

고무차륜 AGT 경량전철 차량-주행궤도 안전성 평가

임태건*(한국철도기술연구원), 김연수(한국철도기술연구원),
이안호(한국철도기술연구원), 김지명(한국철도기술연구원)

Safety evaluation of rubber-tired AGT light rail vehicle-running track

T. K.Lim*(KRRRI), Y. S. Kim(KRRRI), A. H. Lee(KRRRI), J. M. Kim (KRRRI)

ABSTRACT

This study was aimed at evaluating the structural safety for rubber tired AGT system. Based on these, AGT system which was developed for first time in domestic is need to verify structural safety. So we measured the characteristics of guide-rail, switch rail, side wall in the constructed test track for rubber tired AGT system. Finally, all results of test showed that structural safety of the rubber tired AGT system.

Key Words : Rubber-Tired AGT(고무차륜 AGT), Light Rail Vehicle(경량전철 차량), Running Track(주행궤도), Guide rail(안내레일), Switch rail(분기레일), Side wall(측벽)

1. 서론

국내에서 최초로 개발된 고무차륜 AGT 시스템은 일반적으로 고가궤도를 전용노선으로 사용하며 기존 철도와는 달리 고무타이어를 주행륜으로 사용하고 별도의 안내장치 및 분기장치를 가지며, 소형 및 경량화된 차량이 무인운전으로 운행되는 시스템으로서 안내 및 분기 장치 등의 선로구축물 또한 국내에서는 처음으로 사용하는 시스템이다.

특히 경량전철시스템 중 고무차륜 AGT 시스템은 가감속 성능, 등판성능, 주행 중 소음 저감을 위해 고무타이어를 주행륜으로 사용한다. 기존 철도 차량의 경우 원추형 차륜이 철타레일을 따라 차량을 조향하고, 안내하는 반면, 고무차륜 AGT 차량은 고무타이어가 도로와 유사한 주행궤도면을 주행하고, 대차의 안내프레임에 설치된 안내륜이 주행궤도 측벽에 설치되는 안내레일을 따라 주행하면서 차량의 안내 및 조향을 수행한다. 따라서 고무차륜형 경량전철 주행 시 안내레일 및 측벽에 외력이 발생하여 차량 및 궤도의 안전성에 큰 영향을 미치게 된다.(1,2)

본 논문에서는 한국형 표준 고무차륜 AGT 경량전철 시스템의 선로구축물 중 주행궤도에 있어서의 안내레일 및 분기레일 그리고 측벽에 대하여 속도 및 하중 조건에 따라, 주행 중에 발생하는 특성을

차량과의 실시간 연동시험을 통해 실측하여 해석하였으며 이를 통해 설계표준을 확인하고 구조적 안전성을 증명하였다.

2. 시험조건 및 방법

2.1 시험 조건

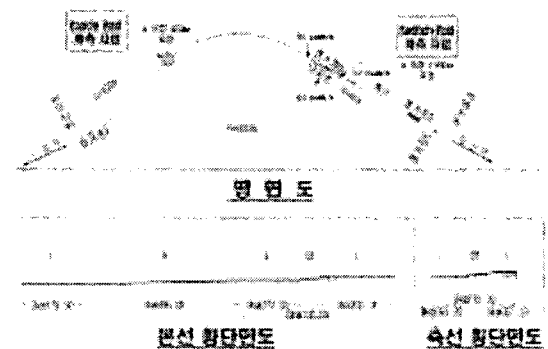


Fig. 1 Test positions

안내레일 및 측벽의 시험위치는 시험선구간 중 최고속도를 낼 수 있는 지점에서 안내륜력이 가장 크게 걸리는 위치(A 역사 기준 430m 지점, R=480m)로 선정하였다. 분기레일의 측정위치는 61 번, 62

변, 63 분기기 중에서 63 번 분기기(A 역사 기준 1360m 지점)를 선정하여 시험을 실시했다

2.2 재료의 물리적 특성 및 규격

안내레일의 재질은 SS400 이며 물리적 특성은 Table 1 과 같다.

Table 1 Physical Properties of H-beam (unit: MPa)

구분	E	ν	항복응력	인장응력	연신율(%)
SS400	206,000	0.3	245	400 ~ 510	17 이상

측벽은 두께 175mm 의 철근콘크리트 구조물이며 그 물리적 특성은 Table 2 와 같다.

Table 2 Physical Properties of Con크리트 (unit: MPa)

구분	E	ν	항복응력	인장응력	연신율(%)
철근봉강 (SD400)	206,000	0.3	245	400 ~ 510	16 ~ 18 이상
콘크리트	30,400	0.17		99 인장 441 압축	

Table 3 Allowable stress and criterion of deflection for steels (unit: MPa)

인장응력 (순단면적 기준)		압축응력 (축단면적 기준)		지지대 거리별 치짐(mm) (L/800)		
축방향	휨응력	축방향	휨응력	L=3M	L=2.2 M	L=1.5M
137	137	137	137	3.8	2.8	1.9

Table 4 Allowable stress of side walls for Con크리트

파단응력 (fck)	허용 휨인장 응력 (0.42 fck)
23.5	0.64

2.3 센서 설치 및 측정 방법

2.3.1 안내레일 및 측벽

계측지점의 안내레일은 곡선부이며 그 길이는 8.82m 로서 고정단과 고정단 주위, 고정단 사이 중앙부에 스트레인 게이지(안내레일, 측벽)를 18 개를 설치 하였으며 변위계는 3 개를 고정단 사이 중앙부와 고정단에 아래 그림과 같이 설치하였고, 안내레일의 응력과 변형량 및 측벽의 응력은 공차하중 조건과 만차하중 조건으로 각 속도 별(10, 20, 30, 40, 50, 60, 70km/h)로 측정되었다.

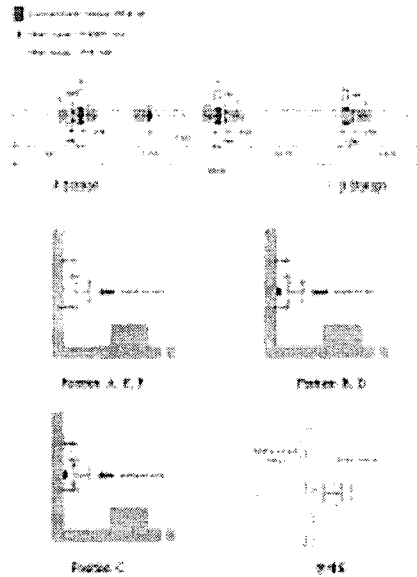


Fig. 2 Sensor for guide rail

2.3.2 분기레일

분기레일의 수평가동 안내판의 길이는 5.590m 로서 Strain-Gauge 는 총 12 개를 아래와 같이 설치 하였으며, 응력은 공차하중조건과 만차하중조건으로 하여 분기방향별로 차량속도를(10, 20, 30km/h) 변화시키면서 측정하였다.

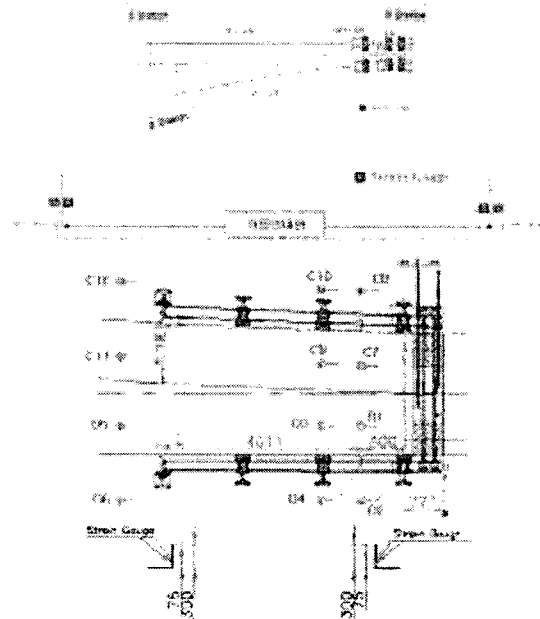


Fig. 3 Sensor for switch rail

2.3.3 계측

차량이 최고 속도로 주행 중 게이지 부착위치를 지날 때 발생하는 신호를 실시간 검측하여 데이터를 분석하며, 후크의 법칙을 이용하여 응력과 처짐량 등을 계산한다.

3. 시험결과

3.1 안내레일 시험

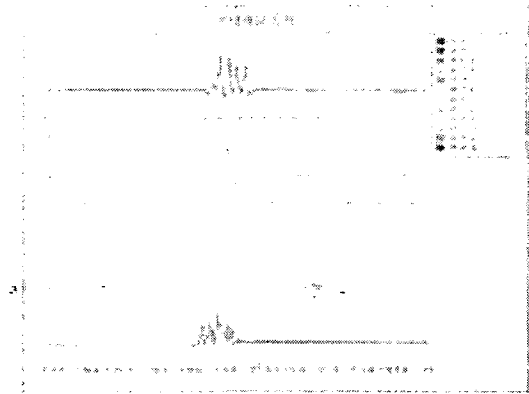


Fig. 4 Stress of guidance rail

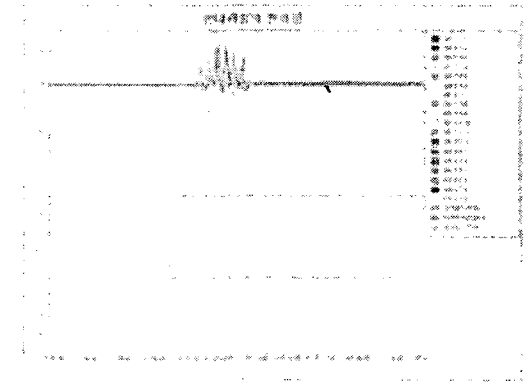


Fig.5 Deflection of guide rail

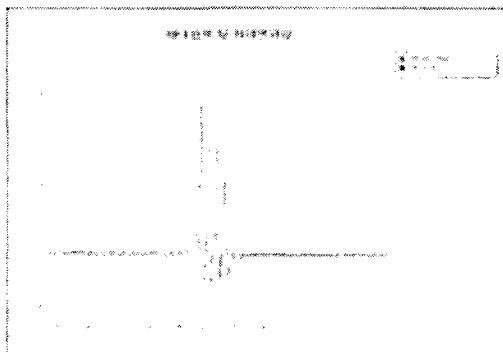


Fig. 6 Maximum stress and deflection

안내레일에 발생하는 최대응력은 최대속도 70km/h 주행 시 만차하중조건(18ton)에서 22.15 MPa 이므로 아래 표로 표시된 설계기준에 16%정도로 안전함을 확인하였으며, 변형량은 (횡압작용 방향으로) 최대 0.8mm 발생하여 설계기준치 3.8mm 의 23%정도로서 안전함을 확인할 수 있었다.

3.2 측벽 시험

측벽의 레일길이 방향에 따라 발생하는 최대응력은 최대속도 70km/h 주행 시 만차하중조건에서 최대 0.20, -0.20 MPa 으로 나타나, 설계기준치 보다 낮은 값이 발생됨을 확인하였다.

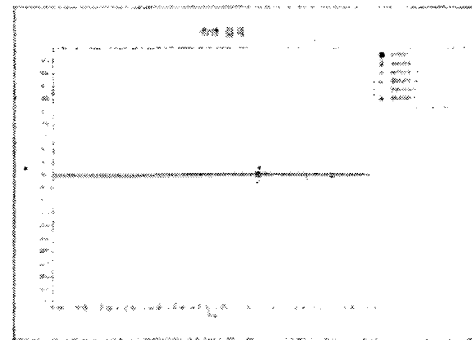


Fig. 6 Stress of side-walls

3.3 분기레일 시험

분기 레일에 발생하는 최대응력은 25km/h 주행 시 만차하중조건으로 12.25 MPa 로 나타났다.

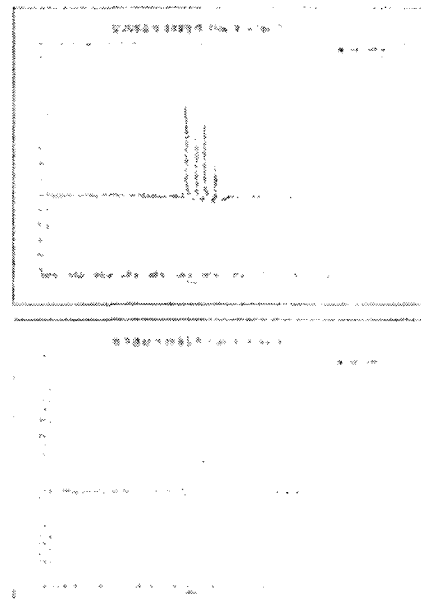


Fig. 7 Maximum stress of switch rail according to switching direction

4. 결론

고무차륜형 경량전철의 중량 및 속도의 변화에 따른 안내레일 및 콘크리트 측벽에 발생하는 응력과 레일의 처짐 및 분기레일에 발생하는 응력을 차량계측 시스템과의 실시간 연동시험을 통해 실측하여 고무차륜형 경량전철시험선의 실제 운행노선에 부설된 안내레일과 측벽(3 궤조안내판, 고정블록, H빔 안내레일, 측벽) 및 분기레일(분기구간의 수평가동안내판) 등의 안전성을 평가한 결과 선로구축물의 설계표준 및 구조적 안전성을 모두 만족하였다. 또한 이를 통해 신뢰성, 설계 및 제작, 시험평가 기술 등을 확립하는데 활용이 가능할 것으로 본다.

후 기

건설교통부의 지원으로 한국철도기술연구원이 총괄·주관하는 경량전철시스템 기술개발사업으로 수행되었음을 알려드립니다.

참고문헌

1. 한국철도기술연구원, "경량전철시스템 기술개발사업 6 차년도 결과보고서(분야:종합시스템엔지니어링)," 2004.
2. 포항산업과학연구원, "경량전철시스템 기술개발사업 6 차년도 결과보고서(분야 : 선로구축물시스템)," 2004.