

궤도구조 및 재료가 궤도회로에 미치는 영향 분석

Effect Analysis for Track Circuit affected by Track Structure and Material

박대근*□김정훈**□김재학***□강영종****

Park, Dae Geun□Kim, Jung Hun□Kim, JAE HAK□Kang, Young Jong

ABSTRACT

Track circuit is transmitted throughout the rails. In order to insure safe and reliable operation of track circuits, the track and the environment should respect mandatory electrical characteristics. In addition, for cab signalling through track Circuit as per TVM 430, these electrical characteristics should insure the transmission to the train. Track circuits have several operation and safety functions. They can detect the train position and broken rails. When track circuits are used as track to train transmission, they also have to be powered enough to be captured by the train sensors.

1 서론

시속 300km이상 고속으로 주행하는 경부고속철도 궤도분야의 주안점은 고속주행에 적합한 주행안정성과 승객의 쾌적한 승차감 확보를 위한 최적의 궤도시설물을 구축함에 있으며 이를 실현하는 과정에서의 시공성, 경제성 및 유지관리성 등이 종합적으로 고려되어야 한다.

궤도시설물은 노반, 궤도, 차량, 신호 및 통신 등이 상호 유기적으로 연계되어 운용되는 종합시스템으로서 향후 개통시 완벽한 시스템 가동을 위해서는 상호 인터페이스 조율이 중요한 과제가 아닐 수 없다. 이중 고속열차를 직접 제어하게 되는 신호제어설비는 고속열차의 고속, 고빈도의 특성상 완벽한 시스템가동이 필수적이다.

경부고속철도 서울~부산간 1단계구간은 장대터널 및 광명역, 2단계구간은 전구간을 콘크리트도상궤도구조로 건설되어 열차운행시 궤도시설물의 절연성이 신호회로에 지장을 주어 열차안전운행을 저해할 우려가 있으므로 이를 궤도재료와 궤도시스템의 시험검증(설계 및 공사)하여 열차안전운행을 보장할 수 있도록 궤도와 신호분야간의 상호 인터페이스 사항을 검증/반영함으로써 최적의 시스템 구축해야 한다.

실내시험 및 현장시험결과등을 분석하여 레일체결시스템에서의 전기절연 최소요구값과 궤도구조의 상부 및 하부철근 배근시 절연방법을 궤도측면에서 제안코자 한다.

2. 시험 및 분석

경부고속철도 1단계 구간(서울~대구)의 궤도/신호인터페이스 조정은 01년 8월 광명주박기지에서 처음으로 검증시험하여 얻은 침목하의 철근배근 및 절연방법이 국제적으로 최초로 결정되었다. 2단계 구간(대구~경주~부산)은 Rheda2000시스템에 적합한 절연방법을 얻고자 독일현지공장(05년8월)에서 1단계의 결과를 반영하여 좀 더 개선한 방법을 제안하여 시험부설 및 검증하였고 최근에 궤도부설현장에서 하부콘크리트를 타설한 상태에서 최종적으로 검증시험(07년8월)하여 궤도/신호의 인터페이스를 최종적으로 완료하였다.

2.1 실내시험

레일체결시스템의 신호체계 호환성은 전기절연 특성에 의해 결정된다. KR 시방서는 궤도시스템의 전기저항을 최소 3 Ω.km로 규정한다. 이는 침목 1정당 5 kΩ의 저항값에 해당한다 (침목 간격 0.60m

*정회원□한국철도시설공단 부장□고려대학교 건축 사회 환경공학과 박사과정□공학석사□E-mail: ktx2136@nate.com -발표자

**정회원 □고려대학교 건축 사회 환경공학과 박사과정 □ 공학석사 □ E-mail: zamsin97@korea.ac.kr

***정회원□한국철도기술공사 궤도본부장

****정회원□ 고려대학교 건축 사회 환경공학과 교수 □ 공학박사 □ E-mail: yikang@korea.ac.kr

기준). CEN 규격에 (침목간격 0.60m 기준) 포함된 본 요구값은 신호체계에서 가장 일반적인 요구 조건이다. 침목 간격 0.65 m의 체결시스템의 경우 요구조건은 레일체결구당 최소 4.61 kΩ로 규정 한다.

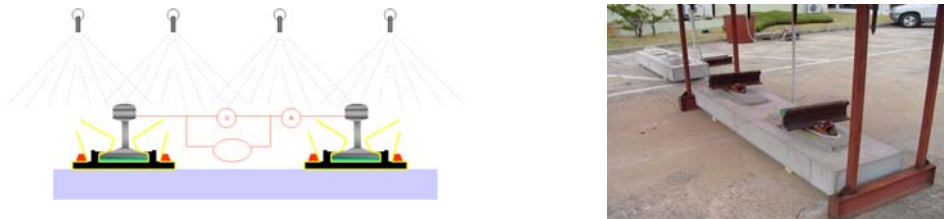


그림 1. 전기저항 시험장치 및 시험예

표 1. 레일체결장치 성능시험 결과

Vossloh (System300)			공단 체결장치 성능 시방 기준	Pandrol(SFC)		
자체시험 (뮌헨공대) 2006. 12.	한국기계 연구원 (KIMM) 2005. 7.	자체시험 (뮌헨공대) 2004.12.		자체시험 (Pandrol 연구개발실) 2004.12.	한국기계연 구원 (KIMM) 2005. 7.	프랑스국철 시험소 (SNCF) 2006. 7.
8.73 kΩ (13.43Ω□km)	14.70 kΩ (22.62Ω□km)	5.28 kΩ (8.12Ω□km)	최소 3Ω□km 이상 4.62kΩ이상 (침목간격0.65m에 단일 침목당 최소절연)	55.59 kΩ (85.52Ω□km)	31.95 kΩ (49.15Ω□km)	34.60 kΩ (53.23Ω□km)

2.2 1단계구간(서울~대구간) 궤도시험부설(주박기지)

장대터널 및 광명역구내에 부설되는 콘크리트궤도에 설치된 철근이 신호시스템(궤도회로)에 미치는 영향을 분석하여 열차제어시스템에 지장이 없도록 배근을 조정하여 최적의 시스템을 구축하기 위한 사전 검증시험을 하였다.



그림 2. 배근 및 궤광조립

표 2. 시험결과

시험궤도	궤도회로 길이	ITL	JES간격	시험결과	비 고
1안	500m	동작불능	20.40m	부적합	역사구간
2안	800m	“	20.80m	부적합	“
3안	800m	정상동작	20.15m	궤도회로길이조정	“
4안	1,500m	“	19.50m	적 합	“
5안	1,500m	“	19.50m	적 합	본선구간

4안 : 상부 중·횡철근 절연 및 종철근을 10m 간격으로 절단, 하부 종철근을 10m 간격으로 절단 , 하부 횡철근의 중앙부를 절단후 시험

5안 : 하부철근 제거,상부 중·횡철근을 절연하고 종철근을 10m 간격으로 절단후 시험

2.3 2단계 구간(대구~경주~부산간) 궤도시험부설(독일)

경부고속철도의 궤도구조는 Rheda2000 콘크리트궤도구조 형식으로서 도상콘크리트내에 많은 철근을 배치하고 있는 구조형식이며, 신호시스템은 프랑스 고속철도에서 적용하고 있는 TGV430시스템으로서 이들 간의 궤도회로 간섭여부를 사전 검토 및 필요시 검증하여 운용시 신호장애를 일으키지 않도록 철저히 대비하기 위하여 독일현지에서 프랑스 기술진의 입회하에 시험을 실시하여 그 결과를 궤도설계에 반영하였다.



그림3. 독일 PFLEIDERER공장내에 부설한 신호분야 인터페이스 검증시험전경

2.4 현장 부설시험

고속열차의 안전운행을 위한 콘크리트도상의 전기절연성 확인 및 신호 인터페이스 검증 및 도출된 문제점에 대한 대책 수립하고 완벽한 콘크리트 궤도시설물을 구축하기 위하여 시험을 하였다.

가. 시험위치

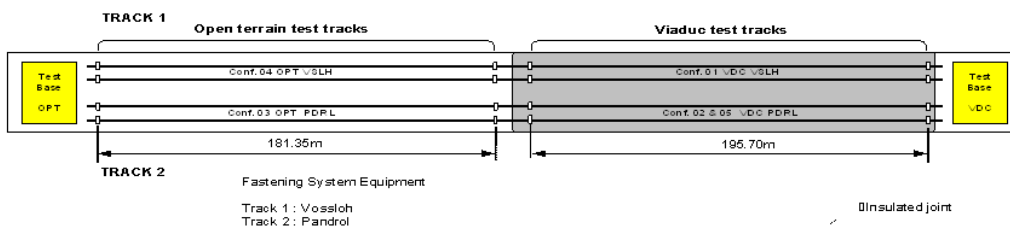
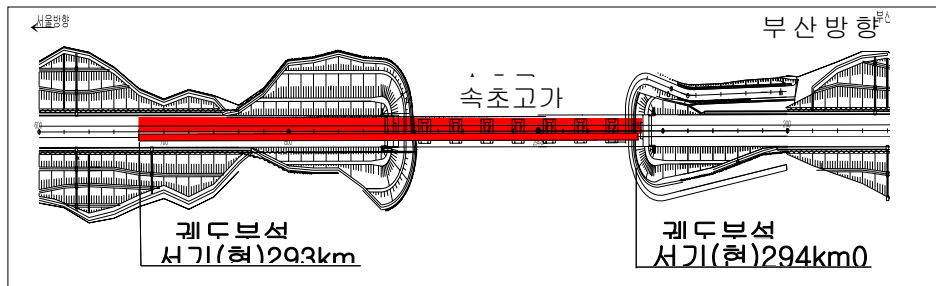
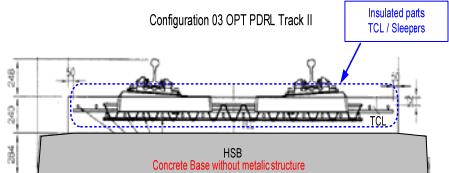


그림4. 경부고속철도 시험궤도부설 현장위치

나. 검증방법

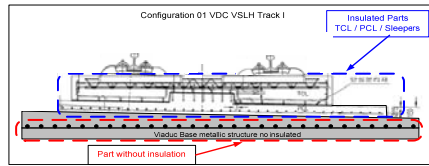
검증구간을 레일체결장치 타입별, 구조물별로 4개 구역으로 설정하여 신호검증을 시행하였다.

▶ 도상콘크리트층(TCL) : 절연



<토공부 Vossloh 및 Pandrol 레일체결구 구간 >

▶ 교량보호콘크리트층(PCL) 절연 및 무절연, 도상콘크리트층(TCL) 절연



<교량부 Vossloh 및 Pandrol 레일체결구 구간>

그림5. 시험부설현장 및 절연개소

다. 검증결과

표 3. 궤도회로 길이

구분	구조물	체결구	철근절연여부		JES 간격	궤도회로 길이 (3Ω □km)	비고
			PCL	TCL			
1	교량	보슬로	○	○	20.40m	1,350	
2	교량	팬드롤	×	×	22.20m	900	
3	토공	보슬로	-	○	19.20m	1,400	
4	토공	팬드롤	-	○	19.20m	1,400	
5	교량	팬드롤	○	○	21.00m	1,350	

궤

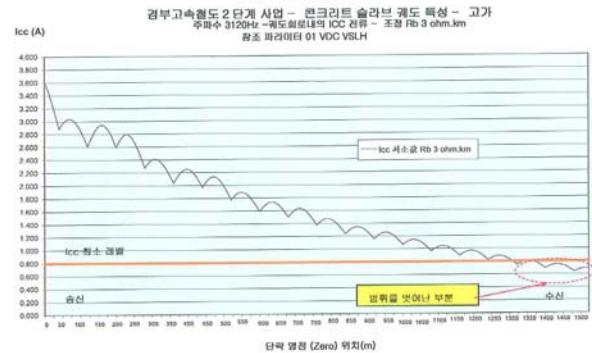
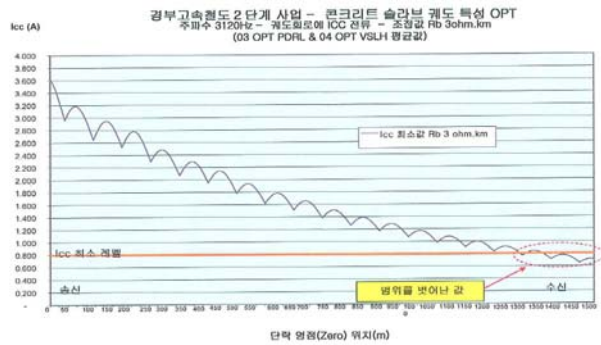
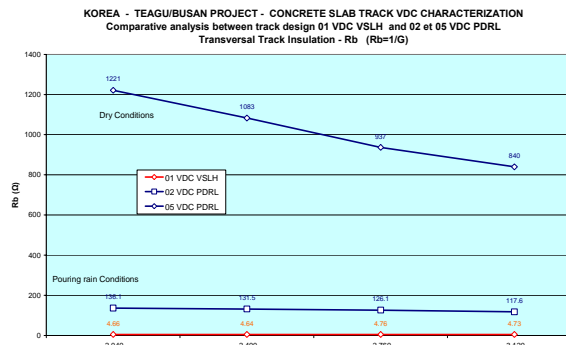


그림6. 결과그래프

라. 분석 및 기준값 제시

KR 지방서는 궤도시스템의 전기저항을 최소 3 Ω.km로 규정으로 한 경우 표준 궤도회로 길이인 1,500m에 미치지 못하므로 최소 8 Ω.km으로 하여 시뮬레이션하면 다음과 같으며 교량구간의 궤도구조는 복잡하고 보강철근이 많이 사용되므로 구조안전성 및 시공성등을 고려하여 TCL,PCL철근에 대하여는 절연하지 않는 시험방법 2로 하는 것이 타당하다.

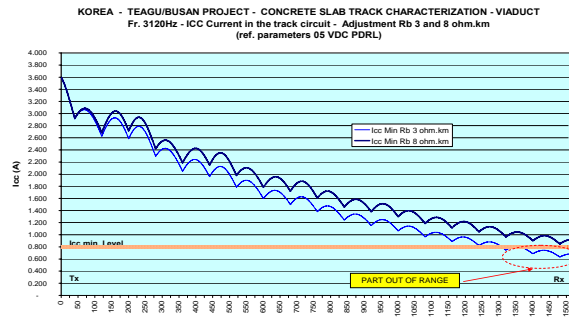
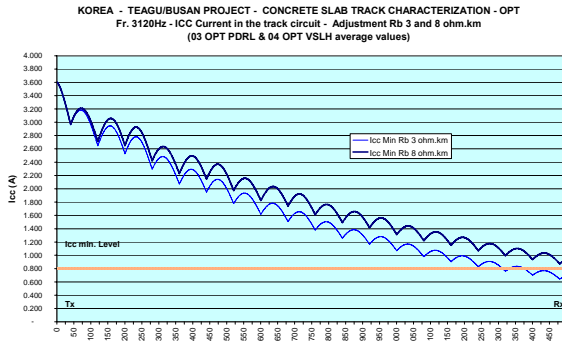


그림7. 최소절연값 8 Ω.km의 결과그래프

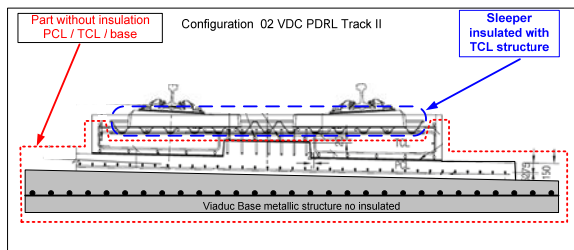


그림8. TCL,PCL무절연과 PCL 절연

표 4. 최소절연값 8 Ω.km시 궤도회로길이

	Test Track Configurations	Rb 8Ω.km	Rb 3Ω.km	JES Length
Open Terrain	03 OPT PDRL	1,500m	1,400m	19.20m
	04 OPT VSLH			
Viaduct	01 VDC VSLH	1,500m	1,350m	20.40m
	02 VDC PDRL	1,000m	900m	22.20m
	05 VDC PDRL	1,500m	1,350m	21.00m

3. 결 론

고속열차의 속도제어를 위하여 궤도회로 길이는 1,500m 이상 확보가 필요하므로 토공구간은 상부철근만 절연하고 교량구간은 상부철근은 절연하고 하부철근은 절연이 필요하지 않은 것으로 분석되었으나 팬드롤 레일체결구의 경우 93.8Ω.km(우천시)의 절연값을 보유하고 있어 토공 및 교량구간에서 상부철근에 무절연하여도 문제가 없을 것으로 판단된다.

슬래브궤도,직결궤도등의 궤도구조는 구조안정성향상을 위하여 보강철근이 많이 사용되는 구조이므로 궤도 및 토목구조물과 적용성이 좋은 신호시스템개발이 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2008년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 국가지정연구실사업으로 수행된 연구임 (ROA-2005-000-10119-0).

참고문헌

1. KHRC 체결구 성능시방서(2002. 4. 19) 2554/APA/KR/164-02/FL
2. KIMM(한국기계기술연구원)이 발행한 No. BS1765-1180에 대한 시험결과 보고서(2005.5.)
3. KHRC 체결구 성능시방서(2002. 4. 19) 2554/APA/KR/164-02/FL에 따른 Pandrol 시스템 No. 12408의 인증시험에 관한 SNCF 보고서(2006년 7월 7일자)
4. 궤도/신호 인터페이스 검증 궤도부설 보고서(2007년 10월)