

# 전기철도 시스템에서의 터널, 교량구간 접지방안 연구

## A Study on the Electric Railroad Grounding System of Tunnels and Bridges

윤응규\*, 오광해\*\*, 오기봉\*\*\*  
Youn, Eung-kyu, Oh, Kwang hae, Oh, Ki-Bong,

---

### Abstract

This paper presents a standard grounding scheme for bridge and tunnel areas where earthing wires cannot be easily buried. Specially, a new grounding method in which structure grounding devices are used shows good grounding effects like the earthing-wire grounding scheme. The proposed method can be a measure for equal potential in case earthing cables are disconnected.

---

### 1. 서론

전기철도의 전기설비에서 고장은 필연적으로 일어나는 것이며, 특히 지락고장이 발생하면 고장전류가 대지로 흘러가게 되어 전기설비의 내부 및 주변에 전위차가 발생하고, 전차선의 전압에 의해 정전계 현상이 발생되므로 인체의 안전이나 설비의 절연에 위험을 초래하게 된다. 더욱이 최근에 전기차량의 출력 증가로 전력사용의 수요가 급속하게 증가함에 따라 고장 용량도 증가하고 상대적으로 고장전류에 의한 대지전위의 상승이 커져서 인체의 안전이나 설비의 절연 등에 미치는 위험도 커지고 있는 실정이다. 이러한 위험에 대비하기 위한 것이 전기설비의 접지시스템이다. 그런데 전기철도와 같이 다수의 접지계통이 존재하는 경우에는 각각 독립적으로 접지공사를 하는데도 불구하고 대지공유로 인한 크고 작은 상호간섭이 발생하는 경우가 다수 존재하여 효율적인 접지효과를 기대하기 어렵고 타 계통설비에 영향을 주어 기기의 오동작을 유발시키거나 소손시켜 설비의 신뢰성을 약화시키는 문제점이 있어 대지전위상승을 최소화할 수 있는 방안으로 매설접지방식을 채택하고 있다.

---

\* 서울산업대 철도기술대학원, 정회원, 02-3780-5203, ykkek@korea.com

\*\* , 한국철도기술연구원, 철도전력연구팀, 선임연구원, 공학박사, 031-461-8531(교188),khdh@krii.re.kr

\*\*\* 서울산업대, 전기공학과 교수, 공학박사

본 연구는 전기철도 급전시스템의 접지표준인 매설접지방식과 매설접지를 적용하기 곤란한 기설 교량이나 터널구간의 구조체 접지적용방안에 대하여 주안점을 두고 검토하였다.

## 2. 교량개소 매설접지 방안

### 2.1 교량구간 시공방법

#### 2.1.1 신설 교량구간

전철주가 위치한 교각마다 절연접지선(GV80mm<sup>2</sup>)으로 접지를 한다. 교각접지 간격은 50m가 넘지 않아야 하고 매설접지선을 교량상판 내부에 매설하는 경우는 교각접지와 접속하고 전철주에 접속할 수 있도록 리드선과 터미널처리를 하여야 한다. 부득이한 경우 신설교량의 길이 L=500m 미만일 때 기존 교량구간 시공방법에 준하여 시공할 경우 교각접지를 생략할 수 있다. 시공상 부득이한 경우로 매설접지선을 교량상판 내부에 매설하기 어려운 경우 Bonding Line(GV38mm<sup>2</sup>)을 설치하여 토목분야에서 시공한 교각접지선과 접속시키며, 교량공사에서 매설접지선과 교각접지선 시공시 확인을 하여야 한다

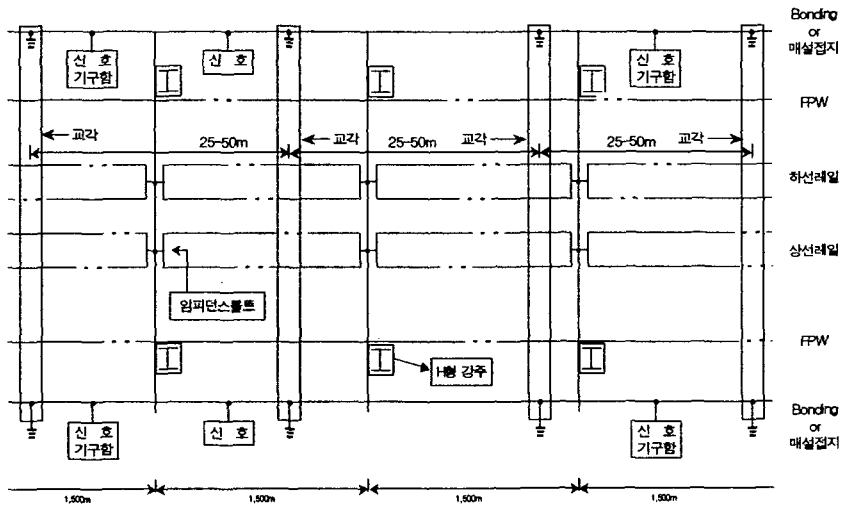


그림1. 교량접지 표준도



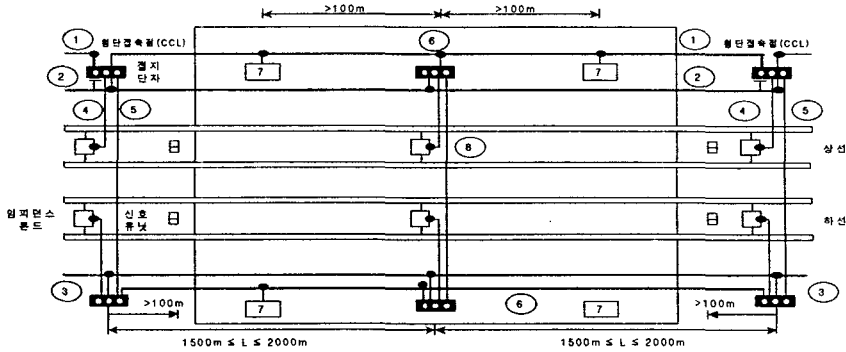


그림3. 교량구간 접지방 구성도(1000m 이상)

### 3. 터널구간 시공방법

#### 3.1 신설터널 매설접지선 시공방법

그림 4와 같이 터널 입·출구 5m 지점의 RL면상 750mm 위치 양쪽과 250m마다 터널 내부에 포설된 매설접지선(Cu38mm<sup>2</sup>)으로부터 절연접지선(GV80mm<sup>2</sup>)을 분기 인출하여 동계 터미널을 설치하여 시공한다

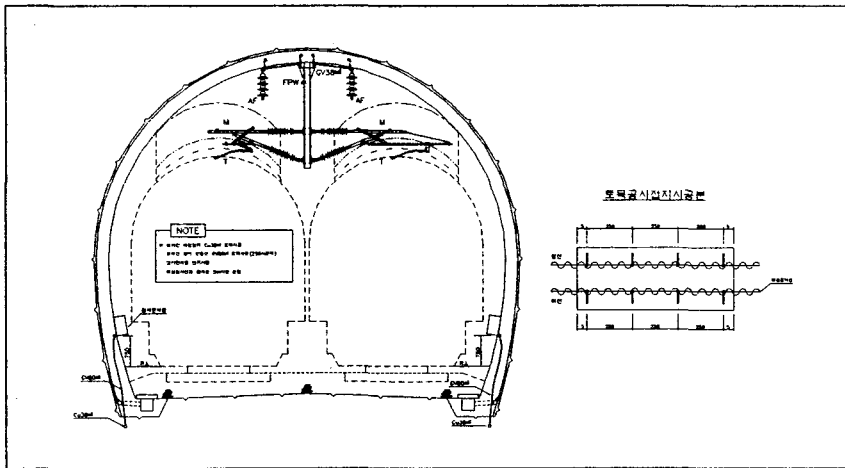


그림4. 터널개소 접지시공도

#### 3.2 신설터널 횡단접속선 시공방법

터널길이 L=1000m 미만인 경우 터널 출입구 양단의 임피던스본드 근처에서 횡단접속선(GV80mm<sup>2</sup>)을 시공하여야 하며, 터널길이 L=1000m를 초과하는 경우 터널의 입·출구 및1.5~2.0km마다 임피던스본드 근처에서 횡단접속선(GV80mm<sup>2</sup>)을 시공하여야 한다. 단, 변전소와 터널간의 거리가 10km 이내인 경우에는 1.0~1.2km로 단축하여 횡단접속선을 시공한다

### 3.3. 기존 터널구간 시공방법

기존 교량구간 시공방법에 준하여 시공한다.

#### 4. 터널, 교량구간의 매설접지 보안을 위한 구조체 접지방식

현재 터널이나 교량의 길이가 1000m 미만인 경우 터널 출입구 양단이나 교량 시작지점의 임피던스본드 근처에서 횡단접속선(GV80mm)을 시공하며, 터널길이가 1000m 이상인 경우에는 터널 입·출구 및 1.5~2.0km마다 임피던스본드 근처에서 횡단접속선(GV80mm)을 시공하고 있다. 그런데 터널 밖의 매설접지선은 그림5와 같이 대지를 서로 공유하므로 등전위가 되어 사고 시 지락전류는 매설접지선을 통해 바로 귀환된다. 그러나 터널 내에서는 절연접지선이 그림6과 같이 터널벽면에 부가해서 시설하므로 사고시 지락전류는 PC침목 또는 자갈 등에 의해 전류의 흐름이 방해받을 수 있다. 따라서 일정간격으로 대지와 절연접지선을 연결해 준다면 지락전류를 바로 귀환될 수 있어, 절연접지선이나 횡단접속선 단선 시 기기나 인체에 미치는 영향을 최소화 할 수 있으리라 본다. 기 시공된 터널구간은 접지시공이 곤란하므로 도전성콘크리트를 활용한 접지를 활용하면 충분한 접지 저항치를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 계절변동, 온도, 부식 등에도 거의 영향을 받지 않고 매설접지선과 같은 효과를 유지할 수 있다.

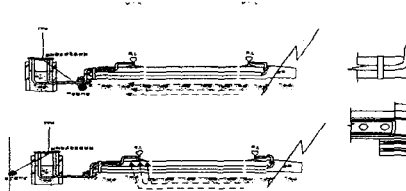


그림5. 일반개소

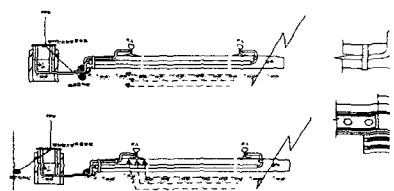


그림6. 터널개소

#### 4.1 터널개소

신간선 터널 기재갱에 설치하는 LCX용 계기용 합체 및 LCX 조가선용 접지에 말코나이트 도전콘크리트에 의한 구조체 접지를 채용 시공하였다. 폭 30cm 깊이 5cm 정도 파내고 매설 시공하는 것으로 하였다. 시공장소로서는 기재갱측벽, 통로상, 닥트내등을 생각할 수 있지만 열차진동에 의한 떨어짐, 작업안전등을 고려하여 바닥면을 파내는 방법을 사용하였다. 이 매설구내에 앞의 예와 마찬가지로 도전콘크리트를 타설하고 상면에 보호 몰탈을 포설하여 상면의 높이까지 평탄하게 끝손질하였다. 이와 같이 바닥면에 홈을 파고 그 안에 도전콘크리트전극을 시공하는 것이 가장 이상적인 방법이고 접지저항도 꽤 낮은 값이 얻어지는 공법이다. 이상의 공법에서 알 수 있는 바와 같이 도전콘크리트에 의한 구조체 접지전극은 비교적 간단한 시공방법으로 게다가 낮은 접지저항이 얻어지는 공법이다. 특히 지하 역이나 터널과 같은 큰 지중 구조체에 있어서는 주위의 대지저항률이 높아도 넓은 면적에서 대지와 접촉하여 있기 때문에 대단히 낮은 저항치 값이므로 구조체를 접지극으로써 이용하는 것은 매우 경제적이고 또한 효과적인 방법이라 말할 수 있다.

## 4.2 교량개소

시험선 신설공사(철도건설공단시공)의 고가교(높이 10~20m)상에 설치되는 신호용기구상에 시설하는 접지설비를 고가아래 용지내에 시공하는 것은 여러 가지 문제가 있기 때문에 고가상에서 구조체접지를 이용하는 것으로 하였다. 그러나 고가상 스투브면에서의 접지공사의 실적이 적었으므로 구조체 접지를 확인하는 의미에서 다음과 같은 실험을 하였다.

설치예정개소 부근의 스투브상에 말코나이트 도전콘크리트를 폭 30cm 길이 3m에 두께를 평균 2cm 정도 되게끔 포설하였다. 접지선으로서는 15mm<sup>2</sup> 동연선을 매입하였다.

도전콘크리트 전극은 시공후 위에다 보호몰탈을 타설하여 방호하지만 이번에는 도전콘크리트 그대로 15일간 완전하게 건조시킨 후 재차 접지저항을 측정하고 다른 금속물과도 비교를 하였다. 이 측정에서는 대지 비저항계를 사용하고 보조전극의 간격은 80m(C극) 40m(P극)으로 하고 측정전압은 600V로 측정하였다. 표중 15일후의 측정치가 낮은 것은 전일 강우로 인해 대지저항률이 저하한 때문이다. 참고로 실험장소 부근은 해안매립지로 대지저항률  $\rho$ 는 길이 5m 부근에서 15[ $\Omega \cdot m$ ]정도의 저저항률 지대이다. 길이3m, 2m, 1m인 때의 접지저항을 측정한 값을 표2에 나타내었다. 이 결과 시험선 고가교상의 신호기구 접지에 구조체 접지가 채용(採用) 시공하였다.

표2. 접지저항치 측정값

길이	3m	2m	1m
저항[ $\Omega$ ]	12	15.5	24.8

위와 같이 도전성 콘크리트의 시공예를 볼 때 접지저항치는 기준치에 도달하는곳으로 생각된다

## 5. 결론

현재 철도청에서는 1km이상의 터널이나 교양개소는 절연접지선(GV80mm<sup>2</sup>)을 매설접지선 대응으로 시공하고 횡단접속선을 이용하여 접지저항치를 줄이는 것을 표준으로 하고있으나 터널이나 교양개소에는 1.5km ~ 2km마다 있는 횡단접속선을 고속철도시험선이나 신간선의 시공 예와 같이 부분적으로 도전성 콘크리트로 구조체 접지를 하여 대지와 절연접지선과 동전위를 구성한다면 매설접지효과를 그대로 유지할 수 있고, 절연접지선 및 횡단접속선 단선시에도 자체로 접지저항치를 유지하여 기기보호 및 원활한 귀환전류의 흐름을 만들 수 있다고 본다.

### [참고문헌]

1. 교류전기철도 접지시스템연구 (2001. 12 철도기술연구원)
2. 高橋健彦 著 / 金聖模, 李炯秀(1997) 共譯, 접지기술입문(東逸出版社),
3. 최창률(1991), 봉상-선상전극의 병용접지공법에 따른 접지저항 최적화에 관한 연구, 연세대학교 산업대학원 석사학위논문
4. 장동일(1999) 고속철도구조체접지, 충북대학교 산업대학원 석사학위논문
5. 高橋健彦 著 / 李鳳容 監修, 李炯秀(1993) 譯, 접지설계입문(東逸出版社)
6. H Puntis, "Design of Earthing and Bonding Systems for 25kV A.C. Electrified Lines", RailTrack PLC, RT/E/S/21085 ISSUE I, ppl~35, 1998. 8. 6.

7. N. Nedelchev, "Influence of Earth Connection on the Operation of Railway Track Circuit" IEE Proc-Electr. Power Appl. vol. 144, No. 3, p215~219, 1997.3