

도시철도 건설시 최적(운전선도) 설정캔트와 레일마모와의 상관관계 연구

A Study on the Correlation between the Optimum(Train running diagram) Setting Cantilever and Rail Wear in Urban Railway Construction.

박상열*†, 김선석*, 박용걸**, 김진일***

Sang Yeol Park*†, Seon Seok Kim*, Yong Gul Park**, Jin Il Kim***

초 록 국내 도시철도 계획단계에서 부터 운영되는 TPS 및 열차운전 시뮬레이션 설계는 선로설계 → 신호시스템 설계 → 운용설계의 단계를 거쳐 철도운영에 결과로 반영된다. TPS 및 열차운전 시뮬레이션에서 얻게 되는 구간별 적용 속도는 최대속도로 궤도에 반영되어 단위 곡선당 초과캔트가 허용범위를 넘어 레일 마모에 영향을 미치게 된다. 본 연구에서는 건설시 궤도 설계 및 시공단계의 열차주행 속도적용에 있어 운전선도에 의한 캔트 과부족이 레일마모에 미치는 상관관계를 분석하였다.

주요어 : 열차운전선도, 초과 캔트, TPS, 레일마모

1. 서 론

도시철도 궤도설계에 적용되는 열차속도는 최초 선로설계를 기준으로 설계 반영되며, 신호시스템 및 운용설계 단계를 거쳐 궤도시공 단계에서 최종 검토 반영된다. 이 과정에서 궤도설정캔트 적용 시 한 곡선에서 열차 운행 최고속도로 설정하여 실제 운전선도의 저속구간에 초과(과다) 캔트가 발생하여 허용기준량 보다 크게 되어 레일마모에 영향을 주게 된다.

본 연구에서는 궤도설계 및 시공단계에서 계획된 운전선도의 단위 곡선 당 여러 속도 변화(Code) 구간의 평균속도를 산정하여 설정캔트를 정할 때 최고속도 구간의 부족캔트와 최저속도구간의 과다캔트를 최소화하여

*** 네오트랜스(주), 시설팀 궤도파트

레일마모에 미치는 영향을 분석하는데 목적이 있다.

2. 본 론

2.1 열차운전선도(TPS)에 의한 설정캔트

2.1.1 열차운전선도(TPS)

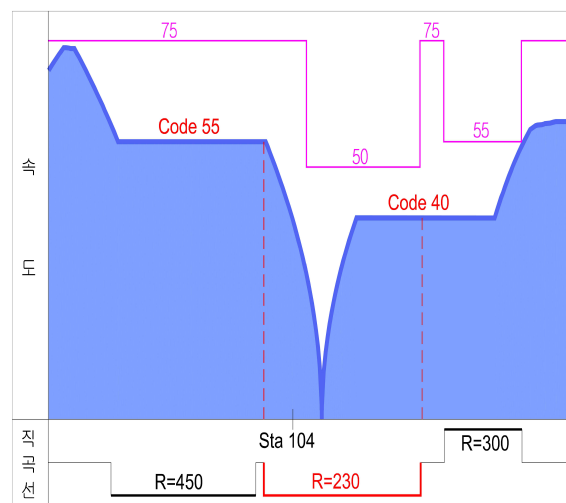


Fig. 1 열차운전선도(단위곡선당)

† 교신저자:서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도건설공학과, 석사과정(psy741024@naver.com)

* 서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도건설공학과, 박사과정

** 서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도건설공학과 교수, 공학박사

Table 1 열차운전선도 속도(Code)현황

구분	곡선현황	
곡선반경	R=230m, 완화곡선	
열차속도 (Code)	Vmax	55 km/h
	Vmin	40 km/h

국내 레도설계는 곡선별 최대속도(Vmax code)로 설정칸트를 산정하여 반영한다.

2.1.2 칸트설정

부족칸트와 과다칸트 모두 클 경우에 승차감과 레도에 부담을 주게 되므로 Fig.2와 같이 도시철도에서 허용하는 칸트량 40mm 이내에 과부족이 있도록 평균속도를 산출하여 설정칸트로 적용하였다.

Table 2 열차속도 및 설정칸트 적용

곡선반경	열차운전선도				조정	
	Vmax	Cmax	Vmin	Cmin	Vave	Cave
230m	55	150	40	80	48	110

평균속도는 한 곡선에서 열차의 속도가 상이한 점을 고려하여 최고·최저 자승법을 사용한다.

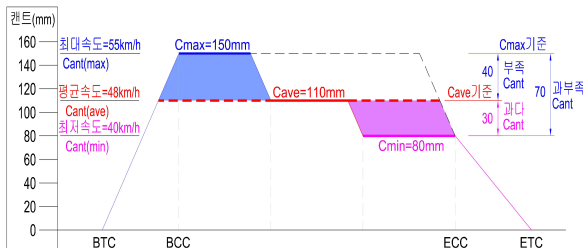


Fig. 2 과부족 설정칸트

2.2 칸트와 레일마모의 상관관계 분석

2.1.1 현장 측정 레일마모량

레일 마모는 서울도시철도 5호선 본선 선로를 검측차에 의해서 측정된 2012년~2015년(년도별 4/4분기)의 내외측 레일 직마모와 편마모량을 사용하였고, 레일별 마모값은 해당 곡선부의 원곡선 마모량 산술 평균값을 사용하였다.

2.2.2 칸트 과부족에 따른 레일마모 영향

곡선반경 300m 내외 곡선에 대한 내·외측 레일의 직마모/편마모 비를 칸트 과부족량에 따른 순서로 정리하였다.

Table 3 내외측 레일 직마모/편마모 비

구간	칸트과부족	내측레일	외측레일
B	-5	3.041	0.289
C	-4	2.824	0.356
D	-3	1.690	0.342
E	+5	1.908	0.277
F	+8	2.117	0.261
H	+31	1.480	0.186
J	+65	1.855	0.182
K	+98	1.776	0.177

2.2.3 레일마모 영향분석

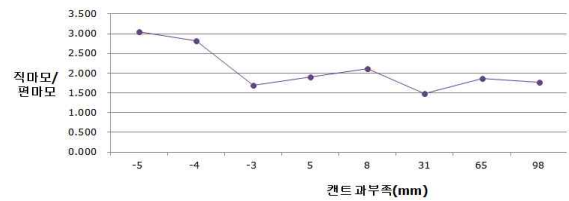


Fig. 3 내측레일의 직마모/편마모 그래프

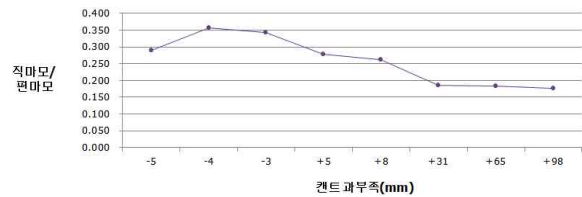


Fig. 4 외측레일의 직마모/편마모 그래프

칸트 과부족이 레일마모에 미치는 영향은 내측 레일의 경우 초과칸트 구간보다 부족칸트 구간에서 직마모가 편마모에 비해서 상대적으로 더 큰 증가를 가져온다. 또한, 곡선 외측레일의 경우 균형칸트에서 직마모/편마모의 비가 최소가 되고, 부족칸트와 초과칸트 절대값이 커질수록 편마모가 직마모에 비해서 상대적으로 더 큰 증가를 가져온다.

3. 결론

칸트는 곡선부 열차운행에 있어 필연적인 요소이며, 칸트 과부족에 따른 영향에서 보듯 내·외측 레일마모의 차이를 확인하고, 칸트와 레일마모의 상관관계를 분석하였다. 그 결과 일반적으로 과칸트와 부족칸트 값이 커질수록 편마모 값이 커지는 것으로 분석되었다. 그러므로 도시철도 건설시 곡선별 실제 운행속도(최고/최저) 및 현장여건을

감안한 평균속도를 검토하여 최적의 설정
캔트로 반영하여야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 신정환(2017) 도시철도 열차 운행속도에 따른
캔트 과부족이 레일마모에 미치는 영향분석,
석사논문, 서울과학기술대학교 pp.30~50
- [2] 부산교통공사(2016) 부산도시철도 1호선 연장
궤도공사감독 권한대행 등 건설사업관리 용역
(최종보고서, 2016,부산교통공사)
(한국철도학회 정기학술대회 Full Paper
-Template 작성일: 2017.9.15.)