

# 고무차륜트램의 경사각시험 Inclination Test of the Rubber Tired Tram

\*장세기, 문경호, 목재균

\*S. Chang([seky@krii.re.kr](mailto:seky@krii.re.kr)), K.H. Moon, J.K. Mok

한국철도기술연구원

Key words : rubber tire, tram, inclination test

## 1. 서론

바이모달트램은 도로 위를 달리는 고무바퀴 트램으로 개발된 차량으로 전용선로에서는 자동운전에 의해 정해진 궤도를 따라 운행하지만 공용도로에서는 수동운전에 의해 일반차량처럼 운행한다. 따라서 일반차량들의 안전기준을 만족시킬 수 있는 설계를 하였고 경사각 시험은 자동차안전 기준을 적용하여 실시하였다.

바이모달차량에 대해서 간단히 소개를 하면, 수송능력은 버스와 경전철의 중간 수준이다. CNG(압축천연가스)와 대용량 리튬폴리머 배터리의 조합에 의한 직렬형 하이브리드 차량이다. 2량 편성은 18미터이고 3량 편성은 24미터의 차량 길이를 갖는데 현재의 개발차량은 2량의 18미터이다. 전자기 마커를 활용한 자동 및 반자동운전이 가능하다. 또한 35cm의 바닥고와 non-step 차체 그리고 플랫폼에서 5cm까지의 정밀정차를 통하여 교통약자의 승하차 편리함을 극대화하였다.

이 외에도 13%의 등판능력과 12m의 최소회전반경을 구현함으로써 일반도로에서의 수동운전도 용이하도록 함으로서 운전방식(자동/반자동/수동운전), 주행로 형식(전용선로/혼용선로/일반도로), 선로 건설방식(지상/고가/지하) 등 구축 및 운영 면에서의 유연성을 극대화 하였다. 표 1은 바이모달 차량의 일반사양을 보여준다.

Table 1 Specification of the Bimodal tram

전장/폭/높이	18/2.5/3.1 미터
바닥 높이	34 센티미터
중량	17.6 톤
추진 방식	CNG엔진-리튬폴리머 배터리

자 동 운 전	자석매립식
등 판 능 력	13%
최 대 속 도	80 km/h
조 향	전차륜조향(AWS)
최소회전반경	12 미터
정 밀 정 차	플랫폼 5cm 접근
차 체	복합소재

## 2. 경사각시험 및 결과

그림 1은 고무차륜트램인 바이모달트램의 경사각 시험을 위하여 제작한 경사각 시험기이다. 최대 허용하중은 40톤, 최대 경사각은 40도로 설계되었고 그 경사각의 상승속도는 12,000mm/min이다.



Fig. 1 경사각시험기

시험대에 올려지는 차량은 공차상태로 하였고 좌석은 정 위치에, 창유리 등은 닫은 상태로 하였다. 차량의 내부는 기존부품 이외에 다른 것은 부착하지 않았으며, 경사각의 측정단위는 도(°)로

하고 소수점 첫째자리까지 측정하였다.

시험절차는 다음과 같다. 첫째, 경사각시험기에 설치되어있는 차륜 정지장치에 모든 차륜들을 밀착 시킨다. 둘째, 차륜정지장치 반대편의 1, 2, 3축에 전복 방지 기능인 쇄사슬을 3군데 장착한다. 셋째, 디지털 각도계로 현재 수평상태인지 확인하고 테스트를 진행한다. 넷째, 차량의 설치가 끝나면 리모트 컨트롤을 사용하여 상승 버튼을 작동시켜 차량을 기울인다. 다섯째, 경사각도 측정기를 기울여 시험자동차가 전복되기 직전까지의 좌측 또는 우측의 최대 안전경사 각도를 측정한다.



Fig.2 차량 전복방지 안전고리



Fig.3 디지털 각도계



Fig.4 경사각시험- 27.10°

경사각 시험기의 디지털 각도계 값이 27를 넘어섰을 때 1, 2, 3축에 고정시킨 쇄사슬을 확인한 결과 별다른 힘은 받지 않고 있는 상태였으며, 상판

과 타이어의 밀착여부에도 이상이 없음을 확인하였다.

#### 4. 결론

최대안전경사각도에 대한 법규(자동차안전기준 제8조)에 따르면 승차정원이 11명 이상인 승합자동차는 적차 상태에서 28° 로 좌/우로 기울인 상태에서 전복이 되지 아니하여야 한다고 규정되어 있다. 바이모달 트램은 승차정원이 11명 이상이므로 적차 상태에서 28° 로 기울였을 때 전복되지 아니하여야 한다는 기준으로 시험하였다.

바이모달 트램의 최대안전경사각도에 대한 시험은 적차 상태에서 진행하여야 하나, 차량 안에 중량물을 적재하여 기울이면 적재물의 유동이 우려되어 공차상태로 진행하였다. 시험결과 공차상태에서 27.1° 까지 이상 없음을 확인하였으며, 만약의 경우 차량 전복 시 차량의 파손이 우려가 되어 더 이상의 진행을 하지 못하였으나, 적차 상태에서 시험 진행시 차량의 무게중심이 낮아져 법규를 만족할 것이라 판단되어진다..

#### 후기

본 연구는 국토해양부의 교통체계효율화사업을 통하여 수행되었습니다.

#### 참고문헌

1. 한국철도기술연구원 연구결과보고서, “바이모달 수송시스템 개발”, 교통체계효율화사업, 국토해양부 2010
2. 자동차안전기준 제8조(최대안전경사각도)