

과천지역의 상세 토양비저항도(1/5000) 작성

°이현구, 김대경, 배정호, 하태현, 정성환, 최상봉
한국전기연구소 지중시스템연구그룹

Development of Detailed Soil Resistivity Map(1/5000) in Kwachon

H.G. Lee, D.K. Kim, J.H. Bae, T.H. Ha, S.H. Jeong, S.B. Choi
Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract - Soil resistivity has a relation with the corrosion of underground buried structures as a water pipeline, gas pipeline and power cable casing. And it's a main factor in the cathodic protection and earth design.

This paper presents soil resistivity maps each depth through measuring the soil resistivity in Kwachon, Kyonggi province. Also examines the soil resistivity characteristics on a change of temperature, moisture content and ion content in the laboratory.

1. 서 론

토양비저항은 상하수도관, 가스관, 전력케이블 등과 같은 지하매설물의 부식과 밀접한 상관성이 있으며, 이들 지하매설 구조물의 전기방식설계 및 접지설계에 있어서 가장 중요한 요소이다.

본 논문에서는 경기도 과천시 일원의 토양층에 대하여 현장에서 토양비저항을 측정하여 심도별 토양비저항도를 작성하였으며, 실험실 시험을 통해 온도, 수분함량 및 이온함량 등의 변화에 따른 토양비저항 특성변화를 조사하였다. 과천지역의 상세 토양비저항 조사에 앞서 전국 개략토양도를 토대로 선정한 전국 166개 지점에 대하여 현장조사를 하였으며 그 결과를 바탕으로 현재까지 제안된 토양분류체계에 적용하여 전국의 개략적인 토양비저항도를 작성한 바 있다.[1]

2. 조사지역의 개요

2.1 과천의 지형과 지질

조사지역인 과천시 일원은 한반도의 중부에 위치하며, 광주산맥의 남서 연장 점멸부에 해당한다. 북동-남서방향으로 발달하는 저지대를 중심으로 북서부와 남동부의 고지대가 양립하는 지형적인 특징을 보여준다.

조사지역은 동경 126° 57' ~ 127° 3', 북위 37° 14' ~ 37° 18'의 범위에 해당하며 경기육괴의 북서부로서 지질적인 특성은 경기 편마암복합체로 잘 알려져 있다. 구성 암석은 대부분 선캄브리아기 편마암류로 구성되어 있으며, 지형적으로 고지대를 형성하는 중생대의 화강암이 편마암류를 관입하고 있다. 여기에 다시 중생층에 의해 부정합으로 피복된다.

과천의 지질구조는 3회 이상 반복된 습곡구조가 나타나며, 표층지하수와 암반지하수의 주 통로가 되는 단층과 절리의 발달은 현저하지 않지만 다수의 소단층들이 발달되었다.

2.2 토양시료의 채취

실험실 시험을 위한 토양시료의 채취는 과천시 일원의 모암, 토양유형 및 심도별로 채취하였다. 그림 1과 같이 편마암 지역(Gn)과 화강암 지역(Gr)에서 산토양과 논토양으로 나누어 각각 5지점을 선정한 후 지면으로부터 50, 100, 150(cm) 깊이에서 심도별로 시료를 채취하였다.

3. 토양비저항의 실험실 시험

3.1 토양비저항의 실험실 시험 개요

토양비저항은 온도변화, 수분함량 및 이온함량 등의 환경변화에 따라 측정값이 달라진다. 그 변화를 알아보기 위해 다음과 같이 실험실 시험을 수행하였다.

현장에서 채취한 시료의 함수비, 비중, 밀도와 토양비저항을 측정 후, 105℃에서 24시간 동안 건조시킨 다음 시료의 함수비를 증가시켜가면서 수분함량의 변화에 따른 토양비저항을 측정하였다. 이온함량의 변화에 따른 토양비저항 특성을 시험하기 위해 사용된 용액은 중류수, 염수(NaCl 용액), 해수 및 광산산성배수(Acid Mining Drainage: AMD) 등이며 각각의 함량비를 변화시켜가면서 측정하였다. 온도변화에 따른 토양비저항 특성시험은 일정량의 용액을 섞은 다음, Soil Box에 채워진 시료를 -30℃까지 냉동시킨 후, 상온에서 서서히 냉각시키면서 측정하였다.[2, 3]

3.2 온도변화에 따른 토양비저항 변화

온도변화에 따른 토양비저항의 변화를 시험한 결과 빙점 이하에서는 토양비저항이 급격히 감소하다가 빙점 이상이 되면 서서히 감소하는 특성을 보였다. 그림 2는 편마암 지역에서 채취된 시료의 온도변화에 따른 토양비저항 변화를 실험한 결과이다.

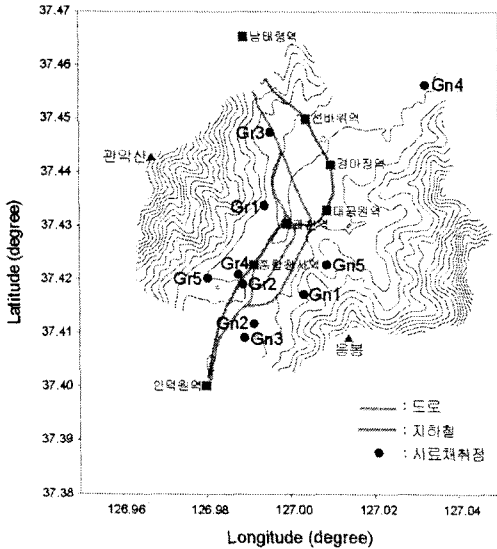


그림 1 토양시료의 채취 지점

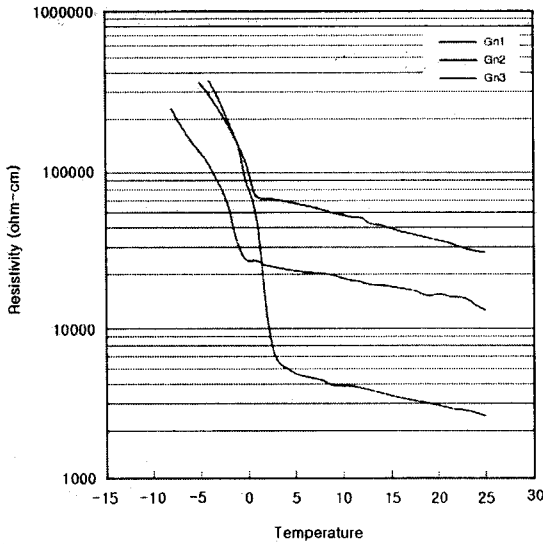


그림 2 온도변화에 따른 토양비저항

3.3 수분함량에 따른 토양비저항 변화

간극수의 함수비에 따른 토양비저항의 변화를 알아보기 위하여 채취시료의 수분함량 증가에 따른 토양비저항의 변화를 시험하였다. 그림 3에서 알 수 있는 바와 같이 함수량이 증가함에 따라 토양비저항이 감소하였다. 토양 유형별로 보면 산토양이 논토양에 비해 토양비저항 값이 높았으며, 심도별로 보면 상부토양보다 모암에 가까운 하부토양이 높은 토양비저항값을 보였다. 모암이나 심도에 관계없이 함수량에 따른 토양비저항의 변화는 비슷한 경향을 보였으며, 함수비가 낮아질수록 토양비저항 값이 급격히 증가하는 반면에 포화상태에 이르면 변화가 거의 없었다.

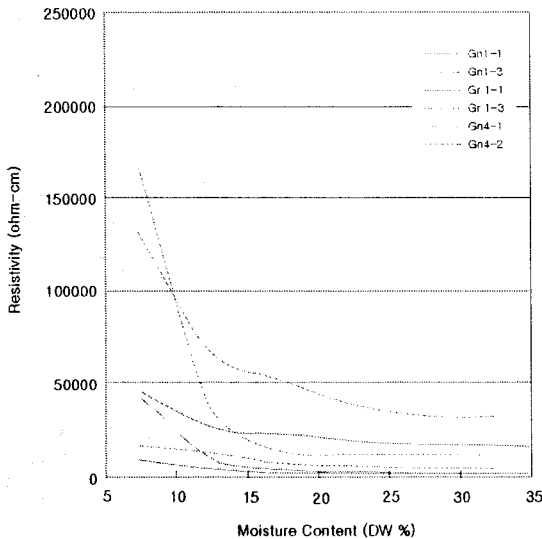


그림 3 수분함량에 따른 토양비저항

3.4 이온함량에 따른 토양비저항 변화

토양이 해수, 침출수 또는 지표수에 의해 오염될 경우를 가정하여 화강암과 편마암 지역에서 채취한 시료에 이온함량을 달리하는 염수(NaCl 용액), 해수 그리고 광산산성배수(Acid Mining Drainage: AMD) 등의 함

량을 달리하면서 토양비저항을 측정하였다. 표 1은 편마암 지역에서 채취한 시료에 염수와 광산산성배수의 함량을 달리하면서 측정한 결과이다.

표 1 이온함량에 따른 토양비저항 (단위: Ω · cm)

시료	Gn2-3		Gn5-3		
	NaCl	AMD	NaCl	AMD	
함량비 [%]	2.5	58,582	-	17,708	133,554
	5.0	9,756	203,700	3,930	60,099
	6.0	9,757	203,701	3,931	60,100
	12.5	945	34,755	457	12,093
	17.5	277	12,128	232	6,007
	22.5	176	7,035	153	4,203
	27.5	134	5,303	121	3,409
	32.5	112	4,253	107	3,392

4. 토양비저항 현장측정

4.1 토양비저항 현장측정 개요

토양비저항의 현장측정은 ABEM사의 SAS 300B 토양비저항계를 사용하여 웬너와 솔렘버저 배열에 의한 수직탐사와 쌍극자 배열에 의한 탐사를 병행하였다. 총 133개 지점에서 실시하였으며 토양비저항도 작성을 위해서는 토양비저항의 측방변화를 상세하게 반영해야 되기 때문에 측정지점에서 토양의 발달상황에 따라 약 30(m) 간격으로 반복 측정하였으며, 측정치가 주변과 지나치게 상이한 값을 보이는 일부 지점은 해석에서 제외하였다. 그림 4에는 토양비저항 현장측정 지점을 나타내었다.[4]

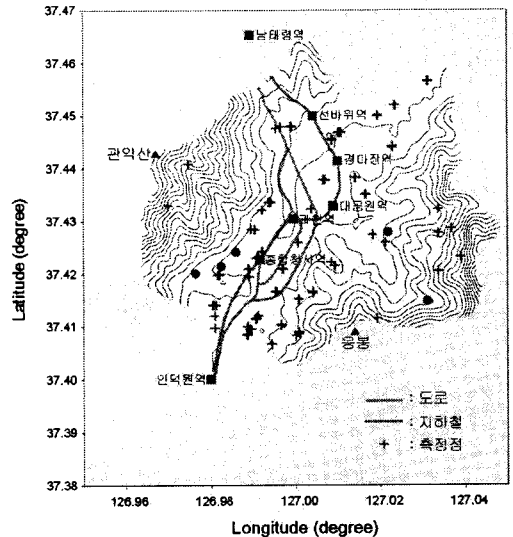


그림 4 토양비저항 현장측정 지점

3.2 토양비저항 현장측정 결과

현장의 모든 지점을 측정하기에는 많은 시간, 경비 및 인력이 소요되므로 대표지점에서 측정된 값을 중심으로 실제 측정이 이루어지지 않은 지점에 대한 계산은 Kriging방법의 보간법(interpolation)을 이용하였다.[5] 이때 국립지리원 발행의 1:5000 지형도를 기본 도폭으로 사용하였다.

심도 1[m]의 토양비저항도는 그림 5와 같으며, 심도 4[m]의 토양비저항도는 그림 6과 같다. 그 외에도 2, 3[m] 깊이에서의 토양비저항도를 작성하였다. 과천지역의 토양비저항은 지형의 기복과 유사한 양상을 나타내었고, 산지의 경사면을 따라 토양비저항이 증가하였으며 충적지에서 현저하게 낮은 토양비저항값을 가진다. 편마암 분포지에 비해 상대적으로 풍화를 적게 받은 화강암 지역은 상부 토양에서 높은 토양비저항이 나타나며, 심도가 깊어질수록 편마암 분포지의 토양비저항값이 커진다.

5. 결 론

본 논문에서는 경기도 과천시 일원의 토양층에 대하여 현장에서 토양비저항을 측정하여 심도별 토양비저항도를 작성하였으며, 실험실 시험을 통해 온도, 수분함량 및 이온함량 등의 환경변화에 따른 토양비저항 특성변화를 조사하였다.

현장측정을 통해 작성된 상세 토양비저항도(1/5000)와 실험실 시험을 통해 얻어진 토양비저항 특성 조사결과를 과천지역에서 시행될 점지설계 및 지하매설 금속물의 방식설계 등에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 이현구, 배정효, 하태현, 김대경, 최상봉, 정성환 "전국의 암석, 토양층에 대한 토양비저항 조사", '99 대한전기학회 하계 학술대회, C권, p1354~1356, 1999
- [2] W. J. Scott, A. E. Kay, "Earth Resistivities of Canadian Soils", Canadian Electrical Association Research Report, 1988
- [3] "Standard Test Method for Laboratory Determination of Water(Moisture) Content of Soil and Rock", ASTM Designation: D 2216-92
- [4] D. Mukhedkar, "IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System", IEEE Std 81-1983
- [5] J.C. Davis, "Statistics and data analysis in geology", John Wiley and Sons, 1986

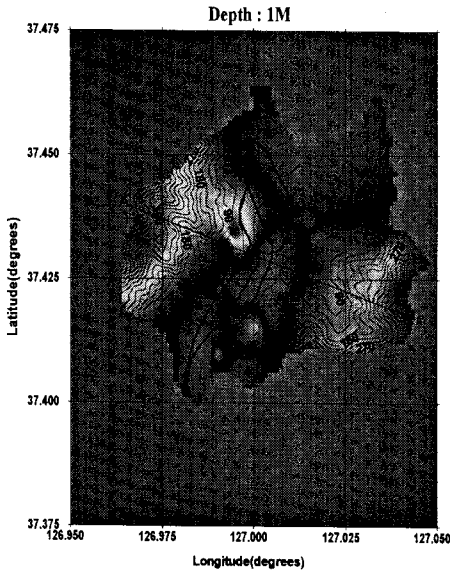


그림 5 심도 1[m]의 토양비저항도

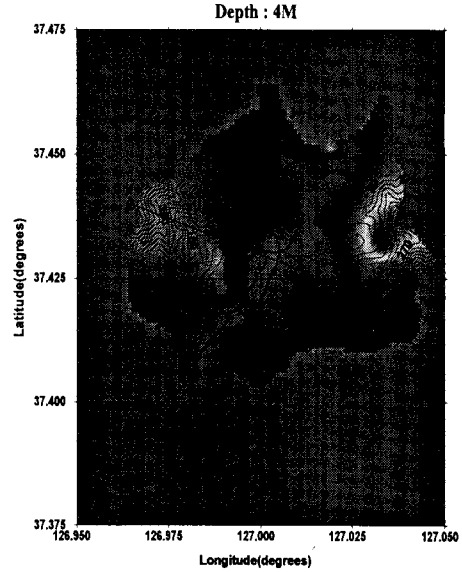


그림 6 심도 4[m]의 토양비저항도