

도시철도 곡선부 체결장치의 체결력과 변위량의 상관관계 연구

A Study on the correlation between the fastening force and displacement of curved tracks in urban railways

최진원*, 박용걸**†, 소학영***

Jin-Won Choi*, Yong-Gul Park**†, Hak-Young So***

초 록 도시철도는 열차가 도심 하부의 급곡선부를 반복 주행하며, 이로 인해 곡선부는 궤도에 많은 부담력이 작용하고 열차가 곡선부를 주행할 때 원심력의 작용에 의한 외측 횡압이 작용하여 탈선 발생우려가 있다. 이에 체결장치의 변위량에 대한 연구는 미흡한 실정으로 본 연구에서는 곡선 반경 1200m 미만의 선로를 대상으로 현장 채취 시험편을 이용한 체결력 실험 및 변위량 측정을 수행하고 곡선반경별 체결장치의 체결력과 변위량의 상관관계를 실험 및 분석적으로 입증하였다.

주요어 : 체결력, 변위량, 곡선반경, 레일체결장치

1. 서 론

도시철도는 열차가 도심 하부의 급곡선부를 반복 주행하며, 이로 인해 곡선부는 궤도에 많은 부담력이 작용하고 열차가 곡선부를 주행할 때 원심력의 작용에 의한 외측 횡압이 작용하여 탈선발생 우려가 있다. 이에 도시철도 운영기관은 주기적인 곡선부 체결력 측정을 통하여 체결장치의 교환이 이루어지고 있으나 체결장치의 변위량에 대한 연구는 미흡한 실정이므로 본 연구를 통해서 도시철도 곡선부 체결장치의 교환기준에 대하여 실험 및 해석하였다.

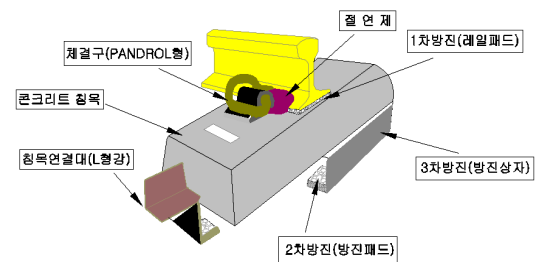
2. 본 론

2.1. 레일체결장치의 역할 및 기능

레일체결장치는 레일과 침목을 연결하는 궤도의 중요한 구성요소로서 레일을 정확하고 바른 위치에 고정시키고 레일의 수평 및 횡, 종방향하중에 대한 저항력이 크며, 레일에서 오는 충격력 및 진동에 대하여 저항할 수 있

어야 한다. 레일체결장치의 기능은 궤간의 확보 및 하중분산과 충격 완화 등의 기능이 있으며 레일체결장치의 구성은 Fig.1과 같다.

Fig. 1 레일체결장치의 구성



2.2 체결력 시험 및 변위량 측정 방법

2.2.1 체결력 시험 방법 및 교환기준

레일체결장치 체결력 시험방법 및 교환기준은 Table. 1과 같다.

Table. 1 체결력 시험방법 및 교환기준

구분	내용
제작기준치	1,100kgf~1,400kgf
시험방법	하중시험기로 13mm의 탄성범위를 주었을 때 제작기준치 범위내
교환기준	1. 외관상 손실되어 기능상실(저하) 2. 체결력이 500kgf 이하

2.2.2 변위량 측정 방법 및 교환기준

* 서울교통공사 궤도사업소 (zzimppu@seoulmetro.co.kr)
 **† 서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도건설공학과 교수(ygpark@seoultech.ac.kr)
 *** 서울교통공사 토목사업소 차장

레일체결장치 변위량 측정방법 및 교환기준은 Table. 2과 같다.

Table. 2 변위량 측정방법 및 교환기준

구분	내용
측정방법	자체개발 간이측정기를 사용하여 변위를 측정
교환기준	1. 변위량 6mm 초과 2. 제작기준치 허용오차 범위초과

2.3 실내시험

본 연구에서는 도시철도 곡선반경 1200m 미만의 선로를 대상으로 체결구의 체결력 및 변위량을 측정하기 위하여 시험편을 채취하였다. 시험편 채취 구간 및 체결력 시험, 변위량 측정은 Table.3과 Fig.2과 같다.

Table. 3 시험편 채취구간

구간	곡선반경	시험편 수량
A	$R \leq 299$	원곡선 5 개
B	$R \leq 400$	원곡선 8 개
C	$R \leq 600$	원곡선 8 개
D	$R \leq 803$	원곡선 5 개
E	$R \leq 1102$	원곡선 5 개
F	$R \leq 1198$	원곡선 5 개

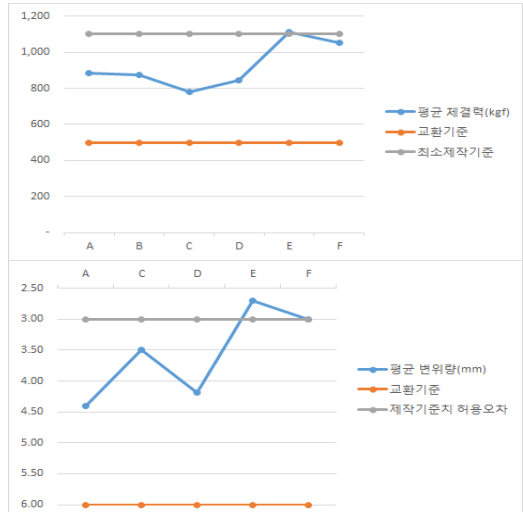
Fig. 2 체결력 시험 및 변위량 측정



2.4 측정결과

체결력 측정 장비 및 자체 개발한 간이측정기를 이용한 곡선반경별 체결력 및 변위량 측정결과는 Fig.3과 같다. Fig.3과같이 곡선반경이 작을수록 현장 체결구의 체결력 감소 및 변위량이 증가된 것으로 분석되었으며, 최소제작기준을 하회했다. 변위량은 제작기준치 허용오차를 상회하는 것으로 나타났다. 또한 곡선반경과 체결력은 일정 부분 선형비례 관계가 성립되고 곡선반경과변위량은 일정부분 선형 반비례 관계가 성립함을 실험적으로 입증하였다.

Fig. 3 곡선반경별 체결력 및 변위량 측정결과



이는 곡선반경이 작을수록 외측레일에 작용하는 횡압은 증가하며 레일의 톨딩 작용이 극대화되고 이러한 톨딩은 레일 소정의 위치 고정 역할을 하는 체결구의 부담은 가중되는 것으로 분석되었다.

3. 결론

본 연구에서는 곡선반경 1200m 미만의 선로를 대상으로 현장 채취한 시험편을 이용하여 체결력 및 변위량을 측정 분석한 결과

첫째, 레일체결장치 체결력은 제작기준치 대비 체결력 저하 및 변위 발생은 일부 진행되고 있으나 교환 기준 최소한계치 500kgf 이상으로 측정되어 체결구의 기능 상태를 유지하고 있는 것으로 분석되었으며

둘째, 변위량 측정은 교환기준 6mm보다 작지만 제작기준치 허용오차 1.25mm에 안전율을 더한 3mm보다 일부 구간이 크게 측정되어 장기적으로 궤도유지관리상 레일 교환구간 시행시 체결장치 교환을 동시 시행함이 경제적이다 판단된다.

참고문헌

- [1] 이종득 “철도공학”, 노해출판사
- [2] 김학선의5명 “도시철도 곡선부 궤도부담력이 체결력 변환에 미치는 영향” 2015년 한국철도학회 추계논문
- [3] 도시철도에 적합한 궤도재료의 교환기준 및 유지관리 방안 정립을 위한 연구용역보고서 (2018)