

## 수도사업장 피뢰설비 개선에 관한 연구

최해선, 박성호, 김종득, 오봉록, 조형웅, 장경식  
K-water

### A Study for Improvement of Lightning Protect System in a Water Supply Plant

Hae-Sun Choi, Seong-Ho Park, Jong-Deug Kim, Bong-Rok Oh, Hyung-Woong Cho, Kyung-Sik Jang  
K-water

**Abstract** - 최근 인공적인 환경오염 및 급격하게 변하는 대기의 불안정한 요소 등에 의해 낙뢰를 동반한 계절다성 폭우가 우리나라 전반에 걸쳐 빈번하게 발생하고 있으며 이러한 피해유형을 살펴보면 폭우에 의한 침수피해, 직·간접피해에 의한 낙뢰피해 등을 들 수 있다. 후자인 낙뢰에 의한 피해는 인명 및 구조물에 대한 피해도 있었지만 최근 정보통신의 기술발전에 의한 기계 및 전기 그리고 전자설비에 적용된 약전압계통의 설비 피해가 속출하고 있는 실정이다. 대부분의 K-water 사업장이 다른 구조물 보다 높은 곳에 위치해 있듯이 대불정수장 및 원격감시제어사업장(목포가압장, 대불취수장)은 산 정상 부근에 위치해 있어 뇌운에 의한 직, 간접피해를 맞을 확률이 비교적 높으며 계측제어설비 및 설비운영을 위한 계측, 감시, 제어설비 낙뢰에 노출되어 있다.

#### 1. 서 론

##### 1.1 추진 배경

대불정수장 및 원격감시제어사업장은 최근 수년간 낙뢰 피해로 인해 원격감시, 제어 등 설비운영에 어려움이 있었다. 주 피해 대상은 원격감시제어시스템, 유량계 컨버터, CCTV 카메라 리시버, UPS 제어기판 등 약전계통의 전원부 및 신호Line 입, 출력부의 피해가 대부분을 차지한다. 따라서 설비보호를 위한 뇌보호시스템을 선진국에서 적용, 보호효과가 검증된 최신시스템을 적용하고 내부뇌보호시스템의 오용된 부분을 규정에 맞게 바로잡아 뇌취지에 의한 피해를 최소화 시키는 것이 필요하다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 피뢰침 형식의 검토

정수장 경우, 건설 시에는 수평도체 및 일반 돌침형 피뢰침이 설치되었으나 낙뢰피해가 계속됨에 따라 선행 스트리머 방사방식의 광역피뢰침을 설치하였다. 그럼에도 불구하고 낙뢰피해가 발생되어 낙뢰를 흡입하는 기능의 피뢰침 형식에 대한 제고의 필요성이 느껴 있으므로, 사용 가능한 피뢰침의 형식에 대하여 검토하였다.

접근 가능한 각종 피뢰침 중, 개정된 규정 KS C IEC 62305 및 구조물 피뢰시스템 설계기준에 따라 뇌격빈도를 줄일 수 있고 회피하는 특성을 나타내는 SRT형 피뢰침이 구조물 상부의 피뢰침으로 적당하다고 판단되었다.

##### 2.2 피뢰침 적용

1) 기존 관리동에 설치되어진 선행스트리머 방사방식 피뢰침은 낙격흡인 능력에서 우수한 것으로 알려진 특성을 고려 정수장의 최고도(관리동정면, 초소)로 이설하여 사업장 외부에서 조기에 뇌격을 흡입하여 방전을 시키고

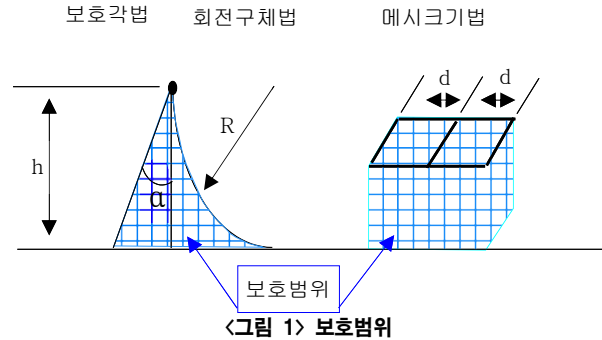
2) 관리동, 탈수기동, 약품투입동등 건물에 대하여는 SRT형 피뢰침을 적용하여 뇌격을 지연, 구조물에는 뇌격을 받지 않도록 하는 복합적인 뇌보호시스템을 구성 뇌격으로 인한 설비피해를 최소화시켰다.

##### 2.3 피뢰침의 설치 방법

현재, 개정된 KS C IEC 62305 및 구조물 피뢰시스템 설계기준에서 규정하는 사항을 준수하였다.

###### 1) 보호방식 : 회전구체법(R=45M)

개정 KS C IEC 62305 및 구조물 피뢰시스템 설계기준은 각도법, 회전구체법, 메시법을 적용 가능한 방법으로 열거하고 있으나 사실상 각도법의 높이에 따른 제한이 있고 적용 가능한 해당 높이의 경우는 회전구체법을 적용할 경우와 보호범위의 차이가 거의 없다. 메시법은 실제적으로 회전구체법에 의한 메시간격을 가지고 있으므로 보호방식은 회전구체법에 의거한다고 볼 수 있으므로 회전 구체법을 보호방식으로 선정하여 적용했다.



##### 2) 보호등급

개정 KS C IEC 62305에 따르면 보호등급을 선정하여 그에 준하는 번수를 가지고 외부 뇌보호 시스템을 수행하도록 되어있고 구조물 피뢰시스템 설계기준에서는 일반 구조물인 경우에 회전구체의 반경을 약 45m로 하고 있고 이것은 뇌격전류 10kA에 해당하여 누적빈도로 볼 때, 90%의 낙뢰를 보호할 수 있다고 판단되므로 피뢰 시스템의 보호등급은 III등급의 회전구체의 반경을 45m가 적합하다고 판단된다.

##### 3) 피뢰침의 높이의 제한

피 보호범위에서 분리되지 않은 외부 뇌보호 시스템인 경우에 피뢰침의 설치높이를 2m미만으로 뇌격발생 빈도를 증가를 방지하는 구조로 하여야 한다.

##### 4) 피뢰침의 배치

피뢰침은 평탄한 지붕의 가장자리를 따라 루프가 되도록 배치하며 피뢰침간 간격은 6m를 넘지 않도록 하며 가장자리 끝단에서 0.6m이내가 되도록 설치했고 건물의 폭이 15m가 넘을 때는 그 사이에 수뢰부를 균등간격으로 설치했다.

##### 5) 무효설비의 철거

구조물 상부의 무효설비를 철거하여 불필요한 뇌격점이 되지 않도록 해당 설비인 국기봉, 사용중지 중인 중앙난방시스템 구조물, 안테나 등을 철거하였다.

##### 6) 인하도록선의 선정

인하도록선은 최소 2조 이상 설치하였고 배치간격을 15m를 기준으로 설치하여 뇌격 전류가 분류되어 전위상승으로 인한 촉방섬락이나 전자계적인 영향을 최소화하도록 하였다.

##### 2.4 접지시스템의 보완

중전에 설치된 접지시스템은 과도상태를 고려하지 않은 것으로 판단되어 다음과 같이 변경하였다.

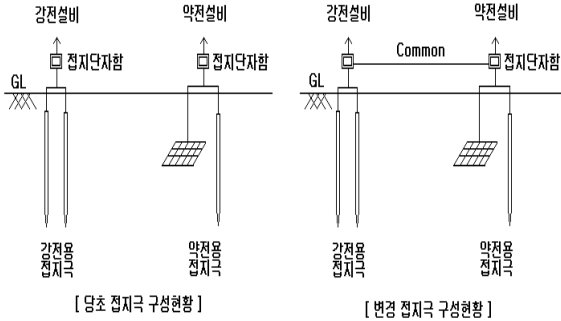
###### 1) 공통 접지를 통한 등전위

공통 접지는 여러 다른 시설인 통신 시스템, 전기설비, 제어설비 및 피뢰설비와 같은 여러 설비를 하나의 접지전극으로 구성하여 공통으로 사용하는 접지방식이다. 그러나, 공통접지의 장단점이 존재하여 그 시행에 앞서 기술적 검토를 수행한 후, 본 사업장의 경우에는 전기설비의 중별접지는 공통접지로 구성되어 있으나 제어설비와의 연결이 이루어지지 않아 접지 단자함을 신설하여 통합하였다.

###### 2) 공통 접지의 특성

협소한 면적에 독립적으로 시공되어 있는 각각의 접지를 완전한 독립 접지로 볼 수 있으나 하는 의문과 구조물 내에 설치된 각종 설비가 고정 볼트나 혹은 인접 도선에 의해 대부분 철골과 연결되어 있다고 볼 때 이미 공통 접지가 구성되었다고 가정할 수 있으므로, 한정된 부지 내의 독립적으로 설치되는 여러 접지를 공통으로 묶어 하나의 양호한 접지로 사용한다는 측면에서 공통 접지는 다음과 같은 많은 장점을 지니고 있다.

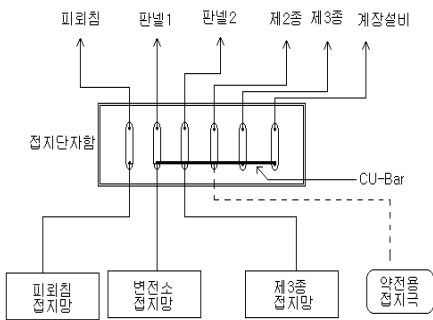
- ① 접지선이 짧아지고 접지 배선 및 구조가 단순해져 보수 점검이 쉽다.
- ② 각 접지 전극이 병렬로 연결되므로 합성저항을 낮추기가 쉽고 구조물의 구조체를 이용하여 접지 성능을 향상시키고 보조 효과를 높인다.
- ③ 여러 접지 전극을 연결하므로 서지나 노이즈 전류 방전이 용이하다.
- ④ 여러 설비가 공통의 접지전극에 연결되므로 등전위가 구성되어 장비 간의 전위차가 발생하지 않는다.



〈그림 2〉 접지구성도

공통접지도 단점은 존재한다. 모든 설비가 공통으로 연결되므로 접지 전극의 성능 약화나 손상으로 연결된 시설 모두가 손상을 받을 수도 있다. 따라서 처음 접지를 시공할 때 강한 내구성의 신뢰성 있는 접지를 시공해야 한다. 또한 접지 전극으로부터 인출된 접지선의 길이와 배선이 문제될 수 있다. 공통접지의 단점을 알아보면 다음과 같다.

- ① 접지 전극의 손상이나 접지 성능이 약화되면 접속된 모든 설비에 동시에 영향이 과급된다.
  - ② 설비 간에 연결된 접지 배선의 길이가 너무 길어지면 이로 인해 설비 간의 접지 전위차가 발생할 수 있다.
  - ③ 접지를 공통하고 있는 설비 중 어떤 설비에 접지 전류가 발생하면 그것은 대지로 유출되나 이때 각 접지 전극에는 반드시 다소간 접지 저항이 있으므로 접지점의 전위가 상승한다. 접지 전류에 의한 전위 상승이 접지를 공통하고 있는 모든 설비에 과급된다.
- 상기와 같이 공용 접지는 장·단점을 가지고 있다. 그러나 반대적인 개념의 독립 접지는 현실적으로 구현이 어려우므로 공용 접지의 단점을 보완하여 시공하는 것이 설비 보호의 측면에서 바람직하다. 또한, 국제 규격의 경우 공용 접지는 일반화 되었으므로 공용 접지의 올바른 적용을 통하여 제대로 이룩된 접지 시스템을 갖추는 것이 중요하다.

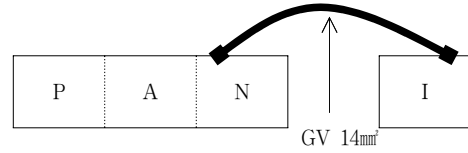


〈그림 3〉 접지단자함 구성도

- 3)공통 접지의 올바른 구성방법
- 올바른 공통 접지시스템을 구현하기 위해서는 다음과 같이 공용 접지의 단점의 개선에 초점을 맞추었다.
- ① 접지 전극의 손상이나 접지 성능이 약화되면 접속된 모든 설비에 동시에 영향이 과급된다.
    - 접지 전극을 시설할 경우, 기계적으로 견고하며 부식을 포함한 접지 저항의 경년변화에 강한 재료 및 공법인 스테인레스 침상봉 및 화약식 용접을 적용한다.
  - ② 설비 간에 연결된 접지 배선의 길이가 너무 길어지면 이로 인해 설비 간의 접지 전위차가 발생할 수 있다.
    - 접지 배선의 길이를 최소화 하고 각 설비별로 부접지반(Ground Window Bus)에 접속하고 이 부접지반은 주접지반(MGB)에 1점만을 접속하는 Star-IBN방식을 채용하여 설비간의 접지 전위차를 최소화했다.
  - ③ 접지를 공통하고 있는 설비 중 어떤 설비에 접지 전류가 발생하면 그것은 대지로 유출되나 이때 각 접지 전극에는 반드시 다소간 접지 저항이 있으므로 접지점의 전위가 상승한다. 접지 전류에 의한 전위 상승이 접지를 공통하고 있는 모든 설비에 과급된다.

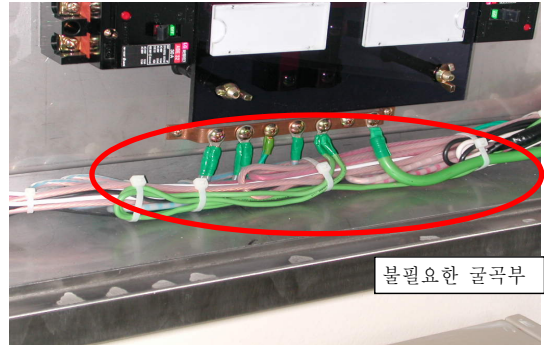
항이 있으므로 접지점의 전위가 상승한다. 접지 전류에 의한 전위 상승이 접지를 공통하고 있는 모든 설비에 과급된다.

■ 주접지반이 접지 대상물과 접지전극의 단일통로가 되도록 하여 접지 전극 간의 미소한 차이에 기인하는 전위차를 제거하고 모든 설비의 기준 전위를 단일화하여 접지 전극의 전위상승이 설비에 영향을 주지 않도록 구성하였다. 전기 및 계측제어설비의 등전위화를 도모하기 위하여 통합 접지단자함을 신설하였으며 또한 내부 접지시스템과 접지전극이 단일화된 통로를 갖는 Single-Point grounding을 시행하였다. 이러한 통합 접지 단자함은 기능을 원활히 수행할 수 있고 다음과 같은 PANI 연결방식을 기본으로 하였다.



〈그림 4〉 PANI 연결방식

- P부분 : SURGE PRODUCERS  
서지의 발생 또는 침입경로 또는 침입선로의 접지선을 접속한다.
  - A부분 : SURGE ABSORBERS  
서지를 흡수하는 접지전극을 접속한다.
  - N부분 : NON IGZ EQUIP.  
노이즈에 대한 영향이 없는 일반적인 설비의 외함을 접속한다.
  - I부분 : IGZ EQUIP.  
노이즈에 대한 민감한 설비의 SG단자를 접속한다.
- 4)SPD의 리드선 및 접지선 배선 조정
- 서지보호기(SPD)의 리드선 및 접지선의 배선거리 및 배선방식은 SPD의 성능을 좌우하는 커다란 요인이 되므로 RACK내의 보호기의 접지배선을 각각 접지동대에 최단거리로 직결하고 불필요한 굴곡부를 배제하도록 하였다.



〈그림 5〉 SPD 접지선 연결 개선사항

### 3. 결 론

피뢰침, 인하도선 구성방식, 내부접지시스템 변경을 도모하여 뇌방전에 대하여 설비피해를 최소화하려는 노력을 기울였다.

#### 1. 피뢰침의 설치방법 개선

- 보호방식 : 회전구체법 적용
- 보호등급 : III등급
- 피뢰침의 높이 제한 : 2[M]미만
- 무효설비의 철거
- 인하도선의 선정

#### 2. 접지시스템의 변경

- 공통 접지를 통한 등전위화
- 올바른 공통 접지시스템 구현

개정 KS C IEC 62305 및 K-water에서 규정된 구조물 피뢰시스템 설계 기준을 바탕으로 대불정수장 및 원격감시제어사업장의 뇌보호시스템을 변경 수정하여 뇌격 및 뇌방전에 시설물 피해를 최소화시키도록 구성하였다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] KS C IEC 62305 2008년
- [2] NFPA 780 2008년
- [3] K-water, “구조물 피뢰시스템 설계기준”, pp. 16-23, 2009년
- [4] 정용기, “독일 건축전기설비기준 핸드북”, pp. 929-1049, 2008년