

高電圧絶縁抵抗計

高電圧絶縁抵抗計の絶縁測定及び絶縁劣化診断と規格・法規

■ 高圧受電設備規程のケーブル判定規格

● 高圧ケーブルのステップ測定電圧と測定時間

(高圧受電設備規程/資料7:高圧受電設備の保守・点検方法)

定格電圧	測定電圧		測定時間
	第1ステップ	第2ステップ	
3,300V	3kV	5kV	5~10分
6,600V	6kV	10kV	

● 高圧ケーブル単体の漏れ電流(成極指数)での判定目安

※線路互長が1,000m以上の場合はkmで換算した値を用いる
(高圧受電設備規程/資料7:高圧受電設備の保守・点検方法)

ケーブル	良	要注意	不良
CV	0.1μA以下	1.0~10μA	10μA以上

● 高圧絶縁抵抗計によるCVケーブル単体の判定基準

※VCT:機器が接続されている場合は「G端子接地方式」で測定
(高圧受電設備規程/資料7:高圧受電設備の保守・点検方法)

測定電圧	5,000V	10,000V	判定
絶縁体	5,000MΩ以上	10,000MΩ以上	良
ケーブル心線 ~シールド	500MΩ以上 ~5,000MΩ未満	1,000MΩ以上 ~10,000MΩ未満	要注意
	500MΩ未満	1,000MΩ未満	不良

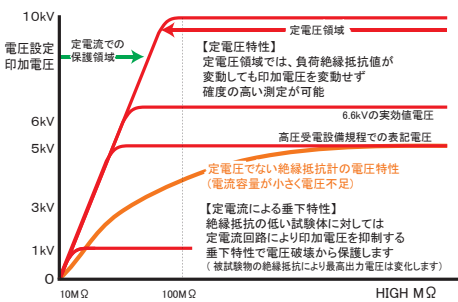
測定電圧	500Vまたは250V	判定
シース抵抗	1MΩ以上	良
シールド~アース	1MΩ未満	不良

■ 高圧ケーブル劣化診断に適した絶縁抵抗計

● 「定電圧」「定電流」特性を有する

絶縁抵抗計は絶縁物に電圧を印加し、微小に流れる電流から抵抗値を計測するために、測定領域では定電圧であることが必須です。同時に電路に対応した電圧に対して必要な絶縁強度を備えているかのチェックを簡単に行うことが出来ます。この時に絶縁抵抗値が明らかに低い場合にはオームの法則から、過大な電流が流れようとするが、定電流特性により出力を抑制することにより、電圧が垂下し被試験物への保護となります。

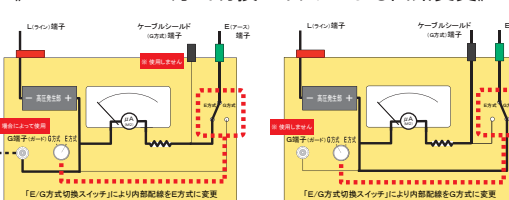
《DI-11N出力特性図》



● G端子接地方式による絶縁抵抗測定のメリット

充電部が露出している高圧機器等ではコロナ放電、表面リーク等の影響で絶縁抵抗値が低くなります。通常の「E(アース)方式」による絶縁抵抗測定では、天気や湿度といった不確定要素の影響を大きく受ける事になります。「G(ガード)方式」による絶縁抵抗測定を行うことで、端末処理が行われ外気から遮蔽されている電力ケーブル絶縁体の抵抗値を的確に測定することが可能となります。(P.52下図参照) によって、高圧ケーブルの単体の絶縁抵抗測定やこのページで紹介する絶縁劣化診断(弱点比・成極比・相間不平衡)に有効です。「DI-11N」「DI-05N」「DI-06」では計測器内部の回路抵抗を10kΩとすることで、試験回路の分流比から99%以上という高い精度で測定を行うことが可能です。(シース抵抗が1MΩ以上である場合)又、「DI-11N」では、試験回路の切り替えスイッチを搭載し、E方式とG方式を簡単に切り替えて数値の比較をすることが出来る為、不良箇所の特定を迅速に行うことが可能です。

《DI-11N E/G方式切換スイッチによる回路変更》



【E(アース)接地方式】

回路全体(L-E)の抵抗を測定

【G(ガード)接地方式】

ケーブル絶縁体だけの抵抗を測定

■ 測定・試験内容と診断項目

絶縁抵抗特性	● 測定電圧をDC1kV~10kVでの非破壊による絶縁抵抗測定 ● 1000V絶縁抵抗計との比較測定による絶縁判定
高電圧特性	● 設備の清掃効果と汚損状態の確認 ● 高圧ケーブルの水トリー発生時の絶縁劣化診断 ● ケーブル端末処理や高圧機器・器具の絶縁診断 ● 碍子割れや支え構造物絶縁不良の発見と部分放電の点検・検出 ● 耐電圧試験の予備試験とGRのもらい・拾い動作等による安全確認
絶縁劣化診断	● 絶縁抵抗/成極指数/弱点比/3線不平衡率での予防・予知絶縁診断
使用規格	● 高圧受電設備規定 JEAC 8011-2002 資料7

■ 高圧絶縁劣化診断の手法と解析

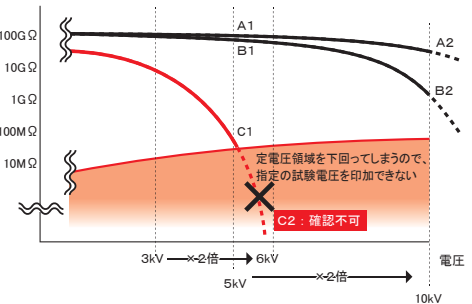
電気設備内の電力ケーブルは多層構造であることから 1000V以下の絶縁抵抗計では良好の判断をつけにくく、「弱点比」「成極指数(キック判定)」「相間不平衡率」といった診断方法を行うことによる総合的な判断で確度の高い絶縁劣化診断が行えます。

① 弱点比

《判定例》

弱点比=第1ステップ電圧/第2ステップ電圧
(例) 5kV / 10kV 又は 3kV / 6kV

危険(C): 300%以上



「印加電圧」と「絶縁抵抗値」

絶縁抵抗計は「オームの法則(R=V/I)」に伴い、印加電圧に対する漏洩電流によって絶縁抵抗値を指示します。

よって、安全な電圧範囲内であれば、同じ被試験物に対して、どのような電圧で試験を行っても一定の抵抗値を指示しますが、電圧の上昇による破壊点に近づくことで大幅に電流の増加(=抵抗値の低下)がみられることから、使用想定電圧内における2点の比較を行う試験方法を「弱点比」診断と呼びます。

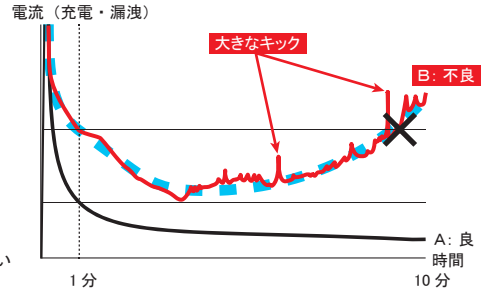
② 成極比(成極指数)

キック現象

《判定例》

電流値で見える場合 ※1
成極比=試験開始後の1分値 / 10分値
良(A) : 1.0以上
注意 : 1.0~0.5
不良(B) : 0.5以下

※1 DI-11Nでは電流値の表示はありません「MR-101」等の記録計をご使用になるか、絶縁抵抗値からの計算にてお求めください



「漏洩電流値」と「測定時間」

絶縁抵抗計による測定は直流で実施することから、静電容量を有する電力ケーブルの試験時には一旦充電電流が生じます。健全なケーブルであれば充電後の電流はほぼ0に収束します。しかしながら、ケーブル自体に水トリー等の劣化要素が存在すると、試験電荷の到達により混入した水分が消し飛び「キック」と呼ばれる電流突出現象が見られます。残念ながら、絶縁抵抗計の指針による追従性では追えない事からP.54に紹介させていただく記録計を接続することでキック現象を試験結果として残すことが可能となります。キック現象の発生後は水トリー跡に空気が入りこむことで微小な気中放電を伴うことから漏洩電流として検出され電流の増加(=抵抗値の低下)となる為に試験開始から1分値と10分値の比較を行うことで、記録計を接続しない場合の簡易判定として運用することが可能であり、これを「成極比」と呼びます。

③ 相間不平衡率

《判定例》

試験電圧は任意 ※1 ※2

(弱点比診断と併用すると効果大)

相間不平衡率

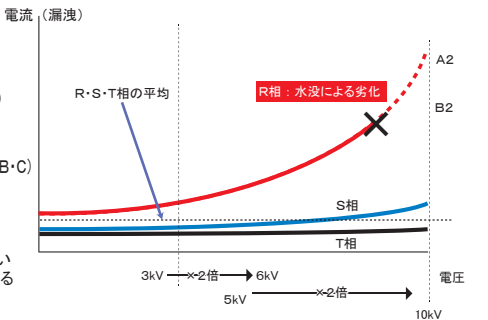
$$= (\text{電流最大値} - \text{電流最小値}) / \text{電流平均値}$$

$$= (\text{MAX}(A \cdot B \cdot C) - \text{MIN}(A \cdot B \cdot C)) / \text{AV}(A \cdot B \cdot C)$$

危険(C): 200%以上

※1 DI-11Nでは電流値の表示はありません「MR-101」等の記録計をご使用になるか、絶縁抵抗値からの計算にてお求めください

※2 アレスター内蔵の開閉器が接続されている場合には相間に電圧を印加できません



「三相間の劣化差異」

電力ラインは三相(3線)を一括で敷設を行うために、通常であれば同時期・同環境という条件下で運用されることとなりますが、不良の発生時に特定の相だけが劣化をしているという状態では、ケーブルの交換を行っても同様の原因による早期の劣化が発生する危険性が想定されます。