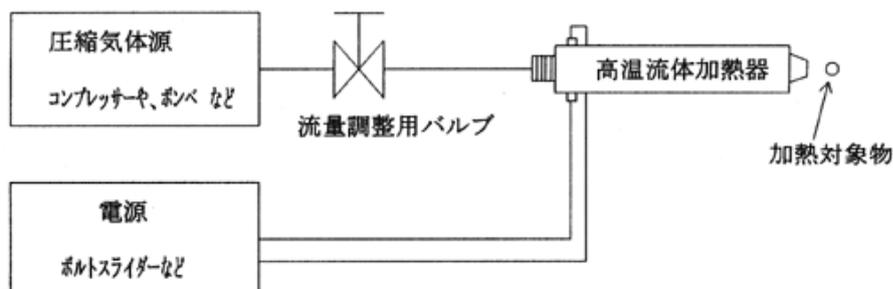
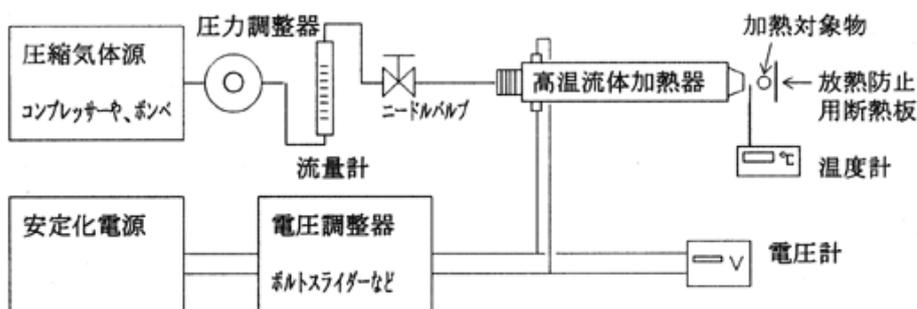


以下に「高温流体加熱器」の基本的な使い方や注意点, 発展的な「高温流体加熱器」の応用などに付きましてご説明させていただきます。

### 最も簡単な使用方法



### 理想的な使用方法

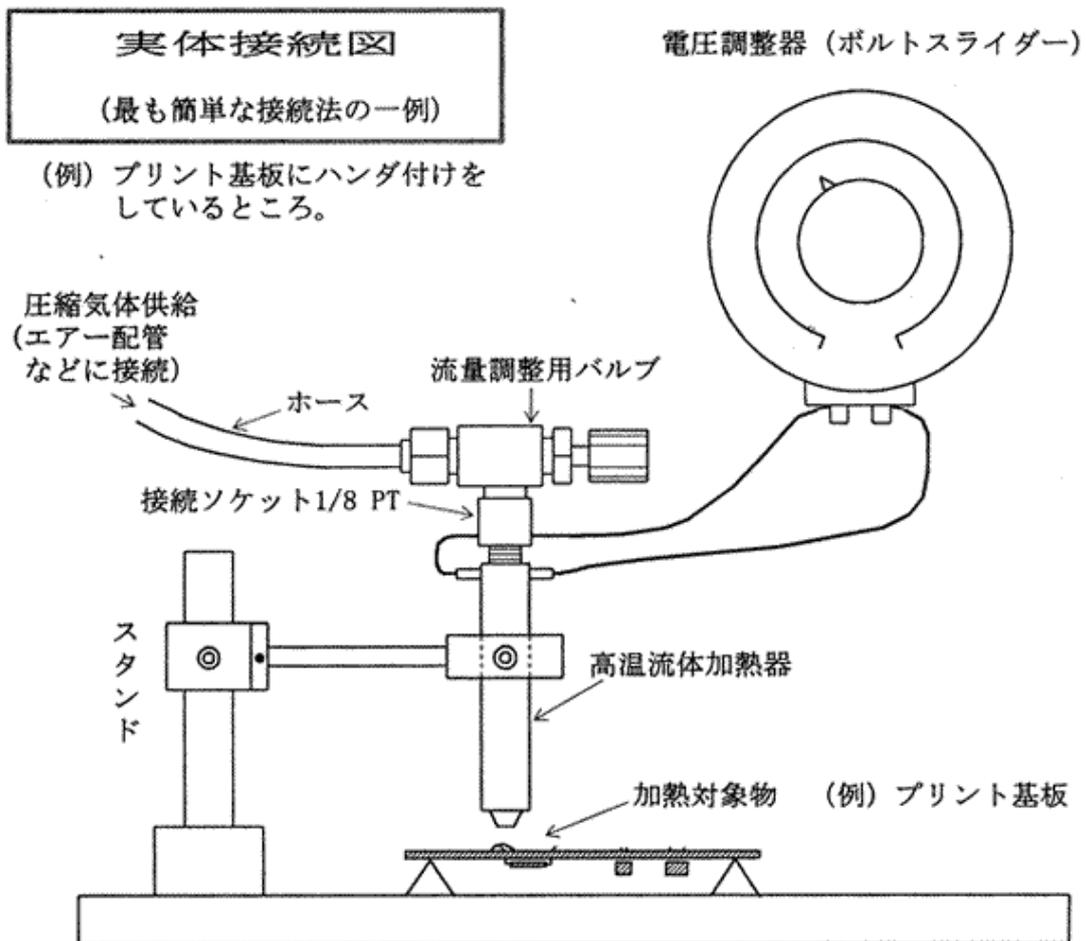


高温流体加熱器の基本的接続法は上図の様になります。『理想的な使用方法』で使うのが好ましいのですが、温度管理にさほど厳密さを要求されない用途であれば『最も簡単な仕様方法』や、両者の中間的な構成でも十分です。図では熱風温度測定を外部センサーで行っていますが、センサー内蔵エアヒータもあります。また、このセンサーを使ってフィードバック制御 (自動温度調整) させることも可能です。

次に使用する場合の操作手順ですが、基本的には以下の (1) ~ (3) であらわされます。

- (1) 圧縮気体を供給する
- (2) 必要な熱風温度になるように電圧を加える
- (3) 加熱対象物にノズルを向け加熱する

以下の項では、この順に従って詳細な解説や注意点などを解説しています。



## 1. 圧縮空気を供給する

### ■ 圧縮気体を供給する

気体の種類と使用可否は下記の通り。これらの気体以外の場合は別途ご相談下さい。

気体の種類	使用可否	注意点, その他
エア, 酸素	◎	オイルミスト, 水などを多量に含まないこと。
窒素, アルゴン	○	不活性ガスは全て使用可。ただしエアに比べ寿命は多少短くなる傾向にあります。
水素	△	600℃以上では空気中に出た時点で発火
グリーンガス	△	窒素に少量水素を混合したガス。還元性
水蒸気	△～×	発熱体を濡らさない配慮が必要、御相談下さい
都市ガス, LPG	×	熱分解し、発熱体に炭素が付着するため

※高温流体加熱器に使用している電熱線は酸化性雰囲気、最も耐久性があります、  
 ※供給気体に水分が含まれる場合、絶縁の低下や腐食など、思いがけないトラブルを招く場合があります。油分なども発熱体の絶縁皮膜を破壊したり通路をふさぐなどのトラブル要因になります。できるだけドライでクリーンな気体を供給してください。それができない場合は、ヒーターの定期交換などで対処してください。

## 1. 圧縮空気を供給する

必要とする圧力は、流そうとする流量やガスの種類、高温へ流体加熱器のノズルサイズや構造などにより大幅に異なるので、一般的なデータは提供できません。5～50kPa 程度の範囲になるとおもわれますが、正確には実験による確認が必要です。この圧力以上が供給できる圧縮気体源としては、エアであればコンプレッサや 0.5kg/cm<sup>2</sup> (50kPa) 以上の圧力が出せるエアポンプなどです。気体源がポンペであれば、必要圧力は十分です。

必要とする流量は、高温流体加熱器を使う目的により大幅に異なります。**最も標準的な高温流体加熱器である 100v-350w タイプを例にとれば**、単純に加熱すればよいのであれば 20～80L/min、の流量範囲で設定すれば良いでしょう。

低温で大量の熱風が必要であれば大流量で 100V、場合によっては過電圧 (100-200v) を加えます。高温熱風が必要であれば約 15～20L/min で定格電圧近く (100v) を加えます。

風圧により対象物が吹き飛ばされたりする場合には、やや大きめのノズルを持った機種を選択し、数～十数 L/min. の低流量で、電圧も絞って使用します。ハンダ付けには 1 点ハンダの場合、φ4-φ6 のノズルを使い、5～10L/min の気体を供給し、50～80v の電圧を供給します。IC のハンダ付けなどには、専用形状のノズルを使うと効率的です」この場合、専用の高温流体加熱器を特注いただくか、先端がネジの高温流体加熱器を使用し、ノズルのみを最適設計して使用する方法があります。

吹き飛ばされないようにする方法として高温流体加熱器を 2 本使い、それを 1 ヶ所に向けて使うと、その合流部分に無風に近い状態ができ、吹き飛ばされる事が無くなります。ハンダ付けにはこの方法も良く使われています。

### 安定した流量を得るには？

流量を安定させることが熱風温度を安定させ、加熱のバラツキを減少させます。また作業の再現性を高めるためには流量の値を管理する必要があります。これらのためには圧力調整器や流量計は是非ほしいところです。なお、これらは使用する気体の種類などにより選択しなくてはなりません。

## 2. 電圧を加える

圧縮気体を供給したら、ノズルから正常に気体が吹き出している事を確認し、必要とする熱風温度に達するまで電圧を加えていきます。この時、熱風温度が完全に安定するまで数十秒を要しますので、必要以上の熱風温度にならないよう、この時間遅れを考慮して下さい。

### ※温度を上げ過ぎて焼損させないための注意事項

発熱体の温度が 1200℃を超えると短時間でも危険です。高温限界付近で使われる場合には必ず発熱体温度を監視して下さい。温度測定の方法はパイロメータなどの非接触測定法が適しています。簡易的には基準熱源の発熱色と目視で比較する方法等もあります。高温流体加熱器の発熱体高温限界の管理を熱風温度で行う事は問題を生じる事があります。熱風温度の最高値は発熱体の終端付近での値であり、ノズルの種類によってはノズルで冷却されノズル出口では低い値を示す事があります。また熱風は空気中に放出されると、空気を巻き込んで急激にその温度を下げます。従って熱風温度はどのような場合でも、どのような測定方法でも最高温度 (800℃) が得られるというわけではありません。したがって、ノズル出口で測定した値を信じて最高温度になるような電圧を加えると発熱体が過熱して溶断する事もあります。

## 電圧調整の方法について

電圧は AC100v 電源から直接接続してもかまいません。この時は常に 15~20L/min 以上 (350w タイプの場合) の気体を流しておいてください。しかし多くの場合、電圧は調整できたほうが便利なのは言うまでもありません。電圧の調整には電圧調整器を使用します。電圧調整器には大まかに言って 2 種類あり、1 つは捲線式 (商品名はボルトスライダやスライダックなど) であり、もう 1 つは半導体式 (商品名は SCR スライダーやバリタップ等) です。

通常の御使用には捲線式をお勧めします。理由は堅牢であることと供給電圧以上まで昇圧できることです。一般に捲線式は電源電圧の 0~130% まで調整できます。これに対し半導体式 (SCR やトライアックによる制御) は調整範囲が 0~95% 程度です。

半導体式の利点は軽い事、大電力では安価なこと、自動制御しやすいことなどであり、これらの御要求がないかぎり捲線式が無難です。半導体式は電圧の測定にも注意が必要です。電圧計の種類によっては正確な値を示しません (可動鉄片型なら正確な測定が可能)。

非常な高精度で加熱制御する事が要求される用途では電源電圧を安定化する必要があります。この場合、電圧調整器の前に交流安定化電源を設置して下さい。

半導体式の電圧調整器は通常は位相制御によって実効電圧を変化させていますが、多くの温度調整器などは半導体リレー (SSR) による ON-OFF でヒーターを制御しています。しかし SSR による制御は、高温流体加熱器には適しません。理由は下記参照。

## 温度調整器を使われる場合

温度センサー付きの高温流体加熱器を使い、温調器で熱風温度のコントロールをされる場合には下記のような注意が必要です。

1.	エア流量が少なくなった場合、発熱体の温度が高いにもかかわらず熱風温度が低く測定されるので、その値を信じているとヒータが焼け切れます。温調器を使われる場合には必ずエア流量が確保できるように配慮してください。(フロースイッチにより監視するなど)
2.	高温流体加熱器は発熱体の応答速度が極めて早いので、通常の電気炉の制御などとは違った配慮が必要です。
※	単純な ON-OFF による制御では絶対にダメです。
※	サイクル制御は、サイクルタイムが 1 秒間のものならば、使える場合がありますが、基本的には難しいです。ヒータの応答が早いので、1 秒間周期でもヒータが点滅状態になります。この発熱体は激しい温度変化があると著しく寿命が低下しますので、寿命が 1/100 以下になる場合もあります。 どうしてもサイクル制御を使われる場合には、制御量を少なくします。つまり温調器以外に電圧調整器を追加し、温調器の制御周期内の ON 状態が十分に長くなり、OFF 状態がほとんどゼロになるような条件で使えば、発熱体の温度変化もほとんど無くなります。
※	最も好ましいのは電圧制御 (トライアックなどによる位相制御など) です。この場合でも PID 値等には注意してください。電気炉などとは応答速度の桁が違います。(数百倍程度)

### 3. 加熱対象物に熱風を吹きつける

ノズルから吹き出した熱風は、周囲の空気を巻き込んで急速に温度を下げます。少しでも高温が必要であれば、ノズル先端に加熱対象物をできるだけ近づけて下さい。なお、周囲の空気を巻き込むのを防ぐようなフード類を設けると温度低下を緩和する事ができます。

無酸化加熱の為に窒素ガスなどを使っても、通常の方法では周囲の空気を巻き込んでしまうため、酸化を完全に防ぐ事はできません。これについてもフードなどで周囲の空気を巻き込まないような工夫をすれば、ある程度の無酸化加熱は可能になります。

※熱風温度を求めたり機種選定をするための計算方法について

高温流体加熱器で加熱される熱風温度を T [°C]、この時のエア一流量を F [L/min.]、高温流体加熱器の消費電力を P [w] とすれば、

$$T \approx \frac{50 \times P}{F} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad \text{--- 熱風温度を求める式}$$

$$P \approx 0.02 \times F \times T \quad [\text{w}] \quad \text{--- 必要電力を求める式}$$

上式より流量 F を増やせば熱風温度は下がりますし、F を減らせば熱風温度が上がります。ただし、熱風温度が 800°C を超えますと過熱状態となり断線しますので、必ず 800°C 以下になるように設定してください。

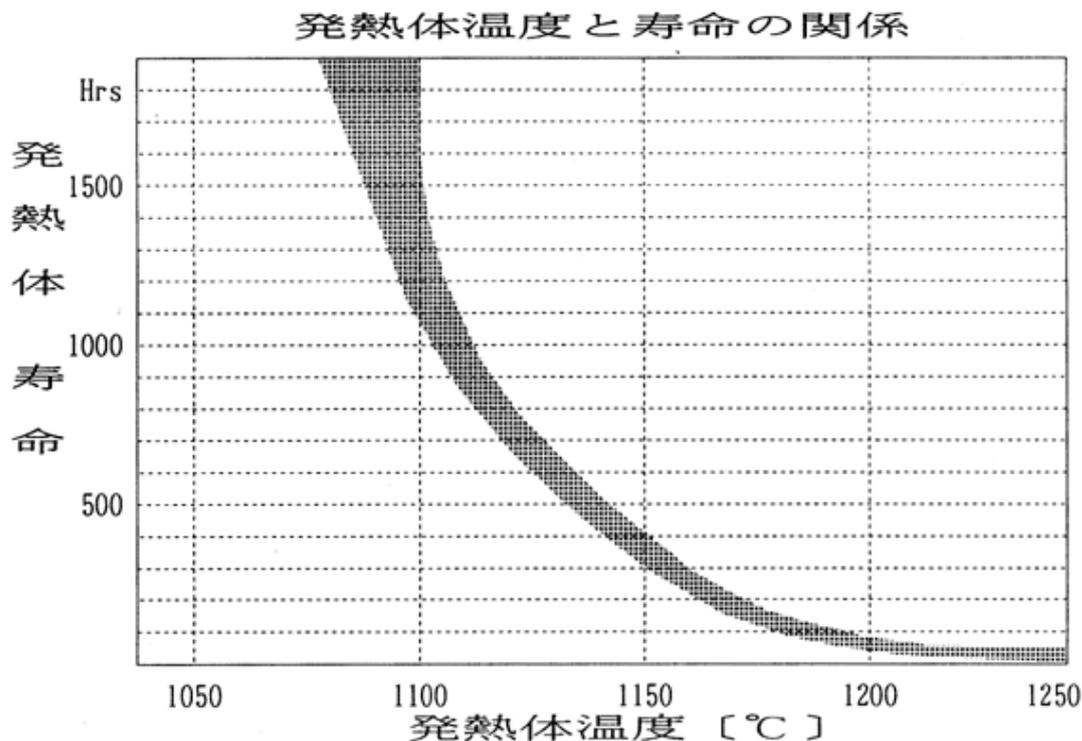
F が決められている場合には目的の熱風温度 T にするためにヒータ消費電力 P を変える必要があります。P が選定した高温流体加熱器の定格電力よりも大きいものが必要な場合には、高温流体加熱器の機種選定を変更して、もっと大出力の機種を選ぶ必要があります

P が選定した高温流体加熱器の定格電力よりも小さい場合には、供給電圧を下げる事で対応できます。電圧をコントロールする方法については前記したとおりです。

※	エア一温度が高く低流量の場合は上記式に熱効率を考慮する必要があります。金属ケース入りの品種で~80%、ガラス管露出タイプで~60%程度まで熱効率が低下する場合があります。
※	高温流体加熱器の容量についてですが、30w~70,000w の範囲で製作実績があります。また、どのような特注仕様でも可能であれば製作致します。
※	高温流体加熱器の寿命については御使用方法により全く異なる値になりますので、具体的な数値は提示できませんし、寿命についての保証もできません。一般的な言い方をすれば、御使用状態での発熱体の最高温度をパイロメータ等の非接触温度計で測定し、その温度から別紙グラフより発熱体寿命を推定します。  また発熱体温度は熱風温度より約 300°C ほど高い値になりますので、熱風温度から発熱体温度を推定する事も可能です。ただし流量によってこの温度差は異なりますので、かなり不正確な推定になります。これからすると熱風温度 800°C であれば寿命は約 1000 時間、熱風温度 700°C 以下であれば寿命値は無限大に近づき、寿命は考慮しなくてよい、という事になります。  ただしこれは一般的な話であり、個々の条件で大幅に異なった結果となります。前記したように電圧制御の方法によっても大きく影響を受けますし、振動や衝撃、エア一に含まれる不純物(水や油, 金属粉)によっても影響を受けます。

## 高温流体加熱器について

ヒータの寿命は各種の要因がからんでくるので、簡単には予想できません。使用される熱風温度に対する予想寿命は下記の通りです。しかし実際には正常な消耗で断線に至るのはむしろ少なく、ご使用時の制御ミスなどにより過熱断線に至るケースが多いです。



熱風温度に対して発熱体温度は約 300~400°C高めの値になります。従って

熱風温度 850°C	→	発熱体 1150~1250°C	→	上図より 0~300 時間の寿命
熱風温度 800°C	→	発熱体 1100~1200°C	→	上図より 1000~50 時間の寿命
熱風温度 700°C	→	発熱体 1000~1100°C	→	上図より ∞~1000 時間の寿命

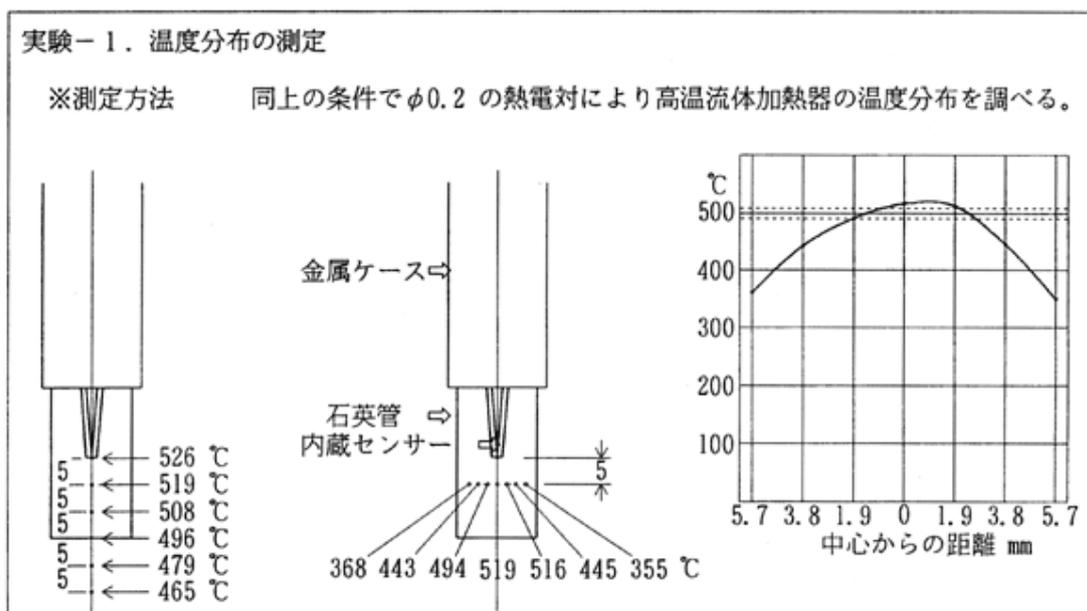
熱風温度と発熱体温度の差は流量などによって変化します。一般的に流量が大きくなるほど差も大きくなりますが、逆に流量が極端に少ない場合にも差が大きくなります。この差が大きくなるほど同じ熱風温度でも寿命が短くなる傾向にあります。

## 高温流体加熱器のガラス管内温度分布について

高温流体加熱器のガラス管内の温度分布は一定ではありません。下図は内径φ12.5の石英ガラス管を使った高温流体加熱器(800X1AHタイプ)のガラス管内温度分布を測定したものです。内蔵温度センサーの設定温度550℃に対し、実際に測定するとこのようになり変化があります。したがって内蔵温度センサーの位置の少しの違いでも±10%程度はすぐに誤差として表れます。従って高温流体加熱器に関してはあまり設定温度に神経質になっても意味が無いことです。温度センサーによって温調をかけるメリットは、それなりに温度が安定することですが、温度の絶対的な値にあまりこだわらないでください。

多数の高温流体加熱器を使った場合、設定温度を同じにしても、実際の温度はかなりバラバラになります。

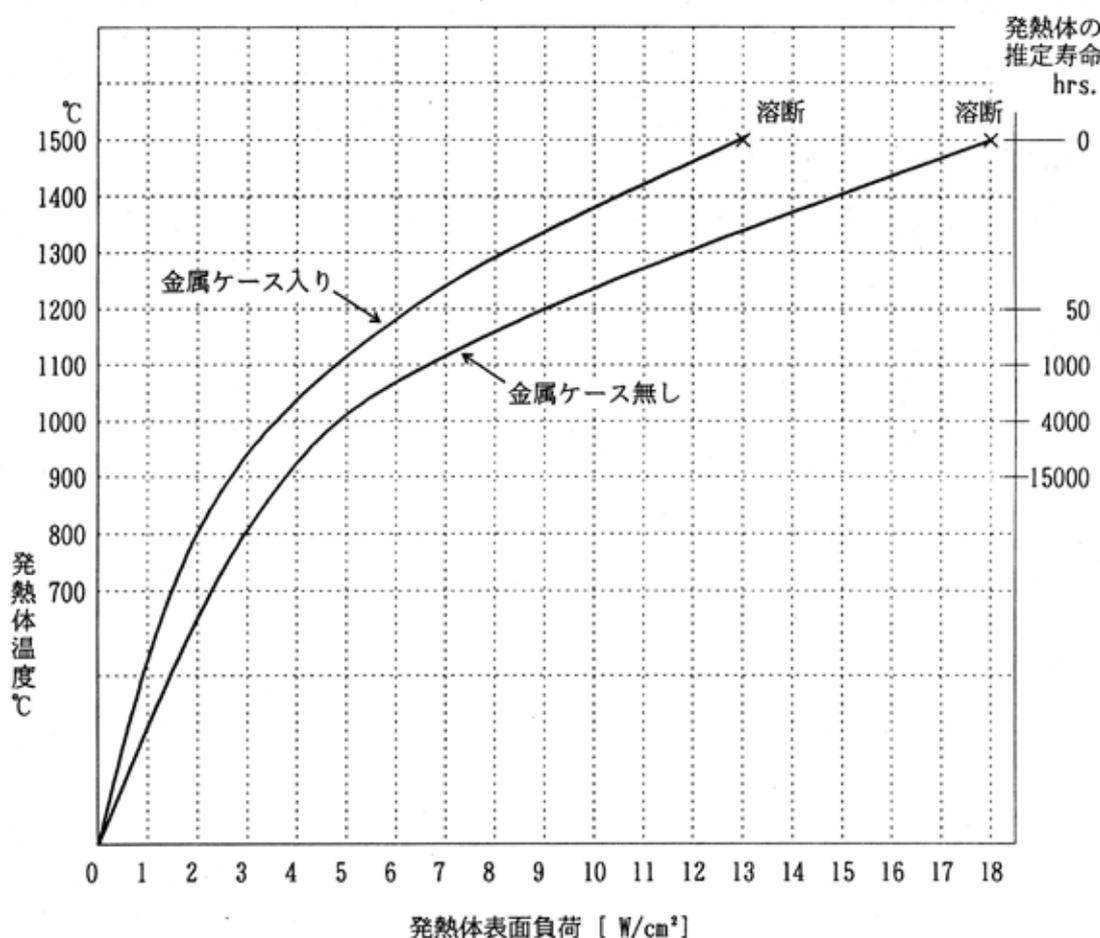
この温度分布ができる原因としては、ガラス管壁近くはガラス管壁で冷却されるため熱風温度は低下します。そして発熱体から離れるほど(下端にいくほど)温度は急激に低下していきま。また高温流体加熱器の発熱体もガラス管内で多少は動けますし、発熱体自体の製造上のバラツキもあります。これらはある程度やむおえないものと考えています。



## 高温流体加熱器を無風状態で通電した場合について

下図は発熱体表面負荷と、そのときに無風通電した場合の発熱体温度の関係を示したものです。平均的な高温流体加熱器は表面負荷が約 11 [W/cm<sup>2</sup>] で設計しています。すると金属ケース入りの場合 1400℃以上になります。この温度ではごく短時間(おそらく数十分間以内)で断線します。無風通電にある程度耐えるためには、表面負荷を 7 [W/cm<sup>2</sup>] 程度まで下げする必要があります。この事は通常品よりも同じサイズなら 60%程度のパワーしか入らないという事であり、パワーを同じにするにはサイズが 50%以上大きくなります。また無風通電の場合、たとえ発熱体が耐えられるとしても長時間無風状態が続くとリード線など他の部分が過熱して焼損する事もあります。通常品を使われる場合には無風通電にならない様、十分にご注意下さい。

高温流体加熱器を無風で通電した場合の発熱体温度 (電熱線表面負荷との関係)



上図は無風状態で高温流体加熱器に通電した場合、発熱体がどの程度の温度になり、何時間程度耐えられるかを推定するためのものです。金属ケース入の場合は、金属ケースの保温効果により、同じ発熱体表面負荷でも高温になりますから、耐久時間も短いです。尚、金属ケース入りというのは通常のH型であり、断熱材入りのものではありません。断熱材入りの場合はもっと極端に高温になります。