

1. 熱風加熱の概要

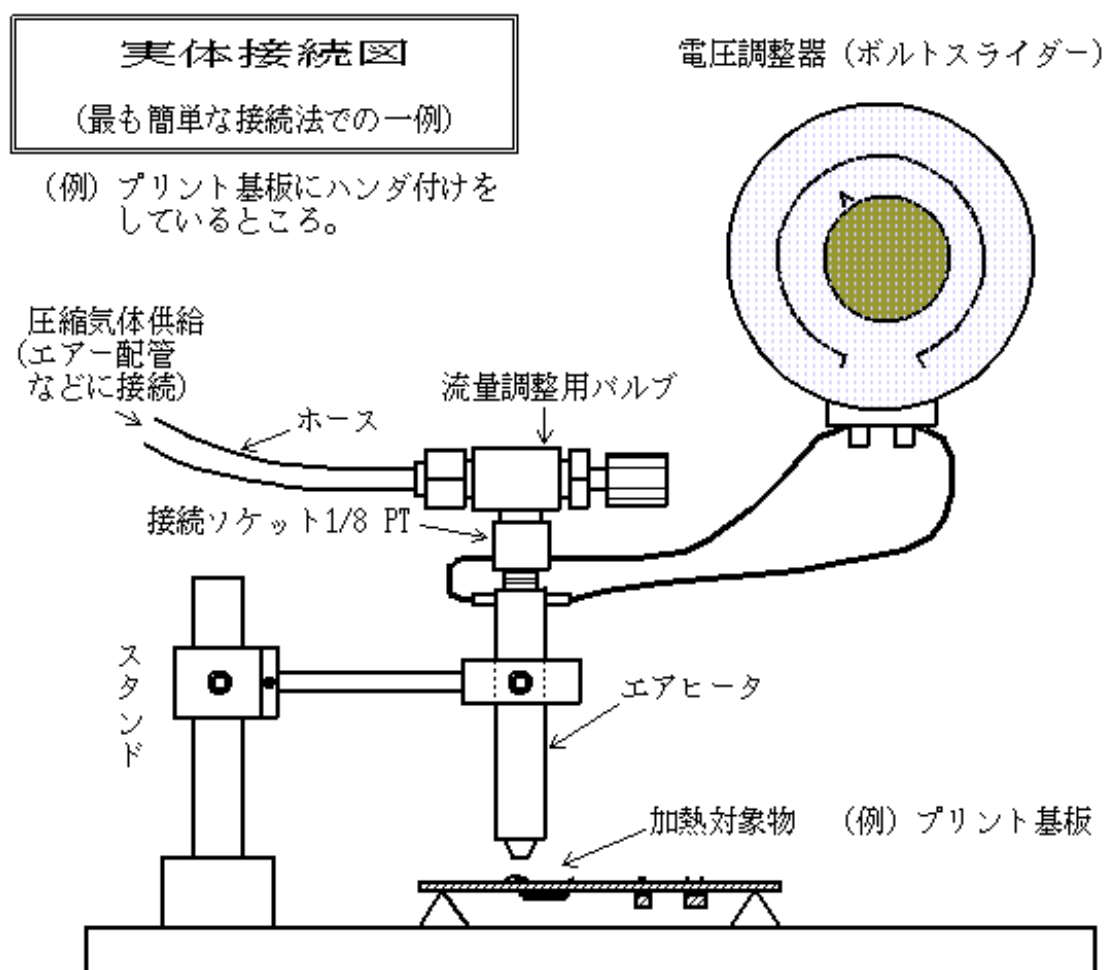
熱風加熱であるS A HシリーズやC L Hシリーズなどのエアーヒータは外部からエアー等の圧縮気体（0.05～0.5気圧程度）を供給し、それを電気加熱して吹き出すヒータです。

圧縮気体源としては0.5気圧（50 kPa）程度以上の圧力が適しています。これ以下の圧力だと設定条件に制約が出来る場合があります十分な気体流量が流せない事もあります。大部分の用途では20kPa程度で間に合うとおもいますが、もっと低い圧力でも使える場合がありますが、少なくとも5 kPa（0.05 気圧）以上はないと実用になりません。

圧力が50kPaより高い場合は流量調整バルブなどを通すことにより簡単に圧力は下がりますから問題ありません。だから高い圧力の気体源（例えばコンプレッサのエア）は使い勝手が良いのですか、必要以上に高い圧力のエアーは作るのに大きなエネルギーを要しますから、エネルギー経済性の面ではロスが増えます。

各種エアー源については当社HPの上段M e n uにある「エアー源」を参照してください。

下図は実態接続図の一例です。実際の加熱実験ビデオは当社HPの上段M e n uにある「熱風加熱ビデオ」を参照して下さい。



[図-1]実態接続図（もっとも簡単な使用方法）

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

この順を追って以下に解説致します。

1-1. 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
	SAH	CLH	
エア-、酸素	◎	◎	オイルミスト, 水などを多量に含まないこと ります。
窒素, アルゴン	○	◎	不活性ガスは全て使用可。ただしSAHの場合 はエア-に比べ寿命は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	△~×	◎	SAHの場合は困難
都市ガス, LPG	×	×	熱分解し、発熱体に炭素が付着するため

※エアヒータに使用している電熱線は酸化性雰囲気中で、最も耐久性があります。

※必要とする圧力や流量

必要とする圧力は、流そうとする流量やガスの種類、エアヒータ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。5～50 kPa 程度の範囲になるとおもわれますが、一部の品種については測定データがあります→当社HPの上段Menuにある「エアヒータ特性」を参照して下さい。

この必要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 0.5 kg/Cm²(50 kPa) 以上の圧力が出せる電磁ブロアやエア-ポンプなどです→各種エア-源については当社HPの上段Menuにある「エア-源」を参照してください。

必要とする流量は、エアヒータを使う目的により大幅に異なります。最も標準的なエアヒータである 100 v-350 wタイプを例にとれば、単純に加熱すればよいのであれば 20-50 L/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定格電圧、場合によっては過電圧(～200%)を加えます。高温熱風が必要であれば約 15～20 L/min で定格電圧近く(100 v)を加えます。更に高温熱風が必要な場合には数L/min. の流量で、電圧もそれなりに下げて使います。

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、5～10 L/min の気体を供給し、50～80 v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、専用のエアヒータを特注いただくか、先端がネジのエアヒータを使用し、ノズルのみを最適設計して使用方法があります。

吹き飛ばされないようにする方法としてエアヒータを2本使い、それを1ヵ所に向けてV字型配置で使うと、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少なくなります。ハンダ付けなどにはこの方法も使われています。

※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。尚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。

1-2. 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。

エアヒータ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。

熱風温度センサー組込型のエアヒータの場合は熱風温度で管理しても比較的安全に使えます。

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こと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スライダやバリタック等)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。

しかし電圧を安定化させるのはコスト的にも高くつくので、多くの場合には温度センサー付きのエアヒータを使い、それを温度調節器と電力コントローラを使って一定温度になるようにエアヒータをコントロールする方式が一般的になっています。

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による制御はエアヒータの場合、応答が早すぎるので注意が必要です→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エアヒータを使い、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最低必要なエア流量（数L/min.程度）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エアヒータ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。エアヒータ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。

または制御周期を短くします。多くの温調器は制御周期が1秒間以上ですが、機種によっては0.5秒間以下のものもあります。

※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）

1-3. 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。少しでも高温度が必要であれば、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。

1-4. 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

エアヒータから吹き出す熱風温度を T [°C]、この時のエア流量を F [L/min.]、エアヒータの消費電力を P [w] とすれば、

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

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

$$F \approx \frac{50 \times P}{T} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad \text{--- 加熱できるエア流量を求める式}$$

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 が選定したエアヒータの定格電力よりも大きいものが必要な場合にはエアヒータ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 が選定したエアヒータ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。

※上記式には熱効率が考慮されていませんが、実際には熱効率を考慮する必要があります。エアヒータの熱効率は通常 $80\sim 90\%$ ですが、エア温度が高く低流量の場合は $50\sim 60\%$ 程度まで熱効率が低下する場合があります。

※エアヒータの容量についてですが、 $30\text{w}\sim 70,000\text{w}$ 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。

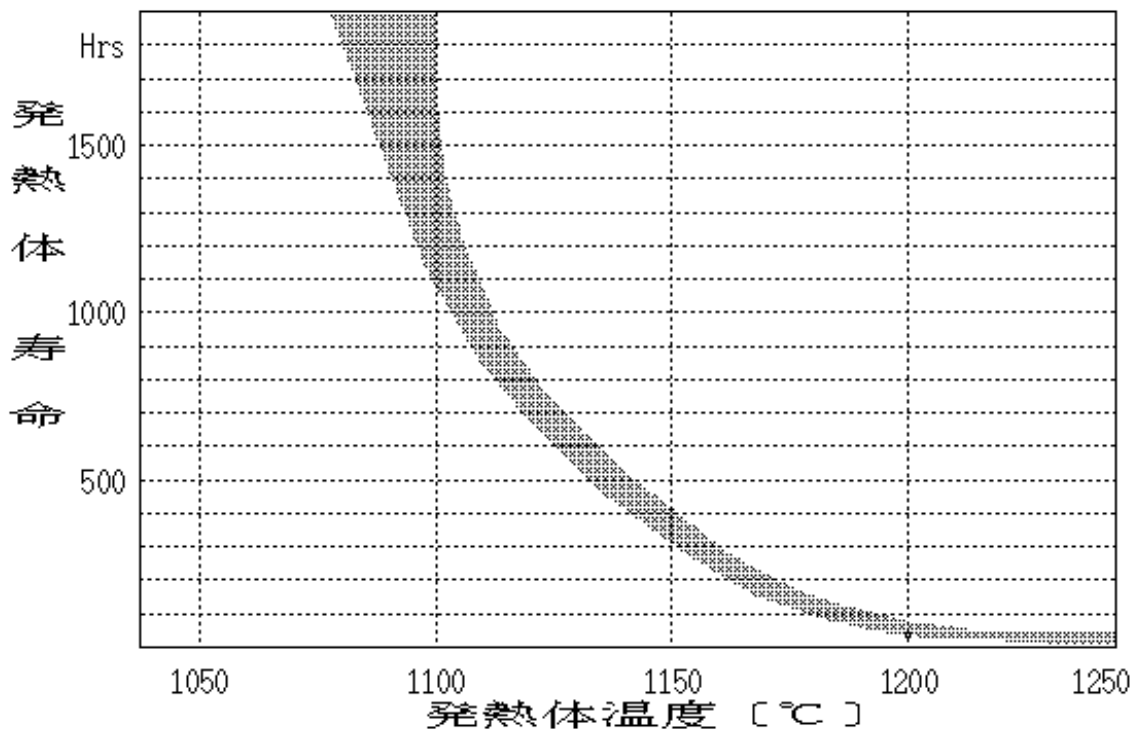
1-5. エア-ヒータの寿命について

エア-ヒータ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、その温度から下記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℃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℃であれば寿命は約1000時間、熱風温度700℃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-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。

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。



[図-2]発熱体温度と寿命の関係

熱風温度に対して発熱体温度は約300～400℃高めの値になります。従って

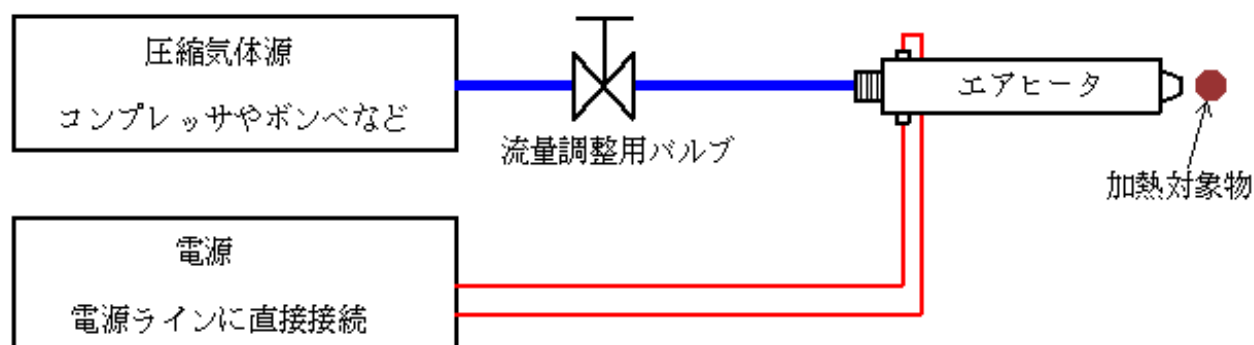
熱風温度 850℃	⇒	発熱体 1150～1250℃	⇒	上図より 0～300 時間の寿命
熱風温度 800℃	⇒	発熱体 1100～1200℃	⇒	上図より 1000～50 時間の寿命
熱風温度 700℃	⇒	発熱体 1000～1100℃	⇒	上図より ∞～1000時間の寿命

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。

以下の2.～5. で色々なレベルでの使用方法について解説します。簡単な必要最小限の構成から高度な制御方法までご紹介しています。

2. 簡易的な使用方法

簡易的な使用方法として、電源（定格電圧）をエアーヒータに直接接続してもかまいません。ただしその場合、最低流量のエアーは流しておかないと十数秒間以内に焼損します。



[図-3] 電源ライン直接接続での使用例

最低流量 F_{min} は下式を目安にしてください。

$$F_{min} = 0.05 \times \text{電力} \quad [\text{L}/\text{min.}]$$

例えば100 v-350 wのヒータに100 vを加えた場合の最低流量は $F_{min} = 0.05 \times 350 \div 18 \text{ L}/\text{min.}$

ただし上図のように流量計も温度計もない場合は、S A Hの限界に近い高温域でのご使用は避けるべきです。そのため最初は十分に大きな流量を流しておき、通電開始後30秒間程度待って温度が安定してから「流量調整バルブ」を絞っていき、エアーヒータの発熱体の先端部 1/3程度が暗く赤熱する程度(熱風温度は約600℃)まででご利用ください。それ以上の高温(エアー流量を減らす方向)で使われる場合には次項以降の方法(温度測定付き)でご利用ください。

エアーに水や油が含まれていますと流量計やエアーヒータに悪影響します。必ず油と水分を除去したエアーを使用してください。

3. 一般的な使用方法（コンプレッサエアーを使う場合）

一般的にはエアーの流量を確認できるようにする必要があります。これには流量計が必要です。流量計は下図のようなフロート式が多く使われています。この流量計は圧力により指示値が違ってきますので、指定圧力で使う必要があります。

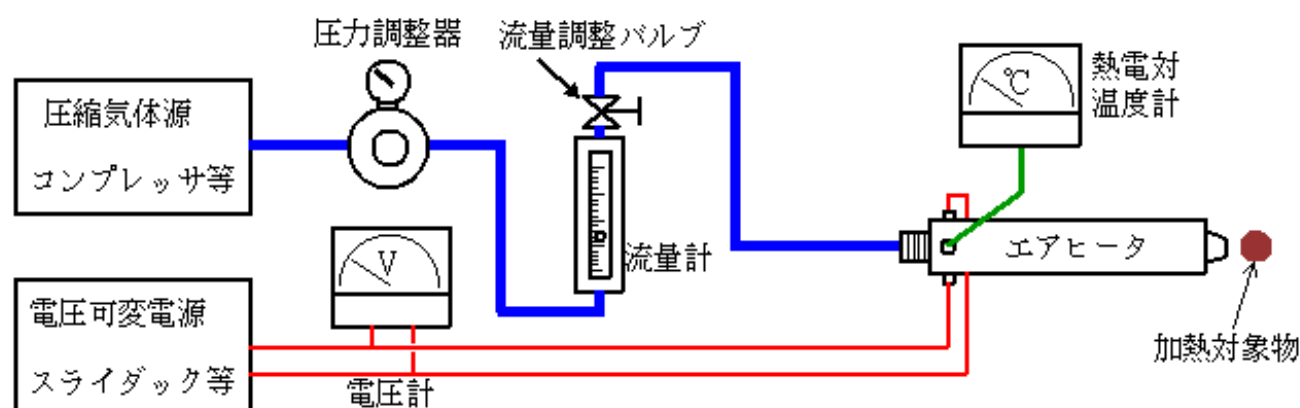
理想的には指定圧力が200～300kPa(2～3kg/cm²)の流量計を使い、圧力調整器で常にその圧力が加わるように調整します。流量は下図の様に流量計の出口側に設けた流量調整バルブにより調節します。

尚、この流量調整バルブは流量計に組み込んである場合があります。その場合、入口側に組み込んである機種もありますので、「出口側バルブ」と使用圧力、使用する気体の種類を指定して購入する必要があります。

この方法は圧縮気体源に高い圧力が必要ですので、コンプレッサエアーを使う場合などに適用できます。

熱風温度は監視した方が作業の再現性確保、ヒータのオーバーヒート防止などに有用です。その場合には温度センサー付きの機種(オプション/ +S)を使ってください。そしてこれに熱電対温度計(標準はK熱電対)を接続してください。

詳しくは当社HPの上段Menuにある「エアー源」を参照してください。熱電対についても同様に上段Menuにある「熱電対」を参照してください。



[図-4] コンプレッサエアー使用での一般的な使用例

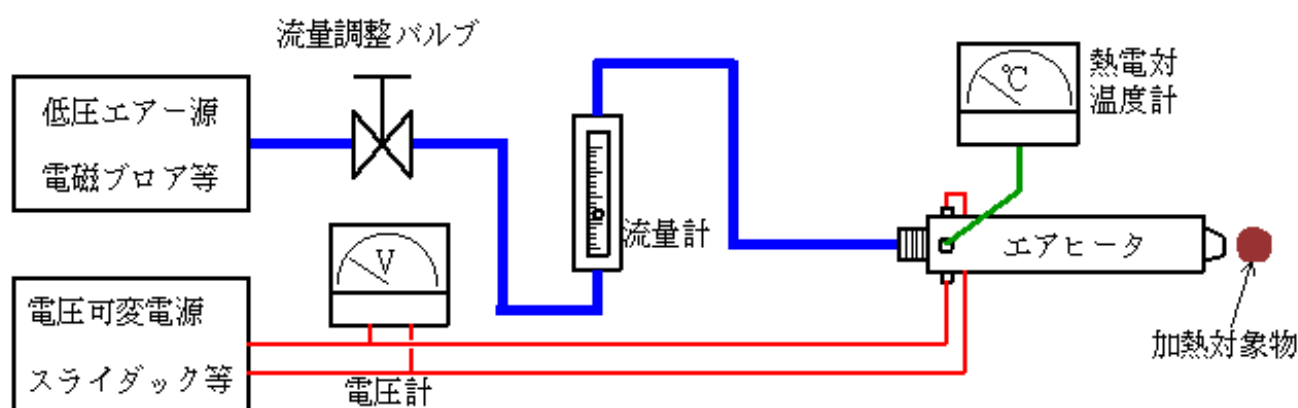
エアーに水や油が含まれていますと流量計やエアヒータに悪影響します。必ず油と水分を除去したエアーを使用してください。

4. 一般的な使用方法（エアースourceに低圧の電磁プロア等を使う場合）

エアースourceが電磁プロアやロータリーブローアなど50kPa程度しか得られない場合には圧力調整器は使えません。この場合には下図のように流量調整バルブは流量計の前に配置します。あるいは流量調整バルブは省略します。流量計は圧力指定のないもの - - つまり常圧で使用するタイプを使用します。

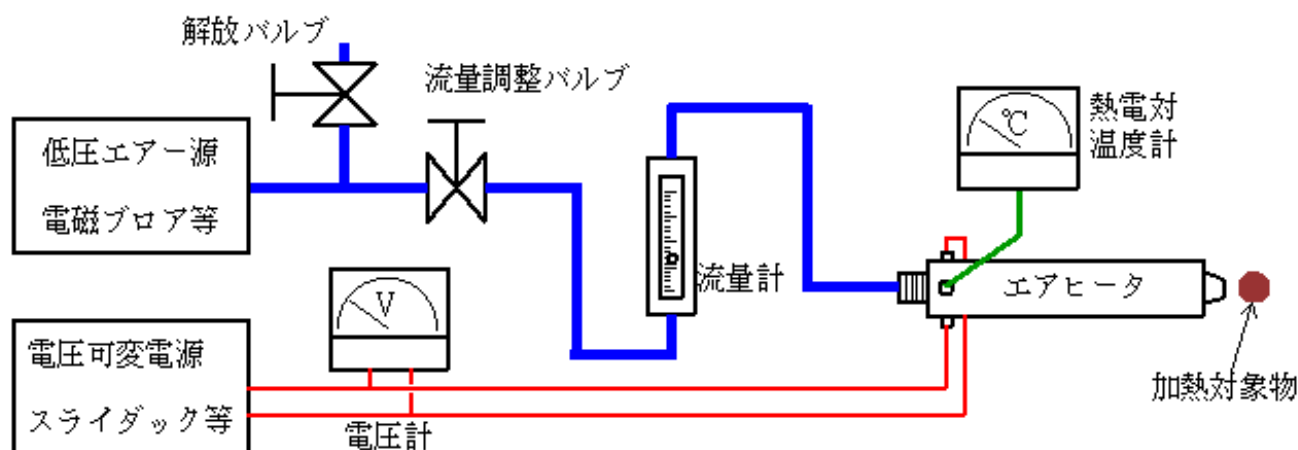
この方式は、できれば流量調整バルブを省略してエアースourceそのものをコントロールして流量調整の方が望ましいです。なぜなら流量調整バルブを絞るとエアースourceの圧力が高くなるので、エアースourceのポンプに悪影響が出る場合があるためです。

またバルブの出入り口間で圧力差が発生し、バルブ通過時に気体が断熱膨張するために温度が低下し、結露して水滴が発生しやすくなり、この水滴が流量計やエアースourceヒータに悪影響するためです。



[図-5] 低圧エアースource使用での一般的な使用例

エアースourceそのもので流量調節できない場合で流量を大きく絞り込む必要がある場合には、下図のように解放バルブを設けて不要なエアースourceを捨てるようにしてください。こうすればプロアを傷めることは回避できますし、水滴の発生も抑制できます。



[図-5] の補足参考図 解放バルブを設けた例

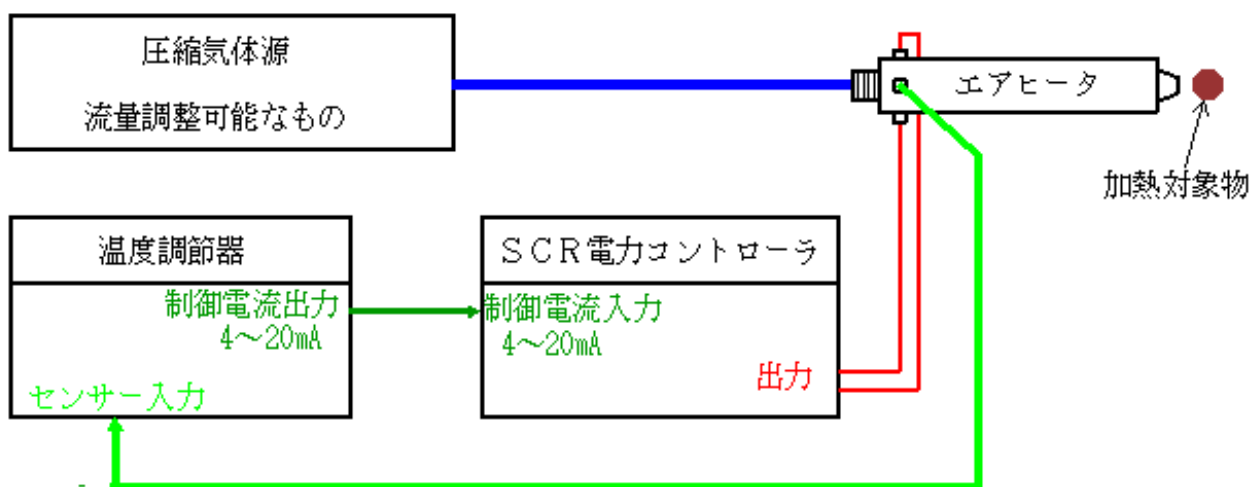
5. 高安定な使用方法（温度調節器を使用する場合）

センサー付きのエアヒータを使用し、それに温度調節器と電力コントローラを組み合わせると常に一定温度にコントロールされた熱風が得られます。

圧縮気体源は前記した[図-1]～[図-3]の様な構成でもよいですし、コストの制約が無ければマフラーコントローラを使う方法もあります。流量を変化させても一定温度の熱風が得られるので、例えば待機時は流量を少なくして消費電力を抑えるということもできます。

ただし、エア流量をゼロにしてしまうとエアヒータのセンサーが機能しないためにエアヒータに大電力が加わり続け、十数秒間以内に焼損することがあります。必ず最低限の流量は常に流しておくようにコントロールしてください。この流量は標準的な10シリーズで3 L/min.程度、15シリーズで6 L/min.程度です。

温度調節器は制御機器メーカー各社で販売しています。詳細は当社HPの上段Menuにある「電源, コントローラ」を参照してください。



〔図-6〕 低圧エア源使用での一般的な使用例

上図はSCR電力コントローラを使う方式ですが、SSR（無接点リレー）を使う方式もあります。この場合には温度調節器をサイクル制御形のものに変え、1秒間に2回以上のon-offを繰り返してon時間とoff時間の比で電力をコントロールします。

これも前記した「電源, コントローラ」で詳細をご紹介していますので参照してください。