

火気使用器具の安全化に関する研究 (その3)

浴室乾燥機の安全性について

Study of Fire-Using Appliances Safety (Series 3)

New Electric Dryer's Safety

渡 辺 孝 夫*

加 藤 和 夫**

片 岡 正 弘**

概 要

浴室の天井に電気ヒーター、ファン等を有する機器を設置し、浴室内部の空気を循環させ乾燥室として利用するシステムが普及してきたことから、その安全性に関する実験を行った。

結果は、

- 1 平常運転時には、ヒーター付近を除いて温度は100°Cを超えないが、ファンがロックされると配線等から出火する恐れがある。
- 2 サーモスタットと温度ヒューズの組み合わせのような二重の安全装置が必要である。
- 3 延焼防止のためキャビネットは金属製とすることが望ましい。

A unit bathroom equipped with the electric heater and the fan on its ceiling has come to be widely used as the dry room and the bathroom.

Tests were made for its firesafety.

The results were as follows.

- 1 The temperature of the room did not exceed 100°C except for the atmosphere around the heater. But when the fan stopped running, the air circulation was stopped and the wiring was overheated. There was a fear that a fire could occur from the wiring.
- 2 To prevent a fire, a double safety device should be installed, which is composed of a thermostat and a fuse.
- 3 The cabinet of the heater should be made of metal to prevent a fire.

1 はじめに

従来の衣類乾燥機は、洗濯機の上部等に設置し、洗濯脱水後の衣類を機器内部に入れて、乾燥させるものであった。

しかし、最近、ユニットバス等の天井にヒーター、空気循環用ファン等から構成される機器（以下「浴室乾燥機」という。）を設置し、浴室を乾燥室として利用するものが出回ってきたことから、その安全性について確認するため実験を行った。

2 浴室乾燥機の概要

浴室乾燥機は、①浴室内の湿った空気をパイプより屋

外へ排出する。②浴室内の空気を吸気口から取入れヒーターで温めて温度を高め、浴室に戻し、衣類を乾燥させる。以上の①、②を繰り返して、浴室内につり下げた衣類を乾燥させるしくみになっています。(図1参照)

乾燥用ヒーターに赤外線ガラスヒーター、シーズヒーター、セラミックヒーターを使用するもの、キャビネットが樹脂製のもの、金属製のものなどの種類があります。

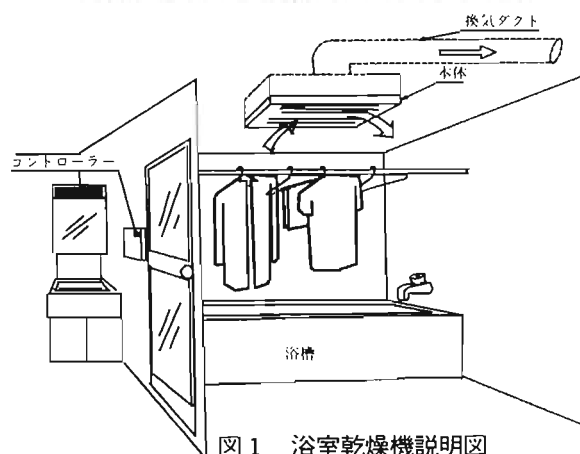


図1 浴室乾燥機説明図

*八王子消防署

**第二研究室

3 実験内容

(1) テーブル実験（単体を木製実験台の上に置き、温度を測定する）

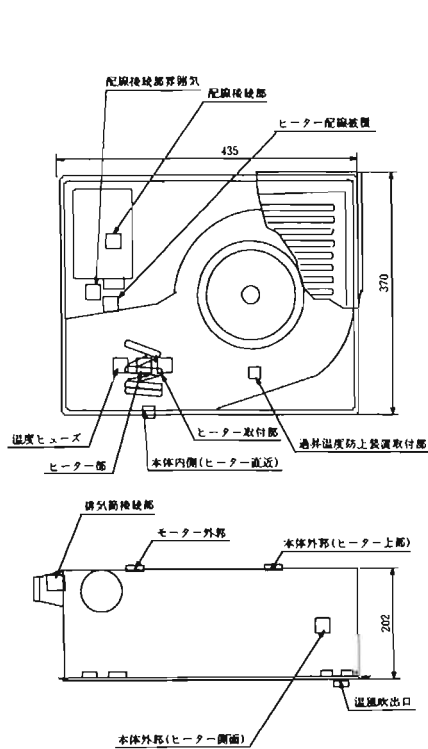
実験の種類	内 容	供試体	備 考
実験 1 (平常時)	定格電圧で乾燥用ヒーターとファンを同時に運転（通常に乾燥機として使用する場合を設定）し、各部の温度が一定になるまで温度を測定する。	試料 1 // 2 // 3	試料 4 については、試料 2 と形状が同じため試料 2 についてのみ実験を行った。
実験 2 (異常時)	実験 1 の内容で、自動復帰型温度過昇防止装置のサーモスタットを短絡して、各部の温度が一定になるまで温度測定する。	試料 1 // 2	筐体が金属製の試料 1 と樹脂製の試料 2 について実験した。
実験 3 (異常時)	実験 1 の内容で、吸気口を塞いで各部の温度が一定になるか、安全装置が作動するまで温度測定を実施する。	試料 1 // 2 // 3 // 4	(1) 試料 1、2、4 については、自動復帰型温度過昇防止装置が作動した時の最大と最小の温度を測定した。 (2) 試料 3 については、シーズヒーターを断とする。 (3) 試料 4 については、循環用モーターのファンをロックして測定する。
実験 4 (異常時)	次の内容で発煙等の異常が発生するまで測定する。 (1) 定格電圧で乾燥用ヒーターとファンを同時に運転して測定する。 (2) 吸気口を塞いで各部の温度が一定になるか安全装置が作動するまで測定する。 (3) 温度過昇防止装置を短絡して測定する。	試料 1 // 2 // 3 // 4	試料 4 については、循環用モーターのファンをロックして測定し、さらにヒーターに水をかけた状態での温度測定についても実施した。

(2) テスト箱実験（テスト箱に取付けて、温度を測定する）

実験の種類	内 容	供試体	備 考
実験 5 (平常時)	定格電圧で乾燥用ヒーターとファンを同時に運転（通常に乾燥機として使用する場合を設定）し、各部の温度が一定になるまで、温度を測定する。	試料 1 // 2 // 3	試料 2 については、温度過度過昇防止装置が作動したときの最大と最小の温度を測定した。
実験 6 (異常時)	次の内容で温度を測定する。 (1) 定格電圧で乾燥用ヒーターとファンを同時に運転し、各部の温度が一定になるまで測定する。 (2) ファンをロックし、温度過昇防止装置のサーモスタットを短絡して、発煙等の異常が発生するまで測定する。	試料 2 // 3 // 4	
実験 7 (異常時)	実験 6 の条件に更に、温度ヒューズも短絡して測定する。	試料 1 // 3 // 4	(1) 試料 1、3 については、温度過昇防止装置が作動した時の最大と最小の温度を測定した。 (2) 試料 3 については、赤外線ヒーターに定格電圧を加えた状態で測定した。
実験 8 (異常時)	実験 7 の条件で発熱部に注水（通電開始 2 時間）後に、250ml の水を 2 分間、ヒーター部にかけ、30 分後にまた水をかけることを繰り返す。	試料 2 // 4	試料 2、3 について、水をかける前とかけた後の温度を測定した。

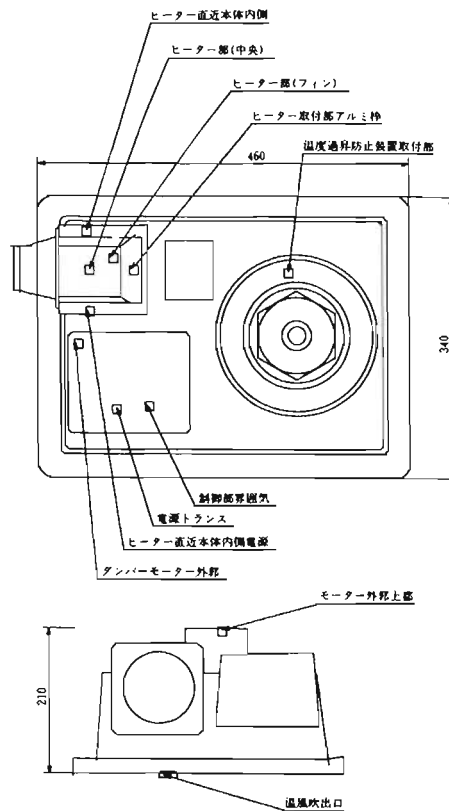
(3) 安全装置作動試験

前(1)、(2)の実験 1～8 において各試料の温度過昇防止装置及び温度ヒューズの動作等について試験をする。



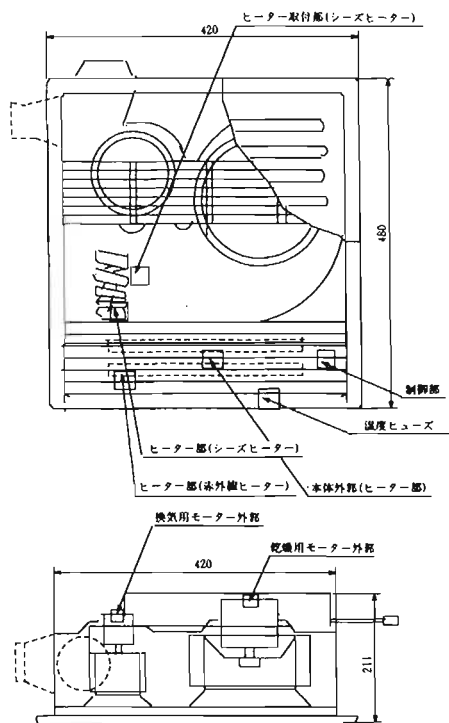
試料番号	定格容量	筐体の材質	ヒーターの種類	安全装置	
				温度ヒューズ	サーモスタット
試料 1	1.0kw	アルミ鋼板	シーズヒーター	119°C	75°C

図2 試料1の外形寸法及び熱電対取付け状況



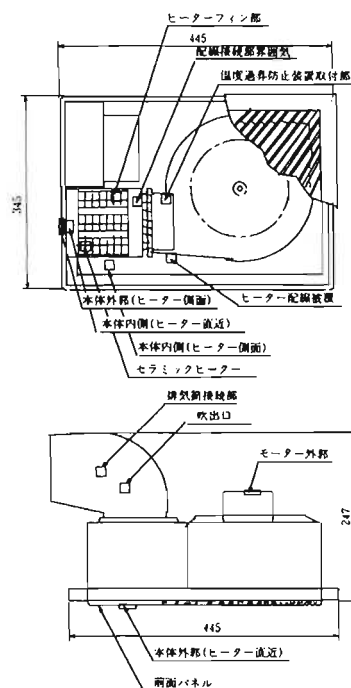
試料番号	定格容量	筐体の材質	ヒーターの種類	安全装置	
				温度ヒューズ	サーモスタット
試料 2	1.2kw	合成樹脂	セラミック	129°C	55°C

図3 試料2の外形寸法及び熱電対取付け状況



試料番号	定格容量	筐体の材質	ヒーターの種類	安全装置	
				温度ヒューズ	サーモスタット
試料 3	1.3kw	亜鉛鋼板	乾燥用：シーズ 暖房用：赤外線	91°C	60°C

図4 試料3の外形寸法及び熱電対取付け状況



試料番号	定格容量	筐体の材質	ヒーターの種類	安全装置	
				温度ヒューズ	サーモスタット
試料 4	1.2kw	合成樹脂	セラミック	なし	65°C

図5 試料4の外形寸法及び熱電対取付け状況

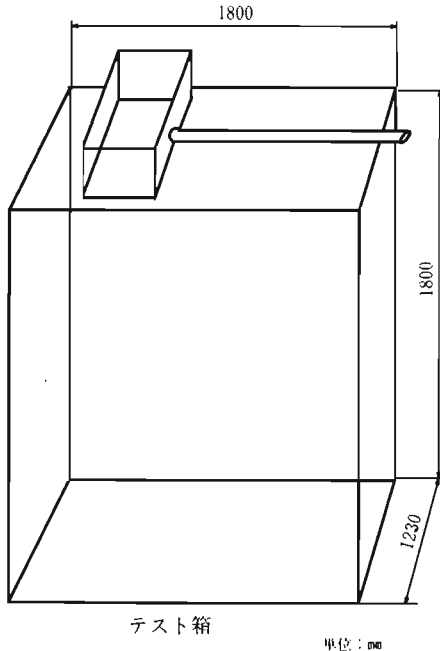
4 測定方法

(1) テーブル実験

各試料について、図2～5のとおり温度センサーを取付け、温風吹き出し口を上に向け、テーブル上に置き、記録計により測定した。

(2) テスト箱実験

浴室乾燥機を下図のように設置し、(1)と同様に測定した。



(3) 安全装置の作動試験

上記(1)及び(2)の実験の中で試験する。

5 実験結果

(1) テーブル実験の結果

ア 試料1について

- (ア) 各部温度の測定結果は、図6～9のとおり。
- (イ) 実験1及び実験2では、ヒーター部を除く他の部分は全て60°C以下であった。
- (ウ) 実験3では、各部の温度上昇に伴って温度過昇防止装置が作動した。

作動時、本体外郭・本体内側及び温度過昇防止装置取付部では、平常時温度試験より温度がかなり上昇した。この時のヒーター温度は、803.6°Cで平常時温度試験より76.1°C上昇した。

なお、運転開始後約5分後に、温度過昇防止装置が作動し測定部の温度が下がりだし、それから約4分後に温度過昇防止装置が復旧し、測定部の温度が上昇するということを繰り返した。温度過昇防止装

置の公称作動温度は75°Cである。また、温度ヒューズ取り付け場所の温度は、最大時で75.8°Cとなり作動しなかった。(取り付けられている温度ヒューズの公称作動温度は119°C)

- (エ) 実験4では約39分後に温度ヒューズが溶断し、各部の温度が下がった。その時の温度ヒューズ取り付け場所の温度は118.9°C温度過昇防止装置取付部は90.6°Cであった。その時の本体外郭は105.6°Cで平常温度試験よりも82.5°C上昇した。

また、ヒーター部の温度は810°Cで、平常時より167.7°C上昇した。しかし、実験2で温度過昇防止装置が正常に作動した時のヒーター温度に比べると6.4°C高くなっただけであった。

イ 試料2について

- (ア) 各部温度の測定結果は、図10～13のとおり。
- (イ) 実験1及び実験2では、温度過昇防止装置取付部で83.2°C(実験1)、84.2°C(実験2)又、モーター外郭上部で65.9°C(実験1)、70.3°C(実験2)となった他は全て60°C以下であった(ヒーター部を除く)。
- (ウ) 実験3では、各部の温度が上昇し、温度過昇防止装置が作動した。全ての測定箇所ですべて平常時温度試験より上昇し温度差は最大で29.7°C(ヒーター部)であった。温度過昇防止装置取付部では、作動時99.3°C、復旧時47.4°Cであった。この時、温度過昇防止装置が約2分間隔で、オン・オフを繰り返した。その時のヒーター温度は136°Cから44.5°Cの間を上下した。ヒーター温度は、最大値で平常時よりも25.2°C上昇した。温度過昇防止装置取付部では、最大99.3°Cで、平常時より16.1°C上昇した。モーター外郭部では69.6°Cと平常時と殆ど変化はなかった。

- (エ) 実験4において、温度過昇防止装置を短絡し運転すると、約8分で内部測定箇所の温度は平衡状態になった。モーター外郭やダンパーモーター等の温度が伝わりにくい部分でも、約1時間で平衡状態になり、全ての測定箇所ですべて実験3より温度上昇した。

ヒーターは最高で146.4°Cとなり平常時より35.2°C上昇した。この時、温度過昇防止装置取り付け部では117.8°Cと平常時温度試験よりも34.6°C上昇した。

ウ 試料3について

- (ア) 各部温度の測定結果は、図14～16のとおり。
- (イ) 実験1では、温風吹き出し部が66.5°Cになった他は50°C以下であった(ヒーター部)。当機種は、乾燥にはシーズヒーターを使い、暖房には赤外線ヒーターを使用する。実験1では暖房用の赤外線ヒーターに電源を入れ温度を測定した(換気と暖房のヒーター電源は同時には通電されない構造)。この時

のヒーター部の温度は、1161.1°Cであった。赤外線ヒーターと本体外郭の間にはステンレス製の反射板があり、ヒーター上部の本体外郭でも37.2°Cしか上昇しなかった。

(ウ) 実験3では、温風吹き出し部で146°Cと平常時温度試験より79.5°C上昇した。赤外線ヒーターの温度は測定器の最高レンジ(1,200°C)のメーターをオーバーしたので測定できなかった。

(エ) 実験4では、約17分で温度ヒューズが溶断し、ヒーター電源が停止した。この時の温度ヒューズ取付け場所の温度は75°Cであった。赤外線ヒーター用の温度ヒューズの公称作動温度は70°Cである。本体外郭では、102.4°Cで、平常時より65.2°C上昇した。赤外線ヒーター温度は1316.2°Cで平常時より155.1°C上昇した。

エ 試料4について

(ア) 各部温度の測定結果は、図17、18のとおり。

(イ) 実験3では、通電開始後約11分で温度過昇防止装置が作動し、電源のオン・オフを繰り返すようになった。オン・オフは約9分間隔であった。

本体外郭では、温度最大のとき95.1°Cとなり最小時との差は3.8°Cであった。この時の温度過昇防止装置取付け部の温度は、最大時が70.3°C、最小時52.9°Cとなった。ヒーターとヒーターフィンの温度を比べると、ヒーターフィンの温度の方が若干高くなっているが、熱電対に接触の仕方が不十分だったためと思われる。この製品が使用しているセラミックヒーターは、フィンの部分が電極になっているため、セラミックヒーター部にしっかり固定できなかった。

(ウ) 実験4では、本体外郭は97.3°Cと実験3の測定温度より2.2°C上昇した。モーター外郭温度は23.1°C上昇した。温度過昇防止装置取付け部は81.5°Cで11.2°C上昇した。この時のヒーター温度は173.4°C、ヒーターフィンは216.4°Cとなり、ヒーターフィンでは60.3°C上昇した。

(エ) 試料4については、実験4のテーブル実験の状態、ヒーターに直接水をかけて行った。その結果は温度過昇防止装置取付け部で12°C上昇し、本体外郭及びモーター外郭で数度上昇した。しかし、ヒーターでは75°C、ヒーターフィンで30.9°C、本体外郭で35°C下がった。また、他の部分でも数度下がっただけである。ヒーターに水をかけると、最初は水蒸気がでるが次第にでなくなり、外見上の変化は見られなくなった。

(2) テスト箱実験の結果

ア 試料1について

(ア) 各部温度の測定結果は、図19、20のとおり。

(イ) 実験5では、ヒーター部が579.4°Cで実験1と比べ148.1°C低くなった。

本体外郭では、実験1のほうが18.6°C高くなった。他の測定箇所では、温度差はあまりなかった。

(ウ) 実験7では、運転開始から約15分後に浴室乾燥機の本体上部及び排気筒から白煙が出てきた。この時点でのヒーター温度は1127.4°Cと平常時温度試験より548°C上昇した。本体外郭では182.5°Cと139.5°C上昇、本体内側では204.4°Cと159.3°C上昇した。

温度ヒューズ取付け部、温度過昇防止装置取付け部はいずれも279.4°Cになり、平常時温度試験よりそれぞれ231.8°C、241.8°C上昇した。

しかし、テスト箱内部の天井、壁及び浴室乾燥機直下の室内雰囲気温度は平常時温度試験と比べ温度差は生じていない。

(エ) 試料1については、実験7で内部の配線等が焼け漏電状態になったため、水かけ試験(実験8)は実施しなかった。

イ 試料2について

(ア) 各部温度の測定結果は、図21、22のとおり。

(イ) 実験5では、通電してから約3分後には温度過昇防止装置が作動し、オン・オフを約3分間隔で繰り返し、ヒーター温度は44°Cから最大136.2°Cへと変化した。その時のヒーターフィンは76.6°Cから212°Cへ、温度過昇防止装置取付け部は51.8°Cから121.1°Cの間を上下した。ヒーターの周囲以外は、大きな温度変化は生じなかった。

(ウ) 実験6では、ヒーター、ヒーターフィン、温度過昇防止装置取付け部等の温度は約15分間で一定温度になった。その時のヒーター温度は170.1°Cで平常時より33.9°C上昇、また、ヒーターフィンは281.3°Cで平常時より69.3°C上昇した。本体外郭温度では144.8°Cと平常時より122°C上昇した。また、排気筒接続部では145°Cとなり122.9°C上昇した。他に測定温度が100°C以上に上昇した箇所は、モーター外郭上部、本体内側、ヒーター取付けアルミ枠等であった。

(エ) 実験8では、運転を開始してから2時間経過した時点のヒーター温度は153.5°C、ヒーターフィンは264.4°Cになった。他に100°C以上になった箇所はモーター外郭上部で113°C、本体内側で115.1°C、ヒーター取付け部アルミ板で101.6°Cであった。

この時点でヒーターに直接水をかけた。かける方法として、室温と同一温度の水を洗浄瓶(水の量は250ml)を使用して直接ヒーターに水を2分間棒状注水でかけ、その後約30分間放置し、また水をかけることを繰り返した。水をかけ始めてから2分経過後の温度は、ヒーターが101.8°C、ヒーターフィンが

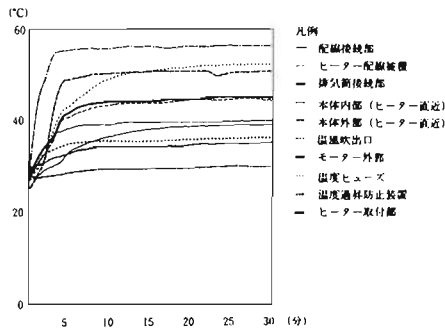


図6 試料1-実験1測定結果

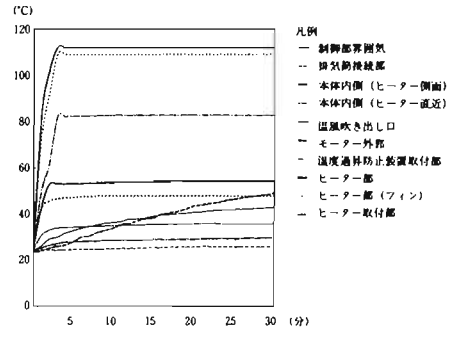


図11 試料2-実験2測定結果

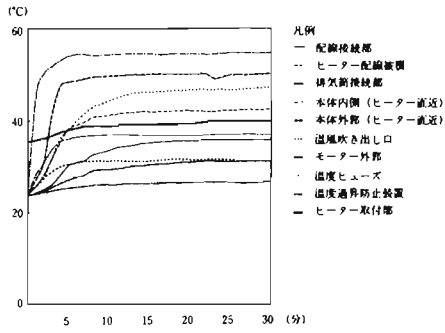


図7 試料1-実験2測定結果

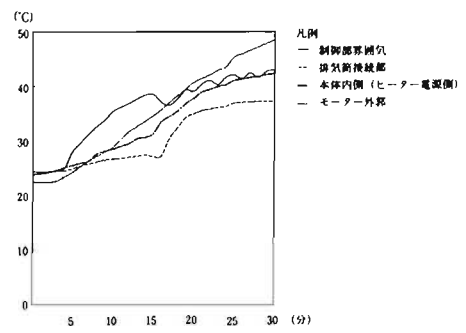


図12 試料2-実験3測定結果

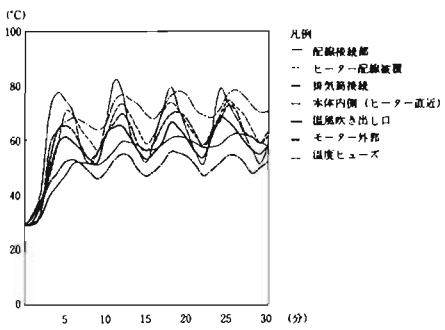


図8 試料1-実験3測定結果

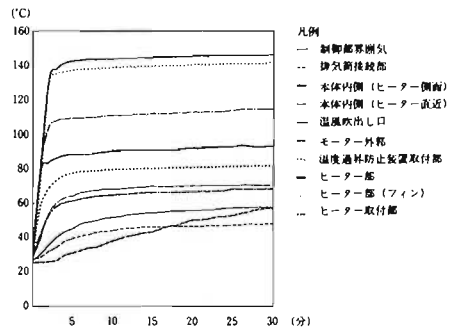


図13 試料2-実験4測定結果

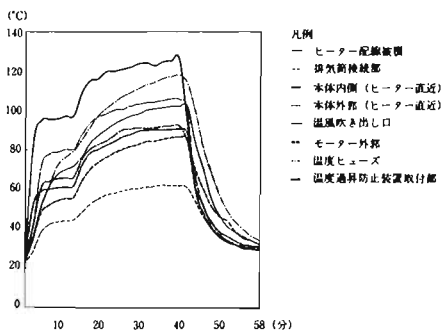


図9 試料1-実験4測定結果

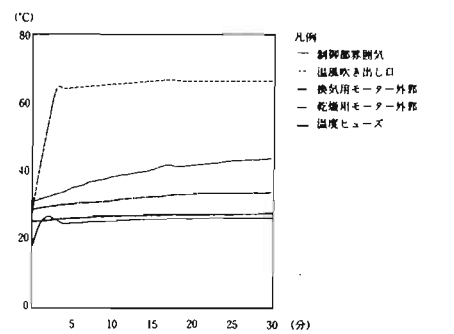


図14 試料3-実験1測定結果

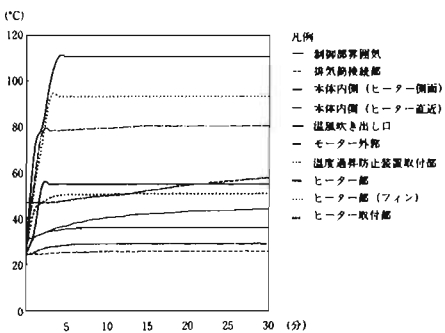


図10 試料2-実験1測定結果

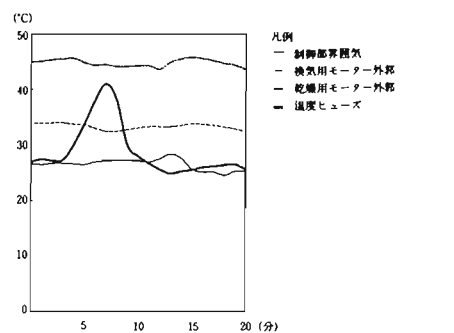


図15 試料3-実験3測定結果

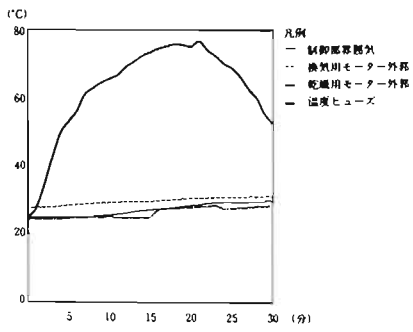


図16 試料3 - 実験4 測定結果

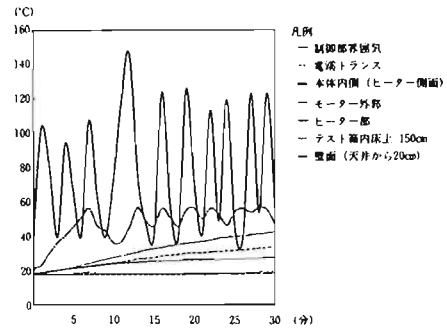


図21 試料2 - 実験5 測定結果

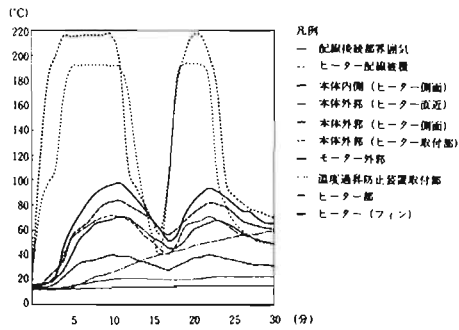


図17 試料4 - 実験3 測定結果

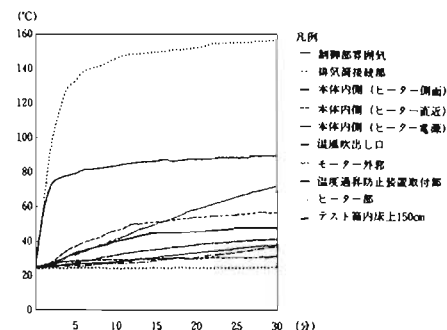


図22 試料2 - 実験6 測定結果

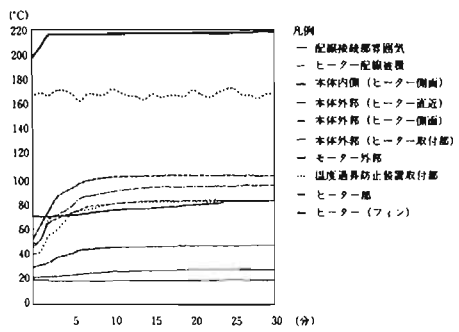


図18 試料4 - 実験4 測定結果

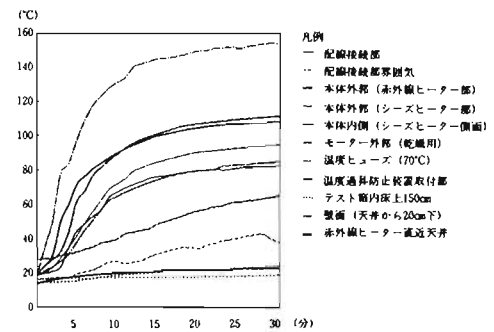


図23 試料3 - 実験7 (赤外線ヒーター) 測定結果

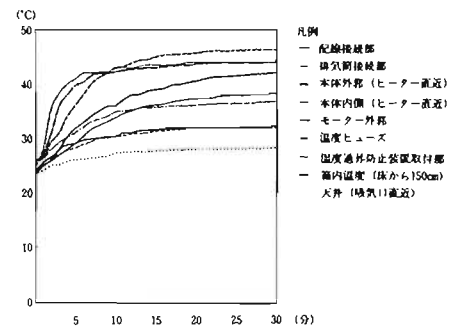


図19 試料1 - 実験5 測定結果

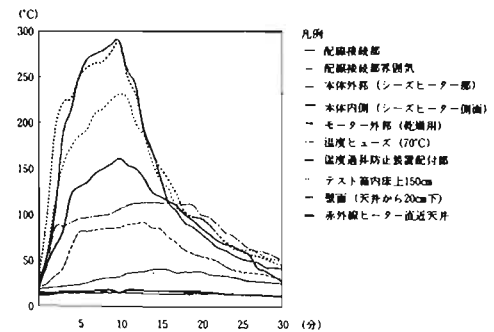


図24 試料3 - 実験7 (シースヒーター) 測定結果

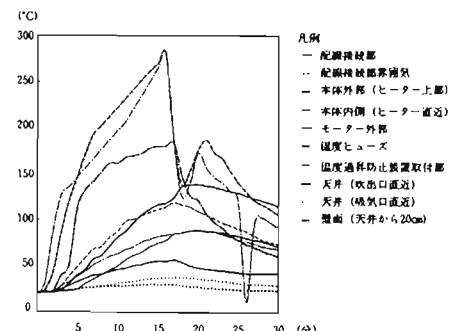


図20 試料1 - 実験7 測定結果

106.3°C、モーター外郭上部が112.7°C、本体内側が114.6°Cとなった。温度差はヒーターで101.8°C、ヒーターフィンで158.1°C、それぞれ温度は下がったが、モーター外郭上部の温度は4.2°C上昇した。水をかけた時、最初ヒーターから蒸気が多少上がったが、かけ続けると上がらなくなってきた。

ウ 試料3について

(ア) 各部温度の測定結果は、図23、24のとおり。

(イ) 実験7（赤外線ヒーターのみ運転）では、赤外線ヒーター部は690.7°C、赤外線ヒーターカバー部192.7°C、シーズヒーター部（通電していない）125.3°C、温度ヒューズ取付部（赤外線ヒーター取付部：温度ヒューズ公称作動温度70°C）151.1°C、温度ヒューズ取付部（シーズヒーター用：温度ヒューズ公称作動温度91°C）89.6°C、温度過昇防止装置取付部（シーズヒーター用）115.1°C、本体外郭97.4°C、モーター外郭（乾燥用）91°Cであった。これを平常時温度試験と比較すると、赤外線ヒーターは470.4°C低くなった。熱電対をアルミテープでヒーター部に直接固定して測定したがヒーターの発熱で接着力が低下し熱電対測定部の接触面積が少なくなり測定温度が低くなったものと思われる。本体外郭では60.2°C上昇、モーター外郭（乾燥用）では46.2°C上昇した。温度ヒューズ取付部（赤外線ヒーター用）では、124.2°C上昇した。

(ウ) 実験7（シーズヒーターのみ運転）では、シーズヒーター部は1259.7°C、赤外線ヒーター部（通電していない）151.4°C、本体外郭287.2°C、モーター外郭（乾燥用）105.9°C、温度ヒューズ取付部289.3°C、温度ヒューズ取付部（赤外線ヒーター上部）82.8°C、温度過昇防止装置取付部（シーズヒーター用）230.4°Cとなった。平常時（実験1）よりシーズヒーターは98.6°C上昇、本体外郭は136.5°C上昇モーター外郭（乾燥用）は77.9°C上昇した。

(エ) 実験8では、運転開始後2時間経過した時点の赤外線ヒーター温度は799°C、温度ヒューズは151.1°C、温度過昇防止装置は114.9°C、赤外線ヒーター部カバーは191.5°Cとなった。他の部分は、いずれも100°C未満であった。この時点で赤外線ヒーターに直接水をかけた。かける方法については試料2の場合と同様に実施した。水をかけ始めてから2分経過後の温度は、赤外線ヒーターは86.7°Cで、水をかける前と比べると712.3°C低く、温度ヒューズ（赤外線ヒーター用）では143.6°Cで7.5°C低く、温度過昇防止装置は110.3°Cで4.3°C低くなった。赤外線ヒーター部カバーは70.1°Cで121.4°C低くなった。他の部分については、かける前と温度差は殆どなかった。

6 安全装置の作動状況

各供試体について、温度過昇防止装置及び安全装置の動作、溶断については次表のとおりである。

表1 テーブル実験

	試験内容	温度過昇防止装置	温度ヒューズ
試料1	① 平常時温度試験（実験1） ② さらに吸気口を閉塞（実験3） ③ さらに温度過昇防止装置を短絡（実験4）	作動しない 作動する	溶断しない 溶断しない 溶断する
試料2	① 平常時温度試験（実験1） ② さらに吸気口を閉塞（実験3） ③ さらに温度過昇防止装置を短絡（実験4）	作動しない 作動する	溶断しない 溶断しない 溶断温度に達せず
試料3	① 平常時温度試験（実験1） ② さらに吸気口を閉塞（実験3） ③ さらに温度過昇防止装置を短絡（実験4）	作動しない 作動する	溶断しない 溶断しない 溶断する
試料4	① 循環モーターをロック（実験3-2） ② さらに温度過昇防止装置を短絡（実験4-2）	作動する	設置なし ヒーターファン温度216.4°Cに上昇（60.3°C上昇）

表2 テスト箱実験

	試験内容	温度過昇防止装置	温度ヒューズ
試料1	① 平常時温度試験（実験5） ② さらにファンを固定し、温度過昇防止装置及び温度ヒューズを短絡（実験7）	作動しない	溶断しない 安全装置作動温度以上に温度上昇し白煙が出たため実験中止
試料2	① 平常時温度試験（実験5） ② さらにファンを固定し温度過昇防止装置を短絡（実験6）	作動する	溶断しない 溶断温度に達せず
試料3	① ファンを固定し温度過昇防止装置及び温度ヒューズを短絡	温度過昇防止装置、温度ヒューズの設定値以上に温度上昇（それぞれの設置場所）する。	
試料4	———	———	———

7 考察

(1) 温度測定結果について

実験した供試体について、全ての機種が平常時温度試験では100°C以下であった。また、温風吹き出し口の温度も規定値(95°C)以下であった。これは、浴室乾燥機の試験基準の中で規定している外郭表面温度に入っている。

しかし、異常時を想定した異常時温度試験では、供試体全ての機種で外郭表面温度は100°Cを超えた。試料1では、最大時外郭表面温度は182.5°C、試料2では145.0°C、試料3では287.2°C、試料4では100.7°Cであった。

いずれの機種も、安全装置が正常な場合には、使用しているコード被覆や筐体樹脂部は発火温度に達する

ことはなかった。

従って、通常の状態にあっては、十分安全が確保されているものと思料される。

ア 試料1について

循環用ファンを固定しヒーターへ風が行かないようにし、さらに、安全装置を全部作動しない状態にすると、シーズヒーターは赤熱してきた。その時のヒーター本体の温度は、1127.4°Cに達しヒーター周囲の配線が焼け始め煙が出てきた。煙が出始めた時点で電源を遮断したが、温度ヒューズ取付け用のベークライト製端子とその周辺にあった配線及び配線被覆カバー（発火温度545.2°C）が焦げてきた。本体は、アルミ合金で出来ているので、焦げる等の変化はなかった。

イ 試料2について循環用ファンを固定しヒーター（セラミックヒーター）へ風が行かないようにし、また、安全装置を全部作動しない状態にすると（実験6）、ヒーター付近の樹脂部（発火温度496.7°C）が軟化し変形してきた。その時のヒーター本体の温度は170.1°Cであった。電源を途中で遮断したことにより、それ以後は軟化が止まった。従って、通電し続けられれば出火危険が予想される。

本体に内蔵している電源用プリント基板は、注水試験後外して観察すると、プリント基板面は水がかかり汚染されていた。この様な状態で放置しておくことが予想される。

ウ 試料3について

ファン2台を固定しヒーターへ風が行かないようにし（実験5）、また、安全装置を全部作動しない状態にすると、赤外線ヒーター本体の温度は690.7°Cまで上昇した。また、本体外郭温度は平常時には37.2°Cであったものが、151.1°C（赤外線ヒーター用温度ヒューズ取付け場所）に上昇した。赤外線ヒーターには反射板（ステンレス製）があるので、熱は直接本体に伝わりにくい構造になっている。

この状態で赤外線ヒーターに直接水をかけても、ヒーターや温度過昇防止装置取付け場所の温度が下がるだけで他に変化は見られなかった。

しかし、乾燥用のシーズヒーターで前記と同じ条件で試験した場合、シーズヒーターの取付部周辺の塗装が焼け煙もかなり発生した。配線等は、直接外部に出るように配線してあるので、熱の影響を受けなかった。電源用基板は、防熱板を介して取り付けられているので、熱の影響を受けにくくなっていた。従って、かなり安全性を高めてあったものと、思料される。

エ 試料4について

吸気口を塞ぎ、安全装置を短絡（実験4）した場合を試料2と比較すると、ヒーター温度は173.4°Cで試料2より27°C高くなっている。本体外郭（ヒーター側面）も97.3°Cと23.9°C高くなっているが、ヒーター周囲の樹脂の軟化していないことから安全性が高くなっている。

いずれの機種も、平常・異常状態で使用した時の温度測定結果は、発火温度（ヒーター温度を除く）以上若しくは近辺に達することはなかった。

筐体を含む全体を樹脂で作っている試料2、4で使用している浴室乾燥用ヒーターは、セラミックヒーターと言われるもので、シーズヒーターや赤外線ヒーターのように赤熱するものではなく、発熱温度も異常時を想定した時170.1°Cに達したのが最高であった。平常状態でヒーターの上に紙片を置いて燃えることはなく、時間経過と共に多少黄ばむ程度であった。

セラミックヒーターの特性として、ヒーター自身の上昇温度が他のヒーターに比べて高くないことにある。実験では281.3°C（ヒーターフィン）が最高であった。セラミックヒーターについては、過去に出火事例も見られる様に必ずしも安全とは言い切れないが、今回の実験からは、セラミックヒーターの危険性を見出すことはできなかった。

(2) 安全装置について

シーズヒーター、赤外線ヒーターを使用した機器については平常使用状態では、サーモスタットは作動していない。

しかし、セラミックヒーターを使用した機器は、平常使用状態でサーモスタットが作動しており、温度調節装置の役割を果たしている。したがって、サーモスタットが頻繁に作動するものと思われる。

試料4については、温度ヒューズは設置されておらずサーモスタットの接点が溶着するなどした場合の危険性は考えられる。

ア 温度過昇防止装置

試料1には設定温度75°Cのものが使われている。実験3（テーブル実験異常温度上昇試験）で作動開始温度は80°Cで、ヒーターへの通電がとまり、53.9°Cまで下がったところで再度ヒーターへの通電が始まった。その後4分間隔でヒーター電源のオン・オフを繰り返した。

試料2には設定温度55°Cのものが使われている。作動開始は99.3°Cで47.3°Cで再度ヒーターへの通電が始まった。その後2分間隔でヒーターの電源オン・オフを繰り返した。試料3には設定温度60°Cの

ものが使われている。温度過昇防止装置取付部の温度が41°Cと設定温度に達しなかったため作動しなかった。

イ 温度ヒューズ

試料1には作動温度119°Cのものが使われている。温度過昇防止装置を外し、更にファンをロックして通電すると約39分後に温度ヒューズは溶断した。その時の温度ヒューズの温度は118.9°Cであった。

試料2には作動温度129°Cのものが使われている。温度過昇防止装置を外して通電しても、ヒーター周囲の温度は117.8°Cにしか上昇しなかったため、温度ヒューズは溶断しなかった。

試料3には作動温度70°Cのものが使われている。温度過昇防止装置（赤外線ヒーター用）を外し、更にファンをロックして通電すると約17分後に温度ヒューズは溶断した。その時の温度ヒューズの温度は75°Cであった。

したがって、シーズヒーター、赤外線ヒーターを使用した機器は、セラミックヒーターを使用したものに比べ、ヒーター及び周囲温度が高くなるため温度ヒューズは溶断するが、セラミックを使用したものは、温度が上がらないため、温度ヒューズは溶断しない。

試料4には温度ヒューズは設置されていない。

(3) 筐体構造

試料1及び試料3については、金属製（アルミ鋼板亜鉛鉄板等）の製品であるが、安全装置を全て短絡すると本体外郭部は100°Cを超え、最高では試料3のシーズヒーター上部で287.2°Cであった。この時の排気筒接続部は57.3°Cであった。

また、テスト箱内の雰囲気温度は、床上50cmのところで11.1°C、床上150cmのところで14.8°C、天井面で15.3°Cとなった。室内に面する部分は、本体が異常温度上昇しても数度から十数度程度しか上昇しなかった。

セラミックヒーターを使用したもの（試料2）は、本体外郭で最高144.8°C、排気口で145°Cと、他に比較して低い値になっている。

8 まとめ

- (1) いずれの機種も平常運転では、ヒーター及びその直近を除いて、温度は95°C以上にならない。また、吸気口を塞ぐと温度過昇防止装置は作動した。
- (2) 安全装置が作動しない状態で、モーターをロックして運転するという最悪の場合、シーズヒーター、赤外線ヒーターでは外郭が280°C以上になり危険な状態となる。

今回実験したシーズヒーター、赤外線ヒーターを使用した機器については、ヒーター温度が高くなるため機器内部には可燃性のものはほとんど使用されていない。平常使用状態での出火の可能性としては、内部に埃等がたまり、ヒーターに接することにより火災に至ることが考えられるので、機器本体を容易に点検、清掃できる構造が必要である。

また、ファンが固定され、安全装置が作動しない状態では、外箱上の配線、基板等から短時間に出火するおそれが認められた。

従って、シーズヒーター、赤外線ヒーター等の温度が高いものを使用した機器については、機器内部の不燃化と、金属製の外箱で延焼しない構造にする二重の安全措置が必要と思われる。

- (3) 今回、セラミックヒーターを使用した機器については、安全装置としてサーモスタットと温度ヒューズを設置したもの（試料1）、サーモスタットのみのもの（試料2）について実験した。セラミックヒーターを使用したものは、他に比べて周囲温度は低く埃等が着いても着火しない。しかし、ヒーター周囲は可燃性の樹脂で作られており、樹脂の発火温度は300°C以上であるが、使用される場所が浴室であり長期間熱や水蒸気にさらされることによる劣化や、ヒーター接続端子部分の過熱による出火の可能性も否定できない。

また、サーモスタットで温度調節をしており接点の溶着も考えられる。

従って、サーモスタットと温度ヒューズの二重の安全装置の設置と、温度ヒューズの適切な場所への設置（接続端子部分の過熱を感知できる場所）が必要と考えられる。

また、延焼を防止するため、筐体は金属製とし、換気ダクトは不燃材料とするなどの措置が望まれる。

- (4) 高温多湿の浴室で使用されることから、基板等に水が入らない構造とすることが必要と考えられる。