

## 침상 접지봉의 임펄스접지임피던스에 미치는 지중방전의 영향

(Effects of Soil Discharges on the Impulsive Ground Impedance of Ground Rod with Needles)

유양우\* · 조성철 · 이복희\*\*

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

### Abstract

Soil discharges near the ground rod play an important role to reduce the ground potential rise and the ground impedance and to help the fault current to spread into the earth. This paper presents the effects of soil discharges on the transient and conventional ground impedances when the lightning impulse voltage was applied to a ground rod with radial needles. The current-voltage ( $I-V$ ) curves and transient ground impedance curves were calculated based on the measured current and potential traces. Soil discharge behaviors related to  $I-V$  curves and transient ground impedance curves were analyzed as a function of the magnitude of lightning impulse voltages. As a result, the soil discharges occurred near the ground electrode contribute to the reduction of conventional ground impedance and limits the ground potential rise effectively under lightning impulse voltages.

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

### 1. 서 론

뇌격전류와 같이 급격하게 변화하는 전류가 접지극에 유입되면 상용 주파수의 전류가 흐를 때와는 다르게 접지임피던스가 크게 변동한다[1-2]. 낙뢰에 의해 수십 - 수백 kA의 급격히 변동하는 서지전류가 접지극에 입사하면 전류의 시간적 변동 및 지중방전의 영향으로 접지임피던스는 정상상태의 접지저항과 매우 다른 특성을 나타낸다. 최근 초소형 반도체 소자를 기반으로 하는 정보통신설비의 보급으로 과도적인 접지전위상승에 관련된 전기자기적합성에 관심이 집중되고 있다. 접지전위변동으로 발생하는 기능성 접지의

---

\* 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 2월 28일  
1차심사 : 2014년 3월 4일  
심사완료 : 2014년 4월 9일

문제점을 해결하기 위해서는 뇌격전류에 의한 접지극 근방에서의 지중방전에 의한 접지전위변동에 대한 특성의 분석이 필요하며, 이에 대한 연구가 꾸준히 이루어져 왔다[3-6].

본 논문에서는 뇌서지에 대한 과도접지임피던스의 저감을 위해 사용되고 있는 침상 접지봉에 발생하는 지중방전에 의한 접지전위의 변동과 임펄스접지임피던스에 관련된 전기적/물리적 현상의 해명을 목적으로 모델실험을 수행했다. 모델접지실험장을 구축하여 침상 접지봉을 수직으로 설치하고 지중방전을 수반한 임펄스접지임피던스를 측정하고 분석하는 연구를 수행했다. 우리나라 야산에 흔히 산재되어 있는 비교적 저항률이 큰 마사토를 시료 토양으로 선정하였으며, 뇌임펄스전압을 입사하였을 때 방전전류와 방전전압을 측정하여 방전전류-전압곡선( $I-V$  곡선)을 산정하고 분석하여 접지극 주위에서 발생하는 지중방전이 과도접지임피던스에 미치는 영향을 검토했다. 또한 입사하는 임펄스전압의 크기에 따른 접지극의 전위 및 규약접지임피던스의 변동 특성에 대하여 중점적으로 분석/검토했다.

## 2. 실험

### 2.1 실험장치

지중방전을 수반하는 침상 접지극의 임펄스접지임피던스를 측정하기 위해 그림 1과 같은 실험계를 구성하였다. 임펄스전압은  $1.2/50\mu s$  표준 뇌임펄스발생장치로 공급하였으며, 접지극의 전위상승과 접지극을 통해 대지로 방류되는 전류는 각각 용량성 분압기와 분류기로 측정하였다. 본 실험에 사용한 장비의 주요 명세를 표 1에 나타내었다.

접지극 주위의 지중방전특성 및 임펄스접지임피던스를 측정하기 위해 시료 토양에 접지극을 설치하는 모델접지실험조를 시설하였다. 방전시험조는 직경 2m 크기로 제작하였으며, 우천시에도 배수가 원활하게 이루어지도록 하였다.

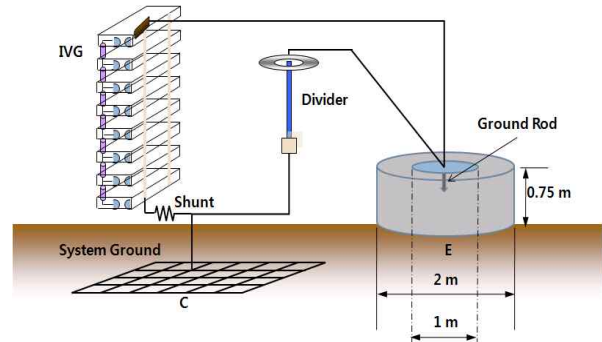


그림 1. 실험장치의 개략도

Fig. 1. Schematic diagram of the experimental set-up

표 1. 본 실험에 사용한 장비와 측정기기의 명세  
Table 1. Specifications of apparatus and measuring instruments used in this experiment

장 비 명	규 격
임펄스전압 발생장치	충전전압 100kV, 충전 단수 8단, 최대발생전압 760kV, 충전에너지 60kJ
용량성 분압기	최대 측정전압 800kV, 분압비 1057.4 : 1
분류기	저항 0.019Ω, 최대측정전류 25kA
전압전류측정시스템	샘플링률 100MS/s, 입력측 내전압 1.6kV, LI & SI Software

실험에 사용된 마사토는 비교적 굵은 풍화암석 부스러기로 이루어져 있어서 수분함유량 약 3%에서 저항률은  $770\Omega \cdot m$ 이다. 송전탑이 설치되어 있는 국내 야산에서 흔히 볼 수 있는 토양으로 접지극과의 접촉도가 낮아서 접지저항이 매우 크다.

시료 접지극은 지중방전을 의도적으로 활성화시켜 접지전위상승을 저감시키고자 적용하는 국내 시장에 유통되는 접지극을 크기만 축소된 형태이다. 접지극은 지중방전실험조의 크기를 고려하여 지름 12mm, 길이 300mm의 동복강 접지봉의 상부와 하부에 각각 단면적  $1.5mm^2$ , 길이 30mm인 8개의 침상 전극이 방사상으로 배치된 형상으로 제작하였다. 본 연구에 사용한 임펄스발생장치와 침상 접지극을 설치하는 과정의 사진을 그림 2에 나타내었다.



(a) 임펄스발생장치 (b) 침상 접지극

그림 2. 임펄스발생장치와 시료 접지극 사진  
 Fig. 2. Photos. of the Marx generator and the ground electrode to be tested

## 2.2 실험방법

과도접지임피던스의 측정은 측정전류에 의한 전자 유도결합에 기인하는 오차를 줄이기 위해 전위보조전극을 전류보조전극과 90°로 배치하는 방법을 주로 사용한다[7-8]. 하지만 본 연구에 적용한 800kV급 임펄스발생장치는 옥내에 설치된 고정형이며, 모든 측정시스템이 동일 접지에서 등전위를 이루므로 2전극법을 적용하였다.

2전극법은 전류보조극(C극)의 접지저항이 측정대상 접지극(E극)의 접지저항에 비해 충분히 작다는 조건을 만족하여야 하며 E극과 C극의 합성저항에 대한 C극 접지저항의 비에 해당하는 만큼의 오차가 포함된다. 본 측정회로에서 시료 접지극의 접지저항은 약 4.3kΩ이며, C극으로 사용된 접지시스템의 접지저항은 0.5Ω로 C극의 접지저항에 의한 오차는 0.1% 이하로 무시할 수 있을 정도이다.

토양의 조건이 기상조건에 따라 변동하지 않도록 맑은 날 주위온도가 20~25°C의 상태에서 동일한 조건에서 3회 측정하여 재현성이 확보되는 것을 확인하고 중간값의 데이터를 취하는 방법으로 실험하였다. 분압기 및 분류기로 검출된 임펄스전압과 전류 파형은 100MS/s의 A/D변환기를 거쳐 PC 기반의 파형해석기로 전송되며, 전압과 전류의 피크값, 상승시간, 반치도, 달시간 등의 파라미터 분석이 이루어진다. 이후 데이터 파일로 저장되어 데이터 처리프로세스를 거친 후

LabVIEW(Ver. 2007)로 작성한 데이터 분석틀로 임펄스접지임피던스,  $I-V$  곡선 등의 분석이 이루어진다.

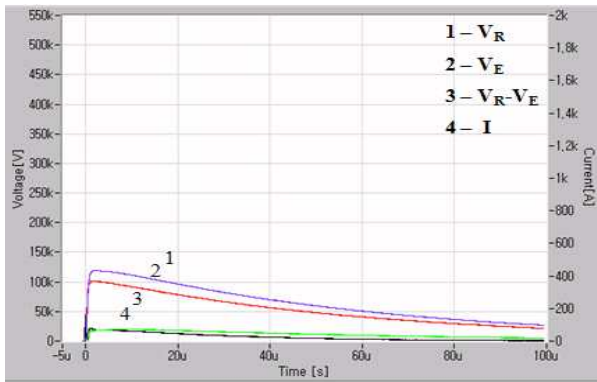
## 3. 결과 및 검토

### 3.1 지중방전전압과 전류 파형

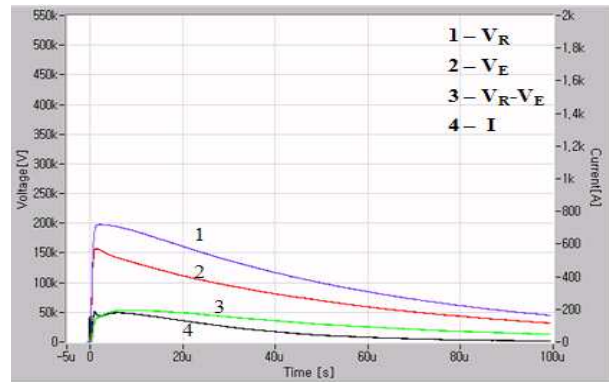
침상 접지극은 침예한 침상 돌기물을 접지봉에 부착하여 지중방전을 보다 활성화하려는 의도로 제작되고 있다. 전력회사나 피뢰접지를 시공하는 업체에서 암반 또는 산악지역의 송전철탑, 통신기지, 기타 낙뢰로부터 보호가 필요한 구조물에 설치하고 있다. 본 연구에서는 침상 접지극에서 발생하는 지중방전에 의한 전위상승의 저감효과를 분석하기 위한 실험적 연구를 수행했다.

입력전압을 파라미터로 하여 시료 접지극을 통해 흐르는 전류와 접지극의 전위상승 파형, 그리고 입력전압에서 접지극의 전위상승을 뺀 실험회로의 전압강하에 대한 측정결과의 대표적인 예를 그림 3에 나타내었으며, 입력전압이 높은 범위에서 방전이 발생하는 것을 알 수 있다. 토양의 이온화가 발생하지 않은 입력전압 120kV에서 접지극의 전위상승 파형은 입력전압과 유사하고 피크시간도 거의 일치하는 파형을 나타내었다. 그러나 입력전압이 높아짐에 따라 접지극의 전위상승과 전류 파형은 변형되었다. 즉 접지극의 침상 전극 주위에서 발생하는 지중방전의 영향으로 접지극의 전위상승과 전류 파형의 피크를 나타낸 시간이 일치하지 않았으며, 전위상승은 피크값을 지나 급격히 저하하고, 전류는 증가하여 피크까지의 시간은 길어졌다.

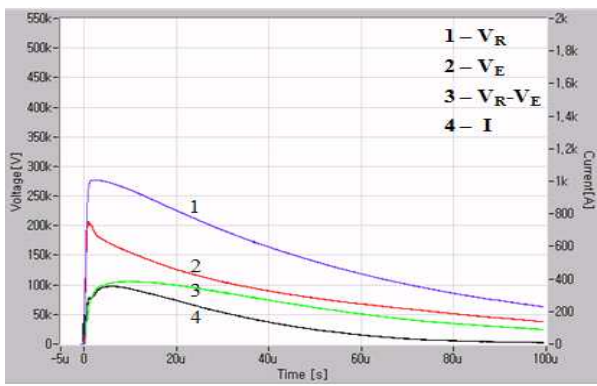
입력전압이 높아짐에 따라 초기 피크값 이후 급격히 감소한 접지극의 전위상승파형이 재차 변곡점을 가지고 급격히 변동하는 구간이 발생하였다. 즉 최초 피크에서 전위상승의 저하는 토양의 이온화작용으로 발생하고 두 번째 피크에서 전위상승의 저하는 지중방전에 의한 것으로 저하되는 정도가 더욱 현저하다[9]. 입력전압이 440kV와 520kV인 그림 3 (e)와 (f)에서 전위상승 파형에서 전위가 급격히 감소하는 변곡점을 확



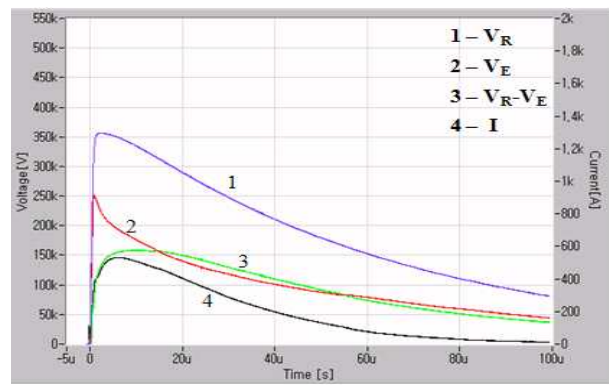
(a) 120kV



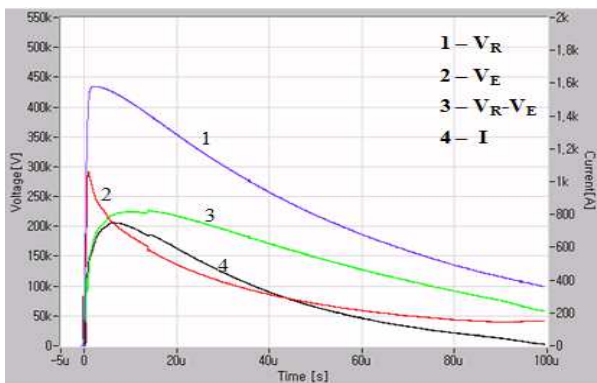
(b) 200kV



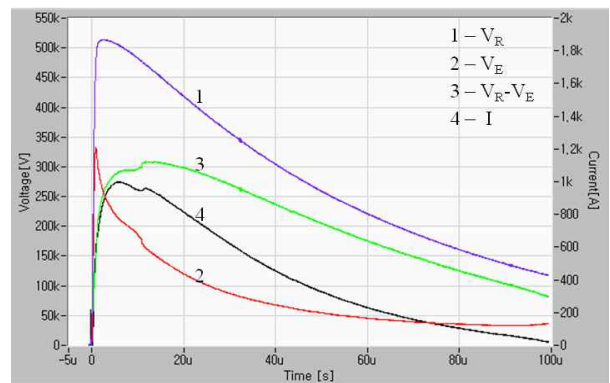
(c) 280kV



(d) 360kV



(e) 440kV



(f) 520kV

그림 3. 입력전압을 파라미터로 측정한 전류와 전위상승의 대표적인 파형( $V_R$ : 입력전압,  $V_E$ : 접지극의 전위상승,  $V_R-V_E$ : 측정회로의 전압강하,  $I$ : 전류)

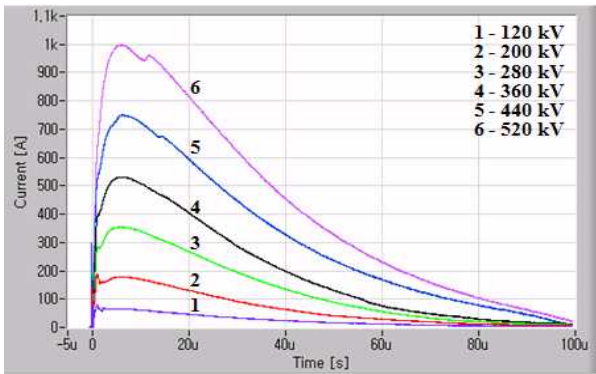
Fig. 3. Typical waveforms of the current and potential rise measured as a parameter of the applied voltage

인할 수 있으며, 변곡점에서 전류파형은 재차 상승하여 또 다른 피크를 형성하는 것을 확인할 수 있다. 다시 말하면 접지극 주위의 토양에서 이온화 또는 지중

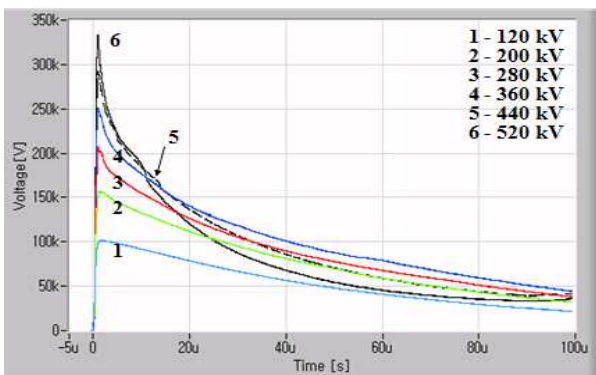
방전이 발생하고 있음을 알 수 있다. 접지극 주위에서 전계강도가 커지게 되면 이온화 영역을 넘어 지중방전으로 진전됨을 보여주고 있다.

### 3.2 임펄스접지임피던스

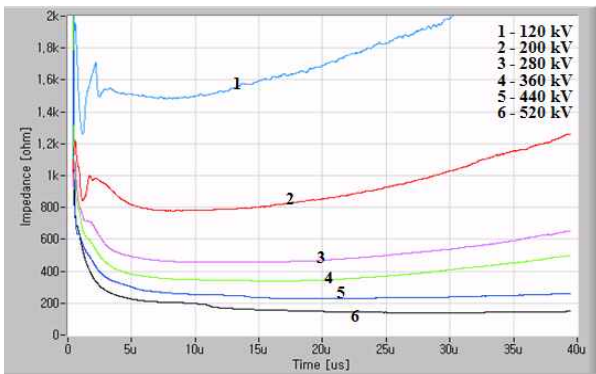
침상 접지극에 입사하는 임펄스전압의 크기에 따른



(a) 전류



(b) 전위상승



(c) 임펄스접지임피던스

그림 4. 입력전압을 파라미터로 측정한 전류, 전위상승, 임펄스접지임피던스 파형

Fig. 4. Waveforms of the current, potential rise and impulse ground impedance measured as a function of applied voltages

접지극의 전류, 전위상승 및 임펄스접지임피던스의 시간적 변동특성을 분석하기 위해 입력전압의 크기를 파라미터로 하여 측정된 접지전류, 접지극의 전위상승, 임펄스접지임피던스 파형을 그림 4에 나타내었다.

임펄스접지임피던스는 입력전압이 비교적 낮아 토양의 이온화가 발생하는 경우 짧은 시간영역에서는 유도성 그리고 저항성을 경유하여 긴 시간영역에서는 용량성으로 천이되는 것으로 나타났다. 그러나 입력전압이 400kV 이상에서는 지중방전의 영향으로 접지저항이 작아져 용량성 특성은 희미해지고 전형적인 유도성 특성으로 변이되었다. 또한 임펄스접지임피던스는 입력전압이 증가함에 따라 감소하였으며, 이는 전류파형에서는 관측할 수 없었지만 120kV 이상의 입력전압에 대하여 지중의 이온화가 발생됨을 의미한다. 입력전압의 증가에 따른 임펄스접지임피던스의 저감률은 300kV 이하에서 큰 것으로 나타났다. 입력전압의 크기에 따라 접지극을 통하여 흐르는 전류와 전위상승의 피크값에 대한 측정결과를 그림 5에 나타내었다. 입력전압 440kV 이상에서 접지극의 전류의 증가율이 크지만 전위상승은 둔화되는 것으로 나타났다.

입력전압의 크기가 증가함에 따라 접지극에 흐르는 전류는 거의 선형적으로 증가하였으며, 440kV부터 약 1.5 $\mu$ s의 시점에서 지중방전에 의한 변곡점이 나타났다. 접지극의 전위상승의 파형에서 보면 440kV 이상의 입력전압에서 변곡점인 약 1.5 $\mu$ s 이후 지중방전으로 전위상승이 현저하게 저감되는 것으로 나타났다.

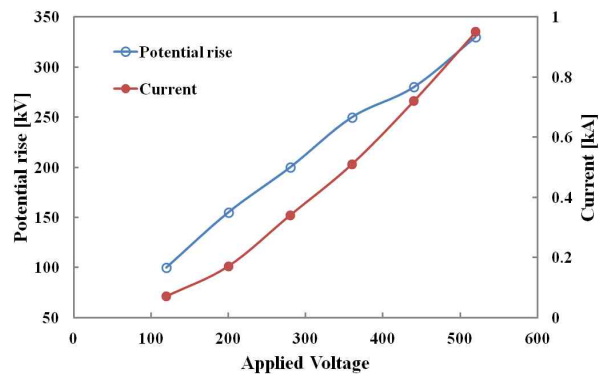


그림 5. 입력전압의 크기에 따른 전류와 전위상승  
Fig. 5. The current and potential rise as a function of applied voltages



입력전압의 크기에 대한 접지극의 전위상승의 비율의 측정결과를 그림 6에 나타내었다. 입력전압의 크기에 대한 접지극의 전위상승의 비율은 입력전압의 크기의 증가에 따라 감소하였으며, 입력전압 120kV일 때 약 83%로 지중방전이 발생하지 않았다고 가정하면 실험회로의 특성에 의해 분압된 것이다. 이에 비해 입력전압 520kV일 때 입력전압에 대한 전위상승비율이 약 62%로 지중방전에 의해 전위상승의 영향이 약 20% 저감된 것으로 볼 수 있다.

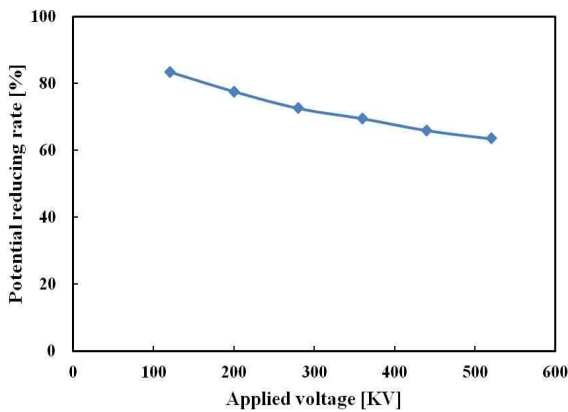


그림 6. 입력전압에 대한 시료 접지극의 전위상승의 비율  
Fig. 6. Ratio of the potential rise of the test ground rod to the applied voltage

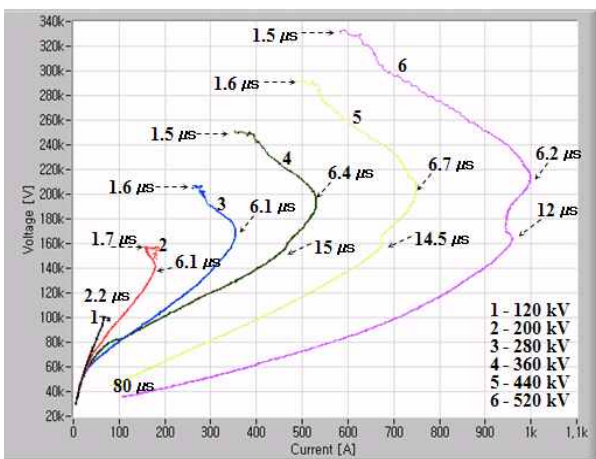


그림 7. 전류-전압특성곡선  
Fig. 7.  $I-V$  characteristic curves

접지극에 흐르는 전류에 대한 전위상승의 변동특성을 나타내는  $I-V$ 곡선을 그림 7에 나타내었다. 입력전

압이 120kV일 때  $I-V$ 곡선은 직선으로 선형성이 유지되고 접지임피던스는 직선의 기울기에 해당하는 일정한 값을 의미한다.

입력전압 200kV이상에서 접지임피던스에 상응하는  $I-V$ 곡선의 기울기가 전류의 크기에 따라 변동됨은 지중방전에 의해 접지임피던스가 변동하는 것을 나타내는 것이다. 입력전압의 크기가 증가함에 따라 지중방전의 영향이 크게 작용하므로  $V-I$ 곡선의 루프면적은 증가하며, 접지극 주위의 토양에서 발생하는 방전이 과도접지임피던스에 매우 크게 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 즉 지중방전이 발생하지 않은 경우  $I-V$ 곡선은 직선성을 유지하며 오옴의 법칙에 따르지만 지중방전이 발생하면 이에 의해 토양의 저항이 급격하게 감소하고 전류는 증가한다. 따라서  $I-V$ 곡선의 기울기가 작아져 페루프의 면적이 변동하며, 지중방전이 강할수록 페루프의 면적이 증가하며, 이는 지중방전에 의한 접지임피던스의 저감이 현저함을 의미한다.

입력전압의 크기에 따라  $I-V$ 곡선에서 초기 상승부에서 전압의 피크까지 상승하는 정도와 이후 전압의 피크에서 전류의 피크까지 시계방향으로 회전한 후 감소하는 부분의 기울기 등이 매우 큰 차이를 보이며, 지중방전을 수반하는 영역이 존재함에 따라 방전의 정도에 따라 전류를 기준으로 할 때 2차 피크를 형성하는 것을 알 수 있다. 입력전압이 증가할수록 접지임피던스는 낮은 입력전압에 비하여 전류과형 상승부보다 더 많이 감소하여 일정하게 유지되는데 이것은 지중방전특성에 따른 전위상승의 감소와 전류의 증가로 인하여 나타나는 것이다. 토양의 이온화가 일어나지 않는 전압으로 측정된 접지저항에서는 나타나지 않는 방전을 수반한 과도접지임피던스의 특성이라고 할 수 있다[10-11].

### 3.3 규약접지임피던스

그림 4의 결과에 나타난 바와 같이 임펄스접지임피던스는 시변성으로 정량적인 수치로 나타낼 수가 없다. 접지시스템의 근본적인 성능은 단위전류당의 전위상승으로 평가한다[12-13]. 접지임피던스 또는 접지

저항의 저감을 추구하는 것도 결국 전위상승을 억제하기 위한 수단이다. 200kV이상의 입력전압에 대한 접지극의 전위상승 파형은 지중방전의 영향으로 전류 파형의 피크시간과 전위상승파형의 피크시간이 일치하지 않았다. 따라서 임펄스전류에 대한 접지시스템의 성능으로 평가하는 임펄스접지임피던스의 정량적인 지표로서 식 (1)에 나타낸 바와 같이 전위상승의 피크값과 측정전류의 피크값의 비로 정의하는 규약접지임피던스로 나타낸다[8, 13-14].

$$Z = \frac{V_p}{I_p} \quad (1)$$

시료 접지극의 전위상승에 따른 규약접지임피던스의 측정결과를 그림 8에 나타내었다. 그림 7의 결과에 나타낸  $I-V$ 곡선에서 알 수 있는 바와 같이 접지극의 전위상승이 약 100kV일 때 토양의 이온화는 없는 것으로 순수 토양과 접지극의 접촉에 의한 접지임피던스라 볼 수 있다. 접지극의 전위상승이 높아짐에 따라 규약접지임피던스는 급격히 감소하였다. 이는  $I-V$ 곡선의 특성에서 언급된 바와 같이 지중방전에 의해 접지임피던스가 감소하는 것으로 판단된다.

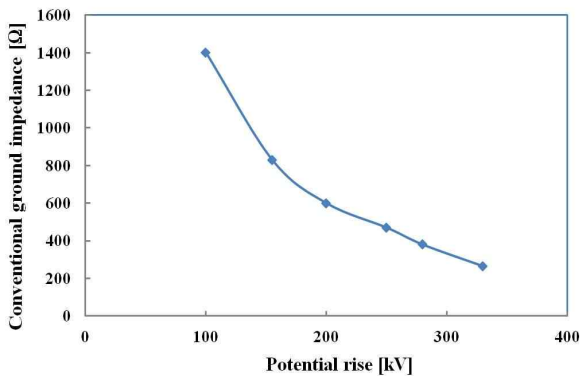


그림 8. 규약접지임피던스  
Fig. 8. Conventional ground impedances

지중방전이 발생하지 않은 것으로 여겨지는 접지극의 전위상승이 100kV일 때 규약접지임피던스는 약 1,420Ω이며, 전위상승이 330kV일 때 규약접지임피던스는 약 265Ω으로 감소하였다. 230kV의 전위상승에

따른 지중방전으로 규약접지임피던스는 약 1/5 이하로 감소하였다.

#### 4. 결 론

본 논문에서는 토양에 매설된 침상 접지극에 임펄스 전압이 입사한 때 접지극의 침단에서 발생하는 방전으로 인한 전위상승의 저감과 접지임피던스의 변동특성을 분석하기 위한 실험적 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 접지극에 흐르는 전류가 클수록 지중방전의 영향으로 전위상승과 접지임피던스의 저하가 현저하였다.
- (2) 접지극에 흐르는 전류와 전위상승의 상관성을 평가한  $I-V$ 곡선은 전위상승 약 100kV 이상에서 토양의 이온화에 의해 페루프를 이루었으며, 전위상승이 높아짐에 따라  $I-V$ 곡선의 페루프 면적은 증가하는 특성을 나타내었다.
- (3) 임펄스전압에 대한 규약접지임피던스는 접지극 전위상승에 반비례적으로 변동하며, 접지극의 전위상승이 3.3배 높아질 때 규약접지임피던스는 약 1/5로 감소하였다.
- (4) 지중방전은 접지극의 전위상승과 접지임피던스를 저감시키는데 기여하며 침상 접지극은 지중방전을 수반하지 않는 접지극에 비하여 대지 저항률이 큰 장소에 시설하는 송전선로의 가공지선과 피뢰설비의 접지성능 향상에 효과적이어 활용이 기대된다.

또한 대지저항률의 크기에 따른 임펄스접지임피던스의 저감에 대한 정량적인 분석을 위한 지속적인 연구가 이루어져야 활용성의 증대에 기여할 것으로 예상된다.

#### References

[1] B. H. Lee, G. H. Park, H. G. Kim, K. S. Lee, "Analysis of Soil Ionization Behaviors under Impulse Currents", JEET, Vol. 4, pp.98-105, 2009.  
[2] 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.
- [3] I. F. Genos, I.A. Stathopoulos, "Soil Ionization under Lightning Impulse Voltages," IEE Proc.-Sci, Vol.151, pp.343-346, 2004.
  - [4] T. K. Manna and P. Chowdhuri, "Generalized equation of soil critical electric field based on impulse tests and measured soil electrical parameters", IEE Proc. Gener. Transm. Distrib., Vol.154, pp.811-817, 2007.
  - [5] N. Mohamad Nor, A. Haddad and H. Griffiths, "Characterization of Ionization Phenomena in Soils Under Fast Impulses", IEEE Trans. PD, Vol.21, pp.353-361, 2006.
  - [6] 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.
  - [7] 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.
  - [8] 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.
  - [9] 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. KIIEE, Vol.23, No.6, pp.78-84, 2009.
  - [10] Y. W. Yoo, S. C. Cho and B. H. Lee, "Ionization Characteristics of a Ground Rod with Radial Needles under Lightning Impulse", Proc. 5th Asia Lightning Protection Forum, pp.187-190, 2008.
  - [11] 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.
  - [12] 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.
  - [13] 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.
  - [14] S. Visacro and G. Rosado, "Response of Grounding Electrodes to Impulse Currents: An Experimental Evaluation" IEEE Trans. on EMC, Vol. 51, No.1, pp.161-164, 2009.

◆ 저자소개 ◆



**유양우** (柳良佑)

1958년 2월 2일생. 2009년 2월 인하대 공학대학원 전기공학과 졸업. 현재 인하대 대학원 전기공학과 박사과정수료. (주)광명전기 전무이사.  
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. 기초전력연구원 전력 시험설비센터 선임 연구원.  
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 생산기술연구소 객원연구원. 1995년 호주 Queensland대학 방문교수. 1999년 Cincinnati대학 방문 교수. 2010~2011년 본 학회 회장. 현재

인하대 IT공대 전기공학과 교수. 본 학회 명예회장.  
Tel : (032)860-7398  
Fax : (032)863-5822  
E-mail : bhlee@inha.ac.kr