

特集／スチームトラップの上手な管理と選定

スチームトラップの上手な管理と選定

—トラップ管理のベストプラクティスと最適選定—

蒸気システムの最適操業には、スチームトラップのLCC管理の視点は欠かせない。とくにドレン排出箇所管理は重要で、使用するトラップ型式とメンテナンス手法は表裏一体である。本稿では、管理の継続的な仕組みを構築する方法と用途別の型式選定について解説する。

.....
 (株)ティエルバイ マーケティング部
 高田 敏則

1. はじめに

蒸気システムを最適に（安全かつ高い生産性で）操業するためには、蒸気配管、蒸気プロセスからドレンを排出すべき箇所（ドレン排出箇所）において、蒸気を漏らすことなく、かつドレンが確実に排除されるよう管理する必要がある。

このドレン排出箇所管理を実現するには、従来のようなスチームトラップの点検と不良交換だけの管理では不十分であり、個々のドレン排出箇所について、その仕様と不良発生要因を明確にすることが重要である。

例えば、同じ使用条件（用途・圧力・ドレン量）で同じ製品を使用しても、短期間で繰り返し不良が発生する箇所とそうでない箇所が存在するを経験した読者も多いと思う。

このような箇所は、スケールが多いなどのドレン排出箇所固有の要因をもっており、この個々の要因に対して最適な対策を行う必要がある。

効果的なドレン排出箇所管理を実現するには、以下の観点に基づく管理が必要となる。

①ドレン排出箇所に最も適したトラップの選定（最適製品選定）

ドレン排出箇所固有の要因を把握し、安全性や生産性の観点から排出箇所に最も適した製品を選ぶとともに、排出箇所の保守費、蒸気漏れなどによる損失費用の合計（ライフサイクルコスト）を最小化する製品を選ぶ。

②ドレン排出箇所に最も適したトラップの配管設置方法（最適設置方法）

ドレン排出箇所の状態や固有の要因と製品から最適な配管設置方法を選ぶ。

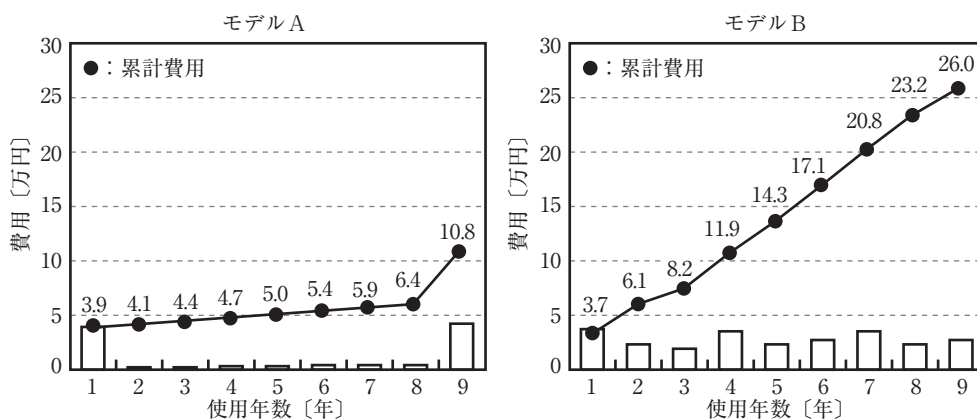
本稿では、ドレン排出箇所管理において重要となる「ライフサイクルコスト管理」と「用途別の最適製品選定」、およびそれらを継続できる仕組みとした「ドレン排出箇所管理のベストプラクティス（最善策）」について解説する。

2. スチームトラップのライフサイクルコスト（LCC）管理の必要性

LCCとはプラント操業におけるトラップ管理にかかわるすべての費用であり、トラップの購入費や交換費用などの保守費用とトラップの劣化等による蒸気漏洩や生産機会損失による費用などの損失費を合わせたものである。したがって、LCCが最小となるトラップを選定することがコストを最小にすることになる。

例えば、高価であるが故障し難い製品（モデルA）と、安価であるが故障しやすい製品（モデルB）を比較する。各々のトラップの特性を図-1の表の通りとし、年間8,760時間稼働、蒸気単価2,000円/tで、各トラップのLCCを求めるとグラフの通りとなる。モデルAの寿命の8年間で比較すると、モデルAの総費用は6.4万円であり、それに対してモデルBの総費用は23.2万円で、モデルAの約3.6倍にもなることがわかる。

このようにトラップを選定する場合に、イニシャル



	購入費用	交換費用	自己蒸気消費量	蒸気損失増加量	寿命	総費用 (8年)
モデルA	30,000円	8,000円	0.05kg/h	0.06kg/h・年	8年	6.4万円
モデルB	7,500円	8,000円	1.0kg/h	0.4kg/h・年	3年	23.2万円

図-1 スチームトラップのLCC比較

コストとともに正常作動時の蒸気ロス量，平均寿命も加味してLCCという考え方をを用いることで最も経済的なトラップの管理方法と製品選定が明確になる。

3. ドレン排出箇所管理のベストプラクティス

トラップ管理の原則は，LCCが最小となる最も省エネタイプで，かつ長寿命のトラップを設置し，不良発生都度，遅延なく正常品に交換していくことである。

これからのトラップ管理は，スチームトラップ単体の管理ではなく，蒸気システムを最適化（安全かつ高い生産性）し，その最適状態をいかにして維持するかという観点を織り込んだ，仕組みとして継続して管理できるシステムを構築することが重要である。

この仕組みは、『ドレン排出箇所管理BPSTMプログラム』（特許出願中）として，2004年から国内外の多くの蒸気プラントで実践され大きな効果を上げている。

以下にその仕組みとポイントを説明する。

(1) ドレン排出箇所管理のインフラ整備（データベース化）

継続できる仕組みの構築の第一ステップは“管理対象の明確化”である。

まず「どのような型式・仕様のトラップが，どのような用途，場所に，何台」という情報をデータベース化することが，その後の最適化アクションを計画する

ことに繋がる。

また，ドレン排出箇所管理の観点から，その設置状態や周辺に関わる付帯情報（配管形状・ドレン回収・周辺バルブを含む過去の不良発生・メンテナンス内容等）も併せてデータベースに取り込んでおくことも肝要である。

(2) ドレン排出箇所の継続的状态監視

データベース構築が完了した後は，回転機など動機器における管理方法である「継続的状态監視」をドレン排出箇所管理にも適用することが有効である。とは言っても通常「年1回の全数点検」が行われれば十分である。

この全数点検時には，ドレン排出箇所管理の視点から，トラップだけでなく設置にかかわる情報も同時に点検することでより有効な管理が実現できる。「年1回の全数点検」といえば簡単に実行できるように聞こえがちであるが，毎年これを継続することは現実的には難しい。そこで，少ない工数で正確なスチームトラップ診断ができる診断器と，診断結果をデータベースに自動的に登録して活用できる管理ソフトの使用が有効である。

(3) ロケーション分析と適正選定

点検で得られた多くのデータは蓄積するだけでなく，分析，活用させることが重要となる。

例えば、年間50台の不良トラップ交換が5年間続いているという履歴が確認できたとする。しかし、それが250箇所、1回ずつ異なった場所で不良を起こしている場合と、毎年同じ50箇所が5年間続けて不良を起こしている場合では、対策が根本的に異なる。このような場合に最適な解決策を実施するには、各設置箇所の圧力や配管形状等の情報と診断結果の統計的分析を含むロケーション管理が必要となる。

(4) メンテナンス・プログラムの選定

設置するトラップ型式によって、メンテナンスの手法も変わる。初期投資が多少高くなっても製品寿命が長ければ、点検周期を2年に延ばすことも可能であろうし、寿命の短い製品では短い周期で頻繁に交換していくことが最適な手法になることもある。

このように使用するトラップ型式とメンテナンス手法は表裏一体である。そしてこの2つを同時に評価することが、トラップのLCCの最小化に繋がる。

(5) 不良ゼロへのリセット

点検を行い不良箇所が明らかになっても、それらの不良箇所を正常に戻さなければ、管理のメリットを享受できない。

診断の都度、蒸気漏洩量の大きいものから順に交換していくという基準を設けて運営しているユーザーもいるが、安全・操業リスク等を加味した上で判断するのであれば、詰まり不良も含めて不良箇所を全数交換するのが基本である。

(6) 着実なデータ更新

全数点検結果に基づいて、適切なメンテナンスが施された後、その結果をデータベースに反映させ、次回以降の定期診断で即時活用できるようにしておく必要がある。

このデータ更新は、スチームトラップ交換という工事を挟んだ後に行うため、往々にして忘れられがちであるが、次回以降の継続性を考えれば着実に実施完了しておくことが望ましい。

以上の(1)から(6)のプロセスを初年度に完了した後は、(2)から(6)のプロセスを毎年実行することにより、継続可能な仕組みが構築できる。

4. 効果的なドレン排出箇所管理の事例紹介

このようなドレン排出箇所管理の仕組みを構築し、大きな効果を上げている代表的な例として、省エネルギーセンター主催の平成18年度「省エネルギー優秀事例全国大会」北海道地区大会で、新日本石油精製(株)室蘭製油所殿が発表された「スチームトラップの高度マネジメントシステムの構築」の例がある。

この事例は、先に紹介した「ドレン排出箇所管理のベストプラクティス」のステップで改善し大きな効果を上げた事例で、本誌の本年3月号(p.66)でも“トラップ管理の見える化”による効果的な改善事例として紹介されている。また、先の事例発表の資料は同センターのホームページにて閲覧可能なので、是非原文を参照していただきたい¹⁾。

5. スチームトラップの用途別最適選定

5-1 蒸気配管

① 求められる要件

蒸気配管は、蒸気プロセスに安定して良質な蒸気を供給することにある。したがって、ウォータハンマを発生させず、かつ蒸気の乾き度を維持することが重要で、そのためにはドレンを直ちに排出し滞留させないトラップが必要とされる。

また、蒸気配管のドレン発生量は天候等によって変動するため、極少ドレン時の高いシール性と負荷変動に追従できる機能も必要とされる。

② ベストな製品選定

このような蒸気配管専用が開発されたのが、写真-1のフリーフロート式トラップ SST シリーズである。

この製品は独自の3点支持によるシール構造と高精度フリーフロートを採用し、蒸気漏洩量が0.05kg/h以下(1.0MPa(ゲージ圧)、ドレン量5kg/h)という世界最高の省エネ性と、図-2の実績で証明された使用年数10年後の不良率がわずか6%以下という耐久性を実現している。

また、トラップが故障で吹き出し状態になった時の蒸気損失量も、一般ディスクトラップに比べて1/10以下と少ない(表-1参照)ことも大きな特徴である。

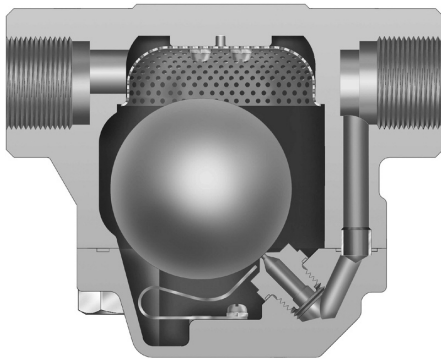


写真-1 蒸気配管専用スチームトラップ
“SSTシリーズ”

表-1 トラップ故障時の蒸気損失量
スチームトラップが吹放し状態の理論蒸気損失量

型式	オリフィス径 (出口径)	圧力別の蒸気損失量 [kg・h]		
		0.3MPa・G	0.5MPa・G	1.0MPa・G
SS1N-21	φ1.5m	3.6	5.3	9.5
一般ディスク	φ5.3m	40	58	104

③ 誤った選定

蒸気配管に温調トラップ等のサーモスタティックトラップを使用しているケースがあるが、ドレンが滞留するとともに負荷変動への追従遅れによってウォータハンマが発生し、事故の危険性がある。この種の使用を避けるべきである。

5-2 蒸気プロセス

① 求められる要件

蒸気プロセスはプラントの重要な生産プロセスで、この用途へのトラップ設置の目的は、生産プロセスの熱効率を最大限に発揮し、高い効率で安定して操業することである。

したがって、蒸気プロセスに使用されるトラップは、ドレンを滞留させず、かつ常に変動するドレン量に対して時間遅れなく、確実に排出するとともに蒸気プロセス中の空気も排出する機能が求められる。

② ベストな製品選定

そこで、蒸気プロセス専用として開発されたのが、写真-2のフリーフロート式トラップ JX シリーズである。

フリーフロート式はドレンを連続して排出することが可能で、蒸気プロセスにドレンを滞留させない。さ

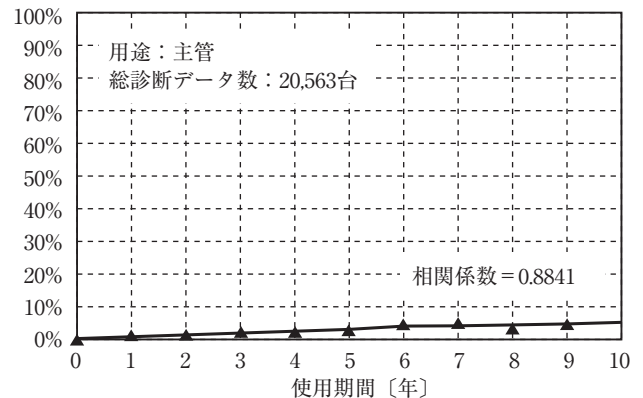


図-2 フリーフロートトラップの使用年数別不良率

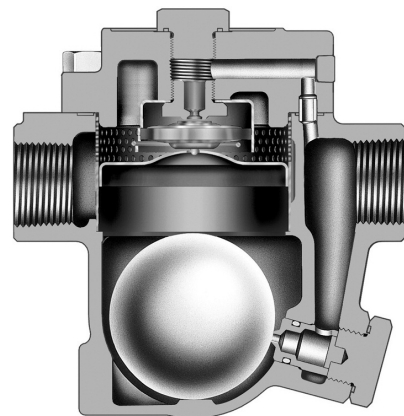


写真-2 蒸気プロセス専用スチームトラップ
“JXシリーズ”

らに、蒸気中の空気がトラップに流入した場合でも内装されたエアイベントによって直ちに排出される。

③ 誤った選定

蒸気プロセスはその熱効率を最高の状態で操業することが目的であるから、蒸気配管と同様にドレンを滞留させるサーモスタティック等のトラップは選定すべきではない。

5-3 スチームトレース

スチームトレースには、飽和蒸気での加熱が必要なトレース（高温トレース）と、シビアな温度管理が不要で飽和蒸気温度以下（目安として80℃以下）の顕熱加熱でよいトレース（低温トレース）に分類される。

(1) 高温トレース

① 求められる要件

トレース部の温度を飽和温度近くに保つため、ドレンを滞留させないことが必要で、またドレン発生量が

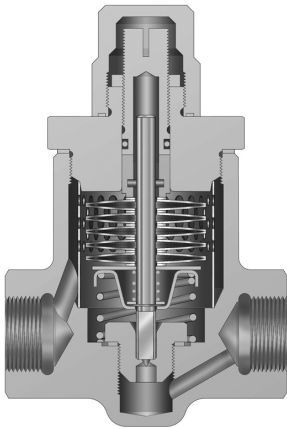


写真-3 スチームトレース専用
スチームトラップ
“LEX-TZシリーズ”

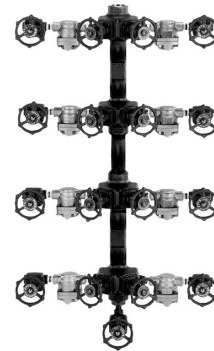


写真-4 コンデンセート用マニフォールド
パッケージ例

少ない時も蒸気を漏らさない機能が求められる。

② ベストな製品選定

確実な加熱を行うにはドレンを滞留させないメカニカル式トラップが適切である。

さらに、極少ドレン時のシール性が要求されるので蒸気配管と同じフリースト式トラップのSSTシリーズ（写真-1）がベストである。

③ 誤った選定

ドレンを滞留する温調トラップやディスクトラップはたとえクーリングレグ（冷却のための配管長）を設けても、ドレン量や外気温などの環境条件の変化により、トレース部にドレンが滞留することがあるので使用は避けるべきである。

（2） 低温トレース

① 求められる要件

低温加熱のために、ドレンの顕熱も利用できるので、ドレンの排出温度が任意に調整できる機能が求められる。

顕熱加熱はドレンを滞留させるため、スケールが発生しやすい。このスケールが詰まり不良を生じやすいため、高いメンテナンス性が求められる。

② ベストな選定

1972年に世界で最初に温調トラップを開発したTLVは、メンテナンス性に優れた温調トラップLEX-TZシリーズ（写真-3）を開発した。LEX-TZシリーズは、分解せずに弁部の詰まりを解消できるスケール

除去機能（特許出願中）を有し、かつオールステンレス製で耐久性を大幅に改善している。

また、スチームトレースは配管が複雑になり、施工やメンテナンスが難しいため、蒸気入口配管とトラップ出口配管をそれぞれ集合する写真-4のようなマニフォールドも開発されている。

③ 誤った選定

被加熱物の温度を調整する目的で温調トラップを使用しているユーザーがおられるが、温調トラップは排出するドレンの温度設定はできるが被加熱物のシビアな温度コントロールはできない。

6. おわりに

スチームトラップの管理は、従来のように定期点検と不良交換だけでは不十分であり、ドレンを排出すべき箇所において、蒸気を漏らすことなく、かつドレンが確実に排出されること、そしてその機能を最小のLCCで維持するという「ドレン排出箇所管理」が重要である。本稿が、蒸気システムの改善促進に少しでもお役に立てれば幸いである。また、今後も蒸気に関する課題を抱えておられる読者の皆様のニーズに広く応えていく所存である。

<参考文献>

- 1) <http://www.eccj.or.jp/succase/06/c/hkd06.html>
- 2) 藤井 照重 監修, 「トラッピング・エンジニアリング」(財) 省エネルギーセンター (2005年)