（４）電線材料

重要事項（これを理解します）

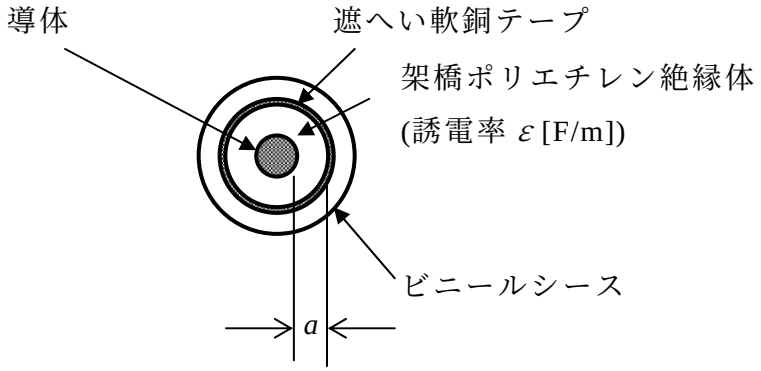
１，一番よく使われる CV ケーブルの構造について理解します。

２，電線の許容電流について学びます。

３，電線の劣化について学びます。

【例題（よく出る問題)】：

地中に埋設した図のような断面の CV ケーブル(長さ L[m])がある。 このケーブルの対置静電容量 C[μF]に関する記述として、正しいものは。



イ．C は絶縁体の誘電率 ε[F/m]に反比例する。

ロ．C はケーブルの長さ L[m]に比例する。

ハ．C は絶縁体の厚さ a が大きいほど大きくなる。

ニ．C は地中埋設深さが深いほど大きくなる。

【例題（よく出る問題）の解答】ロ

【例題（よく出る問題）の模範解答】

ケーブルの静電容量 C[F]は、

イ．C は絶縁体の誘電率 ε[F/m]に比例

ロ．C はケーブルの長さ L[m]に比例

ハ．C は絶縁体の厚さ a が大きいほど小さく

ニ．C は地中埋設深さに無関係

です。

ゆえに、選択肢は、ロとなります。

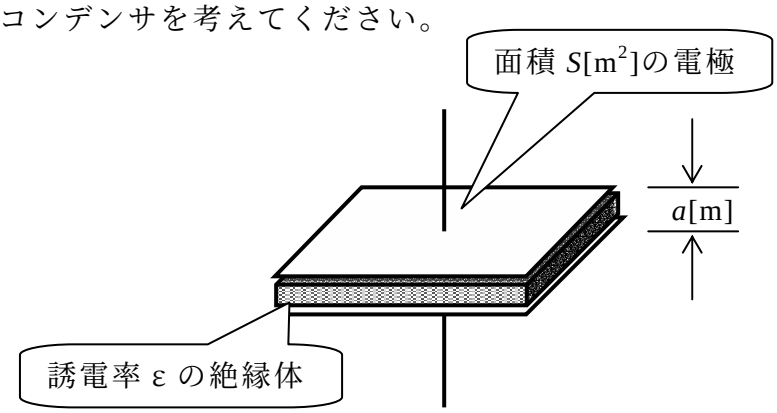
【解法の準備】

例題を解くために次のことを学びます。

1，静電容量とは

静電容量の計算方法について、簡単なコンデンサで説明します。

2 枚の平行平板コンデンサを考えてください。



図のように、厚さ a[m]・誘電率 ε [F/m]の絶縁体を 2 枚の電極が挟んでいる、平行平板コンデンサの静電容量は C[F]は、

$$C = \frac{\varepsilon S}{a} \qquad [\mathrm{F}]$$

となります。

この式を見てみますと、静電容量 C[F]は、誘電体の誘電率 ε [F/m]に比例し、電極間の面積に比例し、電極間隔 a[m]に反比例します。

上の例題の場合の電極は、導体と遮へい軟銅テープの対です。　そして、電極の面積は、ケーブルの長さに比例します。（ケーブルの長さが、2 倍になれば、面積も 2 倍になりますね）

以上から、ケーブルの静電容量 C[F]は、ケーブルの長さ L[m]に比例します。

2，絶縁電線やケーブルの許容電流とは

絶縁電線やケーブルは、導体を絶縁物で包んだ状態になっています。 絶縁物で包む目的は、電気が漏れるのを防止するためです。 電気が漏れると、感電事故や漏洩電流火災を起こし危険ですからね。

さて、その絶縁物ですが、多くの場合、熱に弱いゴムやビニルを使います。ゴムやビニルは、安価で電気を通しにくい良質の絶縁物だからです。 ですが、

熱に弱いため、使用温度に制限があります。 そして、その使用温度は、何に関係するかと言いますと、導体を流す電流値です。 導体は、電流を流すとジュール熱を発生し発熱するからです。

よって、発熱を使用温度に押さえるための電流値が、許容電流値となります。

３，絶縁電線とケーブルの違いとは

絶縁電線とケーブルは、導体を絶縁物で包んでいる点で、同じ形状をしています。 では、絶縁電線とケーブルの違いは、何かと言いますと、外傷に対する保護にあります。

絶縁電線の場合、絶縁物は、一重で外傷に対して弱い形状です。 それに反して、ケーブルは、絶縁物が幾重にもなっていて、外傷に強い形状です。

絶縁電線とケーブルの違いは、絶縁物が幾重にもなっていて、外傷に強いよかどうかにあります。

【確認問題１】

600V ビニル絶縁電線の許容電流(連続使用時)に関する記述として、適切な物は。

イ. 電流による発熱より、電線の絶縁物の温度が 80[℃]となる時の電流値を言う。

ロ. 電流による発熱により、電線の絶縁物が著しく劣化をきたさないようにするための限界の電流値を言う。

ハ. 電流による発熱より、電線が溶断する時の電流値を言う。

ニ. 電圧降下を許容範囲に収めるための、最大の電流値を言う。

【確認問題１の回答】ロ

【確認問題１の解説】

600V ビニル絶縁電線の重要な機能は、電線を周囲から絶縁することです。しかし、電線に電流を流すと電線内でジュール熱を発生し、発熱します。 この発熱が、大きいと、ビニルである絶縁部が熱劣化して絶縁機能を阻害します。よって、電線に流して良い電流は、ビニルである絶縁部が熱劣化しない範囲に制限されます。

すなわち、許容電流は、ビニル絶縁部が熱劣化しない電流値のことです。

ゆえに、選択肢は、ロとなります。

【確認問題２】

高圧ケーブルの絶縁抵抗の測定を行う時、絶縁抵抗計のガード端子を使用する目的として、正しいものは。

イ．絶縁物の表面の漏れ電流による誤差を防ぐため。
ロ．絶縁物の表面の漏れ電流も含めて測定するため。
ハ．高圧ケーブルの残留電荷を放電するため。
ニ．指針の振り切れによる焼損を防止するため。

【確認問題２の回答】イ

【確認問題２の解説】

高圧ケーブルの絶縁抵抗の測定を行う時、絶縁抵抗計のガード端子は、絶縁物の表面の漏れ電流による誤差を防ぐために使用されます。

何故かと言いますと、高圧ケーブルの絶縁抵抗に使用される電源は、非常に高い電圧を使用します。 そのため、絶縁物表面を流れる漏れ電流が、測定誤差となるからです。

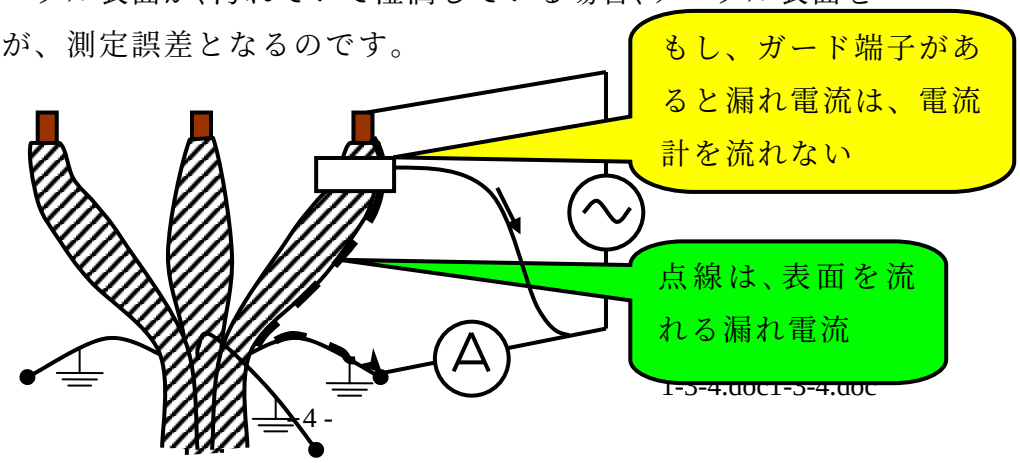
ゆえに、選択肢は、イとなります。

４，絶縁物の表面の漏れ電流とは

高圧ケーブルの絶縁抵抗を測定する時は、下のような回路で測定します。

下の図は、ケーブルヘッドと言い、高圧ケーブルの接続端子です。 そして、絶縁抵抗を測定する時は、交流又は、直流の高電圧をケーブルの端子とシールド線（ケーブルの遮へい軟銅テープ）との間で測定します。

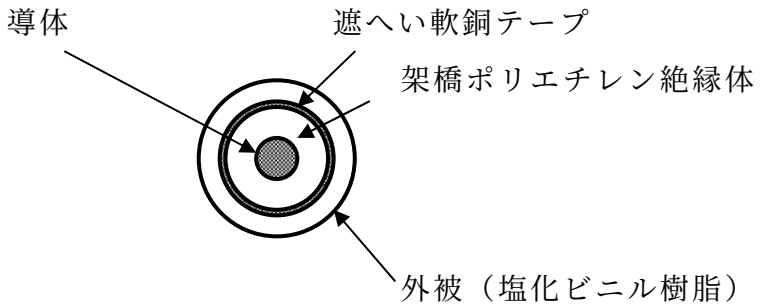
このとき、電源電圧が、高圧で、また測定電流が微量の電流です。 そのため、測定中にケーブル表面が、汚れていて湿潤している場合、ケーブル表面を流れる漏れ電流が、測定誤差となるのです。



５．CV ケーブルとは

現在一番よく使われるケーブルの一つに CV ケーブルがあります。 CV ケーブルの特徴は、耐熱温度が、90[℃]と高く外傷に強いことです。 構成は、絶縁体に架橋ポリエチレンを使用し、外傷を防ぐ外被に塩化ビニル樹脂を使用しています。

下記に、形状を図で示します。



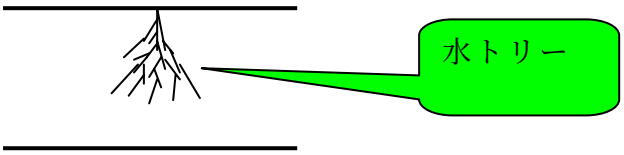
６．水トリーとは

上で述べた CV ケーブルは、非常に優れたケーブルですが、次に述べる欠点(克服された欠点ですが)を持っています。

どのような欠点かと言いますと、水トリーによって、絶縁破壊すると言うことです。

では、水トリーとは、どのような現象かと言いますと、絶縁物である架橋ポリエチレン内を樹枝状に絶縁破壊が進むことです。 そして、最後に絶縁破壊（短絡）となります。

この水トリーの原因は、架橋ポリエチレン絶縁体の製造上の問題で、すでに原因対策されています。



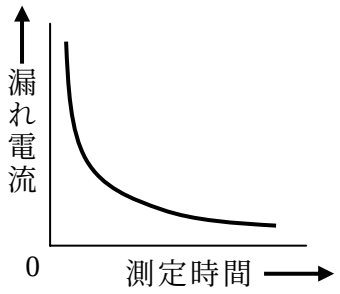
７．健全なケーブルの漏れ電流は

上の「４，絶縁物の表面の漏れ電流とは」で、漏れ電流が、悪者の言い方をしましたが、やむおえず流れる漏れ電流もあります。

その漏れ電流は、導体と遮へい軟銅テープの間にある静電容量による、充電電流です。 この充電電流をふせず方法は、現在ありません。

そして、どのように流れるかと言いますと、直流電源で充電した場合、下図となります。（ケーブルの健全性を確認する時に使用する電源の多くは、直流電源です）

逆に言えば、このような漏れ電流が流れる分には、健全なケーブルと判断して良いことになります。



キーワード

CV ケーブル、電線、遮へい軟銅テープ、架橋ポリエチレン、ビニールシース、ケーブルの静電容量、絶縁電線やケーブルの許容電流、絶縁電線とケーブルの違い、ガード端子、漏れ電流、水トリー

これがポイント

コツ１、ケーブルの構造は、しっかり覚えること。
コツ２、ケーブルの各材料の役割を覚えること。
コツ３、漏れ電流の説明ができるようにすること。
コツ４、水トリーの説明ができるようにすること。

復習

１，ケーブルと電線の違いは、理解できますか。

２，許容電流の意味は、理解できましたか。

３，ケーブルの水トリーについて説明できますか。

アドバイス

この節で説明したことは、意味を理解して覚えてください。 でないと、丸暗記では、説明問題で、正しい解答（選択肢）を選択できません。

練習問題

【問 1】

低圧屋内配線において、電線を周囲温度 30[℃]以下で使用する場合、許容電流が最も大きい絶縁電線は。

ただし、電線の導体(銅)の太さは全て同一であるとする。

イ．600V ビニール絶縁電線

ロ．600V2 種ビニール絶縁電線

ハ．600V エチレンプロプレンゴム絶縁電線

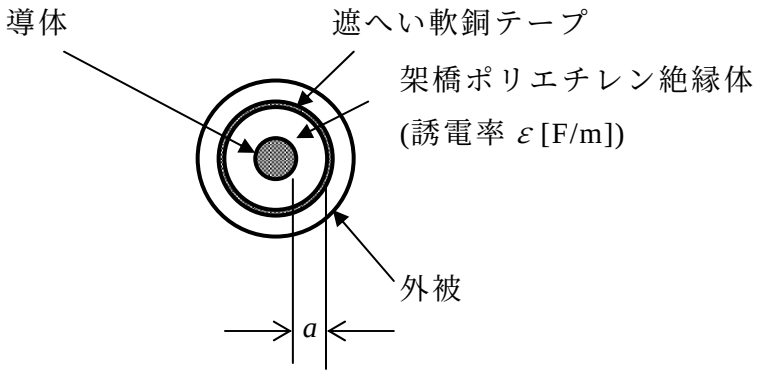
ニ．600V 架橋ポリエチレン絶縁電線

ヒント 架橋ポリエチレンは、耐熱性がよい材料である。

【回答】：ニ

【問 2】

地中に埋設した図のような断面のケーブル(長さ L[m])がある。 このケーブルの対地静電容量 C[μF]に関する記述として、誤っているものは。



イ．C は絶縁体の誘電率 ε に比例する。

ロ．C はケーブルの長さ L に比例する。

ハ．C は絶縁体の厚さ a が小さいほど大きくなる

ニ．C は地中埋設深さが深いほど大きくなる。

ヒント 電極間距離 a[m]を誘電率 ε[F/m]の絶縁体で満たした時の、平行平板コンデンサの静電容量は C[F]は、$C=\dfrac{\varepsilon S}{a}$ [F]である。

【回答】：ニ

【問 3】

600V ビニル絶縁電線の許容電流(連続使用時)に関する記述のうち適切な物はどれか。

イ．電線の温度が 80[℃]となる時の電流値をいう。
ロ．電流による発熱により絶縁物が著しい劣化をきたさないようにするための限界の電流値をいう。
ハ．電線が電流による発熱により溶断する時の電流値をいう。
ニ．電圧降下を許容範囲に収めるための最大電流値をいう。

ヒント 電線は、絶縁物が耐えられる温度まで使用可能でその電流を許容電流と言う。

【回答】：ロ

【問 4】

高圧自家用受電設備の引込線に広く用いられている高圧 CV ケーブルの絶縁体 a とシース b の材料の組合せは。

イ．a 架橋ポリエチレン、　　b 塩化ビニル樹脂
ロ．a 架橋ポリエチレン、　　b ポリエチレン
ハ．a エチレン-プロピレンゴム、b 塩化ビニル樹脂
ニ．a エチレン-プロピレンゴム、b ポリクロロプレン

ヒント CV ケーブルは、絶縁材料に架橋ポリエチレンを使い、外傷防止に塩化ビニル樹脂を使っている。

【回答】：イ

【問 5】

CV ケーブルにおいて、水トリーと呼ばれる樹枝状の劣化が生ずる箇所は。

イ．銅導体内部

ロ．銅遮へいテープ表面

ハ．架橋ポリエチレン絶縁体内部

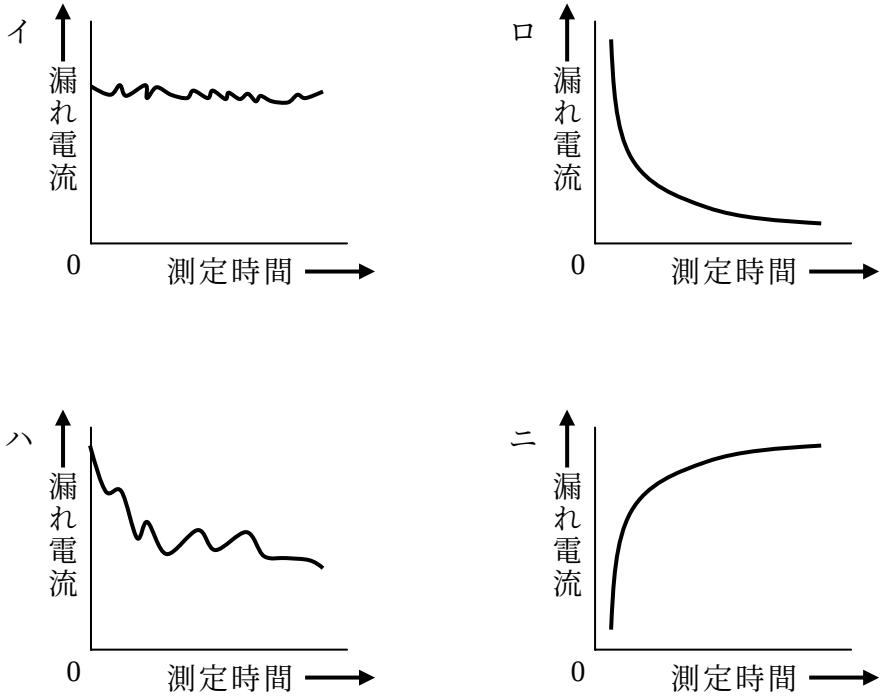
ニ．ビニルシース表面

ヒント 水トリーは、絶縁体の内部で発生する。

【回答】：ハ

【問 6】

高圧ケーブルの絶縁劣化診断を直流漏れ電流測定法で行ったとき、ケーブルが正常であることを示す測定チャートは。

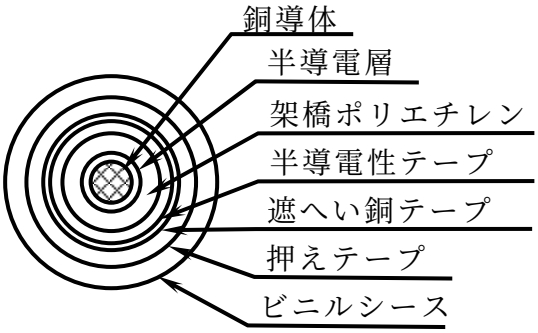


ヒント ケーブルに直流を印加すると始めは充電電流が流れるが、時間と伴に滑らかに減少する。

【回答】：ロ

【問 7】

6600[V]CV ケーブルの架橋ポリエチレンの外側に巻かれる半導電性テープの目的として、正しいものは。



イ．導体内部の電界の均一化

ロ．遮へい銅テープの腐食防止

ハ．絶縁体表面の電位傾度の均一化

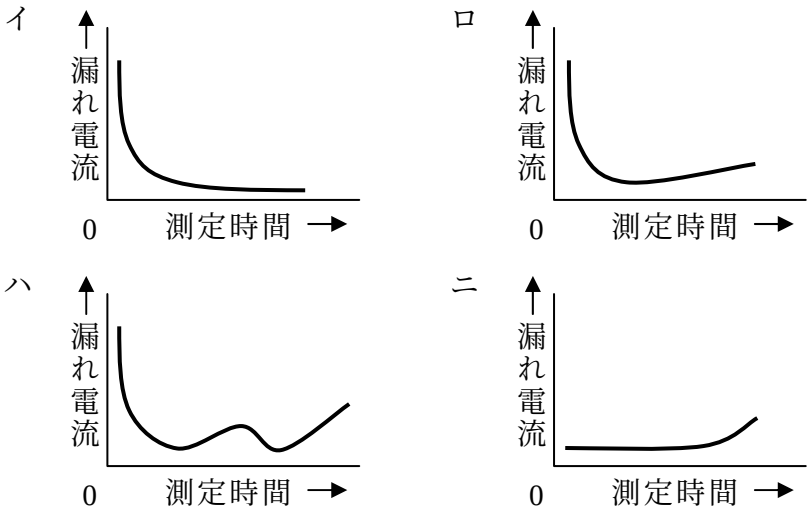
ニ．絶縁体内への水の侵入防止

ヒント 高圧ケーブルは、内部の電位傾度が一部に集中すると絶縁破壊するので半導電層で、電位傾度を均一化する。

【回答】：ハ

【問 8】

6,600 ボルト CVT ケーブルの劣化状態を判定するため、直流高電圧絶縁抵抗試験(直流漏れ電流測定法)を行った時、ケーブルが正常であることを示す測定チャートは。



ヒント 高圧ケーブルに直流を印加すると流れる電流は、初めのうち、充電電流が流れるが、時間と伴に滑らかに減少する。

【回答】：ハ