

- ⑦ 給炭機速度はあらかじめ設定された初期給炭速度とする。
- ⑧ ミル内石炭が粉碎され、微粉炭が燃焼し始めるとボイラーの圧力、温度が上昇してくるので油バーナの油量を減少し、燃焼量のバランスをとる。
- ⑨ 徐々に石炭量を増加し、ボイラー負荷を上昇させる。
- ⑩ 石炭専焼最低負荷以上のボイラー負荷になったら油バーナの運転を停止し、石炭専焼に入る。
- ⑪ ミルモータの電流、ミル出口温度、ミルの振動・異音、ミル内圧、石炭供給量、一次空気ダンパ開度、一次空気ファン出口圧力等に注意し、正常値であることを確認する。

### 3.1.4 圧力上昇時の取扱い

#### (1) たき始めの一般注意

ボイラーの圧力を急速に上昇させると、ボイラー各部材に不同膨張が発生し、大きな熱応力が生じたり、耐火材の割れや脱落が発生する原因になる。これを防ぐため、各部材の温度ができる限り均一になるよう、徐々に昇温昇圧する必要がある。

点火後、所定の蒸気圧力まで上昇させるのに必要な時間は、ボイラーの容量、給水温度などにより異なるが、これを定めるに当たっては、

- ① ボイラー本体に大きな温度差を生じさせないこと。
- ② 局所的な過熱を生じさせないこと。

の両方から検討し、いずれか長い時間を要する方をとることが必要である。

常温の水からたき始める場合には、ボイラー本体各部の温度上昇が平均するように圧力の上昇を調整する必要がある。したがって、圧力上昇は、始め遅く次第に速くなる。

#### (2) 昇圧時間

ボイラーの昇圧時間の例を図 3.1.2 に示す。

標準昇圧曲線は、中・大型循環ボイラーで昇温時間を1時間当たり、50℃とした例であり、小型ボイラー昇圧曲線は低圧・飽和ボイラーで昇温時間を1時間当たり、100℃とした例である。直線は、時間経過に対する温度変化を示し、放物線は、その温度に対する蒸気圧力を示す。いずれも、ボイラー本体は鋼材で製作されその伸びは温度に比例するのでボイラーは温度上昇割合を一定に保つことが大切である。ただし、この昇温時間は管の取付け方法や胴、ドラムの板厚及び過熱器やエコマイザの有無等により決められるので、製作者の指示に従わなければならない。なお、二重線の範囲は圧力が上昇しない暖缶運転の範囲である。

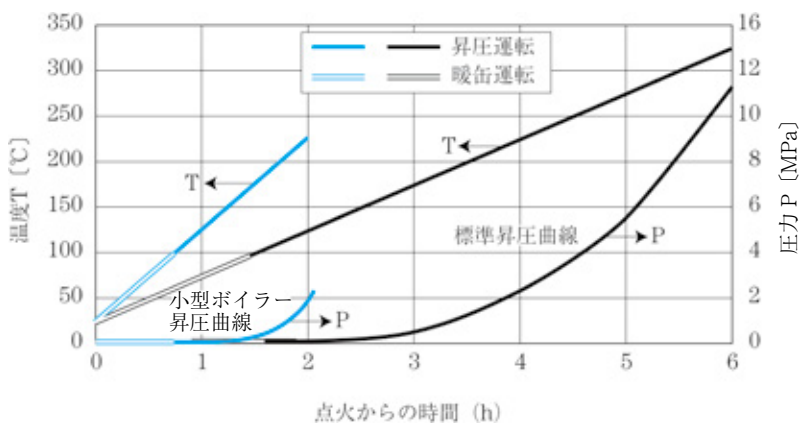


図 3.1.2 昇圧曲線

### (a) 暖缶運転 (ウォーミングアップ)

この段階は水張りをしたボイラーに点火し、ボイラーを常温から暖缶し、ボイラー圧力が0.1MPaを超えて、蒸気が十分発生し、その発生蒸気によりボイラー並びに配管中の空気抜き及びドレン切りを十分に行う段階である。

空気抜き、ドレン抜きのバルブは、ボイラー圧力が0.1MPaを超えてから、十分ブローできたと判断した段階で閉じる。起動時のドレン排出、配管

のウォーミングアップ（暖管）のため、大気への放出または他系統へ放出する起動弁は、主蒸気配管ラインのできるだけ先方にある方がよく、このバルブのみが昇圧終了まで開となっている。

実際のプラントでは配管ラインの暖管も重要であり、そのブロー、空気抜き操作はそれらの弁の配置を考えた上での操作手順を決めておく。配管ラインは起動時にウォータハンマが発生しやすいので特にこの注意が大切である。

### (b) 昇圧運転

昇圧運転は燃料を増しながら規定圧力まで昇圧させる段階であり、ボイラーとしては水循環力を発生させ、過熱器のある場合は、その規定温度（例えば400℃）に向かって漸近するよう上昇させていく段階である。昇圧の過程では、次の事項に留意し、実施することが大切である。

- ① 自然循環ボイラーの昇圧速度は、昇温温度が一定に上昇するよう燃料量を調節する。また、蒸気の放出弁（起動弁）が設けられている場合は、併せてその弁の開度を調節する。
- ② 昇圧を継続するには、起動弁の開度を15～20分毎に、例えば、半回転ずつ閉じ、燃料を徐々に増やしていく操作を繰り返す。この間オペレーターは、以下の点について火炉内の燃焼状態を監視する。
  - ・火炎は安定して正常に燃えているか。
  - ・黒煙の発生がなく、水冷壁にカーボン付着がないか。

### (3) 昇圧運転中の取扱い

ボイラー水の温度が徐々に上昇し、ボイラー内部に蒸気が発生すると蒸気圧力が次第に高まってくるが、このときがボイラーの取扱い中、特別の注意を要する時期であり、次のことを確実に行わなければならない。

#### (a) 伸びによる移動

ボイラーの起動に際しては、本体、支持材等が熱膨張に対して支障のないことを確かめなければならない。

蒸気圧力が上昇し始めたら、ボイラーの膨張が自由に行われていることを確認する。

#### (b) 膨張水の排水と水位の監視

ボイラー水が熱せられるとボイラー水が膨張して水位が上昇するので、ボイラー水を排出して常用水位に戻す。この際、ブロー装置のチェックを行う。

常用水位に戻して燃焼を継続し、水位の上昇状態に変わったところはないかを確認する。圧力が上がり始めた時点で水面計及び水柱管のドレン弁を開閉して機能を確認する。以降必要に応じてボイラー水を排出する。

#### (c) 漏れの点検と増し締め

水面計、ブロー弁その他の附属品の取付け部及びふた取付け部などに漏れがないか点検し、漏れのある箇所は軽く増し締めなどの処置を行う。簡単に漏れが止まらない場合は、運転を停止して補修する。

整備した直後の使用始めのボイラーでは、マンホール、掃除穴などのふた取付け部は漏れの有無にかかわらず軽く、増し締めをする。

#### (d) 圧力の監視と燃焼の調整

圧力計の指針の動きを注視し、圧力の上昇度合いに応じて燃焼を加減する。また、多点温度計を備えているものは各部の温度の上昇曲線を注視し、昇圧操作の指標とする。圧力計は、同系統の他の圧力計との比較とか、圧力計の背面を指先で軽く叩くなどして圧力計の機能の良否を判断する。また、指針の動きが円滑でなく機能に疑いがあるときは、予備品の圧力計と取り替える。

#### (e) 過熱器

過熱器から蒸気を送り出すまで、焼損しないように十分注意することが必要である。過熱器に入る燃焼ガスの温度はその使用材料の設計温度以下に維持できるように燃焼を緩やかに調節しなければならない。

##### (i) ドレンが抜き出せる構造の過熱器

- ① 点火前に過熱器管内のドレンを排出して、過熱器出口管寄せの空気抜き弁及びドレン弁を開放しておき、昇圧時にボイラー内の空気を抜くとともに発生した蒸気は過熱器を通して、出口のドレン弁などを利用して外部に逃がす。
- ② 空気が抜けたら空気抜き弁を閉じて圧力の上昇とともにドレン弁の開度を絞る、ボイラーの圧力を上昇させる。

(ii) ドレンが抜き出せない構造の過熱器

過熱器管よりドレンが抜き出せないものでは、過熱器管内にドレンが溜まったまま昇圧することになる。運転の初期段階では、ボイラーからの蒸気は過熱器管内のドレンに遮られ、各管内を均一に通過することができないので、十分時間をかけて昇圧する必要がある。

(f) エコノマイザ

起動前にボイラーの空気抜き弁を開き、給水して満水にする。エコノマイザは水が流れていないと蒸気が発生しやすいので、急に高温燃焼ガスを流さないように注意しなければならない。

ボイラー及びエコノマイザによって給水温度、起動条件等がそれぞれ異なるので、その設備に適した運転をすることが必要である。昇圧方法の一例を次に述べる。

(i) エコノマイザの前に蒸発管群がある場合

燃焼ガスを通し始めて、エコノマイザ内の水の温度が上昇し蒸気が発生しても、そのままボイラーに通水する。

(ii) エコノマイザの前に蒸発管群がない場合

燃焼ガスを通し始める前に、ボイラー水の一部をエコノマイザ入口に供給してエコノマイザ内の水を循環させる。

(g) 空気予熱器

空気予熱器には、始めから高温のガスを通さないように注意する。煙道内の空気予熱器は温度変化によって不同膨張を起し、ケーシングやダクトか

ら漏れが生じることがある。特に再生式空気予熱器においては、その回転に支障を与えたり、密封部分から漏れを生じたりすることがある。したがって、燃焼初期においてはできる限り最低燃焼とする必要がある。点火後の低燃焼期間中は、空気予熱器の出口ガス温度を厳重に監視する。突然温度が上昇するときは空気予熱器内で異常燃焼が発生していることを示す。

### 3.1.5 送気開始

#### (1) 送気始めの蒸気弁の開き方

閉止している主蒸気弁を開き送気を始めるときは、ウォータハンマを起こさないように主蒸気管を少しずつ暖め、ドレンを切りながら徐々に送気量を増やすことが肝要で、そのためには次の順序で行うとよい。

- ① 主蒸気管、蒸気だめなどにあるドレン弁を全開し、ドレンを完全に排出する。
- ② 主蒸気管内に少量の蒸気を通し、管を暖める（暖管操作）。他のボイラーの蒸気が共通の蒸気だめに連絡しているときは、蒸気だめ側の蒸気止め弁を少し開いて蒸気管内に逆送する。

この方法がとれない場合は、昇圧時間中の早めにボイラーの主蒸気弁（バイパス弁が設けられている場合はバイパス弁）を注意深くわずかに開いて蒸気を少し送り、時間をかけて暖管する。

- ③ 暖管がよく行われたのち、主蒸気弁を初めはわずかに開き、次に少し開き、段階的に徐々に開いていく。主蒸気弁は、特別な場合を除き、全開状態となったら、熱膨張による弁棒の固着を防ぐため、必ず少し戻しておく。

#### (2) 送気直後の点検

送気直後の点検は、次による。

- ① ドレン弁、バイパス弁、その他の弁の開閉状態が正しいか点検する。

- ② 送気し始めるとボイラーの圧力が低下するので、圧力計を見ながら燃焼量を調節する。
- ③ 水面計の水位に変動が現れるので、給水装置の運転状態を見ながら水位を監視し調節する。

### 3.1.6 運転中の取扱い

ボイラーの正常運転中の取扱いに当たって最も重要なことは、次のとおりである。

- ① ボイラー水位を一定範囲内に保持すること。
- ② ボイラーの圧力を一定範囲内に保持すること。
- ③ 常に良好な燃焼の調節に努めること。

これらのことを守るためには、たとえ自動制御装置が完備していても、それに頼ることなく、常にボイラーの運転状況の監視を怠らないことが必要である。

#### (1) 水位の維持

ボイラー取扱いにおいて最も重要なことは、水位を安全低水面以下に下げないことである。

このためには、水面計の機能を正確に保つための機能試験の励行と、常時、水位を監視することが必要である。

#### (a) 水位監視の基本事項

運転中のボイラーでは、水面計の水位は絶えず上下方向にかすかに動いているのが普通である。全く動きのない場合は、元弁が閉まっているかどこかに詰まりを生じている可能性があるので、直ちに機能試験を行う。

水位は常用水位を保持し、できるだけ一定に保つよう努めることが必要である。どうしても水位が低下する場合は、燃焼を抑えて原因を追究する。

#### (b) 安全低水面

ボイラーの使用時、維持しなければならない最低の水面を安全低水面とい

い、水面計はガラスの最下部がこの位置にあるよう、取り付ける。安全低水面は日本工業規格 JISB8201（陸用鋼製ボイラー構造）により次に示すとおりである（図 3.1.3 参照）。

立てボイラー：火室天井板最高部（フランジ部を除く）上 75mm

立て煙管ボイラー：火室天井板最高部上、煙管の長さの 1/3

横煙管ボイラー：煙管の最高部上 75mm

炉筒煙管ボイラー：煙管の最高部上 75mm。ただし、煙管最高部より炉筒が高いものでは炉筒最高部（フランジ部を除く）上 100mm

炉筒ボイラー：炉筒最高部（フランジ部を除く）上 100mm

水管ボイラー：その構造に適した安全な位置<sup>（注）</sup>

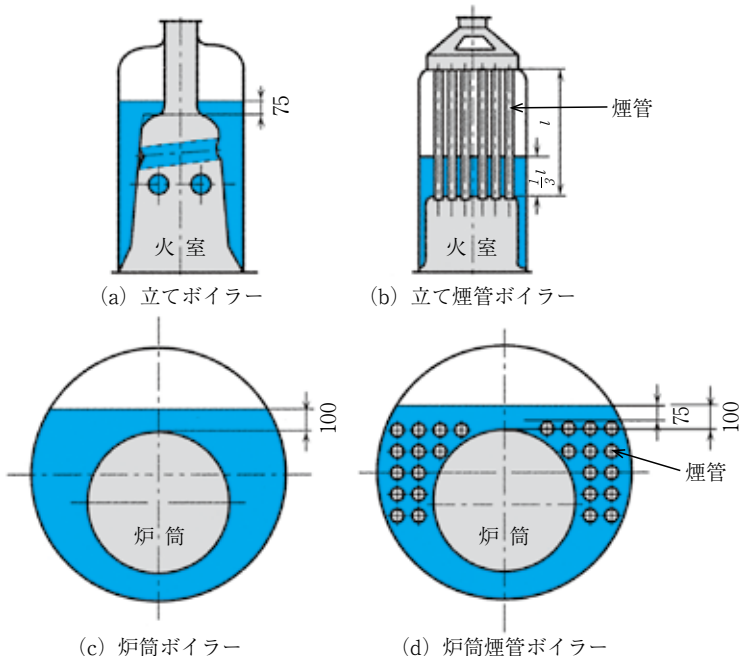


図 3.1.3 ボイラーの安全低水面



### 3.1 ボイラーの運転操作

ボイラーの圧力上昇時や運転中の取扱い、運転中の異常燃焼やキャリーオーバーの現象、原因、処置などについて理解すること。

<p>たき始めの 取扱い</p>	<p>常温の水からたき始めるときの圧力上昇は、初めは遅く、次第に速くなるようにして、ボイラー本体各部の温度上昇が平均するようにする。 ボイラー水の温度が上昇し、蒸気が十分発生してから空気抜き弁を閉じる。</p> <p style="text-align: right;">【3.1.4 (1), (2) 参照】</p>
<p>昇圧運転中の 取扱い</p>	<p>ボイラー水の温度が高くなっていくと水位が上昇するので、高水位となったならボイラー水を排出して常用水位に戻す。 空気予熱器に漏れなどを生じさせないため、燃焼初期はできる限り低燃焼とし、低燃焼中は空気予熱器の出口ガス温度を監視して、空気予熱器内での異常燃焼を防ぐ。</p> <p style="text-align: right;">【3.1.4 (3) 参照】</p>
<p>送気始めの 取扱い</p>	<p>閉止している主蒸気弁を開き送気を始めるときは、ウォーターハンマを起こさないように、主蒸気管を少しずつ暖め、ドレンを切りながら徐々に送気量を増やす。</p> <p style="text-align: right;">【3.1.5 (1) 参照】</p>
<p>運転中の取扱い</p>	<p>水面計の水位に全く動きがないときは、元弁が閉まっているかどこかに詰まりを生じている可能性があるため、直ちに機能試験を行う。</p> <p style="text-align: right;">【3.1.6 (1) 参照】</p>

炉筒煙管ボイラー  
の安全低水面

安全低水面は煙管の最高部上 75 mm、ただし、煙管最高部より炉筒が高い場合は、炉筒最高部の上 100mm の位置とする。  
【3.1.6 (1) 参照】

## キャリーオーバー

キャリーオーバーの現象は、①プライミング、②ホーミング、③シリカの選択的キャリーオーバーに大別される。プライミングやホーミングが急激に生じると、水位が上がったものと水位制御装置が認識し、低水位事故を起こすおそれがある。

【3.1.7 (3) 参照】

## プライミング

蒸気負荷が増した時、その他ドラム水面が高くなった時などに、蒸気室負荷が増し、ボイラー水が水滴となって蒸気とともに運び出される現象。

## ホーミング

泡が増してドラム内全体に広がる現象。ボイラー水に溶解した蒸気残留物などが過度に濃縮したり又は有機物などが存在するときに起こりやすい。

シリカの  
選択的  
キャリーオーバー

ボイラー水中の各種固形物の中で、シリカだけが蒸気中に溶解した状態でボイラーから運び出される現象。シリカは蒸気圧力が高いほど、またボイラー水中のシリカ濃度が高いほど飽和蒸気に溶解しやすい。

## かまなり

燃焼中、燃焼室あるいは煙道内で連続的な低周波数のうなりを発生する現象。かまなりの原因としては燃焼によるもの、ガスの偏流によるもの、渦によるものなどが考えられる。

【3.1.7 (4) 参照】