

6. エネルギーの有効利用 (6.17 クローズドドレン回収の注意点)

省エネルギー委員会委員

林 数 郎

(テイエルプインターナショナル株)

1. はじめに

前回 (第51回) は、蒸気システムの大幅な省エネを実現できるドレン回収について解説した。

ドレン回収というと、既にオープン回収を導入している工場は多い。そこからさらに省エネを図るには、クローズド回収が有効であることを述べた。しかし、オープン回収と比べると、クローズド回収ではより高額な導入コストがかかる。既設の工場にクローズド回収を導入する場合には、このコストのために導入を躊躇する事業所が多い。たとえ1~2年で投資回収ができるとわかっていても、初期コストと工数を考えて躊躇するのである。

これに対して、新設工場の計画にクローズド回収を組み込むことにはそれほど障害がない。クローズド回収は投資回収ができることが確実なので、新設工場計画の際には、是非クローズドドレン回収システムの導入を検討いただきたい。

しかし、クローズドドレン回収には、コストの面だけではなく、オープン回収では問題にならない、多くの技術的な注意点がある。今回はその注意点について説明する。

2. クローズドドレン回収とは

おさらいとして、簡単にクローズドドレン回収について説明する。図52.1にクローズド回収システムの例を示す。

3. クローズドドレン回収の注意点

前回解説したように、オープン回収は大気開放タンクにドレンを回収するため、特別な機器も不要で、スチームトラップの背圧も大気圧なので、

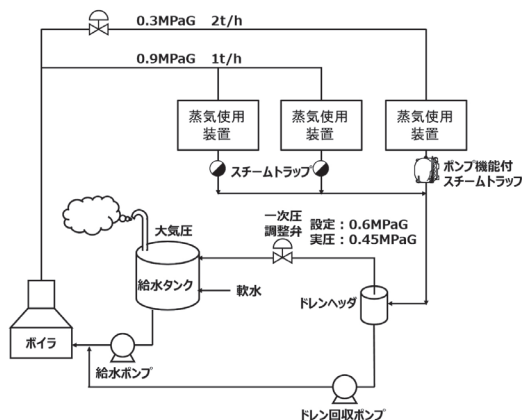


図52.1 クローズド回収の例

特に注意する点はない。しかし、クローズド回収の場合、高価な機器が必要なので、注意すべき点がある。それについて説明する。

3. 1 スチームトラップの構造・作動形態と排出能力

クローズド回収システムを導入するには、すべてのスチームトラップの見直しを行わなければならない。構造・作動形態、排出能力両面での見直しが必要である。

表52.1に、スチームトラップのタイプ別にクローズド回収システムへの適性を示す。スチームトラップのタイプとしては、サーモダイナミックタイプ、サーモスタティックタイプ、メカニカルタイプがある。このうちサーモダイナミックタイプは、最も一般的なディスク式を含む形式だが、クローズド回収システムには使用できない。図52.2にディスク式スチームトラップの構造を示す。その原理は、入口と出口の間に可動ディスク

表52.1 スチームトラップのタイプ別クローズド回収システムへの適性

大分類	作動原理	中分類	クローズド回収システムへの適正
サーモダイナミックタイプ	蒸気とドレンの熱力学的特性差	ディスク式 インパルス式	不適
サーモスタティックタイプ	蒸気とドレンの温度差	バイメタル式	不適
		ベローズ式 ダイヤフラム式	製品により 背圧許容度が違う
メカニカルタイプ	蒸気とドレンの密度差	ボールフロート式 レバーフロート式 パケット式	最適

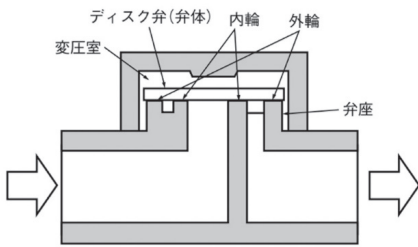


図52.2 ディスク式スチームトラップ

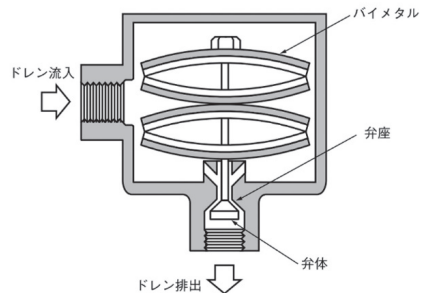


図52.3 バイメタル式スチームトラップ

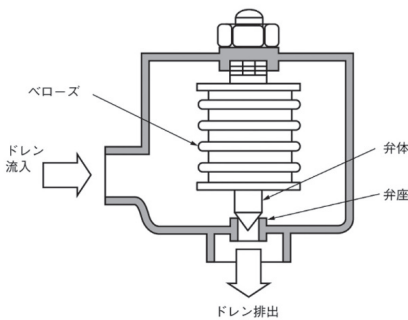


図52.4 ベローズ式スチームトラップ

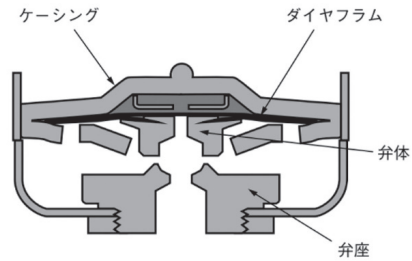


図52.5 ダイヤフラム式スチームトラップ

で仕切られた変圧室を設け、その内部に閉じ込めた蒸気の圧力が放熱により低下することによってディスクが開弁し、ドレンを排出する機構である。そのため、原理的に背圧が上昇すると（概ね蒸気圧の半分以上の圧力になると）吹きっぱなしになってしまう。クローズド回収では意図的に背圧を上げているので、ディスクタイプのスチームトラップは使えない。

サーモスタティックタイプには、バイメタル式、ベローズ式、ダイヤフラム式などがある。サーモ

スタティックタイプの原理は、蒸気とドレンの温度差を検知して、弁を開閉させてドレンを排出する。圧力が等しければ、蒸気とドレンの飽和温度は等しいのだが、少し滞留するだけでもドレンは過冷却になり、温度が低下する。それを検知する方式によって、バイメタル式、ベローズ式、ダイヤフラム式などに分かれる。図52.3にバイメタル式スチームトラップ、図52.4にベローズ式スチームトラップ、図52.5にダイヤフラム式スチームトラップの構造を示す。

キ
リ
ト
リ
線

クローズド回収システムを導入すると、背圧がかかるため、出口側の温度が導入前より高くなる。するとドレンが滞留しても過冷却が起こりにくくなる。これにより蒸気とドレンの温度差が小さくなるので、それによって動作不良が起こる場合がある。特にバイメタル式の場合、動作に必要な温度差が大きいので、クローズド回収システム導入に際しては別の形式に変更しなければならない。ペローズ式、ダイヤフラム式なども、メーカーやタイプによって動作に必要な温度差が違うため、背圧許容度が違って来る。それぞれ個別の仕様を確認する必要がある。なるべくサーモスタティックタイプは使わない方が望ましい。

クローズド回収システムに最も適しているのはメカニカルタイプである。メカニカルタイプには、ボールフロート式(図52.6)、レバーフロート式(図52.7)、バケット式(図52.8)などがあるが、どのタイプであってもクローズド回収システムで利用できる。

しかし、メカニカルタイプであっても、クローズド回収システム導入前は背圧が大気圧であったため、蒸気圧力と大気圧の差がスチームトラップを動作させるための差圧であった。クローズド回収システムを導入することにより、背圧が回収圧力になるため、スチームトラップを動作させるための差圧が蒸気圧とこの背圧との差になり、従来に比べて小さくなってしまう。そのため、スチームトラップの排出能力が低下するため、より大型のものに交換する必要があることがある。すべてのスチームトラップ1台1台について、こういった検証をする必要がある。

3. 2 ボイラーの改造

クローズド回収はボイラーに直接ドレンを回収するため、ボイラー自身の給水制御を変更しなくてはならない。水位センサ、制御装置などの確認・変更が必要である。また、エコマイザ付ボイラーの場合、クローズド回収の導入により給水温度が上昇するので、エコマイザの仕様を見直す必要がある。場合によってはエコマイザをバイパスする必要がある。これらについてはボイラーメーカーに相談し、クローズド回収用の改造を依

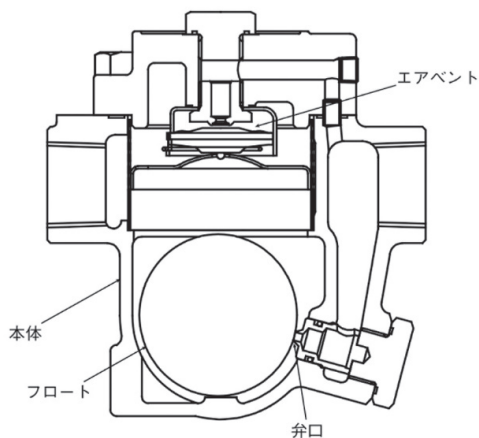


図52.6 ボールフロート式スチームトラップ

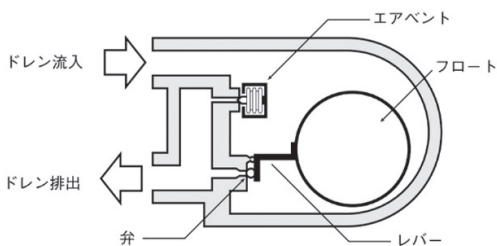


図52.7 レバーフロート式スチームトラップ

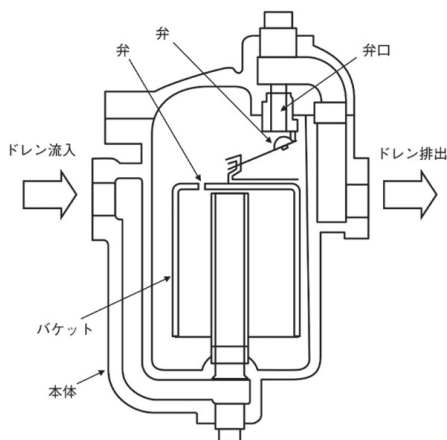


図52.8 バケット式スチームトラップ

頼する。

3. 3 低NPSHreのドレン回収ポンプの採用

クローズド回収システムでは、図52.1に示すようにドレンヘッドに回収したドレンを、ドレン回

収ポンプを使用して直接ボイラーに回収する。ポンプにはそれぞれ固有のNPSH_{re} (必要吸込みヘッド: required Net Positive Suction Head) があり, 実際のNPSH_{av} (有効吸込みヘッド: available Net Positive Suction Head) は, ポンプのNPSH_{re}以上を維持しないとキャビテーションを起こしてポンプが破損する。通常は安全を見てNPSH_{av}>1.3×NPSH_{re}を維持する。NPSH_{av}は流入水頭が低いほど, 水温度が高いほど低くなるため, クローズド回収においては非常にNPSH_{re}の低いポンプが必要となる。通常の多段ポンプなどではNPSH_{re}が数mH必要なため, そのままではクローズド回収には使用できない。市場には, エジェクタを使用したり, 高い位置にタンクを持つなどしてNPSHの問題を解決した, クローズドドレン回収専用のポンプが販売されているので, そうしたポンプを使用する必要がある。

3. 4 ポンプ機能付スチームトラップの採用

クローズド回収ではドレン回収背圧が高くなるため, 低圧蒸気使用装置のドレンは回収できなくなる。通常は回収すべきドレンの蒸気圧が複数ある場合, 一番低い圧力の蒸気に合わせて背圧を決定するが, 使用圧力に大きな差があり, かつ低圧蒸気の使用量が多い場合, あえて使用蒸気圧より

高いドレン回収背圧で設計し, 低圧蒸気のドレンは, 通常のスチームトラップではなく, ポンプ機能付スチームトラップを採用する。

図52.1の例がその場合に相当する。こうすることで, より高い効率でのクローズドドレン回収が可能となる。

4. まとめ

ドレン回収の中でも効率の高いクローズド回収を設置する場合の注意点について解説した。オープン回収を既に導入している工場がさらなる省エネを図るために, クローズド回収は非常に効果的な対策である。しかし, その導入にはコストがかかるだけでなく, 技術的な注意が必要である。本講座では, クローズド回収導入の技術的注意点について解説した。これを参考に, クローズドドレン回収の導入によって, さらなる省エネを進めるようお勧めする。

新・省エネ講座では, 蒸気配管の損失とドレン回収について, (50) (51) (52) と連載した。読者はこれらを関連付けて参考にして欲しい。

- (50) 6.15 蒸気のロス減らす省エネルギー
- (51) 6.16 ドレン回収による蒸気システムの省エネ
- (52) 6.17 クローズドドレン回収の注意点