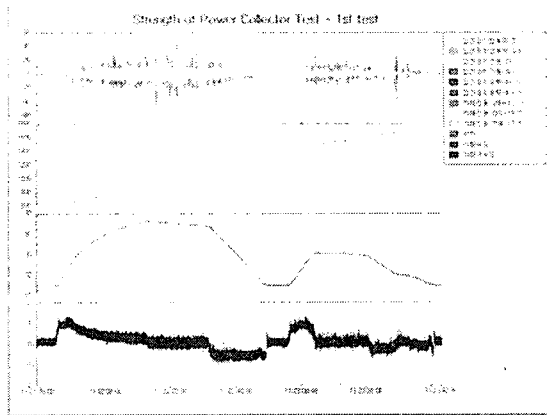


(b) contact force variation and vibration

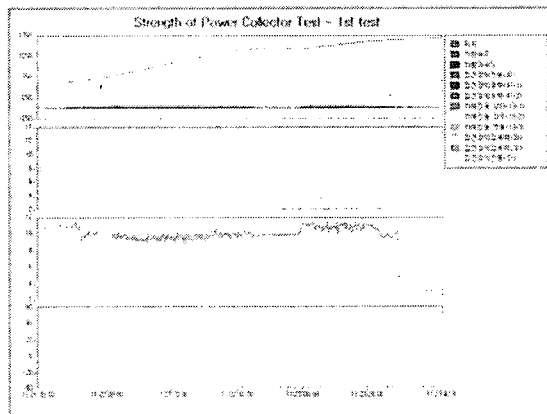


(c) vibration and stresses

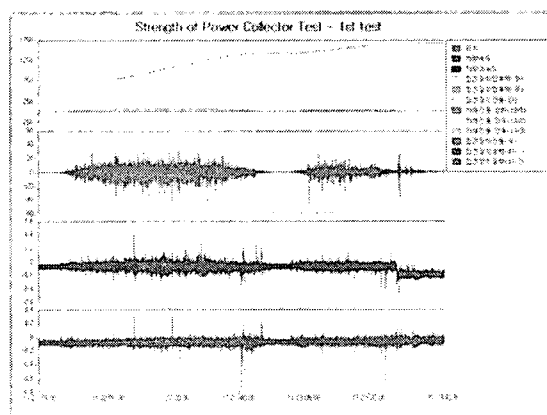
Fig. 6 Performance test result under maximum weight condition



(a) vehicle velocity and acceleration



(b) contact force variation and vibration



(c) vibration and stresses

Fig. 7 Performance test result under unbalanced weight condition

4. 결 론

한국 표준형 고무차륜 AGT 차량시스템에 알맞은 제 3 궤조 집전장치를 개발한 후, 집전슈와 급전선 사이의 초기 접촉력 90N 으로 하여 시험선에서 종합성능시험을 수행하였다. 개발된 집전장치에 대해 접촉력 변화, 진동, 응력 등을 분석한 결과 전체 속도영역에서 차량에 안정적인 전력공급을 수행하는 것으로 분석되었다. 따라서 개발된 집전장치는 한국 표준형 고무차륜 경량전철 차량에 적합한 것으로 분석되었다.

후 기

건설교통부의 지원으로 한국철도기술연구원이 총괄·주관하는 경량전철시스템 기술개발사업으로 수행되었음을 알려드립니다.

참고문헌

1. 한국철도기술연구원, "경량전철시스템 기술개발사업 3 차년도 결과보고서(분야:종합시스템 엔지니어링)," 2001.
2. 한국철도기술연구원, "경량전철시스템 기술개발사업 4 차년도 결과보고서(분야:종합시스템 엔지니어링)," 2002.
3. 한국철도기술연구원, "경량전철시스템 기술개발사업 5 차년도 결과보고서(분야:종합시스템 엔지니어링)," 2003.
4. 우진산전, "경량전철시스템 기술개발사업 3 차년도 결과보고서(분야 : 차량시스템)," 2001.
5. 우진산전, "경량전철시스템 기술개발사업 4 차년도 결과보고서(분야 : 차량시스템)," 2002.
6. 우진산전, "경량전철시스템 기술개발사업 5 차년도 결과보고서(분야 : 차량시스템)," 2003.
7. 건설교통부, "경량전철 차량시스템 표준사양," 건교부 고시 제 1998-58, pp.103-113, 1998.
8. RTRI, Characteristics of Conductor Rail and Pantograph(Japanese), pp.213-255, 1993.
9. S. Kasai, M. Suwa and J. Watanabe, "Development of New Pantograph for Rigid Contact Wires," Bulletin of the JSME, Vol.23, No.180, pp.977-982, 1980.