

# 고속철도 적용을 위한 콘크리트 도상 분기기 개발 및 부설

## Construction and Development of Turnout on concrete roadbed applicable to high speed railway

박춘복\* 권호진\*\* 전세곤\*\*\* 윤병현\*\*\*\* 오수진\*\*\*\*\* 최용석\*\*\*\*\*

Park, Choon Bok Kwon, Ho Jin Jeon, Se Gon Yoon, Byung Hyun Oh, Soo Jin Choi, Yong Seok

### ABSTRACT

Since KHSR 2nd phase was adapted as a main track design, the interests of concrete slab track system have been gradually increased in the division of rail track engineering and many engineering companies have been trying to adapt a concrete slab track system at this moment. Advantages of this system proved in advanced country, japan and Germany etc. are excellent maintenance, track stability and increasing of buckling resistance

This developed turnout is same with the KHSR 1st phase's design and applications rules, components and signaling system since it observes KTX specification. Comparing it with the former turnout, High-elasticity pad, lubrication-free roller slide plate and Rheda2000 PC sleeper are only different.

The purpose of this study is the development of high speed turnout on concrete slab track and its application on site.

Now these studies are going to show the verification and confidence about the interface between ballast-track and concrete slab track by finding and solving the possible problems when it is installed on site and to make these turnouts applied perfectly and completely on concrete slab track.

Its first trial construction in korea had been successfully completed at Sangju-station on July 20th ,2007 thanks to KORAIL and KR.

Hereunder Sampyo E&C trys to introduce all of turnout technologies on concrete slab track system with Rheda 2000 sleeper

### 1) 서론

국내 철도선로의 대부분은 유도상궤도 형식이나 2000년도 이후 점차적으로 무도상 궤도 부설이 증가 추세에 있으며 고속철도 2단계 구간에 채택됨으로써 더 많은 관심이 집중되고 있다.

콘크리트 궤도는 우수한 유지보수성과 선형 유지성, 궤도강성 증가에 따른 좌굴 저항력 증대등의 장점이 많고 일본, 독일등 고속철도에 실용화되어 경제성과 안전성이 입증된 시스템이다.

특히, 분기부의 콘크리트 도상화는 유지보수성과 궤도 안정성 측면에서 매우 효율적이어서 경제적, 기술적 파급 효과가 매우 클 것으로 예상된다.

본 연구의 목적은 고속철도 2단계에 적합한 콘크리트 도상 분기기를 개발하여 이를 현장에 적용함으로써 1단계 자갈도상과의 인터페이스 문제를 확인하고, 시공 과정에서 발생할 수 있는 문제를 사전에 파악하는데 있다. 아울러 국내 일반철도에 적용 가능성을 검토하는데 있다.

\* (주) 삼표이엔씨 철도기술연구소 소장, 정회원 railtech7@sampyoenc.com  
\*\* (주) 삼표이엔씨 철도기술연구소 책임연, 정회원  
\*\*\* (주) 삼표이엔씨 철도기술연구소 책임연, 정회원  
\*\*\*\* (주) 삼표이엔씨 철도기술연구소 선임연, 정회원 jutopia@sampyoenc.com  
\*\*\*\*\* (주) 삼표이엔씨 기술팀 과장, 정회원  
\*\*\*\*\* (주) 삼표이엔씨 유지보수팀 차장, 정회원

## 2) 설계

금번 개발한 콘크리트 도상분기기는 고속철도 기준과 국철 기준을 모두 만족하게 설계 했기 때문에 고속1단계 분기기와 선형, 전기, 신호등이 동일하다. 단지 자갈을 대신하는 고탄성 상판패드와 친환경적인 무도유 르러상판, Rheda침목이 사용되었다. 자갈도상과의 접속부에서는 강성이 다른 다종의 상판패드와 보강레일을 사용하여 점진적인 강성 변화를 이루어 전체 강성이 일정하도록 설계 되었다.

### 2-1) 체결시스템 및 침목

개발된 콘크리트 도상용 분기기는 한국고속철도에 적합하도록 체결시스템과 콘크리트 침목을 최적화 하였다. 체결시스템은 VC System300W로써 2003년도에 EBA(Eisenbahn-Bundesamt:독일연방 철도청) 인증을 획득한 제품으로써 텐션클램프는 국제적으로 콘크리트 도상에 가장 널리 사용되고 내구성과 성능이 입증된 SKL15를 사용하였다. 특별히 기존의 콘크리트 험프를 대신하여 철제 브라켓을 횡압가드로 사용하여 횡 저항력을 강화하였고 신속한 유지보수가 가능하다.

상판 패드는 G사의 PUR패드로 일반 구간(25kN/mm)과 유사한 정적 패드 강성인 26kN/mm로 설계하여 분기기 전체의 강성을 일정하게 유지하도록 하였다. 침목은 Rheda-2000 MonoBlock Prestress 침목으로써 하부에 Lattice구조의 철근이 노출되어 케도콘크리트(TCL)와 일체성이 뛰어난 제품으로 해외 고속철도 콘크리트도상에 많이 사용된 제품이다.

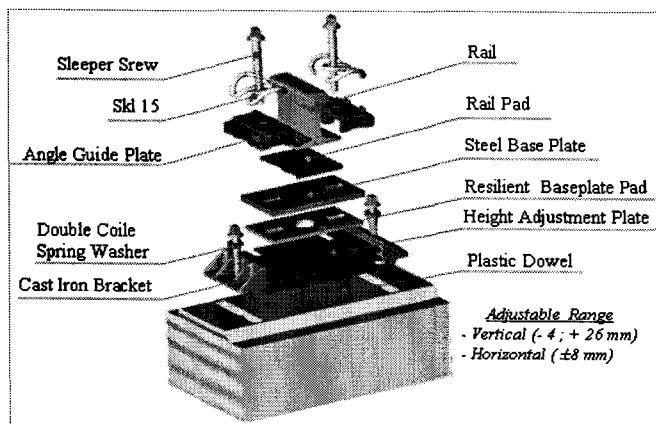


그림 1 VC시스템300W 분해도

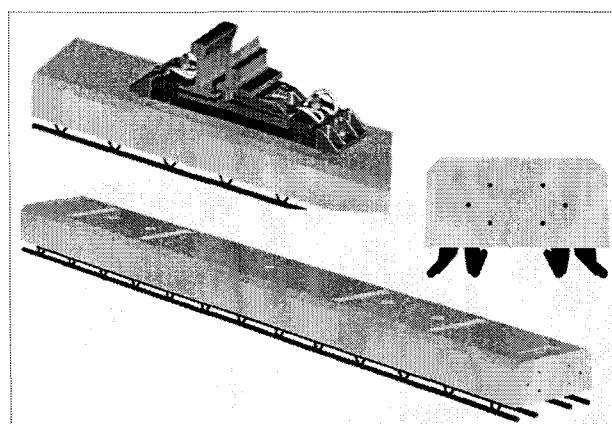


그림 2 Rheda-2000 분기 침목

### 2-2) 설계 사양 및 하중 조건

제품 설계 조건은 기본적으로 한국형 고속철도 설계사양을 따랐으며 현 고속철도 선로에 시험부설이 어려운 점을 감안하여 국철 기준을 일부 반영하여 국철에 시험부설이 가능하게 설계 하였다.

표 1. 설계 사양

항목	내용	항목	내용	항목	내용
전 장 R	50,174mm 373m	체결구 침목	System300W Rheda2000 GWS 05 B355.3, B320	고속 설계속도 국철 설계속도	350km/h 200km/h
θ	4°46' 19"	레일	UIC60, UIC60D, UIC69	고속선 축중	170kN
레일경사	1/20	전철기	MCEM91, 단상 220V	1급선 축중	220kN
크로싱 구조	망간 크로싱	벌림량	145mm	접속구간	30m

### 3) 구조 해석 및 사함

제품의 안전성 검토를 위해 3D모델링과 FEM을 수행하였고 EN13146, EN13481규정에 따른 시험을 실시하였다. 본 논문에는 가드상판에 대한 해석 과정과 시험의 일부를 간략히 설명코자 한다. 적용하중은 Zimmerman의 탄성빔 이론으로 하중 분포 선도를 구해 최대값을 하중으로 적용하였다.

정적상태의 패드강성은 26 kN/mm (5-80 kN), 동적강성은 40kN/mm이다. 정적하중은 110 kN, 동적하중은 220 kN이고 축간은 LS-22(7500호대)를 적용하였다.

슬래브 트랙 전체 케도 강성은 정적강성은 60-80 kN/mm, 동적강성은 100-120 kN/mm를 유지하도록 설계하여 케도 최대 처짐은 2mm이하이다. 계산 결과 포인트 힐부에서는 최대 76kN, 포인트 및 기타 부위는 83kN 으로 나타났다.

구조해석 결과 최대응력 값은 98MPa, 수직변위 1.56mm, 횡변위 0.2mm로 기준 이내의 안전한 결과를 얻었다. 시험도 EN규정을 모두 만족한 것으로 나타났다.

표 2 구조해석 입력조건

구 분		입력 값		비 고
레일 제원	Profile	UIC 60 (60E1)	60D (60 E1A4)	-
	질량	60.2kg/m	69.8kg/m	-
	단면2차모멘트	3038cm <sup>4</sup>	2025cm <sup>4</sup>	-
지지점 강성	정적	26kN/mm		5~80kN
	동적	40kN/mm		5~55kN
설계 동적운중		220kN		-
축간거리		1.86m		LS-22

표 3 가드상판의 구조해석 및 시험 결과

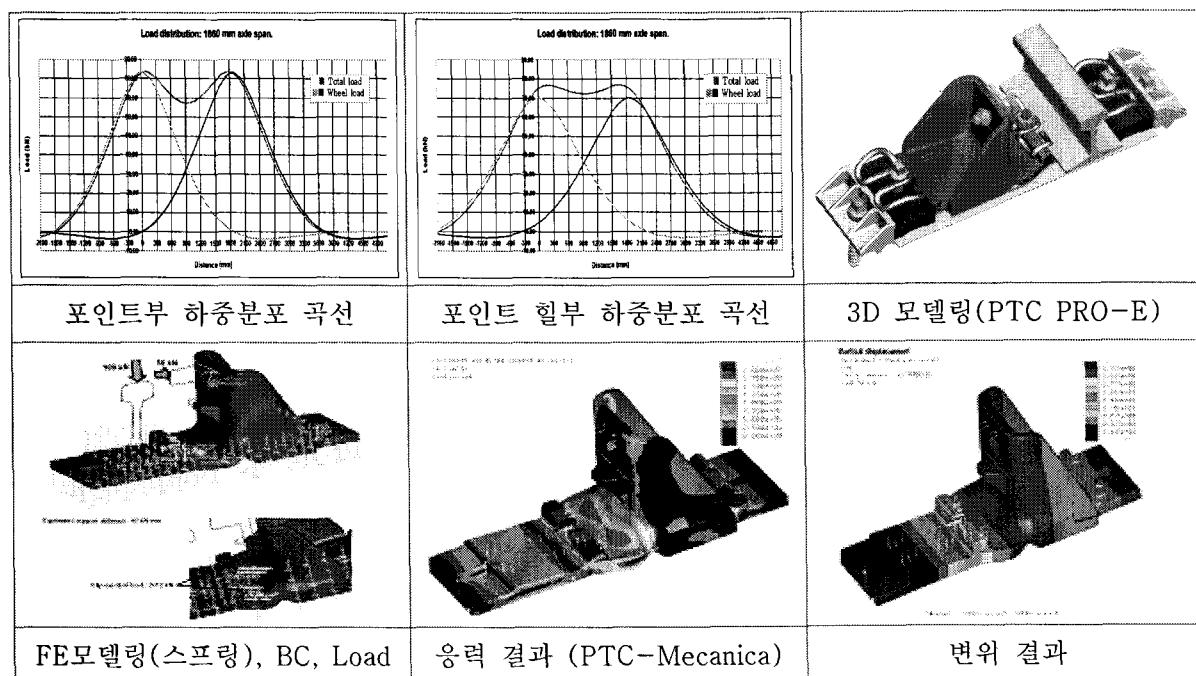
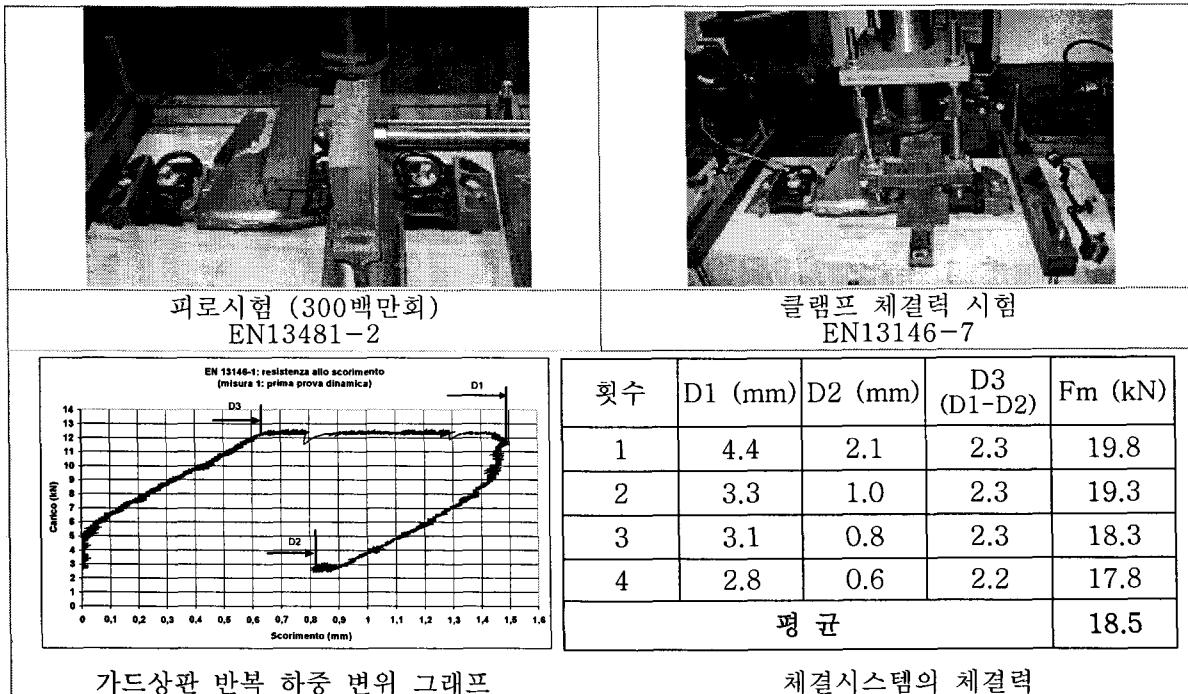


표 4 가드상판의 구조해석 및 시험 결과



### 3) 시험 부설

시험부설 공사는 콘크리트층(HBL,TCL) 양생에 대략 2개월이 소요되기 때문에 장소 선정에 어려움이 있었다. 많은 후보지 중에서 경북 상주역 경북선 본선 52호 분기기가 선정되어 '07년 4월~7월 까지 3개월간의 공사 끝에 시공 완료 하였다.

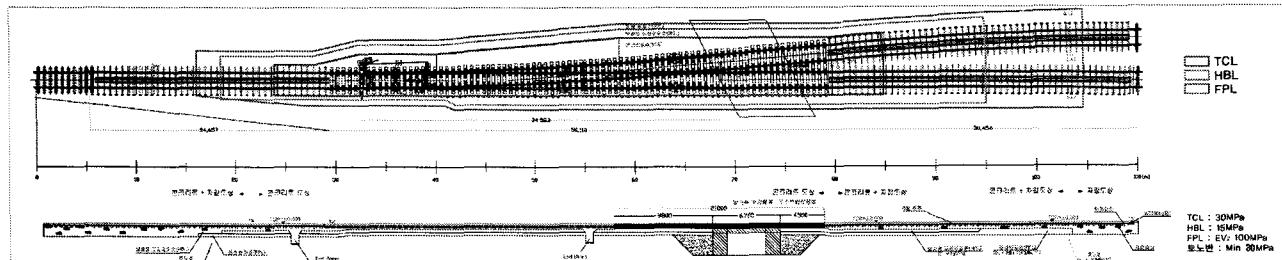


그림 3 분기기 도면

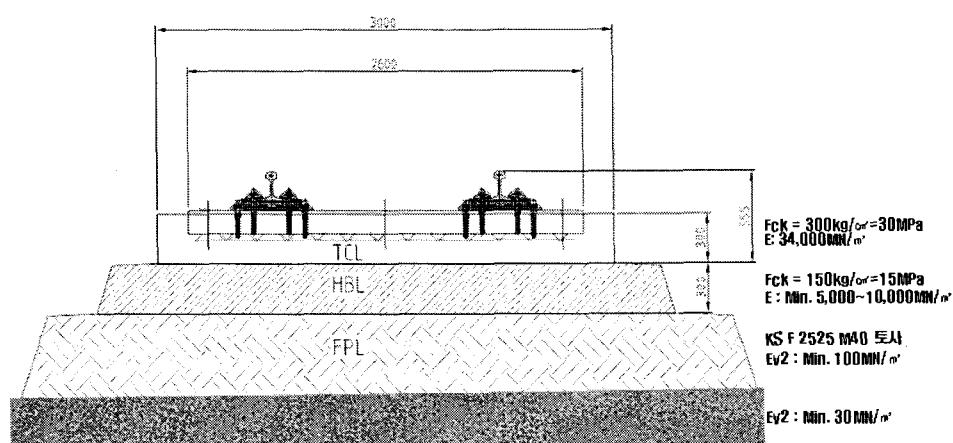


그림 4 콘크리트 도상 단면 구조

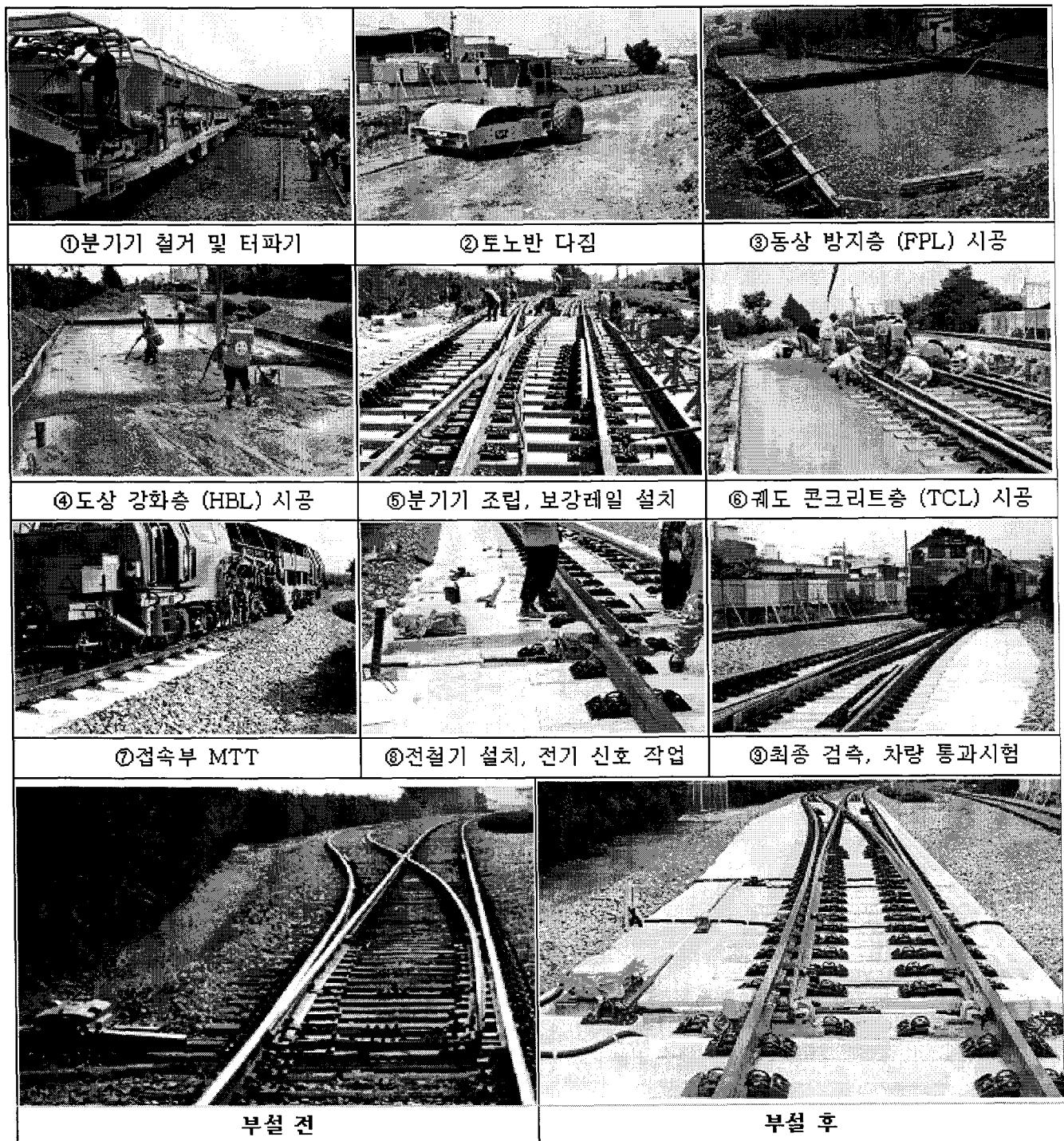
\* TCL: Track Concret Layer 케도콘크리트, HBL(HSB): Hydraulic sub-Bed Layer 도상보강층, FPL(FSS): Frost Protection Layer: 동상방지층  
공사 과정을 표5에 간략히 보였다. 부설 공법은 Top-Down 방식으로 침목1정에 3개의 수대볼트가 고

저 조절을, 궤광자지대가 좌,우 조정을 할 수 있도록 하였다.

시공 후 준공검사와 차량 왕복 주행시험을 거쳐 안전에 이상이 없음을 확인 후 차량을 개통하였다.

현재는 모니터링 기간으로 매주 1회씩 검사를 통해 궤간검측, 궤도콘크리트층 균열, 텅레일 플로우 검측, 전장품 이상유무확인과 매월 1회씩 정밀궤간 검측을 실시하고 있다. 3개월이 지난 현재 아무런 문제가 발생하지 않았다. 특히 분기기 전철기, 잠금장치, 융설 장치등은 고속철도1단계용과 동일한 제품이 사용되었고 국철과 호환성에서 아무런 문제가 없음이 확인되었다.

표 5. 시험부설 진행 순서 및 완료 전, 후 부설 전경



## 5. 결 론

고속2단계 적용을 위해 개발한 콘크리트 도상 분기기는 고속철도 설계기준을 만족하고 있으며 EN시험 규정에 따른 피로시험, 체결력 시험을 모두 만족하였다.

경북 상주역 52호에 3개월간의 공사과정을 거쳐 2007년 7월 성공리에 부설 완료하였으며 현재 모니터링 중에 있으며 3개월이 지나는 동안 단 한건의 장애나 유지보수도 발생하지 않았다. 분기부의 콘크리트 도상화는 유지보수력을 크게 절감하여 경제적 파급 효과가 매우 크리라 생각되며, 무도유 상판등 개량 제품은 환경 개선에도 많은 기여가 예상된다.

본 연구를 통해 콘크리트 도상용 분기기 설계 기술과 레다침목 시공기술을 확보 할 수 있었으며, 기존선과 고속철도 제품과의 호환성도 확인할 수 있었다.

분기기 현장 적용성을 검토해주신 한국철도기술연구원 궤도구조연구팀 양신추 박사님과 시험부설지 선정과 공사에 협조해 주신 한국철도공사와 한국철도시설공단 관계자분께 진심으로 감사드립니다.

## 참고문헌

- 1) 콘크리트 도상 분기기 현장 적용성 검토 보고서. 한국철도연구원. 2006
- 1) Modern Railway Track", Esveld C. 2001
- 2) Trackwork Design Documents, Rail-One (Pfleiderer), Jun. 2006.
- 3) Leykuf, G., *Research Report - Testing of rail fastening system 300W for turnouts*, Report No. 2038, Munich Technical University Chair and Institute for Road, Railway and Airfield Construction, 01/07/2003.
- 4) Very high speed slab track turnouts - Turnout Technology Vossloh System 300W RHEDA 2000 laying, Presentation, Vossloh Cogifer, May 2006.
- 5) Leykuf, G., *Research Report - Testing of rail fastening system 300 with PUR -Base-Plate-Pads*, Report No. 1906, Munich Technical University Chair and Institute for Road, Railway and Airfield Construction, 05/17/2002.
- 6) EN 규정 prEN 13146-1~7 (06/1998), EN13481-1~7, EN13232\_2003
- 7) EN1563\_1997 Founding Spheroidal graphite cast irons