

철도 건설선 분야별 인터페이스 관리의 필요성

The need for interface management by railway construction new lines

유향복*†, 최태수*, 강대열*, 전광주*, 우철식*, 권순호*, 정준호*

Hyang-Bok Ryoo*†, Tae-Su Choi*, Dae-Yeol Kang*, Kwang-Joo Jeon*,
Cheol-Sik Woo*, Soon-Ho Kwon*, Joon-Ho Jeong*

Abstract Construction of railways is divided into creating new lines and improving existing lines. Recently, the construction of new line has been built at 200km/h or more to allow for the high-speed type trains to drive. The high-speed railway is installed and operated up to 350km/h, 400km/h in the 300km/h class. The interface by field in the new construction line can be said to be a series of procedures and a process of construction for ensuring safety which is advantage of railway.

In order to properly arrange and install the electricity, signals and communication equipment necessary for train operation, the field-specific interface is required in the process of civil design and construction. It is necessary to proceed to establish a stable electrical field system to derive the appropriate management methods and improvement points of railway construction lines in the future by examining the case of civil construction electrical equipment interfaces in open projects or under construction projects

Keywords : Interface, Railway construction line, Civil construction, Electrical field system

초 록 철도의 건설은 새로운 노선을 만드는 것과 기존의 노선을 개량하는 것으로 구분하고 있다. 최근 신규 노선의 건설 기조는 준고속형 열차를 운행할 수 있도록 200km/h 이상으로 건설되고 있다. 고속철도는 300km/h급과 350, 400km/h까지 설치 운영되고 있다. 신규 건설선에서의 분야별 인터페이스는 철도의 장점인 안전을 확보하기 위한 일련의 절차와 공사시행의 과정이라 할 수 있다. 열차운행에 필요한 전기, 신호, 통신설비의 적절한 배치와 시공을 위하여 선행공정인 노반의 설계와 공사 진행중에 분야별 인터페이스가 필요하게 된다. 그 동안 개통되었거나 공사 진행중인 사업에서의 토목시공 전기설비 인터페이스 사례를 검토하여 향후 철도 건설선의 적절한 관리방안과 개선점을 도출하여 안정적인 전기분야 시스템 구축이 가능하도록 추진 할 필요가 있다.

주요어 : 인터페이스, 철도건설선, 토목시공, 전기설비

1. 배경

우리나라 철도는 경부고속철도의 도입을 계기로 안전설비가 대폭 강화되었으며, 2000년대부터 급속하게 진행된 전철화 및 전철사업으로 각 분야간 설비의 인터페이스 관리가 중요하게 거론되었다. 토목시공 전기설비의 중요성이 인식되지 않았을 당시에는 토목분야가 노반을 조성한 이후 전기분야가 관로구성과 각종 시설물 설치를 위하여 노반을 다시 터파기하는 공사 프로세스를 이루고 있었다. 철도사업 추진의 관리기준공정표(IPS: Intergrated Project Schedule)가 정의되지 않았고 분야별로 인터페이스 관리의 필요성을 인식하지 않았다.

그러나 고속철도의 도입과 함께 선로변에 많은 전기, 신호, 통신설비가 설치되고 노반의 형식변화, 노반강도가 증가되는 여건에서 후속공정인 전기분야가 완성된 노반을 터파기하고

† 교신저자: 한국철도시설공단 호남본부
(ryoohb@kr.or.kr)

* 한국철도시설공단 호남본부

마무리하는 과정에서 많은 문제가 발생하였다. 노반의 장기적인 국부침하, 우기철 노반 유실 등 심각한 문제에 대하여 원천적으로 해결하고자 “토목시공 전기설비”에 대한 시공표준을 마련하였으나 실제 현장에서 시공되는 현상은 많은 오류를 내포하고 있다. 본 논문에서는 이러한 현장사례를 점검 분석하여 신규 노선에서는 시공 오류를 줄여나가도록 설계단계부터 관리토록 하는 등 개선이 필요한 내용을 간략하게 정리하여 제시하고자 한다.

2. 철도 건설선의 주요 인터페이스 항목

2.1 토목시공 전기설비

2.1.1 매설접지선 및 구조체접지

철도 건설에서 공통접지망은 각종 연구와 측정 결과[1,2], UIC 등 국제기준, 이미 개통된 노선에서의 효과를 볼 때 매우 중요한 설비임이 입증되었다. 이 공통접지망에서 핵심설비는 지중에 포설되는 매설접지선(Cu35mm)과 토목 구조체접지(인출단자 포함)로 볼 수 있다. 이 설비는 토목 시공단계에서 설치되지 않을 경우 후속공정에서 완성된 노반을 줄파기(깊이 750~1100mm)하여 설치하여야 하는 문제가 있다. 이러한 공정추진은 사업비의 매몰비용 발생은 물론 궁극적으로 되메우기의 부실로 인한 노반의 국부침하 및 유실로 인하여 열차운행의 안전을 확보할 수 없게 된다. 또한 토목의 구조체는 내부 철근을 공통접지망에서 유용하게 활용할 수 있는 접지로 알려지고 있다.

최근 노선의 직선화로 인하여 터널이나 교량이 많은 부분을 차지하고 있어 공통접지망에서 등전위를 위하여는 구조체 접지의 연계가 필요하게 된다. 특히 장대 교량의 경우 구조체 접지가 생략되었을 때 전차선로 지락사고 시 교량 구간에서 국부적인 전위상승이 발생하여 유지보수자의 안전을 위협할 수 있기 때문에 반드시 완전한 구조물접지가 요구된다.

토목분야에서 설계 시 반영하여야 할 토목시공 전기설비 현황은 한국철도시설공단 P-설계관리-07(설계 인터페이스 관리[3])에서 [표1]과 같이 정의하여 관리하고 있다.

[표 1. 인터페이스 식별 레벨 2 (접지선 관련)]

구분	주요식별사항	인터페이스 항목
BC 노반- 전차선	BC-02 토공 전기설비	접지설치 검토 (BC-02.01/BC-03.02/BC-04.02) 노반/전차선분야 설계 및 시공범위 검토 (BC-02.02/BC-03.04/BC-04.04)
	BC-03 교량 전기설비	
	BC-04 터널 전기설비	

※ 비전철 구간 인터페이스 협의 전력 시행

[표1]과 같이 접지에 관련한 인터페이스 항목은 노반-전차선 분야의 협의항목으로 적절하게 관리되고 있음을 볼 수 있다. 그러나 이러한 절차가 정립된 상태에서도 일부 시설들이 정확하게 시공되지 못하는 경우는 “토목시공 전기설비”의 시공기준 개정내용이 토목설계사에 공유되지 못하였거나, 기준개정 전 토목 시공이 먼저 시작된 경우로 판단된다.

2.1.2 공동관로 및 횡단전선관

철도 안전운행 확보를 위한 안전시설의 확충으로 전기, 신호, 통신설비가 선로상에 많이 설치되게 된다. 또한 “철도시설의 건설기준”에 따라 배전, 통신선로는 예비선로를 필요로 하게 되며 상하선 분리 시공의 기준도 준수하여야 한다.

이러한 시설들을 후속공정에서 설치하기 위하여 노반분야 공사 시행중에 공동관로를 설치하게 되는 것이며, 그 필요성은 2.1.1에서 언급한 것과 같이 매몰 및 추가비용 발생의 예방, 노반 보호, 토목구조물 내 매입여건 등을 감안할 때 반드시 노반 조성시 진행되어야 하는 공종이다.

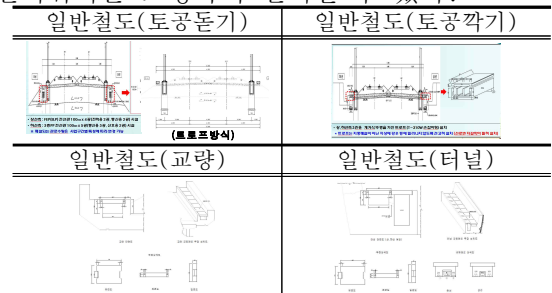
공동관로의 토목설계시 관리항목은 P-설계관리-07(설계 인터페이스 관리)에서 [표2]와 같이 정의하고 시공표준은 [그림1]과 같다.

[표 2. 인터페이스 식별 레벨 2 (공동관로 관련)]

구분	주요식별사항	인터페이스 항목
BE 노반- 전력	BE-01 토공 전력설비 BE-02 교량 전력설비 BE-03 터널 전력설비	전기설비 설치검토 (BE-01.01/BE-02.01/BE-03.01)
		노반/전기분야 설계 및 시공범위 검토 (BE-01.02/BE-02.03)
		교량 폭원 검토 (BE-02.02)
		핸드홀 설치여부 협의 (BE-03.02) 터널 전기설비(방재포함)중부여부 확인 (BE-03.03)
BS 노반- 신호	BS-01 노반 설계	BS-01.01 신호설비 검토
BI 노반- 통신	BI-01 노반 설계	BI-01.01 통신설비 검토

횡단전선관은 공동관로와 병행하여 상선 또는 하선에 설치되어야 할 주요 설비들의 전선로나 통신, 신호회선을 연결하도록 하는 횡단전선관을 말한다. 횡단전선관은 단선과 복선에 따라 필요한 개소가 다르게 적용될 수 있으며, 이들의 위치는 전기, 통신, 신호분야에서 지정하여 노반 시공사에 제공을 하게 된다.

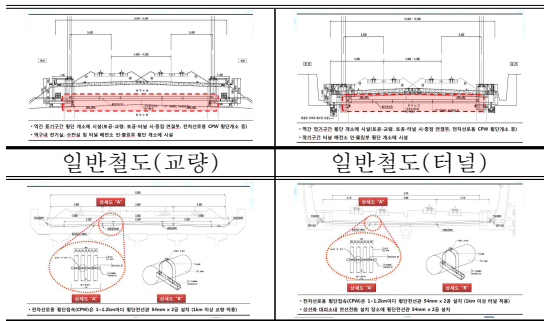
횡단전선관은 변전설비, 신호기계실, 변압기굴, 기재갱, 신호기, 접지형단, 기타 필요한 개소들에 위치하게 된다. 시공표준은 [그림2]와 같이 정하고 있으며 사업의 특성에 따라 탄력적으로 설치위치를 조정하여 설치할 수 있다.



* 토공 돌기구간은 지중관로와 트로프방식 병행

[그림 1. 전선관로 시공표준도[4]]

일반철도(토공돌기)	일반철도(토공각기)
------------	------------



[그림 2. 횡단전선관의 시공표준도]

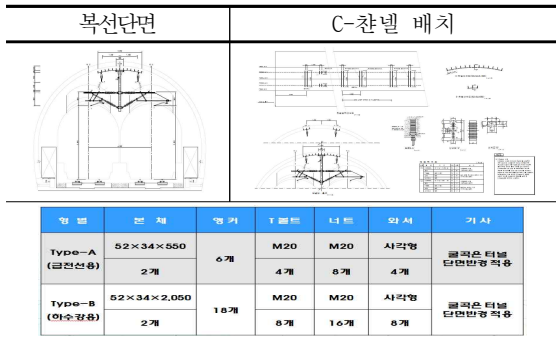
2.1.3 C-채널

C-채널은 신규 노선에서 터널내 라이닝 시공시에 매입시키는 방식의 전차선로 사용 시설물로 전차선로에서 전기차량이 정상적인 집전을 하고, 전차선로와 구조물간 전기적인 이격거리를 확보할 수 있도록 하는 중요한 설비이다. C-채널의 토목설계시 관리항목은 P-설계관리-07(설계 인터페이스 관리)에서 [표3]과 같이 정의하고 있다.

[표 3. 인터페이스 식별 레벨 2 (C-채널 관련)]

구분	주요식별사항	인터페이스 항목
BC 노반-전차선	BC-04 터널 전기설비	전차선설비 설치 검토 (BC-04.01) 전차선로 높이 검토 (BC-04.03) 노반/전차선분야 설계 및 시공범위 검토 (BC-04.04)

C-채널은 시공 당시에 위치 선정 잘못이나 변형된 상태로 라이닝이 완료되면 전차선로 분야에서 활용하기가 곤란하며, 별도의 앵커볼트 시공을 하게 된다. 이러한 경우 라이닝의 국부적인 손상이 올 수도 있으며 전차선로공사의 기간 연장, 매물 및 추가비용이 발생하게 된다. 시공표준은 [그림2]와 같이 정하고 있으며 곡선 반경과 터널의 내공 단면에 따라 탄력적으로 형식을 조정하여 설치할 수 있다.



[그림 2. C-채널의 시공표준도 및 종류[5]]

2.2 토목시공 전기설비 시공사례

2.2.1 전철주기초

일반철도에서 전철주기초를 토목에서 시공하게 된 것은 철도청 당시 중앙선 덕소~원주 복선

전철에서 처음 적용되었다. 경부선 수원~천안 2복선 전철사업은 전기분야에서 노반 구조물에 앵커볼트를 시공하는 방식으로 진행되었다. 2006년 토목시공 전기설비 표준도가 제정되면서 진행중이었던 토목공사에 반영되었으나 여러 가지 문제가 발생되었다. 최근의 사례를 보면 전철주의 앵커볼트는 거의 반영구적이야 하는 특성상 아연도금이 필수적이거나 전기도금으로 시공, 앵커볼트의 노출길이와 수량에 대한 다양한 시공, 앵커볼트고정판의 매입에 대한 적용 오류 등 각 현장과 설계사마다 다르게 적용되고 있다. [그림3]에서 위 문제에 대한 시공현황을 보여주고 있다

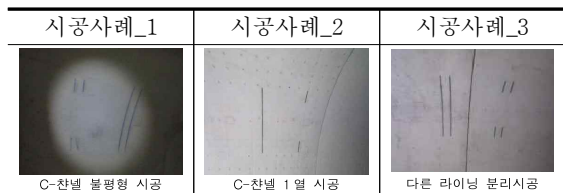


[그림 3. 전철주기초 시공현황]

위와 같이 시공된 개소에 대하여는 상온아연도금처리, 칩핑(Chipping) 작업 등 정상적인 전차선로 시설물 설치를 위한 별도의 보완공사가 진행된다.

2.2.2 C-채널

현재 비전철과 전철구간으로 시공된 현황을 조사한 결과 [그림4]와 같이 일부 잘못 설치된 곳이 있으며, 사례의 공사 구간은 복선에서 단선으로 변경되는 과정등에서 분야별 인터페이스 협의의 오류에 의한 것으로 분석되었다.



[그림 4. C-채널 시공현황]

위와 같이 시공된 개소는 전철화 설계시 별도의 앵커볼트 시공으로 전차선로 시설물 설치에는 문제가 없도록 조치하게 된다.

2.2.3 문제점 및 원인분석

최근에 개통되었거나 진행중인 노선에서의 토목시공 전기설비 현황을 조사하여 문제점에 대하여 분석하였다.

1) 매설접지선

[표1]에서 인터페이스 항목으로 관리되는

매설접지선은 대체적으로 양호하게 시공되는 것으로 조사되었다. 다만, 교량구간에서 각각의 교각별로 구조체 접지를 하도록 하였으나 전철주 위치에만 시공된 사례가 있었다. 이러한 문제는 “토목시공 전기설비”의 시공기준 개정내용이 토목설계사에 공유되지 못하였거나, 기준개정 전 토목 시공이 먼저 시작된 경우로 분석되었다.

2) 공동관로와 횡단전선관

공동관로와 횡단전선관(맨홀 등 포함)은 진행 중인 모든 사업의 토목분야에 반영되어 시공되고 있으며, 전철-비전철의 노선 성격에 따라 구조물내 공동관로의 크기 적용이 일부 다르게 적용되었다.

3) C-찬벨

C-찬벨은 터널에서 전차선로 지지물 설치에 필수적이거나 일부 구간에서 C-찬벨의 용도를 이해하지 못하고 정밀도가 떨어지는 시공이 이루어진 곳이 있다. 이러한 문제는 전기분야와 토목 시공분야간 정보의 교류가 부족했던 것으로 분석되었다.

4. 결 론

새로운 노선으로 건설되는 철도의 경우 전기 시스템의 안전확보와 시공성 향상, 공사비의 추가발생 방지를 위하여 토목시공 전기설비의 중요성이 인식되고 있다. 전기분야에서는 앞에서 언급한 문제점을 해소하기 위하여 시공 표준의 해설서[6]를 제작하여 교육을 시행하고 토목분야에 자료를 공유하는 조치를 취하였다. 이러한 일련의 노력들과 함께 확고한 시공 신뢰성 향상을 위하여 다음과 같이 개선방안을 제안하고자 한다.

- 1) 노반 설계시 전기분야 참여 및 토목시공 전기설비 설계심사 별도 시행
- 2) 노반분야 시공사 선정시 토목시공 전기설비 교육시행으로 설비 이해도 증진 (현장 실무자 교육 필수)
- 3) 토목시공 전기설비 시공 전 전기분야 사전 협의 및 승인요건을 강화하여 문제발생 최소화(승인 검토시 위원회 등 시행)

참고문헌

- [1] 한국철도시설공단(2014), 철도선로변 원거리 급속체의 접지설비 설계기준 정립연구, PP 49~78
- [2] 한국철도시설공단(2012), 철도선로 특성에 적합한 공용접지방식 연구, PP 15~101
- [3] 한국철도시설공단(2017) 설계 페이스 관리(P-설계관리-07), 첨부 2
- [4] 한국철도시설공단(2017) KR SD E_04090 토목시공 전기설비(Rev.2), pp.70, 76~77.
- [5] 한국철도시설공단(2017) KR SD E_04090 토목시공 전기설비(Rev.2), pp.124~125.
- [6] 한국철도시설공단(2018) 토목시공 전기설비 해설서