

< 技術資料 >

「スチームコンプレッサシステム」による省エネルギー 蒸気の未利用エネルギーの有効利用

(株) ティエルビ マーケティング部 高田 敏則

多くの蒸気プラントでは、湯気や使い道のない余剰蒸気が大気放出されているのが現状である。本稿では、従来のスチームエゼクタに代わって、廃蒸気を昇圧・再生して再利用でき、同時にドレンを加圧・圧送できる新技術「スチームコンプレッサシステム」を紹介する。

1. はじめに

蒸気プラントでは、地球温暖化防止や徹底したコストダウンのために、更なる温室効果ガス排出量削減、省エネルギーの必要性に迫られている。

そのためにこれまででも、ボイラの効率向上、蒸気配管・プロセスの断熱強化、蒸気プロセスの熱効率改善、ドレン回収など多くの改善が実施されてきた。

しかし、多くの蒸気プラントでは大気に熱放散している湯気や使い道のない余剰蒸気が大気放出されており、未利用の蒸気エネルギーとしてまだ存在している。しかもこれらの湯気や廃蒸気については、「再利用が出来ないため、仕方がないもの」として諦められ、改善が行なわれないうまになっているケースも多く見られる。

本稿では、このような未利用の蒸気エネルギーを回収し、低压または中圧の蒸気として再生するとともに、同時にドレンの回収移送、再利用も可能にした新しい省エネルギー技術について紹介する。

2. 従来の「スチームエゼクタ」の課題

一般的な蒸気プラントでは、図-1に示すフロー図のようにボイラで作られた蒸気は、高压蒸気から中圧、低压と段階的に分けられ、その圧力差を利用して発電を行い、さらに各圧力の蒸気はそれぞれ蒸気プロセスに供給される。また、蒸気プロセスで使用された蒸気

はドレンとなってスチームトラップから排出され、高压・中圧のドレンはフラッシュタンクでフラッシュ蒸気を発生させて中圧・低压蒸気として再利用し、さらに低压ドレンはドレンタンクを介してボイラの給水タンク等に回収される。

また、発電を優先するケースや生産プロセスからの副生蒸気が発生する蒸気プラント等では、低压蒸気が大量に発生し、その使い道がないために余剰となり大気放出しているケースもある。

このような廃蒸気を有効利用する方法としては、古くからスチームエゼクタがよく用いられてきた。

しかし、スチームエゼクタは、高压の駆動蒸気を使

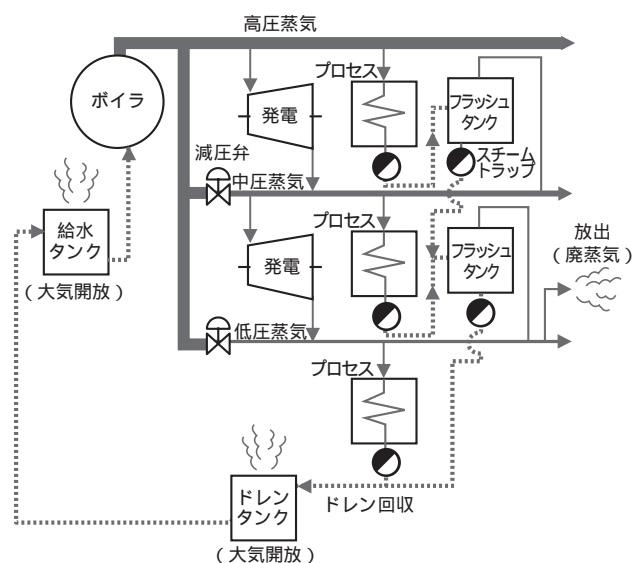


図-1 蒸気プラントのフロー図

って低圧の吸入蒸気と混合，昇圧させるもので，もともと現場の使用条件に合わせて個々に一点設計される機器で，広範囲な使用条件には使用できず，また性能・機能ともに十分とは言えなかった。

さらに，スチームエゼクタを使って未利用エネルギーを回収・再利用するためには，周辺のシステム機器の選定やシステム設計，配管設計が必須で，エンジニアリングを必要とする。また，単なる昇圧のための機器であり，蒸気の乾き度や吐出蒸気圧力の安定性に欠け，ドレンを移送する機能は有していないため，広く一般的に使える技術ではなかった。

このようなスチームエゼクタの課題を解決し，蒸気の未利用エネルギーの有効活用を促進するために，過去に開発された関連技術としては，廃蒸気の発生源に背圧をかけずに廃蒸気の熱を回収する廃蒸気熱交換器なども存在していた。

3. 新技術『スチームコンプレッサ システム SC シリーズ』

このような蒸気プラントでの廃蒸気の有効利用に関する課題を解決し，更なる省エネルギー，CO₂排出量

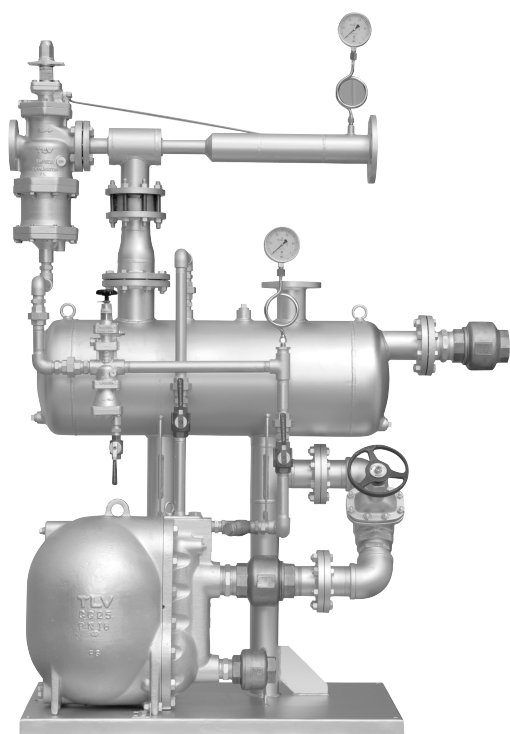


写真1 スチームコンプレッサシステムSCシリーズ

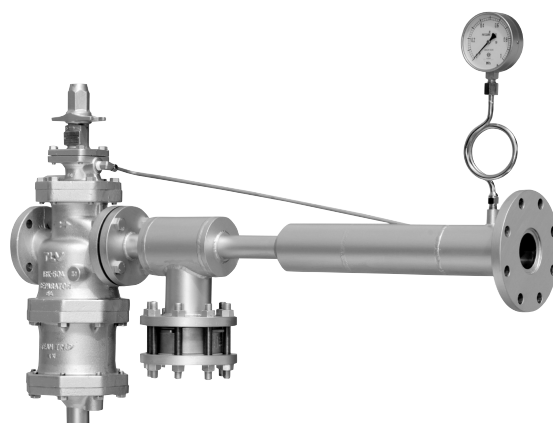


写真2 スチームコンプレッサユニット

削減を促進するために『スチームコンプレッサシステムSCシリーズ』（写真1参照）が開発され，評価を得ている。

3-1 構造・原理

本システムは，湯気や廃蒸気を高効率に昇圧・再生して蒸気プロセスに供給するための「スチームコンプレッサユニット」（写真2）と，無電力でドレンを加圧・圧送するための「パワートラップシステムパッケージ」から構成される。

スチームコンプレッサユニットは，蒸気エゼクタと同じ原理で吸入蒸気を昇圧することができる。また，駆動蒸気の入口には「セパレータ内蔵の高性能自力式減圧弁」が設置されており，駆動蒸気を乾き蒸気にすることでスチームコンプレッサの性能向上と耐久性を向上している。さらに，この自力式減圧弁によって蒸気プロセスに供給する蒸気の圧力を高精度に維持，安定させることが可能である。

一方，パワートラップシステムパッケージは，ドレンタンクとパワートラップをパッケージ化しており，ドレンタンクでは中圧・高圧のドレンを低圧のフラッシュ蒸気とドレンに分離し，さらにドレンは蒸気を駆動源として加圧され，ボイラ給水タンク等に圧送，回収される。

このように電気を一切使用せずに，廃蒸気を昇圧・再生して蒸気プロセスで再利用可能にするとともに，同時にドレンも加圧・圧送する機能を有する。

また，ドレン回収専用ポンプCP-Nとの組み合わせ

により、ドレンを直接ボイラにクローズド回収する等のカスタマイズも可能である。

3-2 特長

(1) 蒸気の未利用エネルギーを低圧・中圧蒸気として再生

ドレンタンクや蒸気プロセスから大気に放散している湯気や廃蒸気を低圧蒸気に昇圧・再生し、また余剰になり大気放出している低圧蒸気を高圧蒸気に昇圧・再生することが可能である。これまで回収、再利用できないと諦めていた蒸気プラントの湯気や低圧廃蒸気を再利用することで、省エネルギー・CO₂排出量削減が促進されるとともに、湯気の解消による見映え、環境上の問題も解決する。

(2) 防爆域でも簡単に設置可能

廃蒸気の昇圧、ドレンの加圧・圧送には駆動源として蒸気を使用するので、電気が一切不要である。したがって、防爆域でも簡単に設置工事、運転ができ、防爆域という理由でこれまで改善工事ができなかった多くの蒸気プラントでの改善が促進される。

(3) フラッシュタンク（圧力容器）が不要

高圧ガス規制の圧力容器に該当するフラッシュタンクをドレン回収に使用している場合は、フラッシュタンクをなくすことも可能である。圧力容器のフラッシュタンクに代わり、システムにセットされたドレンタンクでフラッシュ蒸気をいったん大気圧力まで減圧後、低圧蒸気まで昇圧して再利用を可能にするとともに、ドレンは加圧、移送して再利用を促進する。

また、大気圧力でドレンを回収するため、ドレンが排出される蒸気プロセスに大きな背圧がかからず、プロセスの突発停止リスクも低減する。

(4) システムのコアに高性能スチームコンプレッサを採用

新開発の高性能スチームコンプレッサは、これまでのスチームエゼクタに比べて吸入蒸気量を向上させ、少ない駆動蒸気量で大量の湯気、廃蒸気を高効率に昇圧・再生させることが可能である。従来のスチームエゼクタに比べて、吸入蒸気量を約10%アップし、図・2の通りの性能を有する。1.0MPa（ゲージ圧）前後の駆動蒸気圧力があれば、吸入比は5以下で、吸入蒸気圧力を2倍以上の吐出蒸気圧力まで昇圧でき、これまで投資採算性の問題から改善されていなかった少量、低圧の廃蒸気の有効利用を促進する。

(5) 長期間にわたる安定した吐出圧力を維持

駆動蒸気の入口に設置された「セパレータ内蔵の高性能自力式減圧弁」は、駆動蒸気を乾き蒸気に改善し、スチームコンプレッサの効率を向上させ、かつ長期間にわたり性能を維持する。

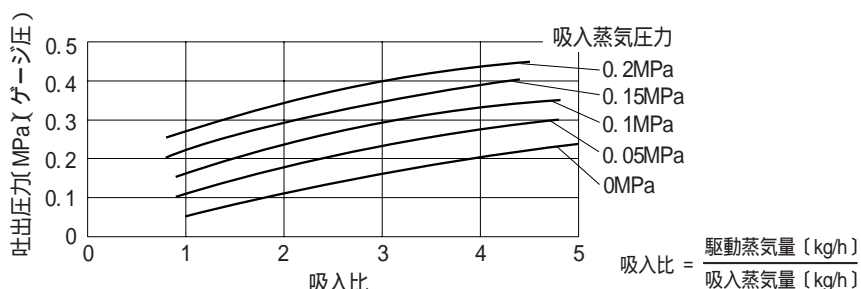
また、同時に吐出圧力を高精度に安定して維持し、蒸気プロセスに供給する蒸気圧力を正確に保持し、蒸気プロセスでの品質・生産性の向上も実現させる。

3-3 仕様

スチームコンプレッサシステムのコアとなるスチームコンプレッサユニットを、用途、使用条件に応じて外形を3種に標準化している。表・1に詳細仕様を示す。

3-4 用途

スチームコンプレッサの基本性能はさきの図・2の通りで、駆動蒸気圧力が1.0MPa（ゲージ圧）前後あれば、吸入比5以下で、吸入蒸気圧力をほぼ2倍以上の吐出蒸気圧力まで昇圧できる。例えば、わずか200kg/h程



図・2 スチームコンプレッサ性能グラフ (駆動蒸気圧力0.9MPa(ゲージ)の場合)

表-1 スチームコンプレッサユニットの標準仕様（圧力はゲージ圧）

型式		SC1	SC2	SC4
接続 〔mm〕	駆動蒸気口	25	50	
	吐出口	80	100	150
	吸入口	50	80	100
最大吸入蒸気流量〔kg/h〕 （吸入圧力0.2MPaの時）		250	600	1000
本体材質		制御弁：ねずみ鋳鉄 エゼクタ部：炭素鋼/ステンレス鋼 逆止弁：ステンレス鋳鋼 ドレン回収ポンプパッケージ：ねずみ鋳鉄/炭素鋼		
最高使用圧力〔PMO〕〔MPa〕		1.57		
駆動蒸気圧力範囲〔MPa〕		0.6～1.57		
最高使用温度〔TMO〕〔℃〕		220		
使用流体		蒸気，蒸気ドレン		

度の大気圧力の廃蒸気でも、0.2MPa（ゲージ圧）まで昇圧して蒸気プロセスで使用可能になれば、年間メリットは300～350万円/年前後となり、工事費を含めた改善投資額は通常3年未満で償却可能である。

スチームコンプレッサシステムの用途は下記の3つに大別される。

（1）大気に放散している湯気を回収・再利用

多くの蒸気プラントではドレンを回収・再利用する際、蒸気プロセスの突発停止リスクを低減する目的で、蒸気プロセスのドレン出口側からの背圧の作用を避けるために、ドレンを回収するタンク等を開放にして、ドレン回収システムの一部を大気圧力にしている。

そのため、この開放部からドレンの持つ熱エネルギーの一部が湯気や蒸気のまま大気に熱放散し、この熱エネルギーが有効利用されていない。

スチームコンプレッサシステムの用途例1を図-3

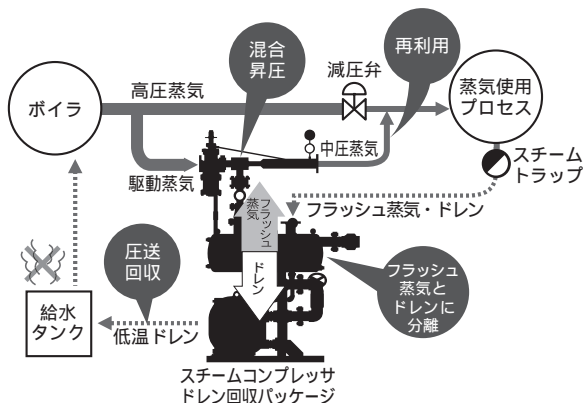


図-3 スチームコンプレッサシステムの用途(1)

に示す。この用途では、大気に放散している湯気、廃蒸気を低・中圧蒸気に昇圧・再生して再利用可能にするとともに、同時にドレンも加圧、圧送して再利用を可能にする。

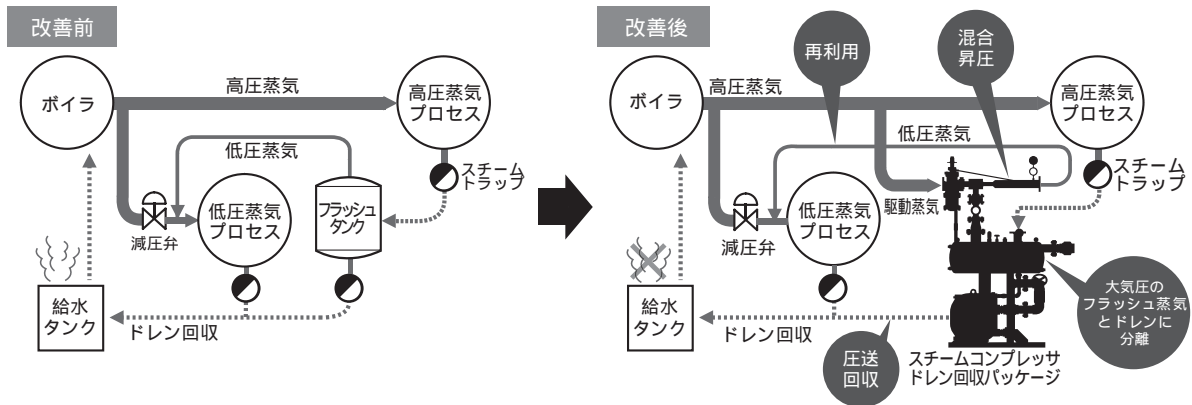
（2）フラッシュタンクを使わずにフラッシュ蒸気を再利用

高压の蒸気プロセスで発生するドレンは、通常、フラッシュタンクを設置して、ドレンを中圧・低压のフラッシュ蒸気に変換して再利用する。しかし、そのためには、圧力容器となるフラッシュタンクが必要で、かつ圧力容器になった場合は定期的な法定検査も必要である。

スチームコンプレッサシステムは、大気圧力のタンクを備えており、高压ドレンをいったん大気圧力まで減圧してフラッシュ蒸気を発生させ、さらに中圧・低压蒸気まで昇圧してフラッシュ蒸気を再利用できるので、フラッシュタンクが不要となる。また、同時にドレンも加圧・圧送して再利用可能にする。このシステムを図-4に示す。

（3）発電の優先などで発生する余剰の低压蒸気を再利用

蒸気タービン等で自家発電を行っている蒸気プラントでは、発電量の増大を優先するために、結果として発電後の低压蒸気が余剰となり、やむを得ず大気に放出しているケースがある。また、生産プロセスからの副生蒸気の発生等によっても蒸気が余剰となっている蒸気プラントもある。



図・4 スチームコンプレッサシステムの用途(2)

本システムは、このような余剰の低圧蒸気を中圧蒸気に昇圧・再生して再利用可能にする。

4. おわりに

蒸気は、環境に優しくまた使いやすく、低コストなことから、産業界で最も多く使用される熱エネルギーである。多くの蒸気プラントでは省エネルギー・地球温暖化防止対策のために、その有効利用の改善に日々取り組まれている。

また「エネルギー使用の合理化に関する法律」や「地球温暖化対策の推進に関する法律」への対応も必要で、今後も蒸気有効利用の重要性はますます高まっている。

本稿で紹介した「スチームコンプレッサシステム」は、多くの蒸気プラントの改善課題として残されている蒸気の未利用エネルギーの改善に有効な新技術であり、今後の省エネルギー、CO₂排出量削減の促進に寄与するものと確信している。

トラッピング・エンジニアリング

利益を生む省エネ・保全技術 / 藤井照重 監修

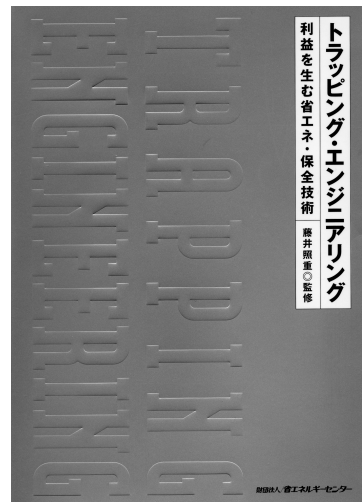
スチームトラップの基礎から実践的省エネ手法まで、
トラッピング技術の全てを網羅

- おもな目次**
- 第1編 スチームトラッピングの基礎
 - 第2編 スチームトラップの構造と特徴
 - 第3編 スチームトラップの応用
 - 第4編 スチームトラップ管理のベストプラクティス
 - 第5編 水および空気・ガス配管系におけるトラッピング

活用法

蒸気利用システムの設計者・設備担当者・保全担当者の実務テキスト
スチームトラップ選定・保全・管理方法の技術資料
ドレン回収・フラッシュ蒸気利用のガイド
蒸気システムの管理標準設定
省エネ対策の具体案の作成

A5判 336頁 定価3,360円(税5%含)



お申込み・お問合せは 財団法人/省エネルギーセンター

〒104-0032 東京都中央区八丁堀3-19-9 ジオ八丁堀
電話 03-5543-3015 FAX 03-5543-4120 <http://www.eccj.or.jp/book/>