

食品工場における蒸気の省エネ改善 ＜利益に繋がる品質・省エネ・生産性向上の実現＞

㈱ティエルブイ マーケティング部 高田 敏則

1 はじめに

食品工場では、食品の安全確保とともに企業競争力の強化のためのコスト低減や生産性の向上、自動化など多くの大きな経営課題を抱えている。中でも、近年は地球温暖化防止の社会的責任としての温室効果ガス排出量の削減、そのための徹底した省エネルギーの促進については重要性・緊急性がますます高まっている。

本稿では、食品工場で大量に使用される蒸気の省エネルギー促進と、蒸気使用設備での生産物の品質・生産性向上の実現を目的として、各種用途における蒸気使用の改善技術について実例を含めて紹介する。

2 エネルギーの見える化の重要性

現在の厳しい経済環境下において、多くの食品工場では「さらなる省エネルギーをどのように進めればよいのか」というエネルギー管理の大きな課題があり、具体的に以下のようなジレンマを抱えている。

- 投資採算に乗る省エネテーマが見つからない。
- どこに省エネ改善の余地があるのか判らない。

- 全社での組織的な省エネ活動が停滞ぎみにある。
- エネルギーの見える化をしても省エネが進むとは思えない。
- 電気・燃料等、エネルギーの一元管理がされてない。
- 蒸気流量等、計測しているデータの信頼性に疑問がある。
- 改正省エネ法への対応や定期報告書の作成等が難しい。

など。

当然のことではあるが、蒸気流量計やエネルギー・モニタリングシステムを導入しただけで省エネ成果が得られる訳ではない。むしろ厳しい経済環境下でエネルギーの見える化の改善のためだけに投資することはできない。そもそもエネルギーの見える化はエネルギー量を測るために導入するのではなく、使用量を減らすこと、エネルギー原単位を改善することが目的である。しかしながら一部の工場では、エネルギーの見える化システムを導入しても肝心の省エネ成果を上げないままに終わっているケースも事実としてある。では、このような原因は一体どこにあるのであろうか。

原因の一つは、計測器の設置やシステム化に進める前の段階で、おおよそどれくらいの省エ

ネ・ポテンシャルがあるのかを把握していないことにある。そのためにはシステム全体の診断が不可欠であり、蒸気の場合では、発生から輸送・使用・ドレン回収に至るまでの各分野とシステム全体を総合的に診断し、どの分野で、どのような改善によって、おおよそどれくらいの省エネ・ポテンシャルがあり、またその個々の改善の投資採算の見通し付けが必要である。当社ではこのようなお客様のニーズに応えるために、スペシャリストによる現場診断に基づいた省エネ改善テーマの発掘とその投資採算の見通し付けを行い、さらにその後の継続的な省エネルギーを推進する仕組みとして「EEP (Energy Environment Profit) プログラム」(図1)を提案している。

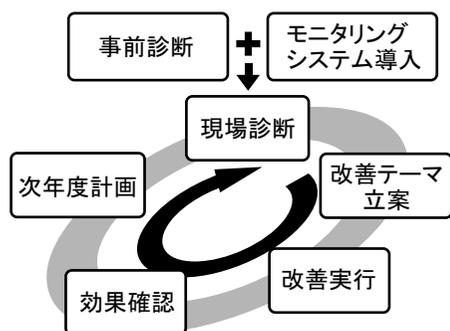


図1 TLV EEP プログラム

もう一つは、エネルギー・モニタリングシステムの設計の仕方とその運用の仕組みにある。要は、どこにどれだけ無駄や改善余地があるのかが見えなければ意味がなく、そのためには用途・設備別に固定エネルギーと変動エネルギーのガラス張りならびにエネルギー原単位の管理の仕組みが必要である。

当社のエネルギー・モニタリングシステム TLV EcoBrowser (エコブラウザ) 図2は、全社のエネルギーのガラス張り、省エネ改善テーマの発掘、改善後の効果の定量化、省エネ法の定期報告書の自動作成などを可能にし、省エネルギー促進を強力にサポートする。



図2 エネルギー・モニタリングシステム (EcoBrowser)

また、EcoBrowserは以下の特長を有している。

- ①蒸気・電気・エア・燃料・水および生産量等、PLCに接続できる計測器データによって、あらゆるエネルギーの消費量および原単位を一元管理できる。また、エネルギー使用量は、原油使用量・コスト・CO₂排出量等に換算して表示することも可能。
- ②Webブラウザを用い、インターネット上のWebサイトを閲覧するのと同じ要領で、いつでも、誰でも自由に見ることができ、全社の組織的な省エネ活動が可能になる。
- ③マップ機能を備えており、データを確認したい場所・設備を簡単に選択できる。
- ④前年・前月・前日との比較によってトレンド

が見え、変化をいち早く確認することができ
る。また、圧力や温度などの瞬時値も表示可
能で管理基準を超えた場合には信号を出力す
ることもできる。

- ⑤全社の組織、エネルギー用途を5階層別に管
理でき、またその管理区分の変更や集計デー
ターのEXCEL変換も容易なため、目的・必
要に応じたカスタマイズが可能である。
- ⑥省エネ法で義務付けられた定期報告書に記載
すべき事項の殆どを自動的に作成することが
でき、設備毎の管理標準書のサンプルも添付
されている。

EcoBrowserとEEPプログラムを導入した
先では、エネルギーの見える化による蒸気のロ
スの顕在化と以下に紹介する各種の省エネ技術
の導入により、省エネが促進されている。これ
らの実績から当社は、一般的な食品工場では
10%前後のボイラー燃料削減ならびに約20%の
ボイラー給水削減のポテンシャルがあると考え
ている。

3 「蒸気の質」の改善

食品工場では、スチーマに代表されるように
蒸気が直接、製品に触れる設備が多く、これら
の設備では使用する「蒸気の質」が課題となっ
ている。「蒸気の質」とは、1) 蒸気の乾き度が
高くかつ安定していること、2) 蒸気中に錆等
の不純物が混入してないこと、3) 蒸気の圧力・
温度が一定であることの3つである。

直接蒸気を使用する設備では、蒸気の乾き度
と温度が常に一定でない食品の品質が安定し
ない。乾き度が低く、蒸気中にドレン水滴を多
く含む蒸気では食品の表面にドレン水滴が付着
し、製品不良が発生する。また、配管中の錆や
スケール等の不純物が製品に混入すると品質上

の不具合となるため、一般的には蒸気入口に高
密度なフィルターが設置される。しかし、蒸気
配管の老朽化等により多くの錆が発生する等、
蒸気中の不純物が多い場合には、短期間でフィ
ルターが目詰まりを起こし、頻繁なメンテナ
ンスが必要となっているケースも多い。

ある食品工場では、これまでスチーマの蒸気
入口に通常の減圧弁を使用していたが、製品表
面に付着するドレン水滴の問題や蒸気圧力・温
度の変動によって製品品質が安定しないという
課題を抱えていた。また、同じく蒸気入口に
フィルターを設置していたが、従来の焼結式
フィルターのため、短期間で目詰まりが起こ
り、頻繁な部品交換やメンテナンスが必要とい
う課題もあった。

そこで、減圧弁を図3の「蒸気プロセス用減
圧弁（セパレーター・トラップ内蔵）」に、ま
たフィルターは図4の「セパレーターフィル
ター」に改善した。



図3 蒸気プロセス
用減圧弁
(COSPECT)

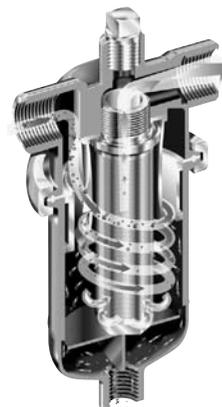


図4 セパレーターフィルター
(SF-1)

この減圧弁は、高精度な二次圧力保持の機能と、蒸気の乾き度向上の機能を合わせ持ち、安定した圧力（温度）の蒸気を供給するとともに、通過する蒸気中から強制的にドレンを分離・排除して、乾き度の高い蒸気を供給することができ、これによって製品品質の安定・向上を実現した。

また、従来の減圧弁は数年毎に取り替えが必要であったが、この減圧弁は蒸気中のドレンを分離・排除することで、ドレン水滴による弁部のエロージョンも軽減され、10年以上経過の現在も問題なく使用されている。

同様に、フィルターは図4に示したサイクロン効果により、長期の使用でも目詰まりが起こり難く、また目詰まり時の洗浄が簡単で、フィルターの繰り返し使用も可能となり、メンテナンスの合理化も実現した。

4 スチームトラップの点検・管理

食品工場には数多くのスチームトラップが使用されている。スチームトラップは蒸気の輸送、使用に伴い、蒸気が凝縮して発生するドレンを自動的に排出する目的で使用される。蒸気中からドレンを確実に排除しなければ、蒸気使用設備内にドレンが滞留して設備の生産性を著しく低下させるとともに、加熱ムラやドレン水滴による生産物の品質不良、また非常に危険なウォーターハンマー発生の原因にもなり、工場の安定・安全操業の大きな阻害にもなる。

食品工場の場合、蒸気配管には、図5の蒸気輸送配管専用のフリーフロート式が、また蒸気使用設備には図6の蒸気プロセス専用のフリーフロート式が最も適している。いずれもこれまで多く使用されてきたディスク式スチームトラップに比べて、省エネ性・加熱効率・耐久性

に優れ、ドレンを回収する場合の背圧許容度にも優れている。

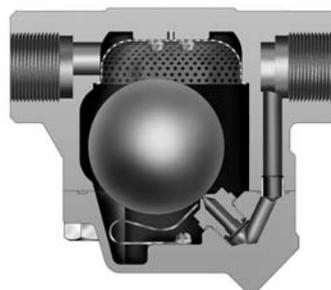


図5 蒸気輸送配管専用フリーフロート式スチームトラップ

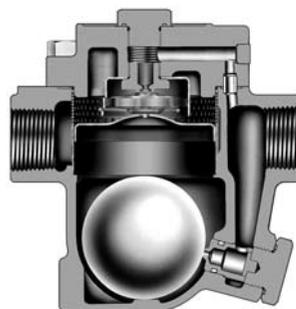


図6 蒸気プロセス専用フリーフロート式スチームトラップ

また、スチームトラップは使用年数と共に主に弁部が経年劣化し、蒸気漏れまたは閉塞の故障を起こす。当社が全国の工場で稼働しているスチームトラップの内、約13万台を診断した結果は図7の通りで、稼働中のスチームトラップの約28%が故障状態であった。また、蒸気

漏れのトラップからの総蒸気ロスは毎時約 110 トンもあり、1 台当たりで見ると、稼動時間を 12h/日、260 日/年、蒸気単価を 5,000 円/トンとすると、年間の蒸気ロス金額は、実に約 76,000 円となる。

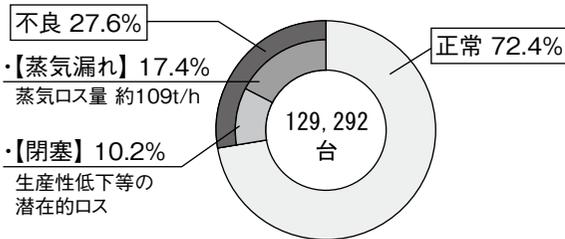


図7 スチームトラップの稼動実態 (全国平均の不良率)

従って、スチームトラップは定期的な点検、メンテナンスが必要で、当社のグループ会社ではお客様の工場のスチームトラップの診断を代行実施するサービス(写真1)を提供し、お客様の工場の蒸気ロス削減、省エネ促進を図っている。



写真1 スチームトラップ診断サービスの実施風景

5 蒸気ドレン、廃蒸気の回収

工場内で発生するドレンは、省エネならびに水資源の有効利用のためにも回収し、再利用すべきである。しかし、スチームトラップの出口に圧力を掛けるとドレンが円滑に排出されなくなる危険性があり、ドレン回収を行う場合には、スチームトラップの選定や回収システムの計画は慎重に進めなければならない。

ドレン回収を効率よく、かつ低い投資コストで実現するのに有効なのが、写真2の「ドレン回収用メカニカルポンプ」である。これは動力として電気を必要とせず、蒸気や圧縮エア等の圧力を利用して、遠く離れたボイラーの給水タンク等までドレンを圧送、回収できる。



写真2 ドレン回収用メカニカルポンプ

ある食品工場では、定置洗浄システム CIP で発生するドレンの回収を検討したが、蒸気圧力が低いため離れた場所まで回収ができず、またスチームトラップの出口配管を立ち上げると CIP 内にドレンが滞留してウォーターハンマーが発生するとの理由からドレン回収を断念して

いた。そこで、図8のフローのようにメカニカルポンプによるドレン回収システムを導入した結果、年間480万円のボイラー燃料節減の効果を上げた。また、スチームトラップの出口は大気開放のドレンヘッダーでドレンを受けるので殆ど背圧が掛からず、懸念していたウォーターハンマーもなく、安定した操業ができています。

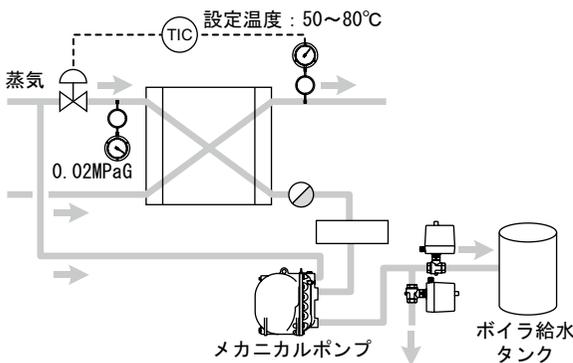


図8 メカニカルポンプによるドレン回収の例

また、生産現場に廃蒸気や湯気の発生がある場合は、以下の2つの改善技術が有効である。一つは、利用価値のなくなった低圧の廃蒸気や湯気を、中圧まで昇圧・再生して蒸気使用設備で使うために、低圧の廃蒸気・湯気を高圧の蒸気と混合・昇圧するシステムである。写真3はそのスチームコンプレッサーシステムで、スチームエゼクターと同じ原理で廃蒸気を昇圧するスチームコンプレッサーユニット部ならびにドレンを回収するメカニカルポンプユニット部から構成される。

もう一つの技術は、廃蒸気・湯気の熱だけを間接的に回収するもので、図9の「廃蒸気熱交換器」を用いる。この熱交換器は廃蒸気や湯気の発生源に背圧を掛けることなく、廃蒸気の熱

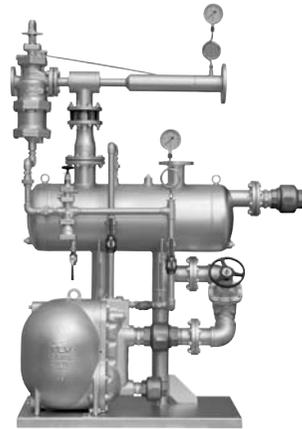


写真3 スチームコンプレッサーシステム

エネルギーを高効率に熱交換して、温水を生成するもので、洗浄・加熱等、温水の用途の多い食品工場には有効な熱回収技術である。

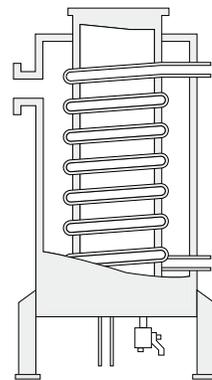


図9 廃蒸気熱交換器

6 エアリーク対策

これまで紹介してきた蒸気の省エネ対策ではないが、食品工場の電気の省エネ対策として有効なものとして、圧縮エアならびにチッソ等の

ガスの配管・機器からの漏れ対策である。圧縮エアはコンプレッサーから配管，ゴムホースを通じて設備や機器に供給されているが，この配管の接続部やバルブ等からの漏れが非常に多く，時にはコンプレッサーから送気されているエア量の20%以上も漏れているようなケースもある。従来は工場内に騒音があるため，休日の静かな環境で耳に聞こえるような大量の漏れ箇所を見つけるか，操業中は石鹼水を使って漏れ箇所を発見する方法が取られて来たが，非常に手間がかかり，全ての漏れ箇所を発見することができなかった。

最新の診断技術は，漏れ箇所から発する特殊な超音波を感知して診断する方法で，高所等の離れた位置や微量の漏れ箇所も効率よく，確実に発見でき，かつ漏れ量も推定できる。また，工場操業の大きな騒音のある場所でも診断ができるという特長がある。写真4はその診断風景である。



写真4 エア・ガスリーク診断サービスの実施風景

診断によって発見された漏れ箇所の補修によって，コンプレッサーの場合は一般的にその動力費の5～10%程度が節減される例が多い。

7 おわりに

蒸気は食品の品質，設備の生産性や省力化，コスト等と大きくかかわっているにもかかわらず，これまで改善が後回しにされている工場が多い。食の安全への関心の高まり，原油価格の高騰等，業界を取り巻く経営環境にはますます厳しいものがあるが，蒸気使用の改善がコスト削減に繋がり，企業の市場競争力の強化になると確信している。

紙面の制約上，蒸気使用の改善技術の一部について紹介したが，これら以外にも食品工場の現場でよく見られるウォーターハンマーの対策技術，100℃以下の加熱・冷却に有効な真空蒸気を応用した加熱・冷却システム，低圧・少量の蒸気を使って高効率に発電を行うシステム等の食品工場において有効な新しい技術もあり，別な機会にこれらを紹介したい。

今後も食品工場で蒸気使用に関する課題を抱えておられる読者の皆様のニーズに広く応えていく所存であり，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す。

- ・ URL <http://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