

대지저항률

개요

1) 대지의 도전성이란?

대지는 도전성을 갖고 있다고 할 수 있다. 그러나 대지의 도전성 측면에서 “대지”를 한마디로 정의하기란 매우 어려운 일이며 그 내용은 복잡하다. 도전성이 좋은 해수가 침투되어 있는 부분도 있는가 하면 절연물로 여겨질 만큼 대리석이 묻혀있는 부분도 있다.

이러한 것들의 합성된 총칭이 “대지”라 할 수 있으며, 대지는 도전성을 갖고 있다고 해도 그 도전성은 부분적인 차이가 있음을 주지하여야 한다. 대지를 구성하는 여러 가지 물질이 혼합되는 것에 따라 정해진 도전성의 분포도 각각이다. 어느 한 지역의 대지 도전율은 이러한 값으로 표현된다고 하지만 그 실태가 과연 어떠한 것이라고 하는 것은 구체적으로 설명할 수 없다. 즉, 쉽게는 정량적인 표현이 되어도 그것은 종합된 결과로서 대지구성의 구체적인 모습을 뜻하는 것은 아니다.

대리석이나 화강암은 분명히 절연물이라고 말할 수 있는 것을 제외하고 대지토양이 도전성을 포함하고 있는 물질의 이온화하기 쉬운것에 따라 결정되게 된다. 이처럼 무기적, 유기적으로 그 어떤 물질도 묻지 않고 화학변화가 진행되는 과정에 있어서 도전성이라고 하는 것이 인정된다고 할수 있다. 다시 말하면 화학적인 그 어떤 변화 상태에서 도전성 그자체를 인정할 수 없다는 설명이 된다. 이러한 측면에서 지질의 의미도 “젊은 지층”, “노후화된 지층”이라고 표현하는 것도 쉽게 대지를 이해할 수 있는 간단한 예가 될 수 있는 것이다. 즉 “젊은 지층”이라면 이온화 현상이 격하게 진행되는 것 중의 가장 심한 것을 가리키고 “노후화된 지층”이라면 이온화 현상이 낮은 상태의 것을 가리킨다.

따라서 우리는 흔히 주위에서 찾아 볼 수 있는 지층의 구조를 보고 나름대로 피상적이고 극히 부분적인 인식을 할 수 있지만 그 자체에 대한 이해와 의미를 부여할 수 있는지 의문이 아닐 수 없다. 즉 우리가 대지의 도전성을 논하는 것도 그 실태는 아무도 모르는 불가사의한 존재로 알려지고는 있지만 전기공학적인 견지에서는 대지의 도전성이라고 하는 것을 정량화 할 필요가 있다.

정량적인 표현으로 나타내어진 “대지도전율”은 두가지 뜻을 갖고 있다. 그 하나는 “Carson-pollaczek”의 식에서 “대지도전율(σ .단위는C.S.emu)”이 포함되어 있다는 것이다.

이것은 당연히 대지중에 흐르는 전류를 제약하는 인자로서의 의미뿐만 아니라 도체에 흐르는 전류가 만들어 내는 자속에 대해서 지중에 있는 “우수전류”의 효과에 대해서도 작용하고 있음을 의미한다. 그리고 또 하나는 접지 전극의 저항치도 정량화해야 하는 것이다.

이러한 측면에서 “대지 도전율”로서 정량화하는 것은 좋지만 전술한 것처럼 대지의 구

조는 그 토지, 지역에 따라 불규칙하므로 그 어느 하나의 일정한 값만으로 다루는 것은 좀처럼 실용되기 쉽지가 않다. 여기서 실측이라는 사항에 필연적으로 생기는 문제점에 대해서 설명하기로 한다.

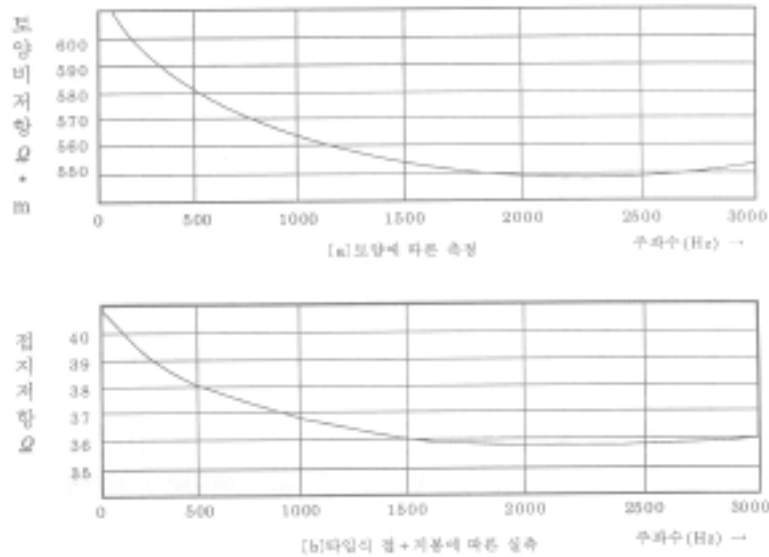
대지의 도전성은 좁은 부분에 한한 경우와 넓은 면적의 전체에 대한 경우를 비교해 반드시 일치하지 않는다. 이것은 대지의 구성이 한 가지가 아니기 때문이며, 그 값을 이용하고자 하는 경우에는 필연적으로 부대조건이 붙게 되는 것이다. 다시 말해서 “carson-pollaczek”의식에 대해서 필요한 대지도전율은 대지귀로회로를 다루는 전역에 걸친 등가치 즉, 광범위하고 지역적인 값이 필요하다. 역으로 접지저항을 논하고자 하면 접지전극을 매설하는 부분에 의한 국지적인 대지도전율이 필요할 것이다. 이러한 의미에서 주어진 “대지도전율”이라고 하는 것이 어떠한 내용인가를 충분히 이해하고 넘어가야 하는 것은 반드시 필요한 것이다.

앞에서 기술한 것처럼 대지의 구조는 일정치 않으므로 도전성이 좋은 지하수맥이라든지 반대로 도전성이 나쁜 암석 등 대지의 도전성에 역효과를 줄 수 있는 지층구조가 존재시 지역적의 대지도전율에는 방향성이 수반되게 된다.

토양이 갖는 도전성은 섞여있는 이온화 물질의 작용과 그 함유량에 따라서 정해지게 되는 것이다. 이러한 것은 직류 전원을 사용하여 측정하면 부분적인 전기분해현상이 발생해서 안정된 값을 얻을 수 없게 된다. 이 때문에 통상의 측정에는 직류 전원을 사용하지 않고 교류의 전원을 사용하는 것은 주지의 사실이다. 그러나 교류는 사용하면 어느 정도의 주파수가 타당한가 하는 문제가 생기게 된다. 실제로 실측해보면[그림12-1]에서 나타난 것처럼 대지도전율은 주파수 특성을 갖게 된다.

일반의 유도장애현상을 대상으로 한 실측에 있어서는 대체 상용주파수에 가까운 주파수를 사용하고 있는데 여기에서 문제가 되는 것은 고주파에 대한 취급법이다. 즉 높은 주파수에 대해서는 대지도전율도 “carson-pollaczek”식의 값도 또 접지 저항의 값도 모두 함께 변화하게 되는 현상이 존재한다. 요컨대 대지도전율은 주파수에 따라 변화한다는 점을 알아야 한다. 끝으로 대지도전율은 계절에 따라 변화한다는 것이다.

물론 긴 안목으로 봤을 때 지질은 “젊은 지질”로부터 “늙은 지질”로 변화되고 있기 때문에 대지도전율은 시간과 더불어 변화되는 것은 말할 나위도 없다. 혹 1년이라는 짧은 기간을 잡고 미시적으로 생각한다면 대지도전율은 시간과 더불어 변하는데까지는 고려하지 않아도 될 것이다. 그러나 1년이라는 시간경과를 생각하는 것은 너무 조금한데 지나지 않는다. 다시 말해 토양 중의 수분이 빙결되었을 때 이온이 이동하는 매개물이 결코 작용을 다했다고는 할 수 없으며, 도전율은 극히 나빠지는 것이다. 반대로 여러 가지의 미생물이 번식해서 활약하는 하계절에는 그들 토양 중의 이온화 현상이 격해지기 때문에 도전율은 증가하게 되는 것이다.



[그림 12-1] 대지도전율의 주파수 특성

* 지금까지 대지도전율에 대한 설명을 다시 정리해 보면

- ① 지역적인 값과 국지적인 값 두 종류가 있다.
- ② 지역적인 값은 방향성이 있다.
- ③ 어느 쪽이건 주파수 특성을 갖고 있다.
- ④ 어느 쪽이나 계절적으로 변화하는 성격을 갖고 있다.

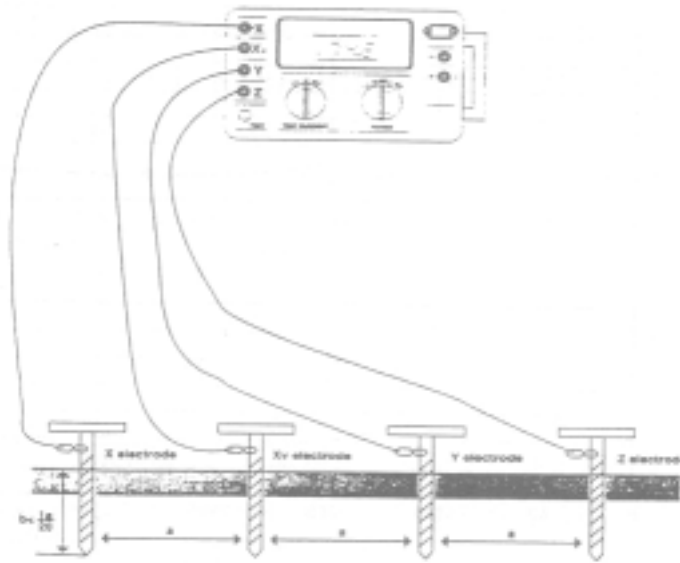
그래서 실제로 우리들이 사용하는데는 어떠한 값을 적용하는 것이 좋은 지하는 점에서도 현재의 단계로서 결코 한마디로 결론을 내린다는 것은 매우 어려운 일이며, 다만 여기서 한마디 부연해 두고 싶은 “carson-pollaczek”의 식은 유도 과정에서 비롯된 것이라고 가정하고 있다.

즉 “평등매질중에 존재하는 무한평면을 생각하는 대지면 상에 일정한 높이로 펼쳐진 무한장 선로의 임피던스”를 구사하는 것이 “carson-pollaczek”의 식이다. 실제로 이같은 이상적인 시설은 존재하지 않는다. 그러므로 우리는 앞에서 정리된 4가지의 사실에 주의하지 않으면 안되는 것이다.

대지도전율을 측정하는 방법은 4-점 전위 측정법(4-point Fall-of Potential Test) 혹은 4-점 Wenner 측정법(Wenner 4-point Method)을 사용한다. 다음은 대지저항률을 측정하는 점검봉을 연결 방법이다.

이 측정법은 4개의 측정 점검봉(4-Test Probe)을 일직선상에 일정한 간격으로 박아서 측정 장비 내에서 저주파 전류를 탐침을 통해 대지에 흘려보내어 측정하는 방법이며, 정확한 측정을 위해 등거리로 이격된 탐침의 특정 간격을 다르게 하여 여러 번 측정하는 것이 가장 좋다. 탐침들 중에 측정 회로의 내부에 있는 두개의 탐침 거리가 토양내의 깊이까지의 대지저항률을 측정한 것이 된다.

측정치는 대지 저항치로 나타나며, 이 측정치와 간격에 2π 를 곱하여 대지저항률을 얻게 되고 단위는 $\Omega\text{-cm}$ 혹은 $\Omega\text{-m}$ 이다.



[그림 12-2] 점검봉 설치도

2) 통신시설에서의 대지도전율

대지도전율은 통신선과 전력선의 상호 인덕턴스 계산과 통신시설의 접지저항을 얻기 위하여 구하여야 하는 가장 기초적인 자료이다. 전력선에 가까이 있는 통신선에는 정전유도 및 전자유도에 의하여 선로방향으로 기전력이 유기되며, 그 크기는 전력선과 통신선의 기하학적 상호배치 및 전자장에 영향을 주는 주위의 매질에 따라 결정된다. 이러한 유도전압은 평상시에는 잡음 기전력으로 통신에 장애를 주며 사고시에는 높은 전압이 나타나는 때도 있으므로 이로부터 통신계통을 적절히 보호하여 주어야 한다. 따라서 전력선과 통신선에 의한 상호 인덕턴스를 계산하여야 하며 이를 위해서는 각 지역의 대지전율 수치를 보다 정확히 분석할 필요가 있다.

대지도전율은 토양의 성분, 지질의 구조 및 지하수위에 따라서 다르게 된다. 또한 지표상에 식물이 성장하고 있을 경우 지표는 전도성이 양호한 부식토로 덮히게 되어 대지도전율에 큰 차이를 나타내게 된다.

일반적으로 암층이나 암석 등은 단위길이당 수만 ohm이 되지만 지하수가 존재하고 이 지질에 도전성 유기물이 포함되어 있으며 수 ohm에서 수백 ohm으로 대지저항이 감소하여 같은 지질적 구조를 갖는 지역일지라도 지하수의 유무에 따라 대지도전율은 큰 차이를 보인다. 따라서 복잡한 구조를 갖는 토질에 대한 정확한 대지도전율을 측정하기란 매우 어려운 일이며 더욱이 계절에 따라서 또는 강우량에 따라서 대지도전율은 변하게 되므로 지역과 측정 계절에 따라 여러 가지 측정방법중 적당한 방법을 택하여 측정하여야 한다. 대지도전을 측정 및 분석에 대하여 일찍이 미국, 일본, 서구에서는 국토전체를 대상으로 그 분포도를 작성하여 통신시설 및 전력시설 또는 전철 건설사업등 광범위하게 활용되어 오고 있다.