

# 접지전류 분류계수 및 전위강하곡선법을 이용한 운전 중인 변전소의 접지저항 측정 방법에 관한 연구

(A Study on Grounding Resistance Measurement of Power Supplying Substation using  
Grounding Current Division Factor and FOP Profile Method)

안용호\* · 최종기 · 김용학 · 한정열 · 이유진 · 한병성

(Yong-Ho An · Jong-Ki Choi · Yong-Hak Kim · Jeong-Yeol Han · You-Jin Lee · Byoung-Sung Han)

## Abstract

Since transmission and distribution neutral wires are connected with a substation grounding grid, it is very difficult to measure grounding resistance of isolated substation grounding grid after the substation is energized. It is impractical to isolate the grounding grid from other parallel connections such as distribution line neutrals and overhead ground wires for grounding resistance measurement only. In this paper, we proposed and demonstrated a novel measurement method of grounding resistance of isolated substation grounding grid. For this method, grounding current division factor and conventional FOP(Fall-Of-Potential) profiles were measured at power supplying 154[kV] substation. The obtained FOP profile was processed with the measured grounding current division factor to produce the grounding resistance of isolated grounding grid. Simulated FOP profile agreed well with the measured one showing the validity of the proposed method.

Key Words : Grounding Current Division Factor, Grounding Resistance, Power Supplying Substation

## 1. 서 론

대규모 접지시스템의 접지성능을 정량적으로 평가할 수 있는 유일한 방법은 접지저항을 측정하는 것이다. 따라서 신규 건설되었거나 건설된 지 오래된 변전소의 접지망이 적절한 접지성능을 유지하고 있는지를

확인하기 위해서는 접지망 단독의 접지저항을 측정하는 것이 필요하다. 그러나 운전 중인 변전소의 접지계통은 변전소 단독 접지망에 배전선로 중성선과 송전선로 철탑 가공지선 등을 통해 병렬연결되는 다중접지형태의 대규모의 접지망을 형성하게 된다. 기존 전위강하법을 이용하여 변전소 접지저항을 측정하는 경우 변전소 접지망이 배전선로 및 송전선로 접지계통과 연결되어 대규모 접지망(Grounding Network)을 형성하게 되면 기준 전위점의 위치를 식별하는 것이 불가능해지므로, 측정대상 접지극과 보조전극이 서로 간섭이 없는 영역이 나올 때까지 측정선의 길이를 길

\* 주저자 : 한국전력공사 전력연구원 책임연구원  
Tel : 042-865-5871, Fax : 042-865-5814  
E-mail : yhan@kepri.re.kr  
접수일자 : 2011년 4월 13일  
1차심사 : 2011년 4월 19일  
심사완료 : 2011년 5월 6일

게 하여야 하는데, 현장 여건상 거의 불가능하다. 따라서 준공 후 운전 중인 변전소 접지망 단독의 접지저항을 측정하기 위해서는, 접지망과 연결된 모든 가공지선과 중성선을 분리하여야 하나 이것 또한 현실적으로 거의 불가능하다[1].

본 논문에서는 개별 접지계통의 접지저항 산정시 접지전류 분류계수를 해석하여 접지저항을 추정할 수 있는 방법을 제안하고, 실제 운전 중인 변전소를 대상으로 한 측정사례를 통해서, 본 논문에서 제시한 알고리즘의 신뢰성을 검증하고, 현장 실무자들이 보다 쉽게 사용할 수 있도록 개선된 접지저항 산정방법을 제시하였다.

## 2. 이론고찰

### 2.1 접지전류 분류계수 해석 이론

접지전류 측정에 의한 접지망의 접지저항 산정은 접지극의 전위측정을 필요로 한다. 그러나 변전소 접지계통과 같은 대규모 접지극의 경우에는 기준전위, 즉 영전위점을 찾으려면 매우 멀리까지 측정선을 펼쳐야 하나 이는 현장여건상 곤란한 경우가 대부분이다.

본 장에서는 접지전류 분류계수 및 전위강하법에 의한 측정을 모두 수행하고, 각각의 측정결과를 종합적으로 해석하여 접지망 단독의 접지저항을 추정할 수 있는 해석방법으로 접지전류 분석모델을 이용한 해석방법과 전위강하곡선 모델을 이용한 해석방법에 대한 이론적 근거를 제시하고자 한다[2-3].

#### 2.1.1 접지전류 분석모델을 이용한 해석

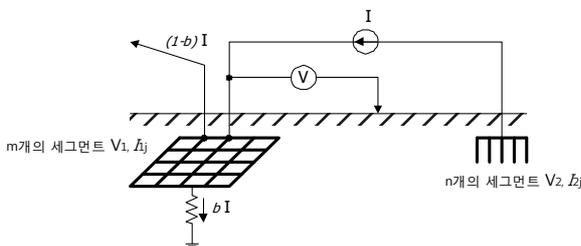


그림 1. 접지전류 분석모델  
Fig. 1. Analysis model for grounding current

그림 1은 접지전류 분석을 위한 계산모델을 보인 것이다. 접지망의 전압을  $V_1$ , 접지망을 구성하는  $m$ 개의 세그먼트로부터 누설되는 각각의 전류를  $I_{1j}$  ( $j=1,2,..,m$ ), 전류귀환전극의 전압을  $V_2$ , 전류귀환전극을 구성하는  $n$ 개의 세그먼트로부터 누설되는 각각의 전류를  $I_{2j}$  ( $j=1,2,..,n$ )라고 한다. 이 때 주입하는 전류  $I$ 와 접지망으로의 분류계수  $b$ 는 이미 알고 있는 값이라고 가정한다.

$$V_1 = \begin{bmatrix} V_{11} \\ V_{12} \\ \vdots \\ V_{1m} \end{bmatrix} = V_1 \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}, \quad V_2 = \begin{bmatrix} V_{21} \\ V_{22} \\ \vdots \\ V_{2n} \end{bmatrix} = V_2 \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$I_1 = \begin{bmatrix} I_{11} \\ I_{12} \\ \vdots \\ I_{1m} \end{bmatrix}, \quad I_2 = \begin{bmatrix} I_{21} \\ I_{22} \\ \vdots \\ I_{2n} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$I_1 = [1]^T \cdot I_1 = \sum_{j=1}^m I_{1j}, \quad I_2 = [1]^T \cdot I_2 = \sum_{j=1}^n I_{2j} \quad (3)$$

(단  $I_1 = bI$ ,  $I_2 = I$  이며,  $b$ 와  $I$ 는 기지의 상수)

각 도체조각들 사이에 대지를 매개로 한 도전결합은 식 (4)의 방정식으로 기술되며, 이를  $I_1, I_2$ 에 대하여 정리하면 식 (6)으로 나타낼 수 있다. 따라서 식 (7)과 (8)에 의해 식 (6)은 식 (9), (10)으로 표현되어  $V_1, V_2$ 가 구해지고, 식 (6)에 의하여  $I_1, I_2$ 도 구해진다.

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} \Leftrightarrow \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} Z'_{11} & Z'_{12} \\ Z'_{21} & Z'_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix}^{-1} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} I_1 &= Z'_{11} V_1 + Z'_{12} V_2 = V_1 Z'_{11} [1] + V_2 Z'_{12} [1] \\ I_2 &= Z'_{21} V_1 + Z'_{22} V_2 = V_1 Z'_{21} [1] + V_2 Z'_{22} [1] \end{aligned} \quad (6)$$

$$k_1 = Z'_{11} [1], k_2 = Z'_{12} [1], k_3 = Z'_{21} [1], k_4 = Z'_{22} [1] \quad (7)$$

$$\begin{aligned} k_1 &= [1]^T \cdot k_1, \quad k_2 = [1]^T \cdot k_2, \quad k_3 = [1]^T \cdot k_3, \\ k_4 &= [1]^T \cdot k_4 \end{aligned} \quad (8)$$

$$I_1 = V_1 k_1 + V_2 k_2, \quad I_2 = V_1 k_3 + V_2 k_4 \quad (9)$$

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 & k_2 \\ k_3 & k_4 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} \quad (10)$$

이렇게 접지망과 전류귀환전극을 구성하는 세그먼트들로부터 누설되는 전류를 모두 알게 되면, 접지망과 전류귀환전극 사이의 지표면 전위분포 또는 겘보기저항 값을 계산할 수 있게 된다[4-5]. 그림 2는 전압전극 위치의 함수로 나타나는 겘보기저항 곡선의 예를 보인 것이다. 식 (1)~(10)의 과정을 거쳐 얻어진 그림 2의 곡선에서 겘보기저항치를 접지저항의 계산치로 나눈 어떤 값( $m$ )을 유도한다.

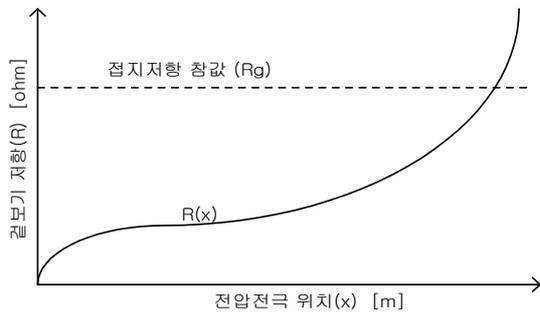


그림 2. 겘보기저항 곡선의 예  
Fig. 2. Example of apparent resistance profile

만일 겘보기저항 곡선의 계산치와 측정결과의 오차를 무시할 수 있다는 이상적인 조건을 가정한다면, 식 (11)로 정리할 수 있으며, 겘보기저항 측정곡선에 계수  $m$ 을 곱함으로써 전압전극 위치에 상관없이 겘보기 저항이 접지저항과 동일한 평평한 곡선을 얻을 수 있다.

$$m(x) = \frac{R_g}{R(x)} \quad (11)$$

### 2.1.2 전위강하곡선 모델에 의한 해석

식 (11)과 같은 이론적 배경을 근거로 그림 3의 전위강하곡선 해석모델을 통하여 접지망 단독의 접지저항을 추정할 수 있는 분석 알고리즘을 수식화하면 다음과 같다. 그림 3의 전위강하곡선 해석모델에서  $V(x)$ 는  $x$ 점의 지표면전위,  $V_a$ 는 전극  $a$ 의 전위,  $R(x)$ 는  $x$ 점의

겘보기저항 그리고  $R_g$ 를 접지극의 접지저항 참값이라고 가정하면, 식 (12)~(14)에 의해 식 (15)인  $m(x)$ 를 유도할 수 있다.

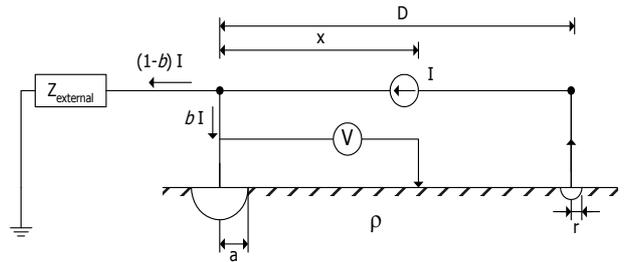


그림 3. 전위강하곡선 해석모델  
Fig. 3. Analysis model of FOP profile

$$V(x) = \frac{\rho b I}{2\pi x} - \frac{\rho I}{2\pi(D-x)} \quad (12)$$

$$V_a = \frac{\rho b I}{2\pi a} - \frac{\rho I}{2\pi(D-a)} \quad (13)$$

$$R(x) = \frac{V_a - V(x)}{I} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \therefore m(x) &= \frac{R_g}{R(x)} \\ &= \frac{x(x-D)(a-D)}{(ab-bD-a)x^2 + (bD^2 - a^2b - a^2)x + baD(a-D)} \end{aligned} \quad (15)$$

따라서 전위강하법에 의해 측정된 겘보기저항에  $m(x)$ 값을 곱하면,  $x$ 에 상관없이  $R_g$ 값이 환산되는 곡선을 얻을 수 있다. 이것은 영전위점을 찾기 위하여 매우 멀리까지 측정선을 펼치지 않아도 된다는 것을 의미한다.

## 3. 실험방법

### 3.1 실험장치 구성

운전 중인 변전소의 접지전류 분류계수 측정 및 접지저항 분석 시스템은 시험전류 주입용 전원장치, 데이터 취득 및 분석장치, 기타 장치로 구성하였으며, 그림 4에 나타내었다. 시험전류 주입용 전원장치는 독립 전원 발생장치(1), 전압 조정장치(2), 승압장치(3)로

구성하고, 독립전원 발생장치는 휴대할 수 있는 소형 경량의 구조로 용량 1.6[kVA], 출력전압 100[V], 출력 주파수 50[Hz]를 채용함으로써 상용주파수인 60[Hz]에 대한 간섭을 받지 않도록 하였다. 전압 조정장치는 입력전압 100[V] 출력전압 0~130[V]로 가변할 수 있는 구조로 하여 발전기 용량을 고려하여 시험전류를 조절 가능하도록 하였으며, 승압장치는 용량 2[kVA], 입력전압 100[V], 출력전압 440[V]로 하여 시험전류를 최대로 할 수 있도록 하여 측정신뢰도를 향상시킬 수 있도록 하였다.

데이터 취득 및 분석장치는 전류 및 전압센서(4), 다 채널 데이터 취득 장치(5), 데이터 분석(6) 및 출력 장치(7)로 구성하였고, 전류 및 전압센서는 전류 프로브(CT)와 전압 프로브(PT)를 사용하여 분류된 접지전류를 정확히 검출할 수 있도록 하고 전류 프로브는 클램프 타입과 플래시블 타입을 조합 구성하여 측정개소의 형상에 따라 측정이 가능하도록 하였으며 전압 프로브는 전위강하법을 이용한 전위강하곡선 측정시 전압측정이 가능하도록 하였다. 다채널 데이터 취득 장치는 8채널, 16[bit] A/D, Max. 1[MHz] 샘플링으로 아날로그 신호를 디지털신호로 변환하여 데이터 분석용 프로그램에서 처리 가능하도록 하고, 해상도를 양호하게 하여 분석이 용이하도록 구성하였다.

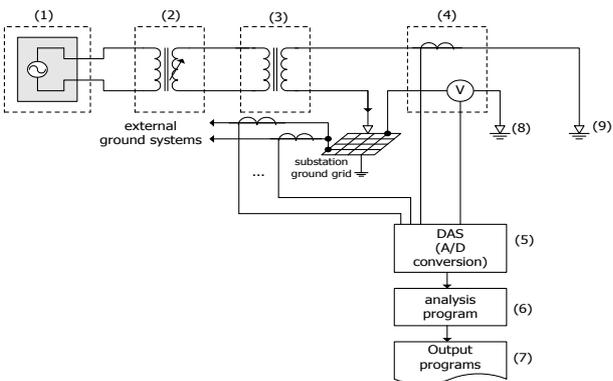


그림 4. 접지전류 분류계수 측정 및 분석시스템의 구성  
Fig. 4. Configuration of grounding current division factor and analysis system

데이터 분석 및 출력장치는 다채널 데이터 취득 장치에서 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환 처리하

여 출력된 각각의 데이터 신호를 노트북 PC에 탑재된 데이터 분석용 프로그램인 LabVIEW를 이용하여 윈도우 화면상에서 분석한 결과를 실시간으로 출력할 수 있도록 하였다.

기타 장치로는 그림 4의 전압 및 전류 전극용 접지봉 (8), (9) 등으로 구성하였다.

### 3.2 실험방법

본 연구에 사용한 실험방법은 전위강하곡선 모델에 의한 해석을 통해 접지망 단독의 접지저항을 추정할 수 있는 분석 알고리즘을 사용하였으며, 그림 4와 같이 실험장치를 구성하고 접지계통에 50[Hz]의 시험전류를 주입하여 그림 5와 같은 절차에 따라 시행하였다.

수행절차는 우선 접지망 분류계수  $S_f$ 를 측정하고, 전위강하법에 의한 전위강하곡선을 구한 후, 측정결과 및 접지망 정보를 입력하여 본 논문에서 제시한 알고리즘을 적용하여 보정계수를 고려한 전위강하 곡선으로부터 저항곡선을 분석한 후 이를 토대로 접지망 단독 접지저항을 산정하는 방법으로 시행하였다.

그리고 모든 작업의 수행은 데이터 분석 프로그램인 LabVIEW상에서 실시간 처리할 수 있도록 하여 신속하고 정확하게 작업이 진행되도록 하였다.

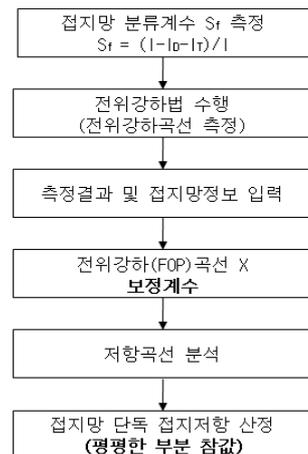


그림 5. 접지저항 추정 알고리즘 수행절차  
Fig. 5. Procedure of grounding resistance estimation algorithm

여기서  $I$ 는 접지계통으로 주입하는 시험전류,  $I_D$ 는 배전 중성선으로 분류되어 검출되는 전류,  $I_T$ 는 송전선로 가공지선으로 분류되어 검출되는 전류,  $S_f$ 는 접지망 분류계수로 각 요소별 구성은 그림 8과 같다. 이때 그림 11과 같이 평평한 부분을 읽으면 이 값이 접지망 단독 접지저항의 참값으로 볼 수 있다.

#### 4. 실험결과 고찰

그림 6은 154[kV] G변전소에서 접지계통에 50[Hz]의 시험전류를 주입하면서, 4개의 배전 중성선에서 50[Hz]의 전류를 검출하는 현장을 보인 것이다.



그림 6. 배전 중성선 분류 전류측정  
Fig. 6. Measurement of split current of distribution line neutral

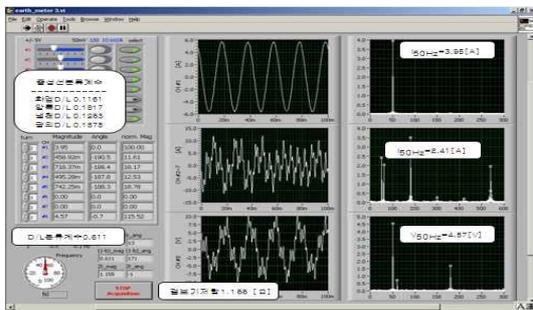


그림 7. 겘보기저항(전극위치=120[m]) 및 D/L중성선 전류 측정  
Fig. 7. Measurement of apparent resistance and split current of neutral lines (pole position=120[m])

시험전류는 약 4[A]가 주입되었으며, 배전 중성선에서 검출된 전류는 2.4[A]로, 접지계통에 주입한 시험전류를 1.0이라고 했을 때 0.611이 배전 중성선으로 분류되고 있음을 보여준다. 그림 7은 겘보기저항(전극위치=120[m]) 및 D/L 중성선 전류를 측정한 화면에 나타난 각종 데이터 값을 보여준다.

그림 8은 154[kV] G변전소의 접지전류 측정결과를 그림으로 간략히 요약한 것이며, 접지망을 통해 대지로 누설되는 전류는 접지계통으로 주입한 총 전류를 1.0이라고 했을 때 약 0.395로 나타났다.

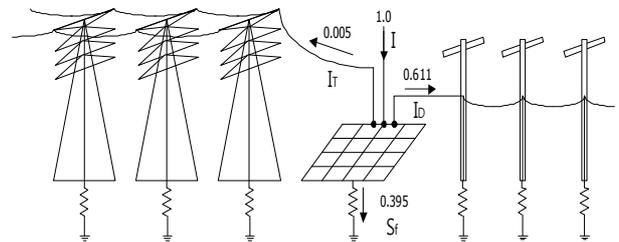


그림 8. 접지전류 분류계수 측정결과(G/S/S)  
Fig. 8. Result of grounding current division factor

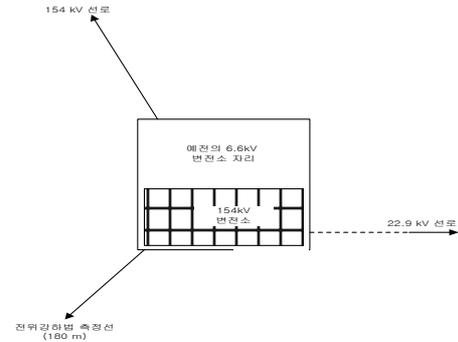


그림 9. 변전소 주변상황  
Fig. 9. Layout of substation and measurement lines

그림 9는 변전소 주변상황과 전위강하법 측정선 방향을 보인 것으로 측정 대상 변전소는 154[kV] T/L 1개, D/L 총 4개로 구성되어 있으며, D/L은 2개씩 두 방향으로 펼쳐져 있었다. 전위강하법 측정선의 길이는 변전소 경계로부터 180[m]로 하였으며, 측정선을 따라 겘보기저항을 측정하였다.

그림 10은 전위강하법 측정곡선을 보인 것이며, 그

림 11은 “저항곡선 그리기” 버튼을 눌러서 보정계수를 곱한 결과이다. 평평한 부분이 나타나는 지점의 저항값이 접지망 단독의 접지저항이며 약 1.6[Ω]으로 나타났다.

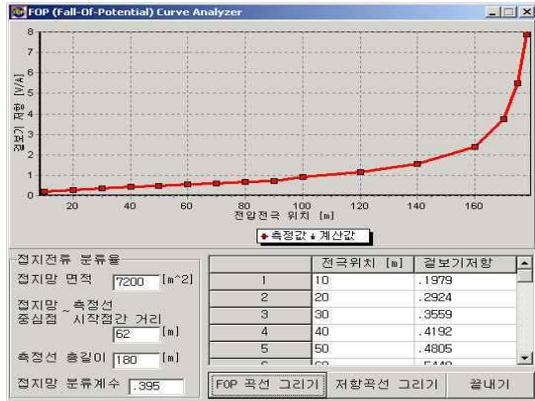


그림 10. 전위강하법(FOP) 측정곡선  
Fig. 10. Measured FOP profile

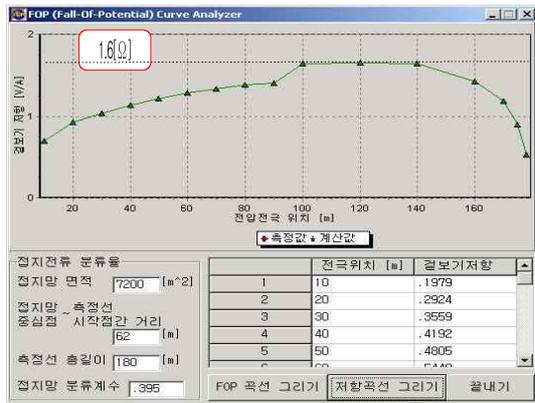


그림 11. FOP측정값 분석결과  
Fig. 11. Analysis result of the measured FOP profile

G변전소의 접지망 단독의 접지저항 측정결과는 없었으나, 주변 지역의 저항을 측정결과를 토대로 접지망의 접지저항을 개략적으로 추정해 볼 수는 있다. 변전소 주변에서 대지저항을 측정하여 그림 12와 같이 수평 3층의 등가토양모형을 식별하였으며, 식별된 토양과 접지망 제원을 토대로 계산한 접지저항치는 약 1.4[Ω]이었다[6-7]. 따라서 제안된 방법에 의한 값과의 오차는 약 0.2[Ω]임을 알 수 있다.

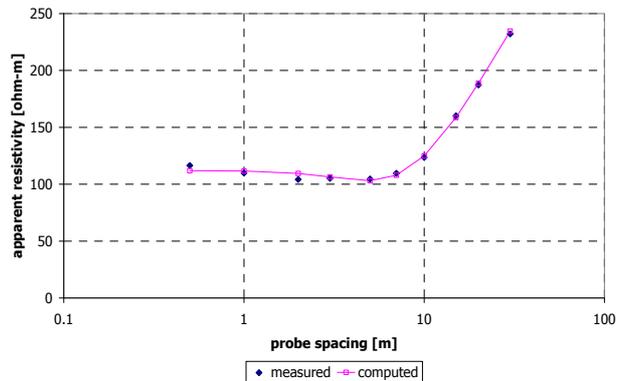


그림 12. 겉보기저항을 측정치와 계산치 비교  
Fig. 12. Comparison of the measured and calculated apparent resistivity profile

그림 13은 수평 3층 토양구조에 근거한 유한요소해석 컴퓨터 모의실험을 통해 전위강하법 측정상황을 재현하고, 이를 측정결과와 비교한 것으로 서로 잘 일치하고 있음을 볼 수 있다.

접지망 분류계수의 신뢰성을 검증하기 위하여 그림 14와 같이 접지망 근처에서의 전위강하법 측정치를 확대하여 계산치와 실측치를 비교하였다.

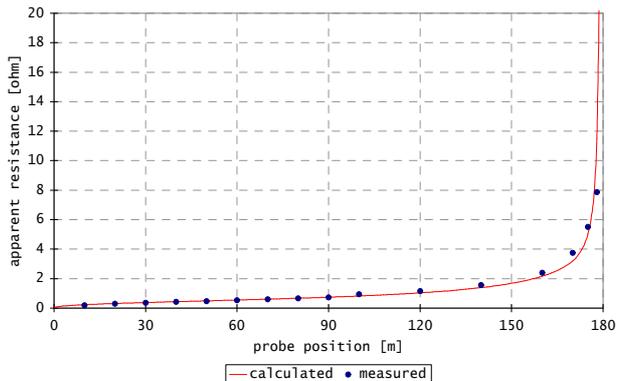
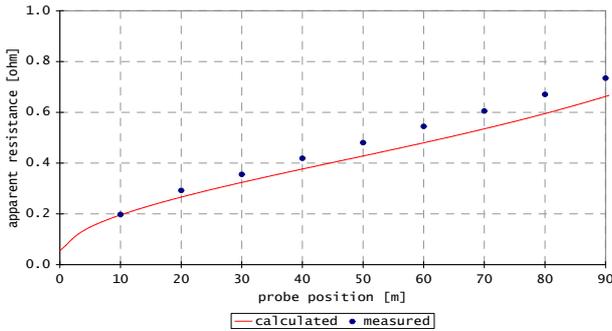


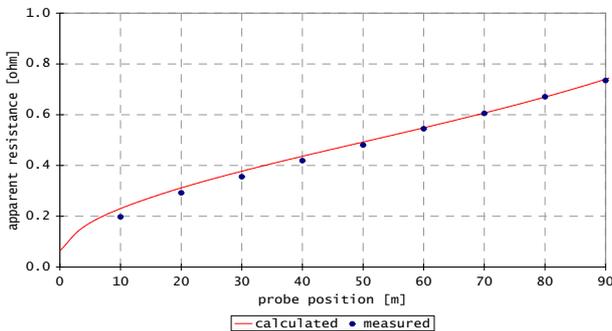
그림 13. 전위강하법 측정치와 계산치 비교  
Fig. 13. Comparison of the measured and calculated FOP profile

접지망 분류계수를 0.3, 0.39, 0.5로 각각 가정하여 계산치와 실측치를 비교한 결과 그림 8의 접지망 분류계수 실측치인 0.39를 가정했을 때의 계산치와 실측치가 잘 일치하고 있음을 알 수 있다. 이것으로 보아 분류계수 실측치가 신뢰성이 높다는 것을 알 수 있다.

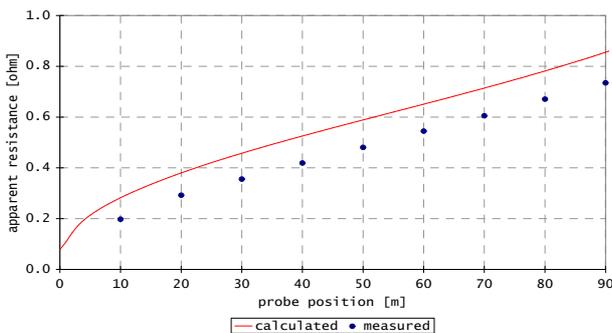
결론적으로 접지망 단독의 접지저항은 약 1.4~1.6 [Ω]임을 알 수 있다.



(a) 접지망 분류계수 0.3  
(a) grounding grid current division factor 0.3



(b) 접지망 분류계수 0.39(실측치)  
(b) grounding grid current division factor 0.39(measured)



(c) 접지망 분류계수 0.5  
(c) grounding grid current division factor 0.5

그림 14. 분류계수에 따른 전위강하법 측정치와 계산치 비교

Fig. 14. Comparison of the measured FOP profile and the calculated profiles assuming different grounding current division factors

## 5. 결 론

운전 중인 변전소 접지계통은 변전소 접지망 뿐만 아니라 배전선로 중성선 다중접지와 송전철탑 가공지선 다중접지계통이 병렬로 연결되어 대규모의 접지망 (grounding network)을 형성하기 때문에, 지금까지는 준공 후의 변전소 접지계통이나 접지망 단독의 접지저항 측정이 사실상 불가능하였다.

기존 연구에서는 특정 주파수의 시험전류를 접지계통에 주입하면서 변전소 주변의 지표면전위를 분석하는 방법인 ‘지표면전위 분석법’과 변전소 각 접지계통에 분포되는 시험전류 성분을 검출하여 이를 분석하는 방법인 ‘접지전류 분류계수 분석법’으로 변전소 접지망 단독의 접지저항을 측정하는 방법을 제시하였다. 그러나 지표면전위 분석법은 기존의 접지저항 측정방법과 동일하므로 측정이 간단한 반면 분석절차가 복잡하며, 접지전류 분류계수 분석법은 측정결과의 분석이 비교적 간단한 반면, 측정절차가 매우 복잡하다는 단점이 있었다. 이러한 기존 방식의 단점을 보완하기 위한 방법을 본 논문에서 제시하였으며, 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

분류계수 측정시 운전 중인 변전소 접지계통에 간섭을 최소화 하기 위하여 접지계통에 흐르는 주파수 대역을 피하여 특정 주파수의 시험전류를 주입 하면서 분류계수를 측정하고 변전소의 단독 접지저항 추정이 가능한 시스템 및 절차를 제시하였다.

실험대상 변전소에서 측정된 전위강하곡선과 유한요소해석 기반의 컴퓨터 모델로부터 재현된 전위강하곡선의 비교를 통해 측정된 접지전류 분류계수가 신뢰성이 있음을 보였다.

접지전류 분류계수와 전위강하곡선법 측정결과로부터 변전소 접지망 단독의 접지저항을 추정할 수 있는 알고리즘을 제시하였으며, 실제 운전 중인 154[kV] 변전소를 대상으로 한 실증실험을 통해 제안방법에 대한 유효성을 입증하였다.

## References

[1] 한국전력공사, “운전 중인 변전소의 접지계통 진단기술

- 개발연구(사후보고서)”, 2003.04.
- [2] 최중기, 안용호, 정길조 “접지전류 측정에 의한 다중 접지계통의 접지저항 측정”, 전기학회논문지, 제53A권, 제4호, 2004. 4, pp.234-237.
  - [3] 한국전력공사, “운전 중인 변전소의 접지계통 진단기술 개발 연구”, 2002.03.
  - [4] 윤장완, 안용호, 정길조, 한병성 “지표면전위 해석에 의한 접지저항 측정기법에 관한 연구”, 한국조명·전기설비학회 논문지, 제16권, 제4호, 2002. 7, pp.117- 123.
  - [5] Heppe, R. J., “Computation of potential at surface above an energized grid or other electrode, allowing for nonuniform current distribution,” IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, vol. PAS-98, no. 6, pp. 1978.1989, Nov./Dec. 1979.
  - [6] SES, RESAP Users’ Manual, SES, 2000.
  - [7] SES, MALT Users’ Manual, SES, 2000.

◇ 저자소개 ◇



**안용호**(安勇豪)

1961년 7월 10일생. 1984년 인천대 전기공학과 졸업. 2000년 전북대 전기공학과 졸업(석사). 1987년 한국전력공사 입사. 1995년~현재 한국전력공사 전력연구원 책임연구원.



**최중기**(崔鍾基)

1969년 2월 1일생. 1992년 동국대 전기공학과 졸업. 1995년 홍익대 전기제어공학과 졸업(석사). 2007년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1995년~현재 한국전력공사 전력연구원 선임연구원.



**김용학**(金容鶴)

1968년 8월 13일생. 1993년 전남대 전기공학과 졸업. 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2005년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1996년~현재 한국전력공사 전력연구원 선임연구원.



**한정열**(韓正烈)

1980년 2월 15일생. 2006년 전북대 전기공학과 졸업. 2006년~현재 한국전력공사 전력연구원 일반연구원.



**이유진**(李瑜珍)

1983년 4월 25일생. 2007년 성균관대 정보통신공학부 졸업. 2009년 동 대학원 정보통신공학부 졸업(석사). 2010년~현재 한국전력공사 전력연구원 일반연구원.



**한병성**(韓秉誠)

1951년 12월 22일생. 1975년 전북대 전기공학과 졸업. 1981년 전북대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1988년 프랑스 루이 파스퇴르대학 졸업(박사). 1988년 프랑스 CNRS(프랑스국립과학연구소) 연구원. 2002~2004년 전북대 공대 학장. 현재 전북대학교 전자정보공학부 교수.