

スマート化する設備管理＝予知保全はどこまで可能なのか(2)

【ソリューション：予知保全へのアプローチ】

生産設備トラブルを回避する 蒸気ユーティリティモニタリング

ティエルブイインターナショナル 三宮 佳幸

1. はじめに

事故、環境問題、生産機会損失、これらはプラント操業上の大きな課題である。その一因がユーティリティにあるケースは多い。ユーティリティの1つである蒸気が原因で起こるそれぞれの課題の例を挙げる。

まずは事故について、蒸気輸送配管においてドレン(復水)の排出が十分ではなく、ウォータハンマが発生し、配管破裂、バルブの脱落につながり大きな事故となったケースが国内外で発生している。次に環境問題については、タンクへの移送配管、出荷配管などではオペレーションミスなどにより生産物が液封状態となった場合に、わずかな温度上昇でも生産物が膨張し、配管、特にフランジ面などから生産物が外部漏洩するという事態が発生する。

そして生産機会損失については、設備の重要度が上がれば上がるほど、このリスクが増す。生産機会損失は突発停止によってもたらされることが多い。前述したウォータハンマや生産物の外部漏洩もプラントの突発停止につながる。また、進行する現象であっても生産機会損失につながることもある。たとえば、熱交換器上流の制御弁にドレン混じりの蒸気が供給され続けることにより弁体にエロージョンが起り、制御の悪化傾向が見落とされ続けた場合にはある日、限界を迎え本来の制御結果が得られず、最悪の場合にはプラントを停止せざるを得ない状況に陥ることもある。

このように蒸気プラントにおけるリスクを挙げればキリがないが、本稿では1つのユーティリティに過ぎない蒸気のさらに末端に位置するスチームトラップに着目し、プラントの生産性、安全性の向上の実現を目的として「モニタリングの活用と定着させるための仕組み」について説明する。

2. 生産設備トラブルとスチームトラップ作動不良の関係

まず、生産設備トラブルとスチームトラップ作動不良の関係について言及する。スチームトラップは、蒸気使用設備のパフォーマンスを最大限にするために取り付けられている。蒸気が凝縮することで発生するドレンを排出し、蒸気を逃がすことなく、蒸気使用設備を乾き・飽和蒸気で充満させ最大効率が発揮できる環境を構築する。つまり、スチームトラップの正常作動は蒸気使用設備が設計通りの条件で稼働するための必要条件になるのであり、正常に作動し続けられるように管理できれば熱交換器など生産設備の安定稼働に大きく寄与する。

当社ではスチームトラップに限らず、特にメンテナンスの際に重要となる前後バルブ、バイパスバルブまでの蒸気関連機器を含む、蒸気配管、蒸気プロセスからドレンを排出すべき箇所のことを「ドレン排出箇所」と定義づけてそれらの管理が重要だと考えている。

では、このスチームトラップと生産設備がどのような関係にあるか、熱交換器を例に挙げて説明したい。スチームトラップが詰まり、ドレンが熱交換器内部に滞留すると被加熱物が必要量の熱を得られず温度が低下する。これをモニタリングしている場合は、温度低下をトリガとするアラームを受けて監視員が現場へ急行し、多くの場合はバイパスバルブを開弁し、プラントの停止につながるような最悪の事態を回避する。蒸気トレースも同様にスチームトラップの詰まりをトリガに生産物の流動性低下を招く。(図1)

このように生産設備と蒸気関連機器を紐づけ、蒸気の供給側から末端となるスチームトラップまでを1つのアセットと捉えると、スチームトラップを含む蒸気関連機器の異常は、生産設備に異常が及ぶ前の予兆として捉えることができる。

3. 生産設備とスチームトラップに対する保全活動

生産設備に対する保全活動は以下のアクションで構成されている。(図2)

- (1)発生した重大トラブルに基づく対象設備の改善
- (2)(1)に繋がる恐れのある同様の設備に対し調査と日常点検強化
- (3)潜在リスクをリセットする為の定期点検

一方、スチームトラップに関する保全活動(図3)については、当社はこれまで多くのユーザーに『ドレン排出箇所管理プログラムBPSTM(Best Practice of Steam Trap Management)』として、ドレン排出箇所の年1回の点検と、そこで発見した不良をリセットするプログラムを提供してきた。これは生産設備の保全活動における(3)の定期点検に当たり、プラントでトラブルを引き起こす事態を回避することができる。

しかし、重大なトラブルと、それに繋がる問題を引き起こす部分は実際にプラントを操業する方々による日常点検、有事の緊急対応でカバーされている。このような生産設備に及ぼす影響が大きい部分に対しては、マンパワーによる日常点検ではなく常時監視ができる機器を用いたモニタリングが有効である。またスチームトラップの取り付け箇所は蒸気配管途中や個々の生産設備であることから、プラント内の広範囲にわたり、高所、ピット内など点検が困難な場所もある。このような点検が困難な場所にはモニタリングが有効であり、当社では効率的にモニタリングするために無線のセンサの活用を提案している。

さらにモニタリングする上で重要なのは、モニタリングにより明らかになった異常に対して「どのようなアクションが取れるのか」、また「アクションでできる環境が整っているか」である。当社では異常を検知するための無線モニタリングと、異常検知後のアクションを具体化する「iBPSSM.net」システムを提供している。次章ではどのような観点に着目しながら管理体制を構築すればよいかを説明する。

4. モニタリングの活用

蒸気トレース用のスチームトラップを例にiBPSSM.netの導入ステップを以下で紹介する。

4.1 データベース構築

「管理対象の明確化」が管理体制の構築の第1ステップであり、異常が起こった箇所がどこなのか即座に情報が取り出せる環境を構築しておくことが重

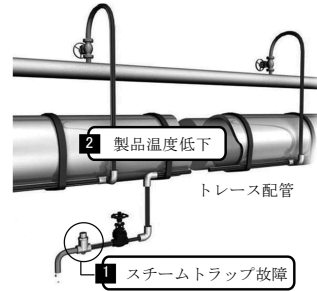


図1 生産設備とスチームトラップの故障

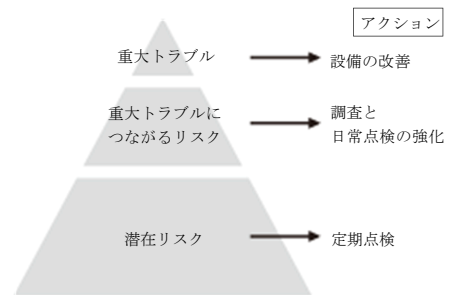


図2 生産設備に対する保全活動

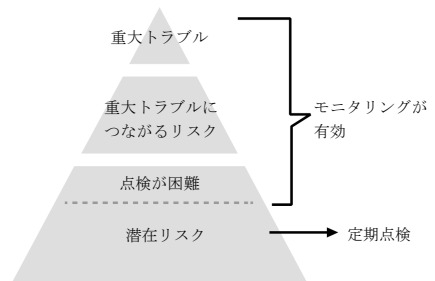


図3 スチームトラップに対する保全活動

要である。

まず「何が(どのような型式のスチームトラップが)、どれだけ(何台)、どこに(どのような用途に)」という情報を整備することが、その後のアクションをより精緻に具体化・計画することに繋がる。作動不良の状況によってはスチームトラップ自体の補修、交換が必要になるケースもあるため、その際に確実に蒸気を停止することができるように、上流側のバルブの特定も導入時に行っておく。特に蒸気トレースは数が多く、煩雑で管理が行き届かないケースが多い。このように上流側のバルブの情報を含む関連データをまとめて引き出しやすいようにしておくことは、モニタリングやその後のアクションを定着させるために重要と言える。

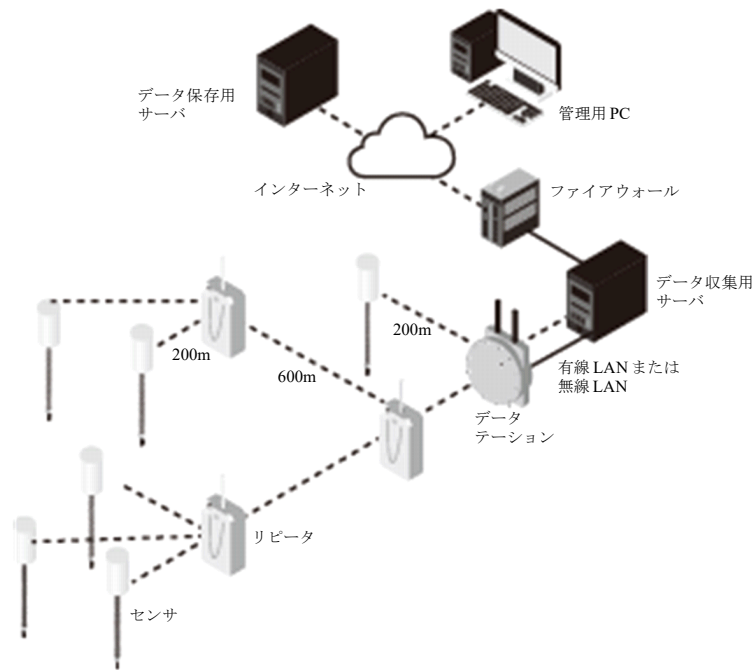


図4「iTrapSensor」を使用したシステム例

4.2 保全アクションの選定

異常が起こった際にどのようにアクションするかをあらかじめ具体化しておくことが的確な処置につながる。設置するスチームトラップ型式により、どのような手法でその状態を維持、メンテナンスしていくかは異なるからである。

たとえば、蒸気トレース用のスチームトラップの場合の応急対策としては、①継手を緩める、②スチームトラップを取り外すといったことが一般的に行われる。当然蒸気が漏れることになるが、この場合は温度が下がってトレース対象の流体が固化することを回避するために行う。

4.3 モニタリング

データベース構築が完了した後は、継続的に状態を監視する。スチームトラップのモニタリングのために当社が開発した「iTrapSensor(アイトラップセンサ)」は、スチームトラップの作動に伴って発生する超音波と表面温度とを指定した頻度で同時に自動測定し、測定したデータを無線または有線で上位システムへ送信する。上位システムは、送信されたデータを基に専用ソフトを用いてスチームトラップが「正常」、「漏れ」、「閉塞」、「低温異常」のいずれの作動状態であるかを判定し、必要時はアラームを発信するなど、スチームトラップの作動状態を常時モニタリングできる。(図4)

4.4 ロケーション分析による根本原因の特定と適正選定

継続的なモニタリングで得られた多くのデータを蓄積するだけでなく、分析、活用することが重要となる。ドレン排出箇所において何らかのトラブルが発生した場合、単にスチームトラップを取り替えるのではなく、最適な解決策を実施するには、設置箇所毎の圧力や配管形状等の設置箇所等に関する情報とモニタリング結果の統計的分析が必要である。

このようなロケーション分析を精緻に行うことにより、「その箇所」に最適なスチームトラップの型式選定を行うことができる。不良発生頻度の高い箇所についてはその要因分析を行うことで、設置当初から「対策品」で対応することが可能となる。

たとえば蒸気トレース用途では、銅配管からの銅イオンの溶出やサビの発生により、短い使用期間でのスチームトラップ故障が多く、それによる被加熱物の温度低下、プラントの突発停止リスクが大きいという課題がある。そこで当社ではスチームトラップ自体にクリーニング機能を内蔵した機種を導入を推奨している。これにより、異常を検知すれば、最短時間で復旧させることが可能となる。

実際にモニタリングを開始してみると今まで見えていなかった比較的軽度の温度低下(緩やかに温度が下がる、温度が下がる、復旧する、を繰り返す)が散見されるようになる。このような現象が繰り返し発

生ずることはプラントを操業される方々の「またか」「これぐらいであればまだ大丈夫」といった油断を誘い、異常検知後のアクションが遅延気味になったり、モニタリング自体に意識が向かなくなったりすることがある。また、モニタリングや点検業務のアウトソーシングという「社内の自主管理レベルが低下してしまう」とご指摘いただくこともある。

だが、モニタリングを始めることを契機に、今までの管理手法の振り返りを行い、標準化し、モニタリングにより余裕のでたマンパワーは繰り返す問題現象を解消するためのデータ確認、分析やそれらに基づく過去の知見との照合、そして現場を知っているからこそ出てくる問題事象の要因仮説に充てることができる。現場での確認結果は問題事象の本質を捉えることにつながるため、点検業務自体を上回る貴重な経験と成り得る。

このような活動が始まり問題事象の根本原因が解消されると、異常事態は減少し、正常な状態が維持される環境が整う。そうなるモニタリングを活用する方々の意識は変わり、自ら進んでモニタリングにより得られたデータに着目されるようになる。ここまで来て、はじめてモニタリングとその後のアクションが定着したと言える。

当社は導入から定着までの間、蒸気の専門家としてデータを分析し、それに基づき現場確認を行うことで、繰り返す問題現象に対し、その根本原因を追究するコンサルティングサービスを行っている。これまでに様々な現場で「スチームトラップ上流バルブの詰まり」「大雨時の蒸気圧力自体の低下」「モニタリング対象の上流蒸気配管の複数スチームトラップの詰まり」「キャリアオーバーや減温器不良を起因とするドレンの過剰流入」「上流配管のエロージョン」などを特定してきた。どれもスチームトラップのモニタリングデータのみを見ても辿りつくことができない現象だが、このデータを起点に生産設備側のデータや現場確認を組み合わせることで特定に至ったものである。

このようにモニタリングには大きく2つの価値がある。一つは異常の早期発見、予知であり、もう一つは今まで認識されていなかった問題事象を捉えて改善する活動が生まれることである。これらの結果、プラントの異常事態が減少し、その状態を維持できる環境が整うのではないだろうか。

5. おわりに

IoT, 無人化, AI などよく聞くこれらの言葉をインターネットで検索にかけると、数百万件にも及ぶ結果にヒットする。保全活動の改善のためこれらの導入を考えたとき、「日常点検の代替として活用できる」という声をよく聞き、実際に一定の省力化が実現できている。しかし、「インフラは既に整備できているが、活用は…」 「データは蓄積されているが、分析は…」 というコメントも多く、決して安くはないコストをかけたにもかかわらず活用されていないことが窺える。

IoT, 無人化, AI, これらが活用され、より信頼性の高い、手間の掛からないそんな素晴らしい時代がそう遠くない将来に実現するのだろうが、現在はまだその途上であるならば「モニタリング」に立ち返り、それを活用するとどんな価値が生まれるのか、その運用を定着するためにはどのようにすれば良いか、本稿がそれを考える契機になれば幸いである。

注)BPSTM, iTrapSensor, iBPSSM.netは、(株)ティエルブイの登録商標である。

サンノミヤ・ヨシユキ
ティエルブイインターナショナル(株)
iBPSSM.net 開発グループ
〒675-8511・兵庫県加古川市野口町長砂881
電話(079) 422-8833 (技術110番)