

급속경화궤도용 광폭침목의 보강철근 부착성능평가

Performance evaluation of wide sleeper of installed reinforcing bar on rapid hardening track

이민수 †, 이일화*, 민경찬*

Min-Soo Lee[†], Il-Wha Lee^{*}, Kyung-Chan Min

Abstract Rapid hardening track for changing from ballast track to concrete track is the technology of improvement of orbit. Wide sleeper on rapid hardening track applied for ensuring load dispersion performance and workability. Reinforcing bar on the side was installed for improved durability by increasing adhesion stress. In this paper, it try to evaluate performance of wide sleeper of attaching reinforcing bar or not as the adhesion. The experimental conditions is that load static load on the sleeper center part in pouring mortar after 2hour. And, it was evaluated adhesion ability between sleeper and packed bed. As a result, adhesion in case of attaching reinforcing bar is better than non-attaching reinforcing bar about 5%.

Keywords : Wide sleeper, Reinforcing bar, Attaching ability, Rapid hardening track, Packed bed

초 록 급속경화궤도는 자갈궤도를 콘크리트궤도로 전환하는 궤도개량 기술이다. 급속경화궤도에 사용되는 광폭침목은 하중분산능력 및 현장 작업성을 확보하기 위해 적용된다. 광폭침목에 측면에는 보강철근이 노출되어 있는데 부착력 상승효과로 인한 내구성향상이 목적이다. 본 논문은 광폭침목의 보강철근 유·무시의 따른 보강효과를 부착력으로 평가하고자 한다. 실험조건은 모르타르 타설 2시간 후 침목중앙부에 정하중을 재하하여 보강철근 유·무시의 침목과 충전층 사이의 부착력을 평가하였다. 실험결과, 보강철근이 있는 경우가 보강철근이 없는 경우보다 약 5%의 부착력 향상이 되는 것으로 나타났다.

주요어 : 광폭침목, 보강철근, 부착성능, 급속경화궤도, 충전층

1. 서 론

급속경화궤도는 열차가 운행되지 않는 야간에 노후화된 철도 자갈궤도를 콘크리트 궤도로 전환하는 궤도 개량 기술로, 자갈 사이의 공극을 급속경화 시멘트로 채워, 자갈층을 콘크리트층으로 바꾸는 공법이다. 작업 시간이 짧고, 시공 2시간 이후부터 열차 하중을 견딜수 있는 강도를 확보하기 때문에 따로 열차 운행시간을 제한하지 않고도 공사가 가능하다.

† 교신저자: UST 한국철도기술연구원캠퍼스 철도시스템공학 (mslee@krri.re.kr)

* 한국철도기술연구원 고속철도연구본부

급속경화궤도 부설시 자갈도상에 광폭침목을 위치 시키고 급속경화 모르타르를 타설하게 된다. 열차 차단시간을 이용한 궤도개량을 실시하기 때문에 작업시간 및 급속경화궤도 구성품의 내구성 향상에 대한 연구는 계속하여 진행되고 있다. 급속경화궤도의 구성품 중 급속경화궤도에 사용되는 Bascon MF-R은 타설 2시간 압축강도를 6MPa 이상 발현한다. 현재 동결융해저항 특성을 개선할 수 있는 충전재료 연구를 진행 중이다.

광폭침목은 하중분산능력 및 현장 작업성을 확보할 목적으로 개발 되었으며, 필요 시에 내구성 향상을 위한 보강철근을 설치하여 사용하도록 제안되어있다. 급속경화궤도에 사용되는 광폭침목에 제원은 아래 그림과 같다.

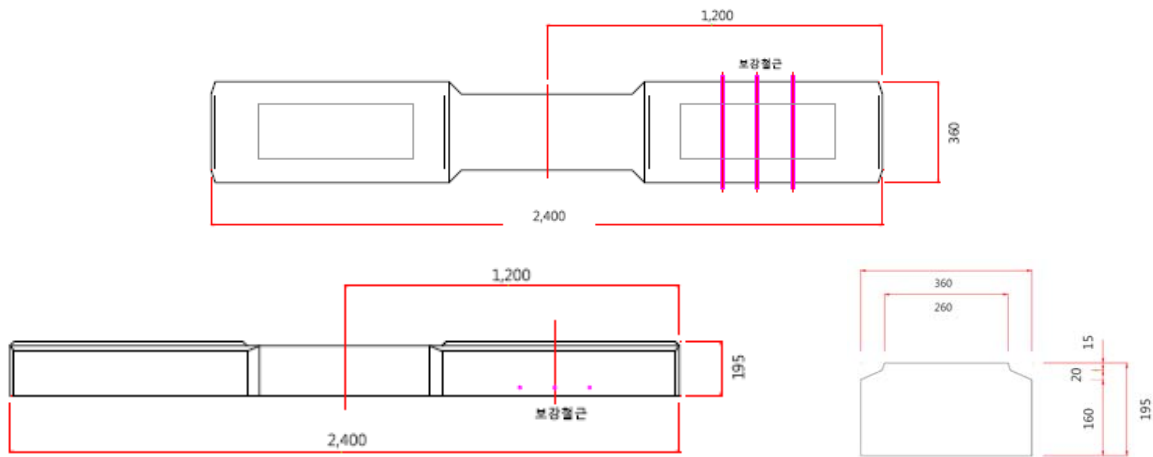


Fig. 1 Wide sleeper of plan and side view

광폭침목의 보강철근에 대한 성능실험은 아직 정량적으로 이루어지지 않았으며, 이는 광폭침목 사용 용도에 따른 이유로 사료된다. 본 논문은 급속경화궤도 구성품 중 광폭침목의 내구성 향상을 위해 광폭침목의 보강철근 유·무시의 따른 보강효과를 광폭침목과 충전층 사이의 부착력으로 평가하고자 한다.

2. 본 론

2.1 실험 조건

실험 조건으로 사용한 침목은 포장궤도용 광폭침목의 절반을 사용하였고 제원은 아래 그림 2와 같이 (a) 보강철근이 설치된 침목과, (b) 보강철근이 없는 침목을 대상으로 실험을 수행하였다. 기존 연구에 의하면 침목탈락현상은 열차하중 등에 의해 침목이 인발되어 발생하나, 실험에서는 급속경화궤도 특성상 충전재와 자갈층에 공극이 발생한 특수 조건에서의 침목탈락 현상을 재현하였다. 침목과 충전층 사이의 공극을 표현하기 위해 침목 아래 스티로폼(10mm)을 침목하단부에 맞추어 부착하였다.



(a) Wide sleeper of installed reinforcing bar



(b) Wide sleeper of non-installed reinforcing bar

Fig. 2 Experimental wide sleeper

그림 3은 부착면에 따른 광폭침목 설치도를 나타내었다. 실험은 크게 ①광폭침목 측면 4면을 부착시킨 경우, ②3면을 부착시킨 경우로 나뉜다. 4면을 부착시킬 경우 침목의 정 중앙부에 위치 시켰고 3면을 부착시킬 경우 침목의 위치는 광폭침목의 절단부를 거푸집 벽면 가운데에 밀착시켰다. 거푸집은 1,400X900X450mm로 충전층에 사용한 시멘트로는 철도궤도 포장용 충전재료 (Bascon Maintenance Free, Bascon MF)를 사용하였다.

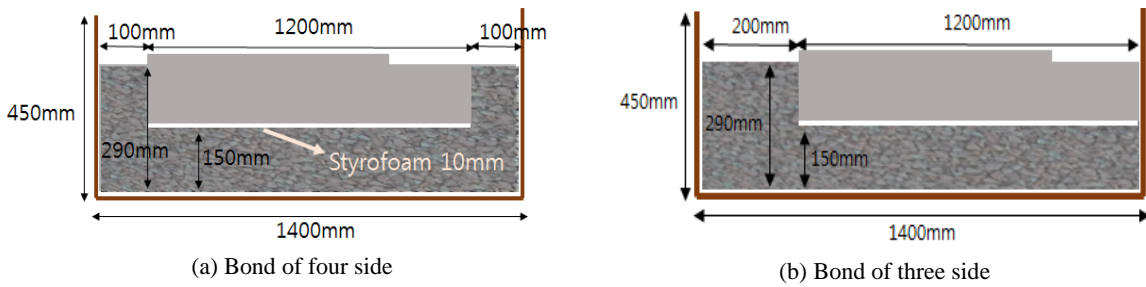


Fig. 3 Setting drawing of wide sleeper by bonded side

실험단면 구성단계는 거푸집내 도상자갈을 150mm 주입하고 그 위에 스티로폼을 광폭침목에 부착시켜 거푸집 정중앙에 위치시킨다. 그 후 침목 상단부까지 자갈을 채운 후 충전재를 주입하여 타설 2시간 후 시험을 수행하였다.

2.2 실험 방법

2.2.1 계측기 및 하중 재하 방법

실험 장비는 한국철도기술연구원의 실대형 통합 성능 시험기를 이용하였다. 침목중앙부 하중재하 위치에 생길 수 있는 변위는 시험기의 Load cell로 측정하였고, 침목의 양쪽 끝에 변위는 LVDT로 측정하였다. 하중재하방법은 5분간 240kN까지 정하중을 재하하고, 240kN에 도달한 후 5분간 하중을 유지하였다.



Fig. 4 Measuring instrument and under loading part

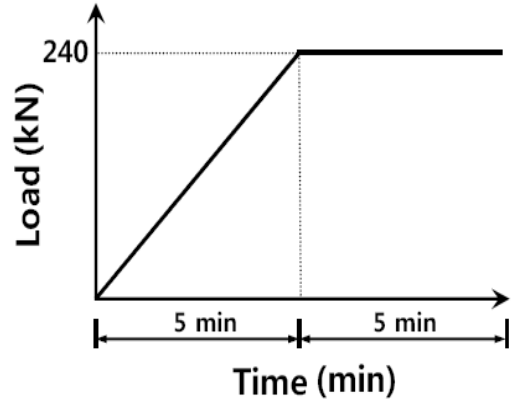


Fig. 5 Under loading method

2.2.2 침목부착성능시험 Case 별

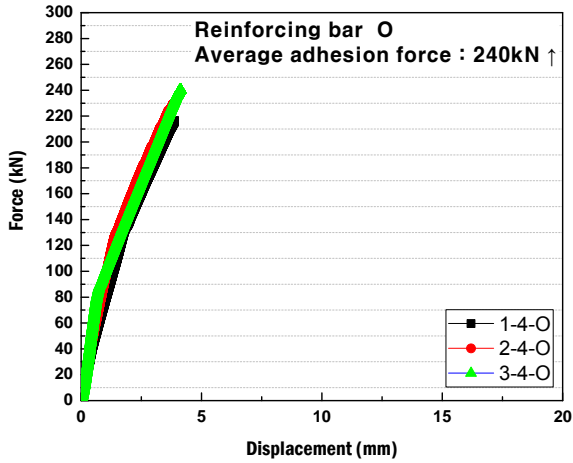
침목부착성능시험은 단면 및 하중을 동일조건으로 표 2.1과 같이 부착면에 따라 총 6번씩 수행하였다. 본 시험은 총 12번으로 보강철근이 설치된 침목 6개, 보강철근이 설치되어있지 않은 침목 6개로 시험을 진행하였다. 4면 부착시 보강철근이 설치된 경우 1-4-0, 2-4-0, 3-4-0로 표기하고, 보강철근이 없는 경우 1-4-X, 2-4-X, 3-4-X로 표기하였다. 또 3면 부착시 보강철근이 있는 경우 1-3-0, 2-3-0, 3-3-0로 표기하고, 보강철근이 없는 경우 1-3-X, 2-3-X, 3-3-X로 표기하였다.

Table 1 Case study

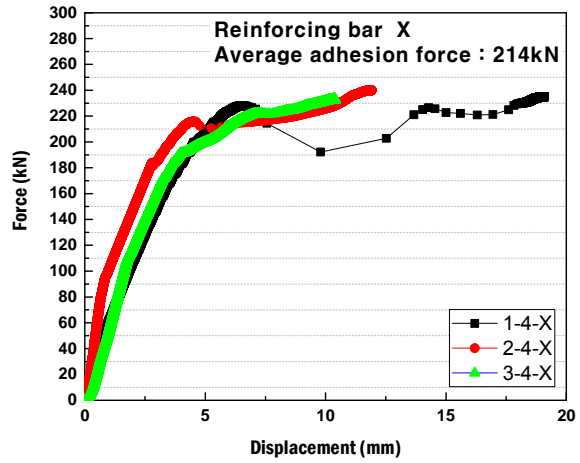
Boundary conditions	Bonded 4 side		Bonded 3 side	
	Reinforcing bar O	Reinforcing bar X	Reinforcing bar O	Reinforcing bar X
Case 1	1-4-O	1-4-X	1-3-O	1-3-X
Case 2	2-4-O	2-4-X	2-3-O	2-3-X
Case 3	3-4-O	3-4-X	3-3-O	3-3-X

2.3 실험 결과

하중-변위 그래프에서 항복점을 최대 부착력으로 정하였을 때 측면 4면이 부착되었을 때 결과는 아래 그림과 같다. 변위가 10mm이상 발생하였을 때 보강철근이 없는 경우 항복점이 발생한 곳은 변위 약 6mm이상에서 발생하였는데 보강철근이 있는 경우 최대 하중에서 변위는 약 5mm정도로 재하 하중을 더 증가시킬 수 있을 것으로 판단된다. 보강철근이 있는 경우, RLS 최대 재하 하중인 240kN까지 항복점이 발생하지 않았다. 측면 4면 부착 시 보강철근이 없는 경우 평균 부착력은 214kN으로 보강철근이 있는 경우보다 부착력이 저하되었다.



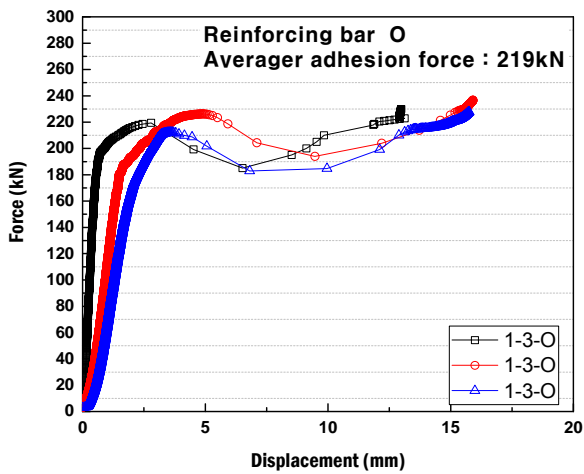
(a) Case of installed reinforcing bar



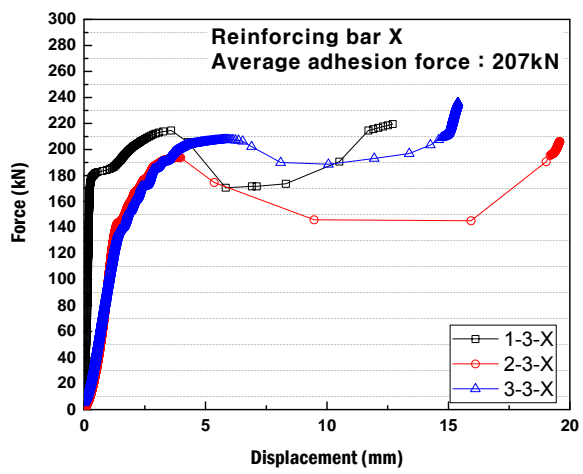
(b) Case of non-installed reinforcing bar

Fig. 6 Force-displacement curve in case of bonded 4 side by installed reinforcing bar non-installed reinforcing bar

측면 3면이 부착되었을 때 결과는 아래 그림과 같다. 보강철근이 있는 경우, 항복점이 발생하였는데 이에 대한 평균 부착력은 219kN으로 나타났다. 보강철근이 없는 경우 평균 부착력은 207kN으로 보강철근이 있는 경우보다 부착력이 저하되었다. 4면 부착시와 비교시 보강철근이 없을 때 부착이 안된 곳의 면적 0.0667m^2 에 따라 평균부착력에서 약 7kN의 차이를 보였다.



(a) Case of installed reinforcing bar



(b) Case of non-installed reinforcing bar

Fig. 7 Force-displacement curve in case of bonded 3 side by installed reinforcing bar non-installed reinforcing bar

아래 그래프는 부착면 별 보강철근 유무에 따른 최대 부착력을 나타낸다. 전반적으로 보강철근이 있는 경우, 보강철근이 없는 경우보다 높은 부착력을 나타내었다.

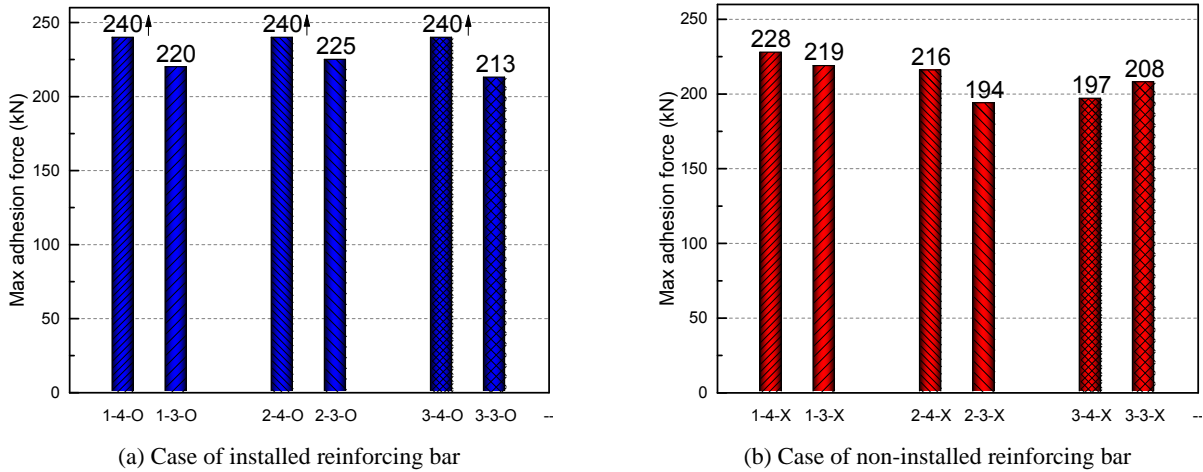


Fig. 8 Max adhesion force of bonded side by installed reinforcing bar or non-installed reinforcing bar

3. 결론

광폭침목의 부착면 별 보강철근 유무에 따른 부착성능평가 결과는 다음과 같다.

- 1) 4면에서 부착된 경우 시험기의 최대하중인 240kN의 하중까지 항복점이 발생하지 않아 비교가 어렵지만, 3면 부착시 보강철근 유무에 따라 보강철근이 있는 경우 5.85%의 부착성능 향상에 이점이 있는 것으로 판단된다.
- 2) 4면, 3면 부착시를 비교시, 부착이 안된 면적 0.0677m^2 에 따라 평균 부착력에서 약 7kN의 차이를 보였다.
- 3) 보강철근의 길이를 늘리는 방안과 레일방향과 레일 수직방향으로 양방향 설치하였을 때 부착력 향상에 기여할 것으로 판단되어 추가적인 연구를 진행할 예정이다.

후 기

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(고속철도 자갈궤도 급속경화기술 개발, 15RTRP-B065581-03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] Il-Wha Lee, (2006) "Optimal Design of Cement Mortar Pouring type Paved Track" *Journal of the Korean Society for Railway*, 9(3), pp. 305-312
- [2] Bae, Young-Hoon, Lee, Il-Wha, Jeong, Chan-Min (2011) Performance Evaluation of Modified Wide Sleepers(MF-140 PSC Sleepers), *Journal of the Korean Society for Railway*, pp.1667-1673
- [3] Chung, Keun-Young, Lee, Il-Wha, Lee, Jin-Wook, Choi, Chan-Yong Simulation of Dynamic Behavior of the Track with Wide Sleepers in Transition Zone, *Journal of the Korean Society for Railway*, pp.8