

電気蓄熱式湯たんぽの火災

横浜市消防局予防課

1 はじめに

簡易な暖房器具として、金属やプラスチックの容器に湯を入れて使用する湯たんぽがあるが、使用の都度、湯を沸かし容器に注ぐという手間のかかる器具である。

近年は容器に密封された蓄熱液を内蔵のヒーターで電氣的に加熱する製品もあり、湯を沸かす手間を省くことができるが、加熱中に出火するという事故も発生している。

当局管内でも同一製品と思われる電気蓄熱式湯たんぽから出火した事例が2件発生したので、今後の参考として紹介する。

2 火災の概要

(1) 事例1

発生場所：神奈川県横浜市

共同住宅の居室内

発生時期：令和2年2月

焼損物件：電気蓄熱式湯たんぽ1器焼損

人的被害：なし

所有者が電気蓄熱式湯たんぽを温めるために、電源コードを接続して暫くすると、電気蓄熱式湯たんぽから白煙が上がった後に炎が上がった。消火のため電源プラグを抜いたことで加熱が停止したこと及び内蔵の蓄熱液により消火されたと推測される。

(2) 事例2

発生場所：神奈川県横浜市

共同住宅の居室内

発生時期：令和3年12月

焼損物件：電気蓄熱式湯たんぽ1器焼損

人的被害：なし

住宅用火災警報器の鳴動音に気づき寝室に行くと、ベッドのマットレスの上で電気蓄熱式湯たんぽから煙が上がっていたため、洗面器に水をくみ消火した。電気蓄熱式湯たんぽは布団の中に入れてそのまま電源コードを接続した状態で数日使用していた。

3 製品の概要

2件の火災の製品は、「充電式湯たんぽ」として販売されていたもので、本体外装に記されたロゴと外装の色が異なるものの、その他の部品等から同一製品を販売者のブランド毎に一部を変更した同一製品と推測される（写真1、2）。

いずれも別の販売業者ではあるが、大手ECサイトに出店しているネットショップから購入しており、他のサイトでも同一と思われる製品が多数販売されている。

なお、火災後に原因調査に必要な情報提供を求めるため販売業者への連絡を試みたが反応はなく、暫く後にその業者販売サイトは閉鎖されてしまった。



【写真1 事例1の製品】



【写真2 事例2の製品】

事例2では、火災に関する連絡は付かないものの販売サイトの閉鎖前に同型品の調達をしている。

製品名として「充電式湯たんぽ」となっているが、緒元や外観からはこの製品にバッテリーのように電気を蓄え又は取り出す構造となっておら



【写真3 同型品のパッケージ（製品名表示）】

ず、「充電式」との表記は適当でないと判断できる（写真3）。

入手した同型品のパッケージや説明書からは、消費電力420W、蓄熱温度75℃以下等の緒元が確認できる。但し一部に日本語として不自然な表記がある。

4 鑑識及び実験

事例1、事例2とも製品の焼損は軽微で主要な機構が残存しているため、鑑識の他に残存部分を利用して検証実験を行った。また事例2では、同型品との比較も行った。

なお、分解を行うと実験に支障をきたす箇所があることから実験後に実施した鑑識もあり、本稿の記載順番は実際の作業の順番と前後している箇所がある。

(1) 製品の確認

電気蓄熱式湯たんぽは、湯たんぽ本体と分離式電源コードで構成されており、湯たんぽ本体上面にあるコネクタに電源コードのプラグを接続して蓄熱させる。本体上面にはコネクタの他に、製造時に蓄熱液を充填させる際の注入口と思われる箇所がある（写真4）。



【写真4 本体上面】

電源コードはコード先端に本体を挟み込むように接続する台座があり、台座の可動腕部の先端に本体との接続用の3端子のコネクタがある（写真5、6）。



【写真5 電源コードの台座部分】



【写真6 コネクタ部分】

ヒンジ部のマイクロスイッチにより腕部が閉じた状態でないと通電しない構造となっている。また通電時にはインジケータランプが点灯する（写真7、8）。



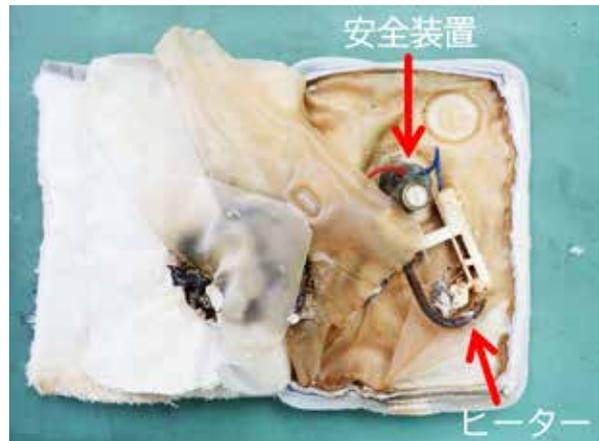
【写真7 通電時（蓄熱時）の角度】



【写真8 蓄熱時のインジケータの点灯】

本体は複数の層からなる密閉容器で、内側から蓄熱液の2重の防水層、防水層保護の目的と思われる層、触感向上の目的と思われる層で構成されている。

本体内部は、ジャック部分に安全装置、ヒーターが接続されている（写真9）。



【写真9 本体を展開した状況】

安全装置は防水処理されたバイメタル式サーモスタットとラジアル型温度ヒューズで構成されている。製品の標示からそれぞれの定格動作温度は、サーモスタットは75℃、温度ヒューズは102℃と判断できる（写真10、11）。



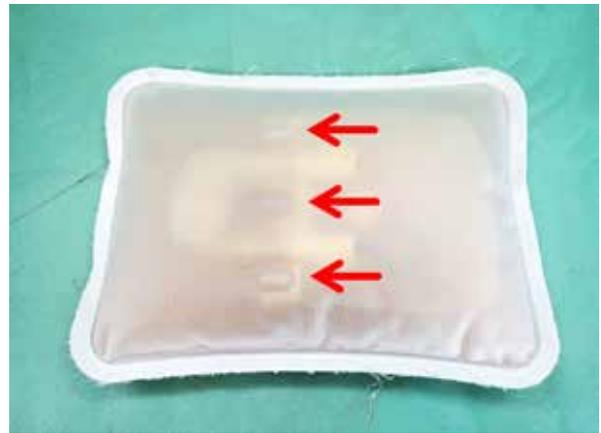
【写真10 サーモスタット】



【写真12 ヒーター】



【写真11 温度ヒューズ】



【写真13 固定バンド溶着箇所】

ヒーターはプラスチック製の保護枠に収められたU字型のシーズヒーターで、同型品で確認すると下側防水層にバンドで固定されている。このバンドは本体内部での移動を防ぐためと推測できるが、焼損した製品ではいずれもバンドが破断している。破断面に熔融等の熱の影響を受けた痕跡はないことから、火災により破断したのではなく、機械的負荷により破断したと推測できる(写真12、13、14)。

シーズヒーターの抵抗値は、事例2では28Ωであった。消費電力が420W、電圧100Vから単純に計算するとヒーターの抵抗値は23.8Ω^{*}だが、測定時の誤差等を考慮すると妥当な値と判断する。

$$\text{※ } P = E \times I = \frac{E^2}{R} \text{ から } R = \frac{E^2}{P} = \frac{100^2}{420} = 23.8$$



【写真14 固定バンド破断状況】

本体には蓄熱液が充填されているが、容積全体が蓄熱液で満たされているわけではなく気相部も存在している(写真15)。

また本体の姿勢によっては気相部にヒーターが露出する状態となる。



【写真15 気相部の状況】



【写真16 気相部に露出したヒーター】

これまでの確認から、この製品は蓄熱液中のヒーターが蓄熱液を過熱し、液温が75℃になるとサーモスタットが作動し加熱を停止、蓄熱液の温度が下がりサーモスタットが復旧すると再度加熱という過程を繰り返し、サーモスタットの故障等で異常に過熱された場合、液温が102℃で温度ヒューズが作動する構造であることが把握できた(図1)。

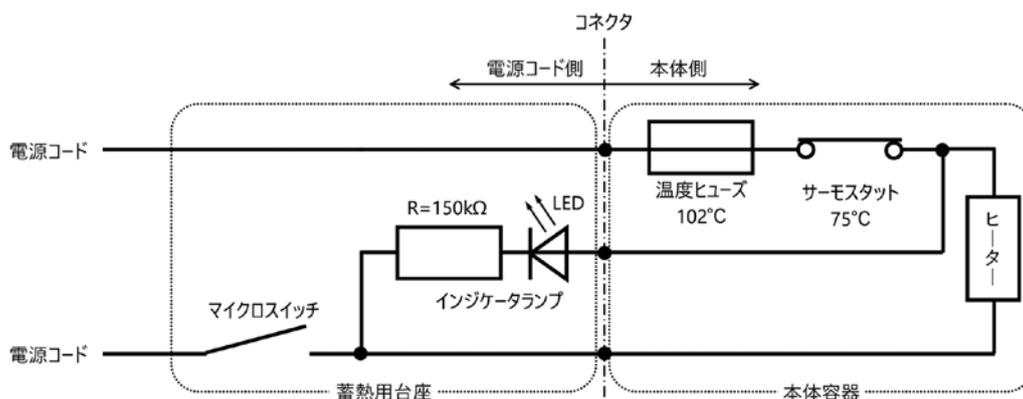
(2) 実験

この製品の安全装置は液温を基準に作動するが、本体容器に気相部があるため本体の姿勢によってはヒーターが液中から気相部に露出する可能性がある。この場合ヒーターの温度に対して液温が低くなり安全装置が適切に作動しないことが予想され、これによりヒーターが本体容器を過熱し出火に至った可能性があることから実験を行った。

ア ヒーターとサーモスタットの作動状況

事例1、2ともに製品の焼損が限定的であり、製品の主要機構は維持されている可能性が高いことから、ヒーターとサーモスタットの機能を確認した。

水道水で満たしたビーカーに製品のヒーターと安全装置を入れ通电させたところ、事例1、2のいずれも加熱機能と温度制御機能は正常に作動した(写真16、表1)。



【図1 回路図】



【写真17 作動実験の状況】

【表1 ヒーターとサーモスタットの作動確認結果】

	事例1	事例2
液量	1,200mL (説明書の 記載容量から)	1,040mL (同型品と焼損の 重量比較から)
サーモスタット 作動時間	15分38秒	14分16秒
サーモスタット 作動温度	74.3℃	79.9℃

イ 気中でのヒーターの温度測定

ヒーターが気相部分にあったことを想定し、気中でのヒーターの温度測定を行った。

測定は保護枠が焼失しシーズヒーターが露出している箇所で、接触型温度計を接触させて行った。

事例1では通電開始から60秒後に535℃で



【写真18 発火時の状況】

保護枠が発火、事例2では通電開始から58秒後に350℃で発火した（写真17）。

事例1と事例2ともに通電開始から約1分で発火に至っている。発火時の温度に大きな開きがあるが、接触型温度計の設定方法に問題があったことに因ると推測する。

5 検討結果

本体内のヒーターと安全装置が共に蓄熱液内にある状態では、ヒーターにより過熱されてもサーモスタットが作動することで液温をある一定の範囲内とすることができるが、ヒーターが気相部で安全装置が液中にある場合のように加熱される部分と温度測定をしている部分とが異なる場合には、安全装置が正常に作動せず過熱状態になる場合がある。

この製品は本体内に蓄熱液が充填されているが気相部もあり、本体の姿勢によってはヒーター部分が気相部に露出する状態となる。また、ヒーターを固定するバンドが破断するなどしてヒーターの固定がされなくなると、より気相部に露出しやすくなる可能性も否定できない。

ヒーターが気相部に露出した状態で加熱すると、保護枠を発火させるほどの高温となり、その後本体事態を焼損させることが推測できる。

これらから、両事案とも蓄熱時の本体の設置姿勢が不適切であったか、内部のヒーターの固定が外れていたことにより、ヒーター部分が気相部に露出、そのまま安全装置が作動することなく加熱を続けたため過熱状態となり、ヒーターの保護枠や本体自体が発火に至ったと判断した。

6 おわりに

この製品は説明書に記載の通りの状態で蓄熱させれば事故は生じないが、本体の材質や構造から形状が変形しやすく、内部の固定バンドの切れや

すいと考えられる。使用者側が正しい状態で蓄熱を開始しても、移動させたり何かの拍子で物が当たったりして意図せずに不適切な状態での蓄熱になる可能性がある。

使用者側が適切な状態で使用することだけでなく、容易に不適切な状態での使用状態となること自体が構造上の問題ではないかということも製造者側に考慮してもらいたい点である。また出火に関係することではないが、充電機能はないにもかかわらず「充電式」として商品が紹介・販売されていることも不適切な表示ではないかと考えら

れる。

この事案の製品は、電気蓄熱式湯たんぽとしては比較的簡易な構造と考えられ、その分コストを抑えることができる。取り扱いがECサイトに出店する小規模なネットショップが多く、場合によっては今回のように事故後に連絡が取れなくなる場合も少なくはないようである。

使用者側は、製品価格と安全性・保障はトレードオフするものだと理解した上で、使用する製品を選定する必要があると考える。