

## ボイラの選定・資格・設置，水処理

松田 憲幸

川重冷熱工業株式会社 技術総括室ボイラ技術部

### 1. はじめに

ボイラとは、蒸気や温水を送り出す装置である。その蒸気や温水は、暖房や冷房などの空調用途、製品を生産するための熱源用途、あるいは発電用途など、様々な熱源や動力源として使われている。よって、ボイラと一言と言っても様々なものが考えられるが、今回、主に民生用で建築物に使用される蒸気ボイラについて、種類、取り扱い資格について述べ、その選定方法について解説する。また、ボイラを設置する際の法的規制や重要な付属設備の水処理装置についても説明をする。なお、民生用建築物で使用される温水発生装置は、主として無圧式であり、今回の解説から除外した。

### 2. ボイラの構造による特徴と選定

ボイラを選定する上で判断基準となるのは、主として、ボイラの特徴と取り扱い資格である。ボイラの特徴とは、様々なものがあるが、概ねの特徴はその構造によって決まる。本章では、ボイラの構造別にその長所および短所について述べる。

#### 2-1 炉筒煙管ボイラ

炉筒煙管ボイラは、容積の大きな円筒形の胴を持ち、その円筒の中に炉筒（燃焼室）と煙管を配置し、胴内の水（保有水）を加熱し、蒸気を得るボイラである。長所としては、保有水量が多く、蒸気負荷変動に対し安定して送気を出せる特徴がある。本ボイラの歴史は古く、現在でも安定した蒸気供給に適していることから、ビル、病院、地域冷暖房などに広く用いられる（写真-1は炉筒煙管ボイラの例）。

#### 2-2 多管貫流ボイラ

多管貫流ボイラは、本体部分と気水分離器から構成される。本体部に給水を行い、本体部から出る気水混合物を気水分離器で蒸気とドレンに分離し、蒸気を発生させる構造である。多管貫流ボイラは、別途次項目で詳細を述べるが、設置や取り扱い資格が優遇されており、このことにより、現在、広く一般的に採用されるボイラである。短所

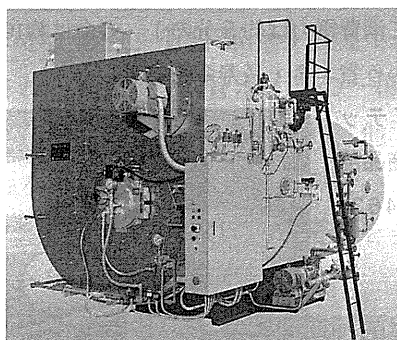


写真-1 炉筒煙管ボイラ

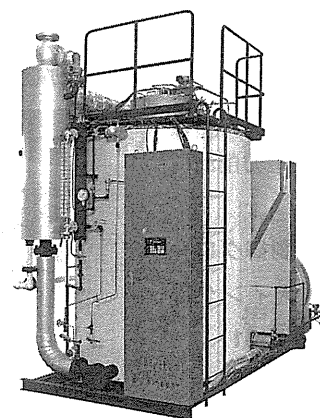


写真-2 換算蒸発量 6 t/h 多管貫流ボイラ

は、保有水量が少なく、コンパクトに設計されていることから、「負荷変動に弱い」や「蒸気乾き度が悪い」などがある。但し、多管貫流ボイラの長所を生かしながら、負荷変動に強く、蒸気乾き度が高いなどの特徴を併せ持つ小規模ボイラもラインナップされており、幅広い用途で用いられる(写真-2は換算蒸発量6 t/hの多管貫流式小規模ボイラの例)。

### 2-3 水管ボイラ

水管ボイラは、比較的大きな燃焼室と水管群で構成されており、水管内で蒸気を発生させるボイラである。また、過熱蒸気を得ることも出来る。本ボイラは、大容量で高温高圧に適しており、産業用や発電用として用いられることが多い。民生用では、大規模な地域冷暖房などで用いられる。長所は大容量が得られることであり、短所は一般的にはイニシャルコストが高い。

### 2-4 鋳鉄製ボイラ

鋳鉄製のセクションを組み合わせたボイラで、低圧(0.1MPa以下)の蒸気または温水(0.5MPa以下)を取り出すボイラである。構造上、低圧しか取り出すことが出来ず、主として、暖房用に用いられている。

## 3. ボイラの法規制と選定・設置

ボイラは、高圧の蒸気を発生させることから、労働災害が起こりやすく、労働安全衛生法およびその関連の政令や省令などで様々な規制がある。その中で、厚生労働省令であるボイラー及び圧力容器安全規則には、ボイラに関する資格や手続きなどの様々な取り決めがなされている。これらの法的な制約が選定において重要な役割を持っており、本章では、法的な観点からボイラの区分、必要な資格、設置方法について解説する。なお、詳細については、関係法規を個別で確認されたい。

### 3-1 ボイラー、小型ボイラーまたは簡易ボイラーの区別

労働安全衛生法令第1条第3号にボイラ、同第1条第4号に小型ボイラー、同第13条第3項第25号~第27号に簡易ボイラーの定義がそれぞれ示さ

れている。現在、各メーカーから販売されている多管貫流ボイラのうち、一般的には、最高使用圧力が1 MPaで換算蒸発量2.5 t/h以下の貫流ボイラが小型ボイラーとなり、最高使用圧力が1 MPaで換算蒸発量1 t/h以下の貫流ボイラが簡易ボイラとなる。

### 3-2 ボイラー(除く小規模ボイラ、小型ボイラー、簡易ボイラー)の取り扱い資格と設置

ボイラーおよび圧力容器安全規則には、ボイラを運転する際の取り扱い資格および作業主任者の選任について定められている。まず、ボイラーは、ボイラー技士免許を受けた者しか取り扱えない。また、ボイラを運用する際は、ボイラー取扱作業主任者を選任しなければならず、設置されているボイラの伝熱面積によって必要なボイラー技士免許が決まる。

このようにボイラを設置すると、それ相応のボイラー技士免許を受けたオペレーターが必要である。なお、設置面に関しては、ボイラーを設置工事の30日前までに所轄労働基準監督署に設置届を提出し、その後、設置工事が完了すると監督署の検査官立会いのもと、落成検査を受けなければならない。

### 3-3 小規模ボイラの取り扱い資格と設置

労働安全衛生法令第20条第5号で定められているボイラーはいわゆる小規模ボイラと呼ばれ、取り扱い資格が緩和されている。現在、各メーカーから販売されているボイラのうち、一般的には、換算蒸発量6 t/h以下の貫流ボイラ、または換算蒸発量2 t/h以下で、伝熱面積が3 m<sup>2</sup>以下の炉筒煙管ボイラが小規模ボイラである。小規模ボイラの場合、ボイラー取扱技能講習を修了した者であれば、取り扱いができ、また、ボイラー作業主任者になることが出来る。ここで、ボイラー取扱技能講習とは、厚生労働省の指定機関が行う講習で、短期間で取得出来ることから、最高使用圧力が1.0MPa越えで、小規模ボイラの採用が近年急増している。なお、設置面に関しては、3-2に記したボイラと同じく、設置届提出と落成検査を受けなければならない。

### 3-4 小型ボイラーの取り扱い資格

小型ボイラーの取扱いは、事業者（ボイラを運用する雇用主）が安全に取り扱うための特別教育を実施すれば取り扱うことができる。このため小型ボイラーは、最高使用圧力1.0MPa以下の用途では、あらゆる分野で採用されており、現在のボイラ市場の主流がこの小型ボイラーといっても過言ではない。なお、設置面に関しても、法規制が緩和されており、周囲の状況を示す図面を添えて、労働基準監督署に設置を報告するだけとなっている。

### 3-5 簡易ボイラーの取り扱い資格

簡易ボイラーの取り扱いや設置に関し、規定がなく、各人が安全に使用や設置すればよいだけである。但し、小容量のものしかないので、民生用では小規模のビルや病院で主として用いられる。

### 3-6 労働安全衛生法関連以外の法規制

ボイラは労働安全衛生法関連以外に消防法、大気汚染防止法、水質汚濁防止法などの規制も受ける。これらの関係法規で定められている運用および資格が必要である。

## 4. ボイラの設置事例

ボイラは前項の特性や取り扱い資格のほか、運用状態など、様々な点を考慮して選定する必要がある。よって、一概に何が一番よいかというものではない。本章では、一般的な選定方法について解説する。なお、実際の選定はボイラメーカーなどと十分協議し、最も適切なものを選定されたい。

### 4-1 小型ボイラーの多缶設置

小型ボイラーは事業者の特別教育で運転でき、何台設置しても事業者の特別教育で運転出来る。このことから、ボイラー技士資格が不要で大容量を得ようとする場合、小型貫流ボイラを複数台設置することが行われる。しかしながら、台数が多くなることによるメンテナンスコスト増大のデメリットがある。また、最高使用圧力1.0MPa以下のボイラしかなく、高圧を必要とするシステムには対応出来ない（写真-3は、換算蒸発量2t/h小型貫流ボイラを4台設置した例）。



写真-3 換算蒸発量 2 t/h  
小型貫流ボイラ 4 台の設置例

### 4-2 小規模ボイラの少数多缶設置

小規模ボイラはボイラー技能講習を受ければ運転でき、かつ、1台当りの容量が換算蒸発量6t/h、最高使用圧力3.2MPaのものまでラインナップがある。このことから、小型貫流ボイラの多缶設置のデメリットを解消するシステムとして、小規模ボイラを少数多缶設置する方法が考えられる。この方法も何台設置しても、ボイラー取扱技能講習修了者で運転可能である。そのため、ボイラー技士免許を持たない工場などで、高圧蒸気が必要なシステムで大きなメリットがあるため導入事例が急速に増えている。

### 4-3 炉筒煙管ボイラの設置

炉筒煙管ボイラは構造上保有水量が多く、安定送気に適しているほか、保有水量が大きいため水処理によるトラブルは比較的少ない。また、容量としては、1台当り換算蒸発量15t/hの製品もある。また、多管貫流ボイラの負荷変動耐久性が悪いことを補うため、炉筒煙管ボイラと多管貫流ボイラとを組み合わせるようなケースもある。

### 4-4 水管ボイラの設置

水管ボイラは非常に大容量であり、1台当りの実際蒸発量が30t/hまで対応可能である。よって、大規模な地域冷暖房や大規模なビル、病院などで採用される。

### 4-5 コージェネレーションシステムと他のボイラの組み合わせ

コージェネレーションシステムとは、ガスタービンやガスエンジンで発電を行い、その排ガスを

利用して蒸気や温水を取り出すシステムである。一般的には、小規模のコージェネレーションシステムには貫流式の廃熱ボイラが、大規模には水管式の廃熱ボイラが設けられている。これらのボイラは発電出力によって蒸発量が決まるので、原則、蒸気負荷追従をすることが出来ない。よって、負荷不足を補い、追従を行うためのボイラが別途必要である。一般的には、コージェネレーションシステムの緊急停止時を考慮して、保有水量が少なく、起蒸時間が早い多管貫流ボイラを設けるケースが多い。

## 5. 水処理について

ここでは、ボイラに必要な代表的な水処理装置の概要について述べる。

### 5-1 軟化装置

上水でも工業用水でも硬水と呼ばれ、カルシウムやマグネシウムイオンが含まれる。これらの水をボイラに入れ加熱すると、これらが結晶化し伝熱面に付着し破損する。このような現象をスケール化と呼ぶが、これを防止するため、軟水装置が設けられる。軟水装置の原理は、ナトリウム型イオン交換樹脂が充填されており、これを通すことにより、カルシウムやマグネシウムイオンをナトリウムイオンに置換する。

### 5-2 濾過装置

ボイラ給水に工業用水を使う場合、濁度分が含まれる。これをそのまま供給すると、ストレーナが目詰まりする場合や濁度分によりボイラを傷め

ることがある。よって、工業用水を使用する際は軟化装置の一次側に濾過装置を設ける場合がある。

### 5-3 薬注装置

水を大気圧化に放置しておくとき空気中の酸素が水に溶解する。よって、ボイラ給水には溶存酸素が含まれ、ボイラを腐食させる原因となる。また、給水中にはシリカ分が含まれており、この成分も伝熱面に付着し、スケール化する。これを防止するためにボイラには給水中に薬品を注入しながら運転をする。この薬品を注入する装置が薬注装置である。

### 5-4 中和装置

上記の薬品を注入して、蒸気を発生させるとボイラ内の保有水の薬品濃度が上昇していく。上昇しすぎると、別の悪影響が出るため、一部の缶水を排出しながらボイラは運転される。この排水をブローと呼んでいる。このブロー排水はpH11程度であり、これを中和してpH7前後にする装置が中和装置である。

## 6. おわりに

ボイラの基礎的な知識について述べてきたが、実際に設計する場合は、本講座で記した以外にも様々な検討をする必要がある。本講座の内容をご活用していただき、蒸気のニーズにあった適切なボイラを選定され、安全に運用されることを願っている。

～ ☆ ～ ☆ ～