

전차선로에서 보호선 설치 위치변경에 따른 효과 검토

The Effectiveness due to fixed position change of fault protective wire on catenary system

유향복* 안영훈** 현충일*** 강승욱**
Ryoo, Hyang-Bok, Ahn, Young-Hoon Hyun Chung-II Kang, Seung-wook

ABSTRACT

Protective equipments have a very important protection role in power accident on catenary line. These equipments are installed on electrical pole. The poles have complicated with many bands(moveable bracket, branch wire anchor, shield wire, etc). So we have improved bands and installed bands on pole to test technical condition. The Result has showed effectiveness due to fixed position change of fault protective wire and to improve band shape. For example, reduction of band made cost, simplification of installing, correct position of protective wire and shield wire.

1. 서론

교류전기철도의 가공전차선로에서 보호선(protective wire)은 전차선로 계통상에서 사고 발생 시 이를 감지하여 전원계통을 분리차단하기 위한 설비로서 사고 시 변전소의 보호계전기(protective relay) 회로와 연결되어 보호계전기를 동작시키고, 사고발생 전류를 신속히 바이패스 시키기 위하여 접지선과(earthing wire)도 연결되어 있는 시설로서 보호설비 계통을 구성하는 중요한 전선로이다. 1960대 후반부터 건설되어진 초창기의 전기철도 시스템은 전철용 전주로 PC 콘크리트 전주를 사용하였기 때문에 절연보호계통방식을 주로 사용하였으나, 전철용 전주가 철주(조합철주, H형강주, 강관주 등)로 대체됨에 따라 비 절연보호계통방식을 현재는 채택하고 있다.

그동안 가공전차선로에서 채택하여 건설되어온 비 절연 보호선(fault protective wire)은 건설노선에 따라서 혹은 설계하는 엔지니어링 회사에 따라 전주에 접속되는 위치가 제 각기 상이하고 별도의 접속 금구류나 접속밴드를 필요로 하는 복잡한 구조를 가지고 있어 시공 및 유지보수 등에 불리한 측면이 있어왔다. 따라서 이러한 문제점을 해결하고자 최근 건설되는 전차선로의 비 절연 보호방식에 있어서 비 절연 보호선의 위치를 통일하고 유지보수의 효율성 향상, 미관의 개선을 목적으로 접속밴드를 개량한 『비 절연 보호선 일체형 밴드』를 제작하여 현장시험 설치하여 그 효과를 검토하여 신규 설계에 반영하고 철도표준규격(KRS)에 반영하고자 하는 사례를 중심으로 기술하고자 한다.

2. 기존 비 절연 보호선 설치 위치에 대한 검토

가공전차선로의 전철용 전주에는 기본적으로 가동브래킷 설치를 위한 상하 지지금구 혹은 밴드가 고정되며 보호선과 차폐선을 위하여 각각 금구 또는 밴드가 부착된다. 이 전주가 인류주이거나 장력주일 경우에는 지선용금구나 밴드가 추가로 부착되므로 전철용 전주에는 접속되는 금구 또는 밴드 수량이

* 한국철도시설공단, 전기기술단, 비회원

E-mail : ryoohb@chol.com

TEL : (042)607-4265 FAX : (402)607-4289

** 가톨릭상지대학 철도전기과, 정회원

*** 삼성메모리연구소 차세대연구2팀, 비회원

많아 전주가 복잡한 형상을 지니게 된다. 이러한 복잡한 형상에 의하여 차폐선과 보호선의 이격을 위하여 다른 굵구나 밴드와의 방해를 피하여 설계하다 보니 차폐선과 보호선의 전주에 설치되는 위치가 동일노선에서도 전주의 특성에 따라 설치위치가 다르게 설계되어 왔다.

기존 교류 전기철도의 가공전차선로에서 보호선과 차폐선이 설치되어 있는 사례는 그림1과 같다. 그림1에서 왼쪽은 조치원~대구간의 토공구간 복선선로에서 단독 강관주에 보호선과 차폐선이 설치된 상태를 보여주고 있고 오른쪽은 의정부~동안간의 토공구간 복선선로에서 문형 빔의 사각 조립 철주에 보호선과 차폐선이 설치된 상태를 보여주고 있다.

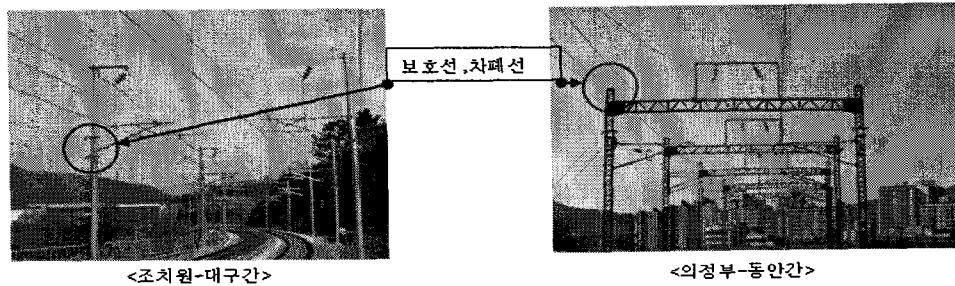


그림 1. 비 절연 보호선 설치 상태

그림1에서 보호선과 차폐선이 설치되어 있는 것처럼 지금까지의 설계와 시공에 의하면 동일 노선이라도 구간에 따라서 현실적으로 보호선과 차폐선의 높낮이에 변화가 생길 수밖에 없다. 즉, 설계도면마다 설치위치가 상이하여 시공이 복잡하고 유지보수에도 불리한 측면이 있다. 또한 교류 전기철도의 특성상 발생하는 전자기의 차폐기능에 있어서도 차폐선의 위치에 대한 높낮이 변화가 있으므로 일률적이고 일관된 차폐범위의 확보라는 측면에 있어서도 바람직하지 않은 측면이 있다. 전철화가 확장되는 추세에 있어서 스카이라인이 복잡하여 도시근교 및 도시 내에서는 미관상 바람직하지 않은 면이 있다. 기존의 전철용 전주에 설치된 밴드 및 보호선과 차폐선에 대하여 도면 및 세부 사진으로 검토하여보면 그림2와 같다.

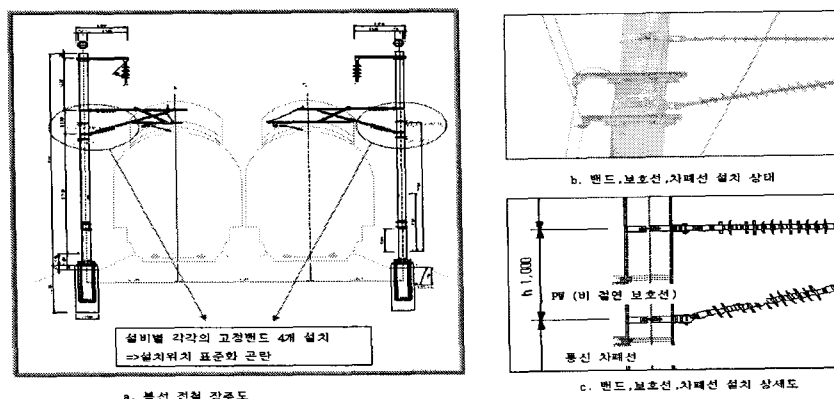


그림 2. 복선 전철 장주도 및 밴드, 보호선, 차폐선 설치위치

기존 전차선로의 전철용 전주의 설계에는 가동 브래킷 취부위치 주위에 최소 4개의 밴드가 부착되어 야 하고 보호선과 차폐선의 위치를 일관되게 표준화하기가 곤란하다.

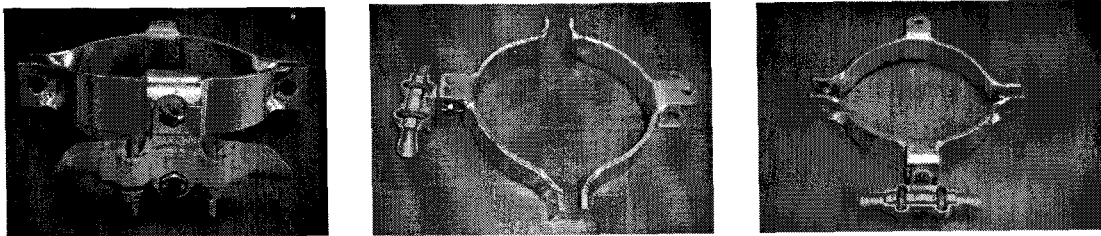
3. 개선된 비 절연 보호선 설치 위치에 대한 검토

교류전기철도의 가공전차선로에서 비 절연 보호선(fault protective wire)은 변전소의 보호계전기(protective relay) 및 매설접지선(buried earthing wire) 회로와 연결되어 보호계통을 구성하는 전선로

이므로 전차선로 계통상에서 사고 발생 시 변전소의 보호계전기를 정확하고 신속하게 동작시켜 전원 계통을 분리차단하고, 매설접지선을 통하여 확실하게 사고발생 전류를 대지로 바이패스 시키는 기능을 수행하여야 하는 특성을 가진다. 이러한 특성상 보호선은 전차선로의 사고 전류를 확실하게 검지할 수 있도록 전차선로에 가장 근접한 전철용 전주 위치에 확고히 설치되어야 하나 위에서 살펴본 것처럼 그 설치위치가 기존 시공된 전주에서는 개소마다 차이가 나고 있고 설치 형태가 복잡한 양상을 보이고 있다. 그러므로 아래와 같은 문제점을 해결하고자 전철화 구간의 보호선 시공표준 수립 필요성이 요구된다.

- 전철화 구간 보호선(보호선, 차폐선)의 시공위치 상이
- 통신유도대책용 차폐선의 시설확정이 전차선 공사 완료시점에 이루어져 전주에 밴드 추가시설

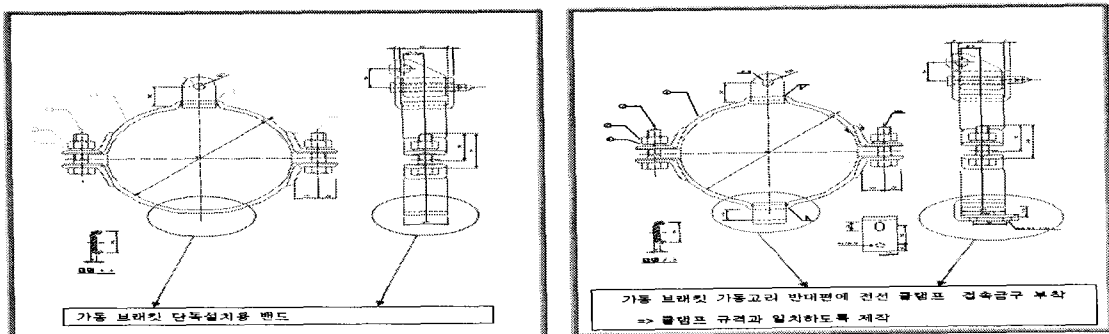
전주에 가동 브래킷이 설치하기 위해서는 상부용, 하부용 접속밴드가 반드시 필요하고 상부용, 하부용 밴드는 가동 브래킷의 구조상 1000mm의 일정한 갓는 다는 것에 착안하여 보호선, 차폐선용 금구나 밴드를 별도로 제작하여 개별적으로 전주에 취부하지 않고 가동 브래킷 밴드와 일체형으로 시제품을 만들어 설치하는 것이 가능하다면 전주에 설치되는 밴드의 수량도 줄어들고 보호선과 차폐선간에 일정한 이격거리가 확보되어 가공선로로서 일정 이도가 발생하여도 상호 방해받지 않을 것이라는 도면검토 및 기술적 분석을 마치고 시제품을 그림3과 같이 제작하였다. 이렇게 제작된 시제품인 『비 절연 보호선 일체형 밴드』를 제작하여 특정 노선을 선정하여 보호선을 설치하여 일정기간 동안 현장 설치시험을 완료하였다.



a. 후면에서 본 상태 b. 측면에서 본 상태 c. 상부에서 본 상태

그림 3. 비 절연 보호선 일체형 밴드

접속밴드의 수량을 줄이고 보호선을 전주에 확실하게 접속하도록 가동 브래킷용 밴드에 보호선용 취부금구를 일체형으로 결합한 구조로 개량하여 2006년 12월 27일부터 2007년 3월 27일까지 3개월간을 휴한기에서 해빙기로 변화되는 시점을 선택하여 경부선 김천역 구내의 차량 세척선의 전철용 전주에 설치한 후에 이 밴드의 변이를 측정하고 제작사의 하중시험 등을 거친 결과 제품상의 안전성 및 내구성에 문제점이 없음이 확인되었다. 그림4는 기존의 가동용 브래킷 밴드와 개량된 가동용 브래킷 밴드의 설계도면을 비교하여 그 차이점을 나타낸 것이다.



a. 기존의 가동용 브래킷 밴드 b. 개량된 가동용 브래킷 밴드

그림 4. 기존의 가동용 브래킷 밴드와 개량된 가동용 브래킷 밴드

그림5는 실제로 김천역에 설치된 모습과 표준 전철용 장주도에 반영하여 작성한 설계도면이다. 설계에 반영한 보호선에 사용된 전선은 Cu75mm²이고 차폐선에 사용된 전선은 ACSR58mm²이다. 실제로 김천역에 시험하기 위해서는 비 절연 보호선 일체형 밴드를 2개소에만 설치하고 경간은 3경간으로 하였다.

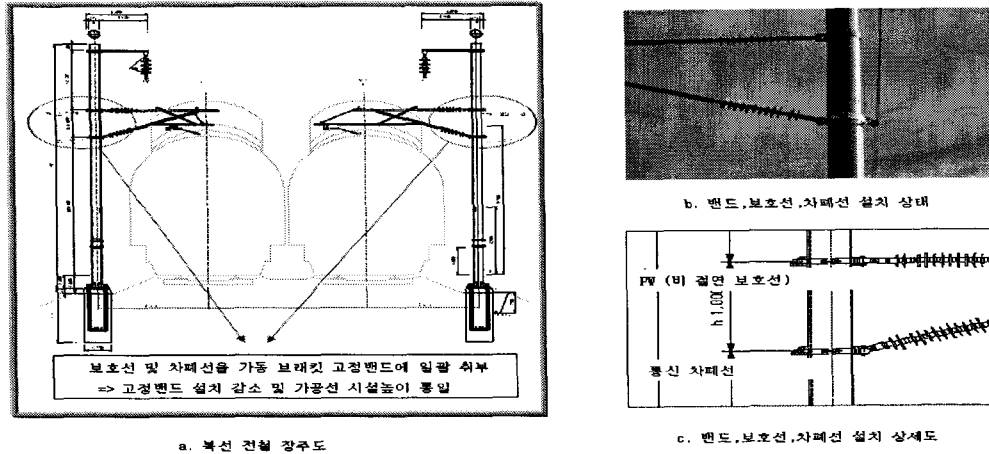


그림 5. 전철용 표준 장주도에 적용한 개량용 밴드 도면과 현장 설치상태

4. 결론

비 절연 보호선 일체형 밴드를 제작하여 현장 설치하여 시험을 수행함으로써 보호선의 설치위치 변경에 따른 문제점을 검토한 결과 전주에 접속되는 금구류만을 간단히 개량함으로써 보호선 설치위치를 일정하게 되도록 일원화함으로써 향후 건설되는 교류 전기철도의 모든 노선 설계에 적용할 수 있음이 확인되었다. 그 주요 내용을 간략히 정리하면 다음과 같다.

- 비 절연 보호선 및 차폐선용 개별 지지금구 설치를 일체형으로 간소화하고 스카이라인의 미려함 확립
- 가동브래킷의 설치위치와 비 절연 보호선, 차폐선에 대한 시설기준의 재정립(KRS PW 0050-06)
- 전철용 밴드 일체화로 비용절감 및 시공, 보수 용이성 확보 및 보호선 설치위치의 일정한 높이 확보
- 약 1km당 54만원의 공사비가 소요되는 것으로 계산되어 100km 건설시 3,240만원의 공사비 예산절감
- 전철용 전주의 부착 밴드 최소 2개 이상 감소로 전주에 미치는 하중 감소
- 보호선, 차폐선의 위치 및 상호 이격거리가 일정하여 확실한 차폐효과 및 보호계통 확립

교류 전기철도의 가공전차선로 건설에 개량된 비 절연 보호선 일체형 밴드를 적용하여 보호선의 설치위치를 변경하면 전차선로의 설계 및 시공, 유지보수 등의 측면에 있어서 경제적, 기계적, 전기적 효과(economical, mechanical, electrical Effectiveness)가 있음이 확인되었다.

향후 보호선의 위치변경에 따른 보호계통 구성의 간소화 및 효과확보뿐만 아니라 개정되는 통신유도 대책관련 규정과 차폐계수 산정법의 검토와 더불어 보호선에 의한 차폐기능 효과도 병행하여 연구될 필요성이 있다.

참고문헌

1. 강창호, 안영훈(1998년), “전차선로”, 철도공무원교육원.
2. 안영훈, 유춘상, 주용환, 서동설, 최형근(2000), “고속철도 전차선로”, 철도경영연수원.
3. 안영훈, 유춘상, 주용환, 서동설, 최형근, 김태수, 최영만(2000), “고속철도 전철설비”, 철도경영연수원.
4. 한국철도시설공단(2004), “철도설계편람(전철전력편) 전차선”.
5. 건설교통부(2006.6.8), “철도표준규격”, 건설교통부고시 제2006-183호.
6. 한국철도공사(개정 2007.5.22), “전철전력설비보수규정”, 제2007-26호.