

サンアース接地

●当社では、接地に関する調査、施工設計、施工、完成検査までの一環した業務を受注できる態勢が整っていますので、お気軽にご相談を賜りますようお願いいたします。

お問い合わせ

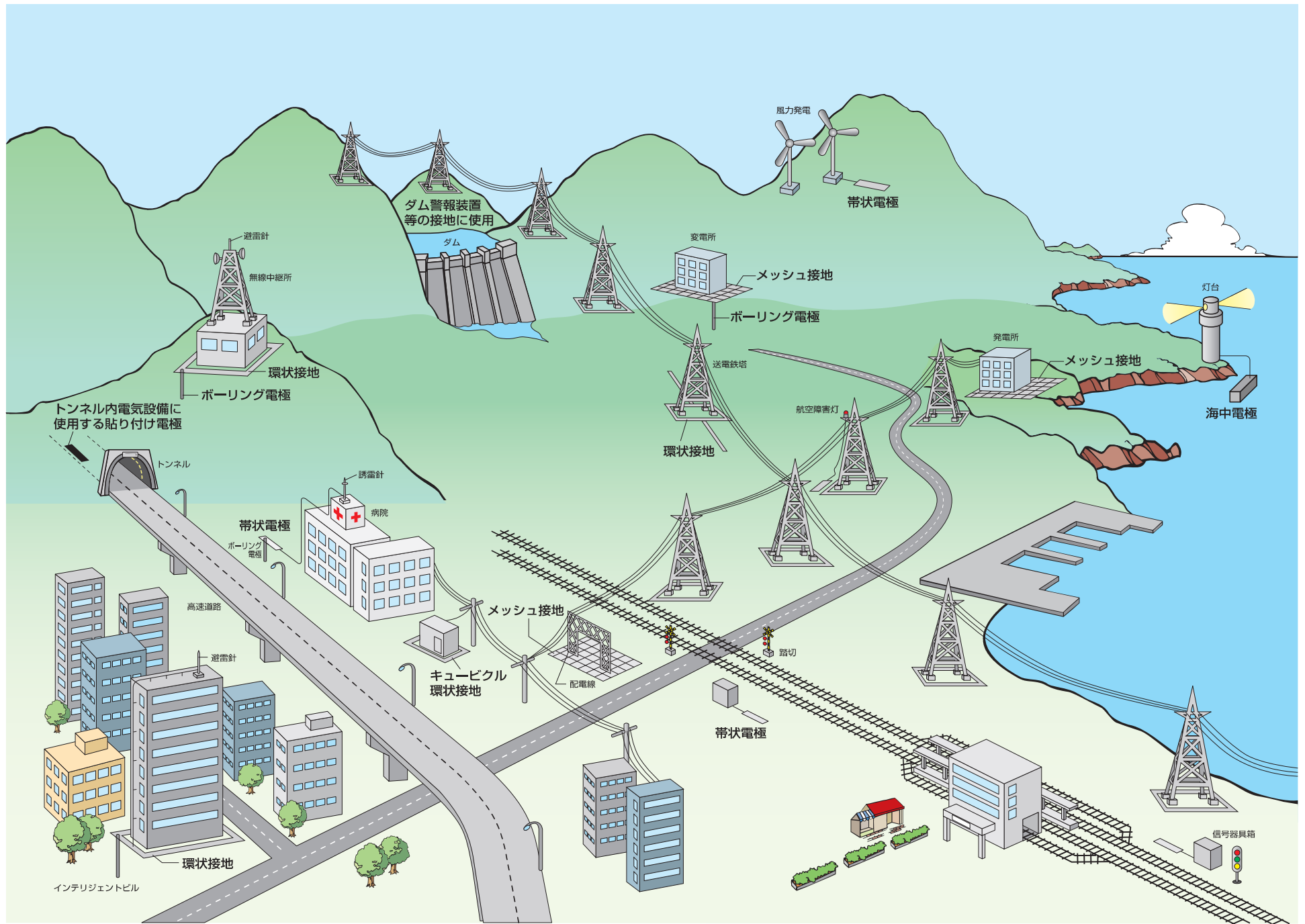
株式会社 サンコーシヤ

本 社	〒141-0032 東京都品川区大崎2丁目11番1号大崎ウエストタワー18階	TEL: 03-3491-7181 (代)	FAX: 03-3494-7574 (代)
		03-3491-2525 (本社)	03-5496-4289 (営業部)
北 海 道 支 店	〒060-0062 北海道札幌市中央区南二条西10丁目1番4号 第2サントービル7F	TEL: 011-271-0050	FAX: 011-271-0072
東 北 支 店	〒980-0811 宮城県仙台市青葉区一番町2丁目7番12号 南町通MXビル7F	TEL: 022-223-8131	FAX: 022-267-6305
中 部 支 店	〒468-0058 愛知県名古屋市中区錦田西2丁目110番1号	TEL: 052-680-8821	FAX: 052-680-8828
関 西 支 店	〒530-9051 大阪府大阪市北区大塚南町2番22号 南千代ビル5F	TEL: 06-6361-7801	FAX: 06-6361-5540
中 国 支 店	〒730-0015 広島県広島市中区松本町9番7号 セル博大6F	TEL: 082-222-3548	FAX: 082-222-3549
株 式 会 社 九 州 山 光 社	〒810-0004 福岡県福岡市中央区渡辺通2丁目8番10号	TEL: 092-761-4336	FAX: 092-712-3126
株 式 会 社 北 陸 サ ン コ ー シ ヤ	〒930-0004 富山県富山市桜通通り1番18号 北日本報徳ビル8F	TEL: 076-432-5210	FAX: 076-432-4736
相 模 テ ク ノ セ ン タ ー	〒252-0212 神奈川県相模原市中央区宮下1丁目1番12号	TEL: 042-772-5111	FAX: 042-770-0295

<http://www.sankosha.co.jp>

1-5-1/S-50/22.10

 株式会社 サンコーシヤ



接地の知識	4
接地とは何か	4
接地の必要性	4
接地工法の種類と特徴	4
現地調査	5~6
大地抵抗率とは	5
ウェンナーの4電極法による大地抵抗率の測定	5
棒電極(接地棒)による簡易的測定方法	6
当社の接地業務フローチャート	7
接地設計	8~9
土壌解析	8
平均大地抵抗率の計算	8
等価大地抵抗率の計算	8
サンアース帯状工法の接地設計	9
サンアースポーリング工法の接地設計	9
サンアース接地の特色	10~13
接地抵抗低減材の分類	10
優れた接地効果	10
簡単な施工で経済的接地	10
腐食防止効果	10
サンアース帯状工法の経年変化	11
無公害な接地	11
簡単な施工で大きな接地抵抗低減効果	13
サンアース帯状施工と裸硬鋼より線の接地抵抗値比較について	13
サンアース帯状工法	14
施工方法	14
サンアース帯状工法の施工例	14
ポーリング工法(深埋設接地工法)	15
サンフレックス線工法	16
杭打ち工法	17
サントイアース工法	18
貼り付け工法(D種接地専用)	19
サンアース海中電極	20
スパイラルアース工法(D種接地専用)	21
サンフレックスキット	22
羽根付きアース	23
接地抵抗の測定	24
接地抵抗の測定	24
サージインピーダンス測定	24
測定器一例	24
接地工事 施工写真(風力発電所)	25
接地工事 施工写真(太陽光発電所)	26

■ 接地の知識

○ 接地とは何か

接地とは、いろいろな機器や設備、構造物を導体によって大地と電気的に接続することです。接地される設備には各種電気設備(電力、信号、通信、無線等)や、避雷設備(避雷針、避雷器等)および電気防食設備などがあります。

接地の目的が何であれ、接地を施工するには大地と電気的な接続を行うための接地極が必要になります。この接地極は経済性、施工面積等を考慮して種々の工法が行われています。

○ 接地の必要性

人類が電気を使用するようになってから、接地はなくてはならないものであり、現在使用されている機器すべてに接地が施されています。

接地工事の目的としては、次のことが考えられます。

- (1) 漏電による感電及び火災事故の防止
 - (2) 異常電圧の抑制
 - (3) 静電気障害の防止
 - (4) 通信障害の防止
 - (5) 雷による災害の防止
 - (6) 保護継電器類の確実な動作
- 以上のような防止効果により、人体や機器装置等を保護するものです。

○ 接地工法の種類と特徴

接地工事にあたって、希望する接地抵抗値を確保するにはどのような接地極を埋設したらよいかを考えねばなりません。当然、用地の形状、面積および建造物等による制約があり、さらに将来の工事計画に対する配慮等も必要となってきます。

現在行われている代表的な接地工法の特徴を表1に示します。

表1 代表的な接地工法とその特徴

電極種別、分類	施工方法	特 徴			
		施工面積	経年性	経済性	
棒電極	打ち込み工法	連結式接地棒などを地表面から打ち込む簡易的な工法	狭い	良	優
深埋設電極	ポーリング工法	地表面から垂直方向に深く掘削した孔に電極と接地抵抗低減材を充填する工法	狭い	優	可
板電極	接地板工法	銅板(900×900mm等)を水平または垂直に埋設	中位	優	良
帯状電極	サンアース帯状工法	銅より線の周囲にサンアースを敷設	中位	優	優
	サンフレックス工法	導電被覆線サンフレックス線とサンアースを併用	中位	特に優れている	優
水平電極	埋設地線工法	銅より線を浅く水平に敷設	中位	良	良
	メッシュ接地工法	銅より線を網目状にして水平に敷設	広い	良	可
接地抵抗低減法	導電性コンクリート系の低減材	銅より線などの接地極周囲に導電性コンクリート系物質を敷設	中位	優	良
	電解質系の低減剤	接地極周囲に電解質系溶液(土壌改良剤)を注入する。人畜、植物などへの影響に十分な注意が必要	中位	要注意	良

■ 現地調査

○ 大地抵抗率とは

単位体積(1m³)あたりの土壌の電気抵抗であり、その値は絶えず変動しています。大地抵抗率に影響を与える大きな要因は土壌の水分と温度です。一般的に気温の高い夏は低く、気温の低い冬には高くなります。また、土壌が水を含むと大地抵抗率は急速に低下します。

接地極の接地抵抗はその工事が行われる地点の大地抵抗率に比例し、大地抵抗率の低い地点ほど低い接地抵抗が得やすくなります。したがって、接地極の設計と施工にあたっては、その工事地点における大地抵抗率を知ることが非常に重要です。日本の大地抵抗率地図を図1に示します。

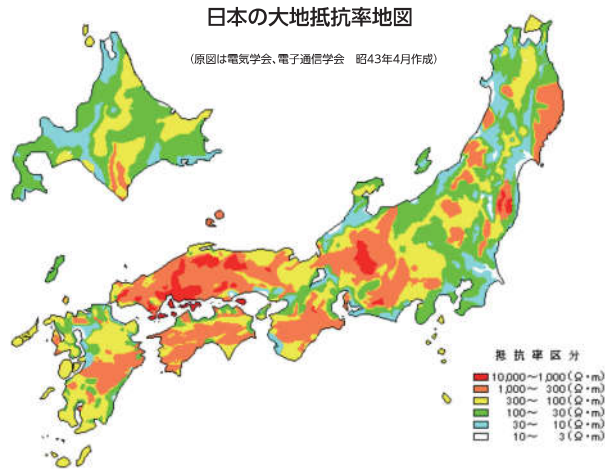


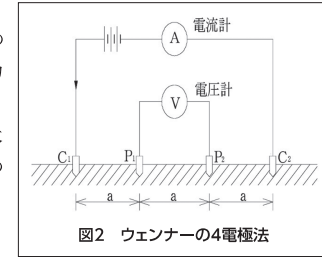
図1 日本の大地抵抗率地図

○ ウェンナーの4電極法による大地抵抗率の測定

大地抵抗率の測定方法として、もっとも広く用いられているのは、ウェンナーの4電極法と呼ばれる方法です。図2に示すように、4本の電極を一直線上に等間隔に打ち込み、電極C1~C2間に交流電流を流し、P1~P2間に生じた電位差を測定します。電位差の測定値をそのときの通電電流で割れば抵抗値R(Ω)が求まり、電極間隔をa(m)とすれば次式から大地抵抗率ρ(Ω·m)を求めることができます。

ここで、電極間隔aを大きくすれば電流Iはそれだけ地中の深いところまで分流し、その深さまでの大地抵抗率の平均値が測定できます。地中に金属などが埋設されていると、その抵抗値の影響を受けることとなりますので、正確な大地抵抗率を測定するには、配列の方向を変えて、多くの測定値をとって検討する必要があります。

$$\rho = 2\pi a R$$



○ 棒電極(接地棒)による簡易的測定方法

ウェンナーの4電極法には、大地抵抗率測定器を使用しますが、現場では、簡易接地抵抗計により測定する方法があり、その場合には、予め長さ及び直径の分かっている接地棒を1本打ち込み、その接地抵抗値から大地抵抗率を逆算することができます。図3に示すように長さL(m)の接地棒を打ち込んだときの接地抵抗値をR(Ω)とすると

$$\rho = \frac{2\pi L R}{\ln\left(\frac{4L}{d}\right)}$$

となり、大地抵抗率ρ(Ω·m)が逆算できます。接地棒の抵抗値と大地抵抗率の関係性のグラフを図4に示します。

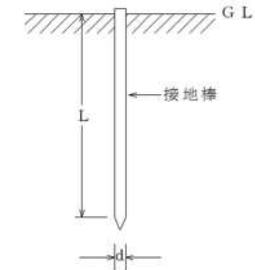


図3 簡易的測定方法

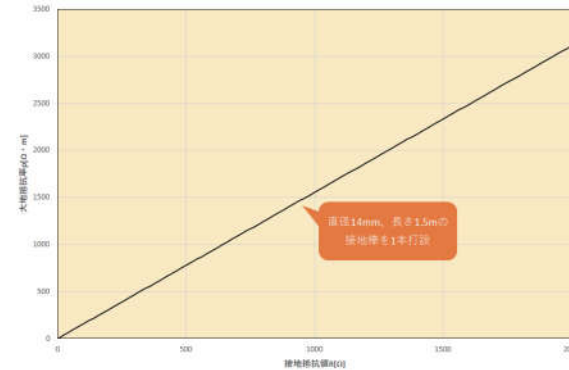
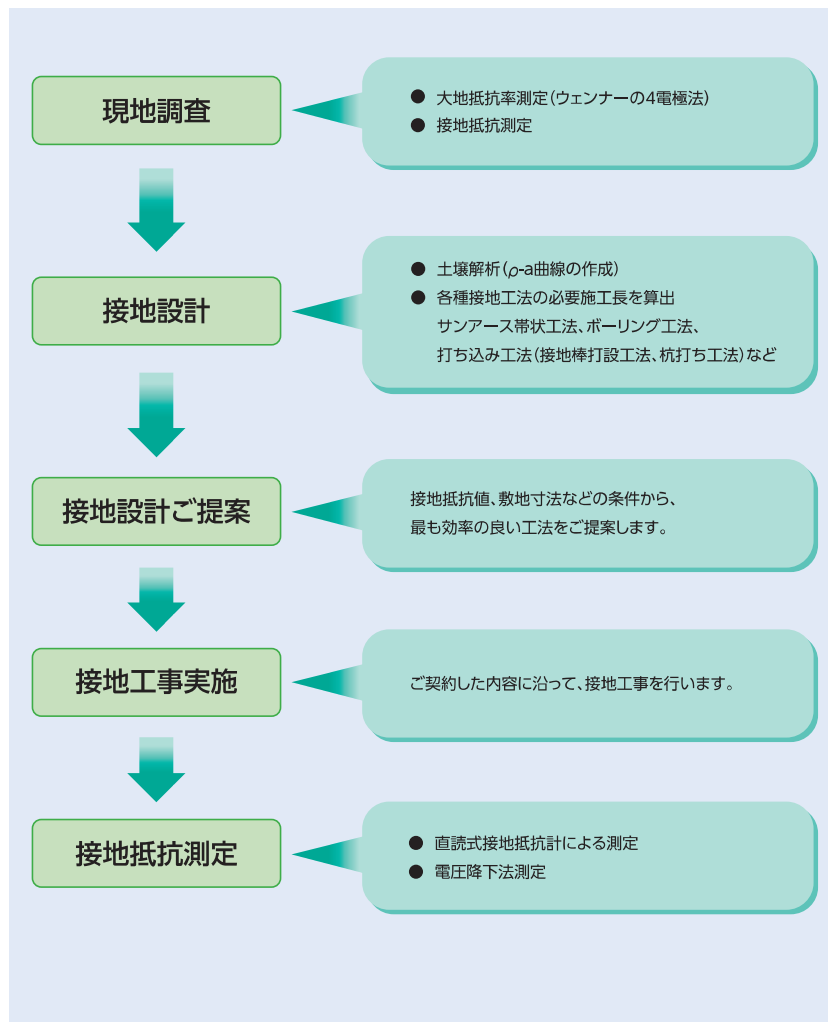


図4 接地棒の抵抗値と大地抵抗率の関係性ρ-Rグラフ

■ 当社の接地業務フローチャート



■ 接地設計

○ 土壌解析

ウェンナーの4電極法で得られた大地抵抗率のデータを基に、地層毎の大地抵抗率を土壌解析によって求めます。この地層毎の大地抵抗率の算出は、接地設計をする上で重要な役割を担います。通常のサンアース帯状工法では基本的には地表面から深さ5mまでの平均大地抵抗率を採用します。

また、ボーリング工法(深埋設接地工法)では出来る限り深い地層までの大地抵抗率を把握することで正確なボーリング設計ができます。ボーリングの接地設計では、掘削深度までの等価大地抵抗率を用いて計算します。

当社では開発した土壌解析プログラムを用いてρ-a曲線を作成し、接地設計を実施しています。

○ 平均大地抵抗率の計算

図5のような土壌解析が得られたとすると平均大地抵抗率(ρ)は、次式で表されます。

$$\rho = (T1 \times \rho1 + T2 \times \rho2 + T3 \times \rho3) / T$$

例えば図5で10mまでの大地抵抗率(ρ)は

$$\rho = (1.2 \times 300 + 2.5 \times 1200 + 6.3 \times 700) / 10 = 777 (\Omega \cdot m)$$

		地層毎の大地抵抗率	地層の厚さ
T (10m)	ρ 1	(300Ω・m)	T1 (1.2m)
	ρ 2	(1200Ω・m)	T2 (2.5m)
	ρ 3	(700Ω・m)	T3 (6.3m)

図5 地層毎の大地抵抗率例

○ 等価大地抵抗率の計算

同様に図5での等価大地抵抗率(ρm)は、次式で表されます。

$$\rho m = T / (T1 / \rho1 + T2 / \rho2 + T3 / \rho3)$$

深さ10mまでの等価大地抵抗率(ρm)は

$$\rho m = 10 / (1.2 / 300 + 2.5 / 1200 + 6.3 / 700) = 663 (\Omega \cdot m) \text{ となります。}$$

○ サンアース帯状工法の接地設計

図6に示すサンアース帯状工法の設計は、前記の平均大地抵抗率(ρ)を用いて行います。サンアース帯状工法の接地抵抗値R(Ω)は、次式で表されます。

$$R = \frac{\rho}{2.73L} \log \frac{4L}{WD}$$

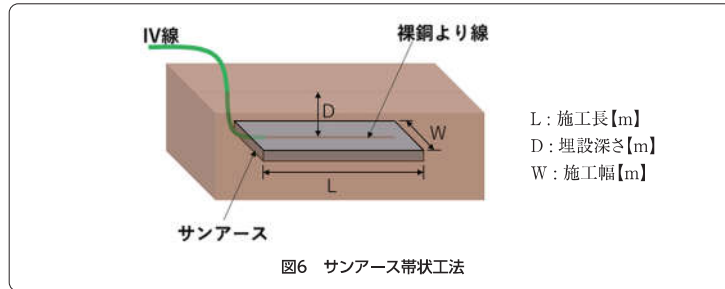


図6 サンアース帯状工法

○ サンアースボーリング工法の接地設計

図7に示すサンアースボーリング工法(深埋設接地工法)の接地設計は、掘削深度までの等価大地抵抗率(ρm)を用いて計算します。サンアースボーリング工法の接地抵抗値R(Ω)は、次式で表されます。

$$R = \frac{\rho m}{2.73L} \log \frac{4L}{d}$$

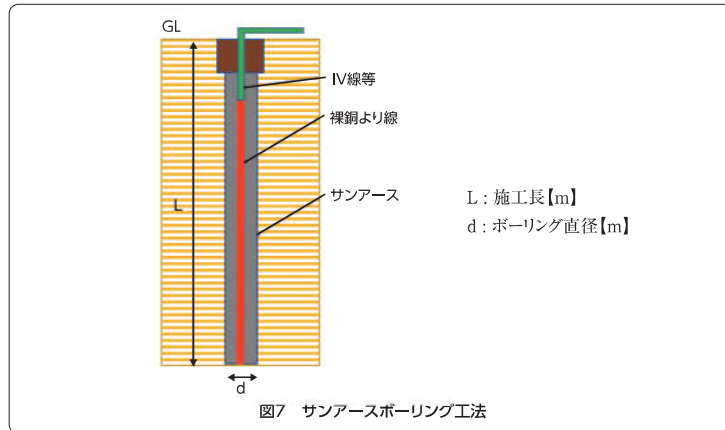


図7 サンアースボーリング工法

■ サンアース接地の特色

○ 接地抵抗低減材の分類

大地抵抗率が高い場所で低接地抵抗値を得るには、接地抵抗低減材が有効な手段となります。大きく分類すると電解質系と導電性コンクリート系の2種類に分けられ、電極周囲の抵抗率自体(土壌の抵抗率)を下げる電解質系と接地極の表面積を増大させて大地との接触面積を拡大することで接地抵抗を低減する導電性コンクリート系に分けられます。

電解質系は接地極周囲土壌の保水性や、電解質により導電性を高める目的で化学薬剤を使用する手法です。土壌に注入した薬剤は、一定時間後にゲル化してゼリー状となって留まり、その結果、土壌に埋設した接地極の接地抵抗値が下がります。注意事項としては効果が恒久的でないことと、電極に腐食を起こす可能性が否定出来ないなどがあります。また、土中流出による環境影響によく留意した選定をして、施工することが重要と考えられます。

次項では、当社が取り扱う導電性コンクリート系の接地抵抗低減材「サンアース」をご紹介します。

○ 優れた接地効果

粉粒体、粒組成であるため、土壌と同化して大きな表面積で大地に接触します。これにより、従来の接地低減材で得られなかった優れた特性が得られます。

○ 簡単な施工で経済的接地

帯状施工には、原則的に水は必要ありません。また、伐採根や岩盤突起物があっても施工に支障がないため、大幅な省力化が可能であり、傾斜地でも偏りがなく自由な形状であらゆる土壌に適します。

○ 腐食防止効果

土壌腐食に影響を及ぼす要因は様々ですが、サンアースで施工した銅より線は、単独で埋設した銅より線に比べて腐食がありません。

図8は銅より線の腐食例となります。

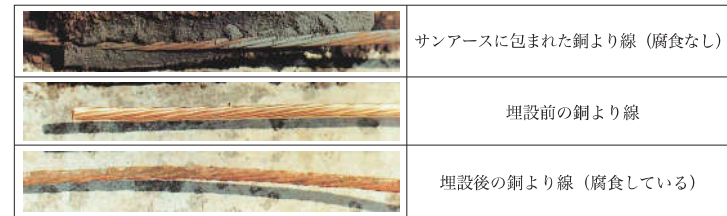


図8 銅線の腐食例

○ サンアース帯状施工の経年変化

図9はサンアースの経年変化による接地抵抗値を表しています。約20年間において接地抵抗値に大きな変動が無く、経年変化の影響をほとんど受けていないことが分かります。



図9 サンアース帯状施工 接地抵抗 経年変化

※プロット値はその年に測定した接地抵抗の平均値を示しています。

※このデータは当社敷地における試験結果となります。施工場所によって大地抵抗率が異なるため、同様の抵抗値が得られるとは限りません。

○ 無公害な接地

サンアースは化学的に非常に安定した物質であるため、地中への溶出や電解して変化することがありません。そのため、長期的に安定した接地極を作ることができます。サンアースの炭素分の諸元については表2のとおりであり、溶出試験結果は表3の通りです。

表2 サンアース炭素分の諸元

検査項目	重量比 (wt%)
水分	0.5
灰分	1.1
揮発分	1.3
固定炭素	97.6
全硫黄	0.38
窒素	0.82

表3 サンアース溶出試験結果

分析項目	分析結果	分析方法
シアン	0.025 mg/L 未満	JIS K 0102 38.1.2及び38.3
有機燐	0.1 mg/L 未満	昭和49年環告64号付表1
アルキル水銀	0.0005 mg/L 未満	昭和46年環告59号付表2
総水銀	0.0005 mg/L 未満	昭和46年環告59号付表1
カドミウム	0.01 mg/L 未満	JIS K 0102 55.1
鉛	0.01 mg/L 未満	JIS K 0102 54.2
砒素	0.01 mg/L 未満	JIS K 0102 61.2
六価クロム	0.05 mg/L 未満	JIS K 0102 65.2.1
ポリ塩化ビフェニル	0.0005 mg/L 未満	昭和46年環告59号付表3

○ 簡単な施工で大きな接地抵抗低減効果

裸銅より線単独での敷設と比較すると、サンアースを敷設しただけで、裸銅より線単独と比べて大きく接地抵抗を下げることができます。当社比較試験データを図10に示します。

○ サンアース帯状工法と裸硬銅より線の接地抵抗値比較について

施工長30m、施工幅0.5m、埋設深さ0.5mの溝を掘削し、38sq裸硬銅より線1条を5m～30mまでの6段階に敷設して接地抵抗値を順次測定します。同様に38sq裸硬銅より線1条にサンアース帯状工法を行い、接地抵抗値を順次測定しました。取得した接地抵抗値の比較表を表4に示します。

表4 サンアース帯状工法と裸硬銅より線の接地抵抗値比較

接地極種別／施工長【m】	5	10	15	20	25	30
裸硬銅より線の抵抗値【Ω】	135	76	52.5	41	33	28
サンアース帯状工法の抵抗値【Ω】	41	25	17.6	13.7	11.4	9.7
低減率【%】	69.6	67.1	66.5	66.6	65.5	65.4

※低減率⇒(裸硬銅より線の抵抗値-サンアース帯状工法の抵抗値)／裸硬銅より線の抵抗値

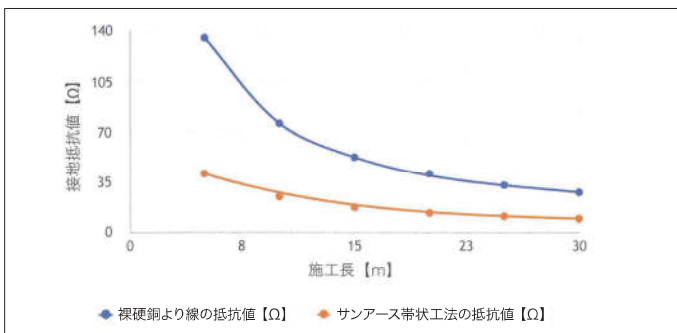
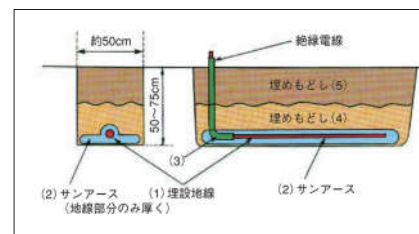


図10 サンアース帯状工法と裸硬銅より線の接地抵抗値比較

■ サンアース帯状工法

サンアースは土中の水分を吸収して自然に固化するので、水の運搬が困難な地域でも施工可能です。掘削孔に埋設地線を置いて、その地線を包み込むようにサンアースを敷設するだけの簡単な施工で接地工事を実施できます。なお、導電被覆線「サンフレックス線」を接地極に用いることで、より長寿命な接地極を形成できます。

○ 施工方法



- (1)埋設地線を敷設する。
- (2)埋設地線を完全に包み込むようにサンアースを敷設する。
- (3)絶縁電線の端末部もサンアースで覆う。
- (4)厚さ10cm程度丁寧に埋め戻して踏み固める。
- (5)土を完全に埋め戻す。

注:埋設地線がサンアースから飛び出している場合は、腐食防止効果が得られません。

○ サンアース帯状工法の施工例



■ ボーリング工法(深埋設接地工法)

発電所、変電所など用地確保が困難な場合には、地下深層部を利用したボーリング工法(深埋設接地工法)が有効です。ボーリング工法では、ボーリング機械で直径5～15cmの穴を地中深くあけ、接地極を挿入します。他の工法に比べてわずかな用地で非常に優れた接地抵抗を得ることができます。

当社のボーリング工法では水練りしたサンアースを接地極の周囲に注入することで土壌との接触面積を大きくします。これにより、接地極単体(銅より線等)よりも低い接地抵抗を得ることができます。

また、ボーリング工法は地中深くに接地極を埋設することができるため、季節による温度や湿度の影響を受けにくい電極を形成します。結果、年間を通して安定した接地抵抗値を確保できる工法となります。

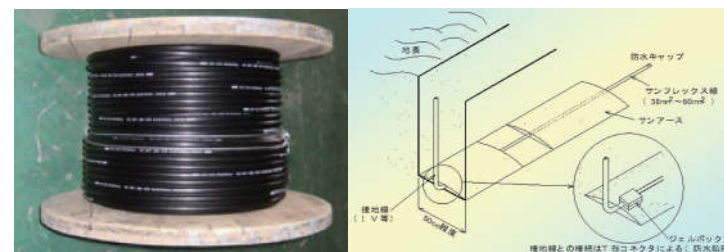


■ サンフレックス線工法

線路際など地中で直流電流が流れている箇所や、臨海工業地帯のような潮の満ち干きによって接地極が海水にさらされるような場所では、接地極の寿命は極端に短くなります。このような場所では、サンフレックス線を使用した施工が有効です。サンフレックス線は「導電被覆線」なので接地極が完全密閉型(防水)構造となります。そのため、厳しい環境でも長寿命を維持し、長期的に見ればきわめて経済的です。特に含水率が高い土壌や海水が染み出る場所には最適です。

導入効果(従来工法との比較)

項目	従来工法	サンフレックス線
施工方法	接地棒や銅板が一般的だが、状況により断線の恐れあり。埋設地線は接触面積が少ないため、低い接地抵抗が得にくい。	接地極が密閉型構造のため、腐食による断線が無く長寿命。サンアースを併用することで土壌の接触面積を増大させて抵抗値を低減可能。
取得接地抵抗	埋設地線工法では、高い大地抵抗率の土壌で低い接地抵抗値を得ることが困難。	接地抵抗を測定しながらの施工が可能で、抵抗値がすぐ分り無駄が少ない(取得抵抗値は従来のサンアース帯状施工と同様)。
施工の難易性	接地棒や銅板は土壌により施工が困難なことがある。	接続、分岐にジェルボックスや熱収縮チューブを使用しているため、ごく簡単な施工で確実な防水構造が得られる。



■ 杭打ち工法

接地極としてステンレス棒を採用していますので腐食がほとんどなく長寿命です。接地極の打込みには移動式の小型油圧式打設機を使用するため、狭いスペースでも短時間で施工が可能です。また接地極打設後には、堀削孔へ水練りしたサンアースを流し込むため、省スペースで低い接地抵抗を得ることが出来ます。さらに、接地線（IV線等）との接続部はジェルボックスによる防水構造となっています。

導入効果(従来工法との比較)

項目	従来工法	杭打ち工法
施工方法	接地棒が一般的だが、状況により断線の恐れあり。接続が1~2本のため、低い接地抵抗が得られない。	接地極にステンレス(SUS304)を使用しているため腐食がほとんどなく、長寿命。油圧式打設機で10m程度まで打ち込み実績有。
取得接地抵抗	接地棒工法等では低い抵抗がなかなか得られないため、追加施工が多い。	深い地層まで打設でき、またサンアースを充填するため低い接地抵抗の取得が可能。
施工の難易性	接地棒は土壌により深く打設することが困難な場合がある。	移動式小型油圧式打設機で作業は簡単。接続部はジェルボックス等で簡単に防水構造を確保。

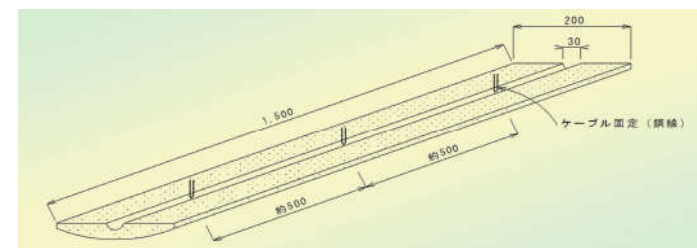


■ サントイアース工法

本工法は、接地抵抗低減材サンアースで固めたトイ状の「サントイアース」を用い、接地極を溝部に入れた上からサンアースで保護することにより、施工性と信頼性を大幅に向上させることが可能となりました。

導入効果(従来工法との比較)

項目	従来工法	サントイアース
施工方法	埋設地線のみによる環状やメッシュでの施工。低減材の敷設時に粉塵が舞い上がり、作業環境が悪化する。また施工後、接地極の腐食の問題も残る。	掘削した溝にサントイアースを敷設し、サントイアースの窪み部分に裸銅より線を置く。その上からサンアースを被せることで裸銅より線を保護することができる。
作業環境（湿潤）	施工箇所が湿潤状態の場合、ポンプによる排水等で作業が困難となる。また施工後、接地極の腐食の問題も残る。	施工箇所が湿潤状態でも、サントイアースはあらかじめ固化しているため、作業が容易で施工日数の短縮化が図れる。
取得接地抵抗	施工箇所の大地抵抗率によるが中～高抵抗地域では埋設地線のみによる環状施工では接地取得が困難。	サントイアースは土壌との接触面積が大きいので、埋設地線より低い接地抵抗が得られる。
施工性、寿命	銅より線等が直接土壌に接触するため、土壌や環境で接地極の腐食、断線が発生し、寿命が短縮される。	サントイアースと保護サンアースによるサンドイッチ構造のため、接地極の飛び出しがなく長寿命。



■ 貼り付け工法(D種接地専用)

トンネル内や高架橋上、ダム周辺等は接地極の施工スペースがなく、接地抵抗値の取得が困難な箇所といえます。トンネルは岩盤をくり抜いて作られるため、大地抵抗率は1000Ω・mを超える高抵抗地帯の可能性が高いです。また、高架上では土壌が無いことで接地を取るために地上まで接地線を引き下ろして接地工事をする必要があります。

上記ロケーションでの接地工事は作業の制約が多く、高額かつ長期施工を余儀なくされております。しかし、この貼り付け工法は事前調査の結果にもよりますが、コンクリート表面にサンアースを貼り付けることで簡単に接地抵抗値を取得することができます。

導入効果(従来工法との比較)

項目	従来工法	貼り付け工法
施工方法	土壌に接地棒を打ち込み、銅板を設置して接地抵抗を低減。打設困難な場合はボーリングによる接地工事を実施。	貼り付け工法は、あらかじめ計画した施工長に合わせて型枠を設置し、水練りしたサンアースを流し込んで施工するため無駄がない。
取得接地抵抗	大地抵抗率が中～高抵抗地域では、100Ω以下でも大規模施工を要する場合がある。	大規模な構造物に貼り付けることで接地抵抗の取得が可能。
施工日数	岩盤や高架橋上での作業の場合電極打設に時間が掛かる際や、ボーリングマシンの設置が困難な場合は、数日かかることが予想される。	貼り付け工法はサンアースを水で練って型枠内に貼り付け、表面に保護モルタルを施工する。硬化まで数日養生が必要であるがD種接地工事としては1日程度で完了することが多い。
寿命	土壌や環境における接地極の腐食、断線等で寿命が減少する恐れがある。	裸銅より線でも施工可能であるが、サンフレックス線(導電被覆線)を使用することで長寿命化が可能。



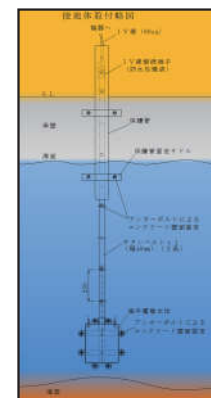
■ サンアース海中電極

灯台は岩壁の上に立てられることが多く、低い接地抵抗を得ることは、なかなか困難です。また洋上施設は接地をとる土壌がありません。そのため、海中に直接接地棒等を投入する例が見受けられます。海水そのものは、大地と比較して非常に低い抵抗率(0.3Ω・m程度)を有していますので、接地棒1本程度で10Ω以下の接地抵抗を得ることは簡単です。しかし、接地極や立ち上げ線が絶えず海水に接触するため、短期間で腐食が進行して断線等の事故が発生するリスクがあります。

サンアース海中電極は、電極本体をチタン棒とサンアースで形成し、海中からの立ち上げ線部にも、チタンを使用しています。さらに、設備へ配線するIV線の端末部には防水構造を採用しているため厳しい環境でも長寿命です。サンアース海中電極の接地抵抗は、一般の海中で2Ω以下の接地抵抗が得られます。

導入効果(従来工法との比較)

項目	従来工法	サンアース海中電極
施工方法	岩盤上では、どのような方法でも低い接地抵抗の取得が困難。接地棒や、銅線を海中に入れる方法がある。	海中もしくは海底に沈めることで接地抵抗を取得する。接続はチタン帯を採用。固化したサンアースブロックで接地体の面積を確保している。
取得接地抵抗	10Ω以下は容易に取得できるが不安定。	当社試験結果では2Ω以下が得られている。
施工期間、寿命等	接地棒、銅板等では固定が困難で、流出の恐れがある。電極や接続部が海水による腐食で断線のリスクが高い。	固化したサンアースを海中に固定もしくは沈めるため流出の恐れがない。立ち上げ部にもチタンを採用し長寿命。



■ スパイラルアース工法(D種接地専用)

従来コンクリート柱等の接地は、主として周囲部に接地棒を打設して所要接地を取得していましたが、土壌の大地抵抗率が高い場所では、なかなか目標の接地抵抗が得られず、敷地も限られていることより現場での苦勞の要因となっていました。取得できる接地抵抗は、土壌の大地抵抗率に比例するため、地層の複雑な日本では接地施工をより困難にしています。

このような状況において、スパイラルアース工法は建柱時にあける孔を利用する工法のため、新たな接地工事を行わずに接地抵抗の取得が可能です。さらに、完全防水構造のサンフレックス線(導電被覆線)を活用することで、どのような環境でも腐食リスクが少なく、長寿命が得られます。

導入効果(従来工法との比較)

項目	従来工法	スパイラルアース工法
施工方法	コンクリート柱等の近傍部に接地棒を打設。複数の打設箇所を確保するのは困難。	建柱孔を利用するため基本的に新たな接地施工が不要。水練りしたサンアースを流し込むことにより、大地と強固に密着。
取得接地抵抗	大地抵抗率が中抵抗以上の地域では、目標の100Ω取得が困難。特に大地抵抗率が500Ω・m以上では、接地棒が6本以上必要(計算値)	大地抵抗率700Ω・m以下までの土壌であれば、平野部ではほとんど追加施工無しで100Ω以下が取得可能(実績および計算値より)。また追加施工も追加用接地線があるため容易。
寿命等	土壌の状態は千差万別で、特に埋立地や海岸に近いところでは接地棒や接続部の腐食リスクが高く、寿命が短くなる可能性が高い。	接地極にはサンフレックス線(導電被覆線)を用いており、完全防水構造のためどのような土壌でも腐食に強く長寿命。



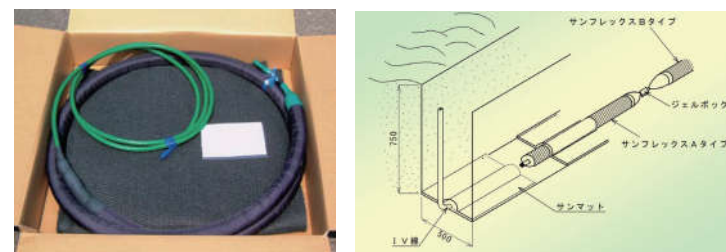
■ サンフレックスキット

線路際など地中で直流電流が流れているような場所や、臨海工業地帯のように潮の満ち干によって接地極が海水にさらされるような箇所では、接地極の寿命は極端に短くなります。

サンフレックスキット(サンフレックス電極+サンマット)は、完全防水構造のため厳しい環境においても長寿命を維持し、施工および追加接続もきわめて簡単です。さらに、キット3mで約7kgと軽量で運搬も容易なため山岳施設での施工にも最適です。

導入効果(従来工法との比較)

項目	従来工法	サンフレックスキット
施工方法	埋設地線や接地棒、銅板による施工が一般的。追加施工をする場合は掘削・接続といった作業が二度手間となっていた。	3m単位で接地抵抗を測定しながら施工ができるため、目標接地が確認し易く無駄が少ない。
取得接地抵抗	埋設地線は土壌との接触面積が少ないため、低い接地抵抗が得にくい。	導電性のサンマットで土壌との接触面積を増大させることにより、低い接地抵抗が得られる。 ※取得接地抵抗はサンアース帯状施工と同等。
施工の難易性	接地棒や銅板は、土壌により施工が困難なことがある。	サンフレックスキットはジェルボックスを使用するため、追加接続の施工が簡単。キット重量も3mで約7kgと軽量で扱いやすい。

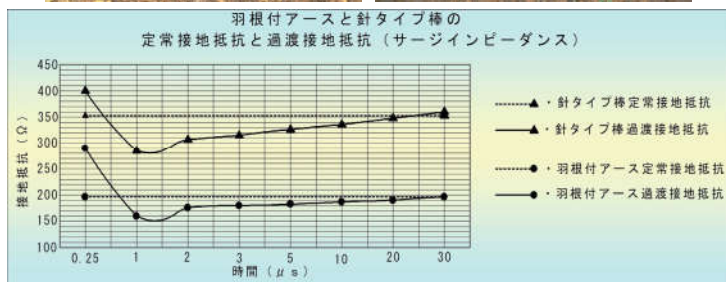


■ 羽根付きアース

雷サージ低減を目的とした接地工法として銅板、埋設地線、接地棒等が使用されていますが、小さな規模で雷サージによるサージインピーダンス（過渡接地抵抗）を低減することは困難です。羽根付きアースは、金属帯から左右に広げた羽根によって定常接地抵抗とサージインピーダンスを低減させるとともに、土中放電がスムーズになること想定し、羽根の先端部を尖らせています。さらに、羽根は折りたたみ方式のため掘削幅に合わせた施工が可能となり、運搬も容易です。主な実績としては、風力発電設備向けの接地極に活用されています。

導入効果（従来工法との比較）

項目	従来工法	羽根付きアース
施工方法	製品全体に鋭い針があるため、施工及び取り扱いが危険である。	ステンレス（SUS304）板材の組合せで安全。羽根のセットは、蝶ネジで簡単調整。また連結も簡単。
取得接地抵抗	基本形状が通常の接地棒と同等であるため、接地抵抗はそれに準じる。但し、岩が多い場所では針が邪魔をして接地抵抗が得られにくい。	土壌と接触する面積が広がるため、通常の接地棒より低い接地抵抗が得られる。
サージインピーダンス	短時間のサージインピーダンスに多少の効果が見られるが、羽根付きアースに比べてすべて値が高い。	針タイプ棒より優れたサージインピーダンス特性を示している（下図当社測定結果のとおり）。



■ 接地抵抗の測定

周到な計画、設計、施工によって得られる接地設備も、最終的に接地抵抗値の値を確認しなければなりません。これが接地抵抗の測定であり、その測定手順は簡単ではありませんが方法を間違えると正確な接地抵抗を得られないので十分に注意を要する作業です。接地抵抗の値には、定常接地抵抗（いわゆる接地抵抗）と接地サージインピーダンス（過渡接地抵抗）があります。

○ 接地抵抗測定

一般的に広く使用されている接地抵抗計は、電位降下法と呼ばれる方法で測定を行います。測定用電極E-PC間の間隔は、接地体の規模に応じて大きくする必要があります。

たとえば、棒電極2～3本、銅板電極2～3枚程度の接地を測定する場合には、E-C間を20m、E-P間を10m程度にすれば問題ないと考えられます。

しかし、大規模な接地体の場合には、測定用電極E-P-C間の間隔を30m-60m、50m-100mのように大きくしなければ精度よく抵抗値が測れないとされています。この測定用電極の間隔の目安としては、接地体一辺の大きさの約2倍以上をE-P間の距離とします。したがって、変電所構内のメッシュ接地のような大規模な接地体であれば、E-C間を1km以上取る場合があります。また、測定用電極P極及びC極自体の抵抗値も500Ω以下と低くすることで精度の良い測定に繋がります。

さらに、構造体接地や変電所のメッシュ接地といった大規模な接地体を測定する場合は、電圧降下法測定を実施することが必要になってきます。

○ サージインピーダンス測定

送電鉄塔のように架空地線があるものは、隣の鉄塔の影響を受けるため架空地線を取り外して測定をする必要がありますが、現実的に取り外しは困難なためサージインピーダンス計にて、その鉄塔の過渡的な接地抵抗値（サージインピーダンス）を測定します。

サージインピーダンス計では、インパルス波形を1～3μsecで印加して測定を行い、架空地線が接続されていてもごくわずかな時間の測定電流で測定するため、その鉄塔自体の過渡的な抵抗値（サージインピーダンス）が測定できます。

○ 測定器一例



電圧降下法測定器、大地抵抗率測定器、接地抵抗計



サージインピーダンス計

■ 接地工事 施工写真(風力発電所)



大地抵抗率測定



サンアース帯状工法 (施工前)



サンアース帯状工法 (施工中)



IV線の立上げ (基礎鉄筋と接続)



サンアース帯状工法 (施工後)



羽根付きアース

■ 接地工事 施工写真(太陽光発電所)



大地抵抗率測定



サンアース帯状工法 (施工前)



サンアース帯状工法 (施工中)



サンアース帯状工法 (施工後)



サンアースボーリング工法



接地抵抗測定