

浴室暖房機からの出火事例

神戸市消防局予防部予防課調査係

はじめに

今回紹介する火災は、浴室に設置された浴室暖房機から出火し、浴室の天井等を焼損したものです。この浴室暖房機を鑑識、鑑定したところ、ヒーター部に設置された温度ヒューズにおいて亜酸化銅増殖発熱現象が確認されましたので、その詳細について紹介いたします。

火災の概要

出火日時 平成26年1月の23時頃
出火場所 神戸市内の一戸建住宅浴室
焼損程度 浴室暖房機1台を含む天井若干焼損

出火時の状況

家人が入浴前に浴室暖房機のスイッチを入れたところ、浴室内からパチパチと音がすることに気づき、天井に設置された浴室暖房機付近からの炎を発見し、通報した。

浴室内の洗面器で浴槽の湯を6杯掛け、初期消火に成功している。

現場見分時の状況

ユニットバス販売会社と合同で見分した。浴室は3.3㎡のユニットバスで、焼損は天井の浴室暖

房機とその周囲の天井面が炭化している。小屋裏側に焼損は認められない。

現場での見分では、浴室暖房機から周囲へと燃え広がった状況が認められたため、家人同意のうえ、ユニットバスから浴室暖房器だけを取り外して収去し、改めて見分することとした。(写真No.1、写真No.2)



写真1 浴室内天井の状況



写真2 小屋裏側の状況

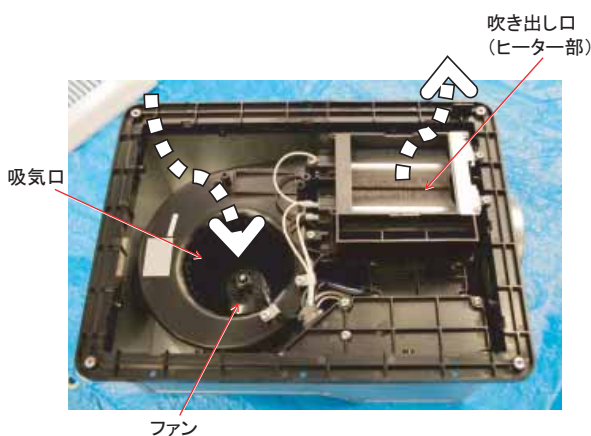
第1回鑑識

ユニットバス販売会社、浴室暖房機製造会社(以下メーカー)、独立行政法人製品評価技術基盤機構(以下nite)と合同で見分した。

浴室暖房機は、換気に暖房の機能が付加されており、暖房時の空気の流れとしては、ファンで取り込んだ空気が、吹き出し口のヒーターを通ることによって暖気が浴室へと戻される。(写真No.3参照)

フロントパネルを外して同型品と比較しながら見分すると、ファンは脱落し、ヒーター付近では溶融した樹脂が複数の配線を巻き込むように変形したまま固まっている。

また、この段階での配線類の見分については、



白色の矢印は空気の流れを示し、ファンから吸い込んだ空気は、ヒーターを通して浴室内へ戻る仕組み

写真3 メーカーから提供を受けた同型品



写真4 浴室暖房機内
(フロントパネルを取り外した状況)

炭化した被覆等を崩さない範囲において行っており、素線の露出はあるものの、短絡痕は認められない(写真3、写真4)。

炭化あるいは溶融した部分の見分に移る前に、メーカーから「自社に持ち帰れば、X線透視装置を使って浴室暖房機の今の状態を維持しつつ、配線類等の解析が可能である」との申し出があったため、各機関の了承の下、メーカーへ解析を依頼し、その結果を踏まえて鑑識を進めることで調整した。

第2回鑑識

ユニットバス販売会社、メーカー、niteと合同で見分した。

メーカーからは、「ヒーターのヒューズ部分に断線が確認できた」「その他に短絡や断線等を確認することはできなかった」との報告を受けた。

同型品と比較しながら見分していくと、ファンモーター、基板、ヒーターのフィン等はいずれも焼損していない。配線類については、炭化した被覆や溶融した樹脂類を除去しながら見分したが、断線や短絡は認められない(写真5)。

安全装置としては温度ヒューズやサーミスタが「ファンモーター」「ヒーター」「吸気口」「吹き出し口」等の合計8か所に付されているが、異常を確認することができたのは「基板部のヒューズ(1アンペア)の作動」「ヒーター部の温度ヒューズの溶融」の2箇所である。

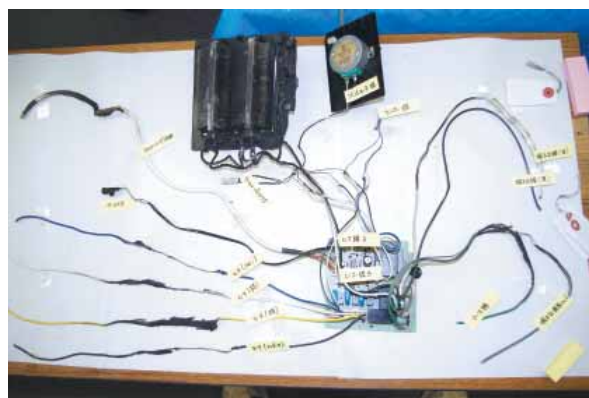
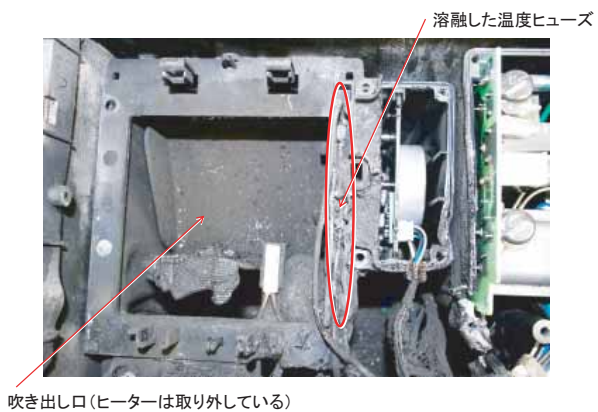


写真5 各配線の状況

焼きの強弱については、樹脂製の部品がケース内の全体で溶融しており、特にヒーター部付近では樹脂の表面が炭化するなど、周囲よりも強く焼損している。

ヒーター部のカバー下方に収められた温度ヒューズは、溶融して原形をとどめておらず、温度ヒューズを収めていたケースは両側が貫通するように溶融している（写真6、写真7、写真8、写真9）。

この温度ヒューズについてメーカーに説明を求めたところ、「温度ヒューズはヒーターが異常発熱した場合に109度で作動してヒーターへの通電を遮断する」「溶融した部分は銅合金なので約1,050度で溶融する」との回答であった。



吹き出し口のヒーターを取り外した状況

写真6 吹き出し口付近の状況



写真7 メーカーから提供を受けた同型品



側面から撮影

写真8 溶融した温度ヒューズ周囲の貫通部の状況

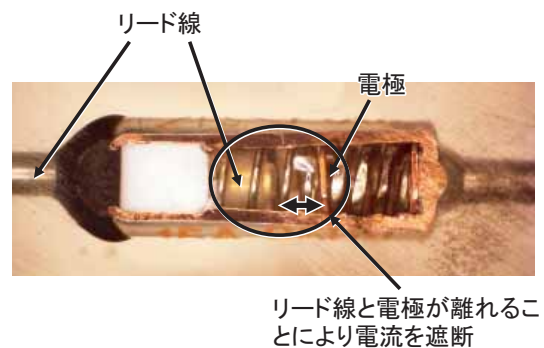


同型品



同型品は公称作動温度109℃、定格電流15アンペア

写真9 焼損した温度ヒューズ



同型品の外装を削り内部を確認した状況

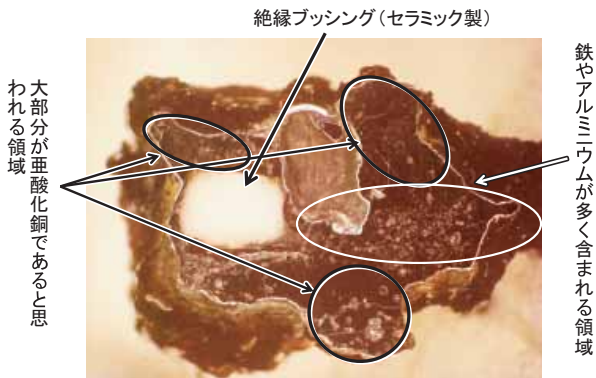
写真10 温度ヒューズの構造（同型品の断面）

これまでの見分結果から、ヒーター部の一部が強く焼損し、温度ヒューズを取っていたケースは両側が貫通するように溶融している。その部分で温度ヒューズが原形をとどめない状態まで溶融していることから考察すると、温度ヒューズは外部からの熱を受けた結果、1,000度以上の高温で溶融したとは考えにくい。

温度ヒューズ自体の発熱について検討するために、改めて温度ヒューズの詳細な鑑定を実施することとして2回目の鑑識を終了した。

温度ヒューズ（ヒーター部）の鑑定

溶融した温度ヒューズの金属片の一部分を研磨し、実体顕微鏡により観察すると、セラミック部分以外は全て溶融し、全体にボイド（空隙）が生じている（写真No.11）。

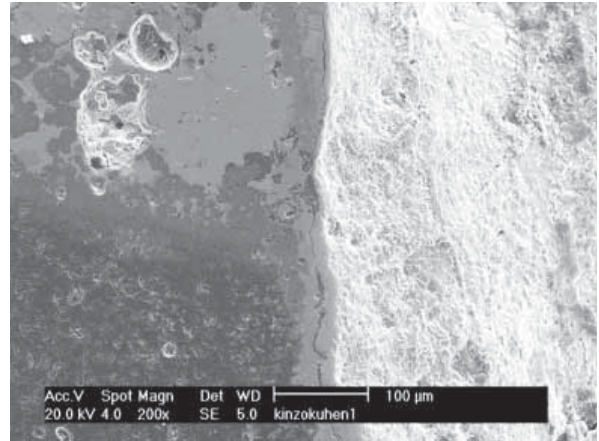


焼きた温度ヒューズを削り内部を見分した状況

写真11 実体顕微鏡による鑑定

エネルギー分散型X線分析装置付電子顕微鏡により観察すると、溶融している金属片の大部分が銅である。また、鉄やアルミニウムは濃度が高い部分とほとんど存在しない部分があるなど分布に偏りがある。

ほとんどが銅である領域においては銅と酸素の元素数の比がおおよそ2対1であることから、亜酸化銅である可能性が高い（写真No.12）。



エネルギー分散型X線分析装置付電子顕微鏡による鑑定

写真12 焼きした温度ヒューズの状況

亜酸化銅増殖発熱現象とは

銅製の導体がスパークなどの高温を受けた時に、銅の一部が酸化して亜酸化銅（ Cu_2O ）となり、その部分が異常に発熱しながら徐々に拡大していく。

この発熱部は銅を溶融させることから1,000度を超えており、直近に可燃物があれば火災に至ることになります。

導通による亜酸化銅増殖発熱現象の確認

エネルギー分散型X線分析装置付電子顕微鏡で測定する元素の存在比からだけでは亜酸化銅であると断定することはできないため、金属片に約100V・2Aの交流電流を流したところ、鉄やアルミニウムの領域も含め、いかに離れた2点間においても直ちに発熱し、発光部分が生物のように絶えず移動するように発光するなど、亜酸化銅増殖発熱現象を確認した。

抵抗値によるジュール熱の発光の場合は、赤熱し、発光はするが、このようにはならない（写真No.13）。

以上のとおり、温度ヒューズ部分において亜酸化銅増殖発熱現象が証明されている。



溶融した温度ヒューズの一部を露出させた状態で樹脂に埋め込んでいる

写真13 導通による亜酸化銅増殖発熱現象の確認作業

火災調査結果

この火災の原因は、浴室暖房機内部のヒーター近くに設置された温度ヒューズにおいて、亜酸化銅が生成され、さらに通電に伴う亜酸化銅増殖発熱現象による亜酸化銅の生成が継続し、その過程で生じるジュール熱によって周囲の部品類が過熱され、溶融、着火に至ったものと推定する。

調査結果の活用

火災調査結果を類似火災の防止に役立てる方策について検討したところ、現状は同型機からの出火の恐れを完全には否定することができず、何らかの対策が必要との認識ではあるものの、「なぜヒューズ部分で亜酸化銅増殖発熱現象が生じたのか」を特定するには至っていない事や、メーカー側からは、これまで同型機や同型の温度ヒューズからは火災の発生を確認していないとの報告を受けていた事、これまでのメーカー側とのやりとり等から総合的に判断し、「火災予防への協力」として自社のホームページへ「使用者（市民）に向け

た類似火災防止に関する内容」の掲載を依頼した。

このことでメーカー側に当該火災から得られた教訓に基づく対応を促し、出火に至った浴室暖房機を製造した企業としての社会的責任を果たしてもらおう。そして、広く市民に火災予防を呼びかけられる内容とすることで、迅速かつ効果があがるとの判断による。

メーカーの対応

火災を受けてメーカーは、自社のホームページに「機器の不具合」「焦げくさい臭い」等があれば、メーカーに問い合わせる事と呼びかける内容の注意喚起欄を新たに設ける対応をしている。

火災調査を通して

当市では、火災の発生場所を管轄する消防署員が火災調査を担う体制となっていますが、この度の鑑識に際しては、メーカー立会いのもと、消防署員だけではなく当市の消防本部、消防科学研究所との連携、独立行政法人製品評価技術基盤機構の助言等を受けながら進め、最終的には消防科学研究所の鑑定技術をもってヒーター近くのヒューズ部分において亜酸化銅増殖発熱現象による過熱が確認されました。

本来、火災を抑制するための安全装置からの出火ということでもあり、結果には少なからず驚きを感じるとともに、見分時には先入観を持つことなく綿密に情報を収集することが大切であると感じました。

最後に、本火災調査を進めるにあたり、機材の提供やアドバイスをいただく等、ご協力いただきました方々に、心から感謝申し上げます。