

토중방전을 수반하는 접지봉의 임펄스응답에 대한 기초적 연구

(A Fundamental Study on the Impulse Responses of Ground Rod Attendant upon Soil Discharges)

유양우* · 조성철 · 이복희**

(Yang-Woo Yoo · Sung-Chul Cho · Bok-Hee Lee)

Abstract

This paper deals with the fundamental characteristics of transient and conventional ground impedances associated with soil discharges when the lightning impulse voltage was applied to a small-sized ground rod. The potential rise responses of the test ground rod to impulse currents were observed. The current-voltage ($I-V$) curves, transient and conventional ground impedance curves were examined. To analyze the transient behaviors of ground rod attendant upon soil discharges, the impulse responses of ground rod were compared with those of non-inductive resistor. As a consequence, the potential rise and impedance of ground rod were reduced and the currents dispersed into the earth were increased due to soil discharges near the ground rod. Soil discharges are classified into two regimes: ionization and breakdown phenomena. The potential rise and impulse impedance of ground rod are significantly decreased by breakdown processes in soil.

Key Words : Soil Discharge, Ground Potential Rise, Ground Rod, Lightning Impulse Voltage, Transient Ground Impedance, Conventional Ground Impedance

1. 서 론

토양의 물리적 특성에 의해 서지전류에 대한 접지극의 응답특성은 상용 주파수 범위에서 측정된 접지저항과는 다른 성질을 나타낸다. 특히 토양의 입자의 종류와 크기, 조성, 수분함유율을 비롯하여 저항률, 유전율 등의 전기적 특성 때문에 전하이동에 대한 하전입자도 다르다[1-2]. 토양의 전기전도메커니즘으로 건조한 자갈과 같이 저항률이 큰 토양에서는 전자성 전도가 지배적이고, 수분함유된 황토 같이 저항률이 낮은 토양에서는 이온성 전도가 현저하다[3].

* 주저자 : 인하대학교 대학원 전기공학과 박사과정
** 교신저자 : 인하대학교 IT공대 전기공학과 교수
* Main author : Candidate for the Ph. D, Dept. of Electrical Engineering, Graduate School of Inha University
** Corresponding author : Professor, Department of Electrical Engineering, Inha University
Tel : 032-860-7398, Fax : 032-863-5822
E-mail : bhlee@inha.ac.kr
접수일자 : 2014년 1월 20일
1차심사 : 2014년 2월 18일, 2차심사 : 2014년 2월 26일
심사완료 : 2014년 2월 28일

대지에 접지봉과 같이 예리한 부분을 갖는 접지극을 설치하고 대전류를 흘리면 곡률반경이 큰 부분에 국부적으로 고전계가 집중되어 이온화 또는 절연파괴를 일으키게 된다. 접지극과 접촉하고 있는 토양에서 이온화 또는 절연파괴가 발생하면 접지극의 외전상의 표면적이 증가하고 대지로 방류되는 전류도 급격히 증가하게 되어 접지극의 전위상승과 접지임피던스가 작아지게 된다[4-5]. 이와 같은 토중방전현상을 적극적으로 이용하여 접지극의 임펄스성능의 향상을 도모하는 접지극의 개발과 물리적 현상의 규명을 위한 연구가 많이 이루어져 왔다[6-9]. 그러나 토중방전의 특성의 평가를 위해서는 접지극을 대지에 설치하고 고전압의 임펄스를 공급해야 하는 제한적 조건 때문에 실규모의 실험적인 접근은 매우 어렵다.

본 논문에서는 접지극 주위에서 발생하는 토중방전 현상의 물리적 특성을 오염성 전도영역과 방전을 수반하는 전기전도영역으로 구별하여 토양의 전기전도 특성을 정확하게 해석하는 기초적 방법의 제안을 목적으로 뇌임펄스전압에 대한 봉상 접지극과 무유도 저항기에 대한 응답특성을 측정하고 고찰한 실험적 연구결과에 대하여 기술하였다. 소형 봉상의 모델접지극을 대지에 매설하고 뇌임펄스전압을 인가시켰을 때 접지극에 흐르는 전류와 전위상승 파형을 측정하였으며, 이의 결과를 바탕으로 토중방전이 접지극의 임펄스응답에 미치는 영향을 분석하였다. 임펄스전류의 크기에 따라 접지극 주위의 토양에서 이온화가 발생하는 영역과 절연파괴가 일어나는 영역으로 구분하여 접지극의 전위상승과 규약접지임피던스의 변동특성을 평가하고 입력전류와의 관련성을 검토하였다.

2. 실험

2.1 실험장치

임펄스전압에 대한 접지극의 전류와 전위상승의 응답특성을 측정하기 위한 실험계를 그림 1과 같이 구성하였다. 실험전압의 공급장치로 커패시터 8개의 종속 조합으로 구성된 임펄스발생장치(Marx generator: 충전전압 100kV, 8단, 최대 발생전압 760kV, 충전에너지

60kJ)를 사용하였다.

토중방전의 실험용기는 시멘트블록을 이용하여 높이 0.75m, 직경 2m 크기로 제작하였다. 시료 토양은 사질토이며 저항률은 $135\Omega \cdot m$ 이다. 접지극으로 실험용기의 크기를 고려하여 지름 12mm, 길이 300mm의 봉상 접지극을 선정하였다. 접지극의 전위상승은 용량성 분압기(최대 측정전압 800kV, 분압비 8486:1)로 측정하였으며, 전류는 로고우스키전류과형변환기(CWT 최대 측정전류 60kA, 변류비 2000:1, 감도 0.5mV/A)로 검출하였다.

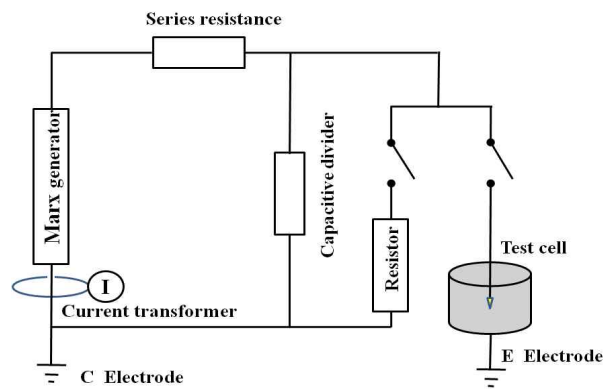


그림 1. 실험장치의 개략도
Fig. 1. Schematic diagram of the experimental set-up

2.2 실험방법

접지극의 임펄스응답특성의 측정에는 측정선의 전자유도의 영향을 줄이기 위해 통상 수정된 전압강하법이 적용된다[10]. 측정대상인 접지극(E극)에 임펄스발생기를 사용하여 임펄스전류를 공급하면 측정전류는 대지를 통해 전류보조극(C극)으로 귀환하게 된다. 이 때 측정전류와 E극의 전위상승을 측정하여 임펄스 접지임피던스를 분석하게 된다. 전위강하법에 의한 접지저항의 측정은 이론상 3전극법이 가장 정확한 방법이나 본 실험에서 임펄스발생장치가 옥내에 설치되어 있으므로 전위보조극을 설치할 수 없는 여건이기에 그림 2에 나타난 바와 같이 2전극법을 적용하였다.

토중방전을 고려한 임펄스접지임피던스의 측정에 임펄스발생기를 사용하면 측정대상 접지극(E극)과

IVG접지극점 전류보조극(C극)의 접지저항에 의해 입사한 전압이 분압된 전위를 검출하게 된다. 고전압을 측정하는 분압기는 대부분이 접지식 구조로 되어 있으며, 임펄스 발생기와 같은 전위기준점을 가지도록 본딩되어 사용된다. 따라서 2전극법에서는 전위측정용 분압기와 임펄스 발생기의 접지가 동일한 전위기준점에 접속되어 임펄스 고전압 측정이 안정적으로 이루어진다[11-12].

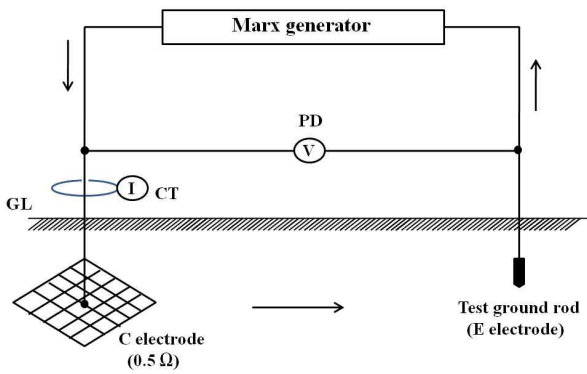


그림 2. 측정회로
Fig. 2. Measurement circuit

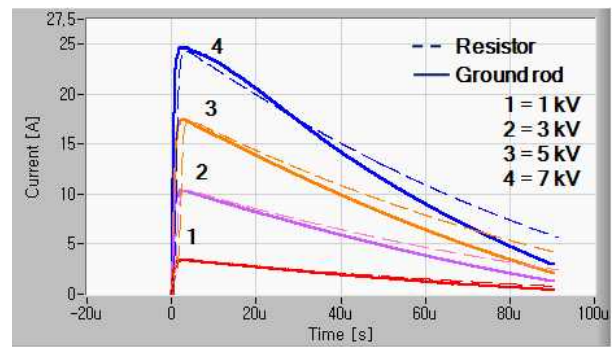
본 연구에 적용한 토양인 사질토에 표면으로부터 100mm의 깊이에 수직으로 매설한 시료 접지극의 접지저항은 약 280Ω이며, C극으로 사용한 임펄스발생기의 접지저항은 0.5Ω이다. 따라서 본 실험에 적용한 2전극법에서 임펄스발생장치의 접지저항(C극의 접지저항)에 의한 측정오차는 0.02% 이하이다. 용량성 분압기 및 변류기로 검출된 접지극의 전위상승과 전류 파형은 100MS/s의 A/D변환기를 거쳐 PC 기반의 파형분석기로 전송되며, LabVIEW(Ver 2007)로 제작한 해석기에 의하여 임펄스접지임피던스와 $V-I$ 곡선 등의 분석이 이루어진다.

3. 결과 및 검토

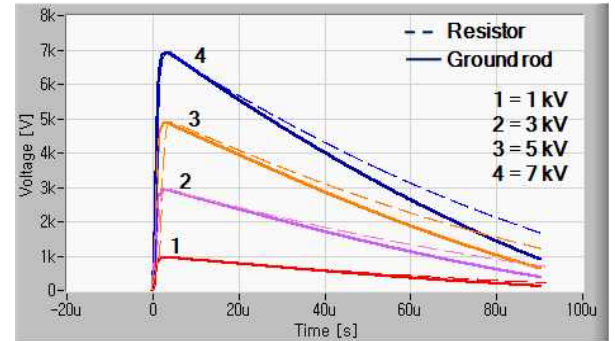
3.1 접지극과 무유도저항의 임펄스응답특성의 비교

봉상 접지극에 임펄스전압이 입사된 때 접지극 주위

에서의 토중방전에 의한 전류와 전위상승의 변동특성을 분석하기 위하여 방전이 발생하지 않는 무유도저항에 대한 특성과 비교하는 실험적 연구를 수행하였다. 무유도저항으로 접지극의 상용 주파수 접지저항 280Ω에 상응하는 탄소저항기를 사용하였다. 임펄스 발생기를 이용하여 접지극에 입사한 전압이 비교적 낮은 1kV에서 7kV까지 2kV씩 증가시키면서 접지극과 탄소저항기에 흐르는 전류와 전위상승 파형의 측정결과를 그림 3에 나타내었다.



(a) 전류



(b) 전압

그림 3. 임펄스전압에 대한 접지극과 무유도저항기의 응답파형의 비교

Fig. 3. Comparison between response waveforms of the ground electrode and non-inductive resistor to impulse voltages

임펄스전압에 의해 봉상 접지극과 무유도 탄소저항기에 흐르는 전류와 전위상승 파형은 거의 같았으며, 비례적 관계를 나타내고, 토양의 이온화는 발생하지 않았음을 알 수 있다. 접지극과 탄소저항기의 전위상승파형은 전류파형과 거의 일치하여 선형성의 회로소

자와 같은 특성을 나타내었다. 또한 2가지 실험조건에 대한 측정결과가 거의 일치하여 측정의 정확성과 타당성을 확인할 수 있다.

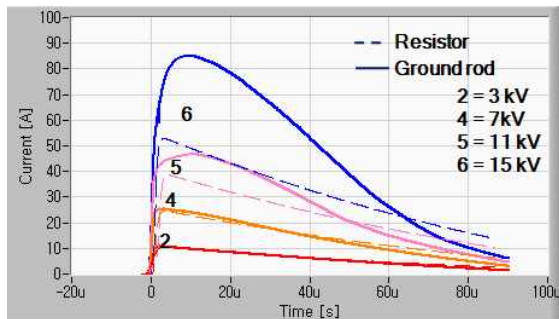
3.2 이온화 영역의 접지임피던스

토중방전은 전리증식을 기반으로 하는 이온화 영역과 토양의 절연파괴를 수반하는 불꽃방전 영역으로 분류하여 검토하였다. 접지극 주위의 토양에서 이온화가 발생하는 것을 확인할 수 있는 전위상승 15kV까지의 범위에서 측정한 접지극과 무유도 저항기의 전류, 전위상승, 임펄스접지임피던스와 $I-V$ 곡선의 대표적인 예를 그림 4에 나타내었다.

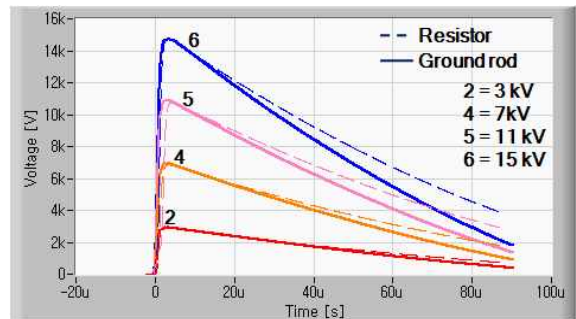
접지극의 전위상승이 15kV 이하일 때 무유도저항기의 전류와 전위상승 파형은 거의 선형성이 유지되었다. 접지극의 경우 전위상승 7kV 이하에서 전류와 전

위상승 파형은 거의 일치하였다. 그러나 전위상승 11kV 이상에서 전류의 크기가 급격히 증가하였으며, 피크까지의 시간이 길게 나타났다. 즉, 접지극의 전류는 무유도저항기보다 상당히 증가하였으나 접지극의 전위상승은 무유도저항기의 전위상승과 거의 일치하였다. 이와 같이 접지극의 전류는 선형적 변동에서 벗어나 급격히 증가하지만 전위상승이 무유도저항기와 동일한 파형을 유지하는 상태를 토양의 이온화 영역으로 분류하여 검토하였다.

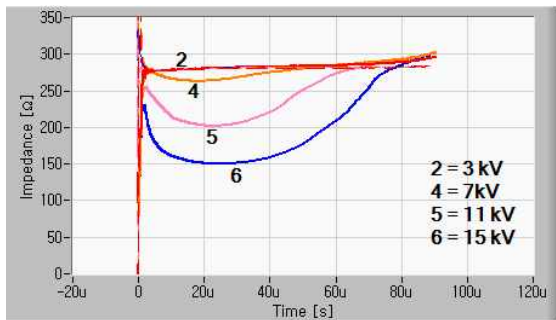
전위상승 3kV에서 접지극의 임펄스접지임피던스는 무유도저항기의 저항과 같았고, $I-V$ 곡선도 직선을 나타내어 토양의 이온화가 발생하지 않음을 알 수 있다. 전위상승 7kV인 경우 전류와 전위상승 파형에서는 토양의 이온화를 명확히 판단할 수 없었으나 임펄스접지임피던스와 $I-V$ 곡선으로부터 토양의 이온화 현상을 확인할 수 있어 이들 파라미터는 토중방전현



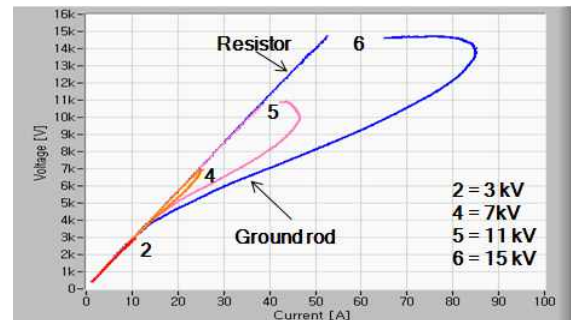
(a) 전류



(b) 전위상승



(c) 임펄스접지임피던스



(d) $I-V$ 곡선

그림 4. 토양의 이온화 영역에서 접지극과 무유도저항기의 전류, 전위상승, 접지임피던스 파형 및 $I-V$ 곡선
 Fig. 4. Current, potential rise, impedance traces and $I-V$ curves of the ground rod and non-inductive resistor in soil ionization region

상의 분석에 중요한 수단임을 알 수 있다.

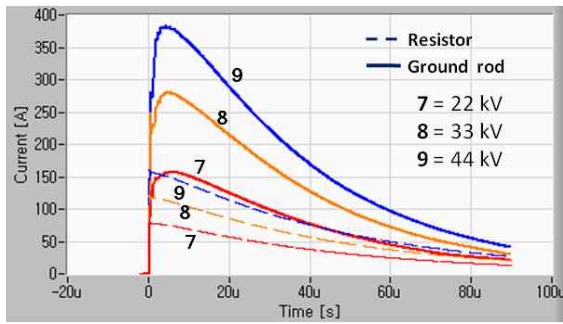
토양의 이온화에 의해서는 접지극의 전위는 무유도 저항기와 거의 같으나 전류는 급격히 증가하여 임펄스접지임피던스가 감소하는 것으로 볼 수 있다. 전위 상승 7kV 이상에서는 임펄스접지임피던스가 감소하고 $I-V$ 곡선은 루프를 이루었으며, 이는 토양의 이온화에 기인된 것으로 볼 수 있다. 전위상승의 증가에 따라 $I-V$ 곡선의 루프면적이 넓어졌으며, 이는 전류에 대한 전위상승이 비선형적으로 변화하는 정도가 현저한 것을 의미한다.

3.3 불꽃방전 영역의 접지임피던스

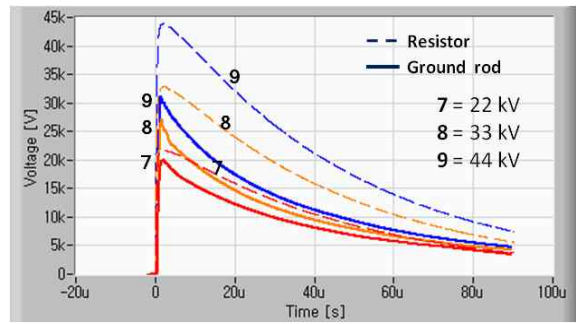
일반적으로 전극 사이에서 불꽃방전이 발생할 때 전류는 급격히 증가하고 단자전압은 낮아지는 수하특성

을 나타낸다. 본 연구의 실험조건에서도 입력전압을 어느 이상으로 증가시키면 접지극의 전류와 전위상승이 선형적으로 변동하는 무유도저항기와는 다르게 접지극에 흐르는 전류의 증가와 더불어 전위상승이 감소하는 상태를 나타내는 범위를 토양의 방전영역으로 분류하여 검토하였다.

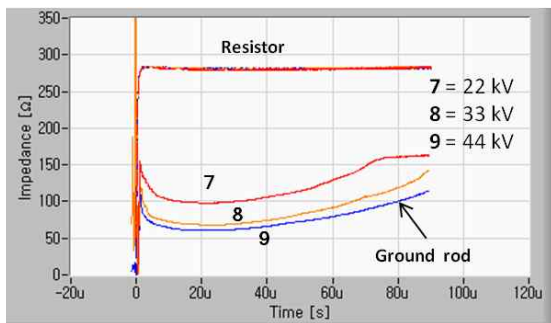
무유도저항기의 전위상승이 약 22kV 이상에서 접지극의 전류는 무유도저항기의 전류보다 크고 전위상승은 낮은 것으로 나타났으며, 무유도저항기의 전위상승을 파라미터로 하여 측정된 접지극의 전류, 전위상승, 임펄스접지임피던스와 $I-V$ 곡선의 대표적인 예를 그림 5에 나타내었다. 무유도저항기의 경우 전위상승 44kV에서도 전류와 전위상승 파형은 선형성이 유지되었으며, 이에 비하여 접지극의 전류와 전위상승 파형은 토중방전의 영향으로 변동함을 알 수 있다. 무유



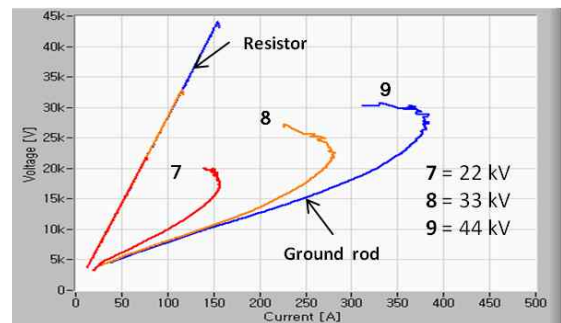
(a) 전류



(b) 전위상승



(c) 임펄스접지임피던스



(d) $I-V$ 곡선

그림 5. 토양의 방전영역에서 접지극과 무유도저항의 전류, 전위상승, 접지임피던스 파형 및 $I-V$ 곡선(파라미터는 무유도저항기의 전위상승이다)

Fig. 5. Current, potential rise, impedance traces and $I-V$ curves of the ground rod and non-inductive resistor in soil breakdown region

도저항기의 전위상승 22-44kV 범위에서 접지극에 흐르는 전류는 무유도저항기에 비하여 크기는 약 2배 이상이며, 피크까지의 시간은 길어진 것으로 나타났다.

토중방전에 의한 접지극의 전위상승의 변동은 전류에 비하여 적었으며, 피크값 이후 급격히 저하하는 특성을 나타내었다. 토중방전에 의한 접지극의 전위상승과 임펄스접지임피던스의 저감효과는 방전전류가 증가할수록 크게 나타났다. 무유도저항기의 전위상승이 44kV일 때 접지극의 전위상승은 약 30% 감소하고, 임펄스접지임피던스는 약 25% 이하로 저감되었다. 방전전류가 증가함에 따라 접지임피던스의 저감률은 작아졌으며, 토중방전이 진전되는 범위의 제한 때문에 대전류영역에서 임펄스접지임피던스는 포화되는 경향을 보이고 있다.

토양의 이온화 또는 불꽃방전과 같은 토중방전의 특성에 따라 접지극의 전류와 전위상승 모두 비선형적으로 변동하기 때문에 토중방전과 관련된 접지극의 성능을 단지 접지극의 전위상승과 전류의 비로 정의된 임펄스접지임피던스만으로 해석하는 것은 불확정적인 결과를 초래할 수 있다. 예를 들면 어느 일정한 접지전류에 대하여 접지극의 치수가 커 전류밀도가 작으면 비교적 전계의 세기가 낮아 토양의 이온화만 발생하는 경우 임펄스접지임피던스는 감소하지만 접지극의 전위상승은 접지임피던스에 비례적으로 낮아지지 않았다. 그러나 대전류가 흐르면 토중방전에 의해 임펄스접지임피던스와 더불어 전위상승도 저감된다. 따라서 임펄스전류에 대한 접지극시스템의 과도적 성능을 정확하게 평가하기 위해서는 임펄스접지임피던스와 전위상승의 변동특성을 병행하여 평가할 필요가 있다.

3.4 규약접지임피던스의 전류 의존성

임펄스전류에 의한 접지극의 임펄스임피던스는 시간에 따라 변화하므로 지정된 특성값으로 평가하기가 곤란하다. 접지시스템의 근본적인 성능은 전위상승을 낮추어 인체의 감전방지와 전위간섭을 방지하는 것으로 단위전류당의 전위상승으로 평가한다[13]. 접지극의 주위에서 토중방전이 발생하면 전류와 전위상승

파형의 피크값을 나타내는 시간이 일치하지 않는다. 따라서 임펄스전류에 대한 접지시스템의 성능으로 평가하는 임펄스접지임피던스의 정량적인 지표로 식 (1)에 나타낸 바와 같이 접지극의 전위상승의 피크값을 전류의 피크값으로 나눈 규약접지임피던스로 나타낸다[14-16].

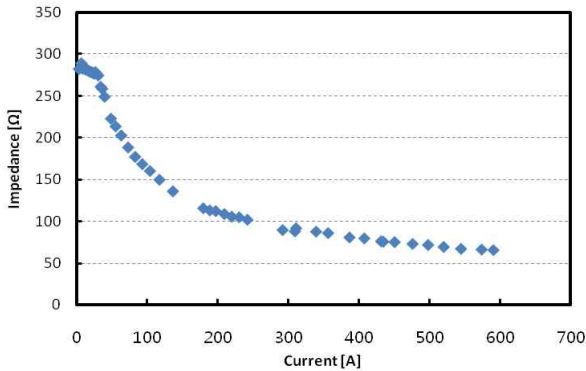
$$Z = \frac{V_p}{I_p} \tag{1}$$

임펄스전류의 크기에 따른 접지극의 규약접지임피던스의 변동특성을 그림 6에 나타내었다.

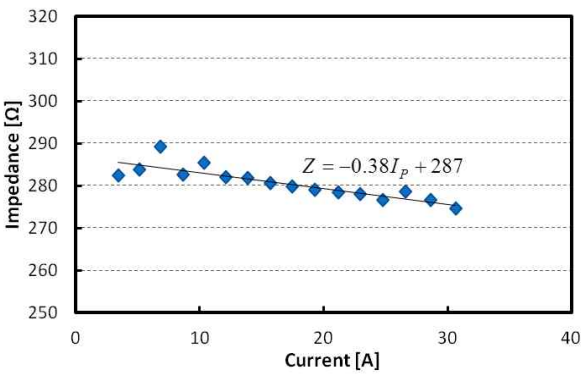
규약접지임피던스-전류곡선의 특성은 그림 6 (b)와 (c)에 나타낸 것처럼 크게 이온화 영역과 불꽃방전 영역으로 분류할 수 있으며, 각 방전영역의 확장된 세부적인 특성을 함께 나타내었다. 규약접지임피던스는 접지극에 흐르는 전류의 크기에 따른 토중방전의 영향을 받게 된다. 첫 번째 토양의 이온화 영역은 전류의 증가에 따라 규약접지임피던스는 반비례하여 감소한다. 접지전류 30A 이하에서는 토양의 이온화에 의해 규약접지임피던스는 선형적으로 약간 감소하였으며, 변동폭은 10Ω 이내이었다. 한편 두 번째 토양의 불꽃방전 영역은 규약접지임피던스가 다음의 식 (2)와 같이 지수함수적으로 감소하는 것으로 표현할 수 있다[11,17].

$$Z = kI_p^n \tag{2}$$

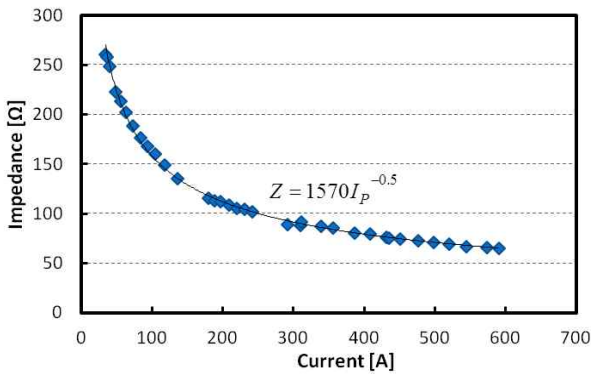
토양의 불꽃방전영역으로 분류한 그림 6 (c)의 특성곡선을 보면 임펄스전류 50-200A의 범위에서 규약접지임피던스는 임펄스전류 피크값의 1/2승근에 반비례적으로 급격히 감소하였으며, 그 이상의 전류에서는 감소가 둔화되었다. 이는 토중방전의 물리적 특성과 직접적으로 관련이 있으며, 토양의 종류와 입자의 크기, 조밀도, 저항률, 습도 등 토양 고유의 특성을 비롯하여 시료 접지극의 기하학적 형상과 임펄스전류 파형 등 실험요소에 따른 방전형성범위와 직접적으로 관련이 있으므로 정량적인 평가는 어려우며, 향후 지속적인 연구가 요구된다.



(a) 규약접지임피던스



(b) 이온화 영역의 규약접지임피던스



(c) 불꽃방전 영역의 규약접지임피던스

그림 6. 전류의 크기에 따른 규약접지임피던스
Fig. 6. Conventional ground impedance as a function of current magnitude

4. 결 론

임펄스전압이 입사된 봉상 접지극의 전류, 전위상승, 임펄스접지임피던스 및 $I-V$ 곡선을 측정하여 접지극

의 임펄스응답에 미치는 토중방전의 영향을 고찰하는 실험적 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 임펄스전압에 대한 봉상 접지극과 무유도저항기의 응답특성인 전류, 전위상승, 접지임피던스 및 $I-V$ 곡선은 5kV 이하의 전압에서는 거의 동일하고 선형성을 나타내었으나 그 이상의 전압에서는 토중방전의 영향으로 현저한 차이를 나타내었다.
- (2) 임펄스전류가 약 30A 이하의 소전류 영역에서는 토양의 이온화에 의해 임펄스접지임피던스는 감소하지만 접지극의 전위상승의 저하는 거의 일어나지 않는 것으로 밝혀졌다.
- (3) 임펄스전류가 약 50A 이상인 대전류 영역에서는 토중방전으로 접지전류는 증가하고 전위상승도 저하하여 임펄스접지임피던스는 지수함수적으로 급격히 감소하였으며, 500A 이상의 전류에서 규약접지임피던스의 감소율은 작았다.
- (4) 임펄스전압에 대한 접지극시스템의 과도적 성능은 토중방전의 특성에 의존적이며, 정확한 특성의 평가를 위해서는 임펄스접지임피던스와 전위상승의 변동특성을 동시에 함께 평가하는 것이 효과적이다.

References

- [1] A. Phillips, "Guide for Transmission Line Grounding: A Roadmap for Design, Testing, and Remediation; Part 1 - Theory Book, EPRI Report, pp.4.1-4.13, 2006.
- [2] I.F. Genos, I.A. Stathopoulos, "Soil Ionization under Lightning Impulse Voltages," IEE Proc.-Sci, Vol.151, pp.343-346, 2004.
- [3] IEEE Std 80-2000, IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding, IEEE Inc, pp.49-63, 2000.
- [4] N. Mohamad Nor, A. Haddad and H. Griffiths, "Characterization of Ionization Phenomena in Soils Under Fast Impulses", IEEE Trans. Power Delivery, Vol.21, pp.353-361, 2006.
- [5] B. H. Lee, G. H. Park, H. G. Kim, K. S. Lee, "Analysis of Soil Ionization Behaviors under Impulse Currents", Journal of Electrical Engineering & Technology, Vol. 4, pp.98-105, 2009.
- [6] B. H. Lee, K. S. Lee and H. G. Kim, "Breakdown Characteristics of Siols Caused by Impulse Currents", J. KIIEE, Vol. 24, No. 4, pp.103-109, 2010.
- [7] H. G. Kim, G. H. Park and B. H. Lee, "Analysis of Soil

- Ionization Characteristics in Concentric Cylindrical Electrode System under Impulse Voltages” J. KIIEE, Vol. 22, No. 9, pp.32-39, 2008.
- [8] A. Geri, “Behaviour of Grounding Systems Excited by High Impulse Currents: the Model and Its Validation”, IEEE Trans. on PD, Vol.14, No.3, pp.1008~1017, 1999.
- [9] A.M. Mousa, “The Soil Ionization Gradient Associated with Discharge of High Currents into Concentrated Electrodes”, IEEE Trans. on PD, Vol.9, No.3, pp.1669~1677, 1994.
- [10] IEEE Std 81.2-1991, IEEE Guide for Measurement of Impedance and Safety Characteristics of Large, Extended or Interconnected Grounding Systems, IEEE Inc, pp.9-19, 1991.
- [11] Y. W. Yoo, J. H. Eom, S. C. Cho, T. H. Lee, and B. H. Lee, “Transient Impedance of Small-sized Ground Electrode Considering Ionization Region”, Proc. 6th Asia Lightning Protection Forum, pp.210-214, 2009.
- [12] Y. W. Yoo, J. H. Eom, S. C. Cho, T. H. Lee, and B. H. Lee, “Characteristic Analysis of Transient Impedances of Small-sized Ground Electrodes in an Ionization Region of Soil”, J. Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol.23, No.6, pp.78-84, 2008.
- [13] J. H. Choi and B. H. Lee, “An anlysis of conventional grounding impedance based on the impulsive current distribution of a horizontal electrode”, Electric Power Systems Research, Vol.85, pp.30-37, 2012.
- [14] S. B. Lee B. Li, S. J. Lee, B. W. Jeon, and B. H. Lee, “Transient Grounding Impedance Behaviors of Deeply-driven Ground Rods According to the Injection Point of Impulse Currents” J. KIIEE, Vol. 22, No. 9, pp. 62-68, 2008.
- [15] L. Grcev, “Impulse Efficiency of Ground Electrodes” IEEE TRans. on PD, Vol.24, No.1, pp.441-451, 2009.
- [16] S. Visacro, R. Rafael, M. H. M. Vale, and C. Pereira, “The Response of Grounding Electrodes to Impulse Currents: The Effect of Frequency-Dependent Soil Reistivity and Permittivity” IEEE Trans. on EMC, Vol. 53, No.2, pp.401-406, 2011.
- [17] Y. Chen and P. Chowdhuri, “Correlation Between Laboratory and Field Tests on the Impulse Impedance of Rod-type Ground Electrodes” IEE Proc. on Gener. Transm. Distri., Vol.150, No.4, pp.420-426, 2003.

◇ 저자소개 ◇



유양우 (柳良佑)

1958년 2월 2일생. 2009년 2월 인하대 공학대학원 전기공학과 졸업. 현재 인하대 대학원 전기공학과 박사과정수료. (주)광명 전기 전무이사. 본 학회 재무이사

Tel : (032) 860-7398

Fax : (032) 863-5822

E-mail : yoo@kmec.co.kr



조성철 (趙成哲)

1977년 12월 16일생. 2003년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 2005년 2월 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 동 대학원 박사과정(수료). 기초전력연구원 전력시험설비센터 선임연구원.

Tel : (02)885-9443

Fax : (02)883-0827

E-mail : canfeel@snu.ac.kr



이복희 (李福熙)

1980년 인하대 공대 전기공학과 졸업
1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사).
1988~1989년 동경대학 객원연구원. 1999년 Cincinnati대학 방문교수. 2010~2011년 당 학회 회장. 현재 인하대 IT공대 전기 공학과 교수. 본 학회 명예회장.

Tel : (032)860-7398

Fax : (032)863-5822

E-mail : bhlee@inha.ac.kr