

토양의 저항률 및 비유전율의 주파수의존성을 고려한 접지봉의 접지임피던스의 해석

(Analysis of the Grounding Impedance of a Ground Rod Considering the
Frequency-Dependent Resistivity and Relative Permittivity of Soil)

안창환* · 최종혁 · 이복희

(Chang-Hwan Ahn · Jong-Hyuk Choi · Bok-Hee Lee)

Abstract

When the transient current with high frequency components such as lightning surges are injected the grounding electrodes, the performance of grounding electrodes should be evaluated as grounding impedance. It is restricted to analyze the grounding impedance by measurement approach since the grounding impedance is very different with the shape and size of grounding electrodes, resistivity and relative permittivity of soil and the frequency component of the injected current. So a variety of simulation approaches have been developed. Typically, the soil resistivity measured with low frequency and relative permittivity between 1 and 80 are used for simulation of the grounding impedance. However, the resistivity and relative permittivity of soil are changed with frequency of injected current. In this paper, the frequency-dependent resistivity and relative permittivity of soil are measured and these parameters are reflected in the simulation of the grounding impedance of a ground rod. The simulated results are compared with the measured results. As a result, the simulated results with frequency-dependent soil parameters show capacitive aspect like measured results in the frequency of lower than 100[kHz] and they are more consistent with the measured results in wide frequency range.

Key Words : Soil Resistivity, Relative Permittivity, Grounding Impedance, Ground Rod,
Distribution Parameter Circuit Model

1. 서 론

매설지선 또는 접지봉과 같이 단순한 형상의 접지전극은 피뢰시스템의 접지전극으로 많이 사용되고 있다 [1]. 피뢰용 접지전극의 경우 뇌전류가 포함하고 있는 고주파수의 전류성분으로 인해 저주파에서 측정된 접지저항 뿐 아니라 수 [MHz]에 이르는 전류성분에 대

* 주저자 : 인하공업전문대학 교수
Tel : 032-870-2218, Fax : 032-870-2507
E-mail : aza@inhatc.ac.kr
접수일자 : 2011년 10월 9일
1차심사 : 2011년 10월 11일
심사완료 : 2011년 12월 8일

해서도 접지성능이 보장되어야 한다[2-3]. 때문에 피뢰용 접지전극은 접지임피던스로 분석되어야 한다.

접지전극의 접지임피던스는 접지전극의 형상 및 크기, 토양의 대지저항률 및 비유전율과 같은 파라미터에 따라 매우 다른 양상을 나타내며, 인가된 임펄스전류의 크기 및 주파수성분에 따라 변화하기 때문에 다양한 분석이 요구된다. 접지임피던스의 경우 접지저항에 비해 측정을 위해 더 많은 장비와 시간이 요구되기 때문에 많은 조건들을 실험을 통해 분석하는 것은 매우 어려운 일이다. 최근에 접지임피던스에 관한 연구들은 주로 모의해석을 기반으로 이루어지고 있으며 많은 연구 성과들이 발표되었다. 접지임피던스의 모의해석 방법은 회로이론(Circuit theory), 전송선로 이론(Transmission line theory) 및 전자계 이론(Electromagnetic field theory) 등으로 구분되고 있다[4-5]. 전자계 이론이 가장 정확한 것으로 알려져 있으나 접지전극 주변에 발생하는 이온화현상에 대한 모의해석이 불가능하고 모의해석에 시간이 매우 오래 걸리기 때문에 개선된 회로이론 및 송전선로 이론이 개발되었으며 이러한 연구결과들에 의해 모의해석방법에 따른 차이는 크게 나타나지 않게 되었다[4-7].

하지만 최근 제시된 문헌들에서 대지저항률이 매우 큰 경우 또는 접지전극이 짧은 경우 측정결과가 모의해석결과들로 설명되지 않는 차이점이 발생하였으며 이러한 원인으로 토양의 저항률 및 비유전율이 주파수에 따라 변화하는 것을 원인으로 제시하였다[8-10]. 본 저자 또한 기존 문헌에 제시된 방법 외에 간이적인 방법으로 모래 및 여러 토양을 대상으로 하여 토양의 저항률 및 비유전율의 주파수의존성을 분석한 결과 주파수에 따라 토양의 저항률과 비유전율이 변화하는 것을 확인하였다[11].

본 논문에서는 토양의 저항률 및 비유전율의 주파수의존성을 측정하고 그 결과를 모의해석에 반영하여 더욱 정확한 접지임피던스의 모의해석결과를 제시하고자 한다. 토양의 저항률 및 비유전율의 측정은 참고 문헌 [11]과 동일한 방법으로 측정하였으며, 측정된 토양의 저항률 및 비유전율을 분포정수회로이론을 이용한 접지임피던스의 모의해석방법에 적용하였다[12]. 본 논문의 분석 범위는 후속 단시간 뇌격전류의 주파

수 범위를 충분히 포함할 수 있는 5[MHz]까지 분석을 수행하였다.

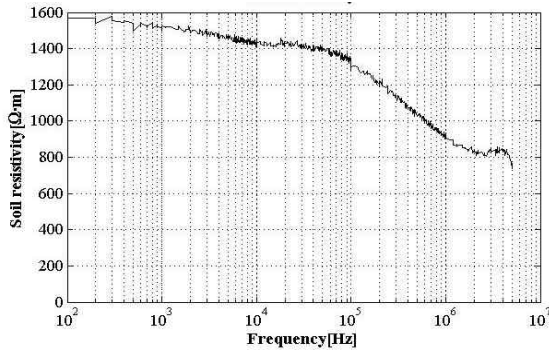
2. 토양의 저항률 및 비유전율의 주파수의존성

고주파 전류를 인가하여 토양의 저항률 및 비유전율을 측정하는 방법은 아직까지 정확히 규정되지 못하였다. 토양의 저항률의 경우 토양의 샘플을 채취하여 직사각형 Box에 넣은 후 저항률을 측정하는 방법이 ASTM 규정에 제시되어 있으며[13], 본 논문에서는 ASTM 규정의 저항률 측정방법과 동일한 방법으로 측정계를 구성한 후 고주파 전류를 인가하여 전류와 전압을 측정하고 임피던스 및 위상차를 분석하여 저항률과 비유전율을 산출하였다.

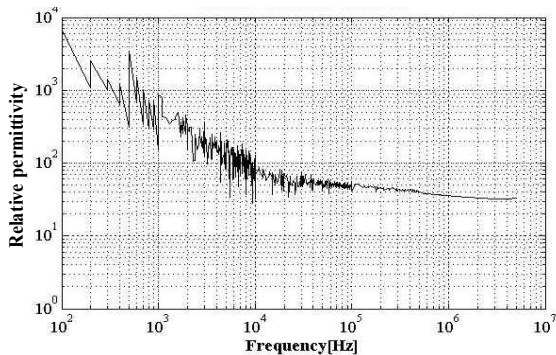
그림 1은 토양의 저항률과 비유전율의 주파수의존성의 측정결과를 나타낸다. 토양의 저항률은 100[Hz]에서 1,550[Ω·m]의 값을 나타내었으며 주파수가 상승함에 따라 저항률이 감소하였으며 100[kHz] 이상의 주파수에서 더욱 크게 감소하였다. 토양의 저항률은 1[MHz] 이상의 주파수에서 일정한 값으로 수렴하는 것으로 나타났으며 이 때 저항률은 100[Hz]에서 측정된 값의 약 50[%]까지 감소한 것으로 나타났다.

일반적으로 토양의 비유전율은 공기의 비유전율인 1과 물의 비유전율인 80 사이의 값으로 알려져 있으나 이것은 단일 물질의 경우이며 대지와 같이 공기, 토양, 수분 등이 불균일하게 혼합된 경우 단순히 모든 주파수에서 하나의 값을 낸다고 볼 수 없다. 그림 1(b)는 토양의 비유전율의 주파수의존성을 나타내며 비유전율 역시 주파수에 따라 크게 변화하였다. 토양의 비유전율은 100[Hz]에서 수천에 이르는 큰 값을 나타내었으며 주파수가 상승함에 따라 약 10[kHz]까지 급격하게 감소하였다. 10[kHz] 이상의 주파수에서 비유전율은 어느 정도 수렴하는 것으로 나타났으며, 5[MHz]에서는 30을 나타내어 일반적으로 알려진 토양의 비유전율을 나타내었다. 본 논문에서 제시한 측정결과는 토양의 저항률과 비유전율의 주파수의존성을 분석한 다른 연구결과와도 유사한 결과를 나타내었다[8-10].

토양의 저항률 및 비유전율의 주파수의존성을 고려한 접지봉의 접지임피던스의 해석



(a) 저항률



(b) 비유전율

그림 1. 토양의 저항률 및 비유전율의 주파수의존성
Fig. 1. Frequency-dependent resistivity and relative permittivity of soil

3. 접지임피던스 측정계 및 해석조건

접지봉의 접지임피던스의 주파수의존성을 측정하기 위해 그림 2와 같이 측정계를 구성하였다. 1[m]씩 접지봉을 연결하여 8[m]까지 길이별 접지임피던스를 측정하였다. 접지임피던스는 수정된 전위강하법으로 측정하였으며[14], 전위 및 전류보조전극은 접지전극으로부터 50[m] 떨어진 거리에 설치하여 도전유도에 의한 오차를 최소화 하였다. 접지전류는 함수발생기와 전력증폭기를 이용하여 측정대상 접지전극과 전류보조전극 사이에 인가하였다. 접지전류는 15[MHz]의 주파수대역인 전류프로브로 측정하였으며, 100[MHz]의 주파수대역인 차동전압프로브로 접지전극과 전위보조전극의 전위차를 측정하였다. 측정된 신호는 디지털 변환기를 통하여 PC기반의 접지임피던스 분석기

로 전송되며 Labview 프로그램을 이용하여 접지임피던스와 위상차를 산출하였다.

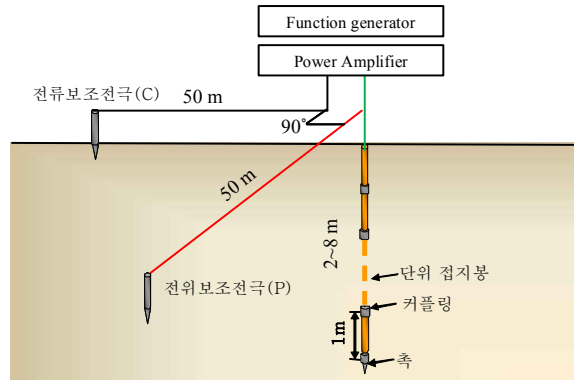


그림 2. 접지봉의 접지임피던스 측정계
Fig. 2. Experimental set up for measuring the grounding impedance of a ground rod

2, 4, 8[m]인 접지봉의 길이별 접지저항과 Tagg의 접지저항 식 (1)로부터 역산한 평균대지저항률을 표 1에 나타내었다.

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l}{a} \quad (1)$$

여기서 l 은 접지전극의 길이이며 a 는 접지전극의 직경이다.

표 1. 접지봉 길이별 접지저항 및 대지저항률
Table 1. Ground resistance and soil resistivity for the different length of ground rod

| 접지봉의 길이[m] | 2 | 4 | 8 |
|------------|-------|-------|------|
| 접지저항[Ω] | 246.2 | 197.3 | 81.4 |
| 대지저항률[Ω·m] | 487 | 703 | 523 |

접지봉의 접지저항으로 부터 산출된 대지저항률은 그림 1의 100[Hz]에서 측정한 저항률에 비해 1/3 정도로 작게 나타났다. 이러한 차이는 토양의 샘플을 취하여 저항률을 측정하는 경우 실제 대지에 비해 토양의 수분, 조밀도 및 압력이 낮기 때문이다. 토양 샘플을 이용한 저항률 측정시 압력에 대한 조건은 나타나 있지 않으며 실제 토양과 동일한 압력을 유지하여

측정하는 것은 거의 불가능하다. 하지만 동일한 토양의 경우 수분함유량이나 입자의 크기에 따라 저항률의 크기는 변화하나 저항률과 비유전율의 주파수의존성의 변화 추세는 거의 변화하지 않는다[11]. 때문에 본 논문에서는 그림 1에서 측정된 대지저항률의 주파수의존성의 측정결과에서 100[Hz]의 측정값을 1[p.u.]로 하여 표 1에서 산출한 접지봉의 각 길이별 평균대지저항률을 곱하여 저항률의 주파수의존성을 반영하였으며 비유전율의 경우의 측정값을 그대로 반영하였다.

4. 결과 및 고찰

접지임피던스에 대한 해석은 대지저항률과 비유전율이 일정한 경우와 그림 1의 주파수의존성을 갖는 경우로 구분하여 모의하였다. 토양의 파라미터가 일정한 경우 접지봉의 길이별 대지저항률은 표 1의 결과를 반영하였으며 비유전율은 40으로 하였다.

접지임피던스에 대한 해석결과와 측정결과를 그림 3에 나타내었다. 접지봉에 대한 접지임피던스의 측정 결과는 1[MHz] 이하의 범위에서 주파수가 증가함에 따라 감소하는 것으로 나타났으며, 접지전극의 길이가 짧을수록 더 크게 감소하며 더 높은 주파수까지 감소하는 것으로 나타났다. 접지임피던스가 접지저항에 비해 감소하는 양상은 접지임피던스의 용량성 특성으로 표현된다[15]. 접지임피던스의 용량성 특성은 접지봉의 길이가 길어짐에 따라 고주파수에서 접지임피던스가 상승하는 유도성 특성으로 변화하였다. 8[m] 접지봉의 경우 1[MHz] 이상의 주파수에서 이러한 유도성 특성이 나타났다.

대지저항률과 비유전율을 일정한 값으로 해석한 결과 100[kHz] 이하의 주파수에서 접지임피던스는 접지저항과 동일한 값을 갖으며 변동하지 않는 것으로 나타났다. 100[kHz] 이하의 주파수에서 접지임피던스가 변동하지 않기 때문에 측정결과와 점점 차이를 나타내며 수십 [kHz]에서 상당한 차이를 나타낸다. 토양의 파라미터가 일정한 경우 접지임피던스는 100[kHz] 이상의 주파수에서 변화하기 시작하였으며 급격하게 측정결과와 추세를 따라가는 것으로 나타났다. 하지만

저 주파수에서 감소하지 않는 결과로 인해 1[MHz]까지 접지임피던스가 측정결과에 비해 크게 나타났다. 또한 8[m] 접지봉과 같이 1[MHz] 이상의 주파수에서 유도성 특성을 보이는 접지전극의 경우 해석결과와 측정결과에 비해 상당히 큰 값을 나타낸다. 반면 토양의 저항률과 비유전율의 주파수의존성을 반영한 결과 100[kHz] 이하의 주파수에서도 측정결과와 마찬가지로 용량성 특성을 나타내었다. 또한 1[MHz]에서 유도성 특성을 나타내는 길이 8[m] 접지봉의 경우에도 접지임피던스가 측정결과와 매우 유사하게 증가하는 것으로 나타났다.

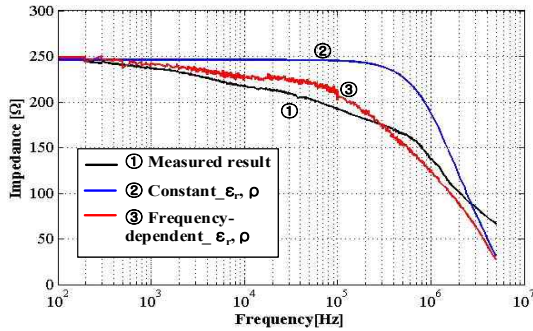
토양의 저항률과 비유전율을 고려하여 해석한 결과가 접지임피던스의 측정결과와 잘 맞는 이유는 접지임피던스가 100[kHz] 이하에서 감소하는 원인이 실제 대지저항률의 주파수의존성에 따른 영향에 의한 것이라 판단된다.

토양의 파라미터의 주파수의존성을 반영하여 해석한 접지임피던스는 토양의 파라미터를 일정하게 하여 해석한 결과에 비해 수 백 [kHz]의 주파수 범위에서 70[%] 정도로 작게 나타나며 수 [MHz] 이상의 주파수에서도 매우 큰 차이를 나타내기 때문에 본 실험의 조건과 같이 대지저항률이 비교적 높고 접지전극의 길이가 짧은 경우 좀 더 정확한 해석 결과를 얻기 위해서는 토양의 파라미터의 주파수의존성을 모의해석에 반드시 고려해야 정확한 결과를 얻을 수 있다.

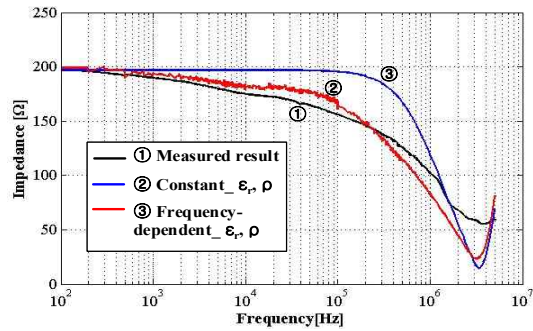
접지임피던스의 위상각의 주파수의존성을 그림 4에 나타내었다. 접지임피던스의 위상각은 접지임피던스의 저항성, 용량성 및 유도성 특성을 정확히 파악할 수 있는 정보를 제공하기 때문에 해석의 타당성을 검증하기 위해 검토되어야 하는 요소이다.

위상각의 측정결과는 수십 [kHz] 이하의 주파수에서 아주 작은 -의 위상각을 나타내었으며 주파수가 상승함에 따라 -의 위상각이 커지는 것으로 나타났다. 이는 접지임피던스의 용량성 특성이 더욱 강하게 나타나는 것을 의미한다. 또한 접지봉의 길이가 길어짐에 따라 용량성에서 유도성 특성으로 변화하였으며 길이 8[m] 접지봉의 경우 수 [MHz]의 주파수 영역에서 진동하는 결과를 나타내었다.

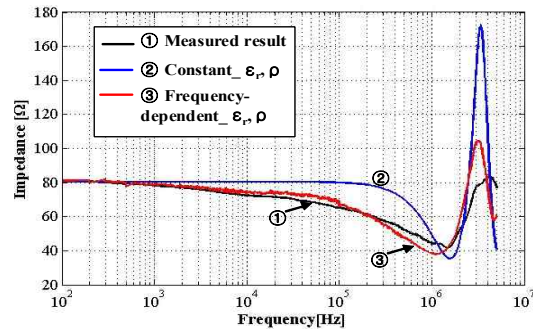
도양의 저항률 및 비유전율의 주파수의존성을 고려한 접지봉의 접지임피던스의 해석



(a) 길이 2(m) 접지봉



(b) 길이 4(m) 접지봉

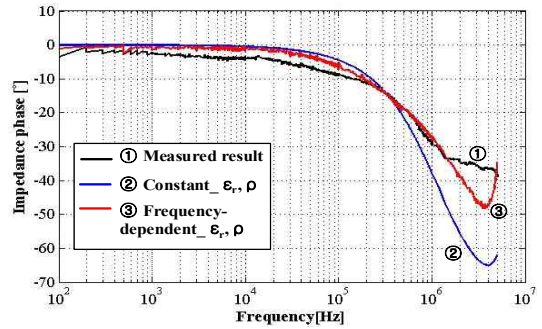


(c) 길이 8(m) 접지봉

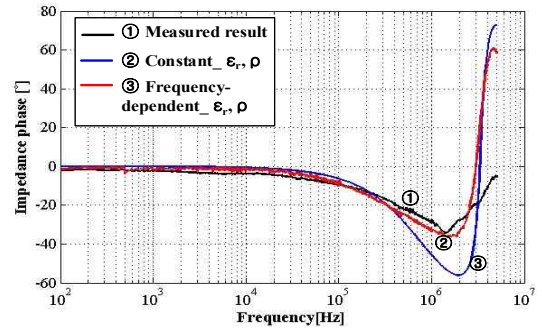
그림 3. 접지봉의 길이별 접지임피던스의 주파수의존성
Fig. 3. Frequency-dependent grounding impedance by the length of ground rod

도양의 저항률과 비유전율이 일정한 조건에서 해석한 결과 수십 [kHz] 이하의 주파수에서 위상각은 0으로 나타났으며 100[kHz] 이상의 주파수에서 측정결과와 상당한 차이를 나타내었다. 도양의 파라미터를 일정한 값으로 적용한 경우 측정결과와 비교해 -위상차가 나타난 경우 더욱 작은 값까지 내려갔으며 +위상차의 경우 더욱 큰 값을 나타내었다. 즉 수백 [kHz] 이상의 주파수에서 접지전극의 길이가 길어짐에 따라 위

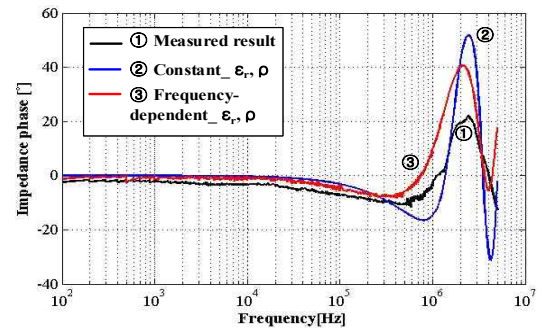
상각의 진동현상이 발생하게 되는데 그 진동폭이 측정결과보다 훨씬 크게 나타난다.



(a) 길이 2(m) 접지봉



(b) 길이 4(m) 접지봉



(c) 길이 8(m) 접지봉

그림 4. 접지봉의 길이별 임피던스 위상각의 주파수의존성
Fig. 4. Frequency-dependent impedance phase by the length of ground rod

반면 도양의 저항률과 비유전율의 주파수의존성을 고려한 결과 수십 [kHz] 이하의 주파수에서도 측정결과와 마찬가지로 약간의 음의 위상각을 보였으며 수백 [kHz] 이상의 주파수 역시 측정결과와 매우 유사한 진동 결과를 나타내었다. 도양의 저항률과 비유전율

의 주파수의존성을 반영하였을 때의 결과는 일정한 경우에 비해 접지임피던스 위상차의 진동이 작게 나타나 측정결과와 더욱 유사한 결과를 보이게 된다.

따라서 토양의 저항률과 비유전율의 주파수의존성을 반영하여 접지봉의 접지임피던스를 해석한 결과 접지임피던스의 크기와 위상각 모두 토양의 파라미터가 일정한 경우에 비해 측정결과와 잘 일치하는 것으로 나타났다.

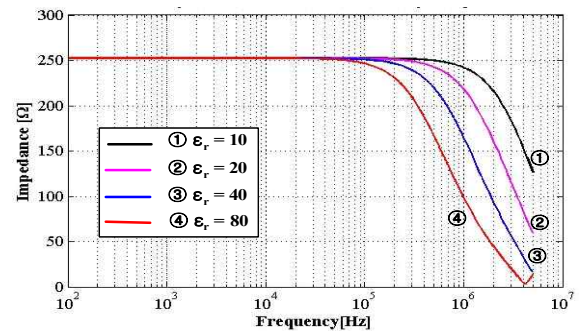
고주파수에서 접지임피던스의 변화원인과 토양의 파라미터의 상관성을 분석하기 위해 길이 2[m]와 8[m] 접지봉을 대상으로 하여 토양의 파라미터가 일정한 경우 비유전율의 크기에 따른 접지임피던스를 분석하였다.

비유전율의 크기에 따른 접지임피던스의 주파수의존성을 그림 5에 나타내었다. 접지임피던스는 길이가 짧은 2[m] 접지봉에서 용량성 특성이 주로 나타났으며 8[m] 접지봉은 진동하는 결과를 나타내었다. 두 접지봉 모두 비유전율의 크기가 커짐에 따라 접지임피던스가 감소하는 용량성 특성이 더욱 현저하게 나타났으며 접지임피던스가 변동하는 주파수도 낮아졌다.

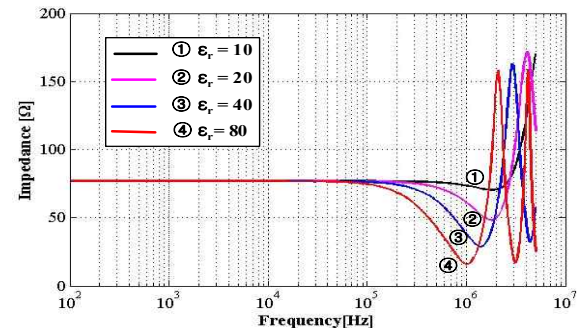
그림 5 (a)의 길이 2[m] 접지봉의 경우 비유전율이 커짐에 따라 더 낮은 주파수에서 용량성 특성이 나타나며 접지임피던스가 더 크게 감소하게 된다. 만약 비유전율의 주파수의존성과 같이 비유전율이 1,000 이상인 경우 접지임피던스는 100[kHz] 이하의 주파수에서 매우 크게 감소해야 한다. 하지만 100[kHz] 이하의 주파수에서는 접지임피던스가 완만하게 감소하며 그 감소비율은 대지저항률의 감소비율과 거의 유사하게 나타난다. 따라서 100[kHz] 이하의 주파수에서 접지임피던스가 감소하는 원인은 대지저항률의 주파수의존성의 결과가 접지임피던스에 반영된 결과라 할 수 있으며 100[kHz] 이하에서는 비유전율이 매우 크다 하여도 접지임피던스에 거의 영향을 주지 않는 것으로 판단된다. 또한 8[m] 접지봉과 같이 길이가 길어진 경우 접지임피던스는 진동하는 특성을 보이는데 비유전율이 작을수록 진동폭이 시작되는 주파수가 높아지며 진폭이 작아져 수 [MHz]의 주파수 영역에서 측정결과와 비교적 잘 일치한다. 하지만 비유전율이 작은 경우 수백 [kHz]에서 1[MHz] 사이의 용량성 특성은 거

의 나타나지 않는다.

그림 5 (b)의 길이 8[m] 수직접지봉의 해석결과와 측정결과를 비교하였을 때 비유전율은 1[MHz] 이하의 주파수에서 40 이상의 값에 잘 일치하고 더 높은 주파수에서는 비유전율의 값이 40 미만의 값과 잘 일치한다. 이는 곧 수 백 [kHz] 이상의 주파수에서 비유전율이 감소하는 주파수의존성이 반영되어야 접지임피던스가 측정값에 준하는 결과가 얻어진다고 할 수 있다.



(a) 길이 2(m) 접지봉



(b) 길이 8(m) 접지봉

그림 5. 비유전율에 따른 접지임피던스의 주파수의존성
Fig. 5. Frequency-dependent grounding impedance as a parameter of the relative permittivity

5. 결 론

본 논문에서는 토양의 저항률 및 비유전율의 주파수의존성 측정결과를 바탕으로 접지봉의 접지임피던스의 해석결과를 기술하였으며, 측정결과와의 비교를 통하여 그 타당성을 검증하였다. 본 논문의 조건에서 길이가 짧은 접지봉은 100[kHz] 이하에서 용량성 특성을 나타내었으며 그 원인은 토양의 저항률의 주파수의존

성에 의한 것으로 판단된다. 또한 1[MHz] 이상의 주파수에서 토양의 파라미터가 정수인 경우 해석결과는 측정결과와 큰 차이를 나타내는데 이는 고주파수에서 대지저항률의 감소와 비유전율이 감소한 요인이 포함되지 않기 때문인 것으로 분석되었다. 따라서 대지저항률이 높고 길이가 짧은 조건에서 용량성 특성을 나타내는 접지전극의 접지임피던스를 해석할 때 토양의 저항률 및 비유전율의 주파수의존성을 고려하는 것이 실제값에 근접하는 결과를 얻을 수 있다고 판단된다.

이 논문은 2010학년도 인하공업전문대학 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음.

References

[1] Leonid Grcev, "Impulse Efficiency of Ground Electrode", IEEE Trans. Power Del., Vol. 24, No.1, pp. 441-451, 2009.

[2] N. Theethayi, R. Thottappillil, M. Paolone, C. A. Nucci, F. Rachidi, "External Impedance and Admittance of Buried Horizontal Wires for Transient Studies Using Transmission Line Analysis", IEEE Trans. Dielectrics and Electrical Insulation, Vol.14, No.3, pp.751-761, 2007.

[3] A. Rousseau, P. Gruet, "Practical high frequency measurement of a lightning earthing system", ICLP 2004 5b4,

[4] F. E. Menter, L. Grcev, "EMTP-based model for grounding system analysis", IEEE Trans. on P.D. Vol. 9, No. 4, pp.1838-1849, 1994.

[5] Y. Liu, M. Zitnik, and R. Thottappillil, "An improved Transmission-Line Model of Grounding System", IEEE Trans. EMC, Vol. 43, No.3, pp.348-355, 2001.

[6] G. Celli, E. Ghiani, F. Pilo, "BEHAVIOUR OF GROUNDING SYSTEMS: A QUASI-STATIC EMTP MODEL AND ITS VALIDATION", 30th ICLP, pp.1335-1-6, 2010.

[7] Y. Liu, N. Theethayi and R. Thottappillil, "An Engineering Model for Transient Analysis of Grounding System Under Lightning Strikes: Nonuniform Transmission-Line Approach", IEEE Trans. Power Delivery, Vol. 20, No. 2, 2005.

[8] S. Visacro, "A Comprehensive Approach to the Grounding Response to Lightning Currents", IEEE Trans. on P.D., Vol. 22 No. 1, 2007.

[9] C. M. Portela, J. B. Gertrudes, M. C. tavares, J. Pissolato, "Earth conductivity and permittivity data measurements: Influence in transmission line transient performance", EPSR Vol. 76, pp.907-915.

[10] S. Visacro, R. Alipio, M. H. M. Vale, C. Pereira, "The response of grounding electrodes to lightning current: the effect of frequency-dependent soil resistivity and

permittivity", IEEE Trans. EMC, Vol 53, No. 2, pp.401-406, 2011.

[11] 최종혁, 차응석, 이복희, "수분함유량에 따른 토양의 저항률 및 비유전율의 주파수의존성", 조명·전기설비학회 논문지 Vol.24, No.1, pp.98~104, 2010. 1.

[12] B. H. Lee, J. H. Joe and J. H. Choi, "Simulation of Frequency-dependent Impedance of Ground Rods Considering Multi-layered Soil Structures", Journal of Electrical Engineering & Technology, Vol.4, No.4, pp.531~537, 2009.

[13] ASTM G57-95a, "Standard test method for field measurement of soil resistivity using the wenner four-electrode method".

[14] IEEE Std. 81.2-1991, "IEEE Guide for Measurement of Impedance and Safety Characteristics of Large, Extended or Interconnected Grounding Systems",

[15] Leonid Grcev, "Impulse Efficiency of Simple Grounding Electrode Arrangements", Proceedings, 18th Int. Zurich Symposium on EMC, pp.325-328, 2007.

◇ 저자소개 ◇



안창환 (安昌煥)

1959년 11월 4일생. 1983년 원광대학교 공과대학 전기공학과 졸업. 1991년 인하대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1999년 8월 인하대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 인하공업전문대학 디지털 전자과 교수. 현재 본 학회 총무이사.

Tel : (032)870-2218

Fax : (032)870-2507

E-mail : aza@inhatc.ac.kr



최중혁 (崔鍾赫)

1980년 5월 12일생. 2006년 2월 인하대 공대 전자공학과 졸업. 2008년 2월 인하대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 동 대학원 박사과정.

Tel : (032)860-7398

Fax : (032)863-5822

E-mail : chjohy80@naver.com



이복희 (李福熙)

1954년 6월 29일생. 1980년 인하대 공대 전기공학과 졸업 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1988~1989년 동경대학 생산기술연구소 객원연구원. 1995년 호주 Queensland대학 방문교수. 1999년 Cincinnati대학 방문교수. 현재 인하대 IT공대 전기공학부 교수. 본 학회 명예 회장.

Tel : (032)860-7398

Fax : (032)863-5822

E-mail : bhlee@inha.ac.kr