

◇特集：環境関連◇

環境省「環境技術実証（ETV）事業」において 環境保全効果が実証された フリーフロート[®]・スチームトラップの機能と特徴

宮脇 真美*

1. はじめに

スチームトラップは、蒸気システム内に発生したドレンを迅速・確実に排除し、かつ蒸気を漏らさないという役割を持つ自動弁である。産業界で広く使用されている蒸気を効率的に、かつ安全に使用するためにはスチームトラップは必要不可欠である。

スチームトラップは現在多くの種類が販売されているが、スチームトラップを選定・設置する上で重要な観点の1つとして、省エネルギー性が挙げられる。スチームトラップはドレンを排出するための作動をする際に蒸気を消費し、その量はスチームトラップの型式によって大きく異なる。また、経年劣化による蒸気漏れも発生するため、スチームトラップの長寿命性能もスチームトラップの省エネルギー性に影響を与えと言える。

この度、環境省の環境技術実証事業では、ISO 14034に基づく環境技術性能評価が行われ、当社(株)ティエルブイのフリーフロート[®]・スチームトラップの中から3型式（SS1N、JH3S-X、JH5SL-X）の環境保全効果が実証された。環境技術実証事業(ETV事業)とは、環境技術開発者でも利用者でもない信頼できる第三者機関（実証機関）が環境保全効果または環境改善効果などを実証し、その結果を公表することにより、環境技術の普及を支援するものである。本稿ではスチームトラップの役割と作動特性の違いによる影響を踏まえた上で、フリーフロート[®]・スチームトラップの機能と特徴、そして環境保全効果について紹介する。

2. 蒸気システムにおける スチームトラップの役割

蒸気システムにおいてスチームトラップが果たす役割の重要性は、安全性、生産性、省エネルギー性の3つの観点が挙げられる。

2-1 ドレン排出の重要性（安全性・生産性）

蒸気は蒸気輸送配管では周囲への放熱、熱交換器などでは被加熱物に熱を奪われると凝縮しドレンとなる。発生したドレンが蒸気システム内で滞留すると、表1のように多くの問題や異常を引き起こすことがあり得る。

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、穴あき等	ドレン・水滴の高速流
ウォーターハンマーの発生から機器の損傷	ウォーターハンマーの衝撃力
熱交換器等の効率低下	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

蒸気輸送配管におけるウォーターハンマーの発生や配管の穴あきが与える影響の大きさは、発生する場所によって大きく変化する。例えば小口径の蒸気輸送配管であれば簡単なメンテナンスで対応が出来るが、大口径の蒸気輸送配管に突発トラブルが発生すれば、その影響範囲は大きく、最悪の場合は工場の突発停止や労働災害に発展する可能性がある。また、熱交換器などの装置においてはドレン滞留によって加熱効率の低下により生産性の低下、加熱面で温度ムラが発生することにより品質への悪影響を引き起こす可能性がある。このことから、蒸気輸送配管、蒸気使用設備内のドレン滞留は安全性、生産性に多大な悪影響を及ぼす要因となる。そのため、ドレンを速やかに系内から排出することは蒸気を利用する上で非常に重要である。

2-2 蒸気を逃がさない機能の重要性 （省エネルギー性）

産業界において蒸気は重要な熱・動力源であるがゆえに、工場などの蒸気使用箇所において蒸気シス

* (株)ティエルブイ

テムが消費するエネルギーの割合は非常に高い。また、これからの日本において燃料価格高騰への対応やカーボンニュートラル達成のためには、蒸気の消費を少しでも抑えることは非常に重要である。

2－1項で述べたドレン滞留によるトラブルを回避することだけが目的であれば、手動バルブを設置し開弁するだけで達成可能である。しかし、人手によるバルブ操作ではドレンと共に蒸気が系外へ排出されてしまう。前述の通り、蒸気はプラントにおいて重要な熱・動力源であるため、ドレン排除と同時に蒸気を漏らさない機能が求められる。

3. スチームトラップの分類による特性の違い

スチームトラップは「ドレンを迅速・確実に排除し、蒸気を漏らさない機能」を兼ね備えなければならないが、スチームトラップの種類によってドレン排除の特性と、蒸気を漏らさない性能は大きく異なる。

3－1 ドレン排除特性

スチームトラップは作動原理により、間欠的にド

レンを排出するタイプと連続的にドレンを排出するタイプとに大きく分かれている（図2）。

バケット式やディスク式と呼ばれるスチームトラップはドレンを間欠排出する作動特性を持っている。間欠排出するタイプは、開弁している時間と、閉弁している時間が交互に現れてドレンを排出する。ドレンの取り出し口からスチームトラップまでの距離にもよるが、閉弁時にはドレンが滞留してドレンの取り出し口を越えて蒸気雰囲気中に達することがある。また、間欠排出タイプは溜まったドレンを一気に吐き出すことになるため、瞬時流量が大きくなる。スチームトラップから排出されるドレンは再蒸発蒸気を伴うため、スチームトラップ二次側の配管はドレン噴流のスピードが一気に上昇し、ドレンの水滴が高速流に乗って曲がり部に激突する。このような排出作動を繰り返すことにより、配管の減肉、穴あきに発展することがある。この他間欠排出タイプには、バイメタル式やエレメント式、インパルス式などが該当する。

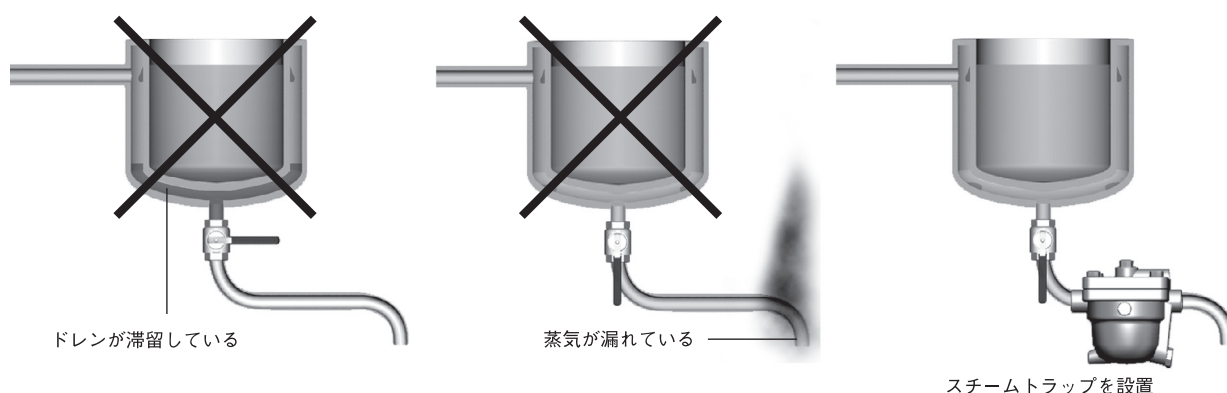


図1 ドレンの排除および蒸気を漏らさない機能をもつスチームトラップ

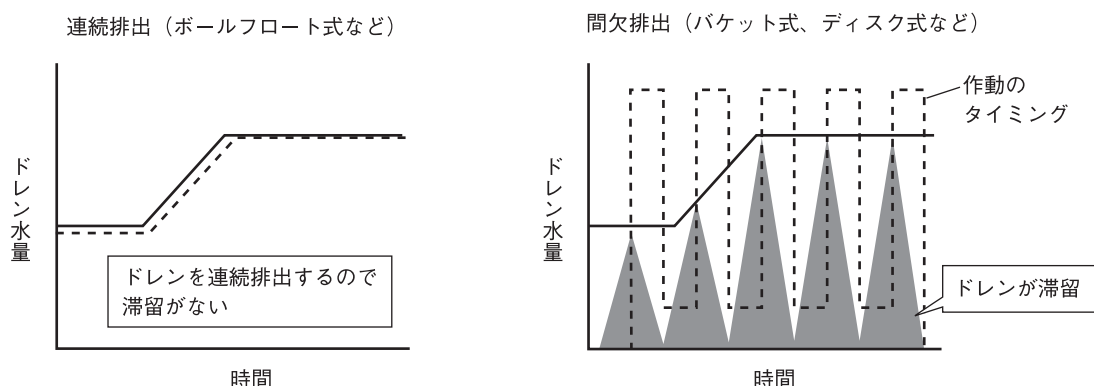


図2 連続排出と間欠排出のドレン排出イメージ

ボールフロート式やレバーフロート式などの連続排出タイプは、流れ込んできたドレンを連続的に排出する作動形式である。そのため、スチームトラップ一次側にドレンの滞留はなく、かつ、二次側配管内の流速が遅く、減肉を起こしにくい流れになる。すなわち、一次側を絶えず蒸気雰囲気を保ちながら、二次側配管にはやさしい排出の仕方になっており、減肉リスクも少なくなることから、蒸気システムの寿命を長く保つことができる。

スチームトラップの選定の際にはドレン排除特性やスチームトラップの作動方式特有の性質をよく理解した上で、設置する箇所の求められる加熱や環境に合ったものを選択しなければならない。例えば潜熱で加熱することを想定した蒸気使用装置においては、装置内部を常に蒸気雰囲気で満たすことが求められる。つまり、確実なドレン排除が求められるため、連続的にドレンを排出するボールフロート式などのスチームトラップが理想のタイプと言える。

3-2 作動蒸気ロスと長寿命性

蒸気における省エネルギーは重要であるため、廃熱回収や放熱ロスの削減などさまざまな省エネルギー手法が存在する。しかし、スチームトラップの作動に伴って消費される蒸気量について着目されることは少ない。実はスチームトラップは、正常作動時においても蒸気消費が発生する。また、蒸気輸送配管などドレンの発生量が少ない箇所では、スチームトラップの種類によっては蒸気消費が大きくなってしまうものもある。例えばディスク式スチームトラップやバケット式スチームトラップなどは、作動原理上ドレンを排出する際に蒸気を消費しなければならない。これをスチームトラップの作動蒸気ロスと言う。スチームトラップ1台からの作動蒸気ロスは約1kg/h以下とプラント全体での蒸気使用量と比較すると微々たるものである。しかし、スチームトラップはプラント全域に張り巡らされた蒸気配管や蒸気使用装置に必ず設置されているものであり、スチームトラップ設置総数はプラントあたり1,000台を超えることも多くある。そのため、プラントでのスチームトラップ設置数が多いほど、作動蒸気ロスは増加し無視できないものとなる。また、スチームトラップは経年劣化により蒸気を漏らす故障を起こすリスクがある。スチームトラップの漏れ故

障による蒸気ロス量は平均約5kg/hと言われており、その量は作動蒸気ロスよりも多い。そのため、作動蒸気ロスが少なく、かつ寿命が長いものを選択することは省エネルギー性を考える上で重要な項目の一つであると言える。

4. フリーフロート®・スチームトラップの特徴と環境保全効果

ティエルブイのボールフロート式スチームトラップであるSS1N、JH3S-X、JH5SL-X（フリーフロート®シリーズ）は環境省の環境技術実証事業（ETV）の気候変動対策技術領域においてその性能が実証された。その性能を実現した特徴とその環境保全効果について下記に述べる。

4-1 フリーフロート®・スチームトラップの構成と仕様

ティエルブイのフリーフロート®・スチームトラップは、ステンレス製であること、独自のフロートの3点支持機構およびフロートを極限まで球に近づけた上、表面を精密に研磨することで高寿命・高シール性能を実現している。もちろん、フロート式のスチームトラップなのでドレンを連続的に排出することが可能である。

フロートの3点支持機構とは、弁座（ドレンの排出口）であるオリフィスと本体内部に2点の台座、以上3点で弁体であるフロートを保持することで、球であるフロートの位置が再現性を持って定まるため、極めて高いシール性能を実現するものである。

また、精密に研磨したフロートは球の全面が弁の機能を持つため、どの面が弁口と接触しても高いシール性を保ち、局所的な摩耗を避けることができる。

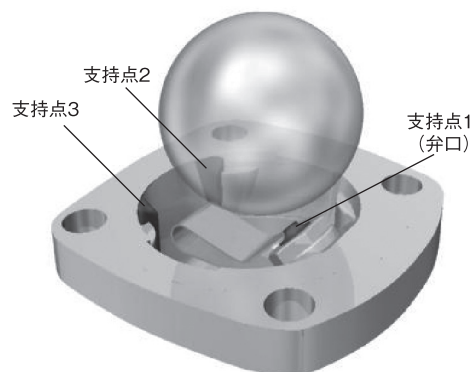


図3 3点支持機構+高精度研磨フロート

更に、静かな作動で衝撃力が部品に加わらないため、長寿命となる。これによりメンテナンス頻度が少なくなり、蒸気漏れ故障になった際に発生するロスと、部品・部材の消費量を削減することが可能となる。

4-2 フリーフロート[®]・スチームトラップが実現する環境保全効果

環境保全効果は2つある。1つは作動蒸気ロスを最小限に抑えることによるCO₂排出量削減と、もう1つは長寿命性能が実現する省資源効果である。

① 作動蒸気ロス低減によるCO₂排出量削減

図4はドレン流量5kg/hの条件で、一般ディスク式スチームトラップと蒸気輸送配管用フリーフロート[®]・スチームトラップとの正常作動時における作動に伴う蒸気消費を比較したものである。蒸気輸送配管用フリーフロート[®]・スチームトラップは、先

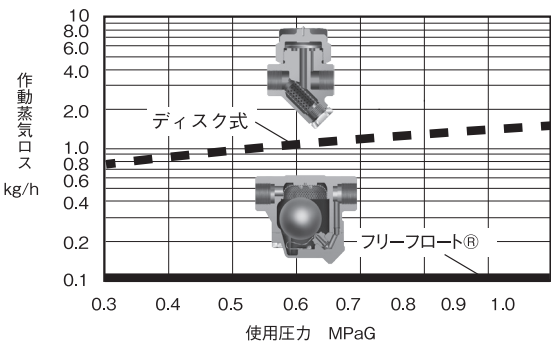


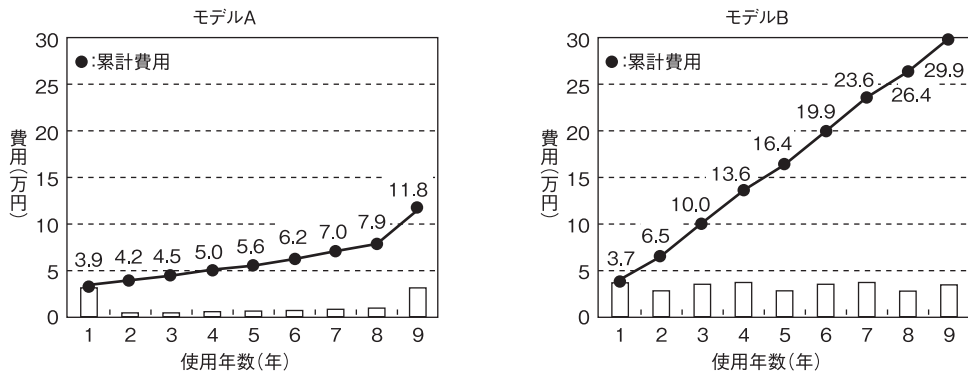
図4 ディスク式とフリーフロート[®]の正常作動時における作動蒸気ロスの比較

述の通りシール性能が高くなるよう設計されている。一方でディスク式スチームトラップは弁体開閉の際に蒸気を消費するため、正常品であったとしてもドレン排出の際に蒸気を消費してしまう。このため、フリーフロート[®]・スチームトラップを選定することで作動蒸気ロスが90%削減可能となる場合がある。

② 長寿命による省資源効果

フリーフロート[®]・スチームトラップは作動蒸気ロスが少なく、かつ経年劣化による影響を最小限に抑えることによって長寿命を実現したスチームトラップである。これによってメンテナンス頻度を少なくし、部品・部材の消費量を削減し、省資源効果を与える。

これら2つの環境保全効果により、フリーフロート[®]・スチームトラップはトラップ管理にかかわるすべての費用であるライフサイクルコスト（LCC）を最小限に抑えることが可能となる。LCCとはトラップの購入費や交換費用などの保守費用と、トラップの劣化などによる蒸気漏洩や生産機会損失による損失費を合わせたものである。例えば、図5のモデルBのように本体価格は安価だが作動蒸気ロスが多く、経年劣化によるメンテナンスが頻繁に必要なトラップはLCCが高くなる。一方でフリーフロート[®]・スチームトラップはその環境保全効果により、図5のモデルAのようなLCCとなる。8年間での総費用



	購入費用	交換費用	作動蒸気ロス	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	7.9万円
モデルB	7,500円	8,000円	1.0kg/h	0.4kg/h・年	3年	26.4万円

※Aは省エネ・長寿命モデル。Bは汎用的な間欠作動のモデル。

図5 スチームトラップのLCCの比較例

で比較すると約1/3に抑えることが可能となり、長い目で見てお得なスチームトラップと言える。

このようにフリーフロート[®]・スチームトラップは環境保全効果を発揮することにより、プラントの経済的なスチームトラップ選定を行うことが可能となる。

5. おわりに

本稿ではスチームトラップの必要性と、スチームトラップの作動蒸気ロス量、環境技術実証モデル事業にて実証された環境保全効果の高いスチームトラップについて述べた。スチームトラップはさまざまな型式があるため、選定の際に迷われることも多いかもしれない。更にスチームトラップの設置方法や配管のレイアウトなど、スチームトラップの能力を

最大限に発揮するためには本稿で述べたこと以外にも気を付けなければならない点はさまざまある。スチームトラップの選定・設置方法だけでなく、蒸気システムにおけるお悩みやご相談などがあれば下記問い合わせ先まで連絡していただければ幸いである。

- URL <https://www.tlv.com>の「お問い合わせ」コーナーから。
- またはTLV技術110番TEL 079-422-8833まで直通電話。

フリーフロートは(株)ティエルブイの登録商標です。