

電線の一・二次被熱条件 による特徴的形狀（続報）

北関東支所

燃焼技術課 今田 修二

発表内容

1. はじめに

- ・背景
- ・事業の目的と概要～18年度調査結果の概要

2. 19年度調査方法

- 2.1 実験に用いた試料
- 2.2 調査の進め方

3. 調査結果(概要)

- 3.1 折り曲げようとするすると折損する導体
- 3.2 二次被熱サンプルの加熱条件の拡大

4. まとめ

5. 今後の予定

1.はじめに

•背景

火災現場から回収される電線には様々な特徴を持ったものがある。

しかしながら、そうした特徴が示す事柄について、整理・公表された情報はほとんどない。

•調査の目的と概要

火災現場などで採取される配線材料から火災時又は出火時の状況を考察する際の参考データとすべく、発熱又は様々な条件で加熱した電線のサンプルを作製して、その特徴的な外観を整理する。

平成18年度調査結果の概要

不具合を与えて発火させたサンプル
(一次被熱サンプル)

クリップを火源とする火炎で新品試料を加熱したサンプル
(二次被熱サンプル)

外観等の比較



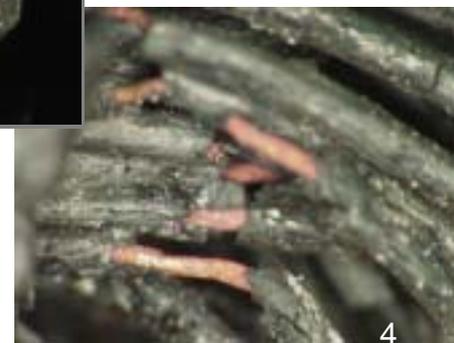
以下の特徴について出火前異常発熱の痕跡であると考えた。

- ・VVF: 局所的な導体径の著しい減少及び表面の荒れ
- ・PVC被覆撚り線: 断線部に向かってテーパ状に痩せた素線及び素線の銅と被覆元素による化合物の有無
- ・ゴム被覆撚り線: 断線部近傍における素線からの銅の拡散の有無
- ・PE被覆撚り線: 局所的な分厚い酸化層及び著しく線径の減少した素線
緑青については発生の有無のみから、出火前の異常発熱の有無を推定することはできない。

平成18年度調査結果の概要

- ・VVF: 局所的な導体径の著しい減少
及び表面の荒れ
- ・PVC被覆撚り線: 断線部に向かってテーパ状
に痩せた素線及び素線の銅と
被覆元素による化合物の有無
- ・ゴム被覆撚り線: 断線部近傍における素線から
の銅の拡散の有無
- ・PE被覆撚り線: 局所的な分厚い酸化層及び
著しく線径の減少した素線

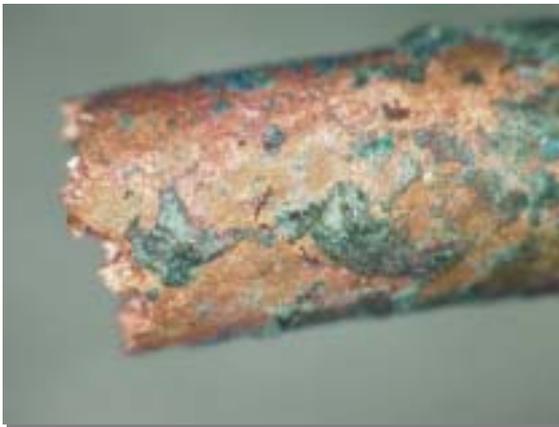
一次被熱サンプルで見られた特徴的痕跡の例



2. 平成19年度調査方法

計画の2年目となる19年度は、

- (1)「折り曲げようとする」と折損する導体」からどのような被熱時条件が推定できるのか。
- (2)二次被熱サンプルについて、電気炉などによる加熱条件をさらに拡大してデータ収集を行う。
といった観点で調査を行った。



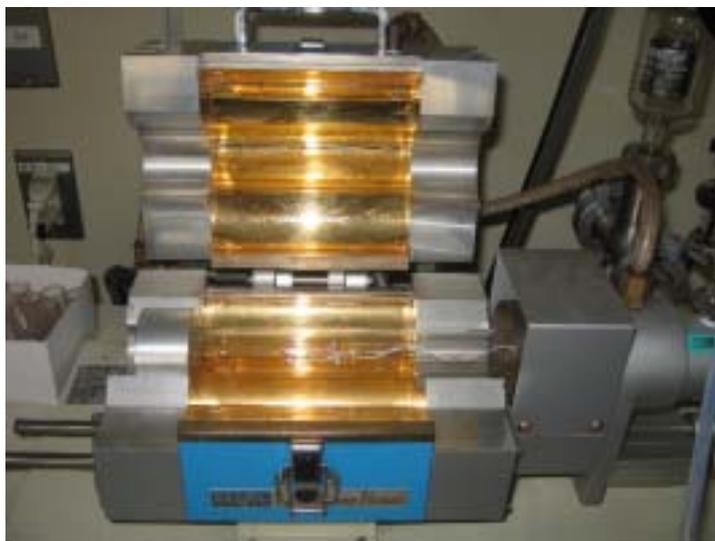
2.1 実験に用いた試料

平成18年度調査に用いたものと同じ試料を使用

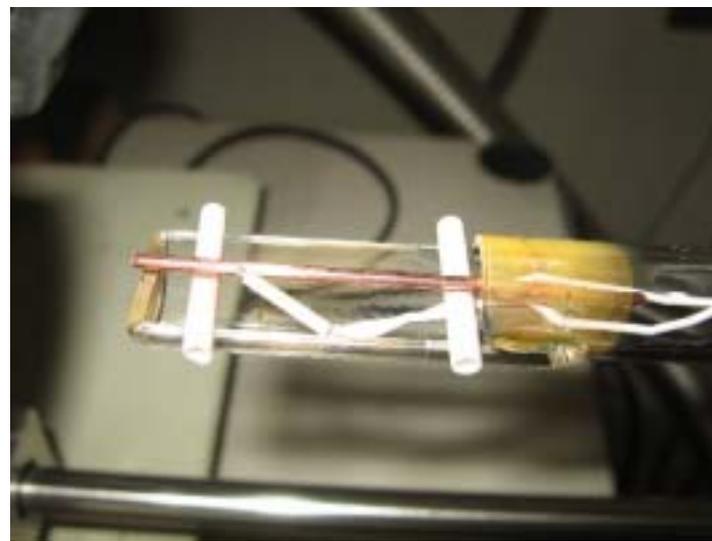
	試料	導体の仕様				
		素線径 (mm)		素線数 (本)	公称 断面積 (mm ²)	心数
1	Fケーブル	1.6	×	1	-	2
2	ビニル平行コード	0.18	×	30	0.75	2
3	クロロレンゴム絶縁平形コード	0.18	×	30	0.75	2
4	耐燃性ポリエチレン絶縁 耐燃性ポリエチレンシースキャブタイヤ 丸型コード	0.18	×	30	0.75	2

2.2 調査の進め方～「折り曲げようとする」と折損する導体」

文献調査の結果、「水素を含む還元雰囲気中で加熱すると水素脆性を生じることがわかった。これを検証するため真空加熱炉を用いて水素ガス置換した雰囲気中で50mmの試料 1を加熱し、折損が生じる加熱条件を調べた。



真空加熱炉



試料の保持方法

2.2 調査の進め方～「二次被熱サンプルの加熱条件の拡大」

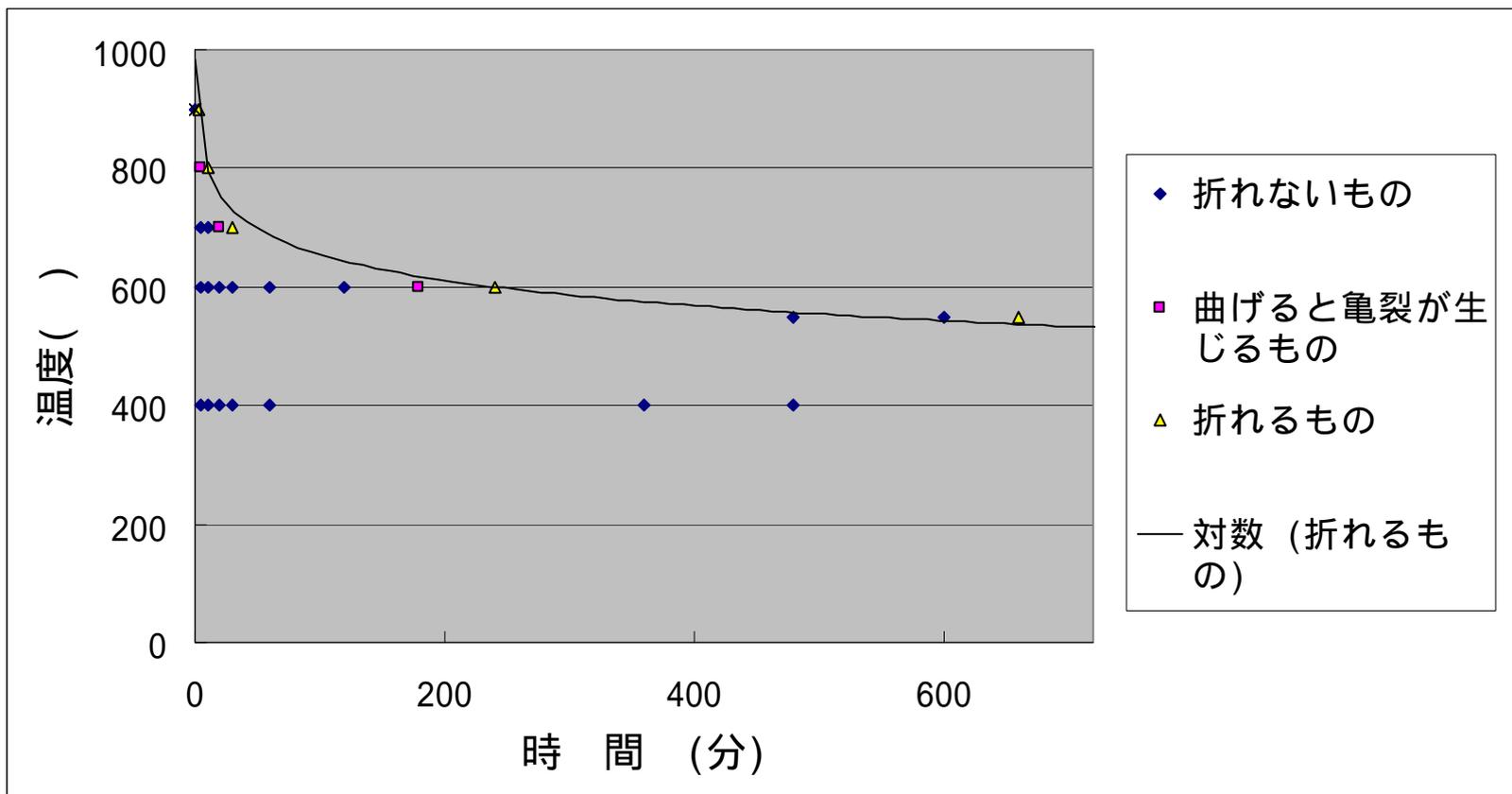
温度と加熱時間を要因として、以下のとおり設定した。

区分	対象 試料	サンプルの種類及び作製方法			目標有効 サンプル作製数
		加熱方法	加熱温度	加熱時間	
二次被熱 サンプル	1～4	<プロパンガスバーナ火炎による加熱> 予め火炎の温度を測定し、所定の温度となるような位置に試料を置き加熱する。	400 前後	各温度で 10分、20分、 30分、60分	試料、条件 ごとに1
			600 前後		
			800 以上		
		<電気炉による加熱> 予め所定の温度に設定した電気炉内に試料を投入し加熱する。	200 ~ 1000 の間 200 刻み		

バーナによる加熱実験
の様子



3. 調査結果～「折り曲げようとする」と折損する導体」



水素雰囲気中での加熱実験では、温度が高いほど加熱時間が短い場合でも現象が生じた。

3. 調査結果～「二次被熱サンプルの加熱条件の拡大」

(1) 試料 1

特徴 /痕跡	一次被熱		一次被熱後 火炎暴露
	不具合要因	サンプルの特徴	
線径減少	接触不良	局部的に著しい線径減少	一次の特徴が残る
表面荒れ	接触不良	凹凸の荒れ	一次の特徴が残る
心線表面の銅化合物	接触不良	硬質の厚い黒色層	新たな酸化層が生じたが黒色層は残存
折損、亀裂、粒界割れ	接触不良	なし	なし

二次被熱		
ク립火炎	バーナ火炎	電気炉
線径減少なし	線径減少なし	1000 30分以上で著しい線径減少
一次被熱ほどの荒れはなし	荒れなし	1000 20分以上で一次同様の荒れ
薄い黒色又は赤黒い層のみ	800 以上で薄い黒色層のみ	1000 20分以上で一次同様の黒色層
なし	なし	800 10分以上で粒界割れ、20及び30分では折り曲げると亀裂 or 粒界割れ

試料 1サンプル(例)

一次被熱



二次被熱
(クリブ炉)



二次被熱
(プロパンガス
バーナー
800 °C・60分)



二次被熱
(電気炉
1000 °C・60分)



(2) 試料 2

特徴 /痕跡	一次被熱		一次被熱後 火炎暴露	二次被熱		
	不具合要因	サンプルの特徴		クリブ火炎	バーナ火炎	電気炉
線径減少	接触不良	テーパ状 (線径0.1mm以下～)	一次の特徴 が残る	一次被熱ほど の線径減少なし (0.15mm～)	800 60分で0.14 ～0.18mm	600、800、 1000 の30分以 上で一次同様の 線径減少
	過電流	線径減少 (線径0.1mm以下～)	〃			
表面荒れ	接触不良	著しい荒れ	一次の特徴 が残る	一次被熱ほど の荒れはなし	一次被熱ほどの 荒れはなし	600 60分以上、 800、1000 の 20分以上で一次 同様の荒れ
	過電流	広範囲の荒れ	〃			
素線間の 銅化合物	接触不良	少量	一次の特徴 が残る	心線外周部、 素線間に少量	800 10分以上 で心線外周部に 少量	600、60分以上 、800 以上で一 次同様の赤紫色 の層
	過電流	多量(赤紫色)	〃			
折損、亀 裂、粒界 割れ	接触不良	なし	なし	なし	なし	なし
	過電流	〃	〃			

試料 2 サンプル例

一次被熱



二次被熱
(クリブ炉)



二次被熱
(プロパンガス
バーナー
800 °C・60分)



二次被熱
(電気炉
600 °C・60分)



(3) 試料 3

特徴 /痕跡	一次被熱		一次被熱後 火炎暴露
	不具合要因	サンプルの特徴	
線径減少	接触不良	テーパ状 (線径0.1mm以下～)	一次の特徴 が残る
	過電流	線径減少 (線径0.1mm以下～)	〃
表面荒れ	接触不良	著しい荒れ	一次の特徴 が残る
	過電流	広範囲の荒れ	〃
素線間の 銅化合物	接触不良	多量(赤紫色)	化合物は僅 か残るのみだ が、銅が素線 外に拡散し状 態で残存
	過電流	多量(赤紫色)	〃
折損、亀 裂、粒界 割れ	接触不良	なし	折損あり
	過電流	〃	なし

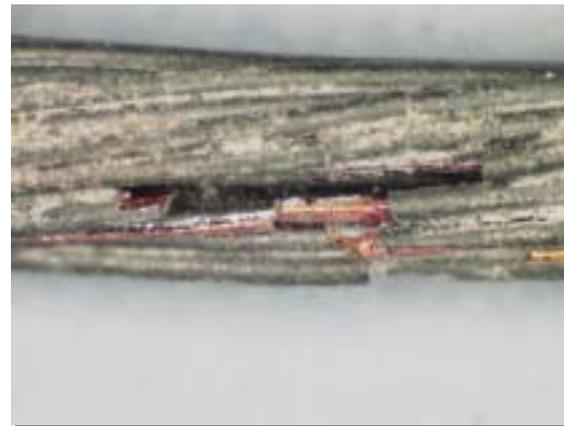
二次被熱		
クリブ火炎	バーナ火炎	電気炉
一次被熱ほ どの線径減少 なし(0.15mm～)	800 30分で0.16 ～0.18mm	400、600、の 60分及び 1000 30分以 上で一次同様 の線径減少
一次被熱ほ どの荒れはなし	一次被熱ほ どの荒れはなし	800 20分以 上で一次同様 の荒れ
黒色層及び ルビ'-色の層	400 60分以 上で黒色層	400 60分 で茶色の化 合物、800 20分以上 で黒色及び ルビ'-色の 層
折損あり	800 以上の 加熱で折損 、亀裂、粒 界割れ	400 60分 以上で折損 、亀裂、粒 界割れ

試料 3 サンプル例

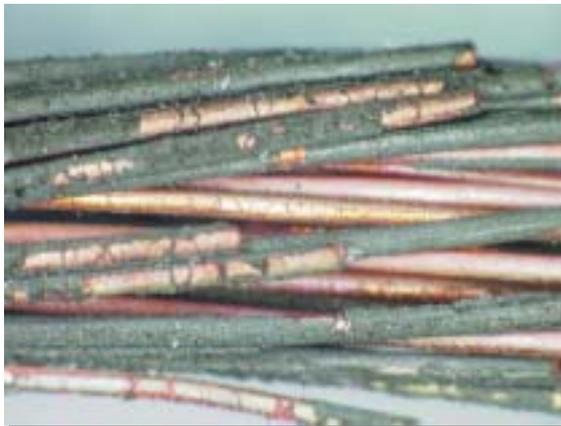
一次被熱



二次被熱
(クリブ炉)



二次被熱
(プロパンガス
バーナー
800 °C・30分)



二次被熱
(電気炉
800 °C・20分)



(4) 試料 4

特徴 /痕跡	一次被熱		一次被熱後 火炎暴露
	不具合要因	サンプルの特徴	
線径減少	接触不良	テーパ状 (線径0.04mm以下～)	一次の特徴 が残る
	過電流		-
表面荒れ	接触不良	浅い窪みの連続	一次の特徴 が残る
	過電流		-
素線間の 銅化合物	接触不良	厚い黒色層の下にル ビー色の層	一次の特徴 が残る
	過電流		-
折損、亀 裂、粒界 割れ	接触不良	なし	なし
	過電流		-

二次被熱		
ク립火炎	バーナ火炎	電気炉
一次被熱ほど の線径減少なし (0.16mm～)	線径減少なし	600、800 の 60分及び 1000、20分以上 で一次同様の線 径減少
一次被熱ほど の荒れはなし	一次被熱ほどの 荒れはなし	1000 以上で一 次同様の荒れ
黒色層及びル ビー色の層	800 以上での 薄い黒色層のみ	800 以上で黒 色層が発生
なし	なし	600 以上で粒 界割れ 800 以上で折 損

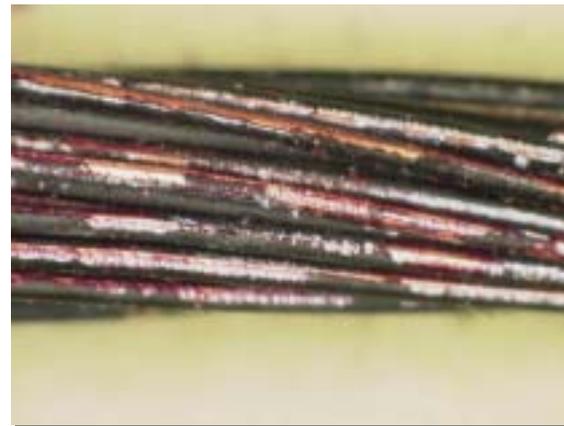
:接触不良サンプルの3点中1点及び過電流サンプルについては6か月間以上通電して断線しなかったためサンプル作製を中止した。

試料 4 サンプル例

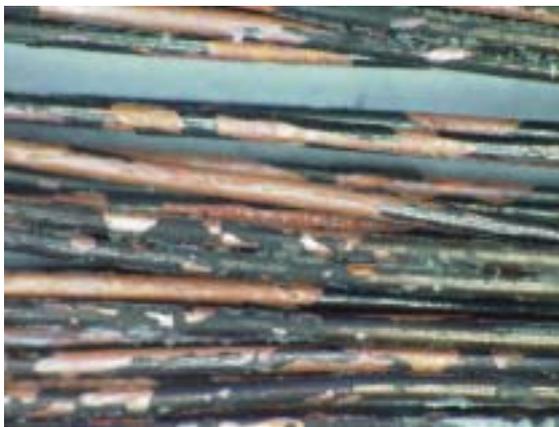
一次被熱



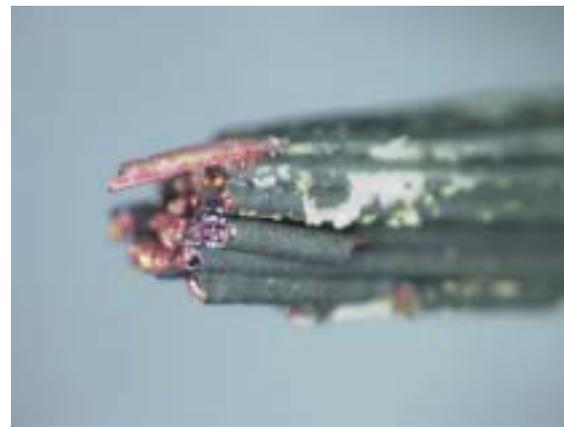
二次被熱
(クリブ炉)



二次被熱
(プロパンガス
バーナー
800 ・30分)



二次被熱
(電気炉
800 ・20分)



4.まとめ

- (1) 「線径減少」は異常発熱を反映したものであった。
- (2) 異常発熱では「表面荒れ」「銅線表面又は素線間銅化合物」も見られた。
- (3) (1) 及び (2) の痕跡は、火災炎に曝されても消失しないもので、火災被熱条件では認められなかった。
- (4) 「緑青」は、異常発熱及び火災被熱条件の両方で発生した。
- (5) 「折損」は、火災被熱条件のみで認められ、異常発熱では認められなかった。

5. 今後の予定

火災状況を総合的に判断、考察して原因究明を行う際の新たな状況証拠の一つになり得ると考える。
画像データ及び各々の実験条件データを整理し、技術データ集として取りまとめ、NITE内外での原因究明に広く活用を図るべく公表する予定。