

キラリとかがやく！ 製品・ビジネスモデル



第12回

ドレン・ユゲ回収ユニット「HeatSaver[®]」

株式会社ティエルバイ

● 2024 年度省エネ大賞中小企業庁長官賞

本製品は従来のオープン回収では実現できなかった蒸気ドレンから発生するユゲの熱エネルギーをほぼ全量回収することができる製品。これにより、蒸気使用現場で生じるエネルギーロスの削減だけでなく、蒸気使用現場周囲で問題となる高温多湿環境の改善を図ることができる。
(編集部)

1. 開発の背景及び目的

ティエルバイは、スチームトラップをはじめとしたメカニカル機器および計測・制御機器の製造・販売ならびにコンサルティング、蒸気・動力システム、配管の設計および施工、機械器具設置工事などを手掛けている企業。2024年度省エネ大賞中小企業庁長官賞を受賞したドレン・ユゲ回収ユニット「HeatSaver」は、製品内に内蔵された複数の特許機構等により、蒸気ドレンをオープン回収する装置でありながら、従来のオープン回収では実現できなかった蒸気ドレンから発生するユゲの熱エネルギーをほぼ全量回収することができる製品となっている。

産業分野において蒸気は広く使用されるエネルギー源であるが、使用後に発生する蒸気ドレンに対して適切な回収処理を行わないと、熱エネルギーや水資源のロス、ユゲ（※大気圧開放時に蒸気ドレンから発生した再蒸発蒸気〈フラッシュ蒸気〉のことを指すティエルバイ独自の用語で、微細な液体の状態である「湯気」と区別して用いる）による作業環境の悪化および周辺住民からの苦情などの問題が発生する。蒸気ドレンの回収方法はオープン回収とクローズド回収の二種類に大別される。大きな違いは大気開放箇所があるかないかであり、オープン回収では蒸気ドレン回収部に大気開放箇所がある。オープン回収システムにて蒸気ドレン回収を行う場合、蒸気使用設備にて発生した蒸気ドレン温度が100℃以上だと、100℃を超える温度分の熱エネルギーはユゲとして蒸気ドレンから気化し、大気開放

箇所から放出されエネルギーロスとなる。

対してクローズド回収では大気開放箇所を設けないため外部への熱エネルギーのロスがない。そのため省エネルギーという観点においてはクローズド回収のほうが優れている。しかしながらクローズド回収では大気開放を行わないという構造上、蒸気ドレン回収部の圧力が高くなり、低圧蒸気で加熱を行う装置にてクローズド回収を行うと、装置の出入口圧力差を十分にとれず、蒸気ドレンが抜けにくいという問題が生じる。この場合、蒸気使用装置内に蒸気ドレンが滞留し、加熱ムラなどの問題を起こすことがある。

近年は省エネ目的で工場の装置における蒸気使用圧力の低圧化が進んでおり、その結果クローズド回収が難しく、オープン回収を選択せざるをえない現場が増えている。

こうした背景から、ティエルバイではクローズド回収が難しい現場における熱エネルギーのロスをなくすべく、オープン回収条件にてクローズド回収の回収量に匹敵する新たなドレン回収機器（製品）の開発に着手した。

(1) 製品コンセプトと目標機能

ティエルバイでは、本製品の開発コンセプトを以下の2点とした。

- 蒸気ドレンとユゲの同時回収により熱エネルギーおよび水資源の全量回収を行う。
- 蒸気使用設備に悪影響を与えない（ドレン回収配管に圧力がかからない構造とする）。

これら2点を達成するオープン回収でありながらユゲ

の熱エネルギー回収を可能とする製品を目指した。またこれら目標機能のほか、併せて以下の付加機能も取り入れ設計を行った。

- 圧力容器に該当しない設計
- 屋外設置可能
- 床設置面積の最小化
- 外装パネルのステンレス化
- PLC（シーケンサ）およびタッチパネル表示器による回収熱エネルギーの表示、データ出力機能の搭載

（２）製品開発時に生じた課題およびその打開策

製品の設計を行うにあたり、ドレン回収配管に圧力をかけずに熱を逃がさないためには、オープン回収に近い構造を取りつつ、発生するユゲをロスなく熱回収を行う方法を考える必要があった。ユーザーニーズを調査した際、工場をくまなく見たところ、ボイラー給水用の水や冷水を蒸気を用いて加熱しお湯を作る用途など、熱回収を行い省エネに寄与できるユゲの使い道が数多くあることが判明した。そこで、工場から発生した蒸気ドレンやユゲの熱エネルギーをこれらの冷水に回収させ、ロスを無くす構造を考えた。

本製品開発最初期の製品内フローを図-1に示す。熱交換器内にて冷水にユゲの熱が回収され、ユゲは凝縮し蒸気ドレンとなりドレンヘッダーに流れ込む。その後メカニカルポンプにて給水タンクなどの外部に圧送する構造となっている。

開発を進める上で、いくつかの課題が生じた。代表的な

課題3つとその解決策を以下に示す。

課題1：ドレンヘッダーへのユゲ流入

図-1の開発初期においては熱交換器に蒸気ドレンとユゲと一緒に流れ込む方式をとっていたが、熱交換器内部で発生する圧力損失が大きく（ドレン回収配管に圧力がかかる構造）になってしまった。圧力損失を減らすためにより大きな熱交換器を使用することも検討したが、装置の大型化は床設置面積の最小化という方針にそぐわないため断念。そこでユゲは熱交換器に、蒸気ドレンはドレンヘッダーへと流れ込む気液分離機構の追加を行った（図-2）。

熱交換器へ向かうユゲ用配管を装置入口ラインより上向き（図-2中①）、蒸気ドレン用配管を下向き（図-2中②）に施工することにより密度差による気液分離を行っている。しかし、熱交換器と蒸気ドレン側配管では、分離してもなお熱交換器側のほうの圧力損失が大きく、ユゲの流量が多い場合、前述の方法のみでは分離しきれず、蒸気ドレン、ユゲの両方がドレンヘッダー側に流れ込む現象が確認された。この場合ユゲは大気に放出されてしまい、熱回収を実施することができない。また、熱交換器を通るユゲについても、流量が多い場合は完全に凝縮されることなくドレンヘッダーに供給される場合があり、これもまた大気に放出されてしまう。

打開策：気液分離機構の搭載による熱回収の最大効率化

メカニカルかつ複雑な機構にならない確実な気液分離機構

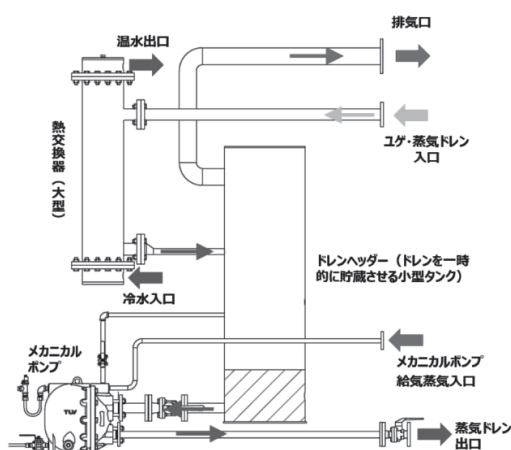


図-1 開発最初期の設計フロー

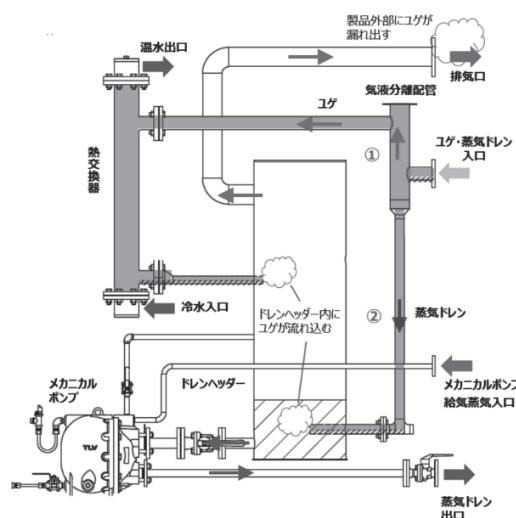


図-2 気液分離構造

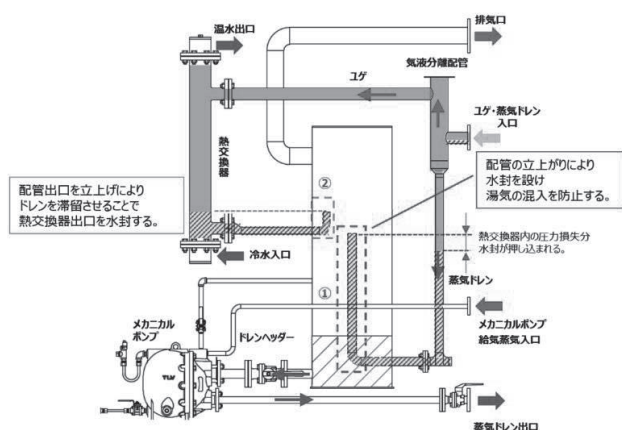


図-3 水封構造を追加した気液分離構造

造として、水封方式の活用を検討および導入を行った。図-3に修正後のフローを示す。実機検証試験により、本製品に生じ得る最大の圧力損失を確認し、この圧力損失以上の水頭を得るため気液分離配管のドレンヘッダー側に水封構造（図-3 中①）を設けた。この構造により、ドレンヘッダーへのユゲの流入を防ぐことに成功した。加えて熱交換器出口にも、エネルギー回収率が最大となるよう立上り構造（図-3 中②）を追加。ドレンヘッダーへのユゲの流出を防止し、かつユゲが約 70℃の蒸気ドレンとなるまで熱を奪いつくすことにより、ドレンヘッダー内の蒸気ドレン温度を下げ、ドレンヘッダー内でのユゲの発生をさらに抑止する構造とした。

課題 2：ドレンヘッダー水面からの「湯気」の発生

課題 1 の解決策により、ドレンヘッダー内ドレン温度は大気圧での飽和温度である 100℃よりも低く抑えられるようになっている。しかしながら、本製品の周囲温度が低い状況の場合、蒸気ドレンの温度が低い状態であっても湯気は発生してしまう（※この「湯気」は「ユゲ」と異なりほぼ熱エネルギーを持たない）。そのためドレンヘッダーをそのまま大気開放してしまうと、条件によっては排水口から湯気が立ち上ることとなる。実際にはエネルギーロスはほとんどないが、ユゲが放出されているように見えることからエネルギーロスしているように誤解されてしまうことなどもあり、対策する必要がある。

打開策：さらなる水封構造の搭載により湯気の放出を防止

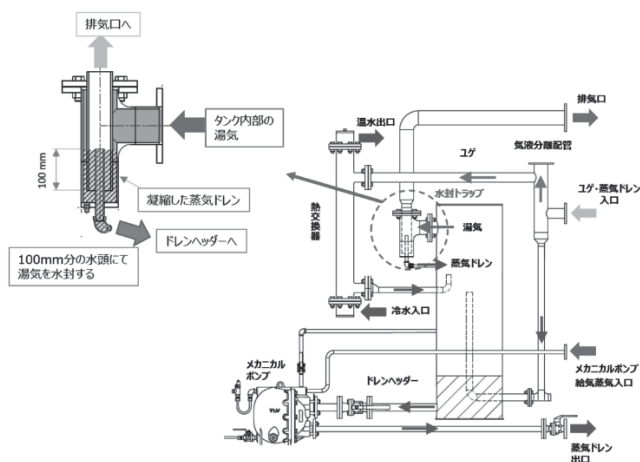


図-4 水封トラップの設置場所および詳細

湯気の放出を防止する対策として、水封機構を備えた専用部品（水封トラップ）を開発し排水口部に設置した。内部構造を図-4に示す。この部品は内部にて二重筒構造を取り、水封を形成している（湯気に含まれた水分が溜まることで水封となっている）。これにより通常運転時にドレンヘッダーで生じた湯気は、水封に阻まれて大気に排出されることはない。一方で、もし熱交換器への給水不良などによりドレンヘッダー内圧が上昇しそうな場合、水封部分が一時的に破れ大気に圧力を逃がすため、ユーザーの設備などに異常が発生し、万が一過剰な蒸気がドレンヘッダーへ流入してきたとしても、ドレンヘッダーやユーザーのドレン回収配管に圧力がかからない構造となっている。

課題 3：メカニカルポンプ作動後の水封破れ

本製品には、蒸気ドレンを給水タンクなどへ圧送、蒸気ドレン回収を行う加圧手段としてメカニカルポンプを採用している。メカニカルポンプは、『メカニカルポンプの本体内部へのドレン流入』と『一定量流入後、高圧の蒸気を用いて間欠的に蒸気ドレンを圧送する』動作が繰り返し行われ、ポンプの役割を果たしている。この際、蒸気ドレンを圧送した後に再びメカニカルポンプ内にドレンヘッダーから蒸気ドレンを流入させるためには、蒸気ドレンを圧送するために用いた高圧の蒸気をメカニカルポンプ本体内部から抜く（排気する）必要がある。

この高圧の蒸気を大気へ逃すようにメカニカルポンプ本体より抜く構造にしてしまうとエネルギーロスとなってしまうため、圧送に用いた蒸気はドレンヘッダーへと逃す構

造としたい。しかしながら、本製品には前述の課題解決のためにドレンヘッダーには水封トラップが設けられている。ユーザーの蒸気ドレン回収状況により、高い位置や遠い場所への蒸気ドレン回収を行う場合、メカニカルポンプへの必要圧送圧力は高くなる（高い蒸気圧力を要求し、圧送中のメカニカルポンプ内部の圧力も高くなる）が、試験検証を続けていくと、高い蒸気圧力で圧送を行った後にこの蒸気がドレンヘッダーへ排気された場合、衝撃力により水封トラップ内の水封が破れ、ユゲを大気へと逃してしまう課題が発生した。一方で回収せずに大気へと放出すると、その分の熱エネルギーを捨てることになってしまう。

打開策：排気分配装置の搭載によるエネルギーロスの最小化

この課題を解決するため、一定の圧力がかかると内部の

バネ機構により排気先を変えることのできる機構を有した排気分配装置を考案し搭載した。装置の設置場所および詳細を図-5に示す。この製品は排気圧力が一定以上の場合では、バネ機構により方向（B）側が開弁されるため、方向（A）側の排気口側に排気を行う。一方で、排気圧力がある程度下がった段階で方向（B）側のドレンヘッダー側を開弁する。この際、排気口へと排気される蒸気の持つ熱エネルギーは回収できない。そのためエネルギーロスを可能な限り減らすべく、最適なバネ強さや排気口側配管の絞りなどの排気最適化構造を設計。水封が破れないよう衝撃を抑えつつ、迅速なドレンヘッダーへの排気およびエネルギーロスの最小化を達成することに成功した。

以上の打開策に加え、前述した付加機能も反映させた上で製品の最終化を行った。その製品の最終フローを図-6に示す。

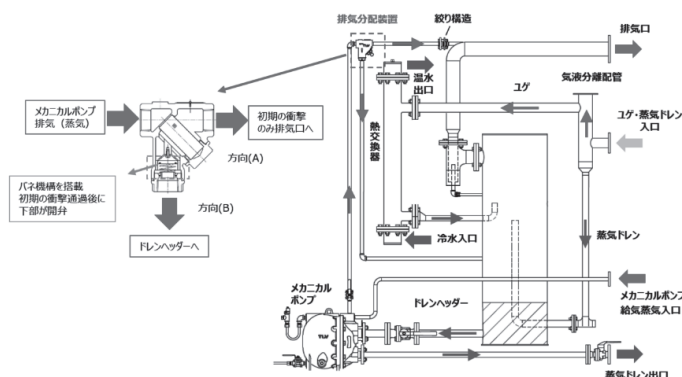


図-5 排気分配装置の設置場所および詳細

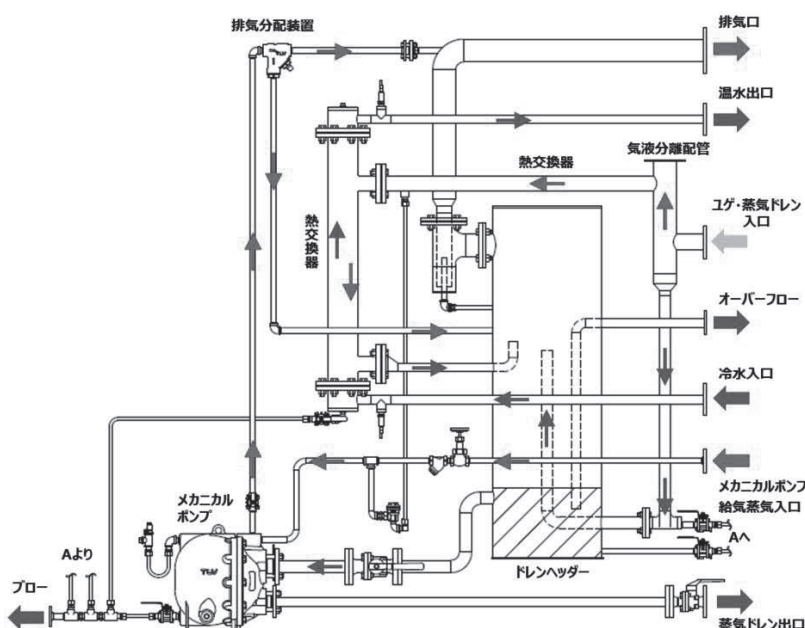


図-6 製品の最終フロー

2. 製品の詳細

ドレン・ユゲ回収ユニット「HeatSaver」の製品外観を写真-1に、設置イメージを図-7に示す。蒸気使用機器とボイラーへの給水タンクの間に設置することにより大気中に放出されていたユゲを解消し、それが持っていた熱エネルギーを給水タンクへの補給水加熱に利用する。

製品内部機構の用途を以下に示す。

- ・**気液分離配管**：ユゲ・蒸気ドレン入口から流入したユゲと蒸気ドレンを分離。蒸気ドレンはドレンヘッダーへ、分離したユゲは熱交換器へ流入する。
- ・**ドレンヘッダー**：気液分離配管より蒸気ドレンが流入し、メカニカルポンプが蒸気ドレンを圧送している間、一時的に蒸気ドレンをストックさせる。
- ・**熱交換器**：気液分離配管より流入したユゲの熱エネルギーを回収する。間接型熱交換器にて、冷水へ熱エネルギーを移動させる（冷水はボイラー給水や、工場内で使用する温水として利用する）。熱エネルギーを奪われたユゲは低温の蒸気ドレンとなり、ドレンヘッダーへ流れる。
- ・**メカニカルポンプ**：ドレンヘッダーから流入した蒸気ドレンが、給気蒸気入口から送り込まれた蒸気の圧力を利用して、蒸気ドレン出口から間欠動作でポンプ圧送される。圧送された蒸気ドレンはボイラー給水に再利用可能である。
- ・**水封トラップ**：水封トラップ内にたまった水による水封により、ドレンヘッダー上部に存在する湯気が大気

中に漏れ出さないように保持される。もしドレンヘッダー内圧力が上昇しそうになった場合は水封が破れることにより外部に圧力を逃がすため、ドレンヘッダー、熱交換器、気液分離配管内に高圧環境が生じない安全設計としている。

「HeatSaver」は、蒸気使用機器に背圧をかけないことにより生産設備に悪影響を与えないオープン回収のメリットを残しつつ、ユゲの熱エネルギーおよび水資源の回収というクローズド回収のメリットを同時に達成。これまで捨てられていた蒸気ドレンから得られる資源の全量回収を可能とした。また、製品内に各種センサーを搭載することにより、タッチパネル表示器にて本製品稼働時に回収される熱量、CO₂削減量およびメンテナンス時期などを数値およびグラフィック化し省エネ状況を可視化する（図-8）。

3. 省エネルギー性など

蒸気使用設備から発生した蒸気ドレンに加え、これまでオープン回収で回収することのできなかったユゲのもつ熱エネルギーの回収によるエネルギーロスの削減が可能。ある製紙工場にて本製品1台を導入したところ1時間あたり528MJ/hの熱回収を実現している。この現場では1年あたり5,520時間稼働する見込みのため、年間約2,914GJの熱エネルギーを回収できる（仮に本製品の最大スペックで1日24時間運転させた場合、年間約6,700GJの熱量回収が可能）。

この他、水資源を節約できることから環境保全性や省資



写真-1 「HeatSaver」の製品外観

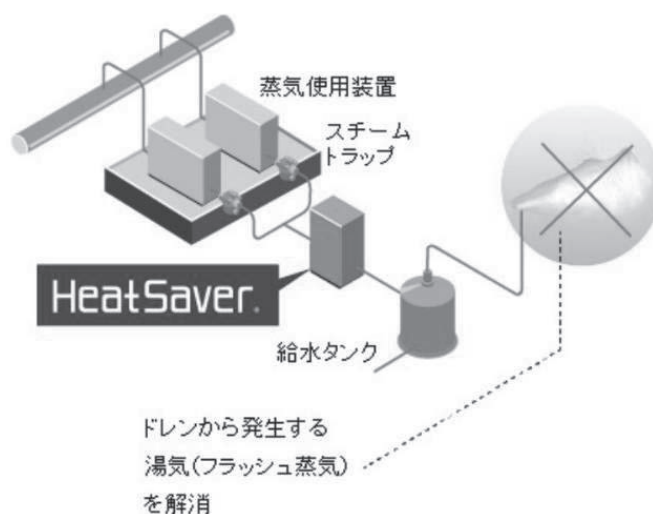


図-7 「HeatSaver」の設置イメージ

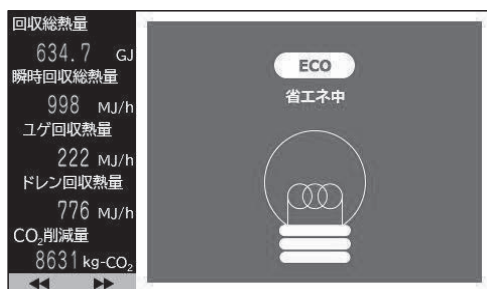


図-8 省エネ状況可視化のイメージ

源性にも優れ、安全性についても、本製品には水封トラップが導入されており、仮に熱交換器への冷水供給不足などでユゲの凝縮が適切になされずにドレンヘッダーにユゲが直接供給されてしまった場合であっても、水封トラップ内

部の水封が破れることによりユゲによる圧力を逃がすことができる。よって不測の事態によりユゲの凝縮が適切になされない場合でも、本製品および本製品に繋いでいる蒸気使用設備に意図しない昇圧が生じるのを防ぐことが可能。

〔事業者概要〕

名 称：株式会社ティエルブイ
所在地：〒675-8511 兵庫県加古川市野口町長砂881番地
担 当：原 靖彦
連絡先：<https://www.tlv.com>



省エネ大賞受賞者のコメント

株式会社ティエルブイ

このたび、2024 年度省エネ大賞において「中小企業庁長官賞」という栄誉ある賞をいただき、心より感謝申し上げます。

私たちティエルブイは、蒸気の計測・制御機器メーカーとして、蒸気を有効活用することにより、省エネルギーや省資源の実現に長年取り組んでまいりました。今回受賞した「HeatSaver」は、従来のオープン回収方式では避けられなかった“ユゲ”の放出ロスをなくし、熱エネルギーと水資源を最大限に回収できる機器です。開発の過程では気液分離や水封構造など、数多くの課題に直面しましたが、現場での実証と改良を重ねることで、ようやく実用化に至ることができました。

実際に導入いただいた工場では、省エネ効果に加えて、

作業環境の改善や、地域社会への環境配慮といった副次的な効果も確認されています。こうした成果は、私たちにとって大きな励みとなっています。

今後の展望としては、まず国内における導入拡大を積極的に推進し、新たなお客様にも幅広くご活用いただけるよう取り組んでまいります。国内の蒸気使用工場における蒸気ドレン回収率は約 35%にとどまっていますが、HeatSaver の普及が進むことで、CO₂ 排出削減に大きく貢献できると試算しています。

今回の受賞を一つの節目として、これからもお客様と共に現場に寄り添いながら技術を磨き続け、持続可能な社会の実現に向けて、より一層努力してまいります。