

特集② トリセツを読もう

スチームトラップ

*本庄 真啓

1. 概略

蒸気は、多くの産業で熱源や動力源として多量に使用されている。蒸気は正しく使用されることで高い生産性、高品質なものづくりを安全に実現できる、利用価値の高い熱エネルギーである。ただし、それは蒸気システムが最適な状態に維持、管理がされていることが前提となり、蒸気配管や使用設備で発生する凝縮水（ドレン）を自動で排出するスチームトラップの役割は重要である。

本稿では、蒸気を正しく使用するために欠かせない、スチームトラップの取扱説明書（取説）の読み方とその注意点について、弊社のもを例に紹介したい。

2. 取説とは

スチームトラップの取説を読まれたことはあるだろうか。多くの方が、製品が正常に機能しないときに、トラブルシューティングなどを確認するために手にするのではないだろうか。製品が手元に届き、現場に正しく設置、使用するために必ず手に取って一読していただきたい。

取扱説明書を辞書で調べてみると、「機器や道具などの操作方法やどのように扱うのかを説明している文章、冊子」とある。その目的は、製品に対して知識がない初めて手にする方にも、安全に、正しく操作、取り扱いを説明するものである。

スチームトラップの取説内に使用する専門用語を分かりやすく、統一するため、1994年に日本バルブ工業会と各スチームトラップメーカーが集い、用語集とその定義付けを行い、それに基づいて作成されている。

*特許イェルブイ

一方、手順書や和製英語としてのマニュアルは、業務や作業の順番が段階ごとに記載された文章である。目的は、作業に対して一定以上の知識を備えた人に向けた、作業の標準化であり、属人化による品質のバラツキ解消、次世代への技術伝承のために、一つひとつの作業の内容を明確化するものである。

3. 取説のポイント

取説にはその製品を安全に、正しく取り扱い、その機能を発揮させるための方法や、使用後に発生するトラブルシューティング、その後の処置方法に至るまで記載されているので、設置後も大切に保管していただきたい。

弊社の例では以下のような項目や内容を掲載している。

- ① はじめに：製品の概略説明
- ② 安全上のご注意：取り扱い上の注意点
- ③ 配管工事の確認：施工上の注意点
- ④ 作動説明：スチームトラップの作動原理
- ⑤ 仕様：圧力・温度の注意点
- ⑥ 構造：構造図と部品名称の確認
- ⑦ 製品の取り付け：設置上の注意点
- ⑧ 保守：作動点検、部品点検の方法
- ⑨ 分解・組立：手順、要点
- ⑩ トラブルシューティング
- ⑪ 製品保証、連絡先

これらについて、順に詳細を確認する。

① はじめに

製品であるスチームトラップの使用目的、機能、特徴が簡潔に記載されている。

例えば、TLV製フリーフロート®シリーズのような

ボールフロート式スチームトラップ(図1)の場合、「輸送管や装置より連続的に発生しているドレンが流入するとドレンを滞留させることなくすばやく、連続的に自動排出することにより、機器の加熱効率を高めます。」とその機能、特徴が簡潔に記載されているので、実際に設置する場所にその機能が合致していることを確認する。

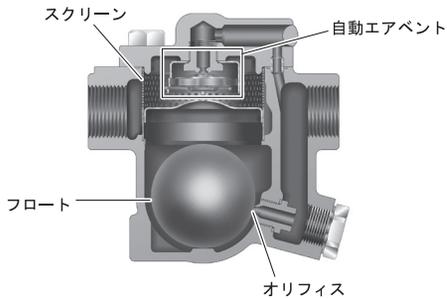


図1 ボールフロート式スチームトラップ

② 安全上のご注意

スチームトラップを取り扱う上での注意点全般について記載されている。

製造物責任(PL)法が1995年7月1日から施行されている。製造物の欠陥によって、消費者が損害を被った場合に、製造業者に対して責任を訴えることができる、消費者を保護する法律である。

製造業者としては、製品事故を起こさせないために、禁止された取り扱い方法並びに、正しい取り扱い方法を記載する必要がある。

注意事項に関する図記号は図2のように「危険、警告、注意」のレベルに合わせて使い分けている。内容の記載方法にルールがあり、指示事項・禁止事項を先に、理由をその後に記載している。

ボールフロート式スチームトラップの取説の場合、【! 警告】「フロートを直接火にかけて加熱しないでください。」「内圧が昇圧して、フロートが破

危険・警告・注意を促す内容があることを告げるものです

危険 : 人が死亡または重傷を負う差し迫った危険の発生が想定される内容

警告 : 人が死亡または重傷を負う可能性が想定される内容

注意 : 人が傷害を負う可能性および物的損害のみの発生が想定される内容

図2 注意事項に関する図記号の例

損し重大な人身および物損事故のおそれがあります。」といった危険行為に対するリスクが記載されている。

製品の取り扱いに対する注意事項が記載されているので、特に「安全上のご注意」については理解の上、正しく、安全にご使用いただきたい。

③ 配管工事の確認

スチームトラップを設置する際は、その機能を継続的に発揮し、メンテナンス性を高めるためにも適切に工事されるべきである。

スチームトラップの設置で特に重要なことは、蒸気輸送配管または蒸気使用設備で発生したドレンがスチームトラップへ自然に流入できることである。蒸気輸送配管中で発生したドレンは蒸気との比重差によって配管底部を流れるが、蒸気流速は20～30m/sと高速で流れているので、ドレンを確実にスチームトラップに流入させるためには、大きめの排水溜り(ドレンポット)が必要である。そのドレンポットの下部には配管中の錆、スケールなどが溜まるので、スチームトラップには上澄みのドレンを流入させ、下部に溜まった異物を排出する弁を設けて、定期的にブローする。スチームトラップにドレンが流入して初めて信頼性の高い蒸気システムが構築でき、取説にはその方法が記載されている(図3)。

要件	正しい方法	誤った方法
適切な径の排水溜りを設けます		 径が細すぎます
ドレンの流入を妨げない工事をします		 径が細すぎ、流入口が管内に突き出しています

図3 ドレンの排出方法の例

④ 作動説明

スチームトラップの3大機能として下記のようなものがある。

1. ドレンを排出する機能
2. 蒸気を漏らさない機能

スチームトラップ…(3)

3. 不凝縮ガスを排出する機能

取説では、停止状態から蒸気を通したときの順に作動の流れを示している。

まず、蒸気の通気初期の空気、低温ドレンの排出→ドレンの排出→閉弁状態で記載されている。

⑤ 仕様

手元にあるスチームトラップのネームプレート(図4)を確認して欲しい。スチームトラップは、製品毎の使用材質などにより、耐圧・耐温が異なる。取説に注意としても記載されているが、各製品の最高許容圧力、温度があり、外れて使用すると製品の破損、異常作動等により重大な事故を起こすおそれがある。また、最高作動圧力差を外れて使用すると、製品が作動不能(フンズマリ)になることがあるので十分に注意が必要であり、仕様範囲内であることを確認したうえで製品を取り付ける。

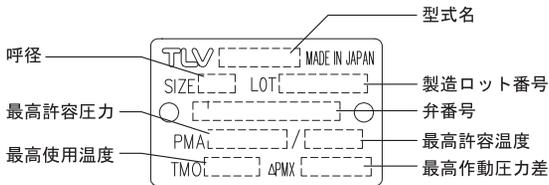


図4 製品のネームプレートの例

⑥ 構造

定期的または、作動不良などによりメンテナンスを検討されるときに、ガスケットの位置、手配が必要な部品を構造図で確認することができる。点検キットは、分解して内部確認をする際の交換が

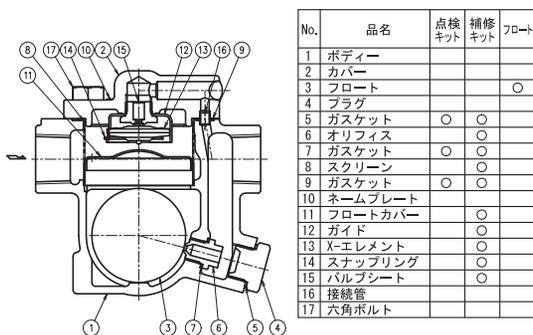


図5 構造図の例

必要なガスケット類、補修キットは、メンテナンスを計画されている際の交換推奨品を記載しているので、どちらかのセットで交換する。

特に重要部品のオリフィスは、装置の使用圧力によってメンテナンス周期を決定し、周期毎の交換を推奨する。圧力が高いものは定期修繕を2年周期、低いものは4年周期など自主管理の中で期間を設定し運用されることを推奨する。

⑦ 製品の取り付け

スチームトラップの取り付け手順は、作業の安全性、正しく機能させるために重要な項目なので、確認される方も多いだろう。

始めに、スチームトラップが設置されていない状態で、入口弁を開弁し、蒸気でブローして配管内を清掃しフラッシングする。しっかりフラッシングしておかないと異物が内部に混入し、初期不良の要因にもなる。

次に、スチームトラップの防塵用キャップまたはラベルを取り外す。異物混入をさけるため設置直前に取り外すことが望ましい。稀にラベルの取り外し忘れにより、ドレンの排出ができなくなる事例があるので注意する。取り付けの際には、流れ方向、取り付け角度等に十分気を付けて正しく取り付ける。ボールフロート式スチームトラップはその取り付け角度もスチームトラップの作動に影響を与えるので、取説の取り付けの際の許容傾斜角度(図6)を確認のうえ正しく取り付ける。最後に出入口弁を開弁し、蒸気を通して、正常に作動することを確認する。接続した箇所等から外部に漏れがないことも確認しておきたい。

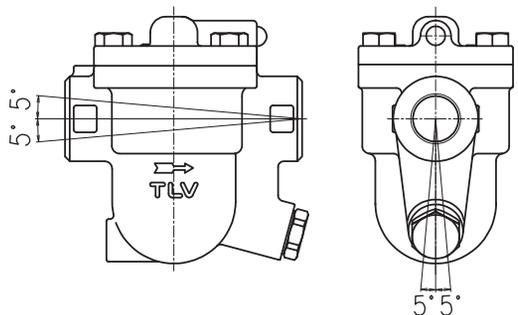


図6 取り付けの際の許容角度の例

⑧ 保守

スチームトラップの不良には、大きく分けて蒸気漏れ不良と排出不能(フンヅマリ)不良がある。

蒸気漏れ不良が発生すれば、ボイラーで消費する燃料の使用量が増える。これは燃料代の話にとどまらず、二酸化炭素排出量の増加をも意味する。ところで、正常に作動しているスチームトラップから排出される湯気と、蒸気漏れ不良のスチームトラップから発生している漏れ蒸気を見極めることは意外と難しい。正常作動しているボールフロート式スチームトラップから排出されるドレンの温度は供給されている圧力の飽和温度である。例えば0.5MPaGであれば159℃のドレンが排出されるが、スチームトラップのオリフィスから排出された瞬間に圧力が大気圧に下がるため、ドレンの一部は再蒸発蒸気となる。これは漏れ蒸気ではなく、正常な作動をしている証拠でもある。

蒸気漏れの場合は、やや青みがかった蒸気が勢よく排出されるので、見極めのポイントになる。(図7)。

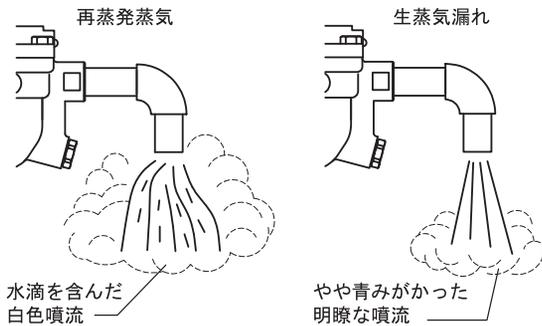


図7 再蒸発蒸気と生蒸気漏れ

もう一つの排出不良(フンヅマリ)とは、ドレン滞留のためにスチームトラップの表面温度が低下している状態である。本来であればスチームトラップの表面温度は、ドレン圧力の飽和温度に近いはずである。

スチームトラップから排出しなければならないドレンが滞留することにより、生産設備、生産物品に悪影響を与えるおそれがあるので、早急にメンテナンスによる部品交換または、スチームトラップの交換が必要である。

取説では、日常の点検、定期的な点検手法の紹介と上記のような作動状態の見極め方が紹介されている。

⑨ 分解・組立

分解・組立は取説を手元に置き、確認しながら実施していただきたい。分解前に、必要なガスケット、部品類を準備のうえ実施する。

特にスチームトラップを分解する際は、内部の圧力が低下して大気圧となり、スチームトラップの表面温度が室温程度にまで低下してから行う。そうしなければ内部の蒸気、ドレンが吹き出し、ケガ、火傷をする場合があるので十分注意していただきたい。

分解を行う場合は、必要に応じて潤滑油を塗布し、取説に記載されている適切なサイズの工具を使用し実施する。

組立の際、ガスケット類は再利用せずに交換する。ネジ部には焼付防止剤を塗布し、ボルト・ナットは締め付けトルク値に従って、トルクレンチにて締め付ける。

⑩ トラブルシューティング

⑧の保守の作動点検において作動不良と判断された場合、内部部品の故障の可能性がある。作動不良別に推定原因となる故障部位の確認ポイントと処置方法が記載されているので、分解点検時の内部部品を確認する際の参考にしていただきたい。

4. 取説の確認不足による不適合事例

4.1 取り付け方向不適による吹き放し不良

スチームトラップは流れ方向が決まっている。出入口を反対に取り付けてしまった場合、どのように

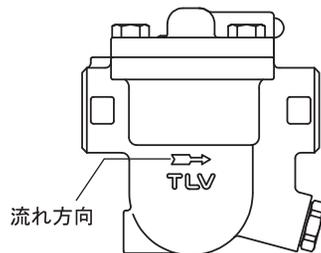


図8 流れ方向を示すマークの例

なるだろうか？

ボールフロート式スチームトラップの場合、答えは蒸気漏れ(吹き放し状態)になる。流れ方向を反対に取り付けると、本体ドレンの排出孔になる出口側から蒸気が流入するため、本体内部のフロートは押し上げられ閉弁することができず、入口側に蒸気が抜け、出口配管から蒸気が連続的に漏れる吹き放しとなる。このようなトラブルを避けるため取り付け方向は取説を確認して設置していただきたい。

4.2 作動圧力差の間違いによる吹き放し

スチームトラップの種類によって、入口圧力に対する出口圧力の許容度(背圧許容度)が違う。例えばディスク式スチームトラップでは、出口圧力が入口圧力の30～50%になると、正常作動ができなくなり、吹き放し状態になるので注意が必要である。一方、ボールフロート式スチームトラップは背圧許容度が99%まで作動可能である。

特にドレン回収を行う際には、スチームトラップに背圧が掛かる状態になるため、背圧許容度の大きなスチームトラップを選定する必要がある。

4.3 オリフィス選定間違いによるフンツマリ

ボールフロート式スチームトラップは最高使用圧力の制限が製品毎のオリフィスNo.によって決められている。例えば型式SS1NH-5というTLV製の主管用ボールフロート式スチームトラップの「5」は、最高使用圧力0.5MPaGであり、入口と出口の圧力差が0.5MPa

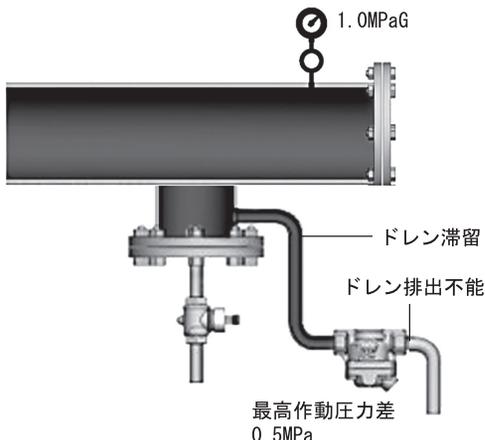


図9 最高使用圧力を超過して使用した場合

以内で正常に作動できることを示している。入口と出口の圧力差1.0 MPaラインにこの製品を取り付けると、新品でもドレンの排出ができず、蒸気輸送配管側にドレンを滞留させることになる。設置前に取説にも記載されているように、製品の銘板を確認のうえ最高使用圧力以内で使用する。

5. ドレン排出箇所管理のすすめ

事業所内に数多く存在するスチームトラップの中でも、定期的なメンテナンス(TBM)がされるスチームトラップは、重要設備の位置づけとみなしてもよいのではないだろうか。一方、それ以外のスチームトラップは点検すらされずに、どこに、どれだけ設置されているか把握できていないといった声も少なくない。しかし、全数のスチームトラップに重要設備と同じレベルのTBMを実施していくのは難しい。

スチームトラップは使用年数の経過と共にいつかは故障する。故障により蒸気漏れが発生すれば、直ちに損失となる。そのため定期的に診断を行い、不良箇所を改善することで、蒸気ロスの最小化が可能になる。弊社の実績では初めてトラップ診断を実施した現場の1箇所のスチームトラップの平均漏れ量は、1時間あたり4.7kgである。仮に100箇所の漏れ不良があると(蒸気単価3,000円/ton、稼働時間8,000hr/年)、年間11,280千円にもなる。

また、スチームトラップが正常であったとしても作動に伴う蒸気ロスが発生するが、スチームトラップの種類によってこのロス量に差があることはご存知だろうか。

正常なディスク式とボールフロート式スチームトラップの作動蒸気ロスの比較であるが、図10に示す通り、ディスク式を使用している箇所であればボールフロート式へ変更することで作動蒸気ロスを90%

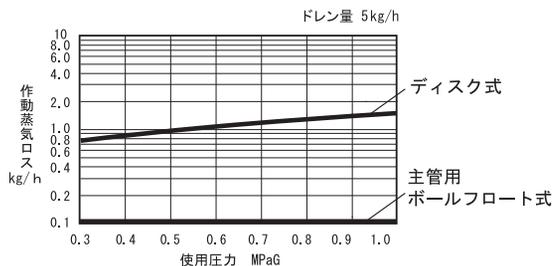


図10 スチームトラップの作動蒸気ロス比較

削減することが可能となる。

そこで、事業所にある全数のスチームトラップを定期的に診断、不良箇所を特定するだけでなく、取り換えが必要なスチームトラップは省エネで長寿命なタイプに更新する方法が考えられる。そうすることにより、蒸気を漏らすことなく、確実にドレンを排除する最適状態を維持しつつ、管理コストをも低減できる。これを実現するプログラムがある。スチームトラップの管理は、事業所内において安全で信頼性の高い蒸気システムを運用するために、非常に効果的である。弊社が開発し、これまでに多くの成果を出しているドレン排出箇所管理プログラム(BPSTM®)は、次のプロセスフローで実行される。



図11 ドレン排出箇所管理プログラムのプロセスフロー

この仕組みを参考に皆様の事業所でも取り入れていただくことで、安全・安定操業に貢献できるのではないかと考える。

6. ドレン排出箇所管理の遠隔監視システム

重要な設備であり、TBMによりメンテナンスを実施しているにもかかわらず、スチームトラップを分解したときに異常が確認されることはないだろうか。もしくは、重要設備であるが故に1日数回スチームトラップの表面温度を計測・記録を実施し、そのために多くの工数が掛かっている、などの課題はないだろうか。

装置、生産に影響が出る前に、スチームトラップの状態を常時監視できれば、異常を早期に発見でき

る可能性がある。そのためにはスチームトラップの作動の状態によって変化する超音波と温度の情報を同時に捉えることが必要となる。弊社ではそれらの情報を基に「正常」、「漏れ」、「排出不能」などの判定が可能となり、設備管理者に文字情報として伝えることを可能とした。

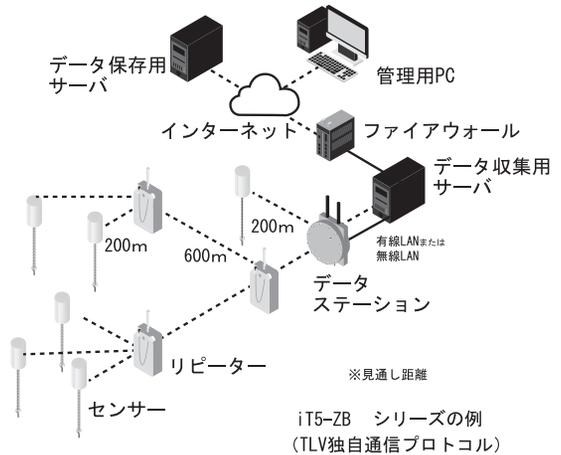


図12 常時監視システムの例

図12はこの技術を使って、スチームトラップの作動を遠隔で常時監視するシステムの構成である。状態を監視することで異常が発生すれば対策を講じることができる。

7. おわりに

取扱説明書を活用することにより、スチームトラップの設置方法、管理方法、トラブルシューティングと長期的に活用ができる。なお、無料の会員になれば、弊社のウェブサイトからいつでも取説をみるので、活用していただきたい。また、省エネ性が高く、信頼性が高いスチームトラップを採用するとともに、トラップの継続した管理により、安全・安定操業の構築が可能と考えている。本稿が、皆さまの活動の一助になれば幸いである。

【筆者紹介】

本庄 真啓
株式会社ティエルビ