

技　術　資　料

技　資　第121号A

各種断熱材による電線・ケーブルへの影響及び対策

1996年（平成8年）2月 制定

2000年（平成12年）3月 改正

社団法人　日本電線工業会  
(絶縁電線専門委員会)

## 目 次

	頁
1. まえがき ..... 〔改正の経緯〕	1
2. 断熱材の種類とその影響の概要 .....	1
3. 断熱材による熱的影響 .....	2
3.1 通電実験結果 .....	2
3.2 考察 .....	2
4. 断熱材による化学的影响 .....	3
4.1 発泡ポリウレタンによる化学的影响 .....	3
4.2 断熱防湿紙付グラスウールによる化学的影响 .....	7
4.3 ポリスチレンフォームによる化学的影响 .....	8
5. 対策 .....	8
 (資料)	
資料－1 VVFに対する発泡ポリウレタンの影響確認実験 －通電実験結果－	10
資料－2 IEE WIRING REGULATIONS .....	16
－REGULATIONS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS (16th ed. 1991)抜粋－	
523-04 断熱材中のケーブル (Cables in thermal insulation)	
資料－3 VVFに対する発泡ポリウレタンの影響確認実験 －加熱促進実験結果－	17
資料－4 ビニルシースとポリスチレンフォーム保溫材との相容性について 〔(社) 電気設備学会資料抜粋〕	23

## 各種断熱材による電線・ケーブルへの影響及び対策

### 1. まえがき

近年、建屋には保温性確保のために各種の断熱材が使用されているが、その使用方法によっては電線・ケーブルの性能を低下させる可能性がある。建築物の電気配線は、1995年（平成7年）7月に施行されたP.L法（製造物責任法）の対象となっており、断熱材に起因した電線・ケーブルの信頼性、安全性の低下を回避するために、各種断熱材が電線・ケーブルに対して与える影響について理解していただく必要がある。そのため、断熱材が電線・ケーブルに対して与える影響の具体例やその対策について調査・検討を行った。

なお、電線・ケーブルには多くの種類があるが、ここでは建築設備用にビルから一般住宅まで広く使用されており、構造・材質的にも直接的影響を受け易いVVFケーブル（ビニル絶縁ビニルシースケーブル平形）を代表例として取り上げる。

#### [改正の経緯]

本資料は1996年（平成8年）2月に制定されたが、VVFケーブルに対する発泡ポリウレタン断熱材の化学的影响に関して、120°Cという高温での加熱促進実験結果を基にしているため実使用条件により近い温度での実験による確認が望まれたこと及び断熱材による熱的な影響（許容電流への影響）に關しても、より詳細な検討が必要と考えられたことから以下の追加実験を実施した。

今回の改正は、この追加実験の結果を反映させて内容の見直しを図ったものである。

- ① VVFケーブルに断熱材を塗布した状態での通電実験
- ② 60～100°Cでの加熱促進による絶縁特性確認試験

### 2. 断熱材の種類とその影響の概要

断熱材によるケーブルへの影響は、大きく次の2つに分けることができる。表-1に代表的な断熱材とケーブルに与える影響の概要を示す。

- ① 热的影响：断熱材の断熱効果によるケーブルの温度上昇（許容電流の低下）
- ② 化学的影响：断熱材とケーブルのビニル<sup>(注)</sup>被覆との間で起こる化学的反応による特性低下  
(注) ビニル；ポリ塩化ビニル混合物（PVC）

表-1 断熱材の種類と影響の可能性

	断熱材	热的影响の可能性	化学的影响の可能性
1	発泡ポリウレタン	有	有
2	断熱防湿紙付グラスウール (アスファルト系塗料コーティング)	有	有
3	ポリスチレンフォーム	有	有
4	グラスウール	有	なし
5	ロックウール	有	なし

### 3. 断熱材による熱的影響

ケーブルの許容電流は、通電時のジュール熱によりケーブル内部に発生する熱量と、外部に放散される熱量とのバランスにより決まるため、ケーブルが断熱材に覆われた場合、外部への熱の放散が妨げられてケーブル温度が許容温度以上に上昇する可能性が出てくる。そのため、通常の気中布設時に比べ許容電流が低下することを考慮してケーブルサイズを選定することなどが必要と考えられる。

そこで、ここでは発泡ポリウレタン断熱材を代表例として、断熱材塗布によりケーブルの許容電流がどの程度低下するか検討を行った。

#### 3.1 通電実験結果（詳細は資料一参考）

VVFケーブルに発泡ポリウレタン断熱材を塗布した状態で通電実験を行い、ケーブルの許容電流がどの程度低下するか確認した。

##### ① 条件

- ・ケーブル：VVF 3×1.6mm
- ・断熱材塗布厚さ（片面塗布）：20mm、40mm  
(参考として、ケーブルを20mm厚さの断熱材で挟んだ実験も実施)
- ・断熱材塗布長さ：5.0m
- ・通電電流値：気中・暗渠1条布設時許容電流の0～100%

##### ② 結果

- ・発泡ポリウレタン塗布厚さ（片側に塗布）と許容電流の関係は表-2のようになり、ケーブルの許容電流は気中・暗渠1条布設時の約60%程度に小さくなる。  
また、100%の通電ではケーブルが120～150°C程度まで温度上昇し、VVFケーブルの許容温度である60°Cを大幅に上回ることとなる。

表-2 発泡ポリウレタン塗布厚さと許容電流の関係

発泡ポリウレタン 塗布厚さ	ケーブルの許容温度（60°C） に達する電流値
20mm	気中・暗渠1条布設時許容電流値の64%
40mm	気中・暗渠1条布設時許容電流値の62%

- ・ケーブルを発泡ポリウレタンで挟んだ場合には、厚さ20mmにおいて許容電流値は55%程度まで低下する。
- ・断熱材塗布端面より200mm程度内部の部分でも、試料中央部と同程度まで温度上昇する。

#### 3.2 考察

通電実験により、通電電流が断熱材を塗布しない時の気中・暗渠1条布設時許容電流の60%程度以上になるとケーブル温度は許容温度を超てしまうことが判った。従って、ケーブル上に発泡ポリウレタン断熱材を塗布する場合には、その断熱効果により通常の気中布設時に比べ許容電流が低下することを考慮してケーブルの導体サイズを選定するなど、ケーブルが許容温度以上にならないようにすることが重要であると考えられる。

なお、断熱材中のケーブルの許容電流に関しては、英國 IEE WIRING REGULATIONSにおいて「0.5m以上の長さが断熱材に覆われている場合には、気中布設時の許容電流の0.5倍とすること」と規定されている。今回の試験結果をみた場合、参考となるものであり、その和訳を資料-2に示す。

#### 4. 断熱材による化学的影響

VVFケーブルが発泡ポリウレタン、断熱防湿紙付グラスウール、ポリスチレンフォーム断熱材などと直接接触した場合、化学的反応により特性低下の起こる可能性がある。以下に、そのメカニズム及び実験によりそれを確認した結果を示す。

##### 4.1 発泡ポリウレタンによる化学的影響

###### 4.1.1 化学的影響のメカニズム

発泡ポリウレタンは、反応触媒として一般的に「アミン」を含有している。アミンは、強力な還元作用を有するため、ビニルと接触すると塩化ビニル樹脂の脱塩酸反応を促進させることが知られている。<sup>(1)</sup> (図-1)

そのため、VVFケーブルのように絶縁体、シースにビニルを用いたケーブルが発泡ポリウレタンと接触した場合には、脱塩酸反応により劣化が促進され、絶縁抵抗の低下を招くケースが出てくる。

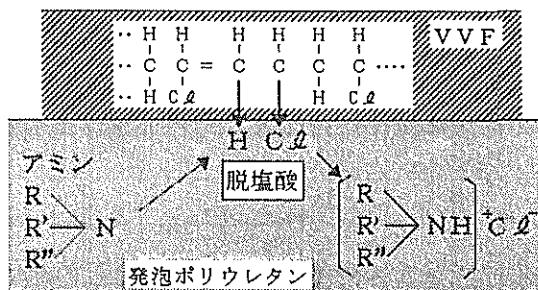


図-1 脱塩酸反応のモデル

###### 4.1.2 実験による検証

VVFケーブルを発泡ポリウレタンと接触させた状態で加熱し、ケーブルの絶縁抵抗がどのように変化するか促進実験を行った。なお、加熱温度は、次のとおりとした。

- ① 120°C : VVFケーブルのJ I S C 3342において、巻付加熱試験、加熱変形試験等で規定されている温度
- ② 60~100°C : VVFケーブルの許容温度 (60°C) を考慮した温度

## (1) 加熱温度120°Cでの促進実験結果

### ① 条件

- ・ケーブル : VVF 3×1.6mm
- ・加熱温度 : 120°C
- ・発泡ポリウレタンとの接触状況 : 直接塗布接触及び硬化後接触 (図-2)

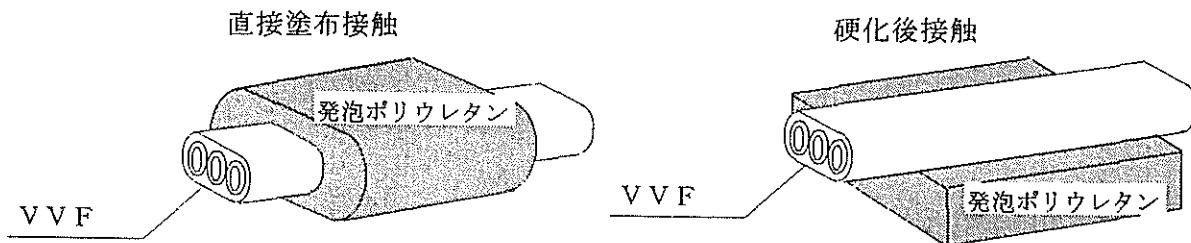


図-2 試験状態

### ② 結果

結果を表-3に示す。VVFケーブルを発泡ポリウレタンと接触させて促進加熱すると絶縁抵抗の低下を招くことが確認された。

表-3 発泡ポリウレタンとの接触による絶縁抵抗の変化

特性	試料	発泡ポリウレタンと接触		接触なし
		直接塗布接触	硬化後接触	
絶縁抵抗 (MΩkm)	初期値	220	220	220
	120°C × 48h	134	184	227
	120°C × 96h	29	81	233
	120°C × 144h	7	25	251
外観変色の度合い		変色多大	変色多大	変色なし

## (2) 加熱温度60°C~100°Cでの促進実験結果 (詳細は資料-3参照)

4.1.2(1)項の加熱促進実験は120°Cという高温の条件で行われているため、実使用条件により近い60~100°Cでの確認実験を実施した。また、ケーブルと発泡ポリウレタンが直接接触しないようにP E Tテープによるセパレータを施し、その効果の確認も行った。

### ① 条件

- ・ケーブル : VVF 3×1.6mm
- ・断熱材塗布厚さ : 20mm
- ・加熱温度 : 60°C、70°C、80°C、100°C
- ・加熱時間 : 最大 300日

## ② 結果

- ・ $60^{\circ}\text{C} \times 120$ 日間、 $70^{\circ}\text{C} \times 300$ 日間の実験結果では、いずれの試料にも絶縁抵抗の低下が見られず、温度条件 $70^{\circ}\text{C}$ 以下の場合、今回の試験期間ではVVFケーブルの絶縁抵抗に対する発泡ポリウレタン塗布の影響は認められなかった。
- ・ $80^{\circ}\text{C} \times 300$ 日間では、塗布なしの場合には絶縁抵抗の低下がみられないのに対し、断熱材を塗布したものは $100\text{M}\Omega\text{km}$ 程度まで絶縁抵抗が低下した。また、 $100^{\circ}\text{C}$ の場合にも、塗布なしのものは150日経過しても絶縁抵抗の低下がみられないのに対し、断熱材を塗布したものは90日で $20\sim60\text{M}\Omega\text{km}$ 程度まで絶縁抵抗が低下した。
- ・VVFケーブルの許容温度を超えた $80^{\circ}\text{C}$ 、 $100^{\circ}\text{C}$ においての結果を見る限り、PETテープによるセパレータは絶縁抵抗の低下に対して効果が見られなかった。

### 4.1.3 考察

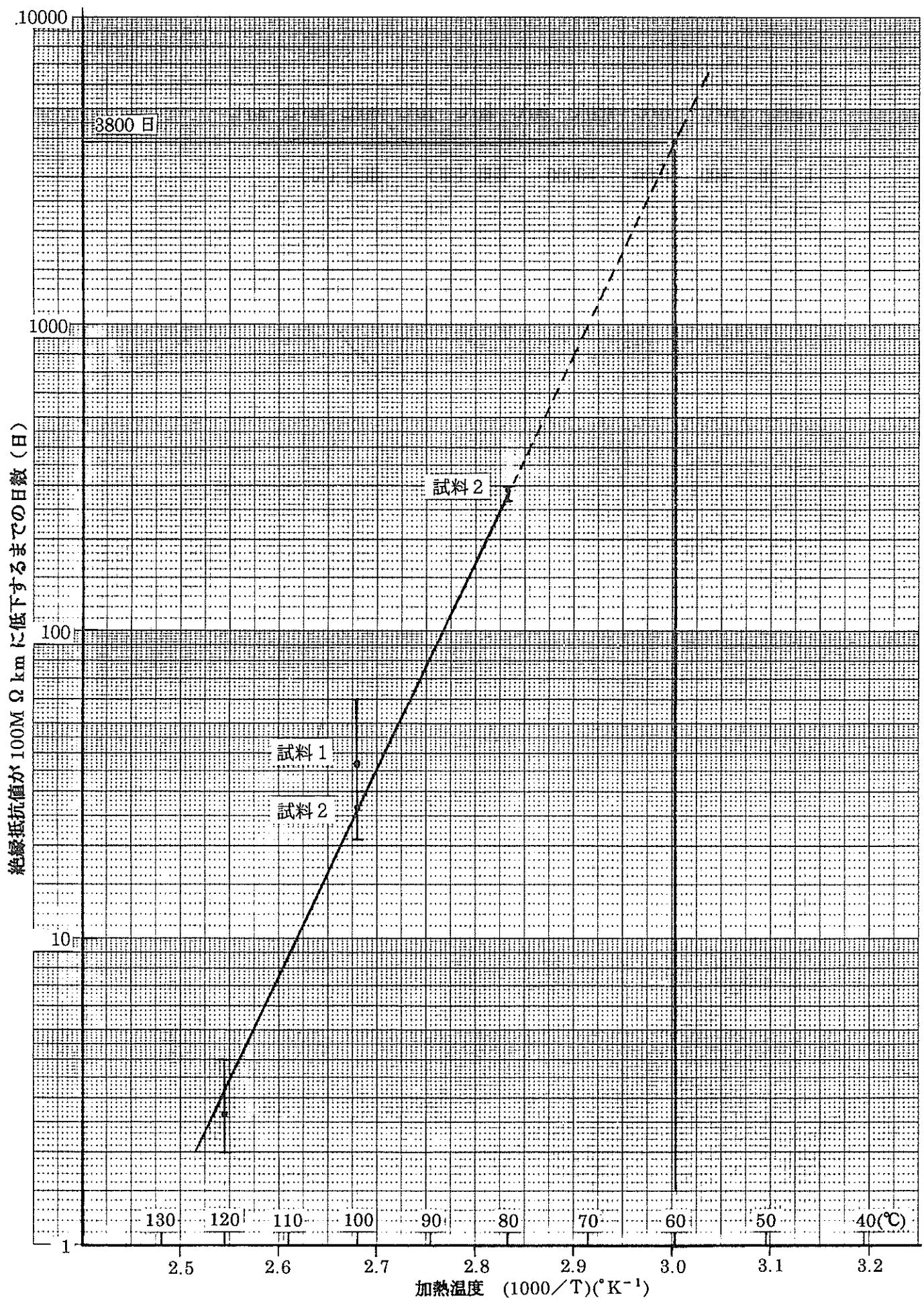
$60\sim100^{\circ}\text{C}$ での加熱促進実験では発泡ポリウレタン塗布により、 $80^{\circ}\text{C}$ 、 $100^{\circ}\text{C}$ では $100\text{M}\Omega\text{km}$ 以下まで絶縁抵抗が低下したが、 $60^{\circ}\text{C}$ 、 $70^{\circ}\text{C}$ では、今回の試験期間で絶縁抵抗の低下が認められなかった。そこで、 $80^{\circ}\text{C}$ 、 $100^{\circ}\text{C}$ の結果と、4.1.2(1)項の $120^{\circ}\text{C}$ での加熱実験結果を基にして、試みにケーブルの寿命推定手法の一つであるアレニウスプロットにより、VVFケーブルの許容温度である $60^{\circ}\text{C}$ で長期間使用した時の状況を推定した。

なお、アレニウスプロットは、通常、特性的に寿命と判断される値を基準とするのが一般的であるが、今回の場合、 $80^{\circ}\text{C}$ において最も低下した絶縁抵抗値が約 $100\text{M}\Omega\text{km}$ であったためこれを基準にした。この値は、VVFケーブルの初期段階（新品の時）の規格値（ $50\text{M}\Omega\text{km}$ ）の2倍に相当し、実使用上まったく問題のない値である。

絶縁抵抗が $100\text{M}\Omega\text{km}$ まで低下する時間（日数）と温度との関係をアレニウスプロットした結果を図-3に示す。 $80^{\circ}\text{C}$ から $120^{\circ}\text{C}$ の範囲でほぼ直線となり、これを外挿すると $60^{\circ}\text{C}$ の場合には約3800日（約10年）となる。このことは、 $80^{\circ}\text{C}\sim120^{\circ}\text{C}$ で絶縁抵抗の低下をもたらすケーブルの劣化が $60^{\circ}\text{C}$ でも同様に進行するとした場合、ケーブルが10年間連続して最高許容温度に達する雰囲気中に置かれたとしても、まだ $100\text{M}\Omega\text{km}$ という十分な絶縁抵抗を有していることを示している。

なお、 $60^{\circ}\text{C}$ で使用した時、どの程度の期間ケーブルが機能上問題ないのかを今回のデータから推定することは難しいが、ケーブルが連続して最高許容温度の状態に置かれるることは實際には考え難いことや、ここで基準とした $100\text{M}\Omega\text{km}$ という絶縁抵抗値が実使用面からみると非常に余裕をもった値であることを考え併せると、機能上問題の生じるところまでケーブルの劣化が進行するにはかなりの年数を要するものと推測される。

のことから、絶縁抵抗の変化を見る限り、VVFケーブルが発泡ポリウレタンと直接接触していても、ケーブル温度が許容温度の $60^{\circ}\text{C}$ 以下に抑えられている場合には、一般的にケーブルに対して期待される耐用年数である20~30年程度は実用上問題になることはないものと考えられる。



図—3 発泡ポリウレタン塗布による絶縁抵抗値の低下現象のアレニウスプロット

## 4.2 断熱防湿紙付グラスウールによる化学的影響

### (1) 化学的影響のメカニズム

断熱防湿紙付グラスウールには、防湿紙の裏面にアスファルト系塗料がコーティングされている例がある。そのため、VV Fケーブルが断熱防湿紙付グラスウールと接触すると図-4に示すように、ビニルに含まれる可塑剤が一時的にアスファルト系塗料に移行し、アスファルト系塗料を溶解する。この溶解したアスファルト系塗料がビニル中に逆に拡散・浸透し、その結果、絶縁抵抗の低下や絶縁体・シースの機械的特性の低下を引き起こすこととなる。

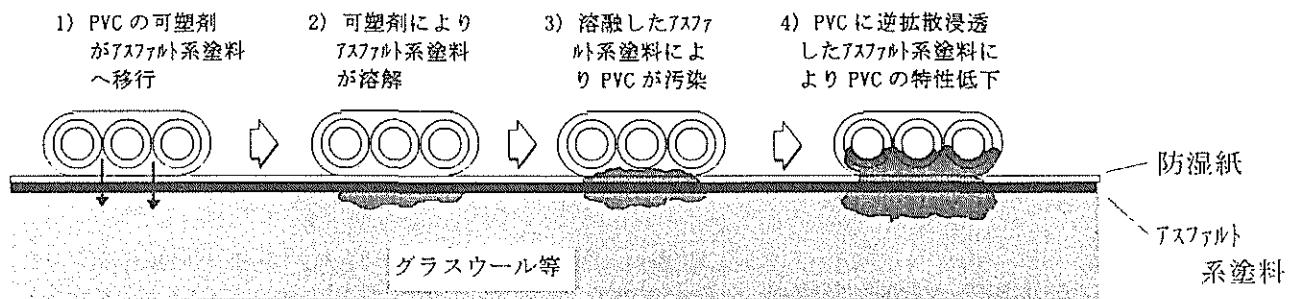


図-4 断熱防湿紙付グラスウールとの化学的反応のモデル

### (2) 実験による検証

V V Fケーブルとアスファルト系塗料を接触させて加熱し、絶縁抵抗の変化を確認した。

#### ① 条件

- ・ケーブル：V V F 3 × 1.6mm
- ・試験方法：一般的なアスファルト系塗料に2m長のケーブル試料を浸漬し、恒温槽中で加熱し、その後、塗料を除去し、絶縁抵抗を測定する。
- ・加熱条件：90°C × 192h

#### ② 結果

結果を表-4に示す。V V Fケーブルを断熱防湿紙付グラスウールにコーティングされているアスファルト系塗料と接触させ、促進加熱すると絶縁抵抗の低下を招くことが確認された。

表-4 アスファルト系塗料との接触による絶縁抵抗の変化

	絶縁抵抗 (MΩ km)
塗料浸漬前	250
塗料浸漬後 (90°C × 192h)	66

#### 4.3 ポリスチレンフォームによる化学的影響

ポリスチレンフォーム断熱材がビニルシースケーブルと接触すると、ポリスチレンが溶解・侵食されることが報告されている。<sup>(2)</sup> (資料-4 参照)

##### (1) 化学的影響のメカニズム

VVFケーブル等のシース材に使用されているビニルには、可塑剤として一般的に「フタル酸エステル」(DOP等)を含有しており、使用環境や使用条件により異なるが、フタル酸エステルは経時的に揮散現象を生じる。通常、この揮散の程度は、ごくわずかであり問題になることはないが、ポリスチレンと接触している場合はこれが促進され、可塑剤がポリスチレンフォームに移行して、ポリスチレンフォームを溶解・侵食する。その結果、ケーブルが断熱材の中にめり込む形となってしまい熱の放散が著しく妨げられるとともに、ビニル中の可塑剤が減少することによるケーブルの諸特性の低下が懸念される。

##### (2) 実験による検証

###### ① 条件

- ・試験方法：ポリスチレンフォーム断熱材でVVFケーブルを挟んだ状態で加熱する。
- ・温度：60°C
- ・湿度：50%
- ・加熱時間：50日

###### ② 結果

VVFケーブルとポリスチレンフォームが直接接触している試料は、ポリスチレンフォームが侵食を受けている。これに対し、両者の間にセパレータ(ポリエチレンテープ)を施したものには変化がみられない。

## 5. 対策

以上に示したとおり、VVFケーブルが断熱材に覆われると、熱的影響や化学的影響を受けるおそれがあるため、以下のような対策が必要であると考えられる。

##### (1) 熱的影響の防止

VVFケーブルが断熱材に覆われると発生した熱の放散が妨げられるため、断熱材の熱的影響を考慮しないとケーブル温度が許容温度以上に上昇する可能性がある。また、同時に、化学的な影響は温度が高くなることで、より促進される。

そのため、ケーブルが断熱材に覆われた状況にある場合には、許容電流が気中・暗渠1条布設時の約60%程度まで小さくなることを考慮してケーブルサイズの選定を行う必要がある。

(注) 資料-2に示したとおり、英国ではケーブルが0.5m以上断熱材に覆われる場合は、許容電流を気中布設時の半分にするよう規定されている。

## (2) 化学的影響の防止

断熱材の種類によっては、ケーブルと直接接触することにより化学的な反応が起こり、ケーブル特性の低下を招くおそれがある。

そのため、断熱防湿紙付グラスウール（アスファルト系塗料コーティング）、ポリスチレンフォーム断熱材の場合には、比較的低温・短期間の促進試験においても顕著な影響が確認されることがから、セパレータ（ポリエチレンテープ、P E Tテープなど）を設けるなどして直接接触を避ける必要があると考えられる。

なお、発泡ポリウレタン断熱材については、加熱促進実験の結果から、VV Fケーブルの温度が許容温度以下に抑えられている場合には、直接接触していても実用上の問題はないものと考えられる。

## （参考文献）

- (1) 塩ビとポリマー Vol. 28 No. 6 「軟質PVC／ポリウレタンフォーム間の相互作用の問題について」
- (2) (社) 電気設備学会 集合住宅電気設備の合理化調査研究会「集合住宅電気設備工事の工業化工法に関する調査研究報告書(その3)」 1994年(平成6年)3月

以上

原案作成：絶縁電線専門委員会

発行承認：平成12年2月10日の技術本委員会

## VV Fに対する発泡ポリウレタンの影響確認実験

## —通電実験結果—

## 1. 目的

ケーブルが断熱材に覆われた場合、ケーブルから発生した熱の放散が妨げられてケーブル温度が許容温度以上に上昇する可能性がある。そこで、VV Fケーブルに断熱材を塗布した状態で通電実験を行い、どの程度まで許容電流が低下するか確認する。

なお、この実験は、平成9年6月から平成10年6月まで絶縁電線小委員会各社において行ったものである。

## 2. 実験方法

## (1) 設定条件

- ① ケーブル : VV F  $3 \times 1.6\text{mm}$  (短径  $6.2\text{ mm} \times$  長径  $13.0\text{ mm}$ )
- ② 断熱材塗布厚さ : A)  $20\text{mm}$  B)  $40\text{mm}$
- ③ 断熱材塗布長さ :  $5.0\text{m}$
- ④ 温度測定点 : A) 絶縁体上 B) シース表面 C) 断熱材表面 D) 外気
- ⑤ 温度測定位置 : 断熱材左端より、 $0.2\text{m}$   $1.0\text{m}$   $2.5\text{m}$   $4.5\text{m}$   $5.0\text{m}$   $6.0\text{m}$ (断熱材塗布無し)
- ⑥ 電流値 : 気中・暗渠1条布設時許容電流値の、 $25\%$   $50\%$   $75\%$   $100\%$   
( $5.2\text{A}$ ) ( $10.5\text{A}$ ) ( $15.7\text{A}$ ) ( $21.0\text{A}$ )

( )内は内線規程での許容電流値  $19\text{A}$  (周囲温度  $30^\circ\text{C}$ ) を実験時の周囲温度  $20^\circ\text{C}$  に換算した電流値

(2) 通電回路 通電回路を図1に示す。

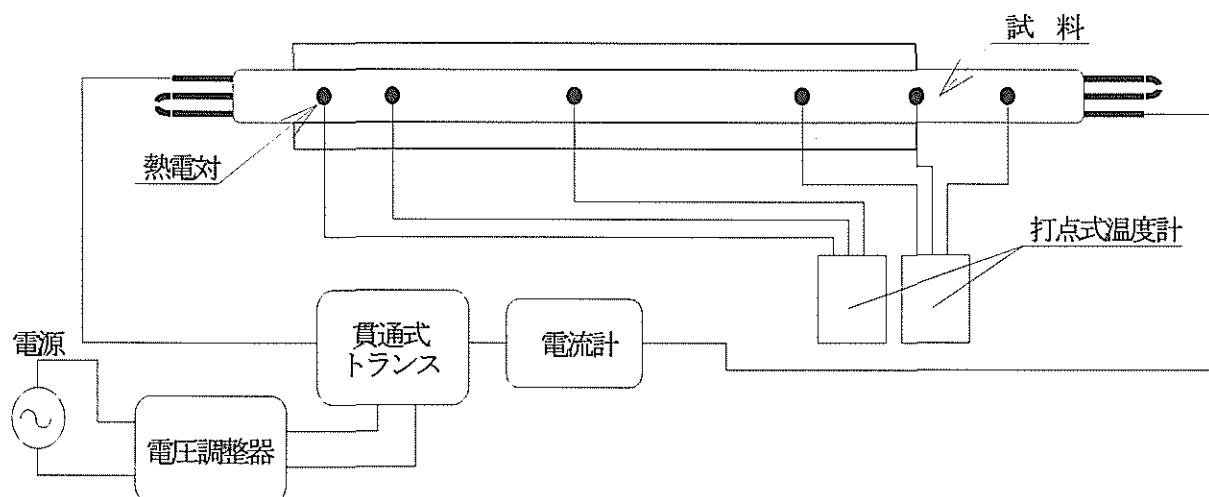


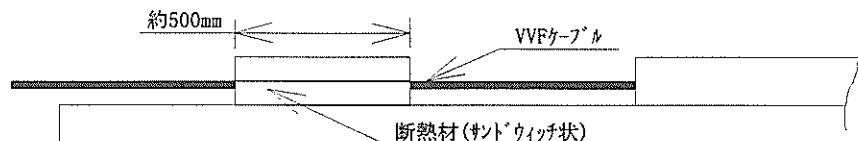
図1 通電回路

### (3) 実験手順

- ① 予め熱電対を取り付けたVVFケーブルを木枠内にまっすぐに通し、適当な位置にテープにて固定する。
- ② 液性のポリウレタン溶液を混合・攪拌し木枠内に流し込み、反応させる。
- ③ 反応完了後、木枠上面よりはみ出した樹脂を除去し、外枠を取り外す。
- ④ 断熱材上部に熱電対を取り付け、全ての熱電対を打点式温度計に接続する。
- ⑤ 試料の両端を図1のように接続し回路を構成する。
- ⑥ 最初許容電流値の25%を通電し、各測定箇所の温度を打点温度計にて測定する。  
同時に10分おきに温度を読み取り、記録する。
- ⑦ 全ての測定点の温度が一定になった時点で通電を停止する。
- ⑧ 通電停止後、各測定点が測定開始時の温度に低下するまで放置する。
- ⑨ 電流値を50%、75%、100%と上昇させ、各々⑥～⑧を繰り返す。

### (参考試験)

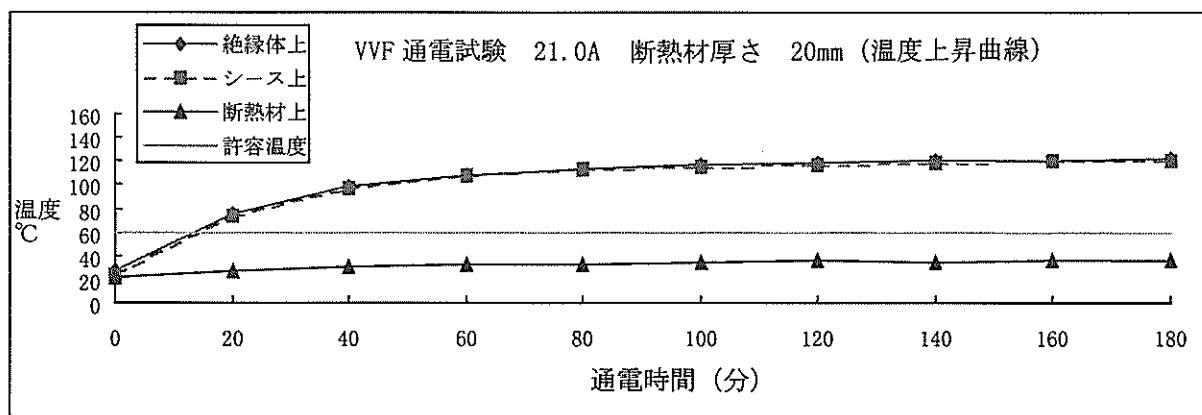
- ① 下図のようにケーブルを断熱材（厚さ：上下とも20mm）で挟んだサンプルを作成して同様の通電を行い、温度測定を行う。



## 3. 測定結果

### (1) 時間にに対する温度上昇曲線

時間に対する温度上昇曲線の例（断熱材厚さ：20mm、通電電流値：21.0A）をグラフ1に示す。なお、測定位置は、断熱材左端より2.5m（ケーブル長手方向の中央部）。



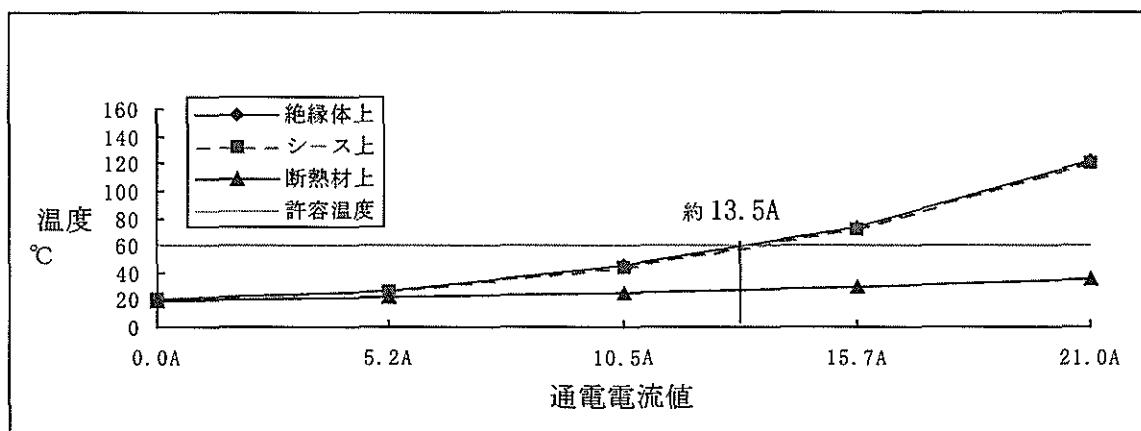
グラフ1 時間にに対する温度上昇曲線の例

### (結果)

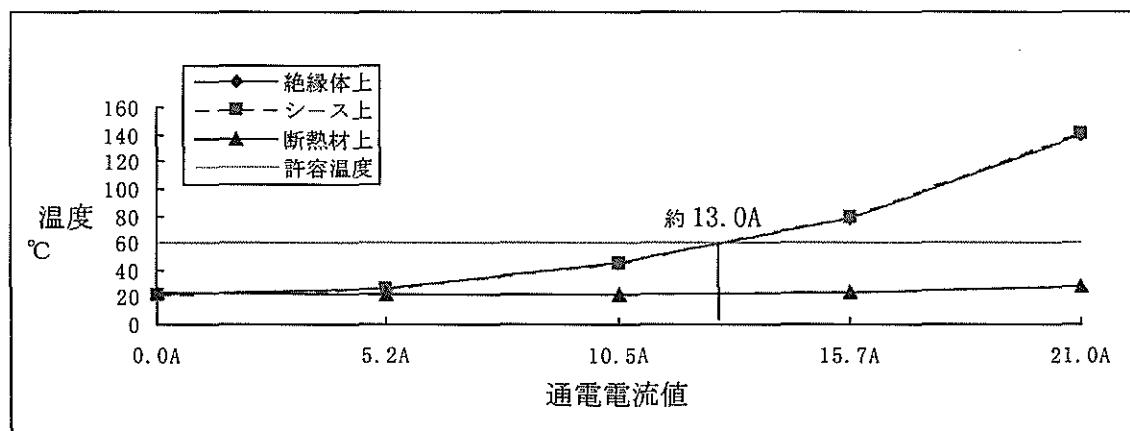
通電後、2～3時間程度で温度上昇の飽和することが判った。

## (2) 通電電流と最終到達温度

通電電流と最終到達温度の関係をグラフ2（断熱材厚さ20mm）、グラフ3（断熱材厚さ40mm）に示す。なお、測定位置は、断熱材左端より2.5m（ケーブル長手方向の中央部）。



グラフ2 通電電流と温度（断熱材厚さ：20mm）



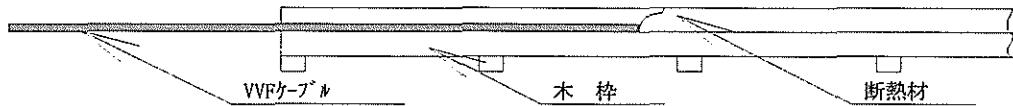
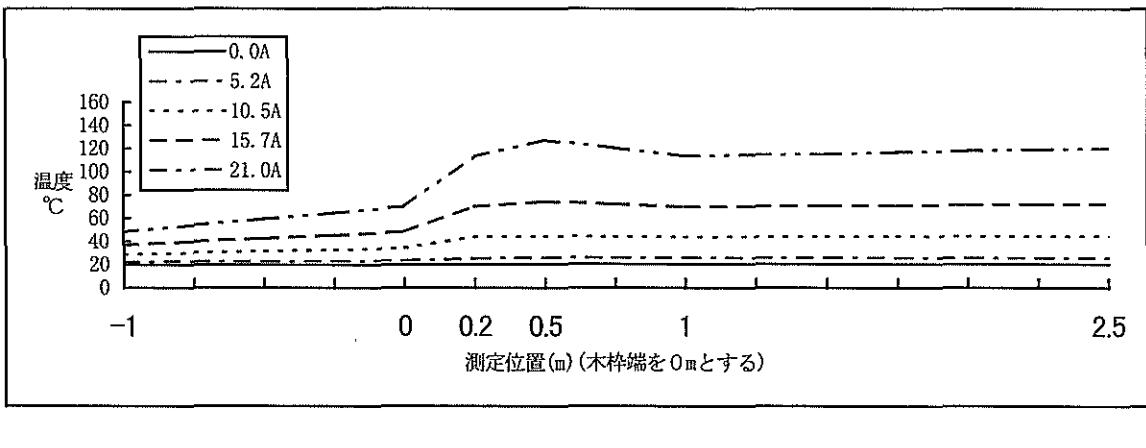
グラフ3 通電電流と温度（断熱材厚さ：40mm）

## （結果）

- ・断熱材が塗布された状態においては、気中・暗渠1条布設時許容電流の約60%で絶縁体表面の温度がVVFの許容温度である60°Cを超えることなく、100%の通電では120～150°Cに達する。
- ・同じ通電電流値であれば、断熱材が厚いほど絶縁体・シース上の温度は高くなる。
- ・断熱材表面上の温度は、通電電流値の変動にかかわらずほぼ一定である。これは、断熱効果が大きいためケーブルからの発熱を放散することができていないことを示している。
- ・なお、参考として実施したケーブルを発泡ポリウレタンで挟んだ場合は、ここではデータは省略するが厚さ20mmにおいて許容電流値は55%程度にまで低下した。

## (3) 測定位置と最終到達温度

測定位置と最終到達温度の関係をグラフ4に示す。



グラフ4 測定位置と温度（シース表面／断熱材厚さ：20mm）

#### (結果)

- ・断熱材塗布端面より200mm程度内部の部分でも、ケーブル表面温度は試料中央部と同程度まで温度上昇することが判った。

#### 4. 結果のまとめ

- ・発泡ポリウレタン塗布厚さ(片側に塗布)と許容電流の関係は以下のようにになり、ケーブルの許容電流は気中・暗渠1条布設時の約60%程度に小さくなる。(表1)
- また、100%の通電では120～150°C程度まで温度上昇し、VVFケーブルの許容温度である60°Cを大幅に上回ることとなる。

表1 発泡ポリウレタン塗布厚さと許容電流の関係

発泡ポリウレタン 塗布厚さ	ケーブルの許容温度(60°C) に達する電流値
20mm	気中・暗渠1条布設時 許容電流値の64%
40mm	気中・暗渠1条布設時 許容電流値の62%

- ・ケーブルを発泡ポリウレタンで挟んだ場合には、厚さ20mmにおいて許容電流値は55%程度まで低下する。
- ・断熱材塗布端面より200mm程度内部の部分でも、試料中央部と同程度まで温度上昇する。

以上

写真1 VVFへの熱電対取り付け

右) シース上

左) 絶縁体上



写真2 ケーブルの取り付けられた木枠の中に、ポリウレタン混合液を流しこみ



写真3 断熱材端面

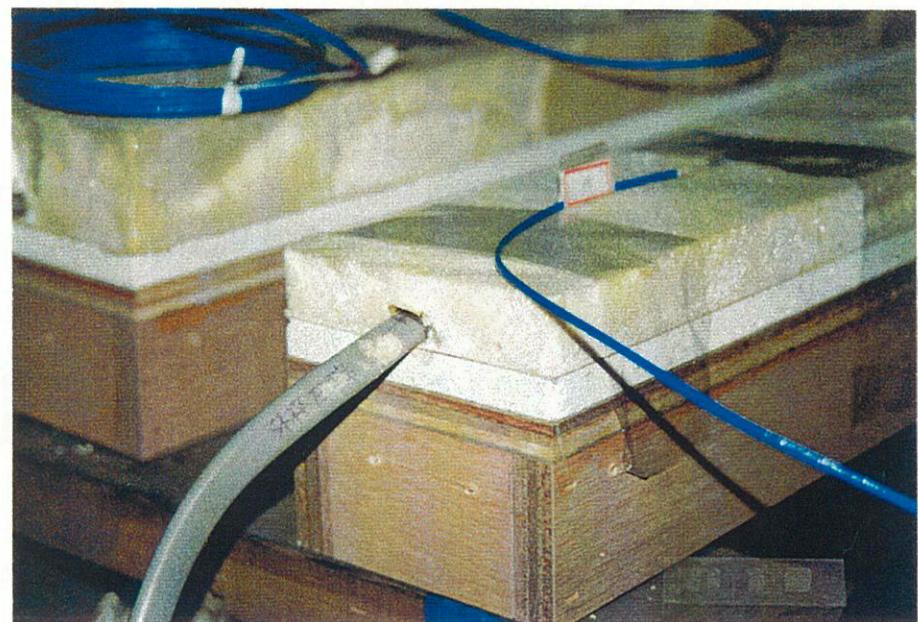
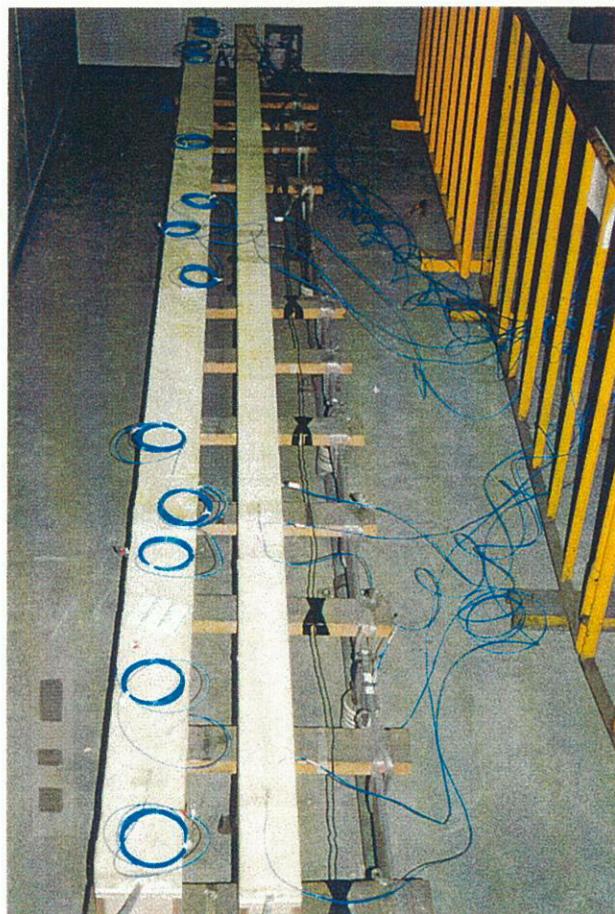


写真4 試料全体状況



IEE WIRING REGULATIONS

—REGULATIONS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS (16<sup>th</sup> ed. 1991) 抜粋—

523-04 断熱材中のケーブル (Cables in thermal insulation)

523-04-01 断熱材が使用される空間にケーブルを布設する場合、可能な所では全て、ケーブルは断熱材により覆われないような位置に固定すること。そのような位置に固定できない所では、ケーブル断面積を適当に増やすこと。

(電線管に入った)ケーブルが断熱性の壁の中、あるいは断熱性の天井の上に布設されるとき、(電線管の)片側が熱伝導性の面に接触しているケーブルの許容電流は Appendix4, Reference Method4 に示されている。

0.5m 以上の長さが全面的に断熱材により囲まれる 1 条のケーブルの許容電流は、他に明確な情報がなければ、床壁面に直接クリップ及び open の時の許容電流(Reference Method 1)の 0.5 倍とすること。

0.5m 以下のときの許容電流は、ケーブルサイズ、断熱材中のケーブル長、断熱材の熱的特性に応じて適当に低減させること。TABLE 52A の低減率は、0.0625W/K.m より大きな熱伝導率を持つ断熱材中の、導体サイズが 10mm<sup>2</sup> 以下のケーブルに適用される。

TABLE 52A  
断熱材により囲まれたケーブル

断熱材中の長さ mm	低減率
50	0.89
100	0.81
200	0.68
400	0.55

他の条件に対する指針は guidance note に記載されている。

## VVFに対する発泡ポリウレタンの影響確認実験

## —加熱促進実験結果—

## 1. 目的

発泡ポリウレタン断熱材が、VVFケーブルの絶縁抵抗に対して与える影響を 60°C～100°Cの温度において確認する。また、PETテープによるセパレータの効果についても確認する。

## 2. 実験方法

## (1) 設定条件

- ① ケーブル : VVF 3×1.6mm
- ② 試料 : ①) 断熱材塗布有  
④ PETによるセパレータ(25μm厚×50mm幅、粘着層付) + 断熱材塗布  
②) ケーブル単体(断熱材塗布無)
- ③ 断熱材塗布厚さ : 20mm(一般的な塗布厚さ)
- ④ 加熱温度 : ①) 60°C ④) 70°C ②) 80°C ⑤) 100°C

## (2) 試料の作成

実験に使用する試料の形状及び寸法は、ギャーオーブンの内寸を考慮し、かつ、絶縁抵抗試験用試料長を確保するために図1、2の形状・寸法とし、また、紙管内に両端を出した状態で断熱材の塗布を行った。なお、PETテープのセパレータは図3に示すように施した。

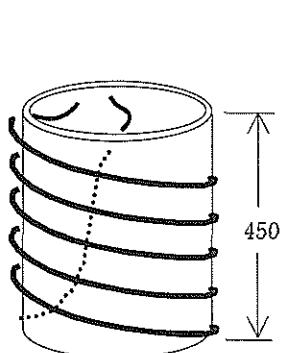


図1 紙管巻状態

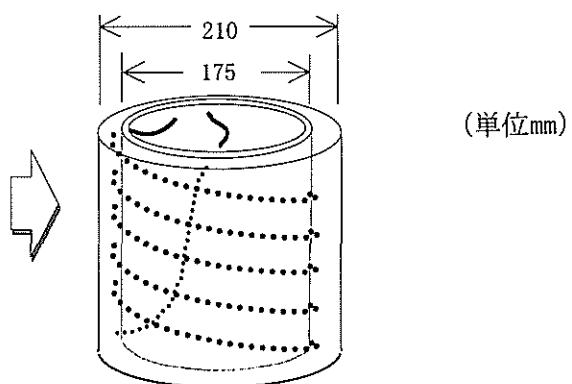


図2 断熱材塗布状態

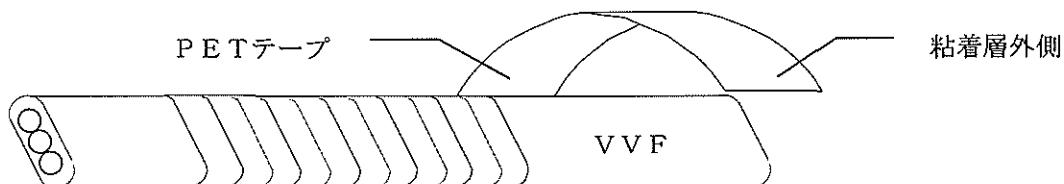


図3 PETテープの状況

### (3) 加熱温度と試料

加熱温度と試料の組み合わせを表1に示す。

表1 加熱温度と試料の組み合わせ

試 料	加熱温度(°C)			
	60	70	80	100
① 断熱材塗布有	○	○	○	○
② P E T + 断熱材塗布	—	—	○	○
③ ケーブル単体(断熱材塗布無)	—	○	○	○

### (4) 絶縁抵抗測定方法

- 規定時間加熱後、恒温槽から取り出し、8時間以上常温に放置後測定を実施した。
- 絶縁抵抗測定時の電圧は500Vとし、黒一白、白一赤、赤一黒の3線間を測定した。(図4)

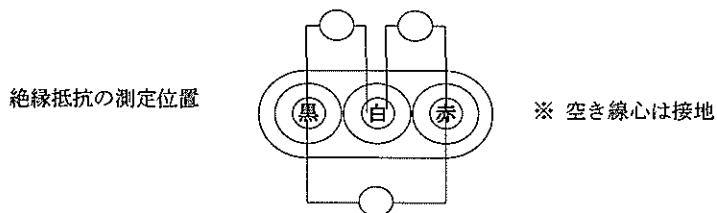
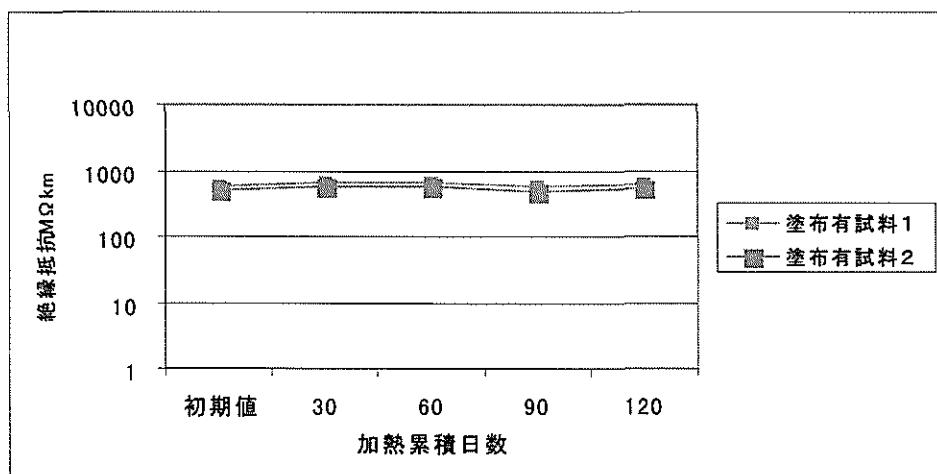


図4 絶縁抵抗測定位置

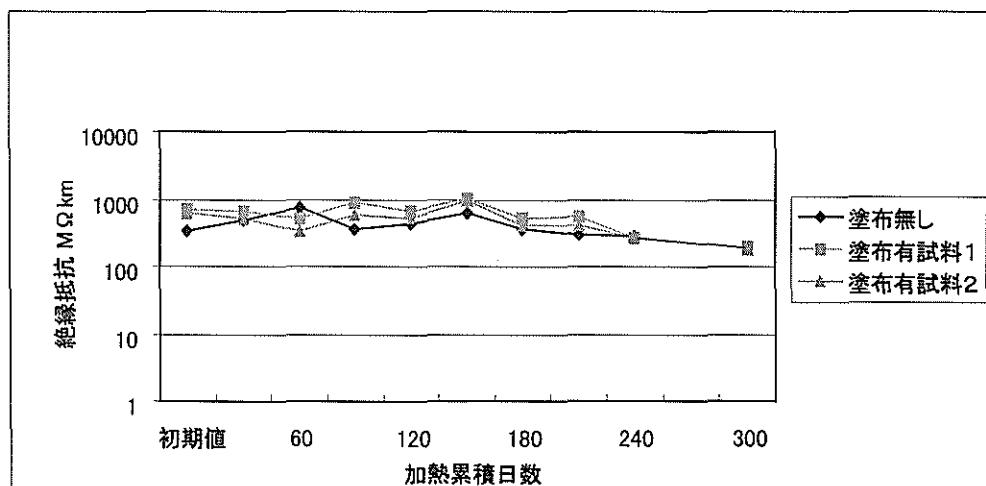
- その他は、JIS C 3005の9.1によった。

### 3. 絶縁抵抗測定結果

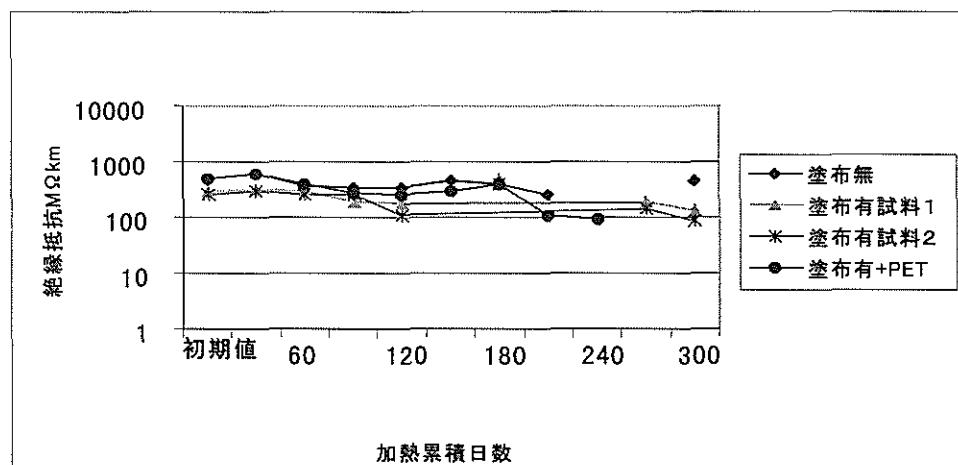
各温度での絶縁抵抗測定結果をグラフ1～4に示す。なお、ここでは代表として黒一白間の値を示す。



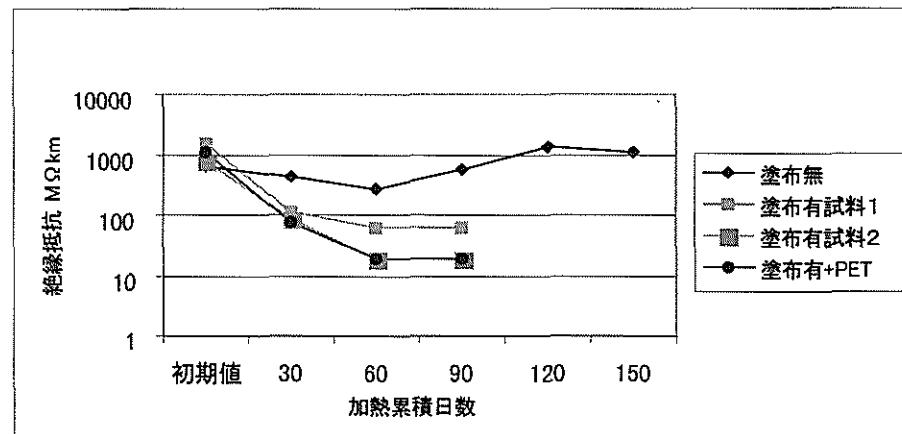
グラフ1 60°C実験結果



グラフ2 70°C実験結果



グラフ3 80°C実験結果



グラフ4 100°C実験結果

#### 4. 結果

今回のケーブル加熱実験で以下の結果が得られた。

- ・ 60°C × 120日間、70°C × 300日間の実験結果では、いずれの試料にも絶縁抵抗の低下がみられず、温度条件70°C以下の場合、今回の試験期間ではVVFケーブルの絶縁抵抗に対する発泡ポリウレタン塗布の影響は認められなかった。
- ・ 80°C × 300日間では、塗布なしの場合には絶縁抵抗の低下がみられないのに対し、断熱材を塗布したものは100MΩkm程度まで絶縁抵抗が低下した。また、100°Cの場合にも、塗布なしのものは150日経過しても絶縁抵抗の低下がみられないのに対し、断熱材をしたものは90日で20～60MΩkm程度まで絶縁抵抗が低下した。
- ・ VVFケーブルの許容温度を超えた80°C、100°Cでの結果を見る限り、PETテープによるセパレータは絶縁抵抗の低下に対して効果が見られなかった。

以 上

写真1 断熱材塗布前

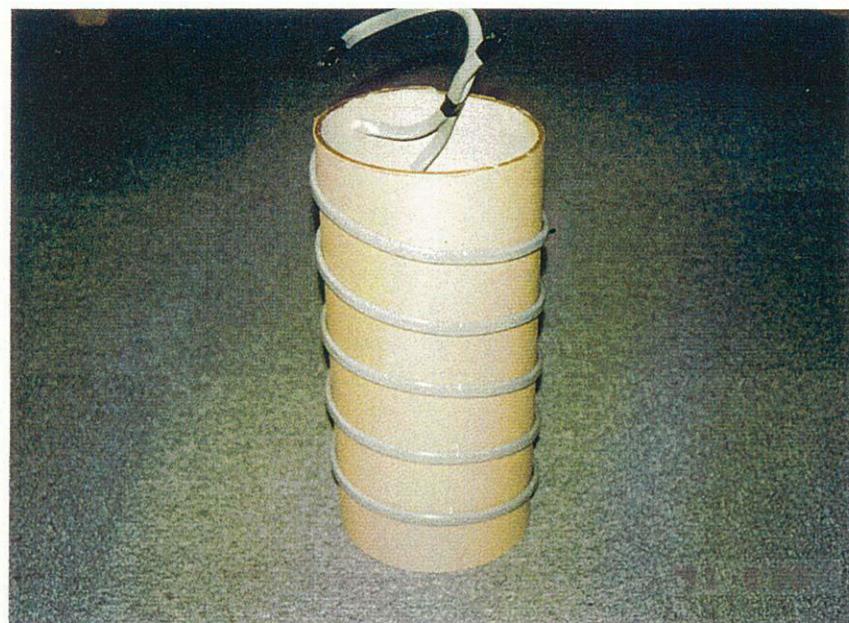


写真2 断熱材塗布後

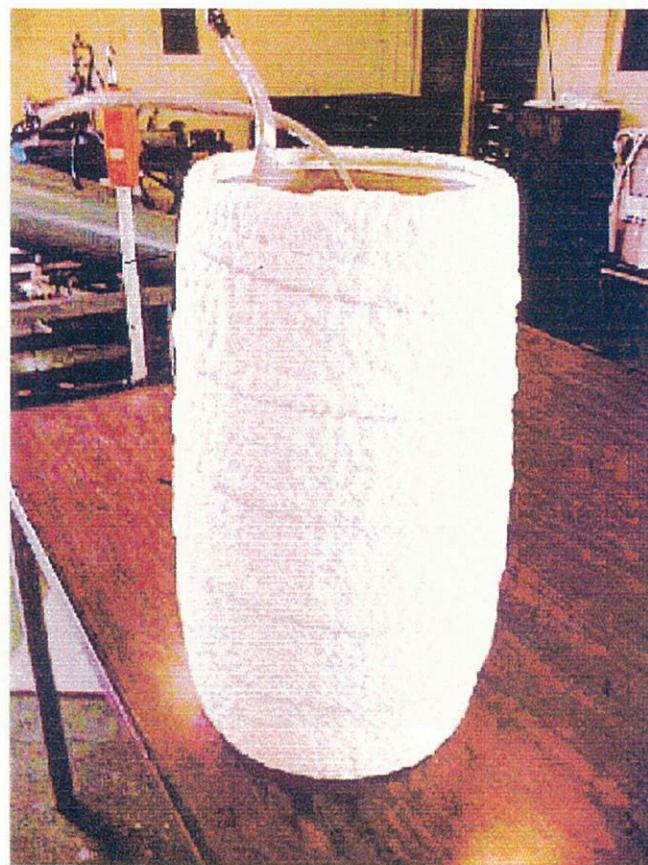


写真3 恒温炉内の状況

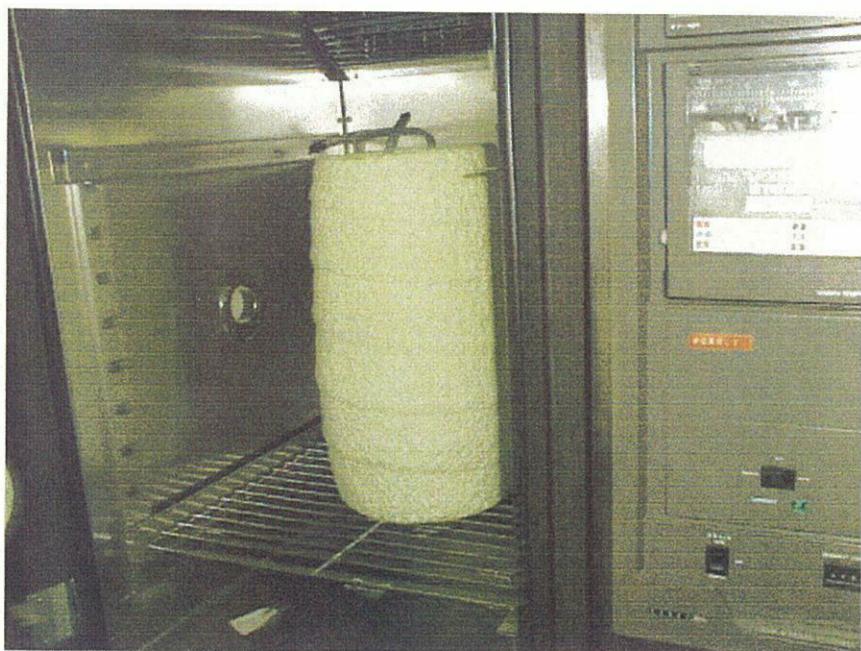
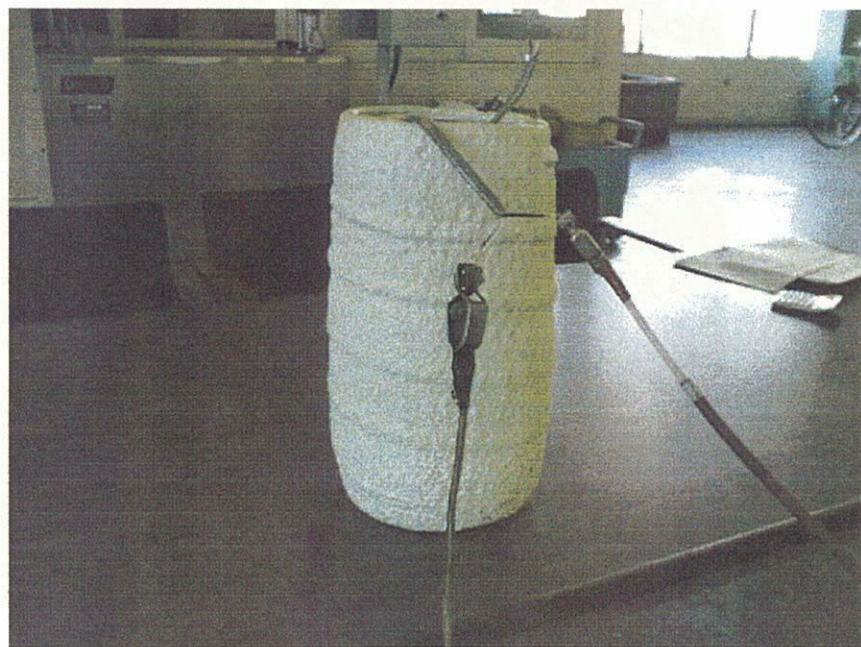


写真4 絶縁抵抗測定状況



## ビニルシースとポリスチレンフォーム保溫材との相容性について

集合住宅を含めて住宅内配線に使用されているVVFケーブル（ビニルシースケーブル）と、住宅の断熱材に使用されているポリスチレンフォーム保溫材との相容性について、簡単に述べます。

1. CV、IV、VV、VVFケーブルのシース材料PVCには、一般に25%の可塑剤を混入し、PVCコンパウンドとして柔軟性、弾性そして電気特性、耐熱特性を付与しております。そしてこの可塑剤として現在「フタル酸エステル（DOP等）」が一般的な使用されております。

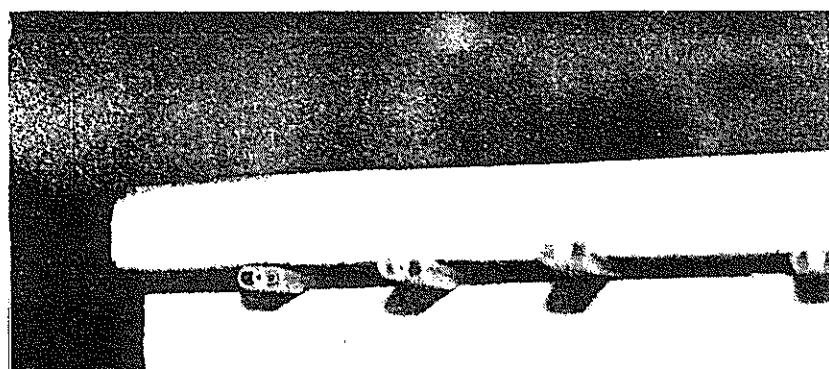
このフタル酸エステル（DOP等）は、使用環境および使用条件によって異なりますが、経時に揮散現象を生じます。通常は自然現象の範囲における揮散ですが、接触される物質によってはかかる現象が促進され、また浸透し接触物質との間で科学的変化を生じる事があります。

住宅の断熱材に使用されているポリスチレンフォーム保溫材は、原料を加熱溶解し連続的に押し出し発泡させる材料であります。ビニルシースケーブルとの相容性は、SP値（分子間の接触エネルギー：Solubility Parameter）で見ることが出来ます。このSP値は、ビニル（DOP）：7～10、ポリスチレン：9 前後であり、相互に影響する材料の関係であります。

化学的現象としては、接触条件によりPVC中より可塑材がポリスチレンフォーム保溫材へ移行し、ポリスチレンを溶融させる現象を生じさせます。この現象は両物質の接触状況、温度状況により異なりますが、化学現象として理解出来る現象であります。

FIG 1～4に実験結果を示します。

FIG 1 ポリスチレンフォーム保溫材でVVFケーブルをサンドイッチ



左……直接接触

中……〃

右……下側にPEテープセパレータ  
介在

温度 60°C

湿度 50%

期間 50日

記事：セパレータ無しの直接接触条件では、フォーム材に浸食している。



FIG 2 上面ポリスチレンフォーム保温材除去

記事：セパレータ無し品はフォームの材と一体化している  
セパレータ有り品はフォーム材変化無し

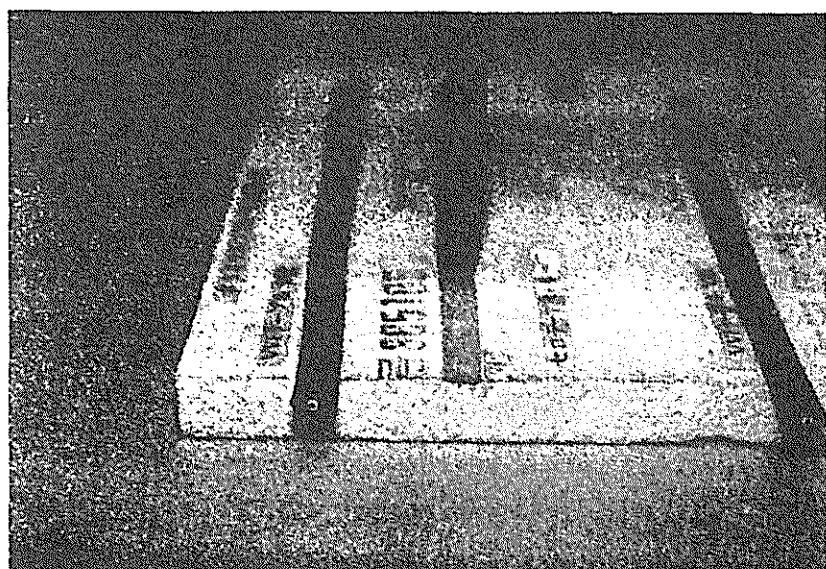


FIG 3 接触品を引き離した状況

記事：浸食深さ約 5 mm程度

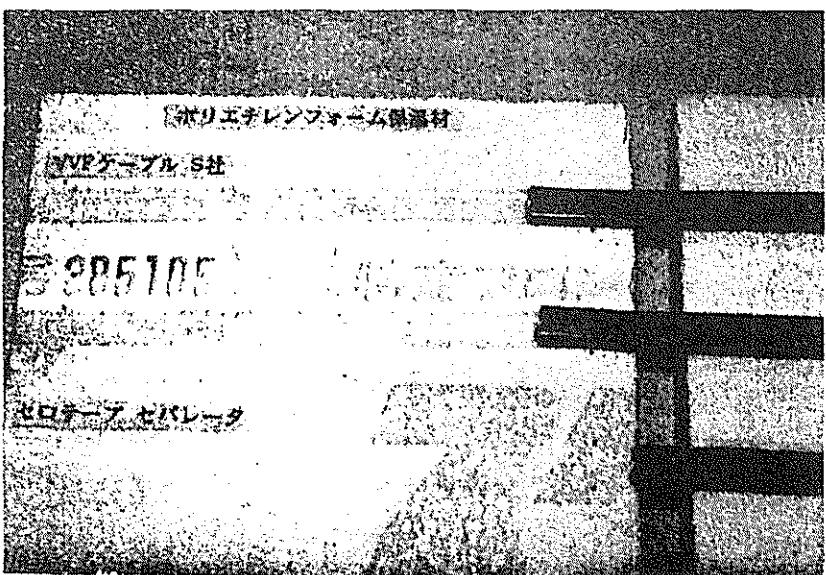


FIG 4 ポリスチレンフォーム保温材よりケーブルを除去

記事：一様に浸食  
セパレータ有りは変化無し