

試験成績書

JECTEC

社団法人 電線総合技術センター

社団法人 日本電機工業会 殿

高圧 CV ケーブル PVC シースの高周波 V—t 試験結果報告書

高圧インバーター機器用の高圧 CV ケーブルの PVC シースには高周波の電圧が誘起されるが、今回高圧 CV ケーブルの PVC シースに AC1000Hz・12.6 kV の高周波高電圧を課電して PVC シースの V—t 特性を求めた。

ここで供試ケーブルとして、三菱電線 2000 年製造の 6 kV CV 325mm² を使用した。

1. 試験方法

AC1000Hz の電源が 1 台しかないため、電圧を一定（実効値で AC12.7 kV）にして PVC シース厚さを変える（正規の PVC シース厚 3.1mm を基準とし、その厚さを 1.9～0.4mm 削ってシース厚を低減した部分を作る）ことにより印加ストレスを変えて V—t 特性を把握することにした。

試験回路（装置）を図 1 に示す。装置は、PVC シース厚を各種かえた 3 台とした

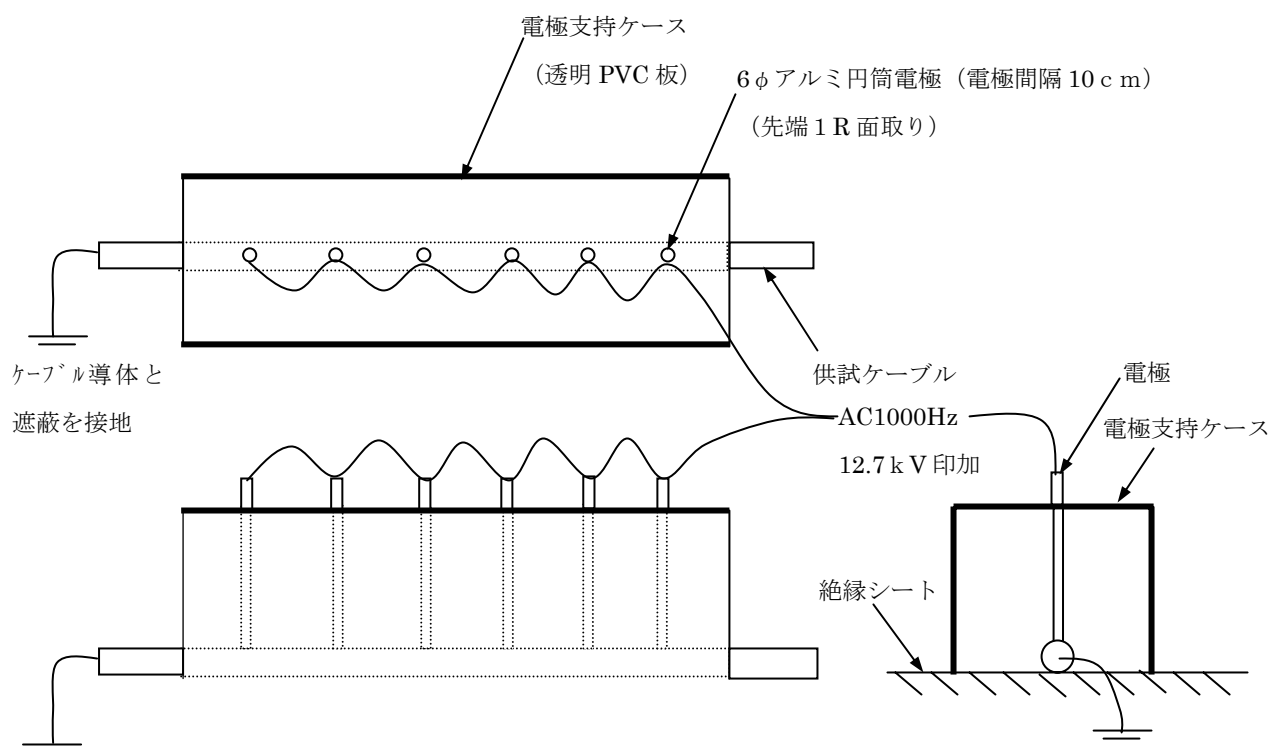


図 1 試験構成図

3本のケーブルの電極部シース厚さ（mm）の内訳は以下のとおりである。

- ・ケーブル A 2.5 2.6 2.7 3.1 3.1 3.1
 (3.1mmの3試料は、シースを削っていない)
- ・ケーブル B 2.3 2.3 2.5 2.5 2.1 2.3
- ・ケーブル C 1.7 2.1 1.6 2.1 1.8 1.2

2. 試験結果

高周波高電圧印加によりシース破壊に至った時間を表1に示す。

表1 シース破壊までの時間

A シース厚（mm）	2.5	2.6	2.7	3.1	3.1	3.1
破壊までの時間（H）	44.8	90.3	75.3	91.6	91.7	106.3
B シース厚（mm）	2.3	2.3	2.5	2.5	2.1	2.3
破壊までの時間（H）	32.7	51.5	77.3	45.3	74.4	26.1
C シース厚（mm）	1.7	2.1	1.6	2.1	1.8	1.2
破壊までの時間（H）	23.4	32.4	7.5	30.0	24.4	3.4

表1の内容をシース厚の薄い順に記載すると表2のとおりとなる。

ここで、括弧内は、電界強度＝ $12.6\text{ kV} \times 2 \times \sqrt{2} / \text{シース厚（mm）}$ 」を示す。

また★は、シース破壊点近傍に明確なトラッキング跡が認められるケースを示している。

表2 シース破壊までの時間と電界強度

シース厚（mm）	破壊までの時間（H）	シース厚（mm）	破壊までの時間（H）
1.2 (29.7)	3.4	2.5 (14.3)	44.8
1.6 (22.3)	7.5	2.5 (〃)	45.3 ★
1.7 (21.0)	23.4	2.5 (〃)	77.3
1.8 (19.8)	24.4	2.6 (13.7)	90.3
2.1 (17.0)	30.0	2.7 (13.2)	75.3
2.1 (〃)	32.4 ★	3.1 (11.6)	91.6 ★
2.1 (〃)	74.4	3.1 (〃)	91.7 ★
2.3 (15.5)	26.1	3.1 (〃)	106.3 ★
2.3 (〃)	32.7 ★		
2.3 (〃)	51.5		

3. 追加3点の試験結果

- (1) 雨天のときに電極近傍で赤黄色のアーキが発生し電極近傍にトラッキング跡が生じたこと
 - (2) 雨天のときにシース破壊するケースが多かったこと
- から、シース厚 3.1mm の試料 3 点を追加して試験を行った。

試験装置は図 1 のものを用い、電極間隔は一つおきとした (20 cm)。

またケーブルの両端は絶縁パテでシールし、一つの電極でシース破壊する毎に破壊点を PVC テープで絶縁シールして、「電極→シース表面→破壊点→遮蔽銅テープ」に至るトラッキングのパスを抑えることにした。

結果を表 3 に示す。

表 3 追加試料の試験結果

試料 No	電界強度 E_{p-p} k V/mm	破壊までの時間 (H)
1 (右)	11.6	105.3 ★?
2 (中央)	11.6	137.4 ★
3 (左)	11.6	143.5 ★

★：電極周囲にトラッキング跡が認められる。

なお、本試験の後、目視ではトラッキング跡のないシース表面の部分を 1000V メガーで チェックしたところ

- (1) シース表面絶縁抵抗が数十 MΩ から数百 MΩ に低下している。
- (2) 2 項に記載した試料 3 本のシース表面絶縁抵抗も数十 MΩ から数百 MΩ に低下している。
- (3) シース表面の薄皮を削ぎ露出したシース表面のメガーチェックをすると 2000MΩ 以上に回復する。
- (4) シース表面をエチルアルコールで丁寧に拭きメガーチェックをしても 2000MΩ 以上に回復する。

ことが判明した。

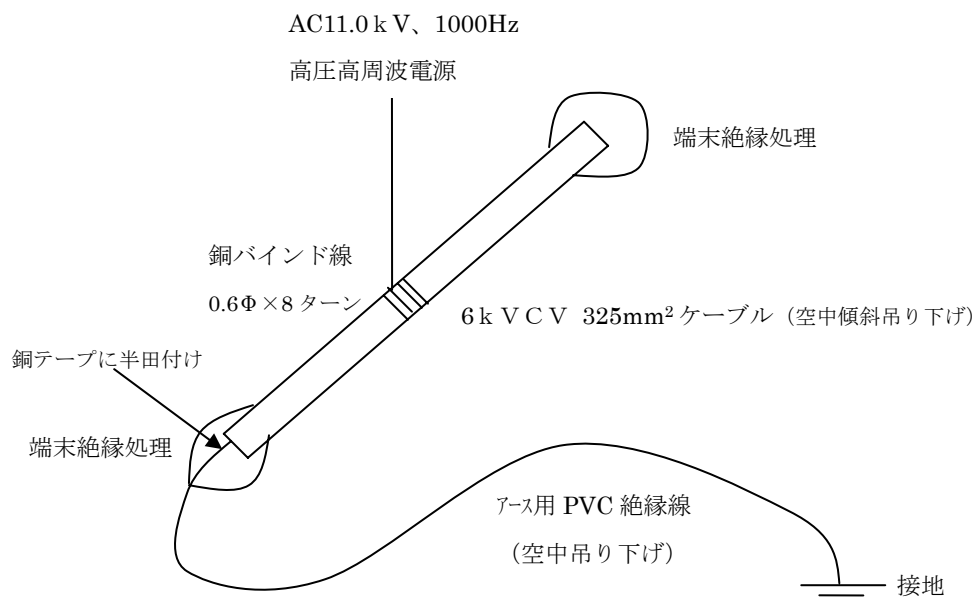
すなわちシース表面に流れる漏れ電流（充電電流）でシース表面が炭化して半導電性となっている（＝表面トラッキングが発生）ことが確認できた。

4. 追加試験（その 2）

シース表面に流れる漏れ電流（充電電流）でシース表面が炭化して半導電性となっていることが確認されたが、このシース表面の漏れ電流を抑制すべく、

- (1) ケーブル表面に細い軟銅線を複数回巻きつけ、それを高圧電極として、直接高圧電源に吊り下げる。
- (2) 電圧は AC11.0 kV ($E_{p-p}=10.0$ k V/mm)、1000Hz とする。
- (3) アース側は、ケーブル片端の銅テープに半田付けした約 1 m の PVC 絶縁電線を空中に吊るし、他端をアースに落とす。

- (4) ケーブル両端のアース電極露出部は自己融着絶縁テープで絶縁する。
(図 2 参照)



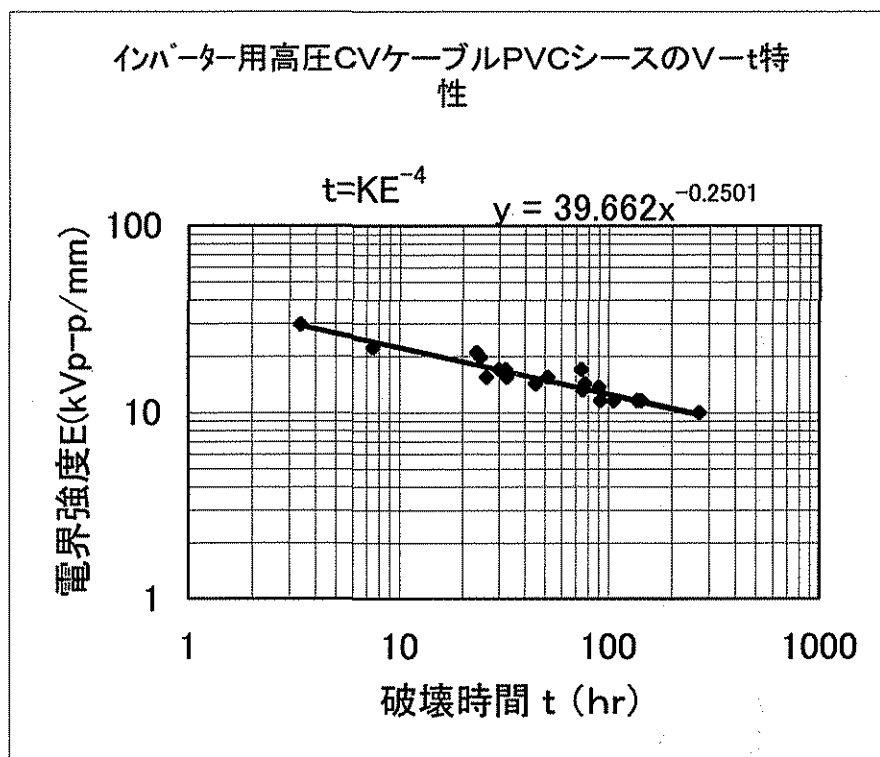
この試験結果を表 4 に示す。

表 4 追加の吊り下げケーブルでの試験結果

試験電圧 (k V)	電界強度 E_{p-p} (k V/mm)	破壊までの時間 (H)
11.0	10.0	269.3

【インバーター用高圧CVケーブルPVCシースのV-t特性】

破壊時間	電界強度
3.4	29.7
7.5	22.3
23.4	21
24.4	19.8
30	17
32.4	17
74.4	17
26.1	15.5
32.7	15.5
51.5	15.5
44.8	14.3
45.3	14.3
77.3	14.3
90.3	13.7
75.3	13.2
91.6	11.6
91.7	11.6
106.3	11.6
105.3	11.6
137.4	11.6
143.5	11.6
269.3	10



インバーター用高圧CVケーブルPVCシースのV-t試験
シース破壊状況写真集

写真1 試料Aの全体（電極6点）



写真2 試料Aの全体

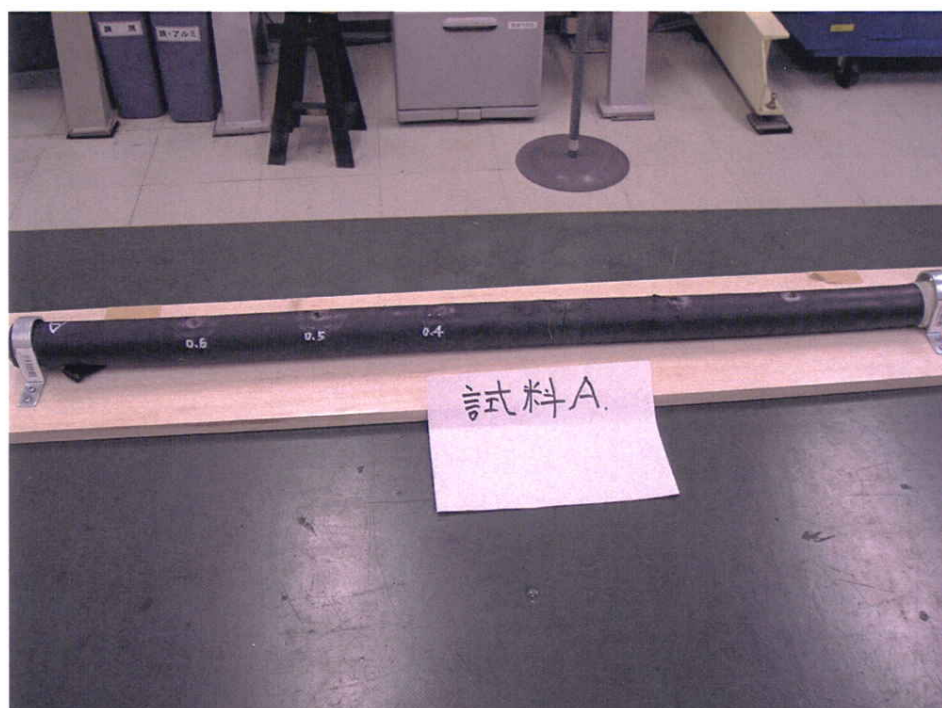


写真3 試料Aの6点の内のシース厚 3.1mm 3点の破壊点

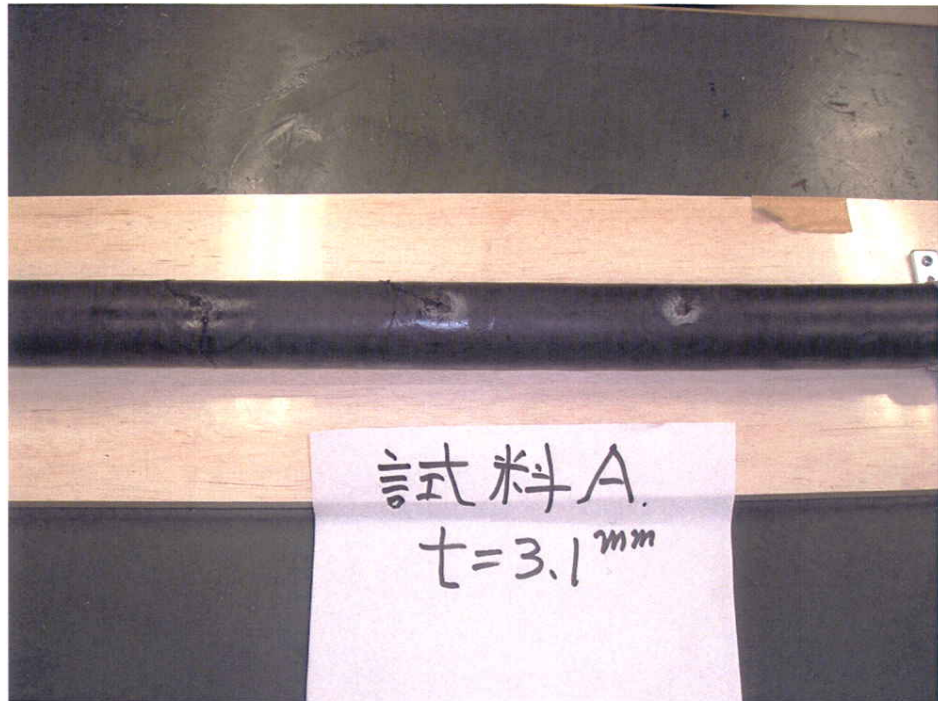


写真4 試料Aの6点の内のシース厚 2.5~2.7mm 3点の破壊点
写真の中で「白の数値 0.6,0.5,0.4」はシースを削った深さを示している。

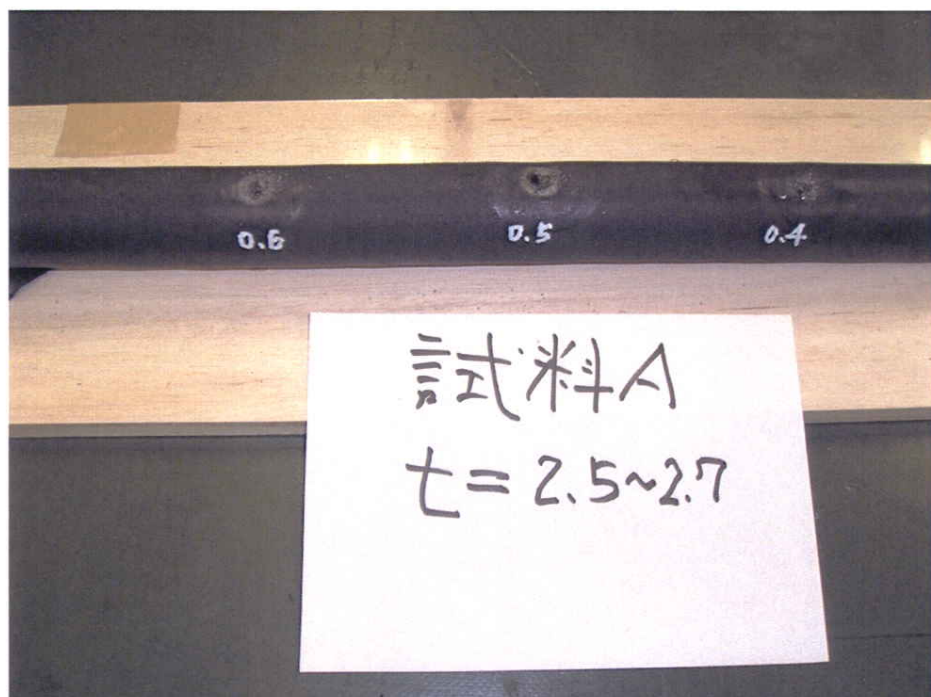


写真5 試料Aの破壊点（シース厚 2.5mm）の拡大写真
電極周囲は白くなっているが、フラッシュ発光のため判別しにくい。



写真6 同上：破壊点周囲は円状白色部、更にその周囲に黒色円状部分
白色部は電極のアルミ粉と思われる。その周囲の円状部分は導電性になっている。

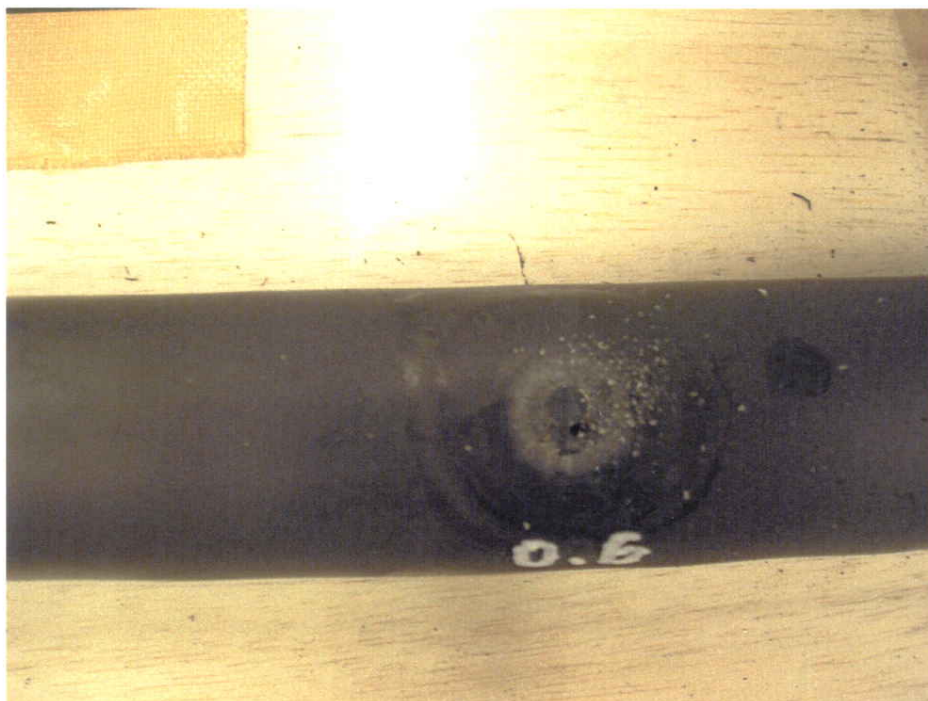


写真7 試料Aの破壊点（シース厚 2.5mm）のシースを薄利した写真

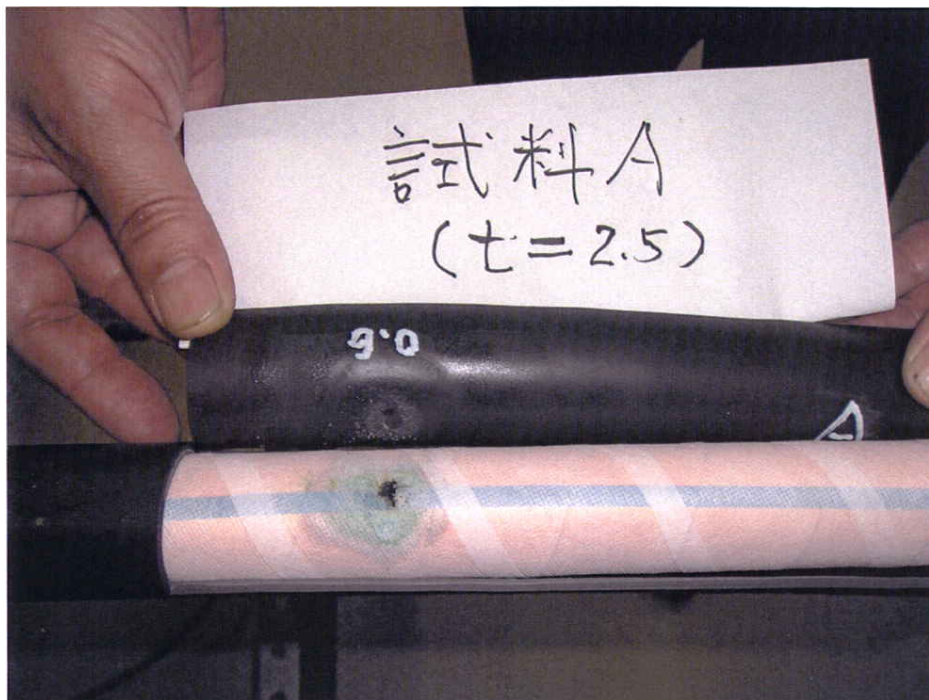


写真8 同上：押さえ布テープを剥離、胴テープには円状に緑青が発生している。
破壊点の黒色部には炭化物付着しているが穴はあいていない。

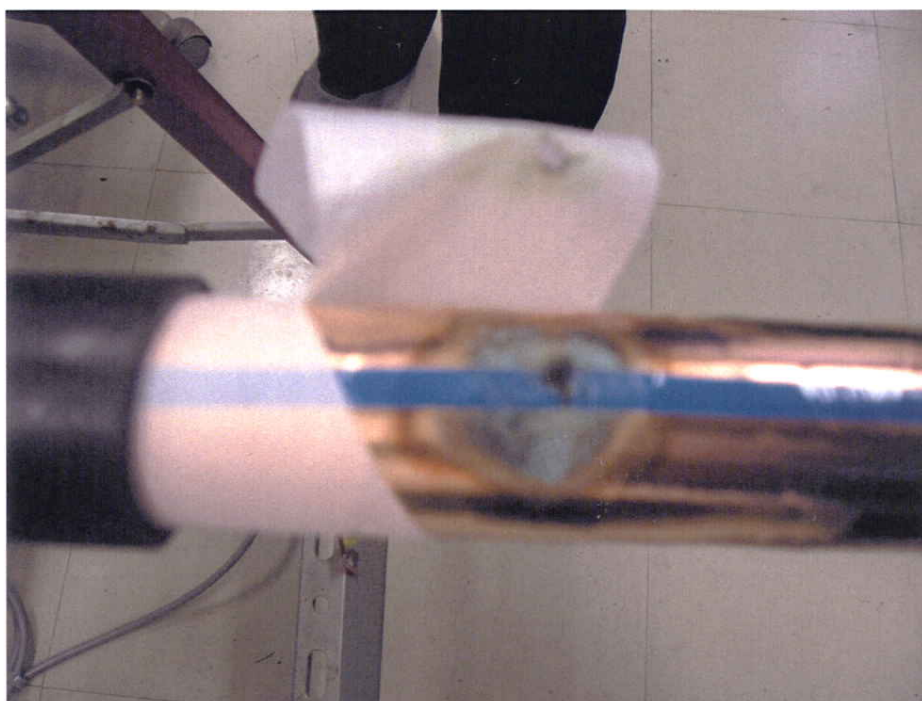


写真9 同上：色識別テープを剥離、その部分には緑青が発生していない。
銅テープ黒色部の銅テープは、穴はあいていない。

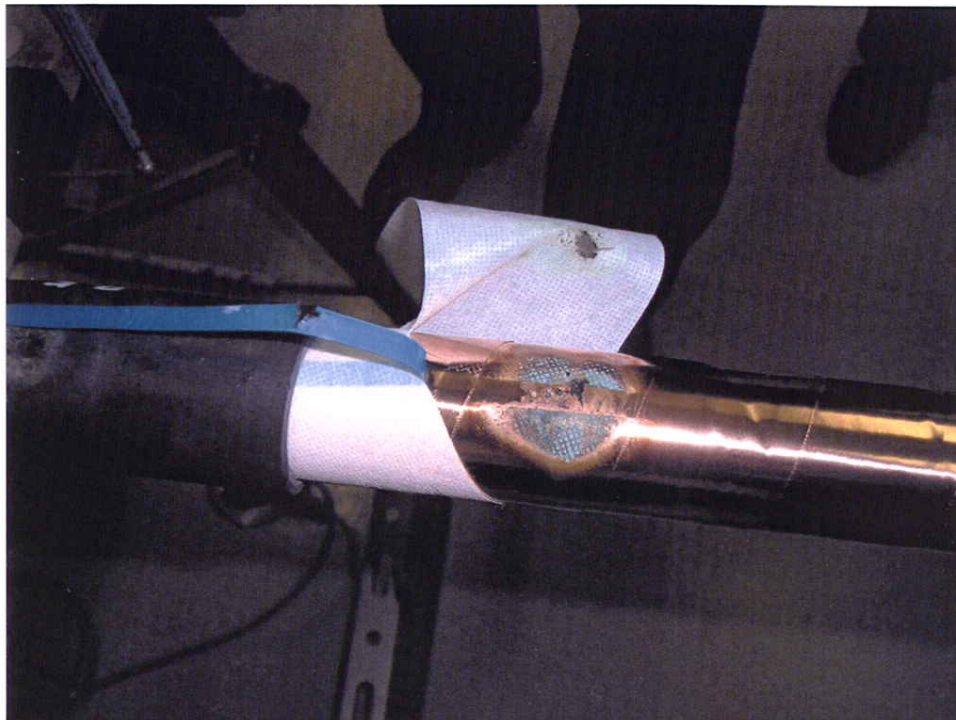


写真10 試料Bの全体（電極6点）



写真1 1 試料Cの全体 (6点)



写真1 2 試料Cの1点 (シース厚 1.6mm) の拡大写真



写真1 3 追加試料3点（シース厚 3.1mm）の全景、左から順次破壊した。
黄色テープは、先に破壊した点を絶縁処理したものであるが、
中央の点は、その黄色テープを貫通してトラッキングが発生している。

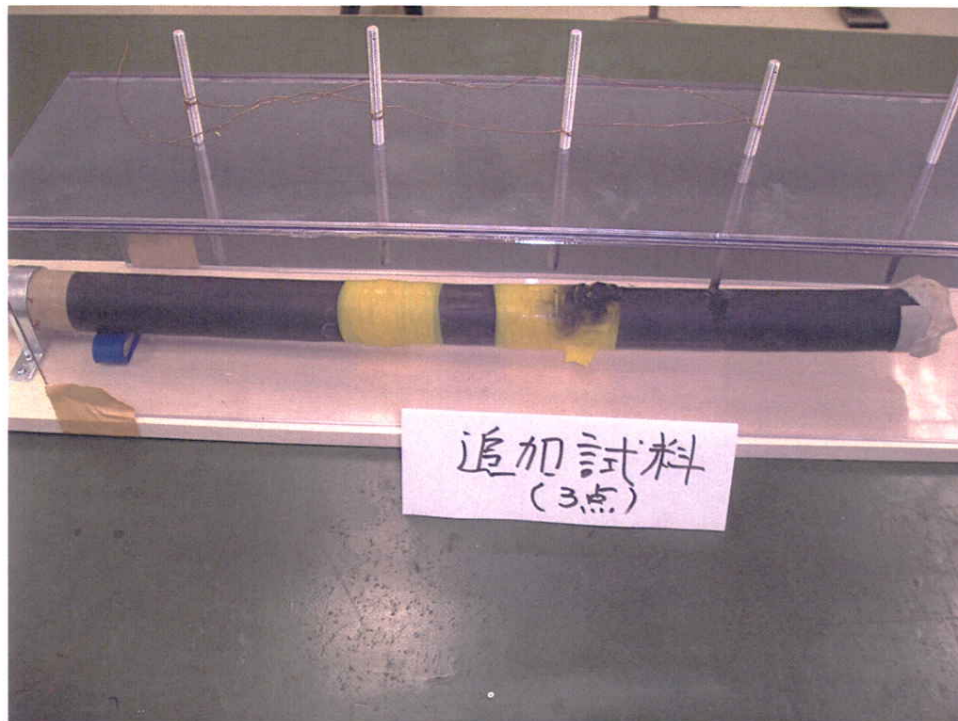


写真1 4 同上：黄色テープを剥がした写真
写真の矢印は破壊点の位置を表示している。



写真15 追加試料写真：棒状電極ではなく軟銅線をバインドしたものを電極とした。



以上