

접지저항의 특성 및 변화 요인

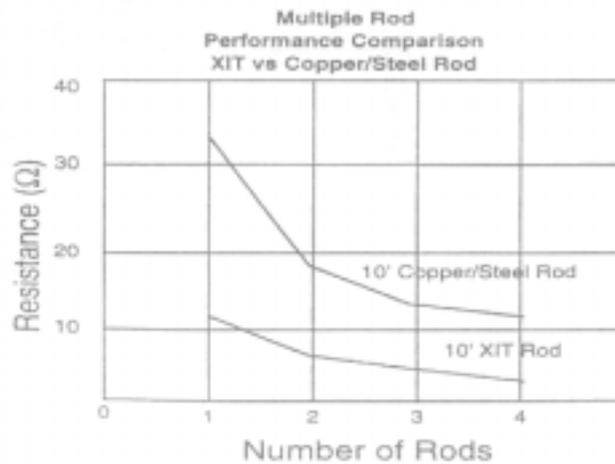
시공 설치된 접지 저항은 시간이 경과함에 따라 그리고 계절적 변화에 따라 변동할 수 있다. 접지 시스템이 안정적이고 신뢰성 있는 접지 성능을 유지 보존하기 위해서는 설계 단계에서 이러한 변화 요인을 반영하여 접지를 시공하여야 한다.

접지 저항치의 변동에 영향을 미치는 원인 분석은

(1) 접지저항의 감소 특성

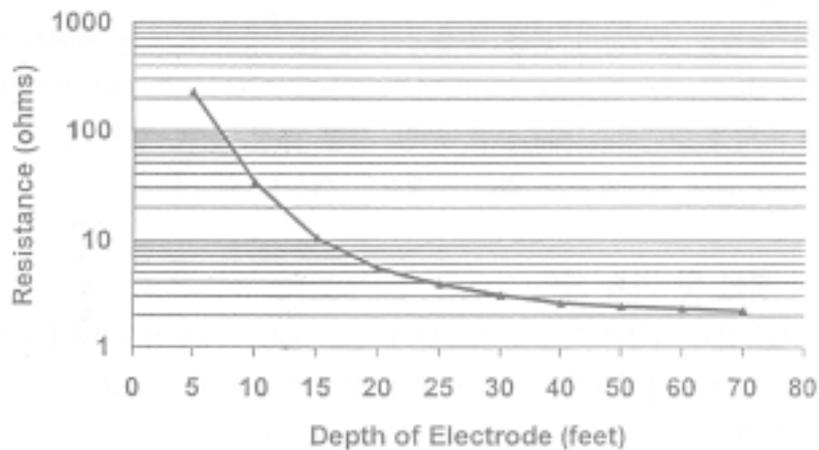
접지 저항은 접지봉의 수량에 따라 로그 함수적으로 감소하게 된다. 접지 저항이 어느 정도 감소하게 되면 더 이상 감소하지 않는 임계 값에 도달하게 되고, 아무리 많은 접지봉을 박아도 접지저항은 더 이상 감소하지 않게 된다. 이러한 접지 저항의 임계 값은 대지저항률과 접지 시공 면적과 관계가 있다.

접지봉의 수에 따른 접지 저항의 감소 특성은 [그림 12-4]와 같다.



[그림 12-4] 접지봉수에 따른 접지저항 감소 특성

접지봉의 길이와 접지 저항과의 관계를 나타내는 접지 저항의 감소 곡선은 [그림 12-5]와 같다.



[그림 12-5] 접지 저항 감소 곡선

(2) 대지저항률의 변화

대지저항률은 접지 저항 계산 및 접지전극 수의 계산에 절대적인 함수이다. 정확한 대지저항률의 측정 및 반영을 통해 확실한 접지를 설계 시공할 수 있다. 그런데 대지저항률은 여러 가지 변수에 의해 변화하게 되며, 이러한 대지저항률의 변화에 의해 시공된 접지 저항치가 변화하게 된다.

대지저항률에 영향을 미치는 변수로는 대지내의 수분의 함유량, 수분의 화학적 성분, 토양의 종류, 지질 성분, 대지의 온도 및 기후 그리고 지역적 특성 등이 있다. [표 12-1],[표 12-2][표 12-3][표 12-4]는 IEEE에서 규정한 대지저항률의 특성을 보여준다.

① 지역적 대지저항률

[표 12-1] 지역에 따른 대지저항률 (ANSI & IEEE 분석 데이터)

지역별 저항률	대지 저항률 (Ω-M)	지질 특성
낮은 저항률 지역	100 이하	강,하천,바다에 인접한 저지대로 물이 풍부한 지역
중간 저항률 지역	100~1,000	지하수가 풍부한 지역으로 준 평원지역
높은 저항률 지역	1,000 이상	배수가 잘되는 지역으로 자갈이나 암반의 높은 지역
확인 사항	지역마다 수분 함유 상태, 토양의 종류, 지층의 구조가 다르므로 접지 설계에 앞서 대지 저항률 측정 그리고 지질 분석은 필수 적임.	

② 수분 함유량에 따른 대지 저항률

[표 12-2] 수분함량에 따른 대지저항률 (ANSI & IEEE 분석 데이터)

저항률 함유율 (% by weight)	대지 저항률(Soil Resistivity) (Ω-M)	
	표면 토양 (top soil)	모래가 섞인 퇴적 토양 (sandy loam)
0	1000X10 ^σ	1000X10 ^σ
2.5	2500.0	1500.0
5	1650.0	430.0
10	530.0	185.0
15	190.0	105.0
20	120.0	63.0
30	64.0	42.0
확인 사항	대지저항률(Soil Resistivity)은 토양이 함유하는 수분에 따라 변함	

③ 전해질 성분(염분)에 따른 대지저항률

[표 12-3] 전해질 성분에 따른 대지저항률(ANSI & IEEE 분석 데이터)

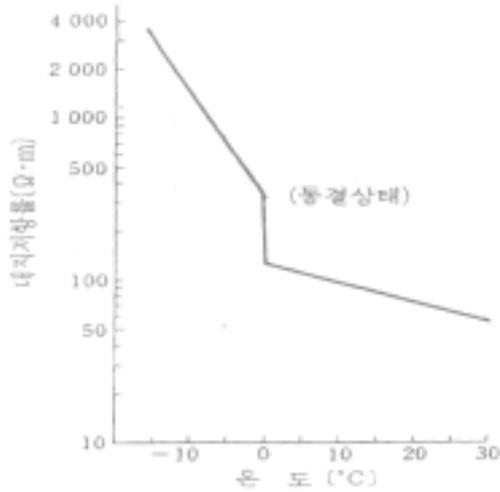
저항률 함유율 (% by weight)	대지 저항률(Soil Resistivity) (Ω -M)
0	110
0.1	20
1	10
5	7
10	4
20	3
확인 사항	대지저항률(Soil Resistivity)은 토양이 함유하는 전해질의 농도에 따라 변함

④ 온도에 따른 대지저항률

[표 12-4] 온도에 따른 대지저항률 (ANSI & IEEE 분석 데이터)

저항률 함유율 (% by weight)	대지 저항률(Soil Resistivity) (Ω -M)
20	72.0
10	99.0
0(water)	138.0
0(ice)	300.0
-5	790.0
-15	3,300.0
확인 사항	대지저항률(Soil Resistivity)은 토양이 온도변화에 큰 영향을 받음.

온도에 따른 대지저항률의 변화 데이터 그래프를 살펴보면[그림 12-6]과 같다.



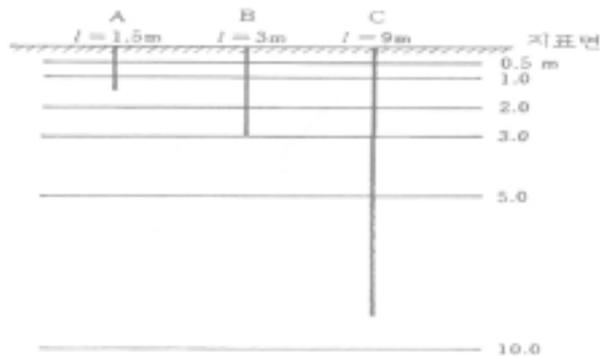
[그림 12-6] 온도에 따른 대지저항률의 변화

(3) 접지저항치의 변화

접지저항치는 두 가지 요인에 의해 변화된다. 첫째는 시간이 경과함에 따라 접지체가 부식 혹은 전식으로 인해 손상을 받게 되어 접지성능이 저하되어 접지 저항치가 증가하는 것이고, 둘째는 외부 환경변화에 의해 접지저항치가 변화되는 것이다. 또한 접지저항의 증가는 접지 재료의 불량에 의해 증가되기도 하지만 여기서는 외부환경의 변화 요인에 의한 접지저항치의 변화를 살펴본다.

① 계절에 따른 접지 저항치의 변화

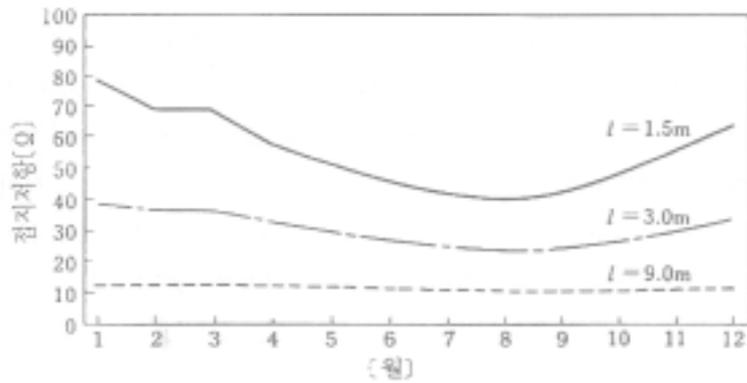
접지저항은 계절 변화와 기후 변화에 큰 영향을 받게 된다. 계절적으로 7월~8월에는 장마가 시작되어 대지에 가장 많은 수분이 저장되고, 또한 대지의 온도도 가장 높게 올라가게 되므로 접지저항치는 가장 낮은 값을 갖는다. 반대로 12월~1월에는 대지가 결빙되어 대지 온도가 가장 낮은 상태가 되므로 접지저항은 크게 증가한다. 따라서 이러한 계절적 기후적 영향을 최소화 하기 위해서는 접지봉의 시공 깊이, 접지봉의 재료 그리고 변화요인을 반영하여 개발된 PGS 접지 시스템과 같은 접지시스템을 시공하여야 한다. [그림 12-7]는 깊이에 따른 접지봉의 크기를 나타낸다.



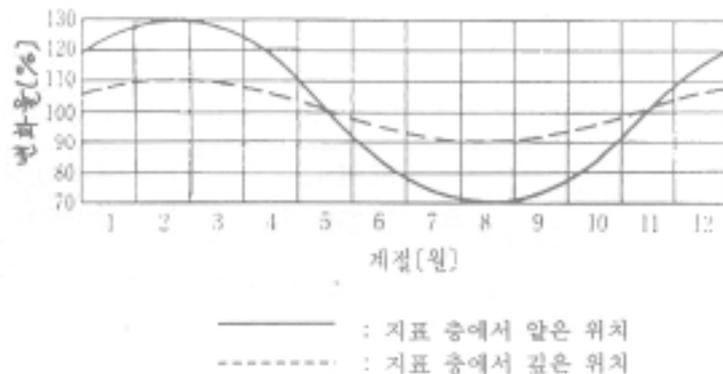
[그림 12-7] 접지봉의 시공 깊이

[그림 12-7]은 A=∅16/1.5m, B=∅16/3m, C=∅16/9m인 일반 접지봉을 각각 시공한 것을 나타낸다. 접지봉의 시공 깊이에 따른 접지저항의 변화를 살펴보면, 계절 및 기후에 따른 접지저항의 변화 상태를 알 수 있다.

[그림 12-8]과 [그림 12-9]는 접지봉의 시공 깊이에 따른 온도 및 계절의 영향을 나타내준다. 그림에서 알 수 있듯이 접지 저항은 계절 및 기후에 따라 변화된 것을 볼 수 있다.



[그림 12-8] 접지봉의 시공 깊이에 따른 접지 저항의 변화



[그림 12-9] 계절에 따른 접지 저항의 변화

위 그림에서 보듯이 계절적 영향으로 접지 저항이 변화함으로 접지 저항을 계산할

때는 계절적 변화요인을 보상해주어야 한다.

이러한 보상계수를 계절변동계수라 한다. 하지만 국내에서는 아직 정확한 계절변동계수가 연구된바 없으며, 차후에 지속적인 연구와 검증을 통해 확립해야 할 것이다.

현재는 일반적으로 일본에서 적용되는 변동 계수를 적용한다.

다음 [표 12-5]는 일본전자기계공업협회에서 적용하는 접지저항 계절변동계수를 나타낸다.

[표 12-5] 접지저항의 계절변동 계수

측정 월	2,3월	1,4월	5,12월	6,11월	7,10월	8,9월
변동계수	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5

이러한 계절변동계수가 모든 접지 공법에 동일하게 적용되지는 않지만 이 변동계수를 적용하여 계절 및 기후에 따른 접지저항치의 변동을 보상할 수 있다.

② 지질에 따른 접지저항의 차이

대지저항률은 토양 내에 포함된 화학적 성분과 광물의 종류에 따라 큰 차이를 나타낸다. 따라서 대지 저항률은 같은 지역이라 할지라도 크게 다르게 된다.

또한 토양 내에 포함된 여러 가지 화학적 성분은 접지저항 및 접지체의 부식에도 영향을 미쳐 접지의 수명과 성능을 좌우하는 경우도 있다.

일반적인 토질에 따른 대지저항률과 접지저항의 크기는 다음[표 12-6]과 같다.

[표 12-6] 토양에 따른 접지저항의 차이(ANSI & IEEE 분석 데이터/전기공사 실무데이터)

토양 종류 (Soil type)	대지저항률 (soil Resisitivity Ω-m)			대지저항률 대 접지저항 (3m/16mm 일반 접지봉)		
	평균	최소	최대	평균 (Ω)	최소 (Ω)	최대 (Ω)
매립토(fill), 재(ashes), 소금 성분의 혼합진흙(salt mash)	23.7	5.9	70.0	8	2	23
진흙(Clay), 비옥한 퇴적점토 (Gumbo, Loam)	40.6	34.0	163.0	13	1.1	54
모래와 자갈이 섞인 혼합토 (with added sand and gravel)	158.0	102.0	1350.0	52	4	447
약간의 진흙이 섞인 모래, 자갈의 암석토(Gravel, sand, stones)	940.0	590.0	4580.0	311	195	1516
특성	대지저항률은 토양 층의 깊이, 하천의 유무 그리고 측정지역 등에 따라 많은 차이를 나타냄			대지저항률에 의해 접지 시공지역에 따라 접지저항을 얻기가 불가능한 지역에 존재함		

토양 내에서 절연 성질을 갖는 광물이나 암석일지라도 수분을 함유하게 되면 약간의 전기 전도성을 갖게 된다. 또한 금속을 함유한 광물은 그 특성상 다른 광물보다 고유 저항률이 낮으며, 암석의 구성 성분 중에서 전도성 광물의 함유량에 따라 고유 저항률의 값은 크게 달라진다.

따라서 토양에 포함된 광물의 성분과 특성을 알게 되면 접지시스템 설계 및 시공시 매우 유용하다.

다음은 주요 광물 및 암석의 저항률의 크기를 나타내는 것으로 [표 12-7]과 같다.

광물 종류	저항률($\Omega\cdot m$)	광물 종류	저항률($\Omega\cdot m$)
흑연 C	$8 \times 10^{-10} \sim 6 \times 10^{-2}$	반려암	$10^3 \sim 4 \times 10^4$
유황 S	1×10^5	현무암	$10^2 \sim 10^5$
유화 광물		취연암	$2 \times 10^2 \sim 2 \times 10^4$
방연광 PbS	$3 \times 10^{-5} \sim 0.2$	퇴적암류	$10^2 \sim 3 \times 10^2$
아연광 ZnS	$1 \times 10^2 \sim 1.5 \times 10^4$	화산암층	$10^2 \sim 10^5$
자류철광 FeS	$5 \times 10^{-4} \sim 0.05$	로르	$10 \sim 10^4$
동광 Cu_5FeS_4	$1.5 \times 10^{-4} \sim 0.35$	역암	$3 \times 10^2 \sim 10^3$
황동광 $CuFeS_2$	$5 \times 10^{-4} \sim 10^2$	사암	$1 \sim 10^2$
황철광 FeS_2	$10^4 \sim 10^5$	이암	$1 \sim 10$
균석 광물		혈암	$10^2 \sim 10^3$
암반 NaCl		사리	$1 \sim 10^3$
산화 광물	10×10^2	모래	$1 \sim 10^3$
물 H_2O	$> 10^9$	점토	$0.8 \sim 10^2$
석영 SiO_2	$5 \times 10^2 \sim 10^5$	표토	$2 \times 10^2 \sim 10^3$
적철광	$6 \times 10^{-3} \sim 5 \times 10$	석회암	$6 \times 10^2 \sim 5 \times 10^5$
자철광 $FeO \cdot Fe_2O_3$	$10^3 \sim 10^5$	대리석	$10^2 \sim 10^5$
갈철광 $FeO_3 \cdot nH_2O$		기타	$0.6 \sim 10^4$
탄산염 광물		석회	$10^{-3} \sim 1$
방해석 $CaCO_3$	$> 10^9$	무연탄	$10^3 \sim 10^5$
화성 암류	$3 \times 10^2 \sim 10^4$	경석고	$10^2 \sim 3 \times 10^2$
화강암	$10^2 \sim 2 \times 10^3$	석유	$2 \times 10^2 \sim 8 \times 10$
석영섬암	$10^2 \sim 5 \times 10^4$	지표수	0.3
성록암	$10^2 \sim 10^4$	지하수	
안산암		해수	
확인사항	토양내의 다양한 광물 함유 상태 및 수분 함유 상태에 따라 대지저항률은 큰 차이를 나타냄		

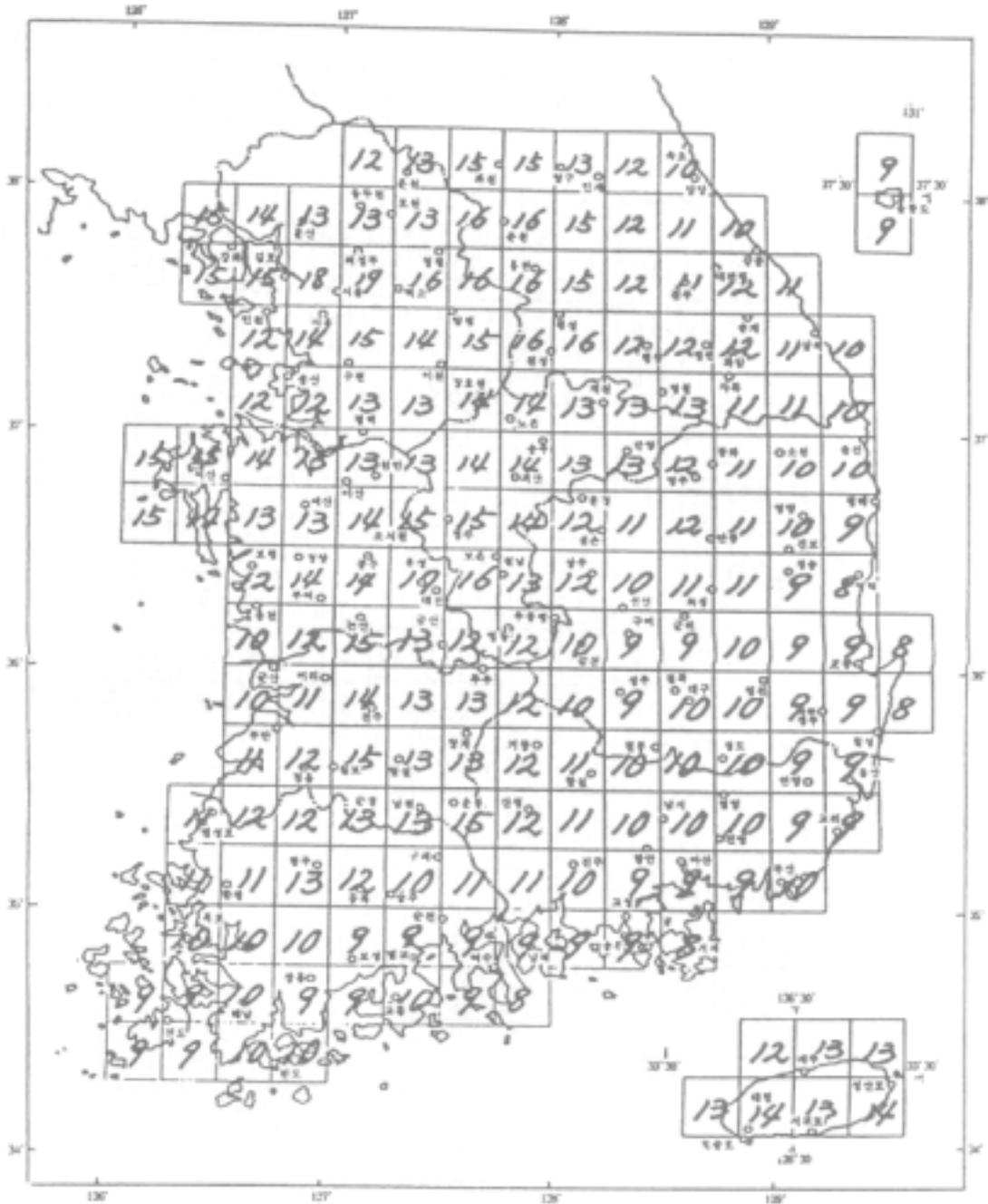
[표 12-7] 각종 광물의 고유 저항률

전국 토지저항률 분포도



[그림 12-10] 전국 분포도

IKL 망도(2)



[그림 12-12] 10년(1978~1987) 월 IKL Mesh 도