

電圧可変式高圧絶縁抵抗計

MODEL-3124

取扱説明書



計測機器の専門メーカー

-SOUKOU-

本社・工場 ☎529-1206 滋賀県愛知郡秦荘町蚊野215 TEL (0749) 37-3664代
FAX (0749) 37-3515
東京営業所 ☎101-0023 東京都千代田区神田松永町15(三友ビル3F) TEL (03) 3258-3731代
FAX (03) 3258-3974

目

次

1. 使用上の注意	2
2. 特 長	3
3. 仕 様	3
4. 各部の名称	6
5. 測定準備	7
5-1 メータ零位調整	7
5-2 測定コードの接続	7
5-3 電池電圧の確認	7
6. 測 定	8
6-1 1KV/100MΩ絶縁抵抗計での測定	8
6-2 電圧可変式高圧絶縁抵抗計での測定	8
6-3 連続測定	9
6-4 ガード端子の使用例	9
7. 電池の充電	10
7-1 充電の時期	10
7-2 充電の方法	10
7-3 充電時間	10
8. 電池の交換	11
9. ニッケル・カドミウム電池保存上の注意	11
9-1 保存環境	11
9-2 長期保存	11
10. 記録計の接続	11
11. 外部電源の使用法	12
11-1 AC 100Vの使用	12
11-2 車載バッテリーの使用	12
12. 絶縁診断を行なう前に	13
13. CVケーブルの診断	15
14. CVケーブルの劣化判定基準	17
15. 高圧機器の診断	20
16. 現場におけるCVケーブルの診断の注意事項	21
17. Q & A	29
18. CVケーブル絶縁診断成績表	32

1. 使用上の注意

- 1) この取扱説明書には、使用される方の危険を避けるための事項および本器を損傷させずに長期間良好な状態で使用していただくための事柄が書かれていますので、必ず使用前にお読みください。
- 2) 取扱説明書に表示の△マークは、安全に使用するため取扱説明書を読む必要性を表しています。尚、この△マークには次の2種類がありますので、それぞれの内容に注意してお読みください。

△危険…は使用者が感電事故等を起こす可能性を避けるための警告事項

△注意…は本器を長期間損傷をさせず良好な状態でご使用いただくための注意事項

△危険

- ①測定中は絶対に電池蓋を開けたり、本体カバーをはずす等の行為はしないでください。
- ②下記のような場合には、本器の使用を避け、チェックまたは修理に出すようにしてください。
 - ※目視で明かに不具合と認められるとき。
 - ※接続コードが破損しているとき。
 - ※目的の測定ができないとき。
- ③測定コードの接続は、測定スイッチをOFFにして行ってください。
- ④容量性負荷の測定終了後は、測定スイッチをOFFにして、電圧計の表示が0Vになってから測定コードの接続をはずしてください。

△注意

- ①本器は活線での測定はできません。測定の前には、測定回路に電圧がかかっていないことを必ず確認してください。
- ②高温多湿、結露するような場所および直射日光には放置しないでください。
- ③使用後は必ず測定スイッチ、ファンクションスイッチをOFFの位置にしてください。また、長期間使用されない場合は、電池を取りはずした状態で保管してください。
- ④お買上げ後初めて使用される場合、長期間使用されなかった場合、電源をOFFにしないで保管された場合等、電池電圧が低くなると、過放電防止回路によって本器の動作が停止します。使用前に電池の充電を行ってください。

2. 特 長

MODEL-3124は、高圧設備の絶縁抵抗測定用の出力電圧連続可変式絶縁抵抗計です。

1. 1KV～10KVの範囲で任意の出力電圧に設定可能。
2. オートディスチャージ機能付き；容量性の負荷などの絶縁抵抗を測定したときに充電された電荷を測定後自動的に放電します。
3. 設定電圧、出力電圧、チャージ電圧を直接測定可能なデジタル電圧計付き。
4. 読み取り易い自動切換式2重目盛。
5. ケーブルシース診断用の1KV/100MΩ固定レンジ付き。
6. 3電源方式；内蔵電池、100VAC、車載バッテリー(12VDC)
7. 充電式ニッケル・カドミウム電池採用。
8. 過放電防止回路、過充電防止回路付き。
9. 記録計出力端子付き（電圧、電流の2出力）
10. ブザーによる電圧出力警報。
11. 測定中に電池放電状態の判るバッテリーアラームLED
12. 充電状態の識別ができるバッテリーチャージLED

3. 仕 様

●電圧可変式高圧絶縁抵抗計

測定電圧	1KV～10KV	
測定範囲	0～100GΩ(0～1.6GΩ/1～100GΩ 2レンジオート)	
許 容 差	0.05～50GΩ	指示値の±10%以内
	上記以外	スケール長の1.0%以内 ただし、測定電圧2KV以下では50～100GΩは精度保証外。
測定端子間電圧	無負荷電圧	設定電圧の±5.0%以内

● 1000V／100MΩ 絶縁抵抗計

測定電圧	1KV	
測定範囲	0～100MΩ	
許 容 差	1～100MΩ	指示値の±10%以内
	上記以外	スケール長の1.0%以内
測定端子 間 電 圧	無負荷電圧	定格測定電圧の±10%以内
	10MΩ 目盛	定格測定電圧の45%以上

● 出力電圧計

測定電圧	D C . 0～10KV
許 容 差	指示値の1%±2 d g t

● 消費電流

待機時 約80mA

測定時 最大約250mA

○ BATT. ALARM LED

電池電圧約9.6V以上 : 緑色

約9.6～9.1V : 黄色

約9.1V未満 : 赤色

○ BATT. CHARGE LED

電池電圧約11V未満: 赤色 (充電電流約150mA)

約11V以上: 緑色 (充電電流約20mA)

○ 過放電防止回路

電池電圧9.0～8.5Vで自動停止。

○ 環境条件

精度保証温湿度範囲 23±5℃ 85%以下

動作温湿度範囲 0℃～40℃ 85%以下

保存温湿度範囲 -20℃～60℃ 75%以下

(電池は別指定)

○絶縁性能 絶縁抵抗 電気回路と外箱間で1000Vの絶縁抵抗計で1000MΩ以上
耐電圧 AC 5000Vで1分間

○本体寸法 200(L)×140(W)×80(D)mm

○重量 約1500g

○電源 内蔵電池
100VAC (充電器MODEL-8075使用)
12VDC (車載バッテリーコードMODEL-7083使用)

○使用電池 ニッケル・カドミウム蓄電池8本

(1)電池定格

※形状 単3形 JIS:KR-AA相当

※公称容量 500mAh (0.2CmA放電)

※公称電圧 1.2V

(2)充電

「5. 電池の充電」参照

(3)保存

-20℃～30℃の範囲で、腐食性ガスのない湿度の低い乾燥した場所に保存してください。

(4)放電容量

満充電後の使用回数は、使用条件によって異なりますが、測定時間約5分間で、20～30回です。

(5)サイクル寿命

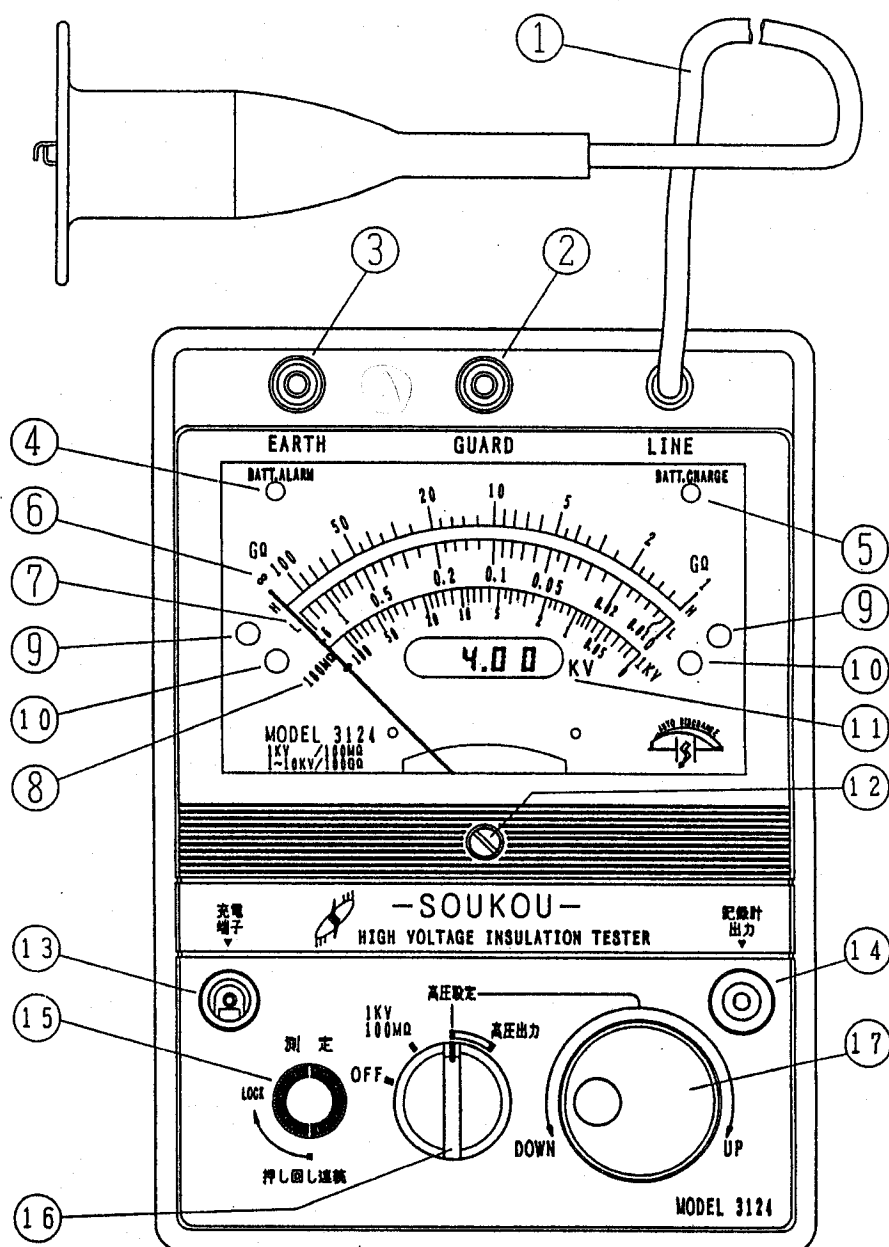
適正な充電、放電条件および保存状態で使用した場合、約500回以上です。満充電後の使用回数が著しく減った場合は、電池寿命が尽きたものです。「6. 電池の交換」を参照ください。

○付属品

MODEL-8075	充電器	1
MODEL-7084	アースコード、ガードコード	1セット
MODEL-7082	記録計コード	1
MODEL-7083	バッテリーコード	1
電池	ニッケル・カドミウム電池	8
キャリングケース		1
取扱説明書		1

4. 各部の名称

- | | |
|--------------------|---------------|
| ① ラインコード | ⑪ 出力電圧計 |
| ② ガード端子 | ⑫ メータゼロ調整器 |
| ③ アース端子 | ⑬ 充電端子 |
| ④ BATT. ALARM LED | ⑭ 記録計出力端子 |
| ⑤ BATT. CHARGE LED | ⑮ 測定スイッチ |
| ⑥ 高抵抗スケール | ⑯ ファンクションスイッチ |
| ⑦ 低抵抗スケール | ⑰ 出力電圧設定つまみ |
| ⑧ 1KV/100MΩスケール | |
| ⑨ 高抵抗表示LED | |
| ⑩ 低抵抗表示LED | |



5. 測 定 準 備

△危険

本器はファンクションスイッチによって電源が入り、測定スイッチを押すと電圧が出力されます。使用されない場合は、必ずファンクションスイッチをOFFにして、測定スイッチが連続測定にロックされていないことを確認してください。

5-1 メータ零位調整

ファンクションスイッチがOFFの状態、メータ零調整器をドライバー等で回し、指針を∞目盛の中央に正しく合わせます。

5-2 測定コードの接続

緑色のアースコードをアース端子に、黒色のガードコードをガード端子に接続してください。（ガードをとる必要のないときは、ガードコードは接続しなくて構いません。）

5-3 電源電圧の確認

- 1) 測定スイッチが連続測定にロックされていないことを確認して、ファンクションスイッチを1KV/100MΩにセットします。
- 2) BATT. ALARM LEDが緑色のときは、そのまま使用できます。BATT. ALARM LEDが黄色、または赤色のときは電池を充電してください。（「6.電池の充電」参照） 電池電圧とBATT. ALARM LEDの色の関係は次の通りです。

電 池 電 圧	約9.6V以上	約9.6～9.1V	約9.1V未満
BATT.ALARM LED	緑 色	黄 色	赤 色

- 3) ファンクションスイッチをOFFにします。

△注意

お買上げ後初めて使用される場合、長期間使用されなかった場合、電源を切り忘れて保管された場合等、電池電圧が9.0～8.5V以下になると、過放電防止回路により、本器の動作が停止します。ファンクションスイッチを1KV/100MΩにして、LEDおよび出力電圧計が点灯しないときは、電池が正しく取付られていることを確認し（「7.電池の交換」参照）、電池を充電してください。（「6.電池の充電」参照）

6. 測 定

△注意

測定の前には停電のチェックを行い、被測定回路に電圧がかかっていないことを確認の上測定してください。

6-1 1KV/100MΩ絶縁抵抗計での測定

- 1) アースコードのクリップを被測定回路の接地端子に接続します。
- 2) ラインコードのクリップを被測定回路に接続します。

△危険

絶縁抵抗測定時には、測定コードの先端に高電圧が発生しています。測定コードの接続は必ずファンクションスイッチ、測定スイッチをOFFにして行ってください。

- 3) ファンクションスイッチを1KV/100MΩにセットします。
- 4) 測定スイッチを押し、1KV/100MΩスケールから指示値を読みます。
- 5) 測定終了後、測定コードの接続はそのままの状態、測定スイッチをOFFにし、被測定物に充電された電荷を放電させてください。

『オートディスチャージ機能』

この機能は、測定が終了すると自動的に充電した電荷を放電する機能です。放電の状態は出力電圧計で確認することができます。

△危険

測定終了後すぐに被測定回路にさわると、充電されている電荷で感電することがあります。出力電圧計の指示が0Vになるまでは被測定回路にさわらないように充分注意してください。

- 6) ファンクションスイッチをOFFにし、測定コードを被測定物からはずしてください。

6-2 電圧可変式高圧絶縁抵抗計での測定

- 1) アースコードのクリップを被測定回路の接地端子に接続します。
- 2) ラインコードのクリップを被測定回路に接続します。

△危険

絶縁抵抗測定時には、測定コードの先端に高電圧が発生しています。測定コードの接続は必ずファンクションスイッチ、測定スイッチをOFFにして行ってください。

- 3) ファンクションスイッチを高圧設定にセットします。

△注意

高圧設定では、測定スイッチをONにしても電圧は出力されません。

- 4) 被測定回路に印加してよい電圧を確認して、出力電圧設定つまみを回し、出力電圧計の値を合わせます。
- 5) ファンクションスイッチを高圧出力にセットします。
- 6) 測定スイッチを押します。高抵抗表示LED（緑色）が点灯した場合は高抵抗スケールから、低抵抗表示LED（赤色）が点灯した場合は低抵抗スケールから、指示を読みます。CVケーブル等容量性負荷の場合は、測定初めに充電電流が流れ指示が変化します。指示が安定するまで測定を続けてください。
- 5) 測定終了後、測定コードの接続はそのままの状態、測定スイッチをOFFにし、被測定物に充電された電荷を放電させてください。

『オートディスチャージ機能』

この機能は、測定が終了すると自動的に充電した電荷を放電する機能です。放電の状態は出力電圧計で確認することができます。

△危険

測定終了後すぐに被測定回路にさわると、充電されている電荷で感電することがあります。出力電圧計の指示が0Vになるまでは被測定回路にさわらないように充分注意してください。

- 6) ファンクションスイッチをOFFにし、測定コードを被測定物からはずしてください。

6-3 連続測定

連続して同一被測定回路の絶縁抵抗を測定する場合は、測定スイッチを押しながら右に回してロックしてください。

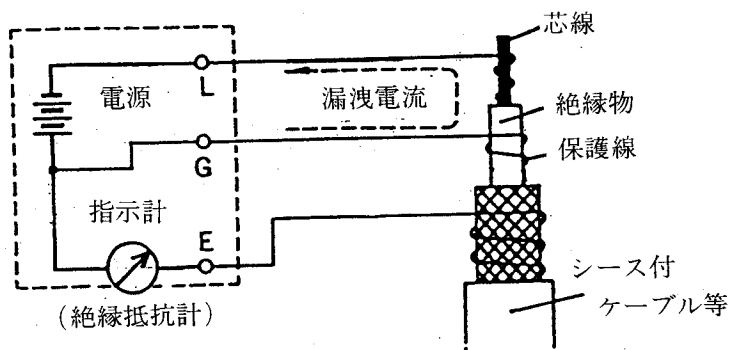
尚、連続測定が終了したときは、測定スイッチを左に回してロックを解除してください。

△危険

測定コードの先端には、連続して高電圧が発生しますので感電しないよう充分注意してください。

6-4 ガード端子の使用例

ケーブルの絶縁抵抗を測定する場合、被覆の表面を流れる漏洩電流が、絶縁物内部を流れる電流と合成され、絶縁抵抗値に誤差が生じることがあります。これを防ぐため、漏洩電流の流れる部分に保護線（導電性の裸線であれば何でもよい）を巻き付けガード端子に接続すると、漏洩電流は指示計には流れず、絶縁物の体積抵抗値だけが測定できます。



ガード端子の使用例

7. 電池の充電

7-1 充電の時期

電池電圧のチェックまたは使用中に、BATT. ALARM LEDがオレンジ又は、赤が点灯した場合は、付属の充電器を使用して充電してください。又、電池電圧が8.8V以下になると、ニッケルカドミウム電池の過放電防止回路が作動し、本器の機能が全て停止するようになっています。長期間保存の後、初めて使用される場合など、電池の自己放電等により、ファンクションスイッチをONにしても、BATT. ALARM LEDやLCDが点灯しない場合は、付属の充電器にて充電を行ってください。

△注意

充電時の周囲温度

1. 充電効率のよい周囲温度は10～30℃です。できるだけこの温度の場所で充電を行ってください。
2. 周囲温度0℃以下および40℃以上での充電は、性能劣化や液漏れの原因となりますので避けてください。

7-2 充電方法

付属の充電器のジャックを本体正面の充電端子に接続し充電してください。
充電端子の中央が正極です。

△注意

充電器は、付属のMODEL-8075を使用してください。これ以外のものを使用すると、本器が損傷することがあります。

7-3 充電時間

本器は内部で自動的に充電電池を切り換える段別充電方式を採用しています。電池電圧が低いときは大きな電流を流し（BATT. CHARGE LEDは赤色）、満充電に近くなると、電池に対して安全な微少電流に切り換わります。（BATT. CHARGE LEDは緑色）。

完全放電状態から充電を始めた場合、約5時間で80%位まで充電され、BATT. CHARGE LEDが赤色から緑色に変わります。その後約5時間で満充電となります。

△注意

充電終了後、充電器はコンセントから抜いてください。本器から充電器のジャックをはずしても充電器の電源はOFFとなりません。

8. 電池の交換

充電をしてもすぐにBATT. ALARM LEDが黄色または赤色に点灯するような場合、すべてのLED、LCDが点灯しない場合は、電池の寿命と考えられます。本体裏側のマイナス(－)ネジをゆるめて電池蓋を外し電池を交換してください。なお、電池は8本全部同一メーカー同一種類のものと交換してください。

9. ニッケル・カドミウム電池保存上の注意

9-1 保存環境

－20～＋30℃の範囲で腐食性ガスのない湿度の低い乾燥した場所に保存してください。
この条件以外での保存は液もれやさびの発生の原因となります。

9-2 長期保存

長期保存後の初回充電では反応物質の不活性化により、容量が少ない場合がありますが、これは充放電を数回繰り返すことにより回復します。

また、1年以上の長期保存の場合、自己放電による性能劣化や液もれを防止するため、最低1年に1回は充電を行ってください。

10. 記録計の接続

付属の記録計コードMODEL-7087を使用すると、EARTH-LINE間の電圧、電流を記録計に出力することができます。出力の極性は、電圧出力が赤(+)と緑(－)で、電流出力が青(+)と黒(－)となります。

出力感度は電流出力が10 μ Aにつき100mV、電圧出力は1KVにつき100mVです。

△注意

記録計コードは、絶縁抵抗測定時の高電圧出力に対して耐圧の保証はできません。絶縁抵抗測定時に、記録計コードを高電圧印加部に近づけると、本器が損傷しますので、絶対に近づけないでください。

11. 外部電源の使用方法

△注意

電池をはずした状態で外部電源を使用しないでください。電池をはずして外部電源を使用すると本器が誤動作する場合があります。

11-1 100V A Cの使用

付属の充電器MODEL-8075のジャックを本体の充電端子に接続して使用します。

△注意

充電器は、絶縁抵抗測定時の高電圧出力に対して耐圧の保証はできません。絶縁抵抗測定時に、充電器を高電圧印加部に近づけると、本器が損傷しますので、絶対に近づけないでください。

△注意

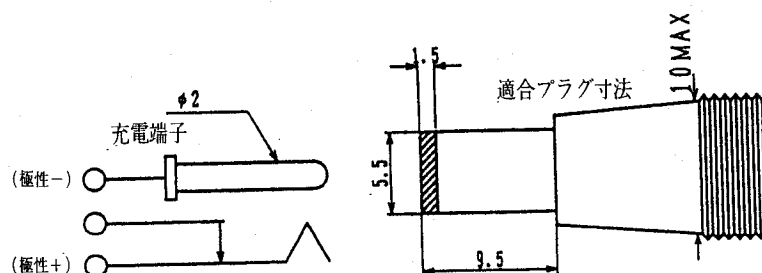
使用后、充電器はコンセントから抜いてください。本器から充電器のジャックをはずしても充電器の電源はOFFとなりません。

11-2 車載バッテリーの使用

付属のバッテリーコードMODEL-7083のジャックを本体の充電端子に接続し、クリップを車載バッテリーに接続して使用します。尚、クリップの接続は赤色がプラス、黒色がマイナスです。

△注意

バッテリーコードは、絶縁抵抗測定時の高電圧出力に対して耐圧の保証はできません。絶縁抵抗測定時に、バッテリーコードを高電圧印加部に近づけると、本器が損傷しますので、絶対に近づけないでください。



12. 絶縁診断を行なう前に

〔1〕 現場試験における留意点

工場試験では、ケーブル単独の絶縁診断ができるので問題はありませんが、受電設備に設置されたケーブルであれば、開閉器、碍子およびケーブル表面の漏れ電流の影響を受けるため開閉器、碍子等の切りはなしが必要となります。ですが、これは時間的な問題で現場ではなかなか実施出来ないのが現状であり、切りはなしでもケーブルの表面の汚染による絶縁低下のため、その内部抵抗が測定できません。この内部絶縁物の絶縁破壊により地絡事故が発生し、波及事故となるケースがあります。

当社の診断結果から通常のケーブルの内部絶縁抵抗は100万(MΩ)以上でありそれ以下は初期劣化(トリーの発生等)あるいは端末処理に問題があると思われます。

〔2〕 ケーブルの種類と構造

基本的には、6kV級も154kV級も変わりはなく、芯線、内部半導電層、絶縁層、外部半導電層、シールド、シースからなっています。そして、シースを施した状態により、図-1のように単心形、3心一括シース形、単心3心より合せ形の3種類があります。

初期には、半導電層は半導電性布テープが用いられていました。ところが技術が進歩すると同時に、押出半導電層が用いられるようになってきました。この半導電性布テープと押出半導電層との組み合わせにより、表-1のように3種類のケーブルがあります。

図-1 CVケーブルの種類

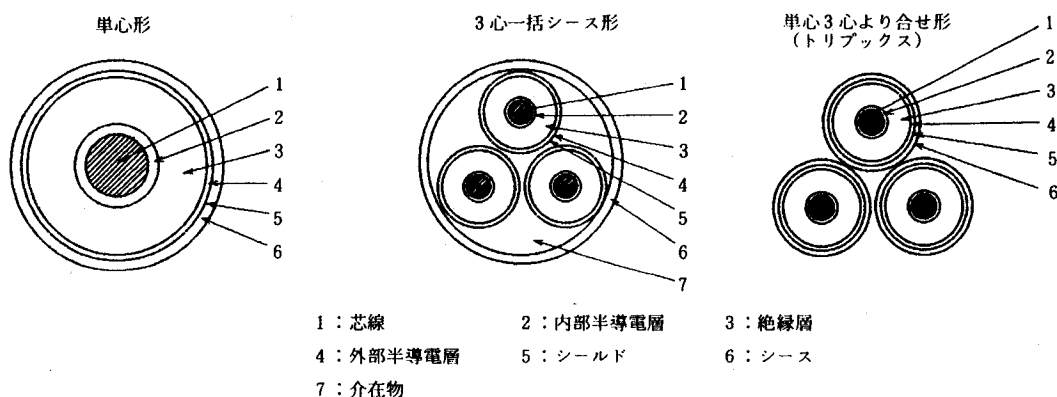


表-1 半導電層の構造と略号

内部半導電層	外部半導電層	記号
半導電性布テープ	半導電性布テープ	T-T形
押出半導電層	半導電性布テープ	E-T形
押出半導電層	押出半導電層	E-E形

〔3〕 ケーブルの劣化要因

ケーブルの劣化進行とともに絶縁破壊にいたるまでに起こる現象には、外傷などの不慮の事故により絶縁性能が急激に落ちる事を除けば、一般に次の4種類の劣化要因とその現象が考えられます。

(1) 熱的劣化

ケーブルを構成する材料は許容値を超える温度になりますと、酸化、分解、揮発などによる化学反応成物が、イオン化して絶縁抵抗を下げ耐電圧性能を下げます。直流漏れ電流では検出されますが、部分放電では検出の例がありません。

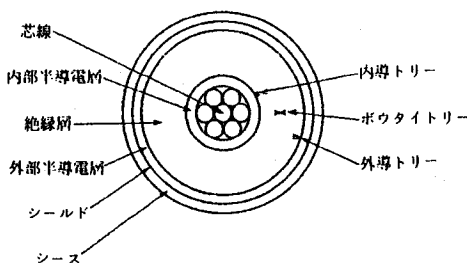
(2) 電氣的劣化

ゴム、プラスチック等の有機材料の電氣的劣化の主要因は、コロナ劣化やトリリー劣化です。コロナ劣化では、絶縁体中のボイド、絶縁体としゃへい層間の空隙などでコロナ放電が起り、除々に絶縁体を侵食しますので耐電圧性能が下がります。また電気トリリー劣化では、しゃへい層上の鋭い突起から高電界による局部破壊が生じ、除々に樹枝状に進展して耐電圧性能が下がります。

この劣化は部分放電で検出されますが、現場ではノイズが大きいのでノイズの除去の工夫が必要です。ボイド内での絶縁抵抗が低ければコロナ放電は消滅してしまうので注意が必要です。

(3) 吸水劣化

図-2 水トリリーの発生



ゴム、プラスチックなどの有機材料の吸水現象は短時間では問題はありませんが、長時間浸漬しますと若干吸湿し、電界がかかると樹枝状に水が進展し水トリリーが生じます。内導水トリリーや外導水トリリーはケーブルしゃへい層の突起から、また

ボウタイ状水トリリーは絶縁体中のボイドや異物から発生します。

これらの水トリリーは直流漏れ電流や誘電正接の測定では検出できますが、部分放電測定では検出されません。

(4) 化学的劣化

油類や化学薬品類を扱う石油化学工場などで問題になります。その形態は膨張、溶解、亀裂、化学トリリー（樹枝状硫化銅結晶で導電性をもつ）などあり耐電圧性能を低下させます。

イオン性の溶剤による膨張、溶解及び化学トリリーは直流漏れ電流や誘電正接の測定では検出できます。亀裂の検出には部分放電測定が考えられますが測定実績がありません。

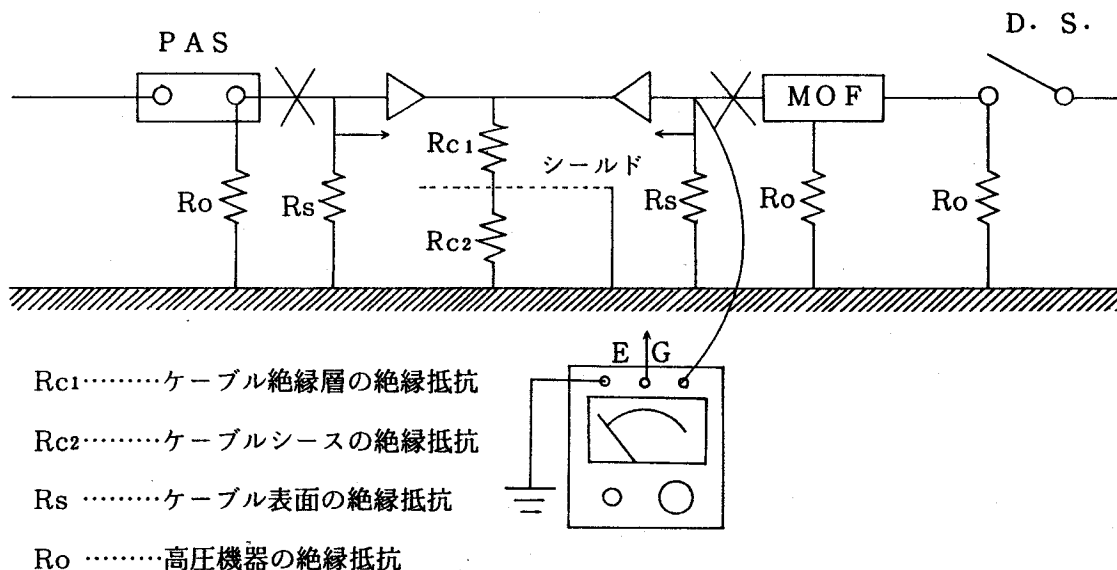
このようにケーブルの場合は、直流高圧による絶縁診断がもっとも有効な方法といえます。

13. CVケーブルの診断

1) PAS・MOFを切りはなす場合

CVケーブル単体ですので、図-1のように測定してください。雨の日などはケーブル表面の絶縁抵抗 (R_s) が影響しますのでガードを取ってください。

図-1 PAS・MOFを切りはなす場合



2) PAS・MOFを切りはなさない場合

この場合は、高圧機器の絶縁抵抗 (R_o) が影響しますので、まず図-2のようにして全体に絶縁抵抗を測定してください。この値が $0.4\text{ G}\Omega$ ($400\text{ M}\Omega$) 以上でしたら出力電圧の低下なく絶縁抵抗が測定できます。

図-2 PAS・MOFを切りはなさず機器を含めた絶縁抵抗を測定する。

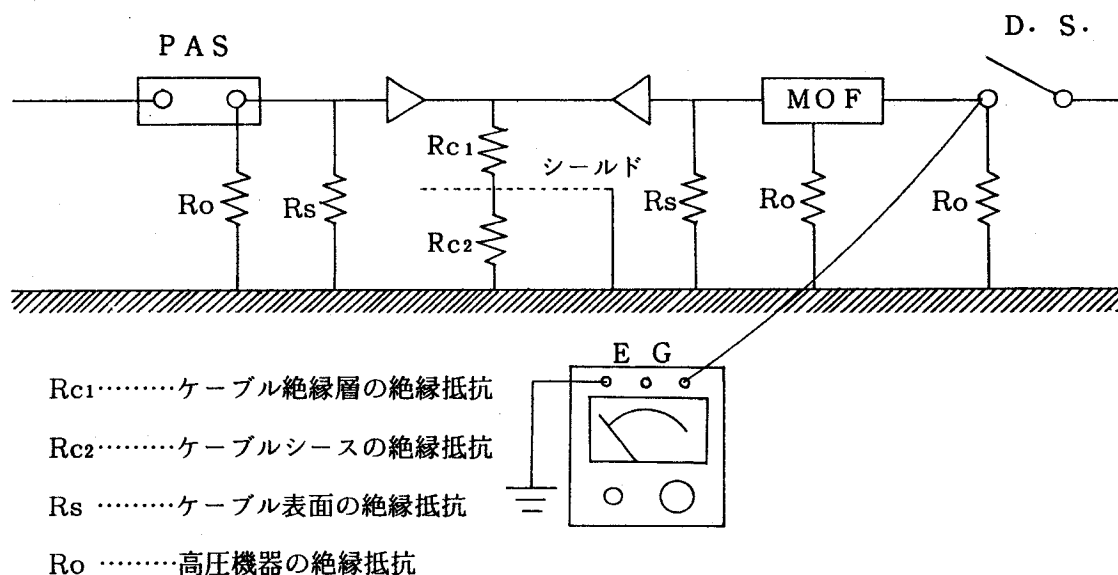
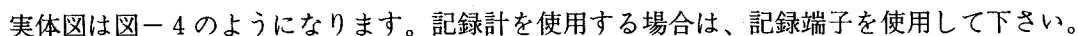


図-3 PAS・MOFを切りはなさずケーブル単体の絶縁抵抗を測定する。



切る

切

ガード

ガード

E

CVケーブル

MOF

D. S.

開く

相間を短絡しなくても良い。

記録計

シールド

3 1 2 4

14. C Vケーブルの劣化判定基準

1) 漏れ電流の最終値を見る（漏れ電流値）

10KVDCを印加し、数分後の漏れ電流値（最終値）を測定します。この値により、劣化を判定します。判定基準は、表－1のようになっています。

表－1 漏れ電流値判定基準

	C Vケーブル	B Nケーブル
良	1 μ A 以下	10 μ 以下
要注意	1 ～10 μ A	10～50 μ A
不 良	10 μ A 以上	50 μ A 以上

－高圧受電設備指針より－

しかし、当社の実例によりますと、上記の表より1ケタ低い値になっており、下記の表－2になります。

表－2 漏れ電流値判定基準（当社）

	C Vケーブル	
良	0.1 μ A 以下	(100 G Ω 以上)
要注意	0.1～1 μ A	(10 G ～100 G Ω)
不 良	1 μ A 以上	(10 G Ω 以下)

－当社の診断例より－

2) 電圧の変化による絶縁抵抗の変化を見る（弱点比）

電圧を5KV、10KVと順次印加し、各電圧値における絶縁抵抗を測定し比を求めます。

$$\text{弱点比} = \frac{\text{第1ステップの電圧での絶縁抵抗値}}{\text{第2ステップの電圧での絶縁抵抗値}}$$

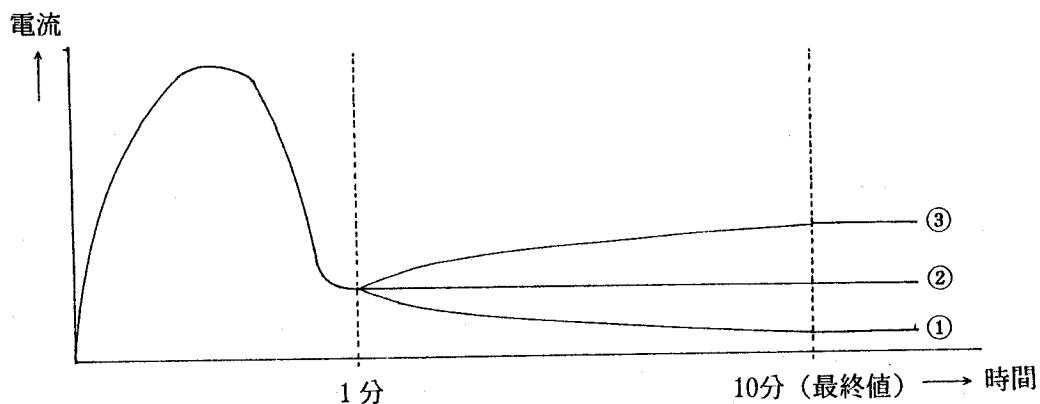
この弱点比の判定基準は、表－3のようになります。

表－3 弱点比の判定基準

	弱点比
良	1 以下
要注意	1 ～5
不 良	5 以上

3) 漏れ電流の時間的変化を見る（成極比）

図－5 電流の時間的変化（成極比）



$$\begin{aligned} \text{成極比} &= \frac{\text{電圧印加1分後の漏れ電流値}}{\text{電圧印加規定後の漏れ電流値}} \\ &= \frac{\text{電圧印加規定後の絶縁抵抗値}}{\text{電圧印加1分後の絶縁抵抗値}} \end{aligned}$$

電圧を印加した後の、漏れ電流の変化を見ます。①の場合は、最終時の漏れ電流値が1分値より減っていますので良です。②の場合は、最終時の漏れ電流値が1分値と同じですので要注意です。③の場合は、最終時の漏れ電流値が1分値より増えていますので危険な状態です。

各値の目安は、次の表－4のようになります。

表－4 成極比の判定基準

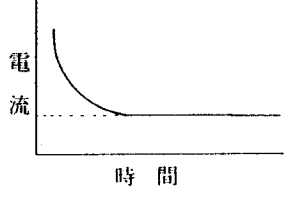
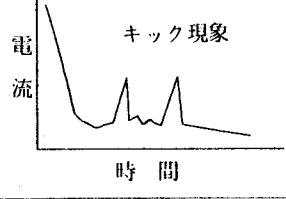
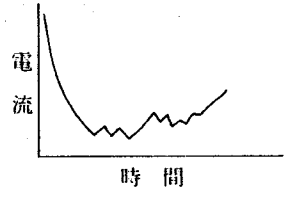
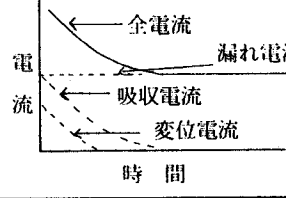
	成極比
良	1 以上
要注意	0.5 ～ 1
危険	0.5 以下

4) 3線の漏れ電流の不均衡を見る（相間不平衡率）

各相別々に漏れ電流を測定し、電流値の不均衡を見ます。たとえば、R相＝0.12μA、S相＝0.15μA、T相＝0.2μAの場合、相間不平衡率は

$$\begin{aligned} \text{相間不平衡率} &= \frac{\text{三相の漏れ電流の最大値} - \text{最小値}}{\text{三相の漏れ電流の平均値}} \times 100 \\ &= \frac{0.2 - 0.12}{0.1567} \times 100 \\ &= 51\% \end{aligned}$$

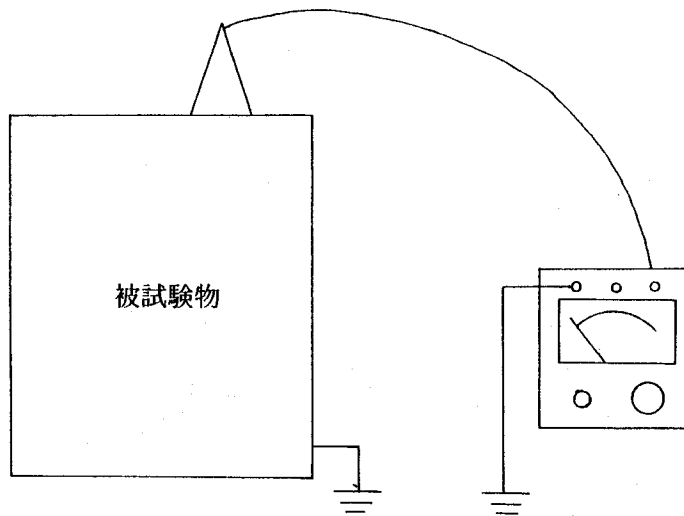
不平衡率が200%をこえると要注意です。

判定 項目	判定基準			備考
	良	要注意	不良 (危険)	
漏洩電流	$0.1 \mu A$ 以下	$0.1 \sim 1 \mu A$	$1 \mu A$ 以上	漏洩電流の 大きさ 
変動	変動がないもの	時間的に離散的な変動があるもの	変動が大きく キックの現象があるもの	最大値と最低値の差 
不平衡			不平衡率が200%以上のもの	三相平均値に対する不平衡分
時間特性	変化しないもの	時間とともに増加するが安定するもの	時間とともに増加して不安定なもの	
成極比	1 以上	$0.5 \sim 1$	0.5 以下	

15. 高圧機器の診断

図-6 のようにして診断してください。

図-6 機器の診断



機器の診断は絶縁抵抗が、電圧をかける事により良くなりますので注意してください。たとえば、5000Vで測定した値が4 G Ω であったのが、10000Vで測定すると7 G Ω になったりしますが、これは異常な事ではありません。電圧をかける事により絶縁物が乾燥し絶縁抵抗が大きくなったためです。ですから、再度5000Vで測定しますと、絶縁抵抗は8 G Ω になったりします。

16. 現場におけるC Vケーブルの診断の注意事項

〔1〕 まえがき

診断は、ある程度の経験と基礎知識が必要です。接地の取り方、ガードの取り方、電圧の印加の仕方、フィルムの掛け方等経験により漏洩電流が変わってきます。また、C Vケーブル、直流高圧の概念、過度現象等の基礎知識が必要です。

〔2〕 診断前の清掃

(1) がいし等の清掃

ケーブル単体ではもちろんする必要はありません。また、シールド検出方式でも原理的には必要はありません。しかし、漏洩電流が多くなりますと電源への負担が大きくなりますし、表面を這う電流により出力電流が影響されます。その為にも、がいし等は診断前に清掃する必要があります、

また、がいしのひび割れがあった場合の電流と、表面の漏洩電流を区別する為にも清掃する必要があります。

乾拭きではなく、シリコンクリーナで汚れを落とし、乾いた布で拭いて下さい。

(2) プレハブ式ケーブルヘッドの清掃

先ず、シリコンクリーナで汚れをよく落とし、乾いた布で拭いて下さい。次に、きれいな布にベンジンをつけ表面を拭いて下さい。

ベンジンがないからと言って、シンナーは使用しないで下さい。

(3) がいし型ケーブルヘッドの清掃

シリコンクリーナで汚れをよく落とし、乾いた布で拭いて下さい。

(4) 清掃の必要性

時間が無いからと言って清掃を怠りますと、良い診断結果はできません。後に再度、試験をやり直すことにもなりかねません。時間が惜しい様でも清掃は必ずして下さい。

〔3〕 シース絶縁の測定

(1) シース絶縁はなぜ測定するか

シース絶縁は、水トリーが発生する条件にあるかの判定材料になりますので必ず測定し採って下さい。

(2) シース絶縁測定後の注意事項

測定後、シールドに電荷が溜っていますので、必ず放電して下さい、短絡で電荷を放電した場合、電荷が戻りますので3分程待って診断に移行して下さい。

〔4〕 接地の取り方

(1) 接地は確実に

接地は確実に取って下さい。第1種接地に取れば良いでしょう。この時、第2種と兼用になっていて、かつ全停電になっていない場合は低圧側の漏電の電位変動が乗りますので避けて下さい。避けられない場合は、漏電による電位変動があることを考慮して試験結果を判定して下さい。

(2) 接地は太く短く

接地線は太い線（2 s q 程度）で、なるべく短くし引き回さないで下さい。

(3) 記録計の接地は別に

記録計を使用される場合の接地は、C V ケーブルの接地とは別にして下さい。直流高圧の漏洩電流に電位変動が記録計に乗ります。

〔5〕 フィルムカバーの掛方（特高ケーブルの診断時に必要）

(1) 何故カバーをするか

まず、風等が吹いている場合の漏洩電流をおさえます。次に、突起部が一度に外界にさらされるのをやわらげます。突起部の周辺では電界強度が大きくなり漏洩電流が流れ易くなります。そのため、フィルムカバーを掛ければ電界強度がやわらぎ漏洩電流は少なくなります。

(2) 材質は

普通のビニール袋でかまいません。

(3) どのように掛けるか

ビニール袋の角に穴を開け、外側から電圧印加ケーブルを挿入し、その状態でケーブルヘッドの電極部に挟みます。そしてビニール袋で電極部を包み要所をテープで留めます。なるべく袋は膨らまして下さい。

〔6〕 ガードの取り方

(1) ガードは取る必要があるのか

直流耐圧をされるのであれば取る必要はありません。また、ケーブルヘッド表面がきれいで、天候等が良ければ、原則として取る必要はありません。

しかし、湿度が高い場合などの時は勿論取って下さい。また、精度の高いデータを採られるのであれば是非取って下さい。

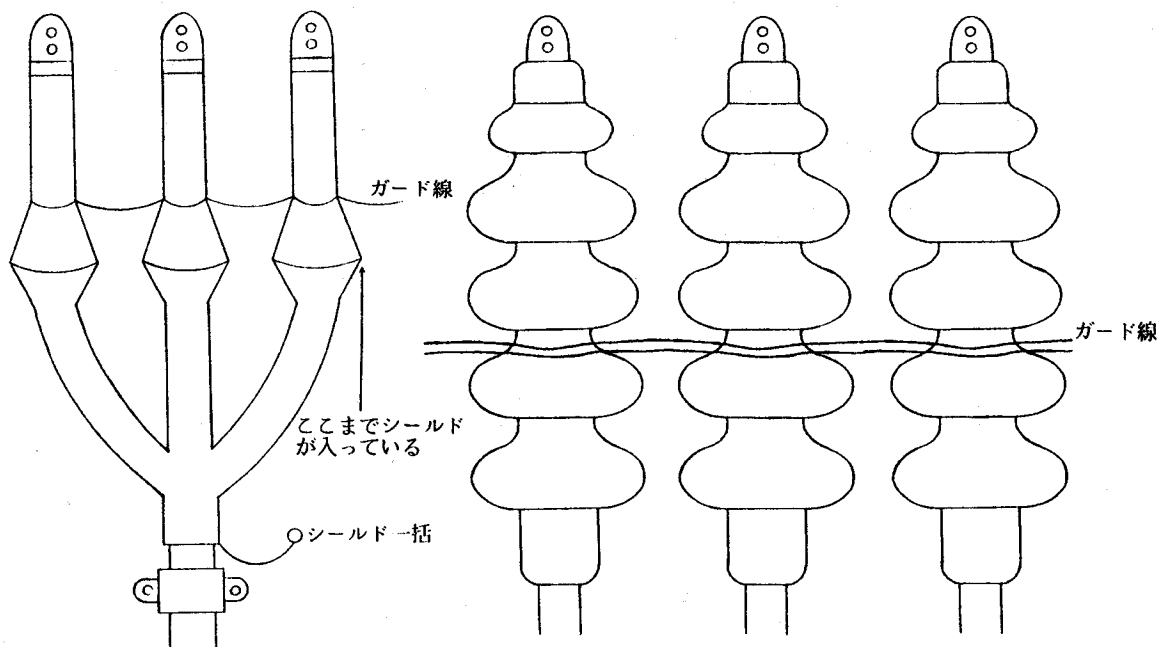
(2) ケーブルのガードは両端で

電圧を印加した場合の表面の漏洩は、印加側と否印加側で起こります。ガードは、印加側と否印加側の両方で取って下さい。

(3) ガードは何処に取るか

ケーブルヘッドのガードは、電極部とシールド巻付部との間で取って下さい。電極部にあまり近いとガードに流れる電流が増え、電源部の負担となります。また、シールド巻付部に近すぎるかそれ以下ですと、ガードの役目はしません。電極部とシールド巻付部を2：1に割る点に近い位置にして下さい。

図-10 ガードの取り方



(4) ガード線に何を使う

ガード線は、2 s q 程度の編成銅線を使用されると良いでしょう。編成銅線を1 m程度に切り、3本のケーブルに巻付けその端をクリップでつまみ接地極に落とします。（ケーブル単体の試験をされる場合は、3相の線の内1本をガード線に使用しますので、その決めた1相に接続します）

〔 7 〕 印加時の注意事項

(1) 基本的事項は確実に

どうでもいいと思われることでも、1つ1つ忠実にすることが大切です。

- ① 接地は、確実に取る。ターミナルはしっかり締める。
- ② 床を這う線はあまり交差させない。線を踏まない。
- ③ 高圧印加ケーブルの無理な線回しをしない。(印加中に外れる恐れが有り。)
- ④ 不必要な物はかたずける。
- ⑤ 不安定な姿勢で作業はしない。

(2) 出来れば全停電で

全フィダー停電が出来ないので、1フィダーだけ停電にして診断を行うことがありますが、これは出来るだけ避けて下さい。他の箇所で、受電されていますと地電圧が変動しますので漏洩電流値が変動します。

また、他のフィダーの遮断器の入切により誘導電流が流れたり、突入電流による見掛け上の地絡現象が起き地電圧が変わります。

(3) トランシーバは使用禁止

高圧印加を行いますので、危険防止の為相互に連絡を取合いますが、その為によくトランシーバが使用されます。これは、実験すれば分かることですが相当大きい誘導電流が流れます。トランシーバを使用する時は、一時試験を中断しなければなりません。また、他のところでも使用していないかを確認する必要があります。

(4) 近くに高圧線・特高線は走っていませんか

ケーブルの近くに高圧線等が走っていると、トランシーバの使用と同じように、誘導電流が流れます。この外に、電波の発射局(放送局、NTTのマイクロ波局、自衛隊および在日米軍の基地、アマチュア無線局等)があっても誘導電流が流れることがあります。

(5) 判定する前に

一般に悪いCVケーブルそんなにゴロゴロしていることはありません。ですから、キック現象が出ることなど滅多にありません。よく問い合わせで、「これは、キックではありませんか」と言われます。そのサンプルの99.9%までキックではありません。残り0.1%が判定のつきにくい場合です。

ケーブル診断をする場合、悪いケーブルを見つけてやろうと気負ってしまって、一寸でも変わった現象が出ると悪い方向に判断結果を持って行きがちです。考え方を変えてもらって、良いのが当たり前で悪いデータがでたら試験方法が悪いと考え、試験をすれ

ば本当に精度の良いデータが採れるようになるでしょう。

〔8〕 測定手順

(1) がいし、ケーブルヘッド等の清掃

(2) 測定の設置、測定準備

- ① 記録計の接続はしておく。
- ② 電圧の空上等により、測定器の点検をする。
- ③ 放電棒も用意する。

(3) メガ測定

- ① 各相と対地間の絶縁測定 (a t 1 0 0 0 V D C)

この時、シールドは接地に落としておく。

- ② シース絶縁測定 (a t 5 0 0 V D C)

- ③ 放電後約3分待つ

(4) 接地を取る

(5) 電圧印加ケーブルを電極に取り付ける。

- ① この時、ビニール袋も翔る。(1 0 0 0 0 V以下の印加であると必ずしも必要はない)
- ② 無理なケーブルの回し方をしない。

(6) ガードを取る

- ① シールド検出方式の場合は、接地極に落とす。
- ② ケーブル単体の場合は、3相の内の1相に接続。

(7) 誘導を確認

- ① すべての結線をした時点で、電流計を最低のレンジにし誘導を見る。誘導があれば電流計がプラスかマイナスに振れます。(記録計があれば、動作させてみるのも良い)

(8) 電圧を印加する

- ① 第1ステップの電圧を印加する。記録の必要があれば記録計を動作さす。電流が安定するまで印加する。早く安定するようであれば、2分程度で良い。
- ② 本体およびシールド電流計の電流計レンジをSHORTにする。
- ③ 電圧を下げ、電源を切る。
- ④ ある程度自然放電をさせ、1 0 0 0 0 V程度に下がってから放電棒で電荷を放電さす。
- ⑤ 約3分程度待つ。電流計のレンジを最低にし電流計が振れていないかを確認。或いは記録計の指示が“0”か確認。
- ⑥ 電流が流れていないこと確認できれば、第2ステップの電圧を印加する。
①～⑤を繰り返す。

⑦ 電流が流れていないこと確認できれば、第3ステップ電圧を印加する。

①～⑤を繰り返す。

(9) ケーブル等を外す。

(10) メガ測定

① 各相と対地間の絶縁測定 (at 1000 VDC)

この時、シールドは接地に落としておく。

② シース絶縁測定 (at 500 VDC)

〔9〕 判定基準および判定方法

(1) シース絶縁の判定

晴天の日 $1\text{ M}\Omega$ 以上あれば良いでしょう

雨等の湿度の高い日 $0.5\text{ M}\Omega$ 以上

(2) 設備一括の電流値 (シールド検出方式による本体の電流計の値)

10000 V印加	漏洩電流	絶縁抵抗
晴天の日	設備にもよるが $1(\mu\text{A})$ 程度	$10000\text{ M}\Omega$
朝方	$1\sim 10(\mu\text{A})$	$10000\sim 1000\text{ M}\Omega$
雨の日	$10\sim 100(\mu\text{A})$	$1000\sim 100\text{ M}\Omega$
設備不良	$100(\mu\text{A})$ 以上	$100\text{ M}\Omega$ 以下

(3) ケーブル電流 (シールド検出方式によるシールド電流計の値)

A. 6600 V CVケーブルの場合 (10000 VDC印加で判定)

判定	漏洩電流	絶縁抵抗
良	$0.1\mu\text{A}$ 以下	$100\text{ G}\Omega$ ($10\text{ 万M}\Omega$) 以上
要注意	$0.1\sim 1\mu\text{A}$	$100\text{ G}\Omega\sim 10\text{ G}\Omega$ ($10\text{ 万M}\Omega\sim 1\text{ 万M}\Omega$)
不良	$1\mu\text{A}$ 以上	$10\text{ G}\Omega$ ($1\text{ 万M}\Omega$) 以下

この場合、よく $1(\mu\text{A})$ 流れたから直ちにケーブルを取り替える必要があるかと聞かれます。答は、"NO" です。手順を守って、精度良く測定出来た場合と測定技術不足により流れた場合は違います。

精度がよく真に $1(\mu\text{A})$ 流れているのであれば、トリーは80%程度進んでいますので1ヶ月以内程度の日を選び、再度測定をし確実に $1(\mu\text{A})$ 流れていることを確認し、ケーブルを取り替えることを勧めると良いでしょう。

技術不足の心配がある方は、再度ケーブル清掃、ガードの取り直しをし、再度測定すると良いでしょう。それでも、 $1(\mu\text{A})$ 流れるようであれば上記のように1ヶ月以内程度の日を選び、再度測定をし確実に $1(\mu\text{A})$ 流れていることを確認し、ケーブルを

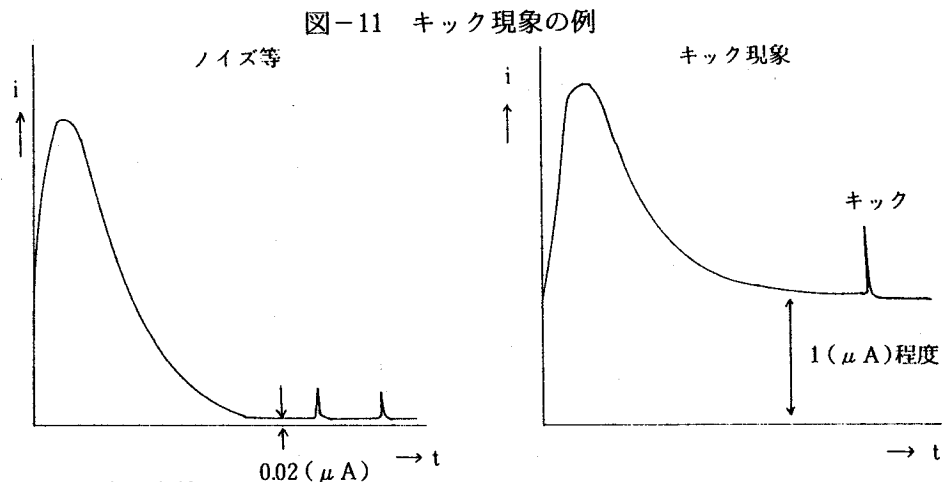
取り替えることを勧めると良いでしょう。

要注意の場合は、次の定期検査の時期を早めてこの電流値が1 (μA) を越えないうちに取り替えるのが妥当でしょう。

(4) キック現象

① 前項にも書きましたように、キック現象がそんなに多発することはありません。

ほとんどは、誘導等の原因によるものです。見分けるポイントは電流の大きさです。キックが起きるにはそこそこの水トリが発生している筈です。ですから、ベース電流が1 (μA) 程度は流れていなければなりません。そうした状況下でキックは起きます。図に示せば、下図のようになります。



(5) その他の点検

- ① 受電状態から、停電にした直後ケーブルヘッド、接続部等の温度をみる。異常に熱くなっていないか。
- ② ケーブルに異常な膨らみがないか。
- ③ メガ測定の時に、高圧プローグ電極部でケーブルヘッドをなぜてみる。絶縁抵抗に変化がないか確かめる。

(6) 直流漏れ電流と交流破壊電圧の関係

ケーブルシールド漏れ電流検出方式（内部絶縁抵抗測定法）による
直流印加電圧：-10 kV

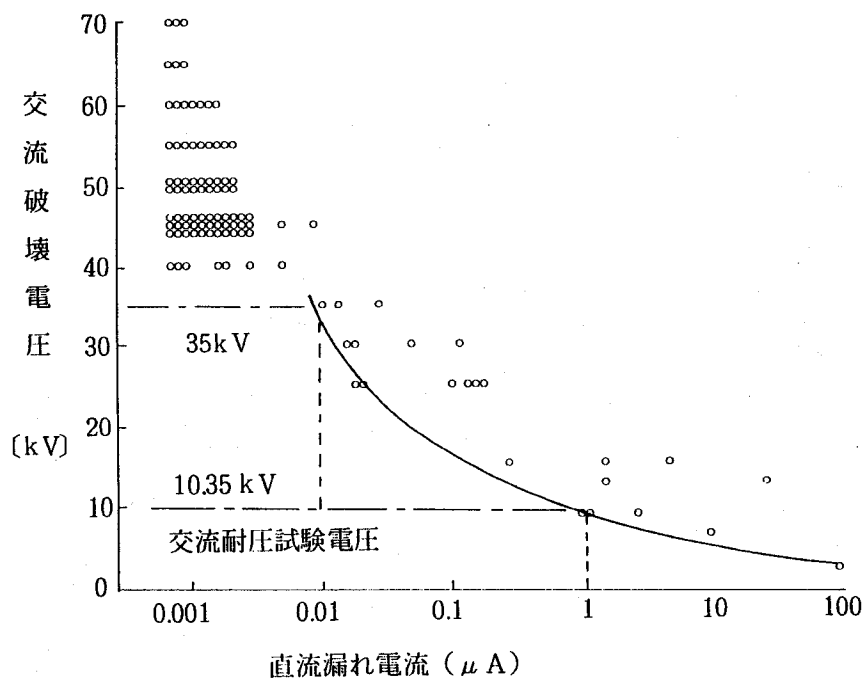


図-12 直流漏れ電流と交流破壊電圧の関係

(7) 直流漏れ電流と水トリリー長さの関係

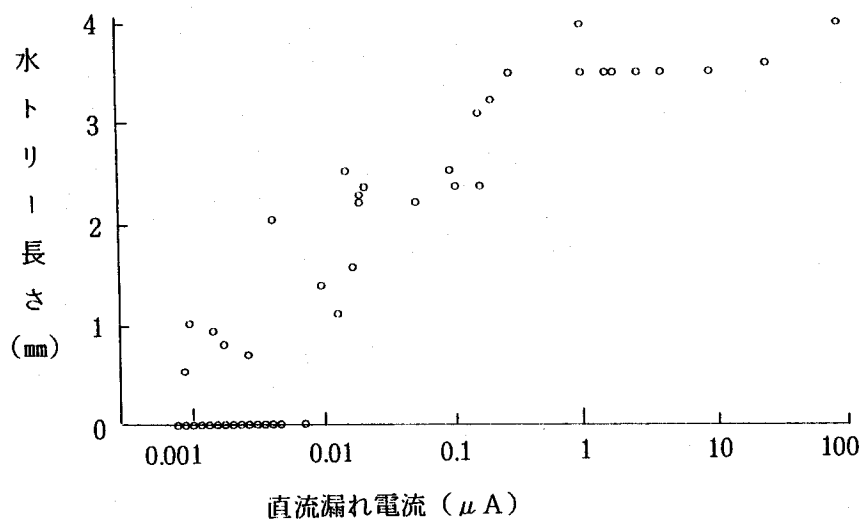


図-13 直流漏れ電流と水トリリー長さの関係

17. Q & A

1) “Q 1” 漏れ電流は、ケーブルの長さ、太さに関係しないでしょうか？

“A 1” 現場試験では関係ありません。

厳密に言いますと、漏れ電流は長さ、太さに関係があります。

$$R = \rho \frac{\ell}{S}$$

より、絶縁抵抗は長さに比例し、断面積に反比例します。このことよりケーブルが長くなれば極間の面積が増え、絶縁抵抗は小さくなり、またケーブルが太くなっても極間の面積が増え、絶縁抵抗は小さくなります。たとえば 38mm^2 の 100m の CV ケーブルと 38mm^2 の 1km の CV ケーブルとを比べますと、 1km のケーブルの絶縁抵抗は $1/10$ となります。この関係からしますと、 100m のケーブルと 1km のケーブルでは同じ電圧を加えた場合、 1km のケーブルの方が 10 倍の漏れ電流が流れることとなります。しかし、絶縁抵抗の値が $10^{12} \Omega/\text{km}$ です

ので、 10000V 印加しても 1km のケーブルだと

$$\begin{aligned} i_{1000} &= 10000 / 10^{12} \\ &= 0.01 (\mu\text{A}) \end{aligned}$$

100m のケーブルだと

$$\begin{aligned} i_{100} &= 10000 / 10^{13} \\ &= 0.001 (\mu\text{A}) \end{aligned}$$

しか流れません。この $0.01 \mu\text{A}$ と $0.001 \mu\text{A}$ の電流値のちがいは、現場では測定することが難しいのです。また、これを記録計で測定する場合を考えて見ましょう。電流検出に $10\text{k}\Omega$ の抵抗を使ったとしますと、

$$\begin{aligned} e_{1000} &= 10 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6} \\ &= 0.1 (\text{mV}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_{100} &= 10 \times 10^3 \times 0.001 \times 10^{-6} \\ &= 0.01 (\text{mV}) \end{aligned}$$

となり、 10mV F. S. の記録計では、 $1/100$ と $1/1000$ の位置になり判断が難しいのです。(ここで、 1mV F. S. の記録計を使用すれば良いと言うご意見の方もいらっしゃるでしょうが、あまり、精度の良い記録計は現場には向きません。) このことより、ケーブルの漏れ電流は長さ、太さに無関係と見て良いでしょう。

2) “Q 2” CV ケーブル 3 線一括でかけても電流値は 3 倍になりませんか？

“A 2” 絶縁抵抗は $1/3$ になるわけですから、漏れ電流値は 3 倍になります。しかし、A 1 で示していますように絶縁抵抗が充分大きいので、現場測定では問題になりません。

3) 'Q3' 直流高圧を印加したときに流れる電流の変化を記録計に取る必要がありますか？

'A3' 原則的にはありません。電気学会の報告、当社の試験結果によりますと、電流波形の時間的变化とケーブルの劣化の相関関係は一義的にはありません。ありますのは電流が定常状態におちついたときの絶縁抵抗値だけです。

たとえば、成極比が悪い場合でも絶縁抵抗が大きければ劣化していませんし、成極比が良い場合でも絶縁抵抗が小さければ劣化しています。このことから言えることは、記録計は必要ありません。しかし、電流の時間的变化は劣化判定の判断材料の一つになりますし、あとあとの記録の整理に便利ですので、記録計で記録を取られることをお勧めします。

4) 'Q4' シース絶縁が悪いと、シルード検出法は適用できないのはなぜですか？

'A4' 等価回路は図-14のようになります。

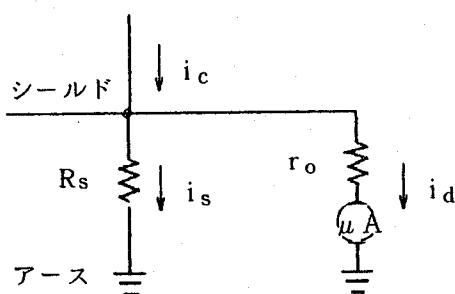


図-14 シースの等価回路

i_c : ケーブルの漏れ電流

i_s : シースに流れる電流

i_d : 電流計に流れる電流

R_s : シース絶縁抵抗

r_o : 電流計に流れる電流は

$$i_d = i_c \frac{R_s}{R_s + r_o}$$

ここで R_s と r_o が r と仮定しますと

$$\begin{aligned} i_d &= i_c \frac{r}{r + r} \\ &= i_c / 2 \end{aligned}$$

となり、電流計にはケーブルの漏れ電流の $1/2$ しか流れません。ですから、誤差を出来るだけ小さくするためには、シース絶縁抵抗が電流計の内部抵抗に対して十分大きくなければなりません。たとえば、1%の誤差におえるためには $R_s > 100 r_o$ の関係が必要です。この診断の場合には、最低でも10倍のシース絶縁抵抗値が必要です。(AMB-3の $3 \mu A$ レンジの内部抵抗値は約 $70 K \Omega$ ありますので、 $700 K \Omega$ 以上のシース絶縁抵抗値が必要です。)

★★★補 足★★★

シース絶縁抵抗は $1000 V$ メガで診断の前に測定しますが、次のような例があります。 $1000 V$ メガでシース絶縁抵抗が $7 K \Omega$ ありました。このような場合は、シルード検出法には向いていませんが、計算でケーブルの漏れ電流を測定しようと考え診断を続行しました結果は次の表-6のようになりました。

表-6 診断結果 (電流値は μA)

	2 k V	6 k V	10 k V
電 流 計 の 値	0.0 5	0.0 5	0.0 4
ケーブル電流の推定値	0.5 5	0.5 5	0.4 4

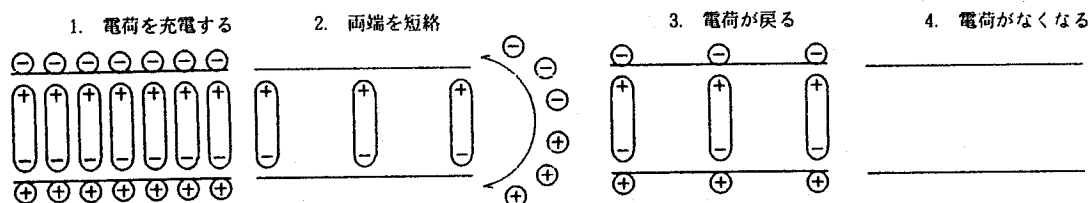
この関係でいきますと、電圧を上げているのに漏れ電流が減ってきて絶縁抵抗が良くなっています。ここでの問題点は、シース絶縁抵抗が電圧に無関係に一定と考えている点です。電圧が低い場合は、抵抗は電圧に対して無関係ですが、電圧が高くなりますと抵抗は低くなる傾向にあります。特に低抵抗の場合はこの傾向が顕著に現れます。

- 5) “Q 5” ある雑誌で直流診断装置のアース極をケーブルのシールドに、ガード極をアースに接続する診断方法が記載されていましたが、良い診断方法でしょうか？

“A 5” 考えかたは、シールド検出方法と同じですが、当社ではこの方式は良いとは考えていません。一つに、この方式でしたらPAS、MOF等の劣化が解りません。診断は、CVケーブルが主な目的ですが、設備の診断もする必要があります。二つ目には、ケーブルに流れる電流だけを見るのではなく、発生側の電流も見する必要があります。ケーブルに流れている電流が変動している場合、誘導によるものか発生側によるものかを判断する必要があるからです。

- 6) “Q 6” メガをかけた後電荷を放電さすために、充電部を短絡し電荷を放電し、3分程度待つて……とありますが、短絡するだけではだめなのでしょうか？

図-15 電荷の放電



“A 6” 直流電圧をかけますと、図-15のように誘電体の両側に電荷が溜まり、電気双極子は規則正しく並びます。電圧を除去し、両端を短絡しますとその一瞬電荷は無くなりますが、電気双極子は一部規則正しく並んでいますので電荷が呼びもどされます。ですから、この時点で診断を始めますとこの電荷が漏れ電流に影響します。微小な電流値を扱いますのでこの電荷が大きな影響を与えます。3分程度待ちますと、電気双極子が色々な方向に向きますので、電荷も消滅します。

このことは、診断時に電圧を2 k V、6 k V、10 k Vとかける時にもいえます。残留電荷が無くなるまで待ってください(診断装置の電流計が“0”になるのを待ってください)。

CVケーブル絶縁診断成績表

診断日 年 月 日 午前・午後

1. 施設箇所

3. 天候 晴れ 曇り 雨 雪

2. 被診断回路

4. 温度 °C 湿度 %

m、 s g

5. 診断結果

1) 機器を含む絶縁抵抗

印加電圧 (V)	絶縁抵抗(MΩ)		成極比
	1 分値	最終値	

2) ケーブル単体の絶縁抵抗

印加電圧 (V)	絶縁抵抗(MΩ)		成極比
	1 分値	最終値	

3) シース絶縁抵抗 MΩ at 1000V

4) 電圧抵抗特性(弱点比)

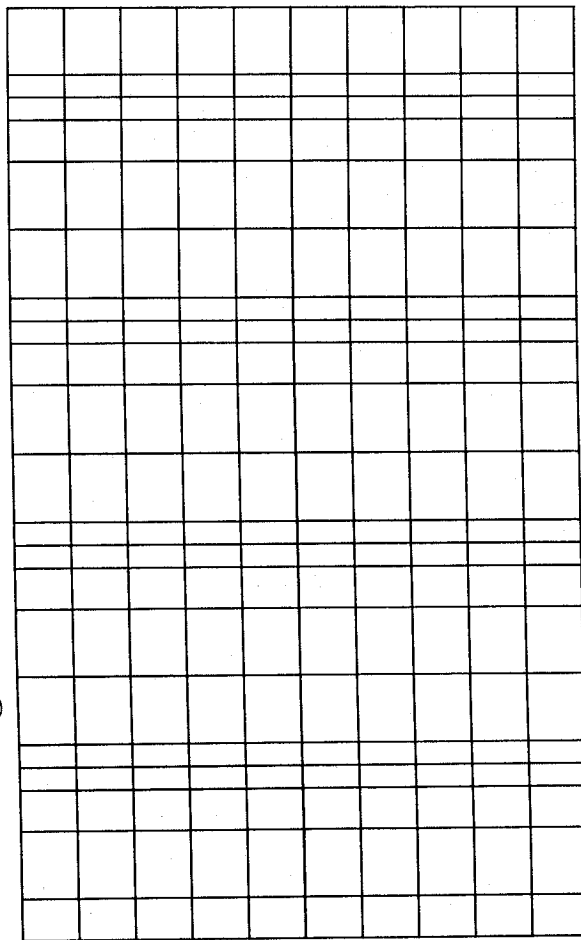
1000 GΩ
(1,000,000 MΩ)

100 GΩ
(100,000 MΩ)

10 GΩ
(10,000 MΩ)

1 GΩ
(1,000 MΩ)

0.1 GΩ
(100 MΩ)



0.01 uA

0.1 uA

1 uA

10 uA

100 uA

良

要注意

不良

総合判定