

방진부츠형 목침목 분기기 갱환용 직결식 분기기 시스템 기술 개발

Development of direct fixed turnout system for renewal of wood sleeper turnout

최흥수*[†], 황광하*, 윤병현*, 이광모**, 윤태정***

Heung-Su Choi*[†], Kwang-Ha Hwang*, Byung-Hyun Yoon*, Kwang-Mo Lee**, Tae-Jung Yoon***

초 록 국내 1980년~1990년도에 건설된 대부분의 도시철도 분기기는 취급이 용이하고 전기 절연도가 높고 탄성 및 완충성능이 뛰어난 콘크리트도상용 목침목타입으로 부설되었다. 그러나 목침목은 자연부식으로 인한 내구연한이 짧아 20년 주기로 교체가 필요한 실정이고, 수급 불균형, 방부/방충제로 인한 환경문제 발생, 제작공차에 따른 시공성 저하로 유지보수에 어려움이 발생하고 있다. 본 연구는 콘크리트와 체결장치 기술을 바탕으로 반영구적인 콘크리트 직결레도형 분기기 개발 및 운행선상 열차운행에 지장을 주지 않고 분기기 직결화가 가능한 시공방법을 도출하는데 목적이 있다. 이를 통해 국내외 도시철도 운행 안전성 향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

주요어 : 도시철도, 콘크리트 도상, 목침목 분기기 갱환, 직결도상 레일체결장치, 방진레도

1. 서 론

일부 도시철도 콘크리트도상 목침목 분기기는 사용기간이 20년 이상으로써 목침목 노후화에 따른 균열 및 부식이 심하게 진행되고 있으며, 이에 따른 운행 안전성 저하에도 심각한 영향을 미치고 있다. 이의 개량을 위해 신규 목침목 교체 시 제작공차 등에 따라 설치가 어렵고 뜬침목 및 선형불량 등이 발생할 수 있으며 열차운행에 지장을 초래하고 있는 실정이다.

이에 본 연구는 열차운행에 지장을 주지 않고 급속시공이 가능하며 분기기 유지보수가 간편하고, 반영구적 사용이 가능한 분기기 시스템을 개발하는데 목적이 있다.

2. 본 론

2.1 직결도상용 분기기시스템 개발

2.1.1 도상재료 선정

목침목을 대체 할 도상재료를 선정하기 위해 수지모르타르와 에폭시모르타르를 비교하여 시험하였다. 수지모르타르의 경우 물과 모르타르 비율(W/B 13%, 15%)을 변경하여 시험을 진행하였으나 기존 도상과의 부착력이 약해 매립전 삽입용 홀천공 시 기존도상과 수지모르타르 경계면이 분리되는 현상이 나타났다. 반면, 에폭시모르타르의 경우 배합비(epoxy : sand) 1:4, 1:5, 1:6으로 시험체를 제작하여 천공한 결과 부착력이 모두 우수한 것으로 나타났다. 이에 도상재료는 에폭시모르타르로 선정하였으며 경제성과 안정성을 모두 고려하여 배합비는 1:5로 확정하였다.

도상재료 선정을 위한 시험은 현장의 급속시공을 고려하여 초속경 모르타르로 진행하였으며, 1일 양생 후 천공시험을 진행하였다.

2.1.2 체결시스템 개발

직결도상용 분기기 체결시스템은 방진효과 및 적정 수직강성 유지를 위하여 soft한 레일패드와 상판패드를 사용하였다. 또한

† 교신저자: 삼표레일웨이(주) 기술연구소
(choiheungsu@sampyo.co.kr)

* 삼표레일웨이(주) 기술연구소

** 대구도시철도공사

*** 한국철도시설공단



Fig. 1 Certificate test (KRS TR0014, cat. B)

유지보수성 향상을 위하여 좌·우 ($\pm 8\text{mm}$), 상·하 ($-4\sim+22\text{mm}$)를 조절하여 궤도선형 유지보수가 용이하도록 설계하였다. 도상과 에폭시 모르타르와의 결속력을 높이기 위해 매립전과 나사 스파이크 길이를 기존 140mm에서 210mm로 연장하여 부착력을 향상시키고 전단기 역할을 하도록 설계하였다.

직결도상용 레일체결시스템의 성능시험은 한국철도표준규격(KRS TR-0014 레일체결장치)에 의거하여 조립체의 정적 수직강성, 체결력, 종방향저항력, 반복하중시험을 진행하였다. 시험결과 피로 전·후 변화율 모두 기준에 만족하였고, 부품 파손이 발생하지 않았다. 매립전 인발강도는 6ton에서 3분유지시 에폭시모르타르 및 도상에 균열 및 파손이 발생하지 않았으며, 파단강도는 9ton 가량으로 기준 강도보다 1.5배가량 높음을 확인하였다.

Table 1. Test results

Classification	Fatigue test			results (%)
	criteria	before	after	
Longitudinal rail restraint(kN)	20%	14.8	17.6	18.9
Clamping force(kN)	20%	16.2	15.3	5.8
Stiffness (kN/mm)	25%	18.1	19.8	9.1
Pullout test(ton)	6	9.54		-

2.2 직결도상 분기기시스템 시공법 개발

직결도상용 분기기시스템 시공법 개발을 위해서는 첫째 열차 운행에 지장이 없어야

하며, 둘째 분기기의 포인트부, 리드부, 크로싱부 각 부위에 맞게 상판 및 직결화에 필요한 에폭시 모르타르를 신규 설계하여야 하며, 셋째 침목과 침목사이 시공 구간과 원래 침목 자리면 시공 구간을 분류 하여야 한다.

위의 3가지 조건을 충족시키는 시공방안을 개발완료 하였다.

2.2.1 직결도상 분기기 시공방안

시공법은 열차운행에 지장을 주지 않기 위해 침목과 침목사이에 시공하는 것을 기본으로 하였으며, 분기기의 특성상 이음매부, 전철기부, 간류부, 텅레일 후단부(고정부), 크로싱과 가드레일부, 장대레일 용접부 등 특수구간은 원래 침목 자리면에 교체 시공하도록 설계하였다.

침목과 침목사이 시공순서는 다음과 같다. 에폭시 몰탈 타설면 치핑부 그라인딩 표시 → 도상면 치핑 및 청소 → 거푸집 설치 → 프라이머(에폭시) 도포 → 에폭시 몰탈 타설 및 미장 → 거푸집 해체 → 상판 가체결 → 천공 및 흠청소 → 초고강도 케미컬 주입 → 상판체결의 순서로 진행하며, 침목자리면의 경우 해당 침목을 제거 한 후 초속경 모르타르를 타설하여 초속경 모르타르 양생 후 침목과 침목사이와 같은 시공순서로 시행한다. 단, 침목자리면 시공시 열차 운행에 지장이 없도록 침목제거 구간 양 끝에 받침목을 설치하여야 하며, 침목제거를 연속적으로 하는 구간의 경우 침목을 3정당 1정씩 제거하여 열차운행에 지장이 없도록 하였다.

2.2.2 시험부설

직결도상용 분기기시스템 시험부설은 대구도시철도 1호선 안심역 8번 분기기 1틀을 대상으로 시행하였다.

작업은 야간차단시간을(약 3시간가량) 이용하여 시행하였고 시험부설 기간은 40일 소요되었다. 부설기간은 투입인원과 야간차단시간에 따라 조절이 가능할 것으로 보인다. 시험부설 선형 점검을 위해 시험부설 전·후 궤간, 면틀림, 줄틀림, 레일 레벨 등 선형검측을 하였다. 준공검사결과 매우 양호한 것으로 확인되었다.



a) Before track renewal



b) After track renewal

Fig. 2 Before and after track renewal

3. 결론

도시철도 방진부츠형 목침목 분기기 노후화에 따른 갱환방안으로 직결식 분기기 시스템을 개발하였다. 열차운행에 지장을

주지 않고 갱환이 가능하며, 이중탄성구조로 방진기능이 우수하고 유지보수가 간편하며 일반구간과의 접속부가 별도로 필요없는 체결시스템과 이의 시공법을 개발하였다.

시공기간은 40일 가량이 소요되었으나 궤도공사에서 접하기 힘든 에폭시모르타르 작업과 케미컬 주입 작업에 따른 작업자 미숙에 의한 것으로 작업자들의 숙련도에 따라 작업시간이 빨라 질 수 있음을 시험부설을 통해 확인하였다. 향후 신속한 시공이 이뤄질 수 있도록 전문 시공인력 양성도 중요 할 것으로 판단된다. 경제성과 시공성 확대를 위해 2개소(상선, 하선) 동시 시공방법 및 전문시공인력 배치도 고려하여야 한다.

기 시험부설 완료된 직결식 분기기 시스템은 1년간 주기적인 시험계측과 모니터링을 통해 궤도상태 및 궤도거동을 분석하고 목침목 분기기와 비교 검토를 지속적으로 진행 할 계획이다. 직결식 분기기 시스템으로 도시철도 운행 안전성 확보 및 장기적 유지보수비용 절감이 기대된다.

후 기

본 방진부츠형 노후 목침목 분기기 갱환은 대구도시철도공사와 공동연구를 진행하였으며, 시험부설 지원을 적극 협조해주신 대구도시철도공사에 깊이 감사드립니다.

참고문헌

- [1] Bernhard Lichtberger(2005) Track compendium
- [2] 공선용(2009) 서울메트로 궤도편람
- [3] 서사범(2002) 선로공학
- [4] 윤병현(2015) 자갈도상용 고탄성레일체결장치 개발
- [5] 한국철도표준규격(2016) KRS TR0014-15R “레일체결장치”