

FLUKE®

# 接地抵抗の 原理と 測定



## 原則、テスト方法 および適用例

### 診断

断続的に生じる  
電気的問題

### 回避

不必要な  
ダウンタイム

### 学習

接地における  
安全原則



# なぜ接地し、テストするのか？

## なぜ接地するのか？

接地が不適切な場合、不要なダウンタイムが発生する原因になるだけでなく、適切な接地が行われていないことによる危険性が増し、機器に障害が発生するリスクも高まります。

効果的な接地システムがなければ、機器の誤作動、高調波ひずみの問題、力率の問題、および間欠的ジレンマが発生する高い可能性が生じるだけでなく、電気ショックの危険性にさらされる可能性があります。故障電流に、適切に設計および管理された接地システムを介した接地へのパスがない場合、その電流は人を含む意図しないパスを探します。次の組織は、安全を確保するための接地に関する推奨および/または規格を提示しています。

- OSHA (労働安全衛生局)
- NFPA (全国防火協会)
- ANSI/ISA (米国規格協会およびアメリカ計測学会)
- TIA (米国電気通信工業会)
- IEC (国際電気標準会議)
- CENELEC (欧州電気標準化機構)
- IEEE (米国電気電子学会)

しかし、安全を確保するためだけに、適切な接地を行うわけではありません。工場や機器への損害を回避するためにも接地が使用されます。適切な接地システムがあれば、設備の信頼性が高まり、落雷や故障電流による破損の可能性が削減されます。電気火災によって、毎年作業場で何十億ドルもの損失が生じています。これには、関連する訴訟費用、および作業員や企業の生産性の損失は含まれていません。

## なぜ接地システムをテストするのか？

水分量と塩分が多く、温度が高い腐食性土壌は、時間の経過とともに接地ロッドやそれらの接続部を劣化させる可能性があります。このため、最初に取り付けられたときの接地システムの接地抵抗値が低くても、接地ロッドが腐食すると接地システムの抵抗が高まる可能性があります。

Fluke 1630-2 FC 接地抵抗測定用クランプは、アップタイムを維持するのに役立つ、不可欠なトラブルシューティング・ツールです。頭痛の種となっている、断続的に生じる電気問題の場合、不適切な接地や低い電力品質が関連していることが考えられます。

このため、すべての接地および接地接続を、通常の予測メンテナンス計画の一環として、少なくとも年に1回は確認することを強くお勧めします。これらの定期検査の間に20%を超える抵抗の増加が測定された場合、技術者は問題の原因を調査し、接地システムで接地ロッドを交換または追加することで抵抗を下げるための修正を行う必要があります。

## 接地とは？ 接地で何が行われるのか？

米国電気工事 (NEC) の条項 100 では、接地は以下のように定義されています。「意図的か偶発的かに関係なく、電気回路または機器と地面の間の導電接続、または地面の代わりに役目を果たす何らかの導体への導電接続。」接地には、実際に2つの異なる対象、つまり地面への接地と機器への接地があります。地面への接地は、通常はニュートラルな回路導体から、地面に設置された接地電極への意図的な接続です。機器への接地では、構造内で動作している機器が適切に接地されるようにします。これらの2つの接地システムは、2つのシステム間の接続を除き、分離した状態を保つ必要があります。これにより、落雷によるフラッシュオーバーで電位に差が生じるのが回避されます。接地の目的は、人、プラント、および機器を保護するほかに、故障電流、落雷、静電放電、EMI および RFI 信号、および干渉を消失するための安全なパスを提供することです。

## 適切な接地抵抗値とは？

適切な接地の構成要素と、適切な接地抵抗値については、混乱する要素が多数あります。理想的には、接地はゼロ・オーム抵抗である必要があります。

すべての機関によって認識されている、1つの標準接地抵抗しきい値はありません。ただし、NFPA と IEEE は、接地抵抗値として 5.0 オーム以下を推奨しています。

NEC は、「システムの接地インピーダンスは、NEC 250.56 で定義されているように、25 オーム未満であることを確認すべしである。精密機器のある設備では、5.0 以下でなければならない。」

遠隔通信業界では、接地およびボンディングの値として 5.0 オーム以下を使用することもよくあります。

接地抵抗の目的は、経済的および物理的に理にかなうように、可能な限り低い接地抵抗を実現することです。



なぜテストするのか？ 腐食性土壌。



なぜ接地するのか？ 落雷。



Fluke 1625-2 を使用して、接地システムの正常性を判別します。

## 目次

2

なぜ接地するのか？  
なぜテストするのか？

4

接地の基本

6

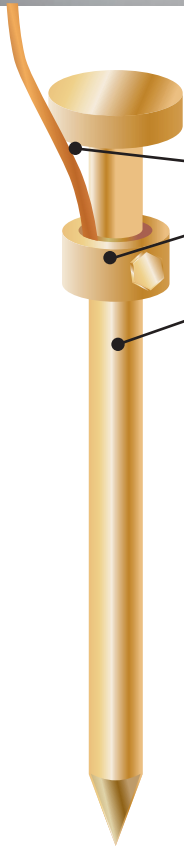
接地テストの方法

12

接地抵抗の測定

# 接地の基本

## 接地電極の コンポーネント

- 
- 接地導体
  - 接地導体と接地電極間の接続
  - 接地電極

## 抵抗の位置

### (a) 接地電極とその接続

接地電極とその接続の抵抗は通常、非常に低くなります。接地ロッドは通常、鋼鉄や銅など高伝導性 / 抵抗が小さい原料で構成されています。

### (b) 電極に対する周囲接地の接触抵抗

国立標準技術研究所 (NIST。米商務省に属する政府機関) では、この抵抗は、接地電極にペンキ、グリース等が付着しておらず、しっかりとアースに接地されている場合には、ほとんど無視できるとしています。

### (c) 接地の外囲体の抵抗

接地電極は、概念上は厚さがすべて同じ同心シェルで構成されている接地で囲まれています。接地電極に最も近いシェルは領域が最も小さいため、抵抗の割合が最も高くなります。以降の各シェルの領域は広がるため、抵抗は低減されます。最終的に、追加のシェルが電極を囲む接地への抵抗をほとんど示さない地点に到達します。

したがってこの情報に基づき、接地システムを取り付ける場合は接地抵抗を低減する方法に重点を置く必要があります。

## 接地抵抗に影響を与える要因

最初に、NEC コード (1987, 250-83-3) では、最小の接地電極の長さ (2.5 メートル) を土壤に接触させる必要があります。ただし、接地システムの接地抵抗に影響する次の 4 つの変数があります。

1. 接地電極の長さ / 深さ
2. 接地電極の直径
3. 接地電極の数
4. 接地システム設計

### 接地電極の長さ / 深さ

接地抵抗を低減する非常に有効な方法は、接地電極を深く打ち込むことです。土壤の抵抗には一貫性がなく、予測が非常に難しい場合があります。接地電極を取り付けるときは、凍結線より下にすることが重要です。これは、接地への抵抗が、周囲の土壤の凍結によって大きな影響を受けないようにするために行われます。

一般的に、接地電極の長さを 2 倍にすることで抵抗レベルをさらに 40% 下げることができます。場所によっては、岩盤や花こう岩など、接地ロッドを地中深くまで押し込めない場合があります。そうした場合には、代わりに基礎コンクリートを使用するなどの方法が考えられます。

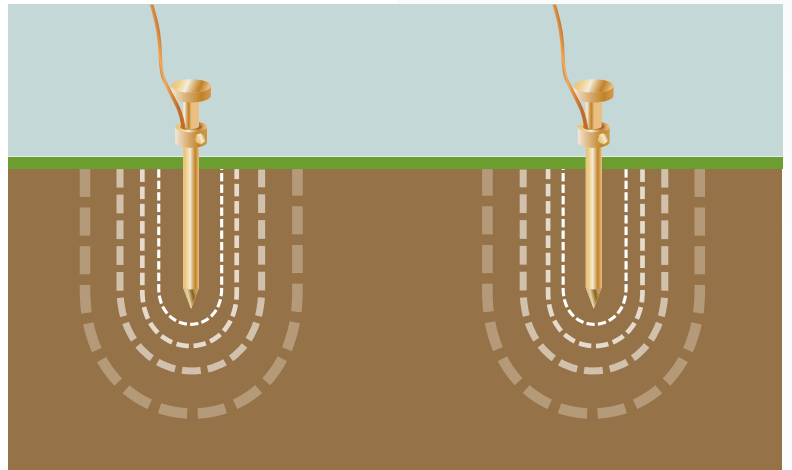
### 接地電極の直径

接地電極の直径を大きくすると、抵抗を下げる効果がごくわずかになります。たとえば、接地電極の直径を 2 倍にすると、抵抗は 10% しか下がりません。

## 接地電極の数

接地抵抗を下げるもう 1 つの方法は複数の接地電極を使用することです。この設計では、複数の電極が地中に打ち込まれ、並列に接続されるため、抵抗が低減されます。追加の電極を有効にするためには、追加のロッドのスペースを、少なくとも地中に打ち込んだロッドの深さと同じにする必要があります。接地電極に十分なスペースがない場合、その影響範囲が交差し、抵抗は低減されません。

特定の抵抗要件を満たす接地ロッドを取り付けるときに、以下の接地抵抗の表を参考にすると役に立ちます。土壌は層状になっており、均一であることはまれなため、この表は単なる目安として使用してください。抵抗値は大きく変化します。



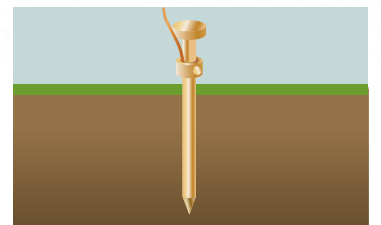
接地電極には、それぞれ固有の '影響範囲' がある。

## 接地システム設計

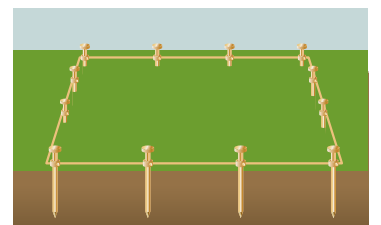
単純な接地システムは、地面に打ち込んだ 1 つの接地電極で構成されます。1 つの接地電極を使用するのが接地の最も一般的な形であり、この形は自宅や職場の外で見ることができます。複雑な接地システムは複数の接地ロッド、接続されたメッシュ・ネットワークやグリッド・ネットワーク、接地板、および接地ループで構成されています。これらのシステムは通常、発電サブステーション、セントラル・オフィス、基地局に設置されます。

複雑なネットワークでは、周囲の地面との接触範囲が大幅に増え、接地抵抗が低減されます。

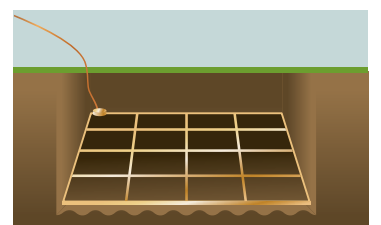
### 接地システム



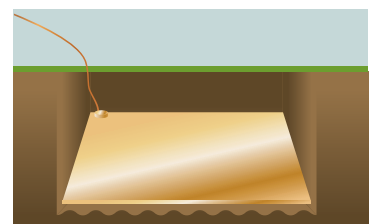
単一の接地電極



接続された複数の接地電極



メッシュ・ネットワーク



接地板

土壌の種類	土壌の抵抗 $R_g$	接地抵抗					
		接地電極の深さ (メートル)			接地線 (メートル)		
		$\Omega M$	3	6	10	5	10
非常に湿気のある土壌、沼状	30	10	5	3	12	6	3
農業土壌、ローム質 (粘土質) 土壌	100	33	17	10	40	20	10
砂質粘土土壌	150	50	25	15	60	30	15
湿気のある砂質土壌	300	66	33	20	80	40	20
コンクリート 1:5	400	-	-	-	160	80	40
湿気のある砂利	500	160	80	48	200	100	50
乾燥した砂質土壌	1000	330	165	100	400	200	100
乾燥した砂利	1000	330	165	100	400	200	100
砂利混じり土壌	30,000	1000	500	300	1200	600	300
岩石	$10^7$	-	-	-	-	-	-

# 接地テストの方式

接地テストには、次の 4 種類の方法があります。

- 土壤抵抗 (ステークを使用)
- 電位降下法 (ステークを使用)
- 選択的 (1 つのクランプおよびステークを使用)
- ステークレス (クランプのみを使用)

## 土壤抵抗率の測定

### 土壤抵抗を判別する理由

土壤抵抗率は、新しい施設 (未開発の土地での適用) で接地抵抗要件が満たされるように接地システムの設計を決定する際に最も必要になります。抵抗が生じる可能性が最も低い場所を見つけるのが理想的です。ただし、前述のとおり、より精巧な接地システムを使用することで、土壤条件が悪い場合でも克服できます。

土壤組成、含水率、および温度は、すべて土壤抵抗に影響を及ぼします。土壤が均一であることはほとんどなく、土壤抵抗は場所や深さによって異なります。含水率は季節によって変化し、地球の副層の特質や、永久地下水の深さに応じて変わります。一般に、より深い層では土壤や水の安定性が高まるため、可能な限り深い地点まで (可能であれば地下水面まで) 接地ロッドを埋設することをお勧めします。また、接地ロッドは温度が安定した場所に埋設する必要があります。たとえば、凍結線の下に埋設します。

効果的な接地システムにするには、考えられる最悪の状況に耐えるように設計する必要があります。

## 土壤抵抗の計算方法

以下で説明する測定手順では、1915 年に米国標準局 (US Bureau of Standards) の Frank Wenner 氏によって作成され、広く認められている Wenner 方式が使用されています。(F. Wenner. 接地抵抗の測定方式、正式文書、米国標準局、文書 12(4) 258、478 ~ 496 ページ、1915/16 年)

計算式は次の通りです。

$$\rho = 2 \pi A R$$

( $\rho$  = 深さ A での土壤抵抗。Ω・cm)

$$\pi = 3.1416$$

A = 電極間の距離 (cm)

R = テスト機器から測定された抵抗値 (Ω)

**注:** Ω・cm を 100 で割り、Ω・m に変換します。単位を確認してください。

**例:** 3 m の長さの接地ロッドを接地システムの一部として埋設することを決定しました。深さ 3 m 地点の土壤抵抗を測定するために、9 m のテスト電極間距離について検討しました。

土壤抵抗を測定するために Fluke 1625-2 を起動し、Ω 単位で抵抗値を読み取りました。この例では、抵抗の測定値は 100 Ω に想定しています。この場合、以下のことがわかります。

A = 9 m、および

R = 100 Ω

土壤抵抗は以下と等しくなります。

$$\rho = 2 \times \pi \times A \times R$$

$$\rho = 2 \times 3.1416 \times 9 \text{ m} \times 100 \Omega$$

$$\rho = 5655 \Omega \cdot \text{m}$$

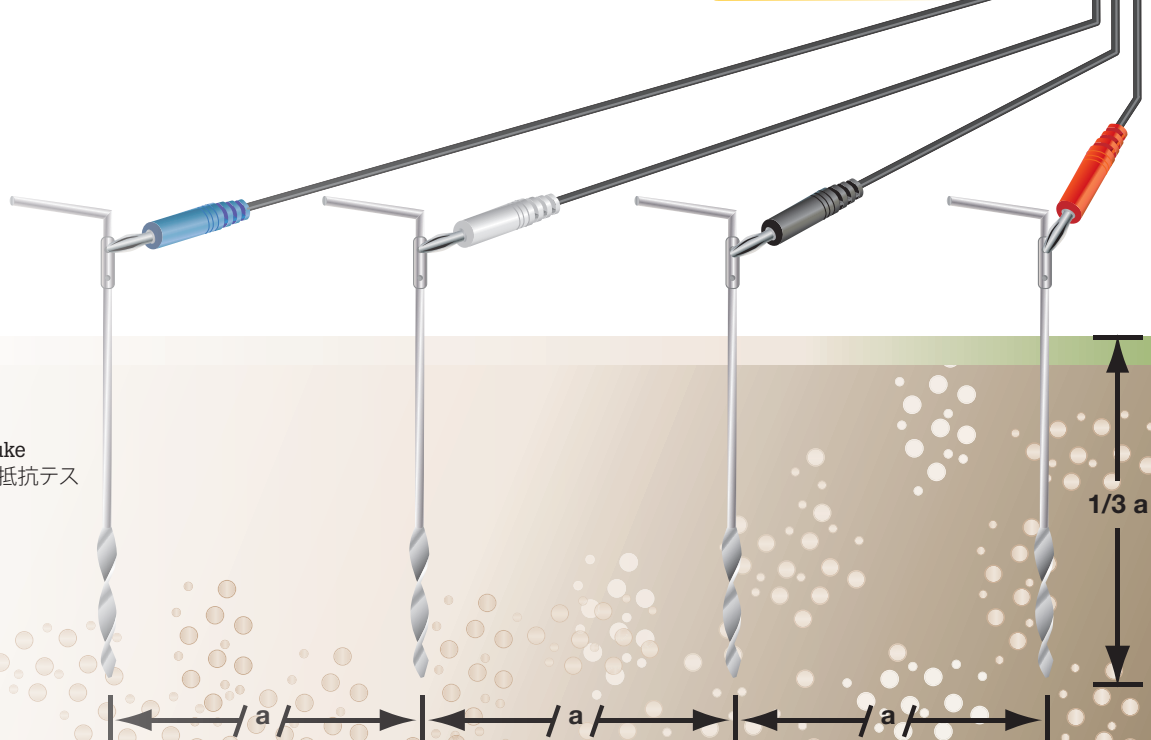
## 土壌抵抗の測定方法

土壌抵抗をテストするには、以下に示されているように接地テスターを接続します。

図からわかるように、4本の接地ステークがそれぞれ等距離で土壌にまっすぐに埋設されています。接地ステーク間の距離は、ステークの深さの3倍よりも長くする必要があります。このため、接地ステークの深さが30 cmの場合、ステーク間の距離は91 cmよりも長くする必要があります。Fluke 1625-2は2本の外部接地ステークを通る既知の電力を生成し、電位の減少が2本の内部接地ステーク間で測定されます。フルークのテスターはオームの法則 ( $V=IR$ ) を使用して、自動的に土壌抵抗を計算します。

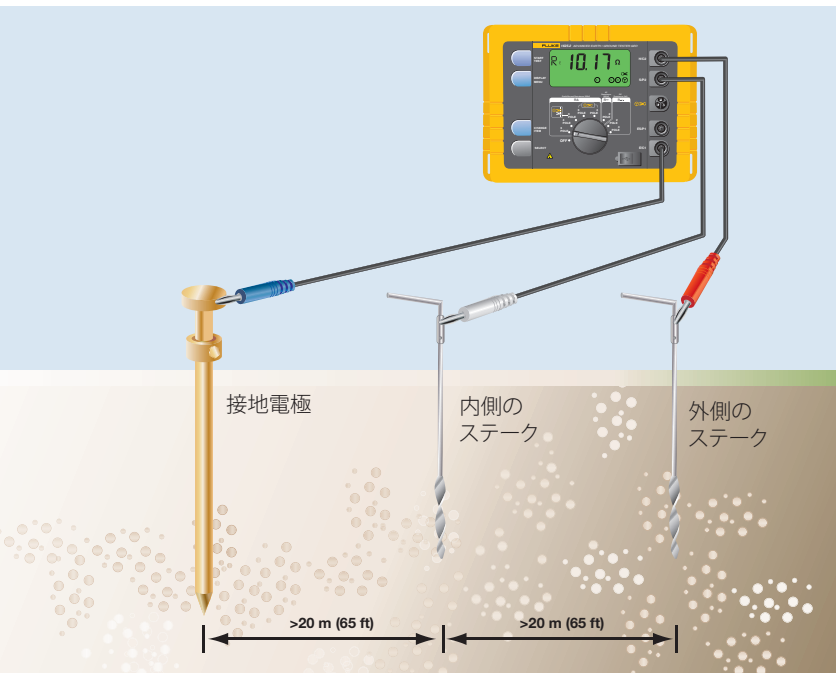
測定結果は、地中の金属片や帯水層により歪められ、無効化されることも少なくないため、ステークの軸を90度回転した位置で、追加の測定を行うことが推奨されます。深さと距離を数回変更することで、適切な接地抵抗システムを判別できるプロファイルが作成されます。

土壌抵抗測定は、接地電流やそれらの高調波の存在によって誤差が生じることがよくあります。これが起こらないようにするために、Fluke 1625-2は自動周波数制御 (AFC) システムを使用しています。このシステムはノイズを最小限に抑えたテスト周波数を選択することで、正確な測定値を取得することができます。



Fluke 1623-2 または Fluke 1625-2 を使用した土壌抵抗テストのセットアップ

# 接地テストの方式



## 電位降下測定

電位降下測定方式は、接地システムまたは個々の電極が 1 つのサイトからエネルギーを消散する能力を測定するために使用します。

## 電位降下テストの仕組み

最初に、該当する接地電極を現場から切断する必要があります。次に、テスターを接地電極に接続します。3 ポール電位降下法テストの場合は、2 つのアース・ステークを、土壤に接地電極から離して直線上に配置します。通常は、20 m のスペースで十分です。ステークの配置の詳細については、次のセクションを参照してください。

外部ステーク (補助アース・ステーク) と接地電極の間で Fluke 1625-2 によって既知の電流が生成され、内部アース・ステークと接地電極の間で電位の減少が測定されます。テスターでは、オームの法則 ( $V = IR$ ) を使って、接地電極の抵抗を自動的に計算します。

図に示されているように接地テスターを接続します。「START」を押して、 $R_E$  (抵抗) 値を読み取ります。これは、テスト対象の接地電極の実際の値です。この接地電極が他の接地ロッドと並列または直列になっている場合、 $R_E$  値はすべての抵抗の合計値になります。

## ステークの配置方法

3 ポール接地抵抗テストを実施するときには最高の精度を実現するためには、テスト対象の接地電極と補助接地の影響範囲外にプローブを配置することが重要です。

影響範囲外に配置しない場合、抵抗の影響範囲がオーバーラップし、実施している測定がすべて無効になります。この表を参考にすると、プローブ (内側のステーク) と補助接地 (外側のステーク) を適切に設定できます。

結果の精度をテストし、アース・ステークが影響範囲から外れるようにするには、内側のステーク (プローブ) 1 m をいずれかの方向に再配置して、新たに測定を行います。測定値 (30%) に大きな変化があった場合は、内側のステーク (プローブ) を再配置するとき測定値がほぼ一定になるまで、テスト対象の接地ロッド、内側のステーク (プローブ) および外側のステーク (補助接地) 間の距離を増やす必要があります。

接地電極の深さ	内側のステークまでの距離	外側のステークまでの距離
2 m	15 m	25 m
3 m	20 m	30 m
6 m	25 m	40 m
10 m	30 m	50 m



## 選択式測定

選択式テストは電位降下法テストと非常に類似しており、すべて同じ測定値が提示されますが、より安全性が高く、より簡単に使用できます。これは、選択式テストの場合、対象の接地電極とサイトの接続を切断する必要がないからです。技術者は接地を切断することで自らを危険にさらしたり、接地されていない構造内にいる他の作業員や電気機器を危険にさらしたりしなくて済みます。

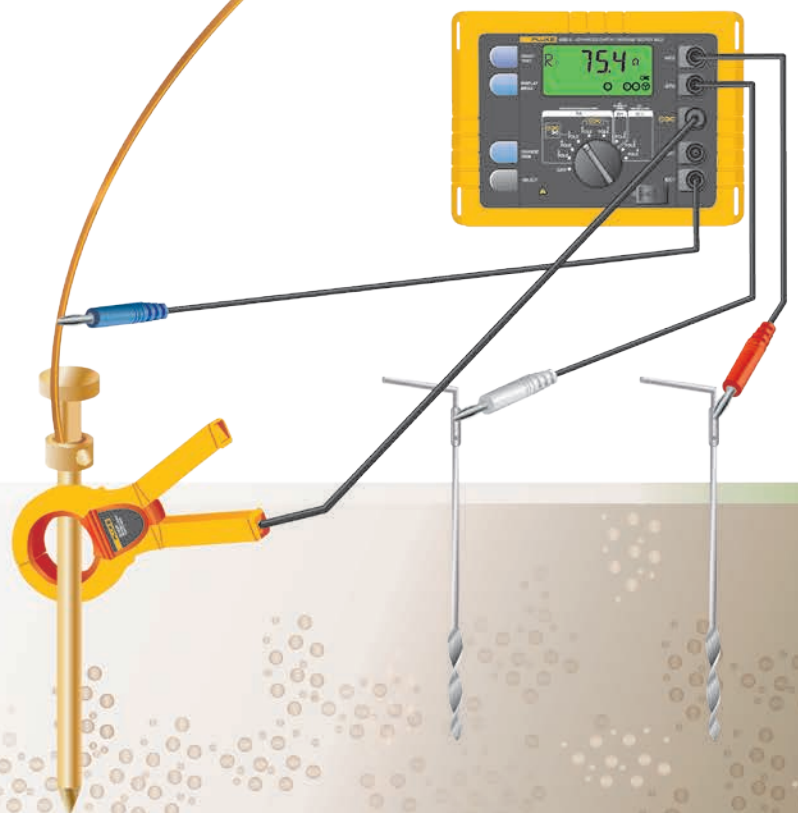
電位降下法テストの場合と同じように、2本の接地ステークが接地電極から離れた場所の土壤にまっすぐに設置されます。通常は、20メートルのスペースで十分です。次に、対象の接地電極にテスターが接続されます。サイトへの接続を切断する必要はありません。その代わりに、接地電極の周りに接地されたシステムで並列抵抗の影響を除去する特別なクランプを置き、対象の接地電極のみが測定されるようになります。

前述のように、外部ステーク (補助アース・ステーク) と接地電極の間で Fluke 1625-2 によって既知の電流が生成され、内部アース・ステークと接地電極の間で電位の減少が測定されます。対象の接地電極を通して流れる電流のみが、クランプを使用して測定されます。生成された電流はその他の並列抵抗も通って流れますが、クランプを通る電流 (つまり、対象の接地電極を通る電流) のみが抵抗の計算に使用されます ( $V = IR$ )。

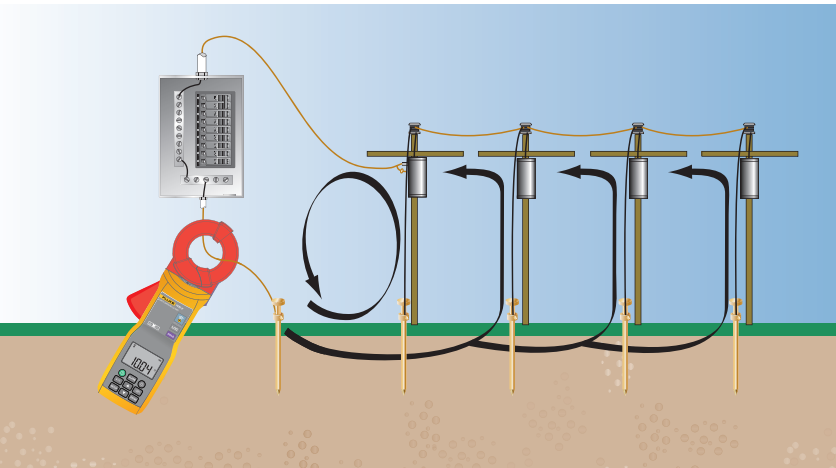
接地システムの合計抵抗を測定する必要がある場合、各接地電極抵抗は、個々の接地電極の周りにクランプを配置することで測定する必要があります。これで、接地システムの合計抵抗を計算で判別できます。

オーバーヘッドの接地または静的ワイヤーを使用して高電圧送電塔の個々の接地電極抵抗をテストするには、これらのワイヤーの接続が切断されている必要があります。塔のベースに複数の接地がある場合、それらを1つずつ切断してからテストする必要があります。Fluke 1625-2 のオプションの付属品 (320 mm 直径のクランプ変流器) を使用すると、接地リードやオーバーヘッドの静的 / 接地ワイヤーの接続を切断せずにそれぞれの脚の抵抗を個別に測定できます。

示されているように接地テスターを接続します。「START」を押して、 $R_E$  値を読み取ります。これは、テスト対象の接地電極での、実際の抵抗値です。



# 接地テストの方式



Fluke 1630-2 FC 接地抵抗測定用クランプを使用した  
スタークレス方式でのテスト電流の経路

## スタークレス測定

Fluke 1630-2 FC 接地抵抗測定用クランプでは、スタークレス方式の測定を使用して、マルチ接地システムの接地ループ抵抗を測定できます。このテスト技法により、危険が回避され、平行接地の切断や、補助接地スタークに適した場所を見つけるプロセスなど、時間を要する作業を行わなくても済むようになります。アース棒を地中に配置できないため以前はテストが困難だった、ビル内部や高圧線の鉄塔といった場所でも、接地テストを実行できます。

このテスト手法では、接地棒あるいは接続ケーブルに対して配置します。接地スタークは使用しません。1つ目のクランプで既知の電圧を誘導し、クランプ・ジョーの反対側で電流を計測します。クランプは、この接地ロッドでグラウンド・ループ抵抗を自動的に決定します。この手法は、商用施設や工業施設でよく見られるマルチ接地システムで、特に役に立ちます。多くの住宅環境で見られるように、接地への経路が1つしかない場合、スタークレス方式では許容可能な値を得ることができないため、電位降下テスト方式を使用する必要があります。

Fluke 1630-2 FC は、並列マルチ接地システムでは、すべての接地パスのネット抵抗は単一のパス（テスト対象のパス）と比較して極端に低いという原則に基づいて動作します。このため、すべての並列戻りパス抵抗のネット抵抗は、事実上ゼロです。スタークレス測定では、接地システムに並列な個々の接地ロッド抵抗のみが測定されます。接地システムが接地と並列ではない場合、オープン回路を使用するか、接地ループ抵抗を測定することになります。



Fluke 1630-2 FC を使用したスターク  
レス方式によるテストのセットアップ

## 接地インピーダンス測定

発電所、およびその他の高電圧/電流の環境でショートする可能性のある回路電流を計算する場合、インピーダンスは誘導要素や容量性要素によって生じるため、複雑な接地インピーダンスの特定は重要です。誘導性と抵抗性は大部分の場合に認識されるため、実際のインピーダンスは複雑な計算を使用して判別できます。

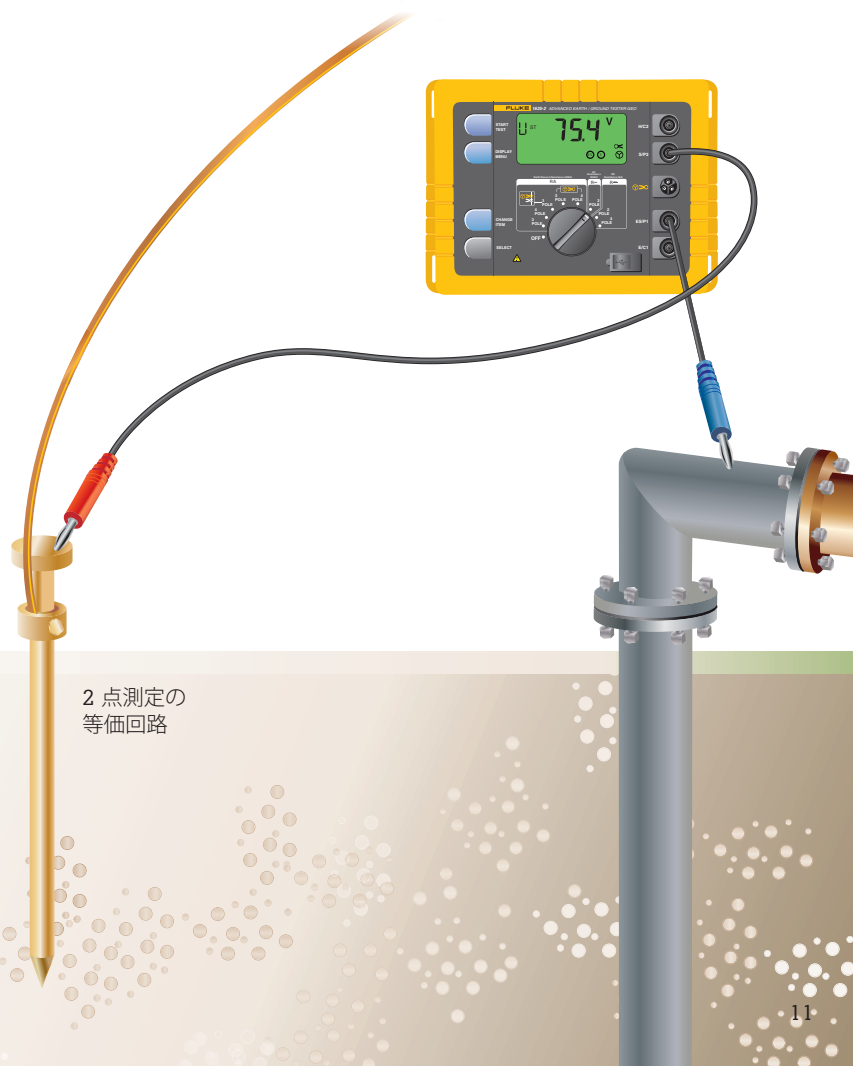
インピーダンスは周波数によって異なるため、Fluke 1625-2 は 55 Hz 信号を使用して、この計算が可能な限り電圧動作周波数と近くなるようにします。これにより、測定値は実際の動作周波数での値に近くなります。Fluke 1625-2 のこの機能を使用して、接地インピーダンスの正確な直接測定を行うことができます。

高電圧の送電線のテストに携わる電力設備の技術者の場合、2 つの点に注目しながら点検を行います。1 つは、落雷時の接地抵抗、もう 1 つは、送電線の特定のポイントでショートが発生した場合のシステム全体のインピーダンスです。この場合の回路のショートは、有効なワイヤーが緩み、塔の金属グリッドに触れてしまう状況を意味します。

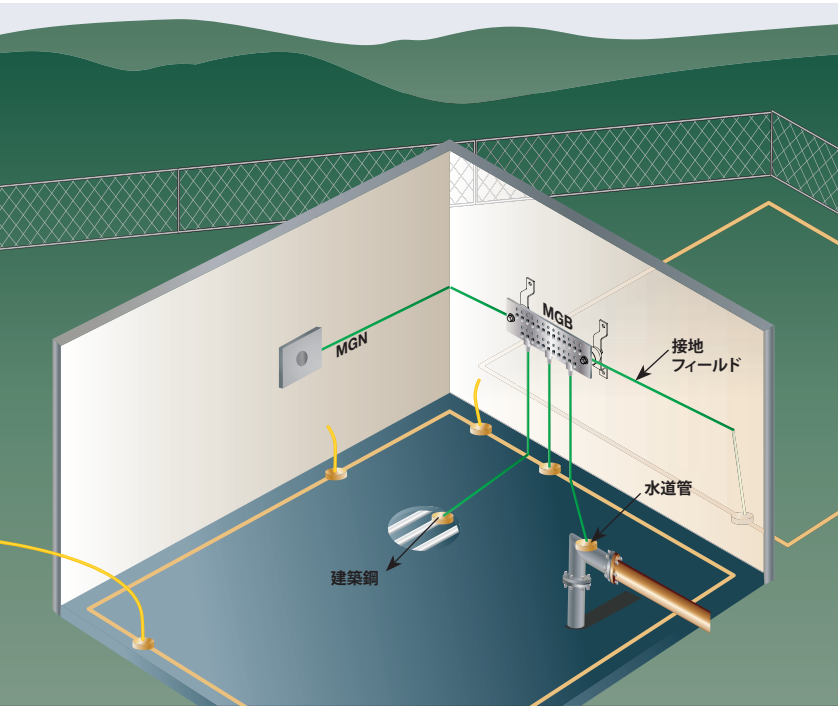
## 2 ポール接地抵抗

接地ステークの駆動が事実上不可能である場合、以下に示すように、Fluke 1623-2 および Fluke 1625-2 テスターでは 2 ポール接地抵抗 / 継続測定を行うことができます。

このテストを行うには、技術者は、すべて金属製の水道管など、適切な状態で既知の接地にアクセスする必要があります。この水道管は、絶縁継手またはフランジを除き、すべて金属製であり、十分に広範囲に及んでいる必要があります。多くのテスターとは異なり、Fluke 1623-2 および Fluke 1625-2 は比較的高い電圧 (250 mA を超える短絡電流) を使用してテストを実行し、安定した結果を確保します。



# 接地抵抗の測定



セントラル・オフィスの典型的なレイアウト

## セントラル・オフィス

セントラル・オフィスの接地検査を実施する場合、3つの異なる測定を行う必要があります。

テストを開始する前に、セントラル・オフィス内のMGB (主アース棒) を探し、使用されている接地システムのタイプを特定します。このページに記載されているように、MGB には以下に接続されているアース・リードがあります。

- MGN (複数に接地された中性点) または受信サービス
- 接地フィールド
- 水道管
- 構造または建築鋼

最初に、MGB の機能している個々のすべての接地に対してステークレス試験を実施します。このテストは、すべての接地が接続されていること、特に MGN に接続されていることを確認するために実施します。個々の抵抗を測定するのではなく、クランプした範囲のループ抵抗を測定するということに留意してください。図 1 に示されているように、Fluke 1625-2 または Fluke 1623-2、および誘導クランプとセンサー感知クランプの両方を接続します。これらは各接続に配置され、MGN のループ抵抗、接地フィールド、水道管、および建築鋼のループ抵抗を測定します。

2 番目に、図 2 に示されているように MGB に接続して、全接地システムの 3 ポール電位降下法テストを実行します。リモート接地まで達するようにするために、多くの電話会社では 1 マイルもの長さの未使用ケーブル・ペアを使用しています。測定値を記録します。少なくとも年に 1 回の頻度でこのテストを繰り返してください。

3 番目に、Fluke 1625-2 または Fluke 1623-2 の選択式テストを使用して、接地システムの個々の抵抗を測定します。図 3 に示されているように、フルークのテスターを接続します。MGN の抵抗を測定します。この値は、MGB の特定の脚の抵抗です。次に、接地フィールドを測定します。この測定値が、セントラル・オフィス設置フィールドの実際の抵抗値です。次に水道管を測定し、続いて建築鋼の抵抗の測定を実施します。オームの法則を使用すれば、これらの測定値の正確さを簡単に確認できます。計算時に、個々の脚の抵抗はシステム全体の抵抗と等しくなる必要があります (すべての接地要素を測定することはできないため、妥当な誤差は容認してください)。

これらのテスト方式で、接地システムでの個々の抵抗とそれらの実際の動作がわかるため、セントラル・オフィスの最も正確な測定値が得られます。正確ではあっても、落雷や故障電流が発生した場合には、すべてのものが接続されているため、測定値からはシステムがネットワークとしてどのように動作するかはわかりません。

**これを証明するには、個々の抵抗でいくつかの追加テストを実施する必要があります。**

最初に、MGB から出ている各脚に対して 3 ポール電位降下法テストを実行します。もう一度オームの法則を用います。これらの測定値はシステム全体の抵抗と等しくなる必要があります。計算結果から、 $R_E$  合計値の 20% から 30% 離れていることがわかります。

最後に、選択式ステークレス方式を使用して、MGB のさまざまな脚の抵抗を測定します。これはステークレス方式のようですが、2 つの別個のクランプを使用するという方法が異なります。MGB につながるケーブルの周りに誘導電圧クランプを配置します。MGB は接地システムとは並列の受信電力に接続されているため、その要件を達成しました。センサー感知クランプを取り、接地フィールドに延びている接地ケーブルの周りにそれを配置します。抵抗を測定すると、これは接地フィールドと MGB の並列パスの実際の抵抗となります。また、電気抵抗は非常に低いため、測定値に実質的影響はありません。この処理は、接地バーのその他の脚に対しても繰り返し実施できます (つまり、水道管および建築鋼)。

ステークレス選択式方式を使用して MGB を測定するには、水道管へのラインの周りに誘導電圧クランプを配置し (銅製の水道管の抵抗は非常に低いため)、MGN のみに対する抵抗が測定されるようになります。

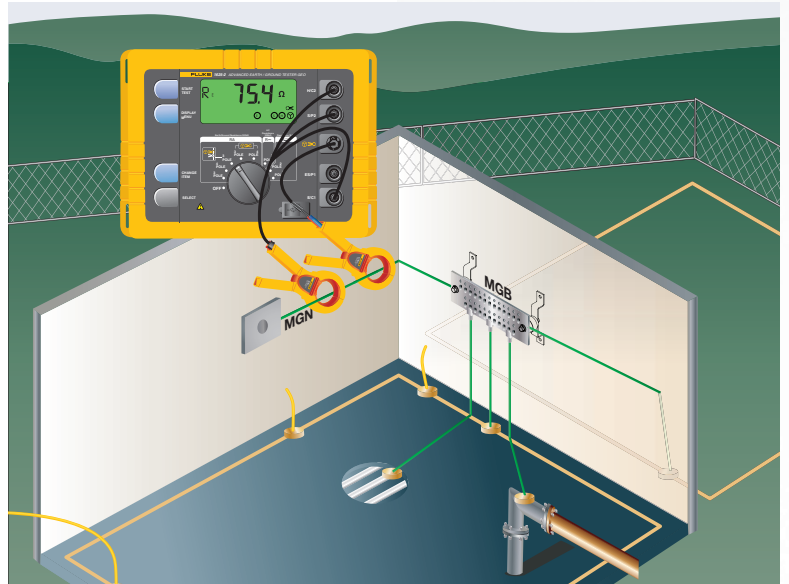


図 1: セントラル・オフィスのステークレス試験

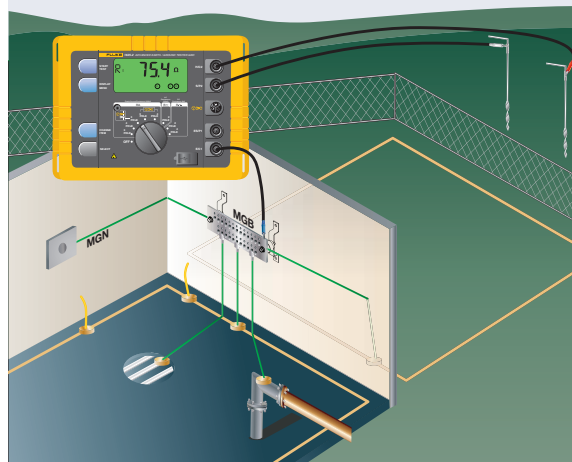


図 2: 接地システム全体に 3 ポール電位降下法テストの実行する

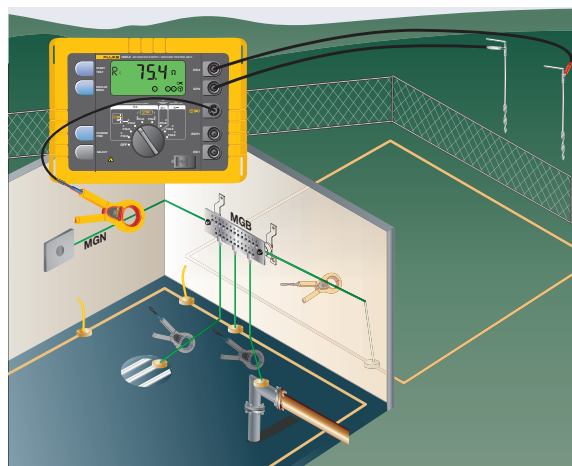
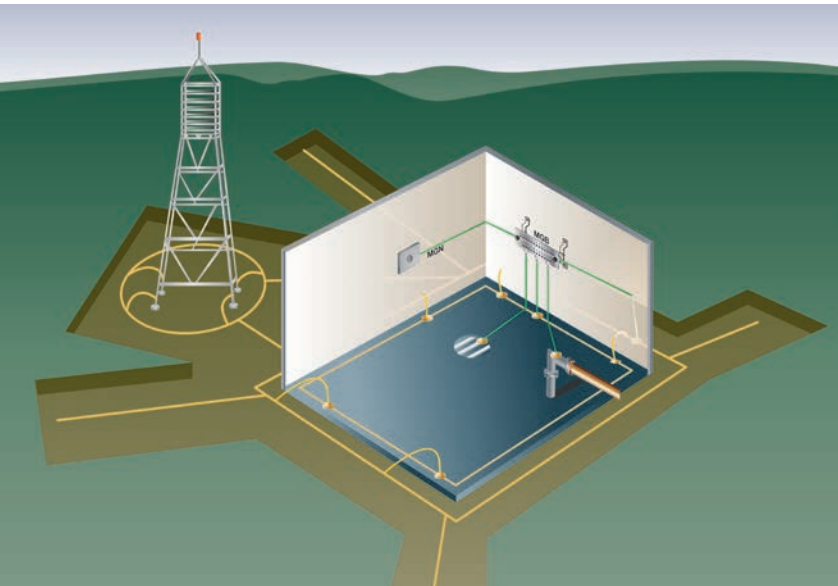


図 3: 選択式テストを使用して、接地システムの個別の抵抗値を測定する

# その他の接地抵抗アプリケーション



携帯電話中継塔設置時の一般的なセットアップ

## 適用場所

Fluke 1625-2 を使用して接地システムの能力を測定できる特定の適用事例が、ほかに 4 つあります。

## 携帯サイト / マイクロウェーブおよび無線塔

大部分の場所では、4 本の脚がそれぞれ別個に接地された四脚塔が使用されています。これらの接地は銅ケーブルに接続されています。塔の横にはセル・サイト・ビルがあり、すべての伝送機器が格納されています。ビルの中にはハロー・グラウンドと MGB があり、ハロー・グラウンドは MGB に接続されています。セル・サイト・ビルは銅ケーブルで MGB に接続された 4 つのすべてのコーナー部分で接地されており、この四隅は銅ワイヤーで相互に接続されています。ビルの接地リングと塔の接地リングの間も接続されています。

## 電気サブステーション

サブステーションは、伝送および配布システム上の補助ステーションであり、通常、電圧は高電圧から低電圧に変換されます。一般的なサブステーションには、ライン終端構造、高電圧スイッチギア、1 つ以上の電力変圧器、低電圧スイッチギア、サージ保護、コントロール機能、および測定機能が含まれています。

## リモート・スイッチング・サイト

リモート・スイッチング・サイトはスリック・サイトとも呼ばれ、デジタル・ライン・コンセントレーターとその他の電気通信設備が動作しています。一般に、リモート・サイトはキャビネットのいずれかの終端で接地されており、キャビネットの周りには銅ワイヤーで接続された一連の接地ステークがあります。

## 商業 / 産業サイトでの落雷保護

落雷による故障電流保護システムの大部分では、ビルの四隅すべてを接地する設計を採用し、多くの場合、これらは銅ケーブルで接続されています。ビルの規模と、達成するように設計されていた抵抗値によって、接地ロッドの数は変わります。

## 推奨テスト

どの適用場所でも、エンド・ユーザーは、ステークレス測定、3 ポール電位降下法、および選択式測定法の 3 種類の測定を行う必要があります。

## ステークレス測定

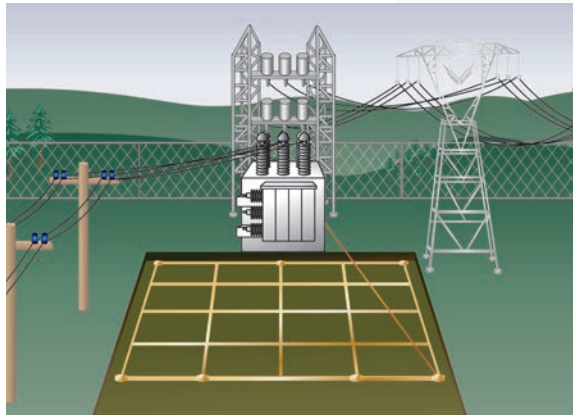
最初に、以下でステークレス測定を行います。

- 塔のそれぞれの脚と、ビルの四隅  
(セル・サイト / 塔)
- すべての接地接続  
(電気サブステーション)
- リモート・サイトに延びるライン  
(リモート・スイッチング)
- ビルの接地ステーク  
(落雷保護)

すべての適用対象について、これはネットワーク接地であるため、実際の接地抵抗測定値ではありません。これは主に、サイトが接地されており、電気接続があり、システムが電流を渡せることを検証するための接続テストです。

### 3 ポール電位降下法

2 番目に、3 ポール電位降下法方式を使用して、システム全体の抵抗を測定します。ステーク設定の規則に留意してください。この測定を記録し、少なくとも年に 2 回の頻度で実行する必要があります。この測定は、サイト全体の抵抗値です。

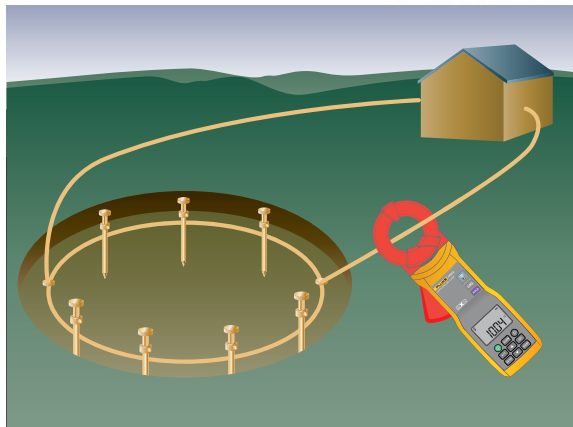


変電所の一般的なセットアップ

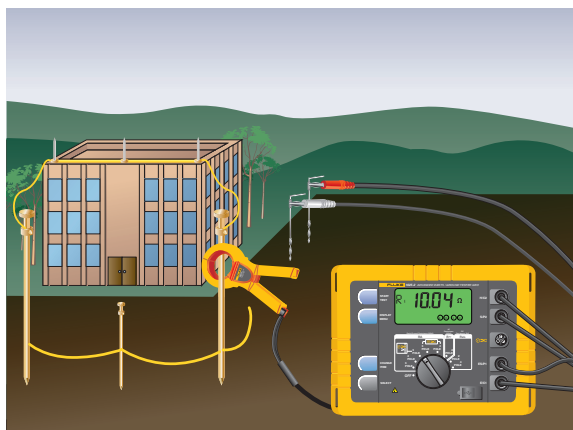
### 選択式測定

最後に、選択式テストを使用して個々の接地を測定します。この測定では、個々の接地の整合性とそれらの接続を検証し、接地電位が極めて均一なスループットであるかどうかを判別します。他の測定値よりも変動性の大きい測定値があれば、その理由を判別する必要があります。以下の場所で抵抗を測定する必要があります。

- 塔のそれぞれの脚と、ビルの四隅 (セル・サイト / 塔)
- 個々の接地ロッドとそれらの接続部 (電気サブステーション)
- リモート・サイトの両端 (リモート・スイッチング)
- ビルの四隅すべて (落雷保護)



リモート・スイッチング・サイトでのステークレス試験の使用



落雷保護システムでの選択式テストの使用

# 接地関連製品



Fluke 1625-2 Advanced GEO 接地  
テスター



Fluke 1623-2 Basic GEO 接地  
テスター



Fluke 1630-2 FC 接地抵抗測定用  
クランプ

## テスター製品全リスト

Fluke 1623-2 および Fluke 1625-2 は、4 種類すべての接地抵抗測定が可能な独自の接地テスターです。

### Fluke 1625-2 の拡張機能：

- 自動周波数制御 (AFC) – 存在する干渉を特定し、影響を最小限に抑えるように測定周波数を選択。より正確な接地抵抗値の測定が可能
- R\* 測定 – 55 Hz で接地インピーダンスを計算。接地への障害で見られる接地抵抗をより正確に反映
- 調整可能なリミット – すばやいテストが可能

### Fluke 1630-2 FC の拡張機能：

- シングル・クランプによるステークレス試験
- 測定値のロギング – 事前に設定されたロギング間隔で、最大 32,760 の測定値をメモリに格納
- しきい値によるアラーム機能 – ユーザー定義の HI/LO 警告範囲のサポートにより、迅速な測定評価が可能
- バンドパス・フィルター機能 – 選択可能なバンドパス・フィルター機能で、AC 漏れ電流の測定結果から不要なノイズを除去可能
- Fluke 1630-2 FC は、拡張を続けるテスト・ツールおよび装置メンテナンス・ソフトウェアの相互接続システムに対応 **Fluke Connect** システムの詳細については、ウェブサイト ([flukeconnect.com](http://flukeconnect.com)) をご覧ください。



Fluke 1625-2 コンプリート・キット



Fluke 1630-2 FC ( ループ抵抗標準器および携帯用ハード・ケース付 )

## オプション・アクセサリ

320 mm スプリット・コア変圧器 ( 塔のそれぞれの脚で選択式テストを実施するときに使用 )

## 接地テスター比較表

製品名	電位降下		選択式	ステークレス	2 ポール方式
	3 ポール	4 ポール / 土壌	1 クランプ	2 クランプ	2 ポール
Fluke 1621					
Fluke 1623-2					
Fluke 1625-2					
Fluke 1630-2 FC					

**Fluke. 動き続ける世界を支える**

**Fluke Corporation**  
PO Box 9090, Everett, WA 98206 U.S.A.

**Fluke Europe B.V.**  
PO Box 1186, 5602 BD  
Eindhoven, The Netherlands

お問い合わせ先:  
フルーク  
特約店営業部  
TEL : 03-6714-3114  
FAX : 03-6714-3115  
URL : [www.fluke.com/jp](http://www.fluke.com/jp)

©2013, 2014, 2017 Fluke Corporation.  
仕様は、予告なく変更される場合があります。  
2/2017 4346628c-jp

世界で最も信頼されているツール