

제어설비 낙뢰피해 저감에 관한 연구

최형철, 한창동
한국수자원공사 수자원연구원

The research regarding the control equipment lightning bolt damage reduction

Hyung Cheol CHOI, Chang Dong HAN
Korea Institute of Water and Environment . KOWACO

Abstract - 최근 전기·전자설비들은 통합화·자동화 진전으로 원격감시시스템의 도입이 증가 추세이고 기상이변에 따른 낙뢰의 증가로 인해 설비에 유입되는 뇌찌리가 제어설비에 많은 피해를 발생시키고 있으며, 피해 발생 후 복구까지는 상당한 시간과 비용이 소요되고 있는 게 현실이다. 따라서, 낙뢰로부터 제어설비를 보호하기 위해 해선 인입전원단에서부터 말단의 하부제어설비 까지 피뢰·접지시스템 조사 분석을 통해 피뢰, 접지방식 적정여부등을 파악하여야 하며 원격감시설비 전단에 써지보호기(SPD) 적정설치여부가 제어설비를 보호하는데 최선의 방법이다. 본 논문은 제어설비를 낙뢰에 의한 찌리로부터 보호하기위해 써지보호기(SPD)의 적정설치기준을 제시하고자한다.

1. 서 문

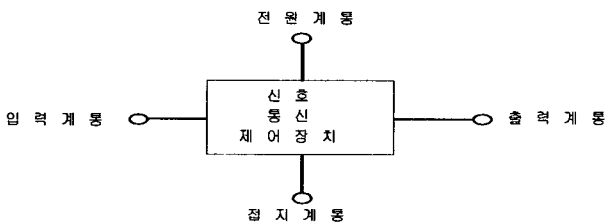
최근에는 뇌방전에 의한 건축구조물 소손 및 인축의 상해사고가 계속 발생되고 있으며 국내에서도 기상이변과 더불어 낙뢰발생 빈도가 증가하는 추세이며 전기전자설비의 소손사고도 급증하고 있다. IEC 규정에 따른 피뢰·접지시스템을 간략히 기술하면 건축물의 피뢰시스템은 피뢰돌침 방식(Franging Rod), 충전전하 분산장치(Charge Transfer System), ESS 피뢰침 방식등이 사용되고 있으나 KSCIEC61024 규정에는 돌침방식만을 현재 인정하고 있으며, 건축구조물에 한하여 공용접지방식을 원칙으로 하고 인화도선은 자연구성 부재인 건축물의 철근, 철골등을 사용하도록 권장하고있다. IEC62305-4(구조물 내부의 전기전자시스템 뇌보호)는 낙뢰로부터 산업플랜트의 공정제어시스템을 보호하기위해 규격을 제인하고 있으며, IEC62305-5(인입설비의 뇌보호)는 통신선로, 전원선로, 배관선로와 같은 서비스시스템의 뇌보호 대책 설계 및 시공에 대한 정보를 제공하고 있다. 따라서 본 논문은 상기 규정을 토대로 하여 실제 산업현장에서 낙뢰로부터 제어설비를 보호하고 있는 써지보호기 적용사례를 기술하고자 한다.

2. 본 문

2.1 제어설비의 뇌찌리 특성

2.1.1 뇌 찌리 침입·이행경로

뇌 찌리 침입·이행경로가 되는 단자계는 입력계, 출력계, 전원계 및 접지계의 4계통의 단자로 구분하고 있다.

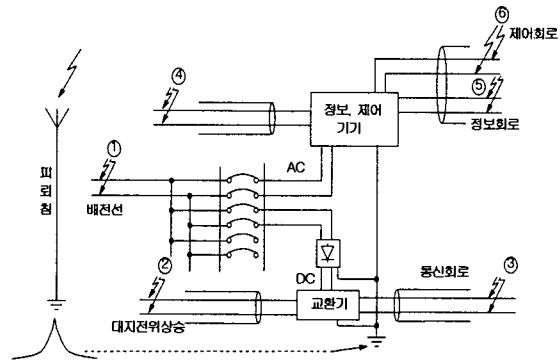


〈그림 1〉 뇌찌리 침입, 이행경로

2.1.2 제어설비의 뇌 찌리 유입경로

뇌찌리 침입은 고압배전선뿐만 아니라 다음과 같은 여러 가지의 침입경로로 유입되고있다.

- 가) 전원선에서 유입되는 뇌찌리
 - ① 고전압 배전선에서 침입한 찌리가 정전·전자적 결합으로 수용가 변압기의 저압권선에 이행한다.
 - ② 저압 배전선의 직격뢰 또는 유도뢰 찌리.
 - ③ 주변빌딩, 전주, 가공지선으로의 뇌의직격, 고압측 피뢰기의 방전 등에 의한 대지의 전위상승을 제2종접지가 끌어들인것



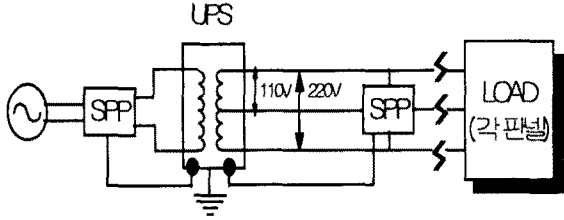
〈그림 2〉 뇌찌리 유입경로

- ④ 낙뢰에 의해 대지의 전위가 상승하고 피뢰기로 역방전하여 선로로 흘러들어간 것
- ⑤ 다른 수용가의 TV안테나의 직격뢰 또는 유도뢰에 의해 수신기가 파괴되고 전원에 유입하여 또다시 주변의 수용가에 침입한 것
- 나) 출력측 전원선, 신호선, 제어선, 전화선등에 침입한 것
전화회선은 물론, 옥외의 신호선, 제어선 또는 센서를 가진 시스템에서는 이들로 부터 침입된 뇌찌리가 있으며 댐수위 계측제어선 혹은 발·변전소 등에서도 이들로 부터 유입된 찌리가 큰 것이 많다.
- 다) 옥상으로 침입한 뇌찌리
건물의 옥상 또는 피뢰침, 그 밖에 뇌의 직격이 있을 때, 건물전체가 고전위로 된다. 또 피뢰침 회선 또는 건물자체에 유도된 유도뢰 찌리가 있다. 이들의 경우 찌리 파두부의 진행에 따라 고전위가 진행파로 되어 대지로 전달되기까지는 짧은시간이지만 각 층간에는 전위차가 발생한다. 뇌전류는 전기배선을 우회하므로 진행파의 전달시간에 지연이 발생하고 건물과의 사이에 전위차가 생기는 경우도 있다.
- 라) 대지로부터 침입하는 뇌찌리
뇌격전류 또는 고장전류에 의해 대지전위가 상승하여 여기에 연결된 기기의 전위는 대단히 높게 된다. 여러 가지 피해사례로부터 보면 대지, 접지로부터 뇌찌리가 침입한 경우가 많으므로 시스템을 보호하기 위하여는 대지와 접지에 대한 대책이 중요하다.
- 마) 복합적인 뇌찌리의 침입
4방향에서의 뇌찌리 침입경로에 대하여 설명하였지만 보통은 그들의 경로에서 복합적으로 들어오는 것이 많다. 근처에 뇌격이 유입되었을때, 각각의 회선에 대소의 차가 있지만 유도뢰 찌리가 발생한다. 또, 그 뇌전류 자신 혹은 피뢰기등의 방전, 피해개소에서 섣락, 절연파괴로 인한 대전류등에 의해 대지전위의 상승도 발생한다. 또 1개의 회선에 뇌찌리 전압, 전류가 흐르면 그 전류에 의한 전자계의 방사, 정전, 전자결합에 의해 다른 회선에 찌리가 유도되는 경우도 있다

2.2 정수장 제어설비에 써지보호기(SPD) 적용사례

2.2.1 UPS 설비

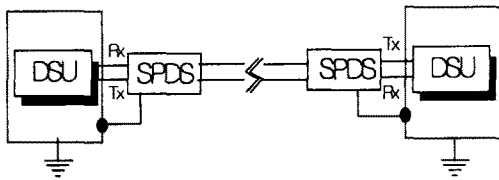
UPS는 중요 장비에 고품질의 전원을 중단 없이 공급하기 위한 장비로 전원으로부터 유입되는 찌리를 차단하기 위해서는 우선적으로 UPS 입력단에서부터 찌리를 억제할 필요가 있다. 따라서 UPS의 입력단에는 전원용 써지보호기를 설치하고 보호기의 접지는 UPS의 외함에 접지를 한다.



<그림 3> UPS에 대한 써지보호기 설치

2.2.2 통신 설비

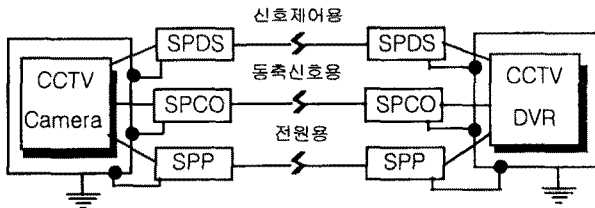
중앙조정실에서는 각 현장 설비의 모니터링 및 신호제어가 가능하며 특히 일부 시설물은 무인으로 운용되고 있다. 이는 각 현장에서 얻어지는 데이터를 FEP 판넬이나 TM/TC 판넬 등에서 종합하여 DSU 또는 모뎀을 통해 수신하고, 제어 신호를 전송함으로써 이루어진다. 이러한 DSU간의 신호통신 선로는 대체로 매우 긴 편이며 이들 통신라인을 통해 써지가 유입될 수 있다. 따라서 각 DSU마다 2회선(Rx, Tx)의 신호용 보호기(SPDS)를 설치한다.



<그림 4> DSU에 대한 써지보호기 설치

2.2.3 CCTV 시스템

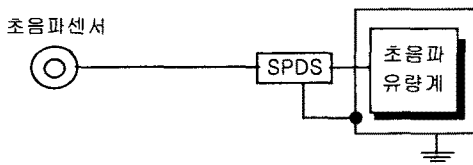
보안감시 및 현장 설비의 모니터링을 위해 각 현장마다 다수의 카메라를 설치하여 CCTV시스템을 운용중이다. 이중 카메라가 옥외에 설치된 경우에는 낙뢰나 써지 등에 직접적으로 노출되어 있다. 이를 보호하기 위해서는 동축 신호용(영상용) 보호기(SPCO), 카메라의 각도제어를 위한 신호선이 있는 경우에는 추가적으로 신호용 보호기(SPDS), 또한 전원으로 유입되는 것을 방지하기 위해 전원용 보호기(SPP)를 카메라의 제어반 박스안에 설치한다. 또한, 이들 신호를 수신하는 DVR 장비의 신호 입력단에도 설치한다.



<그림 5> CCTV 시스템에 대한 써지보호기 설치

2.2.4 초음파 유량계 시스템

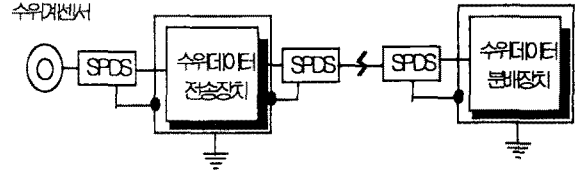
초음파 유량계는 써지에 민감하며 절연내력이 비교적 낮으므로 초음파 센서에서 나온 신호를 수신하는 유량계 입력단에 신호용 보호기의 설치가 요구되므로 센서에서 검출된 신호를 감쇠없이 전송하기 위해선 주파수 특성이 우수한 신호용 보호기(SPDS)를 선정하여 설치한다.



<그림 6> 초음파 유량계시스템에 대한 써지보호기 설치

2.2.5 수위계 시스템

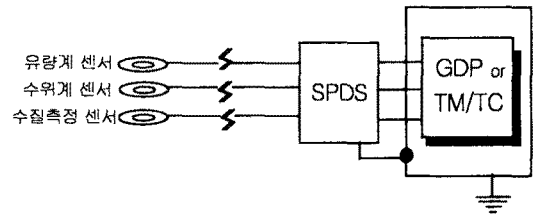
대부분의 수위계는 현장에 설치되어있으며 이 센서로부터 써지가 유입될 가능성이 비교적 높다. 이들 센서는 신호선으로 구성되어 있으므로 각 회선마다 신호용 보호기를 설치하고 이 신호를 변환하여 전송하는 전송장비와 수신장비에도 각각 회선에 맞는 신호용 보호기를 설치한다.



<그림 7> 수위계시스템에 대한 써지보호기 설치

2.2.6 GDP 및 TM/TC판넬

중앙 감시판넬이나 TM/TC판넬은 각 현장의 센서에서 전송되는 신호를 표시하거나 분석하고 다른 장소로 신호를 전송한다. 따라서 옥외에 설치되어 써지가 유입될 수 있는 환경에 노출된 각종 센서를 통해 써지가 전파될 수 있으므로 이들 신호의 입력단에 각 회선마다 보호기를 설치한다. 또한 센서가 옥내에 설치된 경우에도 보호기를 설치한다.



<그림 8> GDP 및 TM/TC판넬에 대한 써지보호기 설치

3. 결 론

낙뢰는 확률적요소가 많은 자연재해로써 낙뢰발생빈도, 낙뢰크기 등의 정보를 다년간 수집하여 검증된 자료를 토대로 피뢰접지설계를 하면 효율적이고, 경제적인 시스템을 구축할 수 있다. 산업현장에는 검증되지 않은 피뢰접지시스템이 많이 시공되어있고 시공후 상당기간동안 뇌격피해를 보고있는 것이 현실이며, 써지보호기 또한, 산업현장마다 제각각으로 설치되어 있어 사고후에 규격등의 검토를 거쳐 재설치하고 있는 것이 일반적인 통례이다. 최근의 산업현장은 무인원격감시시스템의 도입이 증가추세이고 낙뢰에 의한 시스템 사고시 설비의 신뢰성 결여 및 복구에 상당시간이 소요되고 있으므로 설계단계부터 충분한 검토를 거쳐 피뢰접지시스템을 구축하는 것이 설비운영 관리면에서 가장 효율적이라 하겠다.

[참 고 문 헌]

- [1] 이복희, 접지의 핵심기초기술, 도서출판 의제, 1999. 9
- [2] 일본전기학회, 최신 건축물 등의 피뢰설비 가이드 북, 1997. 7
- [3] 이형수, 접지설계 입문, 통일출판사, 1996. 1
- [4] IEC/TC 81
- [5] IEEE Std 80, std 142