



피뢰설비에 있어서의 접지방식



1. 머리말

피뢰설비의 접지는 크게 나누어 두가지로 분류된다. 하나는 피뢰침용의 접지이고 또 한 쪽은 보안기나 기기의 접지이다. 어느 쪽의 접지에 있어서도 지중에 매설된 접지전극과 접속되어 효과를 발휘하도록 구성되어 있다. 특히 고도 정보화사회를 이루어나가기 위해서는 각종 정보통신기기로 구성되는 시스템이 상시 정상상태에서 동작하는 것이 필수조건이다. 그러기 위해서는 뇌서지(雷 Surge)로부터 정보통신기기를 보호하는 대책이 강구되어, 그 목적을 달성하기 위한 효과적인 접지방식이 요구되고 있다.

무엇보다도, 정보통신기기 등의 접지는 기기와 그 시스템의 안정작동을 목적으로 하고 있어, 피뢰설비의 접지는 이상시에 안정된 작동을 위해 바르게 설계·시공되어야 하는 것이 가장 중요하다.

접지의 설계·시공에 관해서는, 그 건물과 안테나, 피뢰침 그리고 정보통신기기의 종류 및 설치조건·상황에 따라 최적의 방법을 찾아내야 하며, 여기서는 기본적인 방법과 그 효과에 관하여 기술함과 동시에, 피뢰설비를 위한 유효한 접지시스템을 구성하는데 참고가 되었으면 한다.

2. 피뢰설비의 접지

요사이의 정보통신기기는, 고도정보화사회의 발전과 함께 소형화·초약내전압화(超弱內電壓化)의 길을 걸어 오고 있어, 뇌서지의 침입에 대해 극히 취약한 상태가 되고 있다.

이들 정보통신기기를 이상전압(異常電壓)으로부터 보호하기 위해 피뢰침과 적절한 보안장치가 사용되고 있으며, 피뢰침이나 보안장치가 그 효과를 충분히 발휘하기 위해서는 피뢰침의 접지방식과 보호하는 기기의 접지방식이 중요한 요인이 되고 있다.

가. 지금까지의 접지에 대한 개념

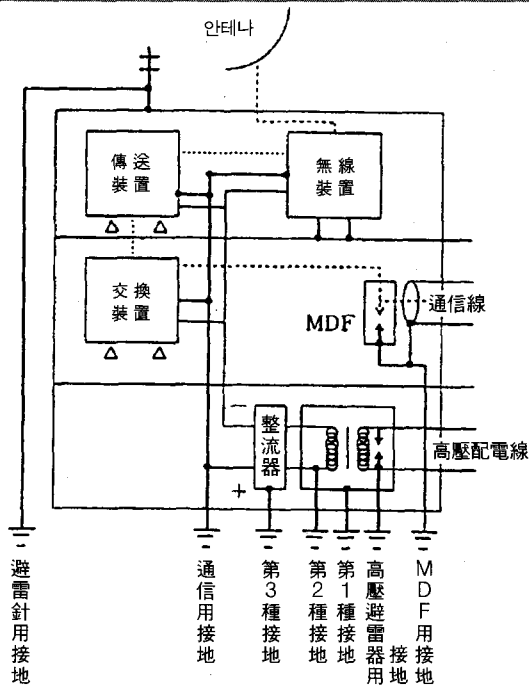
지금까지는 그림1에 표시하는 바와 같이 각기의 접지 목적에 응하여 시공·운용하고 있다. 이들 접지의 목적은 대별하여 피뢰침용접지, 전력설비용접지(A종~D종), 통신설비용접지로 분류된다.

(1) 피뢰침의 접지

피뢰침용접지의 목적은, 직격뢰(直擊雷)로부터 구조물을 보호하는 것으로, 건축기준법에 의해 높이 20m 이상의 건물에 설치토록 되어있다.



그림 1 목적별 접지방식



(2) 전력설비용의 접지

전력용접지의 목적은, 전력설비의 고장시에 인체나 기기를 보호하기 위한 보안용접지이며, 전기설비기술기준에 의거 A종~D종 접지의 설비의무가 있다. 일반적으로 수전이 고압인 경우에는 고압인입구에 피뢰기를 설치하며, 피뢰기 접지로서 A종(10Ω 이하)으로 시설토록 되어 있다. 또 변압기의 저압측 1선에는 보통 B종 접지가 실시된다.

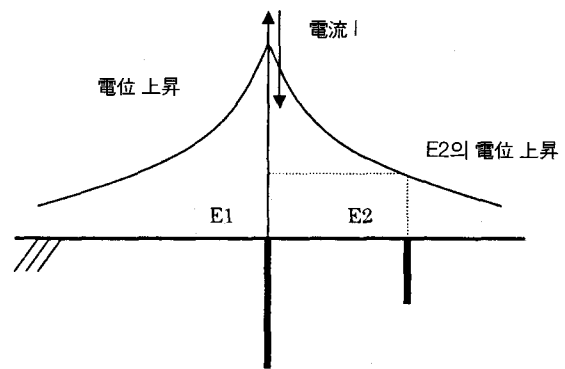
(3) 통신설비용의 접지

통신설비용 접지의 목적은, 통신기기의 기준전위(基準電位)의 확보와 노이즈(Noise)의 영향을 방지하기 위해 시설하는 것이 보통이며 법적인 규제는 없다. 또한 일반적으로 통신선의 인입구에 있는 MDF에는 통신선으로 침입하는 뇌서지 등으로부터 통신기기를 보호하기 위한 보안장치가 설치되어 있다.

나. 개별접지와 통합접지

앞에 기술한 개별 접지는 각 접지가 서로 간섭받지 않도록 되어 있으며, 각 접지에 뇌서지가 유입하는 경우에도 그것에 의해 발생하는 접지전위 상승의 영향이 다른 접지에 미치지 않아야 하는 조건으로 되어 있다. 그러나 현실적으로는 한정된 부지 안에서 복수의 독립된 접지를 시설하는 것은 곤란하며, 실제로는 그림2에 표시하는 바와 같이 접지극 E1에 전류가 유입하게 되면 그 주변의 대지전위가 상승하여 E1 근방의 접지극 E2가 그 전위의 영향을 받게 된다. 최근에는 각 개별접지를 시설하는 것이 어려워지고 동시에 각 개별접지에 접속된 기기의 기기~기기 간 및 기기~전원 간의 절연내력도 저하되고 있는 경향이다. 이 때문에 이들 개별접지를 하나로 합쳐 각 통신기와 전원장치를 포함해서 등전위화(等電位化)하는 것이 바람직한 것이라는 쪽으로 이야기되고 있다. 국제적으로 보아도 IEC관련 규격이 통합접지방식이기 때문에 일본도 통합접지방식을 받아들이는 방향으로 움직이고 있다.

그림 2 접지전위 상승이 근방접지에 미치는 영향

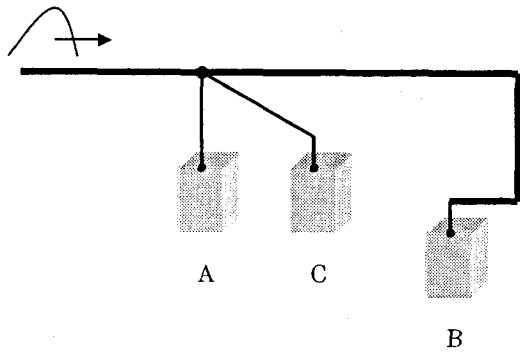


다. 등전위화

내뢰(耐雷)대책상 가장 중요한 것은 한정된 시설 내



그림 3 等電位化된 기기배치



림3에 표시한 바와 같이 접지극에서 접지모선을 길게 부설하여 그 접지모선에서 각기기의 접지를 접속하는 방법이다. 이것들은 교류적(交流的)으로는 동전위(同電位)이며 등전위화(等電位化)를 구성하고 있다. 그러나 매우 시간이 빠른 뇌현상의 경우에는 교류적으로 동전위에 있더라도 통용되지 않는 면이 있다.

그림 4 서지 전압의 전달시간차로 발생하는 전압

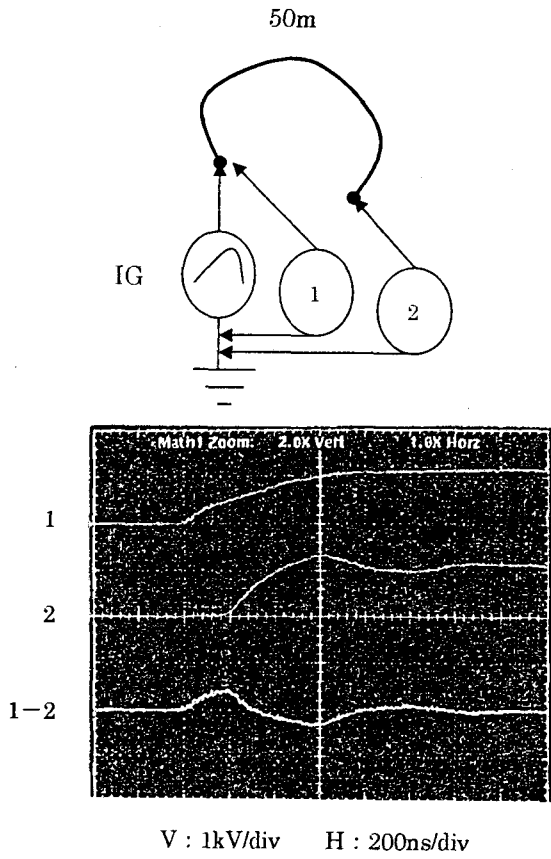
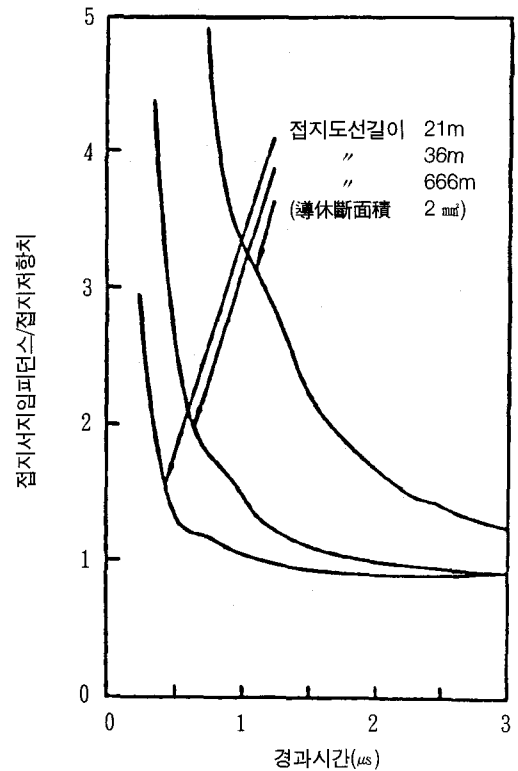


그림 4는 50m 길이의 2mm² 전선의 한 끝에 뇌서지전압을 인가하여, 인가점 및 단말의 접지 간 전압을 측정 한 것이다. 인가점과 단말 간에는 뇌서지가 전달되는 시간에 의해 전위차가 발생하고 있음을 알 수 있다. 따라서 교류적으로 등전위화되어 있어도 뇌서지가 침입하게 됨으로써 전위차가 발생하여, 기기 내부의 전자회로 간이나 각부품프레임 간에 절연파괴를 초래할 우려가 있다. 그림 5, 6에서 알 수 있는 바와 같이 접지선의 단면

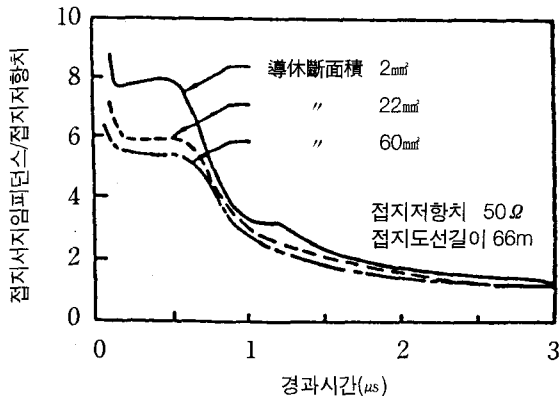
그림 5 電線길이 길어졌을 경우의 特性



에 전위차에 의한 기기장해가 발생하지 않도록 대책을 마련하는 것이다. 접지설비에서 많이 보게되는 것은 그



그림 6 電線斷面積을 변화시킨 경우의 特性



적보다도 길이에 의존하게 되어, 접지모선을 짧게 하는 것이 중요하다는 것을 알게 된다. 따라서 뇌서지전류가 흐르는 루트에서는 가장 짧게 접지극에 접속하는 것이 매우 중요하다.

3. 접지의 전기적 특성

피뢰침이나 보안장치의 접지는, 직접서지(Surge)전류가 흐르는 것 외에 전원계통에서의 서지전류 침입으로 접지의 전위를 상승시켜 기기에 장애를 주는 경우가 있다. 이 때문에 접지의 뇌서지에 대한 상황도 내뢰(耐雷) 대책을 세우는데 중요한 점이 되고 있다.

가. 과도접지저항

뇌현상과 같이 전압·전류의 변화가 극히 빠른 현상에 대하여 내뢰대책을 계획하는 경우, 뇌서지 전류가 접지극에 흘렀을 때의 접지전위 상승이 낮으면 낮을수록 충분하게, 또한 과도접지저항의 특성을 이해함으로써 내뢰대책상 어떠한 접지극을 구성하는 것이 좋은지를 검토하게 되고 아울러 접지설계에도 도움이 될 수 있다.

그림 7은 지표에서 0.5m의 깊이로 매설된 100mm²의 동연선의 길이를 바꾸어 접지단에서 50ns의 스텝과형의 전류를 인가했을 때의 과도접지저항 특성이다. 이 결과를 보면 접지전극의 길이에 관계없이 0.3μs까지는 동일한 특성을 나타내고 있다. 어느 쪽이든 정상(교류) 저항치가 낮은 접지전극은 서지에 대해서도 유효하게 작용하고 있음을 알 수 있다. 접지전극의 구성과 과도접지저항의 관계를 위해 그 실측예를 그림8에 표시하였다. 지표에서 0.5m 깊이로 매설된 10mm²의 동연선 40m의 접지전극을 사용하여 (a)는 접지전극의 한 쪽 끝에서, (b)는 접지전의 중앙에서, (c)는 접지전극을 수직으로 매설한 상단에서 각기 서지전류를 인가하여 과도접지저항을 측정하였다. 이 결과에서 알 수 있는 바와 같이 (a)와 (c)는 서지전류의 진행루트가 한 방향인데 대하여 (b)는 진행루트가 두 방향으로 시간당 유출되는 전류의 루트를 늘림으로써 발생전압도 낮게 억제하는 것이 가능해진다.

그림 7 埋設地線의 과도접지저항특성

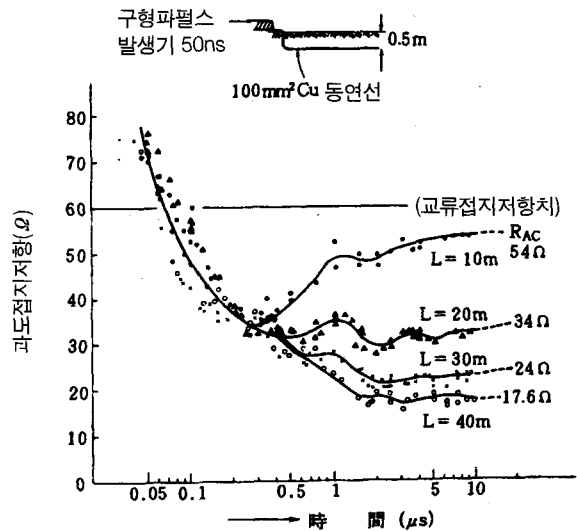




그림 8 동일한 길이의 접지전극의 과도접지 저항특성

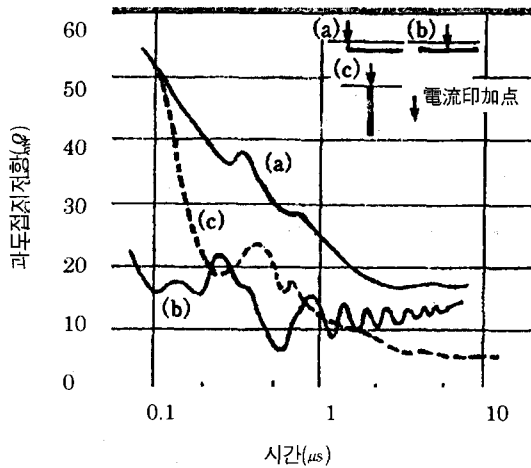
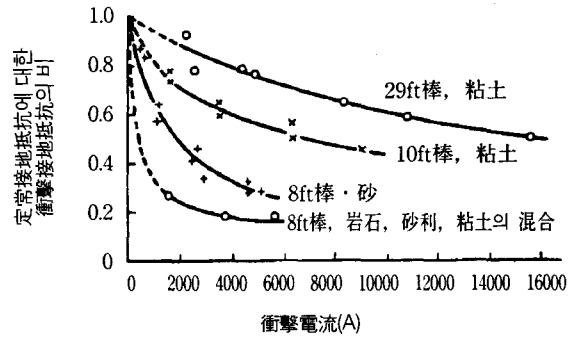


그림 9 大電流에 의한 接地低減例



진척됨으로써 저감률을 접지설계에 살려나갈 수 있을 것이다.

나. 대전류에 의한 접지저항 저감효과

우리들이 보통 측정하는 접지저항은 수 10mA, 크더라도 수A 정도의 전류에서 구해지는 치(값)이다. 또한, 특히 큰 변전소의 접지에 있어서는 전압강하 쪽의 측정에서 측정전류도 커지지만, 실제의 서지에서는 수 10kA~수100kA의 전류가 흘러 자리수가 전혀 다르다. 접지전극에 서지전류와 같이 대전류가 흐르게 되면 접지전극 주변에 큰 전위경도(電位傾度)가 발생하여, 토양 파괴에 의한 외관상의 접지전극이 커져 정상저항치와는 다른 모양을 나타낸다고 알려져 있다. 그림9에 접지봉에 있어서의 접지저항의 저감률이 보고되어 있다.

이 보고에 의하면 대지비저항(大地比抵抗)이 높은 토양일수록 또 접지전극이 작을수록 저감효과가 큰 것으로 알려져 있다. 그러나 지금까지 이와 같은 상황을 보편화시킨 연구가 매우 적었으며, 또 접지전극이 매설되는 대지의 비저항치의 다층화(多層化) 등의 조건에 따라 상황이 달라지기 때문에 대전류에 의한 접지저감효과에 대해서는 접지설계상 계산에는 넣지 않고 여유를 두어 취급하고 있다. 앞으로 더 한층 이 방향의 연구·검토가

4. 피뢰설비의 접지방법의 실제

앞서 기술한 바와 같이, 뇌서지전류가 침입했을 때 발생하는 전압을 최대한 저감하는 것이 중요하다. 이것은 접지전위 상승이 일어나면 기기에 접속되어 있는 전원선과 통신선에 역류뢰(逆流雷)로서 유출하게 되기 때문에 접지저항치를 저감하고 접지전위 상승을 억제하여 전원선과 통신선에 유출하는 뇌서지전류를 저감할 수 있게 되고 더욱이 전원선과 통신선에 접속되어 있는 보안장치의 스트레스 저감으로도 이어지게 된다. 여기서는 피뢰설비의 접지로서 유효한 방법을 소개한다.

가. 각종 접지전극의 과도접지저항

과도접지저항에 관해서는 앞서 기술한 바와 같으며, 여기서는 각종 접지전극의 과도접지저항의 특성을 그림 10에 표시하며, 그 주된 특징은 다음과 같다.

(1) 매설지선

앞서 기술한 바와 같이 접지전극 중심부에 뇌서지전



그림 10_ 각종 接地極의 過渡接地抵抗

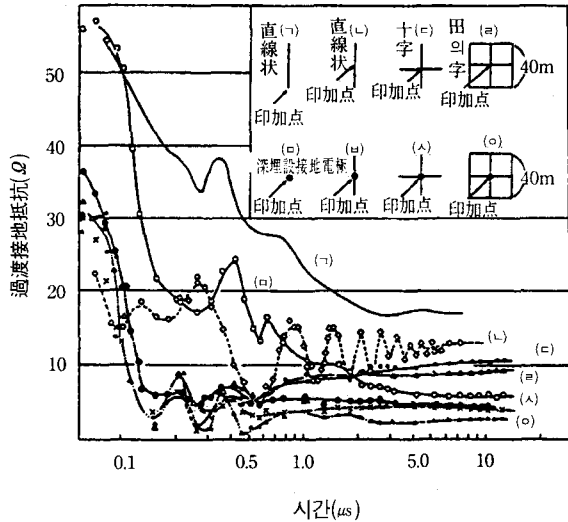
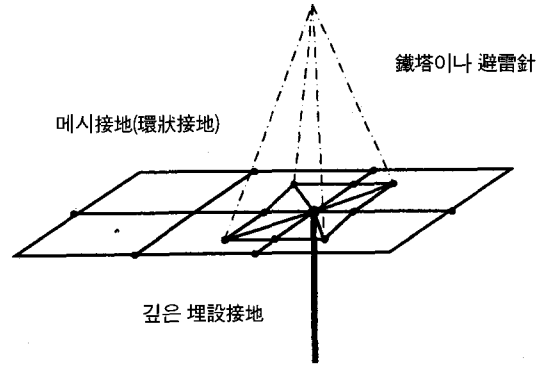


그림 10_ 각종 接地極의 過渡接地抵抗



류를 인가하는 편이 과도접지저항치가 낮다.

(2) 메시(Mesh) 접지('田'글씨 전극)

시간이 빠른 영역에서 과도접지저항치의 저감효과가 있다.

(3) 깊은 매설접지

시간이 빠른 영역에서의 과도접지저항치는 매설지선의 경우와 다르지 않으나 정상저항치의 저감에는 효과적이다.

나. 접지전극의 구성예

뇌서지 전류에 대하여 효과적인 접지전극의 구성예를 그림11에 표시한다. 부지내에는 메시접지(환상접지)를 시설하고 정상접지저항치 저감을 위해 깊은 매설접지를 병렬로 시공하여 그것들을 접속한다.

깊은 매설접지는 접지용지가 매우 작아 한정된 부지 내에서의 접지전극으로서 유리하며 완성된 접지면적은

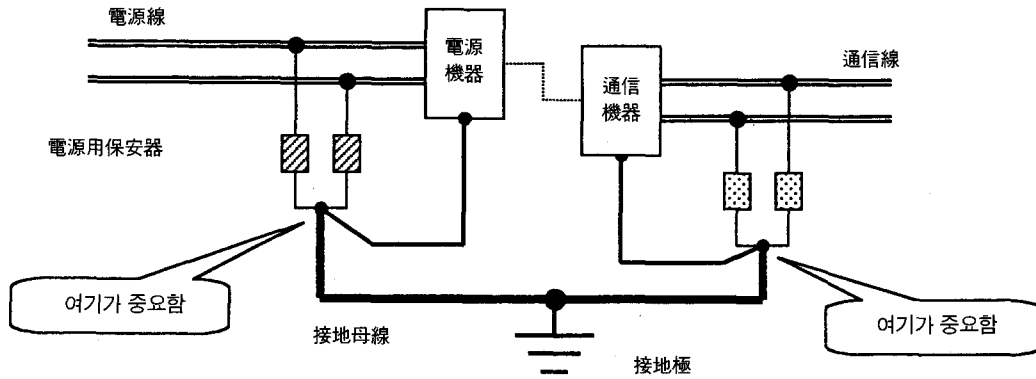
0.09m²(0.3m×0.3m) 정도이다. 이 때에 직격뢰(直擊雷)를 받을 가능성이 있는 건물피뢰침이나 철탑피뢰침(또는 철탑 자체)의 접지 접속에는 기본적으로 메시접속(환상접속)으로 접속하지만, 직접 서지전류가 흐르는 피뢰도선이나 철탑의 접지를 깊은 매설접지에도 접속함으로써 뇌서지전류의 유출루트를 늘려 과도접지저항을 저감할 수 있다.

다. 보안장치의 접지

보안장치에는 전원용의 보안장치와 통신용의 보안장치가 있다. 어느 경우에도 보안장치 동작시에는 뇌서지 전류가 흐르게 되어 그 배선과 부설루트에 대해서는 사전대비가 필요하다. 접지선은 대전류가 흐른다는 것을 고려하여 전원용 보안장치의 접지선에는 38mm²~60mm² 정도, 통신용 보안장치의 접지선에는 14mm²~22mm² 정도, 기기접지선에는 5.5mm² 정도의 전선을 사용하며, 보안장치의 접지선은 접지극에 가장 짧게 접속하는 것이 바람직하다. 또한, 접지선이나 전원선의 1차측은 다른 선로와 격리시켜 유도 등의 영향을 받지 않도록 할 것이 요망된다. 보안장치의 접지예를 그림12에 표시하였다.



그림 12 保安裝置의 接地例



라. 접지전극과 건물의 레이아웃에

뇌서지전류가 접지에 유입하여 접지전위가 상승했을 경우, 그 서지전류의 대부분이 전원선(배전선)에 유출하게 된다. 따라서 그 유출루트를 고려하여 배치하는 것이 중요하다. 그림13은 부적절한 레이아웃의 예로서, 뇌서지전류가 배전선에 유출될 때 건물내의 접지선을 통과하여 근접하는 다른 선로에 유도 등의 영향을 줄 가능성이 있다. 한편 그림14는 적절한 레이아웃이며, 뇌서지전류가 배전선에 유출될 때 건물내를 통과시키지 않고

다른 선로에 영향을 주지 않는 구성으로 되어 있다.

5. 최신의 접지기술

전력의 변전소와 철도의 변전소 등의 시설에서는 전력설비의 지락사고나 낙뢰사고에 대하여 통신선로측에 영향을 주지 않도록 대지전위 상승용의 보안장치가 설치되어 있다. 이 보안장치의 피뢰기 접지는 변전소의 접지전위 상승의 영향을 받지 않도록 보통 지상에서 수

그림 13 부적절한 레이아웃

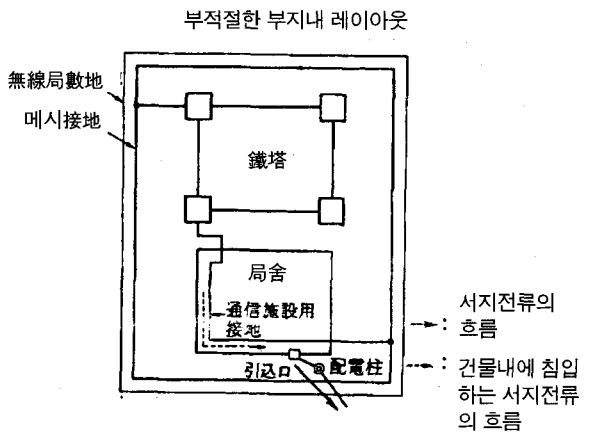
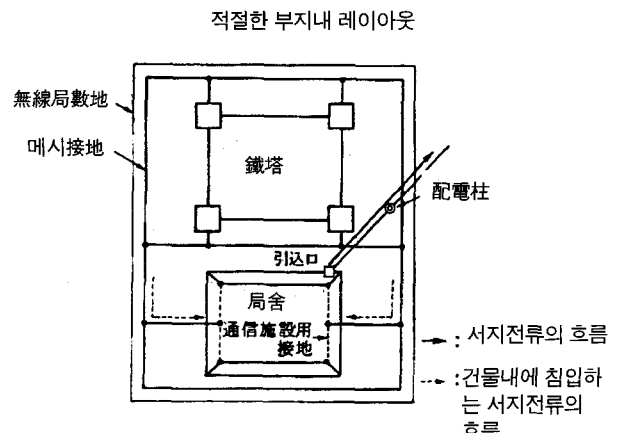
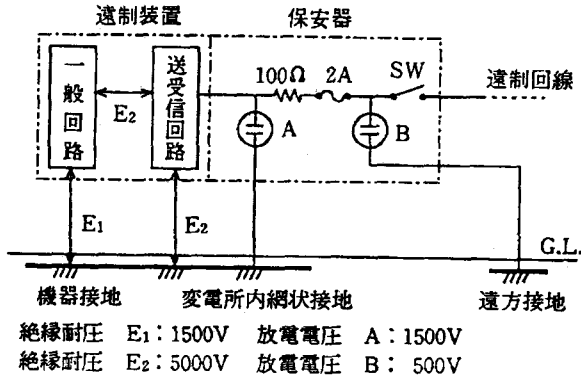


그림 14 적절한 레이아웃





● 그림 15 鐵道用變電所의 保安裝置와 遠方接地



10m 이상 떨어진 지점에 원방접지극을 시설하여 피뢰기 접지를 접속하고 있다.

그림15는 철도용변전소의 설치예이다. 요사이 지상에서의 원방접지용의 용지 확보가 어려워지고 있어 대책을 강구하기 위해 많은 어려움이 있었다. 최신의 기술로서 그림16에 표시한 바와 같이 이 원방접지를 보링에 의해 지중에 시설하여, 원방접지로 함으로써 용지확보 등의 어려움을 해소하는 것이 가능해졌다.

6. 맺음말

피뢰설비의 접지방식에 관하여 내뢰대책(耐雷對策)과 관련하여 기술하였다. 「접지같은 거, 접지봉 1개 박아 넣으면 괜찮다는 등의 생각을 하고 있는 사람이 있을 지도 모른다」. 그러나 접지는 기기나 인체를 보호하는데 매우 중요한 역할을 담당하고 있다. 그리고 접지의 접속 등을 제대로 시설하고 못하고에 따라 설비 전체에도 크게 문제가 될 수 있다는 것을 명해야 할 것이다.

고도정보화사회가 진전되고 있는 가운데, 각종의 다양한 정보통신기기가 도입되고 있으며 모든 기기가 초약내전압화(超弱耐電壓化)의 경향을 나타내고 있다. 어쨌든 신뢰성의 향상을 위해서도 앞으로 더욱 접지의 특성에 대해 지속적으로 추구해 나가야 할 것이다.

출처 : 일본전기협회 발행 「生産と電氣」(2004.3)

● 그림 16 깊은 埋設絶緣 獨立接地工法

