

# 蒸気輸送配管における ドレン排除の重要性とその手法

蒸気輸送に伴い発生するドレン対策は省エネ対策として極めて重要である。配管中に発生するドレンは迅速かつ確実に排除しなければならず、単にスチームトラップを取り付ければよいというものではない。スチームトラップの適切な配置と管理が求められる。その管理方法を紹介する。 (編集部)

株式会社ティエルブイ CES センター 宮脇 真美

## 1. はじめに

蒸気は、放熱や被加熱物への加熱により熱を失うと気体から液体に凝縮しドレンとなる。このドレンが蒸気システム内に滞留すると、ウォーターハンマーの発生や配管穴あきなど、様々なトラブルを引き起こす可能性がある。ドレンに起因するトラブルはいずれも蒸気システムの重大な事故や突発的な運転停止に繋がりがかねない。そのためドレンを迅速・確実に排除することはプラントの安定操業を維持する上で重要と言える。

その中でも、蒸気輸送配管におけるドレン排除については、熱交換器のような被加熱物を加熱する装置と比較すると発生ドレン量が少ないためか、適切に対処されていないプラントが多い。またスチームトラップの管理を適切に行うことは、安全性だけでなく省エネルギー性を保つ上でも重要である。本稿では蒸気輸送配管におけるドレン排除の重要性とその手法・管理について紹介する。

## 2. ドレンによって引き起こされるトラブル

蒸気輸送配管において、蒸気は周囲への放熱により凝縮しドレンとなる。熱交換器で発生するドレンと比較すると量は少ないが、蒸気輸送配管中にドレンが滞留すると後述のようなトラブルを引き起こす可能性がある。

### 2.1 ウォーターハンマー

蒸気輸送配管におけるウォーターハンマーの多くは水の塊が高速で配管やバルブに衝突し発生するものであり (図-1 参照)、配管のズレやバルブの破損などプラントの安定操業を脅かすリスクとなる。

実際に、常態的なウォーターハンマーによる配管破裂に伴う死亡事故に繋がった事例がある。この事例におけるウ

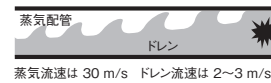


図-1 ドレンによるウォーターハンマー

ォーターハンマー発生要因はスチームトラップ不良などのドレン排除方法不適によるドレン滞留と結論付けられた。このように蒸気輸送配管におけるドレン排除はプラントの安定・安全操業を維持する上で非常に重要と言える。

### 2.2 配管穴あき

配管内にドレンが滞留していると、蒸気がドレンを巻き込むことで、蒸気と同じ速度で水滴が配管内を移動する。蒸気中のドレン水滴が配管エルボやバルブシートなどにぶつかることで減肉し、蒸気漏れを引き起こす可能性がある (図-2 参照)。蒸気漏れは作業員への火傷の危険性がある上に、ボイラーでの蒸気発生量を増加させるため CO<sub>2</sub> 排出量増大に繋がる。

上記のことから、蒸気輸送配管において発生したドレンは迅速かつ確実に排除しなければならない。

## 3. スチームトラップによるドレン排除

蒸気システムにおけるドレン排除の手法としてスチームトラップが一般的に用いられる。以降に蒸気輸送配管に適

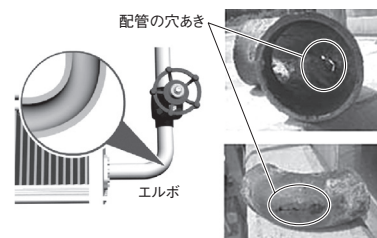


図-2 ドレンによる配管減肉

したスチームトラップ，その設置方法と設置場所について述べる。

### 3.1 スチームトラップの選定

#### (1) 求められる要件

前述した通り，蒸気輸送配管におけるトラブルは操業停止や大きな経済損失へと繋がる。そのため蒸気輸送配管ではトラブルは未然に防止し，質の高い蒸気を供給する事が求められる。これらを満たすため，ドレン排除手法に求められる要件は

- ①ウォーターハンマー防止のためドレンを滞留させない
- ②乾き度の高い蒸気を輸送するためドレンを連続的に排出する
- ③早期スタートアップのため初期スタートアップ時の多量ドレンとエアを急速排出する
- ④平常運転時，配管放熱によって発生した少量ドレンでも蒸気を漏らさない

以上4点である。

#### (2) スチームトラップが満たすべき能力

(1)の①～④の要件を全て満たすことがスチームトラップには求められる。

- ①ドレンを連続かつ負荷に追従して排出する
- ②少量ドレンでも確実にシールし，蒸気を漏らさない
- ③初期エアを急速かつ多量に排気する

これらの機能を持ったスチームトラップの選定が，安定操業や良質な蒸気供給へと繋がる。

#### (3) ベスト選定

上記要件を全て満たすスチームトラップは，**図-3**の蒸気輸送配管用フロート式スチームトラップである。このスチームトラップの特長として下記が挙げられる。

- ①弁体のフロートが負荷に追従してドレンを連続排出する。
- ②フロートの3点支持により，確実にシールし蒸気漏れを防止する。これにより少量ドレン時でも蒸気を漏らさない。
- ③内蔵バイメタルにより初期低温エアを強制排出し，早

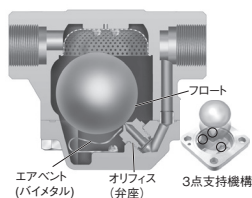


図-3 蒸気輸送配管用スチームトラップ  
"TLV SS1シリーズ"

期スタートアップが可能。

#### (4) 使用してはいけないスチームトラップ

(2)の①～③の要件を満たさないスチームトラップは適さない。特に温調式トラップはドレンを滞留させる事を目的としたものであるため，飽和温度付近のドレン排出や，負荷に追従したドレン排出ができない。よって，蒸気輸送配管へ温調式トラップは絶対に使用してはならない。

### 3.2 スチームトラップの設置方法と注意点

蒸気本管のドレン抜きは水平配管底部から小口径の配管でドレンを取り出すケースがあるが，ドレンが上手く流入できずに一部が素通りするため適正設計ではない。**図-4**のように本管と同径程度のドレンポットでドレンを受け，スチームトラップへ流下させる設計が理想である。これによりドレンの確実な捕捉に加えてゴミ・スケールをスチームトラップへの流入防止も果たすことができる。

また，スチームトラップの出口管は水没させてはならない。装置停止時に排水が逆流し，異物によるトラップ故障に繋がるためである。やむを得ない場合は出口管に小穴を開けることで逆流を防止可能である。

### 3.3 蒸気輸送配管におけるスチームトラップ設置箇所

#### (1) スチームトラップ設置間隔

蒸気輸送配管のスチームトラップの設置間隔はドレンの発生量と関係ない。一般的に先述のドレンポットが未施工のケースが多く，配管内ドレンは完全に排除されていない。そのためウォーターハンマー発生リスクが大きく，リスク回避のため30m以内の間隔でのスチームトラップ設置が推奨されている。

#### (2) 蒸気輸送におけるスチームトラップ必要箇所

##### ①ボイラーの蒸気出口直後

蒸気の負荷変動等でボイラーから缶水のキャリーオーバーが発生することがある。キャリーオーバーは蒸気の乾き度低下だけでなく，ウォーターハンマー発生の要因にもなるためボイラーの蒸気出口にはトラップの設置が必要である。

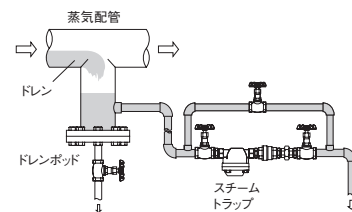


図-4 蒸気配管からの適切なドレン抜き方法

②蒸気ヘッダー

蒸気ヘッダーは蒸気を各系統に分岐・供給するために設置される。蒸気ヘッダーで確実にドレンを排除することで各系統へドレンを含まない蒸気を送ることが可能となる。

③配管立上り手前

配管の立上り部分ではドレンは自重により最下部で滞留する。そのため配管立上り手前のドレン排除が必要となる。

④減圧弁・制御弁手前

減圧弁や制御弁は内部構造上、入口側にドレンが滞留する。ドレンは弁内部のエロージョンや故障原因となるため、減圧弁・制御弁の入口側にスチームトラップ設置が必要となる。

⑤配管末端

スチームトラップで排出しきれないドレンは最終的に配管末端へ到達し、滞留する。よって、各蒸気輸送配管の末端にはスチームトラップ設置が必要である。

## 4. スチームトラップの管理手法

スチームトラップの作動不良は「閉塞」と「蒸気漏れ」に大別される。閉塞不良はドレン滞留を引き起こし、プラントの安定操業を脅かすリスクとなる。漏れ不良は蒸気を無駄に放出するため、省エネルギー性を低下させる。そのため、スチームトラップの定期的な作動点検はプラントの安全性だけでなく、省エネルギー性を確保するためにも重要である。

また、スチームトラップの能力を最大限に活用するためには日常的な点検に加えて、各ドレン排出箇所に合わせた最適選定や、排出方法などを含めた管理が必要となる。スチームトラップの管理手法として、弊社が実施しているスチームトラップ管理プログラム「BPSTM®」の概要を紹介する。

### 4.1 ドレン排出箇所管理プログラム (BPSTM®)

「BPSTM®」は単なるスチームトラップ点検及び交換ではなく、ドレン排出箇所を最適状態にし、継続して実施可能な仕組みを構築するプログラムである (図-5 参照)。

#### STEP1. BPSTM®複合的データベース構築

初回診断でドレン排出箇所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

診断を通じて各ドレン排出箇所の結果を「見える化」する。

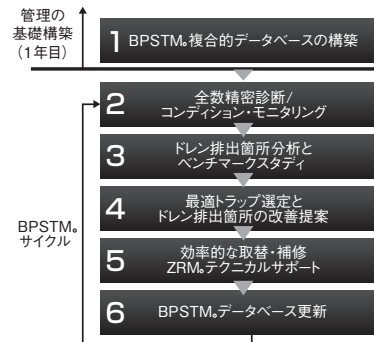


図-5 ドレン排出箇所管理プログラム

#### 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適選定を行い設置方法含めて改善する。

#### STEP5.効率的な取替・補修/ZRM®テクニカルサポート

不良トラップやバルブの交換/修理を行い、正常復旧を確認する。

#### STEP6. BPSTM®データベース更新

定期診断、交換時には確実にデータ更新し、不良分析や交換情報を常に最新状態にする。

上記6つを実践し、BPSTM サイクル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。

## 5. おわりに

本稿では蒸気輸送配管におけるドレン排除の重要性と、その手法であるスチームトラップの選定と設置、管理手法について述べた。適切なスチームトラップ設置とドレン排除は、プラントに潜むリスクを低減できる非常に重要な観点である。また、スチームトラップ管理の継続的な実施は安全性だけでなく、省エネルギー性を保つため必要不可欠であるため、是非参考にして頂きたい。最後に、今後も蒸気に関する問題や課題を抱えている皆様方のご質問やご相談に答える所存であり、お問い合わせやご意見は下記までご連絡頂ければ幸いである。

- 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。

#### 参考文献

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)