

# スチームトラップの管理

蒸気の省エネ対策においてスチームトラップの管理は、非常に重要な役割を持つ。作業不良を起こしているスチームトラップの約 3/4 が蒸気漏れ、約 1/4 が閉塞またはドレン滞留を引き起こしているという。こうしたスチームトラップの管理はどのように行えば良いのか、専門家が解説する。 (編集部)

株式会社ティエルブイ CES センター 佐伯 真之

## 1. はじめに

スチームトラップとは、蒸気中に含まれた水（ドレン）を排出し、蒸気を逃さず、不凝縮ガスを排出する3つの機能を兼ね備えたバルブを指す。このスチームトラップを確実に管理することで蒸気配管系統での異常を未然に回避することが出来る。また日本においてはコストの削減、輸入原油頼みのエネルギー事情、地球環境への配慮などにより、省エネルギーに対する関心が非常に高い。CO<sub>2</sub> 排出量削減のため、省エネルギーに関する基準をこれまでより厳しくし、少しでも無駄があれば排除するという意識が高い。多くの事業所が対策活動に真摯に取り組んでおり、省エネルギー対策においてスチームトラップの管理は非常に重要な役割を持つ。

本稿では、スチームトラップが管理されていないことによって起こるトラブルを通じ、スチームトラップ管理手法について紹介したい。

## 2. 蒸気配管系でのトラブル

蒸気とは、水という液体に熱を与え続けて沸騰させ、液体から気体へと蒸発させたものを指す。蒸気の持っている熱が大きく、扱いやすいため、加熱源として多くの産業界で使用されている。蒸気は熱を被加熱物に与えることにより、気体から液体へと凝縮しドレンとなる。このドレンが蒸気雰囲気中に居座った場合、多くの問題や異常を引き起こすことがあり得る。

ドレンによるトラブル事例を表-1 に示す。

いずれも蒸気システムにおける重大な事故、突発的な運転停止に直結する。すなわち、蒸気配管、蒸気使用設備内

表-1 蒸気配管系でのトラブル例

事象	要因
下流側でのドレンアタックによる配管エロージョン、穴あきなど	ドレン・水滴の高速流
ウォーターハンマーの発生による機器の損傷	ウォーターハンマーの衝撃力
熱交換機器などの効率低下	ドレン滞留による加熱面積の減少
配管や機器の腐食	液体と気体の共存

にドレンが溜まることで多大な悪影響を発生させるため、ドレンを速やかに系外から排出することが非常に重要である。

以降に蒸気使用工場で頻発している「エロージョンなどによる配管の穴開き」や「ドレンの滞留によるウォーターハンマー」のトラブルについて、スチームトラップの作動不良との因果関係を述べる。

## 3. スチームトラップに起因するトラブル

スチームトラップの作動不良の現象は、「蒸気漏れ」と「閉塞またはドレン滞留」に大別され、弊社が行った診断では作動不良を起こしているスチームトラップの約 3/4 が蒸気漏れ、約 1/4 が閉塞またはドレン滞留を引き起こしている。

いずれも長期の使用に伴う経年劣化やスケールおよび異物混入などの外的要因に起因することが多い。それらに起因するトラブルを以下に述べる。

### 3-1. 配管穴あきトラブル

配管などのエロージョン減肉・穴あき現象については、その原因の代表的なものにスチームトラップからの蒸気漏れがある。スチームトラップは半永久的に使用できる機器ではない。常に蒸気という莫大な熱エネルギーと高圧力下で稼働し、さらに、ドレン排出時の高速流などに絶えずさらされている。スチームトラップの構成部品はいずれも消耗品であり、長期間メンテナンスを行わなければ、経年劣化により弁・弁座のシール性が損なわれ、蒸気漏れが発生することもある。

蒸気漏れの状態で何年も放置された場合、スチームトラップ出口配管での流体の流速が著しく上昇し、ドレン水滴が高速で配管曲り部に激突する。これにより、配管の使用年数に関係無く、配管の内壁面が削り取られ、減肉していき、穴あきという状態になる（図-1 参照）。

また蒸気漏れは、不必要にボイラーが燃料を使用して蒸気を作っている状態であるため、燃料代や水道代などの増額だけではなく、CO<sub>2</sub>排出量の増大となるため、蒸気漏れは確実に阻止する必要がある。

### 3-2. ウォーターハンマートラブル

ウォーターハンマーには大きく分類して2種類ある。

- ・配管内に滞留しているドレンの塊が高速で衝突して発生するロールウェーブ型のウォーターハンマー（図-2 参照）
- ・滞留しているドレン内に蒸気が混入し、閉じ込められた蒸気が凝縮することでドレン同士が衝突し、発生する凝縮型のウォーターハンマー（図-3 参照）

いずれも蒸気配管や蒸気使用装置内部に滞留しているドレンが原因となっている。

ドレン滞留の原因として、経年劣化により開弁、閉弁を司る部品が破損し、常時閉弁状態となりドレンを滞留させたり、配管中のスケールなどの異物がスチームトラップ内部に流入し、弁部を詰まらせたりすることが考えられる。特にスチームトラップが設置されている周辺の蒸気配管ないし、ドレン排水配管のレイアウトが原因となりドレンが

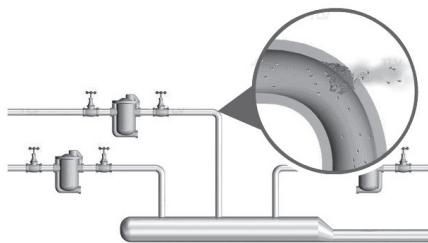
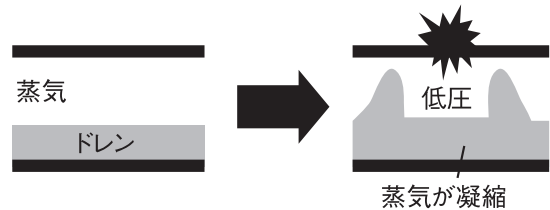


図-1 ドレンによる配管減肉イメージ



蒸気の流速:30m/s ドレンの流速:2~3m/s

図-2 蒸気とドレンの流速の差によるウォーターハンマー



比体積差(大気圧時) 蒸気:ドレン=1600:1

図-3 蒸気の急凝縮によるウォーターハンマー

滞留し、ウォーターハンマーが発生したという例が多い。配管の穴あきやウォーターハンマーなど、蒸気配管系で発生するトラブルを解決するためには発生したドレンを蒸気配管及び蒸気使用装置から、迅速かつ確実に排除することが重要であり以下の2点が必要である。

- ・スチームトラップとしての機能が確実に作動しているか日常点検を実施する。
- ・定期的に部品交換を含めたメンテナンスを実施する。

## 4. スチームトラップの役割

スチームトラップの役割は1項で述べた機能を駆使して蒸気システムを安全かつ効率的に運用できるようにすることである。前項で述べたドレンによる問題を解決するにはスチームトラップを適切な箇所に設置する必要がある。適切な箇所とは、定期的なドレン排出を必要とする箇所やドレンの滞留しやすい箇所を指す。

スチームトラップの設置箇所において、「迅速かつ確実なドレン排出」が最重要である。蒸気によって加熱、保温する配管、装置等は、蒸気システム系内が全て飽和蒸気で満たされた時に能力を最大限に発揮することができ、真の意味で蒸気の有効利用ができる。しかし、実際の工場では蒸気配管や蒸気使用設備内に発生したドレンの一部が適切に排出されずに残存し、前項のような問題を数多く引き起こしている。配管の穴あき、ウォーターハンマーの発生、熱交換器の加熱や昇温不良、熱交換器のパンクなどの不具合がしばしば発生しているため、この状態が通常であると使用者は考えがちであるが、このような問題によって工場の突発停止の危険性が増大し続けていると共に、生産物の品質、生産性などが低下し、生産機会損失が発生している。

すなわち、「スチームトラップの管理」は工場の安全・安定操業の観点で取り組む必要がある。

## 5. スチームトラップの管理手法

スチームトラップは前項の通り、蒸気システムにおいて非常に重要な役割を担っているが、日常点検対象から除外されていることが多い。事実、弊社にて実施しているスチームトラップの点検・管理プログラムである「ドレン排出箇所管理プログラム (BPSTM®: Best Practice of Steam Trap Management)」で実施した、国内初回診断 134 事業所、スチームトラップ診断箇所 237,478 箇所 (2017 年 3 月現在) において、74.6% が正常、25.4% は不良であった。工場内にある 1/4 のスチームトラップが正常に作動しない状態で放置されているのである。

スチームトラップの管理は、工場の安定、安全操業及び省エネルギーに対して、非常に有益である。最後に弊社が実施しているスチームトラップ管理の手法『BPSTM®』の概要紹介を行う。

### 5-1. ドレン排出箇所管理プログラム (BPSTM®)

『BPSTM®』は、工場を安全、安定かつ高い生産性を維持した最適状態にて操業するために、蒸気配管、蒸気使用装置のドレンを排出すべき箇所に於いて、蒸気を漏らすことなく、確実にドレンを排除されている状態を維持するための管理プログラムである。単なるスチームトラップ点検およびスチームトラップ不良交換ではなく、ドレン排出箇所を最適な状態にして、最小の管理コストで維持するという観点を織り込み、継続して実施可能な仕組みを構築する。

BPSTM® のプロセスを以下に示す (図-4 参照)。

#### Step1. BPSTM® 複合的データベースの構築

初回診断でドレン排出箇所 (スチームトラップとバルブを含む周辺) 情報を収集しデータベース化する。

#### Step2. 全数精密診断 / コンディション・モニタリング

初期診断または 1 年に 1 回、ドレン排出箇所の定期点検を実施する。

#### Step3. ドレン排出箇所分析とベンチマークスタディー

初期、定期診断を通じ、各ドレン排出箇所の診断結果を「見える化」する。

#### Step4. 最適トラップ選定とドレン排出箇所の改善提案

用途・ドレン排出箇所別にスチームトラップの最

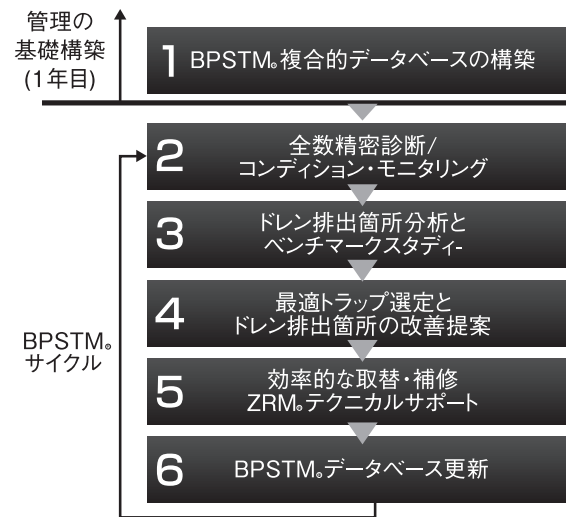


図-4 『ドレン排出箇所管理プログラム』

適な選定を行い、設置方法など含めて改善提案する。

Step5. 効率的な取替・補修 /ZRM® テクニカルサポート  
初期、定期診断で発見された不良スチームトラップやバルブの交換または修理を行い、正常復旧したことを確認する。

#### Step6. BPSTM® データベース更新

定期診断時、スチームトラップ交換時には確実にデータを更新し、不良分析や交換作業の情報は常に最新の状態にする。

上記 Step2～6 を毎年繰り返すことで、ドレン排出箇所の不具合を無くしていく。

この手法はあくまで弊社 BPSTM® においての Step であるが、上記を参考に自工場に取入れられる要素は積極的に取り入れ、今より更に安全で安定した操業および省エネルギー化が進むことを切に願う。

## 6. おわりに

スチームトラップを管理し、スチームトラップの不良を無くすることで省エネルギーの目標達成だけではなく、蒸気システム全体の安全、安定操業が実現できる。故に日常点検、定期保守点検にてスチームトラップの稼働状況を把握し、スチームトラップを健全な状態で使用し続けることが工場の安全、安定操業には必要不可欠である。