# 서지의 발생에서 방지까지 ③

비사달기전(주) 이사 허 광 무

목 차

제1장 Surge의 발생

제2장 번개의 발생과 벼락

제3장 피뢰침과 접지

1. 개요
2. 피뢰침
3. 접지

제4장 Surge Protection에 사용되는 보호소자

1. Varistor
2. Gas Tube
3. Zener Diode
4. Trans Zorb
5. 각 보호소자의 특성과 응용회로

1.1.2) 기기접지
- 외함접지
- 프레임 접지

1.1.3) 뇌방지용 접지
- 피뢰침
- 피뢰기

1.1.4) 정전기방지용 접지
- 가공지선, 보안기 등
- 배관 및 기기의 본딩

가연성가스나 석유류, 분진 등의 폭발성 위험물을 취급하는 공장에서는 정전기의 방전에 이해 발생하는 전기불꽃이 착화점이 되어 폭발을 일으키거나, 대전한 정전기가 전자부품에 손상을 주는 장애가 일어날 가능성이 있다.

이러한 정전기에 의한 사고를 방지하기 위해서는 대전의 가능성이 있는 공장 내 장치 및 배관 등을 전기적으로 접속(bond)하여 접지해야 한다.

이 때 누설저항이 $10^6\Omega$ 이상인 도체에는 접지저항은 1,000Ω 이하로 접지 하도록 한다.

정전기대전:
전기적 현상
방전에 의한 폭발,화재, 전격과 2차 재해
반도체의 손상, 전자기기의 오동작, 잡음

물리적 현상
반도체 공장 등의 공정장애, 품질저하
먼지 부착, 클린룸 등에 대한 장애

1.5) 잡음방지용 접지
- 라인 필터
- 실드 필터
- 시스템 접지

1.2) 기능용 접지
- 회로 기능용 기준전위 접지
- 전기방식용 접지

전기,전자,통신설비기기의 안전을 목적으로 하는 접지다.

공장에서의 생산설비기기의 제어회로는 지락사고 등에 따라 오동작이 발생하는 경우 중대한 위험이나 손해를 초래할 경우가 있으므로 계통접지에는 특별히 주의가 필요하다.

따라서 제어전원은 한 부분의 지락이라도 치명적인 위험이 발생하지 않도록 직류의 경우는 비접지로 하고, 교류의 경우에도 독립된 제어전원 변압기를 이용하는 경우는 비접지로 하는 것이 일반적이다. 그러나 다른 저압계통에서 직접 취할 경우는 접지선을 구별하여 만일의 경우 지락사고가 일어나더라도 중대한 오동작이 발생하지 않도록 배려해야 한다.

2) 접지 위치별 접지

2.1) 전원접지(Main Ground)

전원접지는 전원의 인입단에 접지를 하여 전원의 기준 전위를 제공하며, 모든 전원은 전원접지를 제로(zero)전위로 하여 상대적 전압이 걸리게 된다.

전원접지는 모든 접지의 기준점이 되어 분기하게 되며 변압기의 중심점과 접속하여 접지와 동일 전위를 형성하도록 해 주어야 한다.

2.2) LOCAL접지

분전반의 접지단자에 MAIN 접지로 부터 분기된 접지선을 접속시켜, 분전반 전원을 사용하는 모든 기기를 분전반 접지와 접속시킨다.

2.3) 통신 · 신호접지

통신과 신호접지는 전원 접지는 과거 공통접지를 사용하였으나, 그 후 별도의 개별접지를 권장하였다. 그러나 최근은 다시 공통접지가 활성화되고 있다.

2.4) UPS접지

2.4.1) 전원접지

입력전원이 공급되는 분전반의 접지와 연결되는 UPS 외함에 접속되는 보안용 접지다.

2.4.2) 신호접지

UPS 제어신호에 대한 기준점을 제공하기 위한 접지로서 별도의 접지를 하거나 외함접지를 신호접지로 사용할 수 있다.

2.4.3) 출력접지

UPS 출력 전원에 대한 접지로 전원 접지와 접속되어야 하며, 입/출력 분리형 UPS인 경우에는 UPS 출력 중심점을 접지에 접속시켜야 하며, 비분리형 UPS인 경우에는 중심점을 접지해서는 안된다.

2.2.5) 장비접지

장비에 접속되는 접지는 서지방지기의 접지단자를 통해 하나의 접지에 병렬로 접속되어야 한다.

2.2.6) 보안접지(Frame Ground)

보안접지는 분전반 또는 전기가 흐르지 않는 모든 금속제 외함에 접지하는 것으로 전기적인 이상이 발생시 누설전류를 접지선을 통하여 신속히 대지로 방류하도록 하여 인체가 금속체와

접속되더라도 전기적 충격을 받지 않도록 하는 역할과 공중파 또는 유도장애를 차단하여 기기를 보호한다. 보안 접지는 전원접지점으로부터 분기하여 접속되는 전원접지의 일종이다.

3) 접속 방법에 의한 분류

건축물이나 구조물의 경우 망상(Mesh)접지를 하고, 철구조물에 접속을 시키면 전극의 확대로 저접지저항을 얻을 수 있다.

망상접지 방식은 단일 접지로 접지 저항을 낮추는 것보다 효율적인 면이 많다.

그것은 단일접지의 경우 접지봉에 근접한 곳에 벼락이 있어 지면의 전위가 상승하면 상승된 전위가 그대로 역류가 되어 기기로 유입되지만 원거리 망상접지를 하였을 때는 벼락의 영향을 받는 빈도는 증가할 수 있지만 서지의 강도는 현격히 줄일 수 있으므로 2차적으로 서지방지기를 사용하여 막기가 쉽다.

잘못된 접지의 경우 전자기기에 막대한 피해를 주게 되며, 추후 그에 대한 대책을 세울 수 없는 경우도 발생한다. 한 예로 전기관련 대기업에서 대형 제어시스템을 설치하면서 시스템 길이 만큼 바닥을 폭 1m 정도로 파고 전체를 접지로 한 다음 그 위에 제어기기 시스템을 올려 놓아 샤시 접지를 시킨 것을 보았다.

그것을 설치한 사람들의 생각에는 완벽한 접지로 뇌서지를 잡을 수 있다는 생각에서 그리 하였겠지만 그로 인하여 많은 비용을 들여 뇌서지가 침입할 수 있는 고속도로를 아주 훌륭히 닦아준 것이다. 뇌방지 시설을 하려 해도 그 시스템 전체를 바닥의 접지에서 분리한 다음 이루어져야 하므로 사실상 불가능한 상황이었다. 한마디로 뇌서지의 측면에서는 많은 비용을 들여 뇌서지의 난공불락 요새를 만들어준 것이다.

이러한 오류를 범하지 않으려면 설계에서 부터 뇌서지를 충분히 고려하여 접지설계를 하여야 한다.

그러나 현실적으로 아직은 접지공사를 하는 사람들이 뇌서지에 관한 깊은 성찰이 없는 바, 이로 인한 문제가 많이 발생하고 있다.

3.1) 공용접지

공용접지의 경우 접지전류에 의한 전위상승이 접지를 공용하고 있는 모든 설비에 파급될 위험이 있다.

일반적으로 낮은 접지저항과 경제성 측면에서 공용접지를 많이 사용하고 있다.

3.1.1) 직렬접지

접지점으로부터 각각의 기기로 접지선을 직렬로 접속하는 것으로 시공이 간편하고 경제적이지만 각 장비 사이에 접지전위차가 발생할 수 있다.

3.1.2) 병렬접지

주접지점으로부터 접지선을 병렬로 각각의 기기에 접속하는 것으로 각 장비간 등전위를 형성할 수 있으며, 장비 상호간 영향을 받지 않아 양호한 접지를 구성할 수 있으나, 시공이 복잡하고 비용이 많이 든다.

3.1.3) 직 · 병렬접지

분전반 단위로 병렬접지를 하고 전체를 직렬접지하는 것으로 경비대 성능비에서 권장할 만한 방법이다.

접지의 공용(건축구조체를 이용한 경우)

| | 계통 | 기기 | 피뢰 | 전산기 신호 | 전산기 외함 | 전산기 라인필터 | 통신기기 | 의료 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 계통 | - | ○ | △ | △ | △ | △ | △ | △ |
| 기기 | ○ | - | △ | △ | ○ | ○ | ○ | △ |
| 피뢰 | △ | △ | - | △ | △ | △ | △ | △ |
| 전산기 신호 | △ | △ | △ | - | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 전산기 외함 | △ | ○ | △ | ○ | - | ○ | ○ | ○ |
| 전산기 라인필터 | △ | ○ | △ | ○ | ○ | - | ○ | ○ |
| 통신기 | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | - | ○ |
| 의료기기 | △ | △ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | - |

*) ○ : 공용 가능
△ : 종합접지저항이 (100/1선지락 전류)보다 적은 경우엔 공용 가능

3.2) 단독접지

접지에 따른 노이즈와 서지는 상당한 문제여서 기기의 정상적인 동작이 가능하도록 하는 기능성접지가 중요시되면서 회로마다 독립적으로 단독접지를 한다.

접지극간의 전위상호 간섭 문제 때문에 전위상승 파급의 위험이 있는 제2종접지, 피뢰기용접지, 전력회사의 케이블 시스 접지 등으로 한다.

단독접지를 할 때는 접지간의 상호 간섭을 줄일 수 있도록 접지 사이를 최대한 멀리 떼어 놓는 것이 필요하다.

전자기기 메이커는 다른 계통에서 접지선을 통해 전류가 흐르는 경우가 있기 때문에 단독접지를 권한다.

피뢰접지의 경우는 단독접지를 잡는 것을 원칙으로 한다.

3.3) 단독접지와 공용접지의 장단점

| | 독 립 접 지 | 공 용 접 지 |
|---|---|---|
| 장점 | · 다른 설비에서 문제가 발생한 경우에 해당 접지 부분만 잘라내면 원인 규명이 가능하다. | · 접지극간의 전위 상호 간섭이 없어진다.<br>· 접지계통이 단순화된다.<br>· 접지저항을 낮출수 있다.<br>· 전위의 기준점을 세우기 쉽다. |
| 단점 | · 지락사고시 접지극간 전위 상호 간섭이 일어난다.<br>· 고층빌딩 등에서 접지선이 안테나 효과에 의해 노이즈가 발생하는 경우가 있다.<br>· 전위기준점 대책을 고려할 필요가 없다.<br>· 다수 접지극을 매설하기 때문에 접지계통이 복잡해진다. | · 1계통에서 발생한 사고로 인한 전위상승이 다른 계통의 기기에 까지 파급될 위험성이 있다. |

3.4) 공용화 단독접지

단독접지의 문제를 최소화 하기 위해서는 평시에는 단독접지로 사용하고 낙뢰 등으로 단독접지 가운데 하나가 다른 접지와 전위차가 많아지면 전위차를 해소 하도록 독립접지간에 접지 전위차해소기를 설치하여 공용접지화하는 접지 방식으로 단독접지와 공용접지의 장점을 결합한 방식이다.

## 3.3 접지의 기준

1) 접지공사의 법규와 설치기준

| 접지종류 | 제 1 종 |
|---|---|
| 규정 저항치 | 1. 10Ω 이하<br>2. 2Ω 이하일 때 수도관 접지 가능<br>3. 대지간 2Ω이하일 때 건물 철골 이용 가능 |
| 기술기준 고 시 | - 접지선은 2.6mm 연동 동등 이상<br>- 사람이 측수할 염려가 있는 장소에서는 접지선상 0.6mm까지 절연피복선으로 하고 지상 2m까지 부도체로 하는 절연물을 충전한다.<br>- 접지극의 깊이는 0.75m 이상<br>- 이동기기 접지용 케이블은 8mm |
| 내선규정 /한 전 | - 접지선은 2.6mm(내규) 동선<br>- 접지선은 7/2.0mm(한전) 경동선<br>- 접지선은 75cm로 부터 지표면상 2m 부분까지는 합성수지관 또는 이와 동등 이상의 절연내력 및 강도가 있는 물드로 덮을 것 (내규)<br>- 접지극은 지중에서 철주 기타의 금속체에서 1m이상 이격하여 시설(내규), 동판은 두께 0.7mm이상 면적 90㎠(편면)이하, 동봉 동복 강봉은 지름 8mm이상, 길이 0.9m이상<br>- 나동선은 지름 8mm이상<br>- 철관은 외경 25mm이상, 길이 0.9m 이상<br>- 철봉은 12m 이상, 길이 0.9m이상<br>- 도금 동복강판은 두께 1.6mm이상, 길이 0.9m이상, 면적은 250㎠(편면) 이상<br>- 탄소피복동봉용은 지름 8mm 이상의 강심이고 길이 0.9m 이상(내규)<br>- 피뢰기용은 타 접지와 1m이상 이격, 발송변전설비는 10Ω 이하 |
| 접지종류 | 제 2 종 · 단독접지 |
| 규정 저항치 | 1. 150V/(1선지락전류)이하 150V초과시 2초 이내에 고압차단되면 300Ω 이내<br>2. 제34조 1항 10Ω이하 접지계 고저압용<br>3. 건물 철골 2Ω 이하일 때 이용가 |
| 기술기준 고 시 | 1. 접지선은 4.0mm<br>2. 변압기에서 200mm까지에 접지한 때는 35mm 동복동선, 4.0mm경동선, 사람이 촉수할 염려가 있는 장소는 접지극 깊이는 0.75m, 접지선 지상 0.6m까지 절연피복한다.<br>3. 특고저압변압기는 2.6mm<br>4. 이동기기 접지용 케이블은 8mm |
| 내선규정 /한 전 | (내 규) 단위 (kVA)<br>변압기 1상분의 용량 / 100V급 / 200V급 / 400V급 / 접지선굵기 동 m/m<br>5까지 / 10까지 / 40까지 / 2.6이상<br>10까지 / 20까지 / 75까지 / 3.2이상<br>40까지 / 40까지 / 150까지 / 14이상<br>70까지 / 75까지 / 250까지 / 22이상<br>75까지 / 150까지 / 300까지 / 38이상<br>100까지 / 200까지 / 400까지 / 50이상<br>125까지 / 250까지 / 500까지 / 60이상<br>80이상<br>중성선다중접지 배선주설비 20Ω 이하(한전) 접지선은7/20mm 이상 600V비닐 전선(한전) 접지극 재료는 제1종과 동일 |

| 접지종류 | 제 2 종 : 가공공동 |
|---|---|
| 규정 저항치 | 변압기에서 직경 1km이내 각 접지 300Ω 이하 |
| 기술기준고시 | 접지선은 2.6mm동복동선 또는 4mm경동선 |
| 접지종류 | 제 2 종 : 인입구 접지 |
| 규정 저항치 | 건물자체 3Ω일 때 가함 |
| 기술기준고시 | 접지선은 2.6mm 동선 |
| 내선규정/한 전 | 인입전선굵기(동) / 접지선 굵기(동)<br>14㎟ 까지 / 2.5㎟ 이상<br>38㎟ 까지 / 3.2㎟ 이상<br>100㎟ 까지 / 14㎟ 이상<br>250㎟ 까지 / 22㎟ 이상<br>250㎟ 이상 / 38㎟ 이상(내규) |
| 접지종류 | 제 3 종 |
| 규정 저항치 | 1. 100Ω 이하<br>2. 수도관접지<br>3. 3Ω 이하일 때<br>4. 0.5초 이내 자동차단 누전차단 병용 500Ω 이내 |
| 기술기준 고 시 | 1. 접지선은 1.6mm 이상<br>2. 이동기기접지을 다심 코드케이블의 1심은 사용할 경우는 0.75㎟, 이것 외에 가동성 연동 연선은 1.25㎟<br>3. 자연상태접지 10Ω이하이면 접지생략 가 |
| 내선규정/한 전 | 과전류차단기 최소의 정격 전류용량 / 접지선의 굵기(동)㎟ / 일반동 / 이동기기 단심 / 이동기기 2심중의 1심<br>20A 이하 / 2 이상 / 1.25 이상 / 0.75 이상<br>30A 이하 / 2 이상 / 2.0 이상 / 1.25 이상<br>50A 이하 / 3.5 이상 / 3.5 이상 / 2.0 이상<br>100A 이하 / 5.5 이상 / 5.5 이상 / 3.5 이상<br>200A 이하 / 14 이상 / 14 이상 / 5.5 이상<br>400A 이하 / 22 이상 / 22 이상 / 14 이상<br>600A 이하 / 38 이상 / 38 이상 / 30 이상<br>800A 이하 / 50 이상 / 50 이상 / 30 이상<br>1,000A 이하 / 60 이상 / 60 이상 / 30 이상<br>1,200A 이하 / 80 이상 / 80 이상 / 38 이상 |
| 접지종류 | 특 별 제 3 종 |
| 규정 저항치 | 1. 10Ω 이내<br>2. 수도관접지 3Ω 이하일 때<br>3. 0.3초 이내 자동차단 누전차단 병용 500Ω 이하 |
| 기술기준 고 시 | 1. 접지선은 1.6mm 이상<br>2. 이동기기접지을 다심 코드케이블의 1심을 사용할 경우는 0.75㎟, 이것 외에 가동성 연동 연선은 1.25㎟<br>3. 자연상태접지 10Ω이하이면 접지생략가 |
| 접지종류 | 종별없음 : 중성점 접지 |
| 규정 저항치 | 1.5Ω 이하 |
| 기술기준고시 | 접지선 4.0mm이상(저압은 2.6mm 이상) |
| 접지종류 | 종별없음 : 각종류 공통접지 |
| 규정 저항치 | 없음 |
| 기술기준고시 | 없음 |
| 접지종류 | 종별없음 : 배중선로 중성점 다중접지 |
| 내선규정/한 전 | 1km당 합성저항치 5Ω 이하<br>단위개소당 100Ω 아하 (한전) |

2) 전원접지

2.1) 접지동판(Ground Plates)

2.1.1) 규격

| 규 격 번 호 | 규격 (두께×가로×세로)mm |
|---|---|
| ESB 107-140 | 1×300×300 |

2.1.2) 재질

KSD 5201(동 및 동합금의 판 및 조) 2종 경질 또는 이와 동등 이상의 재료를 사용하여야 하며, 리드선은 KSC 3103 (전기용 연동연선)의 7/2.0mm를 사용하여야 한다.

2.1.3) 접속

동판과 동선의 접속은 용접법에 의하여 전기적 기계적으로 안전하게 접속 되어야 한다.

2.2) 접지동봉(Ground Rods)

2.2.1) 규격

| 규격번호 | 규 격 | 비 고 |
|---|---|---|
| ESB 107-529<br>ESB 107-531 | 14×1,000 N<br>14×164 (38°) | 접지동봉<br>리드단자 |

2.2.2) 구조

가〉 접지봉은 본체와 리드단자로 구성된다.

나〉 본체는 지중타입(地中打入)에 충분히 견디는 것이어야 하고 또한 본체의 동봉과 피복동 및 리드선이 부착된 리드단자는 지중에 타입시 그 충격에 대하여 이동하지 않도록 밀착된 것이어야 한다.

다〉 동봉과 피복동 사이는 수분 등 기타 이물질에 의한 동봉의 부식을 방지할 수 있도록 적절한 가공과 부식처리가 되어 있어야 한다.

라〉 각부의 연결부분은 가공후 완전히 밀착되어 전기 저항이 증가하지 않도록 하며, 수분 기타 이물질로 인하여 부식되지 않도록 하고 때려 박는 데 지장이 없는 구조라야 한다.

마〉 리드단자와 리드선 연결은 전기적으로나 기계적으로 완전히 접속되어 접지 효과가 저하되지 않는 구조라야 한다.
바〉 리드단자와 리드선은 타입시에 터지거나 이상이 있어서는 안된다.
사〉 연결부 및 리드단자 취부부분은 본체와 일체라야 한다.

2.2.3) 재질

1〉 접지봉 본체 및 리드단자
강심(鋼心)은 KSD 5503(일반구조용 압연강재)에 규정하는 제2종 SS 41, 피복동은 KSD 3501(이음매 없는 동 및 동합금판)에 규정하는 CIIOOH를 사용하여야 한다.

2〉 리드선
KSC 3101(전기용 연동선)에 규정하는 7/2.6mm 이상의 굵기여야 하고, 길이는 300mm이상이어야 한다.

3〉 형상과 치수

접지봉 및 리드단자치수(mm)

| | 본체 | | | | | | | | | 리드단자 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | L | D | d | A | B | C | Co | Do | Dp | e | f | g |
| 치 수 | 1000 | 14 | 13 | 60 | 40 | 12 | 10 | 13.9 | 17 | 62 | 50 | 40 |
| 허용오차 | ±20 | +0.1 -0 | +0 -0.1 | ±5 | ±5 | ±1 | ±3 | +0.1 -0 | +0.1 -0 | ±2 | ±2 | ±2 |

2.3) 접지봉타입철핀(接地棒打入鐵PIN)

2.3.1) 재질 및 구조
철판의 재질은 KSD 3503(일반구조용 압연강재) 제3종 이어야 하고,구조는 ESD 107-529-531(접지강봉)의 타입에 편리하고 접합한 구조여야 한다.

2.3.2) 치수

| | 치 수 mm | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | l | Dh | i | Ct | Df |
| 치 수 | 100 | 19 | 15 | 11.7 | 13.6 |
| 허용오차 | ±5 | +1 -0.5 | +1 -0 | ±0.5 | +0 -0.1 |

2) 통신접지
10Ω 이하 (mesh 접지)

4) 피뢰침접지
10Ω 이하 또는 대지 전위 상승 500V 이하

5) Local접지
10Ω 이하 (접지봉 접지)

6) 접지선의 굵기
접지선의 굵기는 전원선의 굵기보다 가늘어서는 안된다.

7) 시험단자
전기적으로 접지 저항을 측정할 수 있는 시험단자를 두어야 한다.

8) 철 구조물
건축물 frame 등 철 구조물은 전기적으로 접지와 접속되어 있어야 한다.

3.3.4 접지와 관련된 제반 사항

1) 저감제(Earth Dain)
전에는 이스론을 많이 사용하였으나 근래에는 카본과 생석회를 주성분으로 사용하므로써 전해질이 들어있지 않아 장기간 매몰시에도 지하수로 유실이 되지 않으므로 낮은 접지 저항을 안정적으로 얻을 수 있다.
특히, 일부 첨단 업체에서는 대기의 수분을 흡수하여 함유하는 단계를 넘어 대기의 수분까지도 흡수함으로서 접지의 효과를 극대화하는 제품도 나오고 있다.

다음호에 계속됩니다

한번 실수하는 것보다 두 번 묻는 것이 더 낫다.
-독일속담-