

특집 : 전기설비의 효율적관리

配電系統의 接地設計 및 管理

趙 丞 紀 <우신기전 대표이사>
金 相 俊 <한전기술연구원 배전기술연구팀 책임연구원>

1. 접지저항과 전위경도

가. 접지와 접지전극

접지란 낮은 관가자항으로 관가살짜를 대지에 접속하는 것을 말하며, 대지와 연결하는 단자의 역할을 담당하는 접지전극은 대부분 금속체로 되어 있고, 한편 대지는 토양입자와 물과 공기로 구성되어 있기 때문에, 이같은 성질이 전혀 다른 것끼리 낮은 저항치로서 전기적 접속을 확실하게 실현한다는 것은 접지공사의 어려운 문제이며, 또한 접지의 특징이다.

그림 1의 접지봉에 접지전류 I[A]가 대지로 흐를 때 접지봉에는 무한원지점에 대하여 전위가 상승한다. 이때 상승전위를 E[V]라 하면 접지저항 R[Ω]는 R=E/I이다.

접지저항은 시공장소의 대지 고유저항, 매설깊이, 전극 모양, 매설전극의 간격에 의하여 결정된다.

일반적으로 접지봉의 접지저항은 다음 식에 의하여 계산한다.

(1) 전극을 지표면에서 타입시

$$R \approx \frac{\rho}{2\pi \ell} \cdot \ell n \frac{4\ell}{d} \dots\dots\dots(1)$$

(2) 전극을 지하 l[m]에 매설할 때

$$R = \frac{\rho}{2\pi \ell} \cdot \left\{ \ell n \frac{2\ell}{d} + \frac{1}{2} \ell n \frac{(3\ell/2+2t)}{(l/2+2t)} \right\} \dots(2)$$

그림 2는 외경이 2, 20[cm]인 접지봉의 타입 깊이와 접지저항과의 관계를 나타낸다.

계산식에서 전극길이 ℓ의 변화에 비교하여 ℓn항의 변화가 적으므로, R값에 미치는 전극외경 d의 영향은 작다. 그러므로 접지봉의 굵기는 타입시 기계적 충격에 견딜 수 있으면 된다.

전극의 재질이 접지저항치에 미치는 영향은, 금속체의 저항이 접지저항에 비하여 완전히 무시될 수 있으므로, 토양의 종류 즉, 흙의 강도와 화학적 성질에 의하여 접지극의 재질을 결정한다.

접지전극의 접지저항을 나누어 보면

- ① 접지전극 자체의 저항
- ② 접지전극과 대지와의 접촉저항
- ③ 대지저항

으로서 3가지가 직렬로 접속되어 있다. 이중에서

① 접지전극 자체의 저항은 전체에 비교하면 매우 작아서 생략할 수 있고, 보통 접지전극의 재질이 다르더라도 접지저항에는 거의 영향이 없다.

② 접지전극과 대지와의 접촉저항도 매설할 당시의 아직 토양이 다져지지않은 단기간을 제외하면 거의 문제가 되지 않는다.

③ 대지저항이 사실상 접지저항의 대부분을 차

지하고 있다.

대지의 고유저항은 도체에 비하여 비교할 수 없을 정도로 아주 높으나 전류의 통로가 무한히 많기 때문에 저항을 병렬로 접속한 것처럼 되어 대지저항은 매우 저하한다.

그러나 보통 접지전극 주위의 전류밀도가 높아짐으로써 전극에 근접한 토양의 저항이 접지저항의 대부분을 차지한다.

접지전극 부근의 전류밀도는 접지전극의 형상에 따라서 달라진다.

접지저항을 결정하는 것은 접지전극 부근의 대지고유저항과 접지전극의 형상, 매설 깊이 등이며, 그중에서 영향을 크게 미치는 것이 대지고유저항이고, 다음이 접지전극의 형상이다.

이상에서와 같이 대지고유저항이 접지저항에 대하여 큰 영향을 미치므로 이에 대하여 언급하고자 한다.

나. 대지고유저항

대지고유저항은 흙의 수분, 수분의 화학적 성질, 온도, 땅속 깊이, 토압 등에 의하여 변화한다.

얕게 매설된 접지전극은 계절변화의 영향 즉, 강우량 변화에 따른 지하수의 영향을 쉽게 받아서 접지저항이 크게 변동하게 된다.

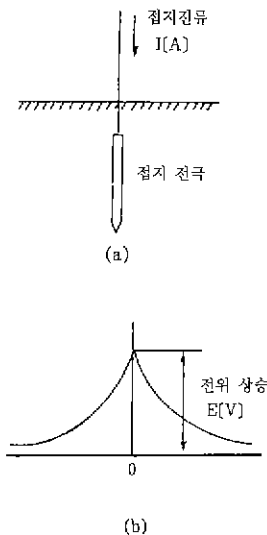


그림 1. 접지극에서의 대지전위 상승

대지고유저항은 보통 Wenner의 4전극법 원리에 의한 대지고유저항측정기(L-10,3244)로 측정하고 있으나, 지표에서 측정한 오차가 ±50[%] 이상되는 경우도 있다.

오차발생의 주원인은 측정용 전류가 작을 경우이고, 측정전류를 크게 하면 오차도 상대적으로 작아진다.

사전 예비조사단계에서 대지고유저항의 오차가 크면 접지공사시 경제성의 예측이 어려워지므로 지층상태를 지질학적으로 분류할 필요가 있고, 이에 따라서 해당 토지에 대하여 보정치를 어느 정도 예측할 수 있게 된다.

대지고유저항은 대지의 지층구조, 지하깊이에 따라서 변화하므로 접지공사시 대지고유저항의 상태에 알맞게 접지공사방법을 달리해야 한다.

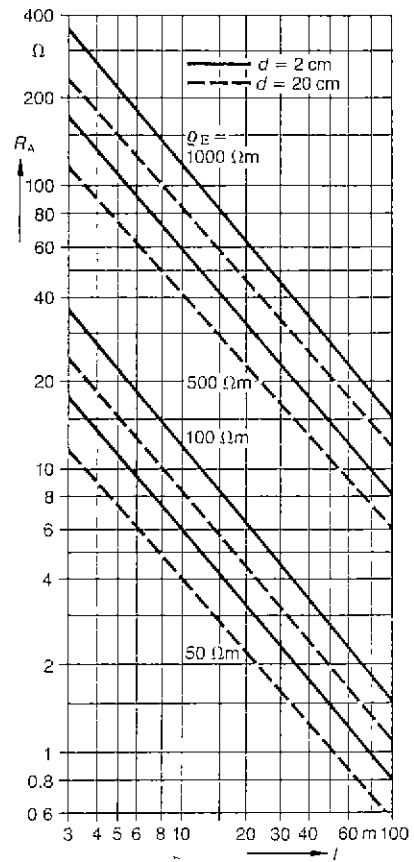


그림 2. 접지봉의 외경, 타입 깊이와 접지저항과의 관계

대지고유저항이 지하로 깊이 내려갈수록 저하되는 모래땅과 같은 지역에서는 접지전극을 깊이 타입하는 深打 접지공법이 유리하다.

접지공사의 난이도는 접지장소의 대지고유저항에 의하여 지배된다. 보통 산악지는 지층구조가 균일하지 않고 수직 및 수평방향으로 지층이 다르기 때문에 대지고유저항 측정치도 측정방향과 측정 전극의 간격에 따라서 차이가 생길 수 있다. 또한 토양의 함수량, 온도 등에 의해서도 변화하기 때문에 계절에 따라서 측정치에 차이가 생긴다.

보통 토양의 종류와 고유저항은 표 1과 같고, 대지고유저항 $\rho(\Omega \cdot m)$ 는 ρ -a곡선으로 표시한다. 이것은 ρ 값이 대지표면으로부터의 깊이에 따라서 어떻게 변화하는가를 나타내는 것으로 그림 3은 그 일례이다. 그림에서 (가)곡선은 a의 증가와 더불어 고유저항이 증가하므로 지하 심층부는 표면보다 고유저항이 큰 지질구조로 되어 있다고 추정된다. (나)곡선은 그 반대로 되어 있는 형태이다.

따라서 접지공사시 (가)의 경우에는 매설지선 등 지표층에서의 처리를 주체로 하는 접지방식이 적당하고, (나)의 경우는 지하 심층부를 이용하는 심층 접지방식이 유리하다.

실제의 ρ -a곡선은 단순하지 않고 토질에 따라

표 1 토지별 고유저항

地 質 種 類	$\rho(\Omega \cdot m)$
粘 土 質	20~60
粘 土 砂 地	80~200
沼 泥 地	150~200
砂 地	250~500
砂 岩 및 岩 盤	10000~100000

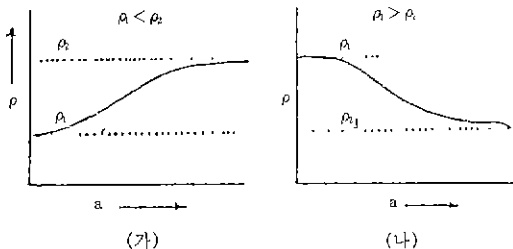


그림 3 수평 2층 구조의 ρ -a 곡선(개념도)

천차만별로 변화하므로 접지설계시 접지시공개소 예측수량의 양부는 ρ 값을 어떻게 정확하게 상정할 것이냐에 따라 달려 있다.

대지고유저항을 측정할 때에는 강수량의 영향(비가 온 뒤 3일 후)등에 특히 주의할 필요가 있다.

우리나라의 대지고유저항 분포는 154[kV] 계통에서 300[$\Omega \cdot m$]이하가 57[%]이며, 345[kV] 계통에서 1000[$\Omega \cdot m$]이하가 83[%]이고, 지하의 심층부(지하 5m)에서 고유저항이 낮은 분포는 전체의 24[%]이었다.

다. 접지전극 부근의 전위경도

접지선에 접지 고장전류가 흐르면 접지전극을 중심으로하여 지표면에 전위경도가 발생한다. 이때 지표면의 전위경도가 클 경우 접지선에 사람이 접촉하게 되면 접촉전압이나 보폭전압에 의해서 위험하게 된다. 이러한 위험전압의 허용치에 대해서는 여러가지로 논의되고 있으나, 일반적으로 다음과 같은 실용식이 사용되고 있다.

$$\text{보폭전압} \leq (R_k + 2R_t) \cdot I_k \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{접촉전압} \leq (R_k + R_t/2) \cdot I_k \dots\dots\dots(4)$$

R_k : 인체의 저항(500~1,000[$\Omega \cdot m$])

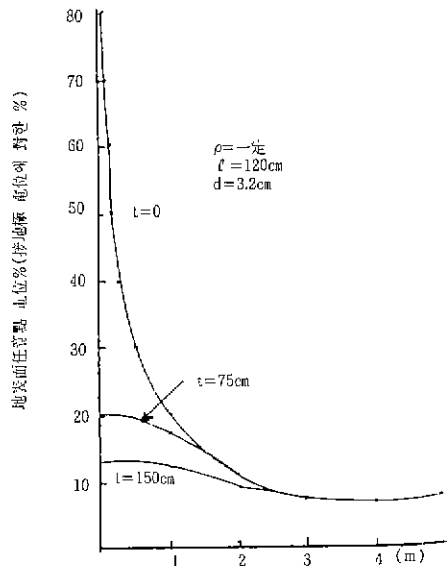


그림 4 접지전극 부근의 전위

R_f : 발밑의 대지저항 ($R_f=3\rho\Omega$)

I_k : 사람의 허용전류치 ($I_k=0.116/\sqrt{t}$, t: 고장전류 지속시간)

그림 4는 접지전극을 매설깊이 0[m], 0.75[m], 1.5[m]별로 설치할 때 이격거리에 따라 접지전극에 나타나는 지표면의 전위분포곡선으로서, 매설깊이가 증가할수록 지표면의 전위경도가 완화됨을 알 수 있다.

접지봉의 전위경도의 계산식은 다음과 같다.

그림 5에서 접지전극의 전위를 V_0 , 흐르는 전류를 I[A], 접지전극의 바로 위에서 x만큼 떨어진 지점의 지표면 전위를 V_x 라고 하면,

$$V_0 - V_x = \frac{I \cdot \rho}{2\pi \ell} \ell \ln \frac{2t(\ell + d)}{d(\ell + t)} \dots\dots\dots(5)$$

(단, $x \leq t$ 일 때)

$$V_0 - V_x = \frac{I \cdot \rho}{2\pi \ell} \left\{ \frac{1}{\ell} \ell \ln \frac{2t(\ell + d)}{d(\ell + t)} + \frac{1}{\ell + t} \ell \ln \frac{x(\ell + 2t)}{t(\ell + t + x)} \right\} \dots\dots\dots(6)$$

(단, $t < x$ 일 때)

계산과 실측의 비교검토 결과는 다음과 같이 보고되어 있다.

① 지표면이 고유저항이 큰 모래나 자갈 등으로 덮여 있으면 전위가 이론치보다 낮아 안전하나, 지표면이 비와 눈 때문에 습기가 많다면 접지전극의 바로 옆 부분이 다른 부분보다 고유저항이 낮은 토양일 때에는 전위경도가 급준하게 되어 보안상 불리하다.

② 접지전극의 매설장소가 습기로서 접지저항이 낮을 경우에는 일정한 유입전류에 대하여 접

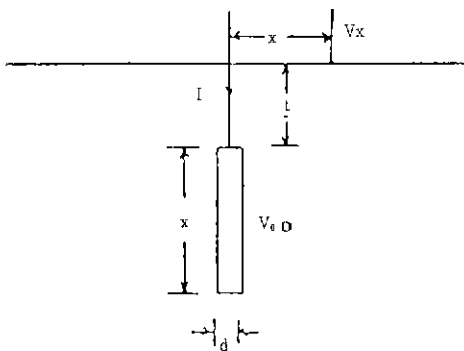


그림 5 전위경도

지전극의 전위 V_0 는 작게 되어 안전하나, 반대로 마른 땅에서 접지저항이 클 때에는 주의할 필요가 있다.

③ 동일 접지저항일지라도 접지전극의 모양과 크기에 따라서 전위경도가 달라진다.

2. 접지설계와 공사

가. 접지설계

(1) 접지의 목적

① 지락 및 단락전류 등 고장전류나 뇌격전류의 유입에 따른 기기의 외함, 철구, 저압 제어회로 등의 접지부분 및 대지면의 전위변동에 대해서 기기를 보호한다.

② 지표면의 국부적인 전위경도에서 일반 사람과 운전원을 감전으로부터 보호한다.

③ 전력계통에서 회로전압, 보호계전기 동작의 안정과 정전차폐효과를 유지한다.

(2) 접지설계시 고려하여야 할 사항

접지설계시에는 접지의 목적에 합당하도록 다음 조건을 고려한다.

① 인체에 대한 허용전류치

② 고장전류의 유입에 의하여 국부적으로 발생하는 접지전위 상승, 접촉전압 및 보폭전압의 계산방법과 그 허용치

③ 필요한 접지저항치를 결정

④ 대지고유저항, 접지저항의 측정방법

⑤ 단독접지와 연결접지의 장단점 비교검토

⑥ 접지전극과 접지선의 크기 및 형상

⑦ 인건비, 재료비, 유지보수비 등의 조건에서 유리한 접지공법을 선정

(3) 접지방법

접지 구성은 연결 접지방식 또는 망상 접지방식으로 하고 일부에 단독접지를 병용한다. 또 접지전위 상승, 접촉전압과 보폭전압이 균일하게 분포하고, 허용치 이하가 되게 한다.

① 연결 접지

이 방식은 각 기기의 접지를 공통접지선에 연결함과 동시에 여러 장소의 전위분포가 균일하게 되도록 접지전극과 접지선을 매설하는 방식이다.

② 망상 접지

이 방식은 대전력계통에서처럼 고장전류가 매우 크기 때문에 그에 대응하는 소요접지 저항치나 구내의 접촉전압과 보폭전압이 문제되는 경우나, 구외에서 통행하는 일반인에 대하여 위험한 전압이 걸리지 않도록 접지선을 망상으로 매설하고, 구내외에 극단적인 전위경도가 발생하지 않도록 하는 방식이다.

③ 단독 접지

이 방식은 접지가 필요한 기기별로 각각 단독 접지를 시설하는 것이다. 피뢰기와 피뢰침, 자동 제어장치, 전자계산기 등에 쓰이는 방식이다.

(4) 필요사항의 조사

접지설계시에는 먼저 그 시공장소의 대지저항률 ρ 를 알아 둘 필요가 있다. 접지 대상설비의 종류와 목적에 따라서 설계내용에 큰 차이가 있다. 즉, 간단한 접지로도 좋은 가전기기류에서는 대지저항률 등을 실측할 필요는 없지만, 대응량의 전기를 사용하는 고층 빌딩이라든가 공장 등에서는 충분한 사전조사가 필요하다.

또한 접지전극을 지표면에 매설할 것인가, 아니면 지표면 밑에 매설할 것인가에 따라서 대지저항률 측정에도 큰 차이가 있다. 지표면 부근의 ρ 라면, 외경과 길이를 미리 알고 있는 봉을 타입하여 접지저항치를 측정하여 역산함으로써 알 수가 있다.

① 역산법

$$R = \frac{\rho}{2\pi \ell} \ell n \frac{4\ell}{d} \dots\dots\dots(7)$$

위 식에 의하여 역산함으로써 ρ 값을 산출할 수 있다. 즉,

$$\rho = \frac{2\pi \ell \cdot R}{\ell n 4\ell / d} \dots\dots\dots(8)$$

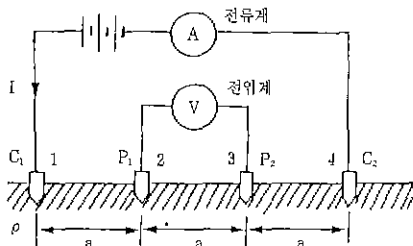


그림 6 웨너의 4전극법의 원리도

② 4전극법

현재 가장 많이 이용되고 있는 방법은 다음 그림 6과 같이 측정용 전극을 배치하는 Wenner의 4전극법이다.

3개의 똑같은 전극간격을 ℓ , 전극 E에 의한 전류를 I, 전위전극 사이의 전위차를 V라고 하면 대지저항률 ρ 는,

$$\rho = 2\pi \ell \cdot \frac{V}{I} \dots\dots\dots(9)$$

으로 계산된다.

이 경우 계산된 ρ 는 대개 지표면으로부터 ℓ 깊이까지의 값으로 간주할 수가 있다. 그러나 그 깊이까지의 ρ 가 일정한 경우는 문제가 없지만, 토양이 다층구조일 경우, 이 식의 ρ 는 그 깊이까지의 겉보기 저항률로 되며, 또한 복잡한 계산식이 필요하게 되지만, 실용상 그다지 필요성이 없으므로 여기에서는 생략한다.

다음에 접지장소를 선정할 필요가 있다. 지형, 건물의 배치에 의하여 접지공사에 필요한 넓이가 확보될 수 있는가, 또한 그 장소가 옥내인가 옥외인가, 건물 준공후에도 공사가 가능한가, 사전에 공사가 필요한가. 기설 매설물과의 접촉이나 접근은 없는가, 장래 유지보수가 필요할 때에는 쉽게 공사할 수 있는가 등을 사전에 철저히 조사하여 계획표를 작성할 필요가 있다.

(5) 사용재료

접지전극에 관한 규정은, 전기설비기술기준에 구체적으로 나타나 있지 않지만, 구체적으로 나타낸 것으로서는 「內線規定」의 140-7 接地極에 다음과 같은 원문이 있다. 「매설 또는 타입식 접지극으로는 동관, 동봉, 철관, 철봉, 동복강관. 탄소피복강봉 등을 사용하고, 이들을 가급적 물기가 있는 장소로서 가스, 酸 등으로 인하여 부식될 우려가 없는 장소를 선정하여 지중에 매설하거나 타입하여야 한다」으로 되어 있다.

또한 한전의 표준규격에는 ESB-107-에 접지동봉, 접지동관, 접지동봉 타입 철판의 규격을 각각 정해 놓고 있다.

일반적으로 접지극에 사용되는 전극재료로서는 동관, 동복강봉, 동봉, 전선관, 아연도금 철판 등 여러가지 형상, 제질의 것이 사용되지만, 이는

접지공사의 종류, 내구성, 시공의 난이도, 현장 상황, 경제성 등을 종합하여 선정하므로 어느 것이 제일 우수하다고는 단정할 수 없다. 목적상 내구성을 제일 중요시하지 않으면 안되므로 동을 사용하는 것이 바람직하다.

나. 접지공사

(1) 접지판을 매설하는 경우

접지판을 수평으로 매설하는 경우와 지면에 대하여 수직으로 매설하는 경우가 있는데, 수평으로 매설할 경우에는 판 뒤쪽에 있는 자갈 등 때문에 판과 토양과의 사이에 공극이 생겨 접촉 저항이 커지게 되고, 소기의 목적과는 반대로 되는 경우가 매우 많기 때문에, 수직으로 매설하는 방법이 현명하다. 이런 경우 접지판의 위쪽 끝은 지표면으로부터 75[cm] 이상 묻을 필요가 있다. 이상과 같이 곡괭이, 삽을 사용하여 터파기를 하는데 늪지나 모래땅에서는 깊이 파는 것이 곤란하다. 이와 같은 장소에서는 터파기로 가능한 깊이까지 굴삭하면서 널빤지를 세우고 지중에 약 50cm정도 타입하여 파내려가는 것이 보통 방법이다.

도시의 빌딩 밀집지역에서 접지극을 매설할 경우에는 기초공사시 콘크리트 타설 전에 하는 것이 현명하다.

(2) 접지봉을 타입하는 경우

접지봉을 지면에서 타입할 경우에는 미리 폭 30[cm], 깊이 50[cm] 이상으로 적당한 길이의 구덩이를 파고, 점차적으로 접지봉을 타입하는데, 암반지대 등의 딱딱한 지질 이외에는 큰 망치를 사용하는 것이 보통이다. 대개는 타입기계가 필요없는 경우가 많다. 그래서 타입이 가능하다고

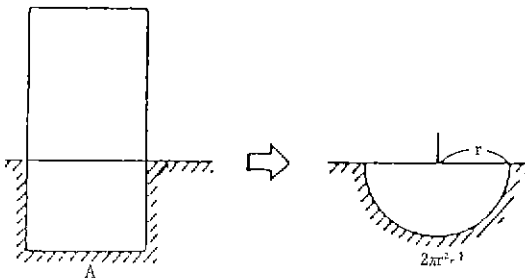


그림 7 반구상전극에의 치환

판단되면 연속하여 타입하는 것이 경제적이다. 또한 동일 장소에서 병렬로 타입할 경우에는 그 간격을 2[m] 이상으로 하는 것이 꼭 필요하다. 접지봉의 타입 깊이가 깊어질수록 이 간격을 크게 하지 않으면 상호 간섭범위가 커지게 되어 접지저항치가 생각하는 것만큼 낮아지지 않으므로 주의할 필요가 있다. 접지선과 접지봉을 접속할 때에는 소정의 리드단자, 또는 접지봉에 부착되어 있는 리드선을 이용하여 접지선에 충분하게 감아붙이기를 하고, 그 접속부분의 전식을 방지하기 위하여 타르나 피치 등을 도포하는 것이 현명하다.

(3) boring접지와 mesh접지

다른 방법으로서 대지저항률 ρ 가 매우 큰 암반지대, 모래땅, 건조지대 등에 이용하고 있는 boring에 의한 深孔電極 매설이라든가, 접지선을 loop type 또는 그물처럼 포설하는 mesh 접지 등이 있다. 계절에 따라서 함수율의 변화가 심하여 저항치의 확보와 유지가 모두 곤란한 경우는 토질을 근본적으로 개량하는 화학처리 저감접지 등이 있다.

(4) 건축 구조체를 대용하는 경우

위의 접지방법들은 모두 인위적으로 시공하는 것이지만, 자연 그대로의 접지를 이용하는 방법도 있다. 그것은 지하에 매설된 큰 건축물의 구

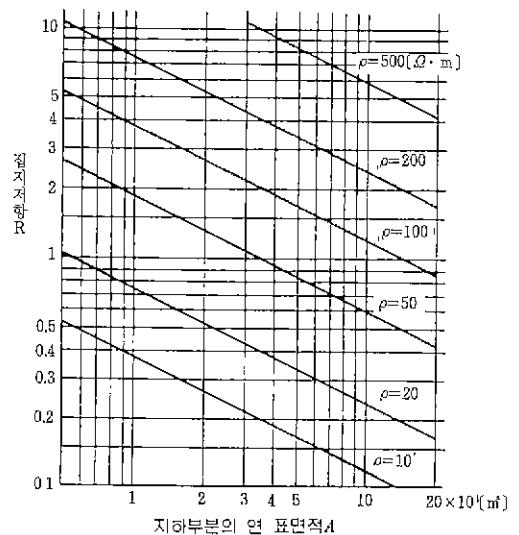


그림 8 건축물의 구조체 접지저항값

조체를 대응 전극으로 하는 방법이다. 콘크리트
로 싸여진 철골이나 철근의 물체를 접지전극으로
서 이용하려고 하는 방법은 미국의 Ufer씨가 제
창한 것으로 「Ufer Electrode」라고 알려져 있다.
즉, 건축 구조체의 일부인 철골이나 철근에 접지
선을 연결함으로써 대지에 설치된 접지전극의 역
할을 하도록 하는 것이다.

건축 구조체의 접지저항 R는 건축물과 대지와
의 접촉면적 및 건축물이 세워져 있는 지점의 대
지저항률 ρ에 의하여 거의 결정된다. 그래서 접
지저항을 측정하는 대신에 A와 ρ에 의해서 접지
저항을 산출한다.

거대한 전극인 건축물을 그림 7과 같이 표면적
이 등가인 접지극으로 바꾼다. 이 경우 지하에
묻혀있는 건축물의 표면적을 半球狀 전극으로 치
환하고, 그 반지름을 r로 하면 건축 구조체의 접
지저항은

$$R = \frac{\rho}{\sqrt{2\pi A}} \dots\dots\dots(10)$$

가 된다. 식 (10)은 이상적인 반구상 접지극의
표면적으로부터 산출되는 접지저항이고 건축물
지하부분의 형상은 반구상이 아니기 때문에, 접
지저항이 높아질 가능성이 있다. 따라서 안전율
을 3으로 상정하여 다음 식과 같이 접지저항을
추정한다.

$$R = 3 \frac{\rho}{\sqrt{2\pi A}} \dots\dots\dots(11)$$

식 (11)을 도표로 나타내면 그림 8과 같다.

다. 고저항률지대의 접지

대지의 저항률이 1,000[Ω·m]를 초과하는 지
대는 일반적으로 고저항률지대라고 한다.

이와 같은 지역에서의 접지공사는 접지저항을
규정치로 하기 위하여, 다음과 같은 여러가지 연
구가 진행되고 있다.

- ① 접지저항저감제의 이용
- ② 접지전극의 深打공법 이용
- ③ 건축 구조체의 이용
- ④ 망상 접지전극의 채용
- ⑤ 客土공법의 이용
- ⑥ 給水공법의 이용

3. 접지관리와 유지보수

접지의 관리에 고려하여야 할 문제로서,

- ① 접지저항의 변화
- ② 접지전극의 부식

이 있다. ①의 문제는 접지저항을 정기적으로 측
정하는 것이 제일 좋은 방법이며, ②에 대해서는
설계시부터 전극재료 등을 잘 선정하여야 한다.

가. 접지전극의 조건

접지는 전선처럼 상호 동일재료로서 접속하는
것이 아니라, 접지전극과 대지라고 하는 서로 성
질이 전혀 다른 것들끼리의 접속이다. 여기에 영
구적인 접지공사의 어려움이 있으며, 접지전극에
이용되는 재료에도 여러가지 엄격한 조건이 부과
되어 있다.

접지전극의 재료에 부과되는 조건은

- ① 전기적 단자로서 사용되는 것이기 때문에
그 자체의 저항이 충분히 낮을 것
- ② 접지전극은 접지공사시, 인력 또는 기계력
으로 대지에 타입하는 것이므로 충분한 기계적
강도를 가질 것
- ③ 물과 공기를 함유한 토양중에 장기간 매설
하여도, 부식에 의한 큰 변화가 없을 것
- ④ 지중의 구조물이나 매설관로 등과 접촉하여
도, 전지작용에 의한 부식축진을 초래하지 않을
것
- ⑤ 경제적인 것

이상과 같은 여러 조건중 요점은 부식에 관한
③과 ④의 조건이 중요시되고 있다. 그 이유중
제일 큰 것은 최근 해변 매립지에 다수의 대규모
적인 단지가 건설되기 때문이다. 해변 매립지는
부식환경으로서 제일 심한 장소이며, 더군다나
단지에 설치하는 접지는 보안의 확보상 특히 확
실을 요하는 것이기 때문이다.

접지전극의 부식이 특히 주목되고 있는 제2의
이유는, 최근 대도시의 지하 이용에 기인한다. 지
중에는 탱크 등의 구조물이나, 수도관, 전력케이
블 등의 관로가 다수 매설되어 있다. 접지전극이
이러한 구조물이나 관로류와 지중에서 접촉할 경
우에, 전지를 형성하여 소위 galvanic corrosion을

일으킬 염려가 있기 때문이다.

요즘 이와 같이 접지전극의 부식이 다시 문제로 되고 있는데, 금속의 부식현상은 금속축과 환경축의 많은 인자, 특히 양자의 불균일성에 강하게 영향을 받으므로, 접지전극의 내구성 평가는 상당히 복잡한 문제이다.

나. 접지전극의 토양부식 특징

약간의 예외는 있지만 접지전극은 대개 금속으로 만들어지고 있다. 예외는 탄소접지봉이다. 접지금속에는 단일 금속도 사용되지만, 합금이나 화합물도 채용되고 있다. 또한 2종 이상의 재료를 조합시킨 복합형이 많다. 표면을 이종금속으로 도금시킨 것도 있다.

그런데 부식이란 「금속이 화학적으로 침식되는 현상」이다. 부식은 그 환경에 의하여 그림 9와 같이 분류된다. 濕蝕은 용액의 작용에 의한 부식이며, 乾蝕은 수분이 없는 환경에서의 부식이다.

토양중에는 반드시 수분이 있으므로 접지전극의 토양부식은 수용액중의 濕蝕에 속한다. 수용액중에서 일어나는 금속의 부식에는 산소형 부식과 수소형 부식이 있다. 접지전극은 비교적 얇은 장소(지하 10m이하)에 매설되므로, 상시 어느 정도의 산소 공급이 있으며, 따라서 산소형 부식이 진행된다.

접지전극으로서 사용되는 Fe, Al, Cu등의 원소들은 모두 산소형 부식으로 진행된다. 따라서 이러한 금속원소가 녹스는 것은 숙명적이기 때문에 이를 바꿀 수는 없다.

다. 접지전극의 토양부식 형태

금속의 수용액중에서의 습식은, 본질적으로는 전기화학적 기구에 의하여 일어나는 금속의 이온화 반응이다.

금속이 이온으로 되어 용해하도록 하는 경향은, 금속과 용액과의 계면에 존재하는 전위차 즉,

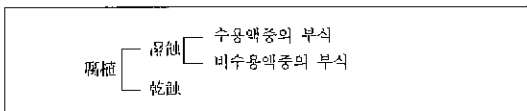


그림 9 부식의 분류

전극전위에 의하여 표시할 수가 있다.

금속이 주어진 환경중에서 실제로 나타내는 준위를 자연전극전위라 한다. 각종 금속 및 합금의 자연전극전위를 높은 것으로부터 낮은 순서로 나열한 것을 자연전위열이라 한다.

접지전극의 토양부식형태로서는 다음 5종류가 있다.

(1) 국부전지전식(microcell corrosion)

금속의 표면은 반드시 일정하지는 않고, 미시적으로 보면 불순물, 산화물, 기타 피막, 결정구조의 무질서 등에 의하여 매우 불균일한 상태에 있다. 즉, 전극전위는 동일 금속이어도 부분적으로 모두 다르다. 이와 같이 접지극 재료의 국부적인 불균일에 의하여, 이 부분적인 전위차에 의하여 국부전지가 형성되며, 이렇게 진행되는 것이 국부전지부식이다.

(2) 농담전지부식(macrocell corrosion)

습기가 있는 토양중에서 액중의 염류농도나 산소 등의 용존 가스량이 다를 경우, 동일 금속의 다른 부분 사이에서 금속표면에 양극부분과 음극부분이 형성되며, 양극부분이 부식한다. 제일 중요한 것은 通氣의 차이에 기인하여 형성되는 산소농담전지(通氣差電池)이다.

(3) 이종금속접촉부식(galvanic corrosion)

이종금속이 결합하여 거시적인 전지를 형성하여 부식하는 경우이다.

(4) 전 식

매설 접지극에 어떠한 원인으로 외부로부터 전류가 흘러 부식하는 경우이다.

(5) 세균부식

매설금속체의 부식은 토양중에 생식하는 세균에 의하여 현저하게 촉진된다. 대표적인 것은 유산염 환원 박테리아이며, 산소농도가 낮은 pH6~8의 점토질 토양중에서 가장 번식하기 쉬운 혐기성 세균이다.

라. 접지전극의 부식환경

토양중에서의 금속 부식은 토양의 저항률에 의존한다. pipe line과 같이 수평으로 긴 강재에 대한 대지저항률과 부식정도의 관계를 미국과 소련에서는 표 2와 같이 관련짓고 있다.

마. 접지극의 관리

접지극의 관리로서는 접지저항의 규정치 이내 유지와, 접지극의 부식 방지, 매설지점의 표시 등이 있다.

접지저항의 계절변화, 경년변화를 기록하고, 접지선과 접지극과의 접속개소, 접지선의 도중에 접속개소가 있을 경우에는, 그 접속개소의 기계적, 전기적 접속상태도 점검한다.

접지극의 부식을 방지하기 위하여 내부식성이 좋은 접지극(탄소접지봉, 스테인레스 접지봉)을 사용한다. 그러나 일반적으로는 내부식성 접지극보다도 동 등의 단일 금속, 합금 등도 사용되고 있으며, 접지극은 습기가 있는 지중에 매설되어 있으므로 부식이 진행된다.

參 考 文 獻

- 1) 劉哉國, 金昇鍊, 許承茂, "水道管接地的 技術的 妥當性 調査研究", 試驗所報 第1號, 韓國電力株式會社 電氣試驗所, 1967. 7
- 2) 柳永哲, 金承燮, "鐵塔接地 抵抗測定에 關한 研究", 試驗所報 第2號, 韓國電力株式會社 電氣試驗所, 1968. 7
- 3) 陸來承, 柳永哲, 閔丙烈, "大地 導電率 測定 研究", 試驗所報 第3號, 韓國電力株式會社 電氣試驗所, 1969. 8
- 4) 陸來承, 柳永哲, 全周鉉, "大地 導電率 測定 研究", 試驗所報 第4號, 韓國電力株式會社 電氣試驗所, 1970. 9
- 5) 陸來承, 柳永哲, 金周鉉, 崔龍秀, "大地 導電率 測定 研究", 試驗所報 第5號, 韓國電力株式會社 電氣試驗所, 1971. 9
- 6) 朴錫倬, 金時泳, "鐵塔接地 抵抗測定 研究", 研究所報 第7號, 韓國電力株式會社 技術開發研究所, 1973. 12
- 7) 邊勝凡, 金昌培, 李炳柱, 金時永, 白禮鉉, "接地 施工方案 調査報告書", 研究所報 第8號, 韓國電力株式會社 技術開發研究所, 1974. 12
- 8) 金昌培, 李炳柱, "送配電系統 接地 標準化 方案研究", 研究所報 第10號, 韓國電力株式會社 技術研究所, 1976. 12
- 9) 李光遇, 任化永, 朴龍圭, "22.9kV-Y 中性線 多重接地 配電線路의 接地方案", 研究所報 第13號, 韓國電力株式會社 技術研究所, 1979. 8
- 10) 朴龍圭, 白禮鉉, "接地抵抗 低減 調査", 研究所報 第14號, 韓國電力株式會社 技術研究所, 1980. 8
- 11) 朴龍圭, 金永秀, 朴慶植, "接地抵抗 低減 調査", 研究所報 第15號, 韓國電力株式會社 技術研究所, 1981. 10
- 12) 金永秀, "Fy 1981 大地導電率 Map 作成 研究", 研究所報 第16號, 韓國電力公社 技術研究所, 1982. 11.
- 13) 朴龍圭, 尹虎承, "22.9kV-Y 配電線路 接地抵抗 管理 調査 및 對策", 研究所報 第16號, 韓國電力公社 技術研究所, 1982. 11
- 14) 金正況, 鄭錫元, 金永秀, 朴龍圭, 洪謙杓, "送電鐵塔 接地의 過渡特性 및 低減對策 研究", 研究所報 第17號, 韓國電力公社 技術研究所, 1983. 10.
- 15) 全銅元, 金鍾常, "22.9kV-Y 配電線의 中性線 共用에 關한 研究", 研究所報 第18號, 韓國電力公社 技術研究院, 1985. 3
- 16) 金永秀, "送電鐵塔 接地의 過渡特性 및 低減對策 研究", 研究所報 第18號, 韓國電力公社 技術研究院, 1985. 3
- 17) 趙丞紀, 鄭成彩, "配電線路의 接地抵抗 管理에 關한 研究", 韓國電力公社 技術研究院, 1988. 8.
- 18) 特集: 接地と保護, 電設工業, 1986. 3.
- 19) 岡野喜正, "給水式 接地公法の 實驗(第1報)", 電設工業, 1989. 7.
- 20) 岡野喜正, "給水式 接地公法の 實驗(第2報)", 電設工業, 1991. 1
- 21) 岡野喜正, "給水式 接地公法の 實驗(第3報)", 電設工業, 1991. 10
- 22) 岡野喜正, "接地抵抗의 經年變化をなくせないか", 電設工業, 1990. 7.
- 23) 岡野健彦, "接地抵抗의 季節變動について", 電設工業, 1990. 7.
- 24) 鹽井大祐, "接地의 計測", 電設工業, 1992. 5.
- 25) 池谷彰夫, "醫療用 非接地 回路의 研究", 電氣計算, 1991. 1.
- 26) 木下敬雄, "接地의 問題", 電氣計算, 1991. 7
- 27) 特集: 電力・情報通信用 接地의 最近의 技術動向, OHM, 1988. 4
- 28) 特集: 接地抵抗의 測定と低減對策, 電氣評論, 1989. 4
- 29) 川瀨太朗, 地絡保護と接地技術, オーム社, 1979. 10
- 30) 高橋健彦, 圖解 接地技術 入門, オーム社, 1986. 12
- 31) 繪とき, 接地工事のノウハウ, 電氣書院
- 32) "接地工事", 繪とき: 高壓電氣設備の工事・保守の實務知識, オーム社, 1988
- 33) 接地工事 設計 施工 マニュアル, オーム社, 1971.
- 34) "接地工事", 配電規程, 大韓電氣協會, 1989
- 35) "接地", 內線規程, 大韓電氣協會, 1989.
- 36) "接地設計 工事의 Know-How", 전기기술, 1988. 1.
- 37) "接地技術의 最近 動向", 전기기술, 1990. 4.
- 38) "接地設計의 工事의 Know-How", 月刊電氣, 1990. 8
- 39) "接地工事", 電氣設備技術計算ハンド북, 技多利, 1989
- 40) "Why proper grounding is vital for worker safety?" Electrical World, 1990. 9.
- 41) "Distribution Apparatus Protection", Electrical Distribution System Protection, Cooper Power Systems, 1990
- 42) "避雷器의 適用", 配電系統의 耐雷設計技術, 日本電力中

央研究所, 1994 9

43) 李炯秀, 接地設計入門, 東逸出版社, 1993 5.

44) 접지공사의 시공순서, 月刊電機, 1994, 1.

45) 접지공사의 검사와 점검·보수, 月刊電機, 1994 3.

46) 접지공사의 계획·설계, 月刊電氣, 1993 12

47) 접지기술 특집, 月刊電機, 1993, 11~1994 5

48) 効果的な 接地抵抗 低減劑の 開發, 現場電氣技術

1994, 3.

49) 金屬材料의 腐蝕, 現場電氣技術, 1993 10

50) IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding, ANSI/IEEE Std 80-1986

51) IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power System, ANSI/IEEE Std 142-1991

◇ 著 者 紹 介 ◇



조 승 기(趙丞紀)

1942年 4月 8日生. 1968年 漢陽大學
校 電氣工學科 卒業. 1969~1987年
韓國電力公社 技術研究院 先任研究
員. 1987年 宇信機電 設立. 1986年

Hook-On 接地抵抗測定裝置 開發. 1990年 活線不良碼
子檢出器 開發. 1995年 鹽分汚損度 測定裝置 開發. 現
在 宇信機電 代表理事.



김 상 준(金相俊)

1951年 2月 7日生. 1986年 서울産業
大 電氣工學科 卒業. 1987年 發送配
電 電氣技術士. 1991年 서울大 大學
院 電氣工學科 卒業(碩士). 1976年

~現在 韓國電力公社 技術研究院 配電技術研究팀 責
任研究員. 關心分野: 電氣材料, 電氣火災, 電氣安全,
接地技術, 地中配電技術.