

# Korea Communications Standard

방송통신표준

KCS.KO-03.0800

제정일: 2013년 12월 31일

## 방송 통신 설비의 접지저항 측정 방법

Ground Resistance Measurement for  
Broadcasting and Communications Facilities

미래창조과학부  
국립전파연구원



방송통신표준

KCS.KO-03.0800

제정일: 2013년 12월 31일

## 방송 통신 설비의 접지저항 측정 방법

Ground Resistance Measurement for Broadcasting  
and Communications Facilities

미래창조과학부  
국립전파연구원

본 문서에 대한 저작권은 미래창조과학부 국립전파연구원에 있으며, 미래창조과학부 국립전파연구원과 사전 협의 없이 이 문서의 전체 또는 일부를 상업적 목적으로 복제 또는 배포해서는 안 됩니다.

Copyright© Ministry of Science, ICT and Future Planning, National Radio Research Agency 2013. All Rights Reserved.

# 서 문

## 1. 표준의 목적

본 표준은 방송 통신 설비의 피해 방지 및 서비스 안정화와 인명 안전을 위하여 설치하는 접지 시설의 접지저항을 측정하는 방법을 제공한다.

## 2. 주요 내용 요약

접지저항 측정 방법에서 중요한 것은 접지저항을 측정하고자 하는 접지극에 대하여 대지극으로 전류를 통한 측정 회로를 형성하도록 두 개의 보조전극을 설치하는 방법이다. 이 두 개의 보조전극은 시험전류가 흐르는 회로 루프를 구성하는 전류전극과 대지의 특정 위치에 서 전압을 측정하는 전위전극으로 이루어져 있다.

본 표준에서는 이들 보조전극의 설치 위치가 갖는 기능적 의미에 대하여 설명한다. 수치적 변화 특성에 대하여 부속서 A에 별도로 수록하였다. 그리고 측정 시 요구되는 설치 또는 환경 조건들에 대하여 제시하고 측정 절차에 대하여 기술한다.

아울러 부록 I에서 다양한 토양 구조에 따른 전위전극의 위치 변화에 대하여 기술하였다. 또한, 부록 II에 본 표준의 측정 방법에 대하여 측정값이 정확하지 못하거나 구현하기 어렵지만 편의적인 방법 또는 특수 유형의 접지저항 측정 방법들을 기술하였다.

## 3. 표준 적용 산업 분야 및 산업에 미치는 영향

본 표준에 의한 접지저항 측정 방법은 방송 통신 설비의 접지 시설 분야에 적용된다. 측정 방법 자체는 설비 분야에 독립적인 것으로서 관련 산업 시설 전반에 활용될 수 있다.

## 4. 참조 표준(권고)

### 4.1. 국외 표준(권고)

해당 사항 없음

### 4.2. 국내 표준

- TTAK.KO-04.0026/R2, '접지저항 측정 기술', 2011.

## 5. 참조 표준(권고)과의 비교

### 5.1. 참조 표준(권고)과의 관련성

본 표준의 접지저항 측정 방법에서 전류전극의 이격거리에 따른 전위 분포 변화의 평탄성을 추적해 보는 개념은 ‘IEEE Std 80-2000’의 기술을 근간으로 한 것이다.

접지저항 측정 방법에서 특히 중요한 전위전극의 다양한 토양 구조에 따른 정확한 측정 위치에 대하여 ‘TTAK.KO-04.0026/R2’의 내용을 본 표준에서는 부록 I에 도입하고 있다. 또한, ‘TTAK.KO-04.0026/R2’에서 부속서 A에 수록되어 있는 3 점 전위 강하법 외의 접지저항 측정 방법들을 본 표준의 부록 II에서 수식적으로 상술하였다.

### 5.2. 참조 표준(권고)과 본 표준의 비교표

KCS.KO-03.0800	TTAK.KO-04.0026/R2	비고
1. 개 요	1. 개 요	동일 구성
2. 표준의 구성 및 범위	2. 표준의 구성 및 범위	
3. 용어 정의	3. 용어 정의	
4. 설치 구성 개요	4. 전위강하법 사용의 기본 기술	4.3.3. 이종 토양 구조에서의 적용 방법을 부록 I에 활용
5. 보조전극 위치 선정	5. 현장에서의 응용 측정기술	신규 작성
6. 측정 조건	6. 지형별 적용 사항	
7. 측정 절차	7. 임피던스 특성을 고려한 범위에서의 접지저항	
-	8. 기타 측정기술 고려사항	
부속서 A. 보조전극 위치 영향 특성	-	
부록 I. 토양 구조에 따른 전위전극 위치	-	
부록 II. 기타 접지저항 측정 방법	부속서 A. 3 점 전위 강하법 외의 접지저항 측정 방법	계산식과 회로 그림을 추가하여 상술함
부록 III. 관련 문헌		추가

## 6. 지식 재산권 관련 사항

본 표준의 ‘지적 재산권 취급 약서’ 제출 현황은 국립전파연구원 웹사이트에서 확인할 수 있다.

※ 이 표준을 이용하는 자는 이용함에 있어 지식 재산권이 포함되어 있을 수 있으며

로, 확인 후 이용한다.

※ 본 표준과 관련하여 접수된 확약서 이외에도 지식 재산권이 존재할 수 있다.

## 7. 시험 인증 관련 사항

### 7.1. 시험 인증 대상 여부

해당 사항 없음

### 7.2. 시험 표준 제정 여부(해당 시험 표준 번호)

해당 사항 없음

## 8. 표준의 이력 정보

### 8.1. 표준의 이력

판수	제정·개정일	제정·개정내역
제 1 판	2013. 12. 31.	제정 KCS.KO-03.0800

### 8.2. 주요 개정 사항

해당 사항 없음

## Preface

### 1. Purpose of Standard

This standard provides a measurement method of ground resistance of grounding electrode which is installed to stabilize a broadcasting and communications services and facilities and also make sure a safe environment for human operators.

### 2. Summary of Contents

The important point in the measurement of ground resistance is to install two subsidiary electrodes which configure a measurement circuit with earth return current. These two subsidiary electrodes consist of a current electrode making earth return loop and a potential probe measuring voltage at some specific positions on the ground.

In this standard, the functional meaning of positioning the subsidiary electrodes is explained. Numerical example for understanding the properties of position is described in Annex A. The measurement conditions in the viewpoint of environment or construction are described and a measurement procedure is recorded.

In addition, Appendix I indicates the positions of potential probe according to various soil structures. And the Appendix II presents several other methods different from the method in this standard. Some of them can not measure an exact value. And one of them is difficult to implement.

### 3. Applicable Fields of Industry and its Effect

The ground resistance measurement method of this standard is applied to the field of grounding technology for telecommunication services including broadcasting. As the measurement method itself in this standard is independent of industrial fields, it can be utilized in the technical area of building construction, electrical installation and buried conductive structures having a usage of electricity, etc.

### 4. Reference Standards(Recommendations)

#### 4.1. International Standards(Recommendations)

None

## 4.2. Domestic Standards

- TTAK.KO-04.0026/R2, "Ground Resistance Measurement Method", 2011.

## 5. Relationship to Reference Standards(Recommendations)

### 5.1. Relationship of Reference Standards(Recommendations)

A plateau curve position detected in practising the measurement method in this standard is based on the related IEEE standards.

The Appendix A and B each refers to the corresponding section contents of 'TTAK.KO-04.0026/R2' about the potential probe positions especially due to various soil structures and other ground resistance measurement methods.

### 5.2. Differences between Reference Standard(Recommendation) and this Standard

KCS.KO-03.0800	TTAK.KO-04.0026/R2	Remarks
1. Introduction	1. Introduction	Equivalent
2. Constitution and Scope	2. Constitution and Scope	
3. Terms Definition and Abbreviations	3. Terms and Definition	
4. Frame of Installation	4. Basic Technologies of using the Fall-of-Potential Method	The clause 4.3.3 is utilized into Appendix I.
5. Positioning the Subsidiary Electrodes	5. Applied Measurement Technologies in the Practical Fields	Newly added
6. Environmental Conditions	6. Application Items by Topographies	
7. Measurement Procedure	7. Ground Resistance in the viewpoint of Impedance	
-	8. Measurement Procedure	
Annex A. Characteristics of Effect by Subsidiary Electrodes	-	
Appendix I. Position of Potential Probe by Soil Structures	-	
Appendix II. Other Measurement Methods	Annex I. Other Measurement Methods	Detailed description with formula and circuit
Appendix III. Related Documents	-	Added



## 6. Statement of Intellectual Property Rights

“Written Confirmation of Intellectual Property Rights” for this standard can be referenced to the website of the National Radio Research Agency.

Those using this standard must confirm that whether intellectual property rights are included in this standard.

Other intellectual property rights may exist in relation to written confirmation received for this standard.

## 7. Statement of Testing and Certification

### 7.1. Object of Testing and Certification

None

### 7.2. Standards of Conformity Testing and Certification

None

## 8. Detailed History of Standard

### 8.1. History of Standard

Edition	Issued date	History
The 1st edition	2013. 12. 31.	Established KCS.KO-03.0800

### 8.2. Revision Related Details

None

## 목 차

1. 개요 .....	1
2. 표준의 구성 및 범위 .....	1
3. 용어 정의 .....	2
4. 설치 개요 .....	2
5. 보조전극 위치 선정 .....	3
5.1. 전류전극(C) 위치 선정 .....	3
5.2. 전위전극(P) 위치 선정 .....	4
6. 측정 조건 .....	5
7. 측정 절차 .....	6
부속서 A. 보조전극 위치 영향 특성 .....	7
부록 I. 토양 구조에 따른 전위전극 위치 .....	9
부록 II. 기타 접지저항 측정 방법 .....	12
부록 III. 관련 문헌 .....	16

## Contents

1. Introduction .....	1
2. Constitution and Scope .....	1
3. Terms Definition and Abbreviations .....	2
4. Frame of Installation .....	2
5. Positioning the Subsidiary Electrodes .....	3
5.1. Current Electrode .....	3
5.2. Potential Electrode .....	4
6. Environmental Conditions .....	5
7. Measurement Procedure .....	6
Annex A. Characteristics of Effect by Subsidiary Electrodes .....	7
Appendix I. Position of Potential Electrode by Soil Structures .....	9
Appendix II. Other Measurement Methods .....	12
Appendix III. Related Documents .....	16

# 방송 통신 설비의 접지저항 측정 방법

## (Ground Resistance Measurement for Broadcasting and Communications Facilities)

### 1. 개요

방송 통신 시설 분야의 접지 기술은 낙뢰 등에 의한 설비의 피해 방지와 안정된 서비스 유지 그리고 인명 보호 차원에서 매우 중요한 의미를 가지고 있다. 본 표준은 이에 접지 시설의 성능을 결정하는 기본 요소인 접지저항 측정 방법을 서술한다.

접지는 대상 설비의 해당 기능 단자에 접속된 도체를 땅 속에 매설하여 이루어진다. 땅 속에 도체를 매설하는 데에 있어서 전류 유출 저항을 최소화하기 위하여 접지 전용의 형상화된 전극을 매설하고 이것에 상기 대상 설비로부터 인출되어 온 도체를 접속하는 것이 일반화된 방법이다. 이와 같이 매설된 전극을 접지극 또는 접지체라고 하는데, 접지 저항이란 바로 이러한 접지극의 대지와의 전기적 접촉 저항을 의미하는 것이다. 그러므로 접지 대상 설비로부터 불필요한 전류를 대지로 효과적으로 유출되게 하려면 접지저항을 가능한 낮게 하도록 시설하는 것이 요구된다. 접지저항을 낮게 하려면 그 만큼 시설 비용이 많이 들어가게 되므로 접지 대상 설비 및 서비스의 요구 특성에 따라 적절한 접지저항 기준 값을 국가 기술기준이나 단체표준, 서비스 사업자 및 각계 시설 기관 등에서 필요한 규격으로 정해 놓고 있다.

이와 같이 접지 성능 파라미터로서 기초적 요건이 되는 접지저항이 소요 설비나 서비스의 요구 특성에 맞도록 적절한 기준값을 만족하는지를 측정할 필요가 있다.

### 2. 표준의 구성 및 범위

접지저항 측정 방법에서 중요한 것은 두 개의 보조전극 설치 위치를 결정하는 것이다. 두 개의 보조전극 중 첫 번째의 것으로서 전류전극의 설치 위치가 갖는 기능적 의미에 대하여 설명한다. 다음으로 측정하는 접지저항의 최대한 정확한 값을 최종적으로 결정하는 것은 두 번째 보조전극인 전위전극의 위치이다. 그러므로 전위전극의 위치가 갖는 기술적 의미에 대하여 설명한다. 수치적 변화 특성에 대하여 부속서 A에 별도로 수록하였다. 그리고 측정 환경 등의 고려 조건과 측정 및 시험 절차에 대하여 기술한다.

아울러 부록 I에서 토양 구조에 따라 정확한 접지저항을 결정하는 전위전극의 위치 변화에 대하여 기술하였다. 부록 II에서는 본 표준 본문에서 제시된 방법 외에 편의상 감안할 수 있는 다른 접지저항 측정 방법들을 소개하였다.

부록은 표준으로서의 내용은 아니며 본문의 내용에 대한 참고 자료로서 제시한 것이다.

### 3. 용어 정의 및 주요 기호

#### 3.1. 용어 정의

접지저항(ground resistance)	접지된 도체와 충분히 떨어진 지점의 대지 간 저항. 이는 접지된 도체에 교류의 시험전류를 유입시켰을 때 이 도체와 충분히 떨어진 지점의 대지 간 전위차를 시험전류로 나눈 값을 말한다.
접지극(ground electrode)	접지를 위하여 땅 속에 매설된 도체
전류전극(current electrode)	접지극에 유입시키는 시험전류를 대지를 통하여 귀환되는 회로를 구성하도록 하는 전극
전위전극(potential electrode)	접지극과 전류전극 간 대지의 위치에서 접지극과 그 위치에서의 전압을 측정하기 위한 전극

#### 3.2. 주요 기호

$E$	접지극
$C$	전류전극
$P$	전위전극
$\overline{EC}$	접지극으로부터 전류전극까지의 거리[m]
$\overline{EP}$	접지극으로부터 전위전극까지의 거리[m]
$R_E$	접지극의 접지저항[Ω]
$d$	이격거리[m]
$\gamma_P$	$\overline{EC}$ 에 대한 $\overline{EP}$ 의 비율/백분율[%]
$\epsilon_P$	기준 $\gamma_P$ 에 대하여 이동시킨 $\gamma_P$ 의 편차율
$\gamma_P^t$	$\gamma_P = 61.8$ %일 때의 기호

### 4. 설치 개요

접지저항 측정 방법의 설치 구성을 그림 4.1에 나타내었다. 먼저 접지극 E에 측정을 위한 시험전류  $i$ 를 유입시켜 줄 전류원이 필요하다. 이는 교류 전류를 사용한다. 교류 주파수는 일반적인 상용 전력 주파수인 60 Hz의 것은 아니다. 좀 더 구체적인 사항은 6절 측정 조건에 기술되어 있다.  $i$  값은 전류계(A)를 통하여 측정할 수 있다.

접지극은 땅에 매설되어 있는 것이므로 대지를 통하여 전류원에 의한 교류 전류,  $i$ 가 흐를 수 있는 전기적 회로 루프가 구성되도록 하기 위하여 전류전극 C를 E로부터 적정

히 떨어져 있는 위치에 설치한다. E로부터 C까지의 거리 설정에 관하여는 5.1 절에서 자세히 설명한다.

이렇게 전류전극 설치에 의한 회로 루프가 구성된 상태에서 E와 C 사이의 적절한 위치에 P를 설치한다. 전압계 V는 E와 P 간의 전압을 측정하기 위한 것이다. P의 적절한 위치에 관하여는 5.2 절에서 자세히 설명한다.

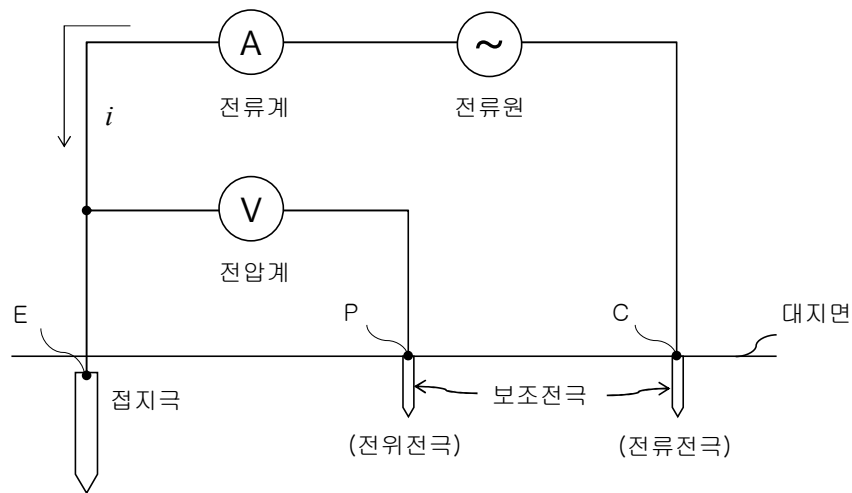


그림 4.1 접지저항 측정 시험 회로 구성

이러한 구성 회로에서 전류계에 의하여 측정된 전류( $i$ )에 대한 전위전극의 위치에서 측정된 전압의 비를 구하면 E에 대한 접지저항 값( $R_E$ )이 산출되게 된다.

## 5. 보조전극 위치 선정

### 5.1. 전류전극(C) 위치 선정

#### 5.1.1. 저항 특성 곡선을 활용한 판단 방법

E에 대하여 대지를 통하여 귀환되는 전류 루프를 형성하는 C의 설치 위치는 E로 유입되는 전류에 의하여 지중에 형성되는 전기장의 영향이 최소화되도록 접지극으로부터 가능한 먼 거리로 이격하는 것이 나중에 전위전극의 시설 위치 변이에 따른 측정 편차를 최소화할 수 있는 효과를 갖는다.

이러한 전류전극의 접지극으로부터의 이격거리가 지중 전기장의 간섭 영향을 최소화하도록 설치되었는지를 알기 위하여 접지극으로부터 전류전극까지 이르는 거리 구간을 일정 등분하여 - 대략 1/10 정도의 구간으로 등분하는 것이 판단하기에 적절하다 할 수 있다 - 등분된 각 지점에 전위전극을 설치하여 접지저항을 측정하고 이들을 그래프로 그려보아 변곡 구간이 이루어지는지를 관측하여야 한다(이에 대한 자세한 특성은 부속서 A를 참조할 것).

### 5.1.2. 접지극의 형태 또는 규모에 따른 고려 방법

기본적으로 전류전극의 설치 위치는 접지극에 영향(커플링 등)이 미치지 않도록 충분한 거리를 두어야 한다. 예를 들어 단일 봉 접지 시설인 경우 최소 50m 이상 전류전극의 이격거리를 두고 측정하면 측정 편차를 최소화하는데 도움이 된다.

5.1.1절에서 언급한 변화 그래프의 관측 방법은 실제의 현장에서 접지극의 형태가 어떠한 것인지를 알 수 없는 상황에 대한 판단 방법으로서의 의미를 갖는 것이기도 하다.

건축물의 부지에 형성되는 접지극의 면적 형상의 규모를 보아 접지저항의 측정 시 접지극이 매설되는 부지의 상부 내에서 전류전극의 이격거리가 설정되지 않도록 주의하여야 한다.

## 5.2. 전위전극(P) 위치 선정

### 5.2.1. $\overline{EC}$ 의 직선 방향 선 상에서 $\gamma_P$ 가 갖는 의미

통상 접지저항 측정을 위하여 설치되는 P의 상대적 위치 관계로서  $\gamma_P$ 를 수식 5.1과 같이 정의하였을 때 균질의 토양, 즉 대지저항률이 일정한 분포를 가지고 있는 지대에 있어서  $\gamma_P$ 가 61.8 %인  $\overline{EP}$  지점에 P를 설치하고 접지저항을 측정할 때 정확한 값을 얻게 된다(비균질 토양인 경우에 변화될 수 있는  $\gamma_P$ 에 관하여는 부록 I에 수록하였다).

$$\gamma_P = \frac{\overline{EP}}{\overline{EC}} \quad (\times 100 [\%]) \quad \text{수식 5.1}$$

$\gamma_P$ 에 대하여  $\overline{EC}$ 가 갖는 영향 관계를 도시한 아래 그림 5.1에 나타낸 바와 같이  $\gamma_P$ 가 61.8 %의 위치에 있어서는  $\overline{EC}$ 에 따른  $R_E$ 가 거의 일정하여 전류전극의 이격거리와는 상관없이 독립적이라는 것을 알 수 있다. 그러나 다른  $\gamma_P$ (그림 5.1에서 50 %와 70 %)에서는  $\overline{EC}$ 에 따른  $R_E$ 가 편차를 갖게 되고  $\overline{EC}$ 가 커질수록 결국 원래  $R_E$ 가 정확한 값을 갖는  $\gamma_P = 61.8 \%$ 일 때의 값으로 근접해 간다는 것을 보여주고 있다. 이러한 비교 변화가 이루어질 수 있는 것은  $\overline{EC}$ 는 항상 변곡 구간이 존재하도록 설정된 상태에서 가능한 것임을 주의하여야 한다(이의 그림 표현에 관하여는 부속서 A의 그림 A.1을 참조할 것).

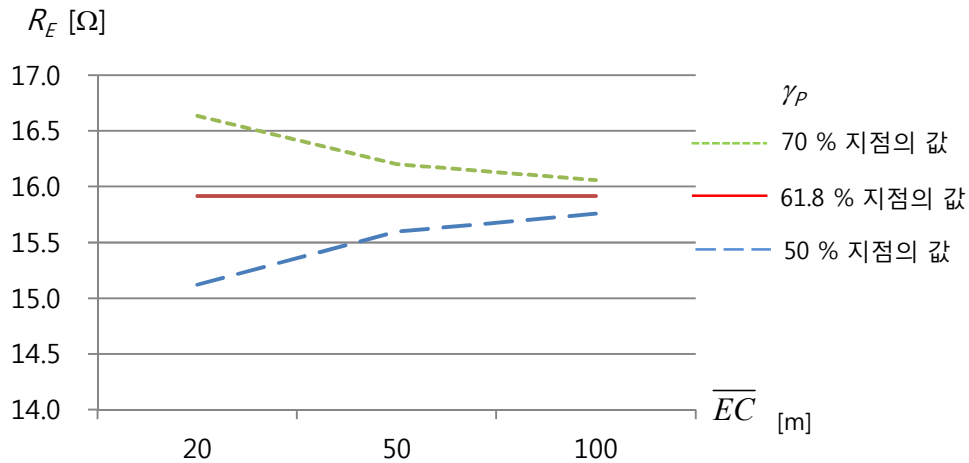


그림 5.1  $\gamma_P$ 에 따른  $\overline{EC}$ 와의 영향 관계

### 5.2.1. $\overline{EC}$ 에 대한 $\overline{EP}$ 의 방향 각에 대한 고려

$\overline{EP}$ 의 직선 방향이  $\overline{EC}$ 에 대하여 동일 직선 상에 놓이지 못하고 이탈이 되는 경우,  $\overline{EP}$ 와  $\overline{EC}$ 가 이루는 각도는  $30^\circ$  이내에 오도록 하여야 한다. 만일  $30^\circ$ 를 벗어나게 될 경우에는 원래의 동일 직선 상의 61.8 %에서 측정되어야 하는 값보다는 항상 작은 값으로 측정됨을 유의하여야 하며 이 각도가 거칠수록 값의 차이가 늘어나게 된다. 이러한 상태에서 원래 직선 상의 값에 대한 오차를 최소화하려면  $\overline{EP} \rightarrow \overline{EC}$ 가 되도록 하여야 한다.

## 6. 측정 조건

- 보조전극의 설치 방향은 측정 값에 영향을 줄 수 있는 물질이 매설된 위치는 가능한 피해서 구성한다.
  - 보조전극의 설치 방향과 인접하여 규모가 큰 도전성 물체, 예를 들어 철재 수도관 또는 가스관 등이 분포되어 있다면 대지저항률 분포의 균질성에 영향을 미치게 되므로 정확한 접지저항 값을 측정할 수 있는 원래의 61.8 %  $\gamma_P$ 에 변이를 일으키게 되므로 전류전극의 이격거리에 따라서는 측정 편차를 유발할 수 있다.
- 전류전극의 이격거리를 가능한 멀리하는 것이 유리하지만 주변의 전력선 등 어떤 전자 유도를 일으킬 수 있는 시설물과의 병행 거리가 길어질수록 불필요한 유도 전류에 의한 측정 편차가 발생할 수 있으므로 유념하여야 한다.
- 보조전극과 대지와의 접촉 상태가 좋지 않으면 접지저항 값에 편차를 가져오므로 전기적 접촉이 잘 이루어지도록 가능한 땅 속 토양에 밀착되게 설치한다.
- 시험전류는 측정기(전압계 또는 접지저항 측정기)가 인지할 수 있는 충분한 양이 공급 되도록 한다.



- 시험전류의 주파수는 상용 전원 주파수(60 Hz)와 그 정수배 주파수를 피해서 선정한다.

## 7. 측정 절차

- 5.1 절의 내용에 따라 전류전극을 설치한다.
- 접지극과 전류전극 사이에 시험전류를 인가한 후 전류계의 전류값을 기록한다.
- 시험전류가 인가된 상태에서 전위전극을 접지극으로부터 전류전극 방향으로 일정한 간격으로 이동하며 측정했을 때 전압계로 측정된 전압(또는 접지저항 측정기로 측정된 저항값)의 상승 곡선이 거리에 대해 어느 정도 평탄한 변곡 구간이 나타나는지를 확인한다.
  - $\overline{EC}$  내에서  $R_E$ 의 변화를 알기 위한 전위전극 이동 설치 위치의 일정한 간격 배분은 1/10 이하로 하면 적정하다.
- 위와 같은 값의 변화가 나타나는 상태에서 E로부터 C를 향한 직선 거리 방향에 대하여  $\gamma_P$ 가 61.8 %되는 위치에 P를 설치하고 측정한 전압값( $v$ )과 시험전류( $i$ )로부터 다음 수식 7.1과 같이  $R_E$ 를 계산하거나 접지저항 측정기를 사용하여 측정하는 경우에는 직접 표시된 값을 읽는다.

$$R_E = \frac{v}{i} \quad [\Omega] \quad \text{수식 7.1}$$

$v$ : 전위전극의 위치에서 측정된 전압[V]

$i$ : 시험전류[A]

## 부 속 서 A

### 보조전극 위치 영향 특성

그림 A.1은 반경 1 m인 반구형 접지극에 대하여 상기와 같이 등분된 전위전극의 위치에 따른  $R_E$ 의 변화를 시뮬레이션을 통하여 예시한 것이다. (A)는  $\overline{EC}$ 가 20 m인 경우이고, (B)는 50 m인 경우이고, (C)는 100 m인 경우이다.

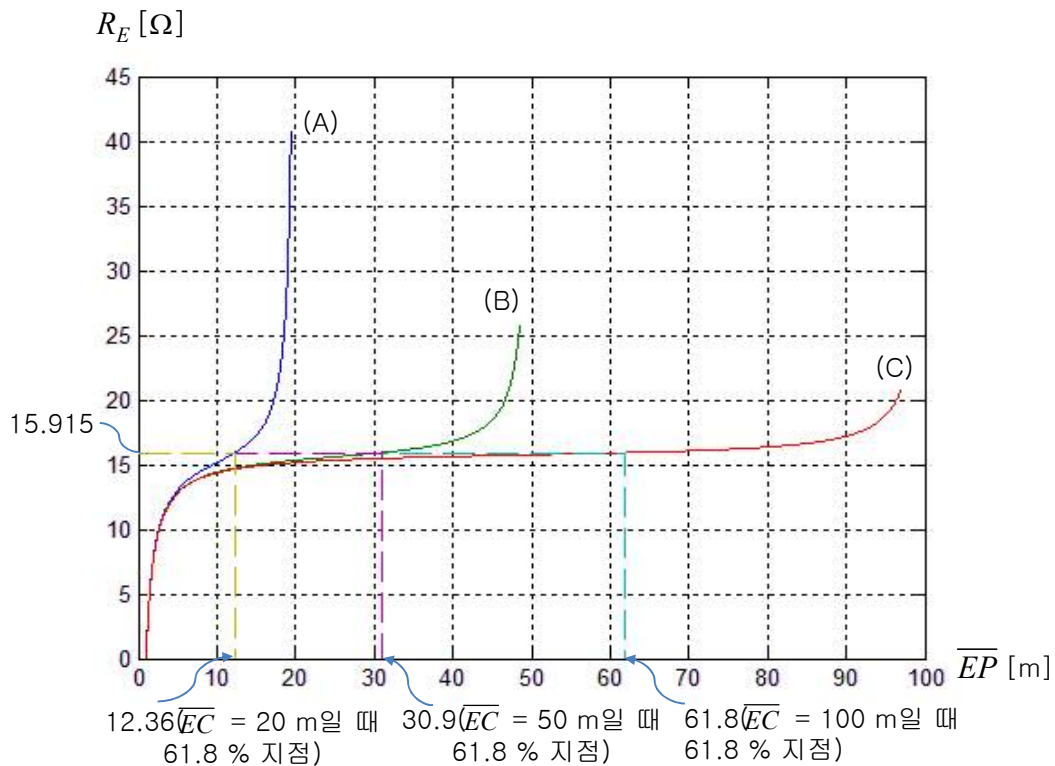


그림 A.1  $\overline{EP}$ 에 따른  $R_E$ 의 변화 특성

상기 각각의 C의 위치(그림 A.1에서 (A), (B), (C))의 경우에 대하여  $\gamma_P$ 가 50 %인 지점과 접지저항의 정확한 값을 측정할 수 있는 61.8 %인 지점 및 이의 대략 위치로서 60 %인 지점에서의  $R_E$ 를 비교하여 보면 표 A.1과 같이 된다.  $\epsilon_P$ 는 수식 A.1로 계산된 편차율이다.

$$\epsilon_P = \frac{R_E|_{\gamma_P=61.8\%} - R_E|_{\gamma_P=50\%}}{R_E|_{\gamma_P=61.8\%}} \times 100 [\%] \quad \text{수식 A.1}$$

$$= \left( 1 - \frac{R_E|_{\gamma_P=50\%}}{R_E|_{\gamma_P=61.8\%}} \right) \times 100 [\%]$$

표 A.1  $\overline{EC}$ 에 따른  $\gamma_P$ 에 의한 편차 비교

$\overline{EC}$		20 m		50 m		100 m	
$\gamma_P$		$\overline{EP}$ [m]	$R_E$ [ $\Omega$ ]	$\overline{EP}$ [m]	$R_E$ [ $\Omega$ ]	$\overline{EP}$ [m]	$R_E$ [ $\Omega$ ]
50 %		10.00	15.1197	25.00	15.5972	50.00	15.7563
61.8%		12.36	15.9152	30.90	15.9154	61.80	15.9154
60 %		12.00	15.7829	30.00	15.8624	60.00	15.8890
70 %		14.00	16.6355	35.00	16.2035	70.00	16.0595
$R_E(50 \% - 61.8 \%)$	값의 차이	-2.36	-0.7955	-5.9	-0.3182	-11.8	-0.1591
	편차율( $\epsilon_P$ )	-	5.0%	-	2.0%	-	1.0%
$R_E(60 \% - 61.8 \%)$		-0.36	-0.1323	-0.9	-0.053	-1.8	-0.0264

표 A.1에서  $\overline{EC}$ 에 따른  $\gamma_P = 50 \%$ 과  $61.8 \%$ 에서의  $R_E$ 의 차이는  $\overline{EC} = 20 \text{ m}$ 에서  $-0.7955 \Omega$ ,  $\overline{EC} = 50 \text{ m}$ 에서  $-0.3182 \Omega$ ,  $\overline{EC} = 100 \text{ m}$ 에서  $-0.1591 \Omega$ 으로  $\overline{EC}$ 가 커질수록 값의 차이가  $50 \%$  이상 줄어져 나감을 알 수 있다. 음의 부호는  $\gamma_P = 50 \%$ 에서의  $R_E$ 가  $60 \%$ 에서의  $R_E$ 보다 작다는 것을 나타내고 있다. 이 예에서  $\overline{EC} = 20 \text{ m}$ 인 경우는  $1 \Omega$  가까이 차이가 나고 있음을 알 수 있다.

$\epsilon_P$ 로써는 상기 각각의  $\overline{EC}$  순서에 대하여  $5 \%$ ,  $2 \%$ ,  $1 \%$ 로서  $\overline{EC}$ 가 가장 큰 위치에서 측정 전위전극의 위치에 따른 측정 편차가 가장 작아짐을 알 수 있다.

## 부 록 |

### 토양 구조에 따른 전위전극 위치

※ 부록은 표준으로서의 내용은 아니며 참고 자료로서 제공된다.

이중 토양 구조의 유형과 접지극과의 기본적인 배치 관계 및 전위전극의 위치가 들어 오게 될 전류전극의 전형적인 방향성을 그림 1.1에 통합적으로 도시하였다.

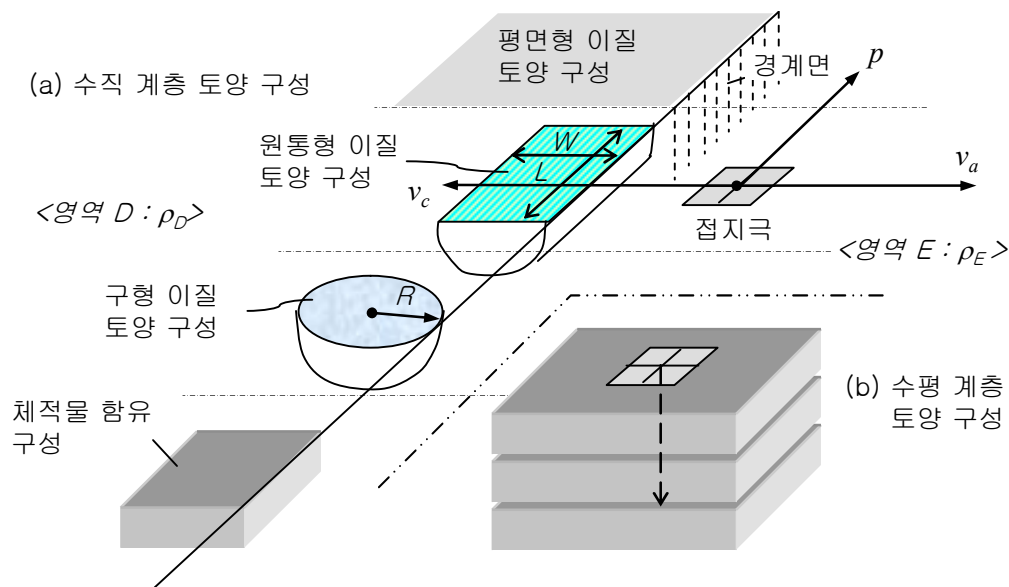


그림 1.1 각종 이중 토양 구조와 전극 배치 통합 모형

#### 1.1. 수직 계층 토양 구조에서의 $\gamma_P$

이중 토양 구조의 유형으로서 그림 1.1 (a) 범위에 나타난 바와 같이 그냥 넓은 영역으로 펼쳐져 있는 평면형 수직 계층 토양과 일정 너비( $W$ )를 갖는 원통형(cylindrical) 이질 토양 구조, 반경( $R$ )을 갖는 구형(spherical) 이질 토양 구조, 6 면체 규격 형태의 임의의 체적 물질(finite volume) 함유 구조 등이 있다. 이와 같은 것들은 모두 수직 계층 토양 구조라고 한다.

그림 1.1에서 접지극이 설치된 토양 영역을 Region 1이라 하고, 이에 대하여 이중 토양 구조가 존재하는 영역을 Region 2라고 한다.  $\rho_1$ 은 Region 1의 대지저항률을 표기한 것이며  $\rho_2$ 는 Region 2의 대지저항률을 표기한 것이다. 그림 1.1 (b) 범위의 경우는 접지극 설치 하부 수직 방향으로 수평 다층 토양 구조를 형성하고 있는 모양을 보여주고 있다.

수직 계층 토양 구조의 경우 접지극은 이러한 각 토양 구조에 대한 경계면상에 마주하

여 배치된다. 전류전극의 대표적 방향은 경계면으로부터 멀어지는  $C_1$ , 경계면을 향하여 걸치게 되는  $C_2$ , 그리고 경계면에 평행한 방향인  $C_3$ 로 나누어진다. 기본적으로 이 3개 방향에 대하여 정확한 접지저항을 측정하게 될  $\gamma_P$ 을 제시한다. 정확한 접지저항을 측정할 수 있는  $\gamma_P$ 를  $\gamma_P^t$ 로 표기한다.

이와 같은 전제 하에 수직 계층 토양 구조에 대한  $\gamma_P^t$ 를 정리하면 표 1.1과 같다.

이중 토양 간의 대지저항률의 차이는 대략 10의 멍승 정도의 차이로서 가름되어진 것이다.

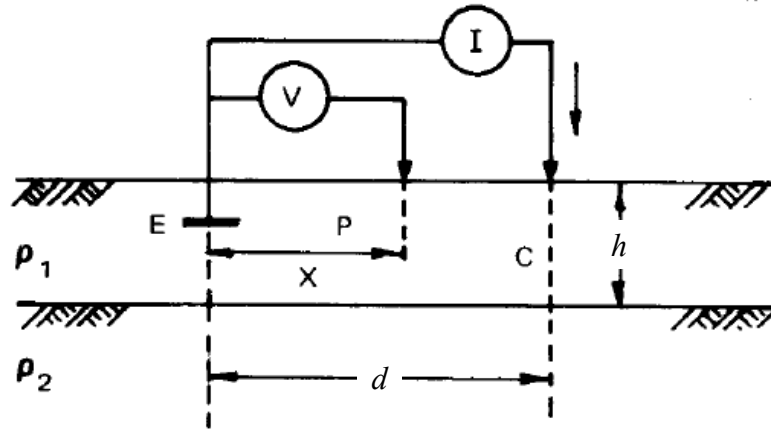
표 1.1 수직 계층 토양 구조에 대한  $\gamma_P^t$  (단위 : %)

전류전극 방    향	평면형 구조		원통형 구조	구형 구조	체적물 함유 구조	비    고
	$\rho_1 > \rho_2$	$\rho_1 < \rho_2$				
$C_1$	40	70	60	50	60	
$C_2$	70	30	60	70	80	
$C_3$	60	60	70	60	70	
비고	-	-	-	단, $C_1$ 의 경우 $R < 300 \text{ m} : 60$ $R \geq 2 \text{ km} : 40$	단, $C_2$ 의 경우 $R_G < 150 \text{ m} : 60$ $R_G \geq 1.5 \text{ km} : 90$	$R_G$ : 체적물 함유 구조체 의 수평 단 면적에 대한 환산 반경

※  $R_G = \sqrt{S_G/\pi}$  ( $S_G$ : 체적물 함유 구조체의 단면적)

## 1.2. 수평 계층 토양 구조에서의 $\gamma_P$

수평 계층 토양 구조로서 그림 1.2에서와 같이 두 개의 계층 구조를 갖는 경우, 전류전극 이격거리( $d$ )에 대한 지표면 측 계층 토양의 깊이( $h$ )의 비와 이 상위 지층과 하위 지층의 각 대지저항률( $\rho_1, \rho_2$ )에 의한 수식 1.1에 의한 반사계수  $K$ 에 따라 그림 1.3과 같은  $\gamma_P^t$ 의 변화 곡선을 형성한다.

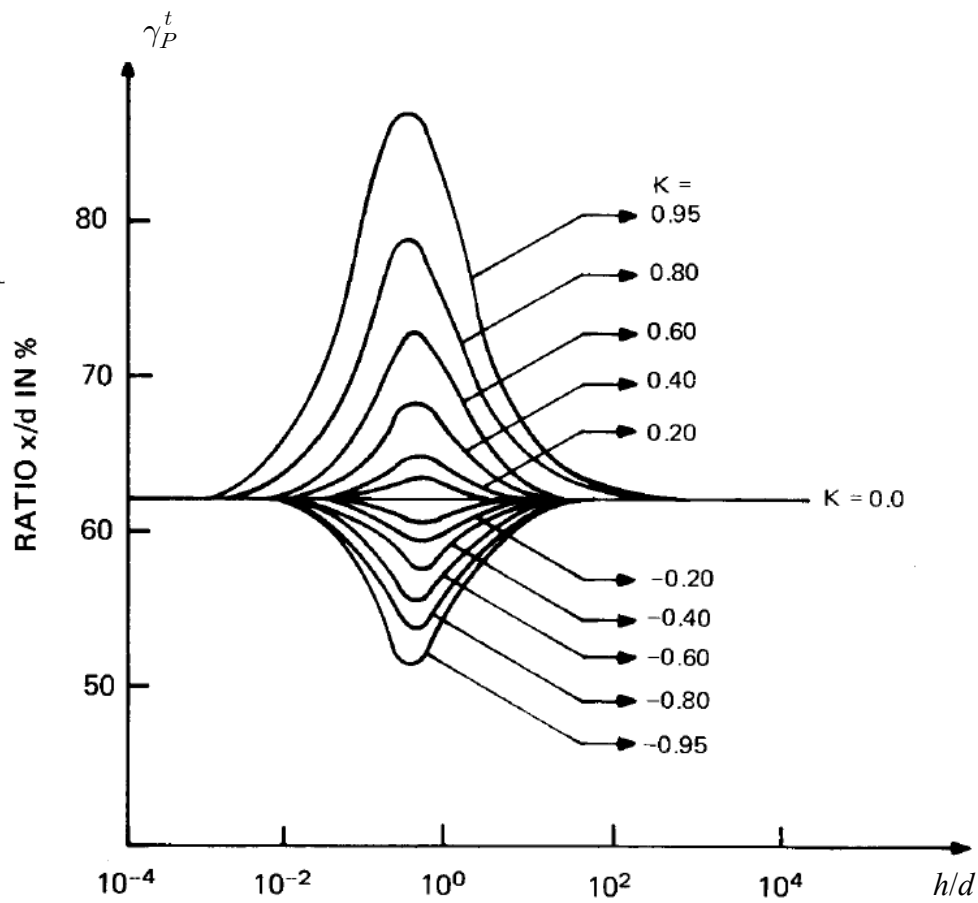


※ 출처 : 부록 III의 [4]

그림 1.2 수평 2 계층 토양 구조에서의 배치 구조

$$K = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1}$$

수식 1.1



※ 출처 : 부록 III의 [4]

그림 1.3 수평 2 계층 토양 구조에서의  $\gamma_P^t$

## 부 록 II

### 기타 접지저항 측정 방법

※ 부록은 표준으로서의 내용은 아니며 참고 자료로서 제공된다.

#### II.1. 합성 저항 측정법

이 방법은 그림 II.1에 나타낸 바와 같이  $R_E$ 를 알고자 하는 E와 보조전극 S의 합성 저항을 측정한다.

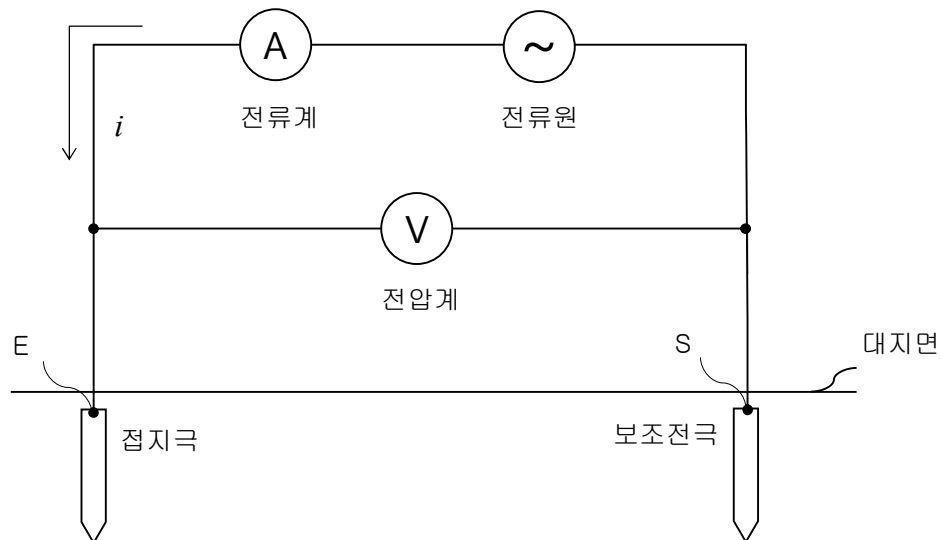


그림 II.1 2 전극 합성 저항 측정법

본문에서의 접지저항 측정 방법과의 차이점은 별도의 P없이 C에 해당되는 S에 대하여 E 간의 전압  $v$ 를 측정하고 시험전류( $i$ )와의 비( $v/i$ )로서 저항을 산출하는데, 이렇게 하면 그 값을 모르고 있는 S의 접지저항을  $R_x$ 라고 할 때 수식 II.1에서와 같이 대지를 통한 E와 S의 전기적 합성 저항이 계산되는 것이다. 이 합성 저항을  $R_E'$ 라고 하면,

$$R_E' = \frac{v}{i} = R_E + R_x \quad \text{수식 II.1}$$

그러므로 이 방법에 있어서는 접지저항을 알고자 하는 접지극의 접지저항에 비하여 보조전극의 접지저항  $R_x$ 가 무시할 수 있을 정도로 작은 것일수록 수식 II.2에서와 같이 상대적으로 합성 저항이 실제  $R_E$ 로 근접된다.

$$R_E' \approx R_E \quad (R_x \rightarrow 0) \quad \text{수식 II.2}$$

이 방법으로서는 현장에서 연결한 보조전극의  $R_x$ 가 0 이 될 수는 없기 때문에 측정한 접지저항  $R_E'$ 은 실제  $R_E$ 보다는 항상 높게 나오게 된다는 것을 감안하여야 한다.

이 방법은 낮은 접지저항으로 시설된 접지극일수록 큰 편차가 있기 쉬운 것으로서 접지저항 수치 자체의 측정보다는 단순히 어떤 조건에 따른 가부간의 결정 시험만을 하는 것에 유용할 수 있다.

만일 그림 II.1의 S로써 이미 그 접지저항 값을 알고 있는 접지극을 합성시키면 알고자 하는 접지극의 접지저항  $R_E$ 는 수식 I.3과 같이 계산될 수 있다. S의 접지저항을  $R_S$ 라고 하면,

$$R_E = R_E' - R_S \quad \text{수식 II.3}$$

### II.2. 3 전극 연립방정식법

접지저항을 측정할 접지극( $r_1$ ) 외에 보조전극 2 개( $r_2, r_3$ )를 사용하여 아래 그림 I.2와 같은 형태로 설치하여 각 접지극 간의 전기 저항을 측정하고 이들을 수식화하여 접지저항을 구하는 방법이다.

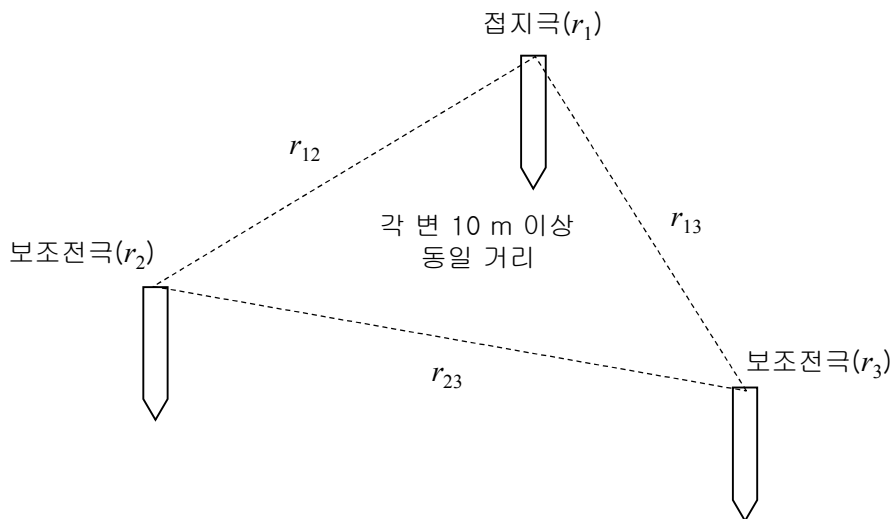


그림 II.2 3 전극 연립방정식법의 설치 구성

측정할 접지체 전극의 접지저항을  $r_1$ , 측정을 위하여 사용할 두 개의 시험 전극에 대한 접지저항을 각각  $r_2, r_3$ 이라 한다. 각 전극 페어간의 저항을 측정하고 그 각각을  $r_{12}, r_{13}, r_{23}$ 이라 한다. 이들은 각기 아래와 같은 합성저항식이 된다.



$$\begin{aligned} r_{12} &= r_1 + r_2 \quad \text{--- } j \\ r_{13} &= r_1 + r_3 \quad \text{--- } k \\ r_{23} &= r_2 + r_3 \quad \text{--- } i \end{aligned}$$

$j, k, i$  식으로부터 연립방정식으로 풀면 구하고자 하는 대상 접지시설의 접지저항  $r_1$ 은 다음의 수식 II.4와 같이 된다.

$$r_1 = \frac{r_{12} - r_{23} + r_{13}}{2} \quad \text{수식 II.4}$$

이 방법은 두 개의 시험 전극에 대한 접지저항이 측정 대상 접지체의 접지저항보다 클수록 최종 계산 결과에 미치는 측정상의 편차가 가중된다. 또한 각 전극간의 거리가 충분히 먼 거리로 이격되지 않으면 측정 대상 접지저항이 음수값으로 또는 제로값으로 산출되는 오류가 있게 된다. 단독 접지봉에 대하여 측정 시 각 전극간 이격거리는 10 m 이상이 되도록 하여야 하며 가능한 올바른 결과를 얻기 위하여 주의할 점은 접지극간의 거리를 일정하게 하여야 한다. 더욱 넓은 접지 시설 영역에 대해서는 최소 이격거리가 접지극의 시설 규격에 따라 설정되어야 한다.

이 방법은 대형 설비 개소에서와 같이 낮은 접지저항 측정에는 적합치 못하며 단독 접지극이나 소규모 접지 공사의 접지저항 측정에 적용할 수 있다.

### II.3. 고장 전류 유입법

이 방법은 그림 II.3에서와 같은 개념으로 해당 접지극에 고장 전류  $i$ 를 유입시키고 이에 따른 지전위 상승을 측정하여 접지저항을 산출하는 방법으로서 접지저항의 정의에 직접 부합시킨 방법이라 할 수 있다. 이 방법은 특정 목적의 접지 설계에 필요한 정보를 얻기 위하여 수행할 수 있다. 이 방법을 수행하기 위해서는 별도의 장비와 측정 환경을 갖추어야 하는 어려움이 있다.

E를 통하여 대지로 시험전류가 유입될 때에 그 지점에서의 전위( $v_E$ )가 급격히 상승하고 E로부터 거리가 멀어질수록 수식 II.5의 관계에 의하여 감소한다.

$$v = \frac{\rho}{2\pi d} i \quad [V] \quad \text{수식 II.5}$$

$v$ : 대지 전위[V]

$\rho$ : 대지저항률[Ω·m]

$d$ : E로부터의 이격거리[m]

$i$ : 고장전류[A]

E 점에서의 전압은 S를 이용하여 상대적 전위차를 통하여 얻어낸다. S에서의 전위를  $v_S$  라고 하면 E와 S간의 전위차( $v_{ES}$ )는 수식 11.6과 같이 된다.

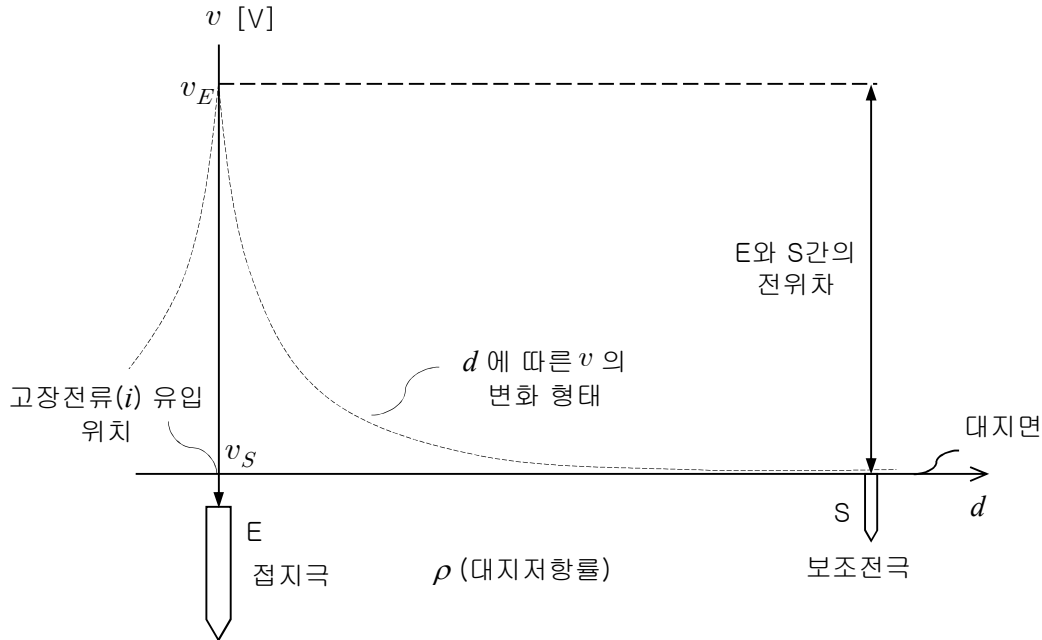


그림 11.3 접지저항 정의에 의한 전위차 적용 방법

$$v_{ES} = v_E - v_S \quad \text{수식 11.6}$$

그러므로 수식 11.5에 따라 이론적으로는 무한 원점이 되지만 실제로는 상당히 낮은 전위가 되도록 이격하여, 즉  $d$ 가 가능한 크게 되도록 하여 전위차를 측정한다면 수식 11.7과 같이 E와 S의 전위차가 곧  $v_E$ 로 근접하게 된다.

$$v_{ES} \approx v_E \quad (d \rightarrow \infty : v_S \rightarrow 0) \quad \text{수식 11.7}$$

이와 같이 E에서 측정된 전위 상승 값  $v_E$ 를  $i$ 로 나눔으로써 수식 11.8과 같이  $R_E$ 가 산출되게 된다.

$$R_E = \frac{v_E}{i} \quad [\Omega] \quad \text{수식 11.8}$$

### 부 록 III

### 관 련 문 헌

- [1] 국립전파연구원고시 제2012-17호, 방송 통신 설비의 기술기준에 관한 표준 시험 방법
- [2] 국립전파연구원고시 제2012-18호, 접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구등에 대한 기술기준
- [3] ANSI/IEEE Std 81-1983, 'IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System', 1983.
- [4] IEEE Std 80-2000, 'IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding', 2000.
- [5] ITU HANDBOOK, 'Earthing and Bonding', 2003.
- [6] J. Ma, F.P. Dawalibi, W. Ruan, "Ground Impedance Measurement and Interpretation in Various Soil Structures", IEEE Power Engineering Society Winter Meeting, Volume 3, pp. 2029-2034, Jan. 23-27, 2000.
- [7] TTAS.KO-04.0040, '접지저항 예측 계산 방법', 2005.
- [8] TTAS.KO-04.0071, '통신 시설 접지저항 참조 기준', 2007.
- [9] TTA.KO-04.0091, '접지극 시설의 성능 특성과 통신 설비 기준 규모', 2008.

---

## 방송통신표준

### 방송 통신 설비의 접지저항 측정 방법 (Ground Resistance Measurement for Broadcasting and Telecommunication Facilities)

발행인 : 미래창조과학부 장관

발행처 : 미래창조과학부 국립전파연구원

140-848, 서울 용산구 원효로41길 29

발행일 : 2013.12.

국립전파연구원 고시 제2013-20호

---