

고무차륜 AGT 경량전철 차량의 고장시 안전시험

김연수*(철도기술연구원), 임태건(철도기술연구원), 이정선(철도기술연구원)

Safety test of rubber-tired AGT light rail vehicle

Y.S.Kim(KRRI), T.K.Lim(KRRI), J.S.Lee(KRRI)

ABSTRACT

This study was aimed to prove the safety of rubber-tired AGT light rail vehicle, which was designed to have the redundant equipment for safety, so the experiment of this paper was operated in condition of malfunction which we made such as brake sequence test and momentary interruption test. The result can be handled by Labview 7.0 and showed as the graph.

Keywords : 고무차륜 AGT 경량전철, 순간정전, 체동전환, redundant equipment

1. 서론

고무차륜 AGT 경량전철은 무인운전으로 운행되는 도시철도차량이며, 시스템의 고장 및 오작동에 대한 안전성에 검증이 반드시 필요하다. 특히 제동장치와 전력시스템의 오동작은 승객의 안전에 직접적으로 관계되므로 가장 먼저 대비하여야 한다. 제동장치의 오동작시험으로는 제동전환 시험, 전력시스템의 오동작시험으로는 순간정전시험을 실시하였다. 제동장치의 경우, 이중화된 장치(redundant equipment)로 설계되었기 때문에 제동장치의 일부가 고장이나 오동작을 일으켜도 그 자체로는 위험하지 않고, 병렬 또는 직렬로 배열된 다른 장치가 그 기능을 완전히 또는 일부분을 담당하게 된다.

본 논문에서는 차량 주행중에 상용제동 또는 비상제동 실패 시(3.5초 동안 내에 제동압력 1.0kgf/cm² 이하의 경우) 보안제동이 자동으로 체결되는지의 여부를 확인하는 제동전환시험을 수행하였다. 또한 역행과 회생제동 등의 조건에서 전차선이 정전되었을 경우, 차량 및 구성품의 보호를 위한 보호동작의 안정성을 확인하기 위해서 순간정전시험을 수행하였다.

이를 위해 차량을 최대견인력으로 출발시키고 차량에 유입되는 전차선 전류가 최대일 때 전차선을 정전시키고, 전기제동을 동작시킨 상태에서 제동을 체결하여 전기제동에너지가 최대인 속도에서 전차선을 정전시켰다. 또 시험 중 측정항목을 기록하여 정전시 보호동작 및 재인가시 정전시간에 따른 규정된 동작의 수행여부 및 이상여부를 확인하였다.

2. 시험조건 및 방법

2.1 시험 조건

개발된 고무차륜 AGT 경량전철의 목표성능 만족도를 검증하기 위해, 약 2.4km 길이의 test track을 건설하였다. Fig. 1에서와 같이, 본 논문의 시험은 A역사와 B역사 사이의 직선구간(약 250m 길이)에서 수행되었다. Fig. 1과 2는 안전시험이 수행된 시험선을 보여준다.

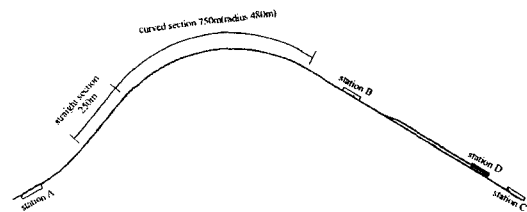


Fig. 1 Test section for experiment

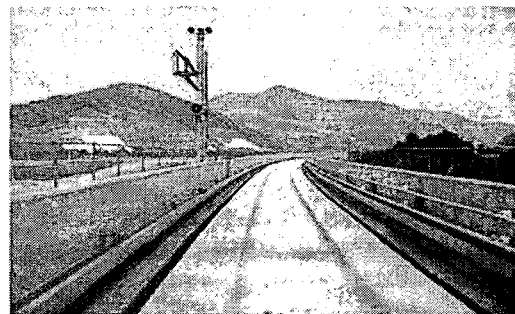


Fig. 2 Picture of test section

2.2 한국형 고무차륜 경량전철 차량

건설교통부의 지원하에 경량전철 시스템 기술개발사업의 일환으로 개발된 한국형 고무차륜 경량전철 차량은 1량 2편성으로 구성하였으며 Fig. 3에서 보는 바와 같다.

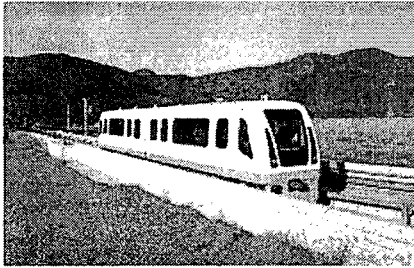


Fig. 3 Korea standardized rubber-tired light rail vehicle

2.3 계측 시스템

고무차륜 AGT 경량전철 차량의 고장시 안전시험은 경상북도 경산시 남천면에 건설된 시험선의 통합 계측시스템을 이용하여 수행하였다. 통합 계측 시스템은 Fig.3에서 보여주는 것과 같으며, 계측 시스템에 적용된 프로그램은 LabView 7.0을 기본으로 제작되었으며 모든 데이터를 저장 및 분석할 수 있다.

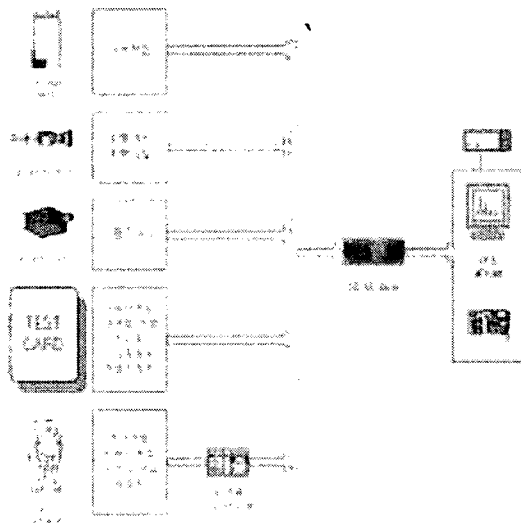


Fig. 4 Measurement system

2.3 시험 방법

고무차륜 AGT 경량전철 차량의 고장시 안전시험은 제동전환 시험과 순간정전 시험으로 나누어서 시험을 수행하였다. 차량의 하중조건은 약 조건을 고려하여 만차하중으로 시험하였다.

2.3.1 제동전환 시험

차량 BOU의 SR Cork를 차단하여 제동장치로 공급되는 제동공기압을 저하시킨 후 시험을 실시하였다. 그래서 차량속도 약 40km/h 부근에 상용 7단 제동을 체결하여도 상용 및 비상제동으로 정지하지 않고 보안제동으로 전환되는 시험을 하였다.

2.3.2 순간정전 시험

도시철도차량 성능시험기준에 따라서 순간정전 시험은 최대 견인력 발생시 정전을 구현해야 하므로 각각의 속도(10~50km/h)에서 가속시와 제동시 운행 중 2번의 순간정전을 실시하였다. 하중조건으로는 만차하중으로 시험하였다.

3. 결 과

3.1 제동전환 시험

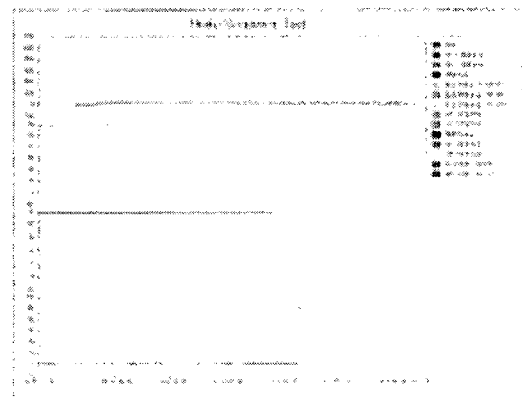


Fig. 5 Result of brake sequence test I

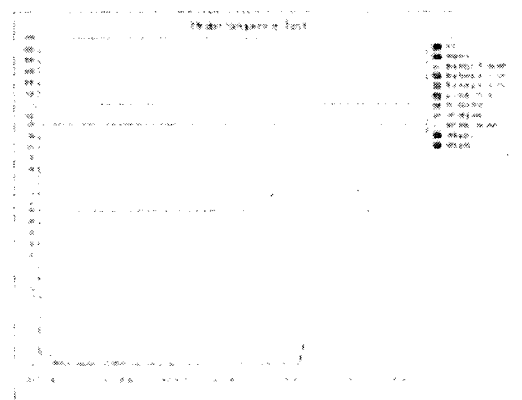


Fig. 6 Result of brake sequence test II

Fig.5에서 보는 것과 같이 상용제동 후에 비상제동, 보안제동으로 전환되는 것을 알 수 있다. 4가지 그래프는 2번째부터 순서대로 상용제동, 비상제동, 보안제동 신호를 나타내며, 상용제동 후 2.57초 후에 비상제동을 2.94초 후에 보안제동으로 전환되었다.

Fig.6의 결과는 2번째 그래프부터 상용 및 비상제동 신호를, 보안제동 신호, 그리고 제동실린더 압력을 나타내며 보안제동과 같이 실린더 압력이 동작하여 정지함을 알 수 있다.

3.2 순간정전시험

Fig. 7 ~ Fig. 11은 각 속도별(10~50km/h)로 순간정전시험의 속도, 가선전압 그리고 가선전류를 나타내고 있다.

가속시는 10km/h부터 50km/h까지 가속시 1.67초, 1.58초, 1.64초, 1.47초, 1.77초동안 정전시켰으며 제동시 1.33초, 1.15초, 1.06초, 1.71초, 1.15초동안 정전시켰다. 순간정전시험 후에도 차량의 모든 기능이 정상동작하였으며 가선에도 이상이 없음을 확인하였다.

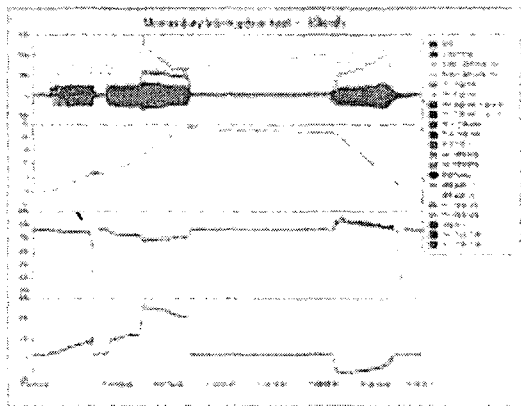


Fig. 7 Result of momentary interruption test for 10km/h

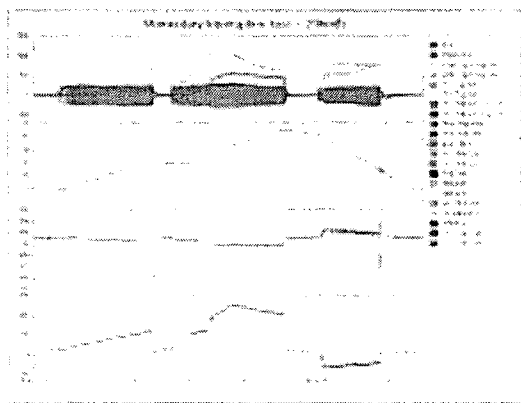


Fig. 8 Result of momentary interruption test for 20km/h

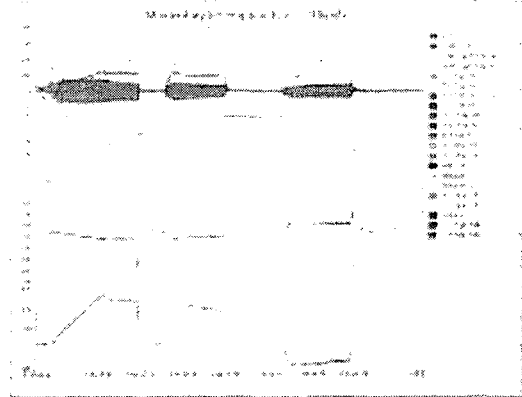


Fig. 9 Result of momentary interruption test for 30km/h

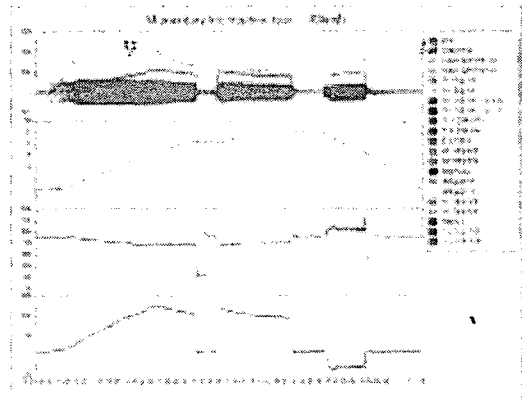


Fig. 10 Result of momentary interruption test for 40km/h

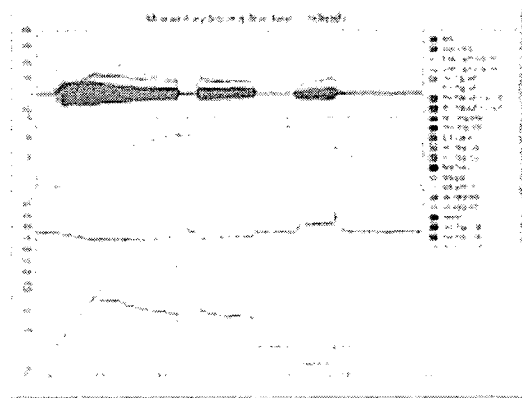


Fig. 11 Result of momentary interruption test for 50km/h

4. 결 론

개발된 고무차륜 AGT 경량전철 차량의 고장시 안전시험을 수행한 결과 별다른 이상 없이 목표 사양 및 도시철도차량 성능기준에 만족하는 결과를 확인할 수 있었다.

본 논문에서는 순간정전 시험과 제동전환 시험만을 수행했지만 고무차륜 AGT 경량전철 시스템의 안전성의 검증 차원에서 관련된 여러 시험들을 시행해야 할 것이다.

참고문헌

1. 한국철도기술연구원, “경량전철시스템 기술 개발사업 6차년도 연구결과 보고서(분야 : 종합 시스템 엔지니어링), 2004
2. 한국철도기술연구원 “고무차륜 AGT 경량전철 차량의 고장관리 계획”, 2003