

철도 정척레일 자갈도상 급곡선(R=60m) 이음매부 유지관리 연구 A Study on the Rail Joint maintenance of Severe Curve(R=60m) in Standard Rail

김현오*[†], 양회성*, 백찬호*, 김석호*

Hyunoh Kim*[†], Yang Hoe Sung*, Chanho Paik*, Seok Ho Kim*

Abstract When constructing the urban railway, there is no provision about the minimum radius of curve which is admitted by the chief of local government. Sharp curved(R=60m) track has been installed in domestic and operated by a urban railway corporation. It has raised a track alignment irregularity which made it hard to operate and maintain. This study aims to show example of experience which is for enforcing the intension of a lateral track force using a strut in rail joint.

Keywords : Sharp curve, Ballast track, Maintenance, Rail joint, Strut for lateral track force

초 록 도시철도 건설 시 측선의 최소곡선반경 기준은 별도 규정이 없고 지자체장의 승인으로 설치되고 있다.

국내 도시철도 운영기관 중 최급곡선(R=60m)이 부설되어 운영중에 있고, 운용 중 이음매부의 지속적인 줄뜸 발생으로 유지관리에 어려움이 발생되어, 이를 해소하기 위한 방안으로 정척레일(20m) 이음매부 침목에 버팀재를 설치하여 레일 궤도선형을 유지하고자 한 연구 사례를 제시하고자 한다.

주요어 : 급곡선, 자갈궤도, 유지관리, 이음매, 버팀재

1. 서 론

도시철도의 건설은 국유철도건설규칙을 준용하여 지자체장의 승인으로 도시철도건설규칙을 제정하여 건설되고 있다.

도시철도 건설시 민간투자방식으로 추진되는 과정에서 건설비는 사업성 판단에 중요한 요소에 해당한다. 또한 도심속이나 시설부지 면적에 따라 최초 계획 당시부터 급곡선의 선형결정에 많은 영향을 미치게 된다.

특히 측선에 해당되는 차량기지 배선 형식은 부지규모 및 형상에 따라 운영유지보수를 고려하지 않고 배선계획이 이루어지는 사례(ex. 두단식, 급곡선 등)가 발생되고 이런 과정속에서 유지보수에 불리한 선로가 부설되는 사례가 있다.

도시철도건설규칙에 따르면 선로의 곡선반경은 지자체장 승인사항으로 대부분 민간사

† 교신저자: 서울과학기술대학교 철도전문대학원 석사과정, 서울메트로 경영지원본부 미래사업처(littlepoet@seoulmetro.co.kr)

* 서울메트로 경영지원본부 미래사업처

업제안자의 의지가 반영되기 쉬운 사업구도로 추진되고 있다.

이런 구도로 인하여 국내 도시철도 운영기관 중 차량기지내 급곡선(R=60m)이 부설되었고, 운영중 레일마모, 궤도틀림 등 문제점이 발생하고 있다.

본 논문에서는 급곡선 이음매부에서 발생하는 줄틀림에 관한 연구 결과와 유지보수 사례를 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 급곡선부 줄틀림

2.1.1 급곡선의 유지관리

자갈궤도의 가장 큰 특징인 소성적 거동은 상시 유지보수를 필요로 한다. 특히 급곡선부 자갈궤도에서는 더 많은 궤도틀림이 반복적으로 발생되는데 이를 방지하기 위해서는 설계 단계부터 레일규격, 침목배치간격, 체결력, 도상어깨폭 등 여러 영향인자를 검토하여야 할 것이다.

부설된 차량기지 급곡선은 설계당시 침목배치간격을 오히려 넓혔고, 레일(정척, 50kg L=20m) 이음매부에서는 열차하중에 따른 충격력 증대와 레일 강성에 따른 복원력에 의해 반복적인 이음매부 줄틀림이 발생되었다.

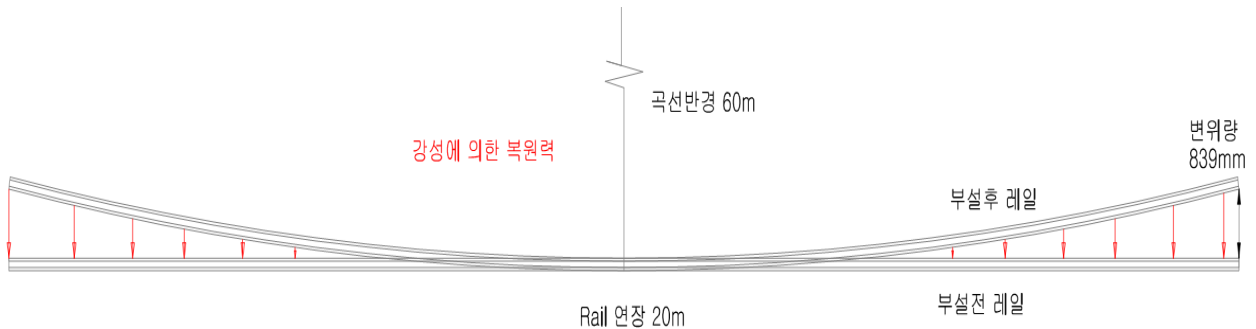


Fig. 1 Restoring force in curved rail.

2.1.2 이음매부 줄틀림 현상

차량기지의 궤도형태는 자갈도상에 목침목이 부설되었고, 곡선반경은 60m로 부설하였다. Loop선 열차주행 속도는 15km/h로 양방향으로 운행하도록 계획되었다.

차량의 제원은 표1과 같다.

Table 1 Specification of the Rolling Stock

Side View		
Top View		
Front View		<ul style="list-style-type: none"> • 연결면간 거리 : 28,000mm (2량 기준) • 차체 길이 : 27,000mm (2량 기준) • 최대 차체폭 : 2,650mm • 성능 최급기울기 : 60‰ • 성능 최소 곡선반경 : 50m • 공차/만차 중량 : 46.5tonf / 66.5tonf • 최대 축중량 : 13.5tonf

줄뜰림 현상은 아래와 같다.

Table 2 Alignment Irregularity in Severe Curve(R=60m)

No.	Plan Value	Measured Value	Alignment Irregularity	No.	Plan Value	Measured Value	Alignment Irregularity
1	208	206	-2	16	208	215	7
<u>2</u>	208	260	52	17	208	165	-43
3	208	177	-31	<u>18</u>	208	200	-8
4	208	153	-55	19	208	178	-30
5	208	188	-20	20	208	197	-11
<u>6</u>	208	290	82	21	208	188	-20
7	208	229	21	<u>22</u>	208	245	37
8	208	215	7	23	208	217	9
9	208	180	-28	24	208	216	8
<u>10</u>	208	217	9	25	208	202	-6
11	208	162	-46	<u>26</u>	208	231	23
12	208	173	-35	27	208	177	-31
13	208	207	-1	28	208	183	-25
<u>14</u>	208	264	56	29	208	177	-31
15	208	218	10	<u>30</u>	208	271	63

표에서 제시된 바와 같이 이음매 위치(Table2 밑줄)에서는 급격한 틀림이 발생되었음을 알 수 있고, 곡선 역시 균등하지 못한 복심곡선이 운행과정에서 형성되었음을 알 수 있다.



Fig. 2 Whole view of the severe curve



Fig.3 Close-up picture of the Rail joint

2.1.3 줄틀림 원인 분석

급곡선부 이음매 종거의 확장은 다음의 이유에 의해 발생되었다.

- (1) 열차주행에 따른 열차하중 및 이음매부에서 발생하는 충격력
- (2) 레일 자체가 가지는 강성에 의한 복원력(직선으로 돌아가고자 하는 레일 힘)
- (3) 유지보수상 이음매판 볼트 풀림의 인력에 의한정정의 한계

부설된 급곡선은 도시철도건설규칙에 따라 차량기지의 자갈도상 목침목 구간에서 침목배치간격은 675mm가 적정하나, 현장은 833mm로 부설하여 도상 횡저항력이 부족하게 확보되었고, 일반이음매 인접침목 배치간격 역시 준용하지 않았음을 확인 할 수 있었다.

2.2 이음매부 유지관리 방안

2.2.1 이음매침목 지지방법

급곡선부 이음매 종거(줄틀림) 확보는 근본적인 대책(Pre-Curved Rail 적용, 장대레일사용, 콘크리트 궤도개량, 침목배치 간격 조정 등) 없이는 어려운 상황이었다.

근본적 대책은 장기로 계획하고 현 궤도구조 상태에서는 곡선외측 이음매 침목에 횡저항력을 지지할 수 있도록 별도의 장치를 설치하는 것이 적절하다고 판단하여 구조검토 결과 아래와 같은 방안이 적절하다는 결론에 도달하였다.

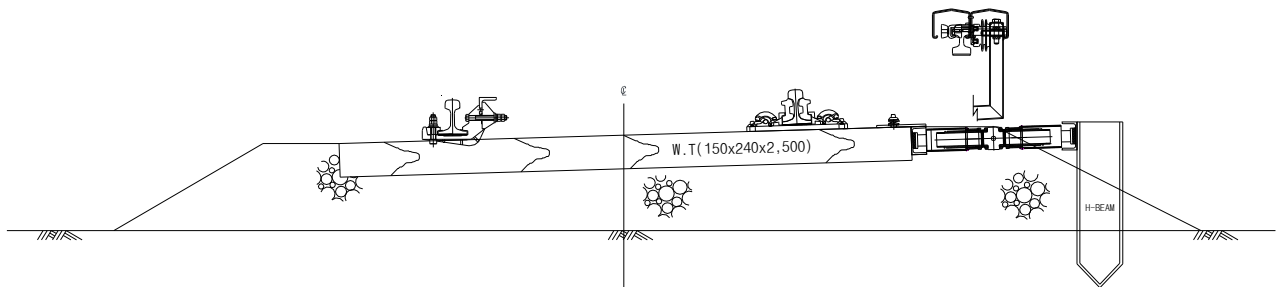


Fig. 4 Cross section of the Railroad

이음매부 곡선 외측방향에 H-Beam을 설치하고 이음매의 체결력을 강화시킨 후 침목 측면에 그림에서와 같이 버팀재를 설치하였다.

2.2.2 검토결과

레일이음매 침목의 횡저항력을 확보하기 위해 설치되는 켈광지지장치(버팀재)는 주요부재들의 발생응력과 열차주행 특성 레일 탄성 복원력을 고려하여 구조해석한 결과를 바탕으로 H-Beam의 제원 및 근입깊이를 산정하였다.

그 결과 전체 하중조건에 대한 부재 발생응력이 허용응력 140MPa을 충분히 만족하여 적정성 및 구조적 안전성을 입증하였다.

버팀재를 설치하여 유지관리하면 발생변위 1mm이내가 될 것으로 판단되어 적정한 유지관리방안으로 판단되었다.

3. 결론

본 연구에서는 도시철도의 측선 최소곡선 반경은 설계단계부터 유지관리 관점에서 검토되어야 한다는 것을 인식할 수 있다. 본 사례에서 제시한 급곡선 토노반상 자갈궤도에서 H-Beam 매립방식 침목측면 지지장치는 이음매부 줄튐림을 방지할 수 있을 것으로 검토되었다.

참고문헌

- [1] 도시철도건설규칙 해설서(서울시)