

状態基準保全を支援する 調節弁診断アプリケーションの開発

Diagnostic Software Supporting Condition-Based Maintenance of Control Valves

アズビル株式会社
技術開発本部

飯田 洋介
Yousuke Iida

アズビル株式会社
技術開発本部

大塚 賢司
Kenji Otsuka

アズビル株式会社
技術開発本部

佐藤 洋平
Youhei Satou

アズビル株式会社
技術開発本部

尾形 知美
Tomomi Ogata

アズビル株式会社
サービス本部

山崎 史明
Fumiaki Yamasaki

キーワード

調節弁, メンテナンス, 診断, 状態基準保全

プラントの安定操業を図るうえで重要な保全対象である調節弁のメンテナンスを支援するPLUG-IN Valstaffを開発した。PLUG-IN Valstaffは、当社のスマート・バルブ・ポジションナの新機種700シリーズの診断機能を活用して、劣化や異常の兆候を早期に発見することが可能である。また、当社が提供するバルブ診断解析サービスにより、メンテナンスタイミングの適正化とともに期間・コストを効果的に削減することができる。

To improve the stability of plant operation we developed PLUG-IN Valstaff, an application supporting the maintenance of control valves, which occupy an important place in plant maintenance operations. PLUG-IN Valstaff makes use of the diagnostic functions of Azbil's new Smart Valve Positioner 700 series, enabling the advance detection of the symptoms of deterioration or abnormality. In addition, an analysis service for diagnostic data allows users to plan an appropriate maintenance schedule and effectively reduce maintenance costs and maintenance time.

1. はじめに

調節弁はプロセス流体を直接制御することから、異常が起きた場合の操業に対する影響が非常に大きい。そのため、プラントの安定操業を図るうえで、調節弁は重要な保全対象の一つである。その一方で、グローバル競争や業界再編などの経済状況の変化により、設備に対する保全コストの削減要求も強く、プラントの保全部門では、メンテナンス効率の向上が求められている。

一般に設備の故障率はバスタブ曲線と呼ばれる経時変化を示すといわれており、故障は、「初期故障期」、「偶発故障期」、時間の経過とともに故障率が増加していく「劣化故障期」に分類される⁽¹⁾。調節弁のメンテナンスにおい

ては、劣化故障を予防するために、稼働時間に基づいて定期的にメンテナンスを行う時間基準保全(Time Based Maintenance)を適用することが一般的であるが、故障率を下げるために保全周期を短くすると、保全コストやメンテナンス直後の故障のリスクが高まるという課題が存在する。

このような時間基準保全の課題を解決するために、機器の状態をモニタリングして異常の兆候を発見し、計画的に処置するという状態基準保全(Condition Based Maintenance)の適用が求められる。状態基準保全は、設備が安定してその性能を発揮している間は不要なメンテナンスを実施しないため、メンテナンスタイミングの適正化と設備の信頼性の両立が図れるとともに、保全コストの削減に寄与できる。

そこで当社では、調節弁の診断機能を備えたスマート・バルブ・ポジションナ300/700シリーズを開発し、さらにその診断機能を活用した状態基準保全を支援するためのメンテナンスサポートシステムPLUG-IN Valstaffを開発している。PLUG-IN Valstaffは、プラント稼働中に収集した履歴データに基づく長期的な劣化診断を支援する機能や、プラント停止時のメンテナンス（以降、定修と略す）後の初期故障の予防に寄与する調整・テスト機能を備えている。本稿では、プラントの定修時および稼働中において状態基準保全を支援する機能について述べる。また、PLUG-IN Valstaffで収集したデータに基づいて提供する当社のバルブ診断解析サービスについても説明する。

2. スマート・バルブ・ポジションナ 300/700 シリーズの調節弁診断機能

当社のスマート・バルブ・ポジションナは調節弁の状態を監視し、異常や不安定動作の傾向を早期につかむための調節弁診断機能を備えている。そのため保全員はメンテナンスの最適なタイミングの判断が容易になる。

300シリーズでは開度データから調節弁の異常や劣化の傾向を把握するための診断指標を算出し、診断指標がしきい値を超えた際にアラームを発生させて異常の早期検出を支援している⁽²⁾。

一方700シリーズでは、診断機能を強化するために新たに圧力センサを搭載し、供給空気圧力、ノズル背圧、ポジション出力空気圧力を監視し、これらを活用した締切り異常、操作器異常、摩擦異常などの新たな診断機能が追加されている⁽³⁾。

3. PLUG-IN Valstaff 開発の背景

3.1 機器管理システムによるフィールド機器の監視

プラントの規模が大きくなるにしたがい、フィールド機器数増加や設置範囲の拡大により、個別にフィールド機器を管理することが現実的ではなくなってくる。近年、HARTやFOUNDATION Fieldbusといった通信プロトコルを使用したフィールド機器とのデジタル通信が可能になり、それらをホストコンピュータ上で一元的に管理する機器管理システムが普及しつつある。機器管理システムは、プラントに接続されたフィールド機器の状態を常時監視しており、異常が発生した場合は保全員に通知することができる。また、フィールド機器が持つパラメーターにアクセス可能であり、保全員はフィールド機器の内部状態や設定値を確認・変更することができる。

3.2 PLUG-IN Valstaffによる状態診断

フィールド機器は、ハードウェアの制約から長期間にわたるデータの蓄積や外部データを利用した演算処理に向いておらず、高度な診断を機器自身で行うことが難しい。一方、機器管理システムはデータ蓄積や演算には向いているが、多種多様なフィールド機器を対象としているため、特定の機器固有の診断機能を機器管理システム本体でサポー

トするのは容易ではない。

このような背景から、PLUG-IN Valstaffは、プラントの安定操業において重要な要素である調節弁の保全を支援するために、当社製のスマート・バルブ・ポジションナのもつ調節弁診断機能を最大限に活用するためのアプリケーションとして開発された。PLUG-IN Valstaffは、機器管理システムの機能を拡張するプラグインソフトウェアであり、当社製デバイス・マネジメント・システムInnovativeField Organizer™または横河電機株式会社製 統合機器管理パッケージPRM (Plant Resource Manager) 上で動作する。

4. 状態基準保全支援機能

PLUG-IN Valstaffは、当社のスマート・バルブ・ポジションナの診断機能を活かした、オンライン診断とオフライン診断を提供している。

オンライン診断は、プラント稼働中の調節弁動作から算出された診断指標値を収集し、経時的な劣化傾向を確認する機能である。一方、オフライン診断は、プラント停止中に開度範囲を限定せずに調節弁の動作テストを行い、潜在的な不良を検出する機能である。

本章では、これらの診断機能の活用方法を、定修時(定修前の計画も含む)とプラント稼働中という、典型的な利用場面に分けて説明する。

4.1 定修時における診断結果の活用

本節では、プラントの定修時に、調節弁の状態に基づいて保全計画を策定するために診断機能を活用する方法について説明する。メンテナンスすべき調節弁、特に開放点検を実施する調節弁を選定することは非常に重要であり、PLUG-IN Valstaffを活用することで裏付けとなる診断データをもとに優先順位付け、選定を行うことができる。また、オンライン診断のデータを定修に先立って分析することにより、メンテナンス作業の事前準備(スケジュール策定・資材の調達)を実施でき、定修期間の短縮や確度の高いメンテナンスコストの算定が可能となる。

4.1.1 オンライン診断に基づく調節弁の選定

ここでは、オンライン診断データを調節弁保全に利用する方法について述べる。

調節弁の優先順位付けのために、すべての調節弁についてオンライン診断の指標値やアラーム回数の一覧レポートを出力する(4.2.3参照)。調節弁をオンライン診断の指標値の大きさやアラーム回数に基づいて順位付けすることで、指標値に対応した故障リスクの高い調節弁を選定することができる。以下に、三つの視点と着目すべき診断指標、推定される異常について述べる。

a. 摺動距離

摺動距離積算や反転動作回数が多い調節弁は摺動部の部品が長い距離を動き、より多くの負荷にさらされていることを示す。したがって、このような調節弁は摺動部の部品であるグラントパッキンの摩耗によるプロセス流体の漏れ

や、操作器のダイヤフラムの破れによる調節弁制御不良などの故障が発生する可能性が高くなっていると言える。

b. 流体漏れ

スティックスリップ(弁軸の停止と滑りが繰り返される現象)診断のアラーム回数が多い調節弁は、グラント部などの摩擦が大きくなった結果、弁軸の動きが悪くなっていることが予想される。グラント部の大きな摩擦力はグラントパッキンに加わる負荷が大きいことを示しており、グラントパッキンが構造的に破壊され、プロセス流体が漏れている可能性がある。またゼロ点开度比較診断のマイナス方向のアラーム回数が多い調節弁は、シートリングの摩耗が発生している可能性が高い。もしシートリングの摩耗の原因がエロージョンであれば弁体の摩耗も予想され、プロセス流体の漏洩の故障リスクが高いといえる。さらに温度アラームの回数が多い調節弁は、プロセス流体の温度がバルブポジションナ内部まで伝熱している可能性があり、調節弁のどこか(グラント部や弁体)からプロセス流体が漏れていると推測できる。

c. 供給空気配管の異常

供給圧力アラームが発生している調節弁は、ポジションナへ供給されている圧縮空気の圧力が、初期の調整時と比べて低下していることを示している。調節弁を含めた周辺の空気配管の漏れ点検が推奨される。またポジションナ空気回路アラームが発生している調節弁は、供給空気の汚れが原因でポジションナ内部の空気回路に詰まりが発生している可能性がある。

以上のような複数の視点による順位付けで上位になる調節弁は状態が劣化していると予想され、メンテナンスの対象となりうる。反対にどのような視点でも上位にならない調

節弁は診断結果が良好で故障リスクが小さく、メンテナンスを見送る候補となりうる。

なお故障が重大な事故につながるような重要調節弁に関しては、上記の診断結果だけではなく、メンテナンスの必要性を総合的に判断すべきである。

4.1.2 オフライン診断に基づく調節弁の選定

ここでは、オフライン診断を調節弁保全へ利用する方法について述べる。前項で説明したオンライン診断はプラント稼働中の診断であり、その運転条件により調節弁の開度範囲は限定されるケースが多い。そのためオンライン診断では検出が難しい潜在的な調節弁の不良を見つけ出すのが、オフライン診断の役割である。

はじめに、プラント停止後に、ステップ応答テスト(全開全閉、5点チェック)とバルブシグネチャ(調節弁をゆっくりと全閉→全開→全閉と動作させ、開度と操作器圧力の関係から行う診断)を実施する。続いて、すべての調節弁に対して、ステップ応答テスト診断サマリレポート(図1)とバルブシグネチャ診断サマリレポート(図2)を出力する。

これらの診断サマリレポートの判定欄を確認することで、診断結果に問題のある調節弁を容易に選別することができる。

以下では、ステップ応答テストとバルブシグネチャの診断内容について説明する。

(1) ステップ応答テスト

a. 全閉全開テスト

全閉全開テストは、調節弁の全閉位置から全開位置までをポジションナによって操作するテストである。

調節弁が開度0%から100%までのストロークを出せない重大な故障や、作動速度が遅くなっていることを検出でき

ステップ応答テスト結果サマリレポート

PLUG-IN Valstaff レポート 印刷日時: 2014/12/14 18:47:24														
判定理由			判定理由			判定理由			判定理由					
A 遠成度判定			Z			D ゼロ点判定			S 調整範囲判定					
E オーバーシュート/アンダーシュート判定			T			H 作動速度判定			I 履歴比較判定					
デバイスタグ	テストパターン	No.1		No.2		No.3		No.4		No.5		結果	判定理由	履歴比較診断
		実施日	実施回数	実施日	実施回数	実施日	実施回数	実施日	実施回数	実施日	実施回数			基準データの開始時刻
AP12FV001	Small_25STEP	2014/12/13	1回	2014/12/12	1回	2014/12/11	1回	2014/12/10	1回	2014/12/09	1回	合格		
AP12FV001	Small_ON-OFF	2014/12/13	1回	2014/12/12	1回	2014/12/11	1回	2014/12/10	1回	2014/12/09	1回	合格		
AP12FV002	Small_25STEP	2014/12/13	1回	2014/12/12	1回	2014/12/11	1回	2014/12/10	1回	2014/12/09	1回	合格		
AP12FV002	Small_ON-OFF	2014/12/13	1回	2014/12/12	1回	2014/12/11	1回	2014/12/10	1回	2014/12/09	1回	合格		
AP12FV003	Small_25STEP	2014/12/13	1回	2014/12/12	1回	2014/12/11	1回	2014/12/10	1回	2014/12/09	1回	異常	E	
AP12FV003	Small_ON-OFF	2014/12/13	1回	2014/12/12	1回	2014/12/11	1回	2014/12/10	1回	2014/12/09	1回	合格		
AP12FV004	Small_25STEP	2014/12/13	1回	2014/12/12	1回	2014/12/11	1回	2014/12/10	1回	2014/12/09	1回	合格		

図1 ステップ応答テストの診断サマリレポート(全閉全開および5点チェック)

バルブシグネチャ結果サマリレポート

PLUG-IN Valstaff レポート 印刷日時: 2014/12/14 18:48:52														
判定理由			判定理由			判定理由			判定理由					
1 シーティングフォース不安定傾向			4 スタンプシグネチャ全閉無電圧確認			7 EPR駆動電圧不足し漏洩								
2 履歴大相違			5 はね戻り/スタンプシグネチャ履歴											
3 履歴小相違			6 スタンプシグネチャ履歴											
デバイスタグ	テストパターン	No.1		No.2		No.3		No.4		No.5		結果	判定理由	履歴比較診断
		開始時刻	結果	開始時刻	結果	開始時刻	結果	開始時刻	結果	開始時刻	結果			
AP12FV001	(自動)	2014/12/07 19:30	合格	2014/12/07 19:30	合格	2014/12/07 19:30	合格	2014/12/07 19:30	合格	2014/12/07 19:30	合格			
AP12FV002	(自動)	2014/12/10 19:36	合格	2014/12/09 19:36	合格	2014/12/08 19:36	合格	2014/12/07 19:36	合格	2014/12/06 19:36	合格			
AP12FV003	(自動)	2014/12/10 19:42	異常	2014/12/09 19:42	合格	2014/12/08 19:42	合格	2014/12/07 19:42	合格	2014/12/06 19:42	合格			
AP12FV004	(自動)	2014/12/10 19:48	合格	2014/12/09 19:48	合格	2014/12/08 19:48	合格	2014/12/07 19:48	合格	2014/12/06 19:48	合格			
AP12FV005	(自動)	2014/12/10 19:54	合格	2014/12/09 19:54	合格	2014/12/08 19:54	合格	2014/12/07 19:54	合格	2014/12/06 19:54	合格			
AP12FV006	(自動)	2014/12/10 20:00	合格	2014/12/09 20:00	合格	2014/12/08 20:00	合格	2014/12/07 20:00	合格	2014/12/06 20:00	合格			

図2 バルブシグネチャの診断サマリレポート

る。このような現象は、摺動部のなんらかのかじりが原因である可能性や供給空気圧の低下の可能性があり、調節弁の開放点検が望ましい。

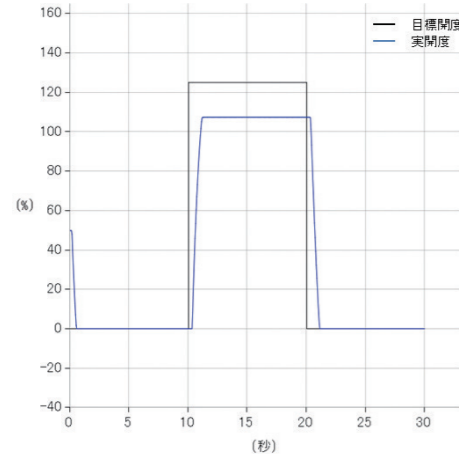


図3 全開全閉テストの結果

b. 5点チェック

5点チェックは、調節弁の目標開度を0→25→50→75→100→75→50→25→0%とステップ状に制御するテストである。各目標開度における偏差、整定時間、オーバーシュートなどの指標値を判定する。これらが大きくなる原因は調節弁の摩擦要素がポジション調整時より大きくなったことによる制御特性の劣化が予想される。ポジションの制御パラメーターの設定を見直すか、調節弁のグランドパッキンを交換するなどのメンテナンスを行うことが望ましい。

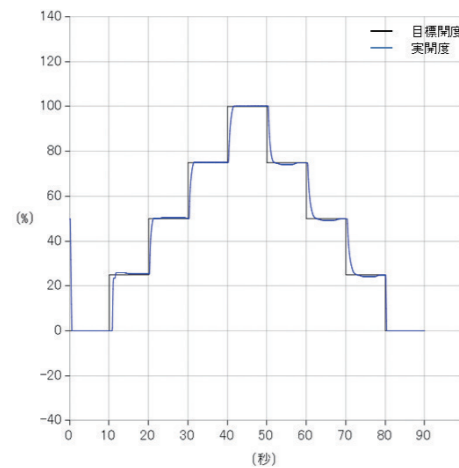


図4 5点チェックの結果

(2) バルブシグネチャ

ステップ応答テストは主に調節弁の動的な性能が劣化していることを検出するものであった。バルブシグネチャは文字通り調節弁のサイン (Signature) を表現しており、調節弁の静的な特性劣化にフォーカスした診断である。

バルブシグネチャは、調節弁の開度を全閉位置から全開位置までゆっくりと動かし開き切った後、再び全閉位置までゆっくりと戻す手順のテストである。

このテスト中に収集したデータを、横軸に操作器への供

給圧力、縦軸に開度を取ったプロットを図5に示す。このプロットから以下で説明するような項目を算出し、調節弁の故障を検出する。

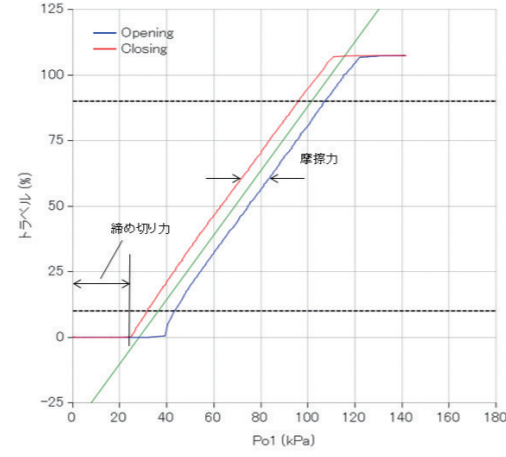


図5 バルブシグネチャの結果

a. シーティングフォース

シーティングフォースは、調節弁のプラグがシートを押さえる力であり、締め切り時にプロセス流体のシート漏れ量をIECなどでの規定以下に抑えられているかを評価するものである。シーティングフォースは、図5に示した締め切り力から、想定される流体反力を差し引くことで計算される。この値がしきい値に満たない場合、規定を上回るシート漏れ量があると判断できる。シーティングフォース不足の原因は、操作器のバネ倒れ、供給圧力不足などが想定される。あるいは、調節弁の仕様選定が不適切である可能性も考えられる。

b. 摩擦力

調節弁は主にグランドパッキン部分に弁軸の摺動に応じた摩擦力が生じる。バルブシグネチャでは、開方向と閉方向の操作器への供給圧力の差(図5のOpeningとClosingのラインで囲まれた部分の幅)によって摩擦力を算出する。摩擦力がしきい値を超えると、グランドパッキンの摺動特性が低下し、グランドパッキンへ加わる負荷が大きいことを示している。そのままプラントの運転を再開すれば、グランドパッキンが構造的に破壊され、グランド部からのプロセス流体の漏れにつながるおそれがある。グランドパッキンの交換などの対応が必要である。

c. スティックスリップ

調節弁の摺動部に不良があると、スティックスリップ現象が生じることがある。バルブシグネチャ中においてもオンライン中と同様にスティックスリップ診断を実行している。スティックスリップ診断の指標値が高く、設定したしきい値を超える調節弁は、摺動部の劣化傾向があると見てよく、故障リスクが高いといえる。

以上のように、ステップ応答テストとバルブシグネチャを実施し、結果サマリレポートを出力することで、容易に潜

在的な異常を持つ調節弁を選定することができる。

ただし、バルブシグネチャはあくまでもプラント停止後の調節弁の静特性であることに注意が必要である。故障が発生するのはプラント運転時であり、プラント停止後とはいくつかの条件が異なる。そのため、700シリーズでは出力空気圧力妥当性(以降Po Validity)と最大摩擦力(以降Max Friction)というオンライン診断機能を搭載している⁽³⁾(4.2.1参照)。

4.2 稼働中における診断機能の活用

本節では、プラント稼働中の調節弁の保全を支援するために診断機能を利用する方法を説明する。

ポジションは診断指標と設定されたしきい値に基づき、診断アラームが発生させることができる。ユーザーは、機器管理システムของผู้ユーザーインターフェースを通じて発生通知を確認し、調節弁の状態や原因の推定を行い、対応を検討することになる。また、アラーム発生しなくても調節弁の状態や傾向変化を定期的(例えば月に1回)に確認する運用を行うこともある。

PLUG-IN Valstaffでは、ユーザーのこれらの作業を支援するための表示機能やレポート出力機能を有している。

4.2.1 診断アラームの原因推定

ここでは、アラーム発生を受けてPLUG-IN Valstaffのオンライン診断の画面も用いて調節弁の状態や原因の推定を行う例を、Po Validityのケースで説明する。

前節で述べたように、バルブシグネチャはプラント稼働中の調節弁の静特性を知ることができない。プラント稼働中にバルブシグネチャを測定するオンライン診断機能として、Po Validity と Max Friction が用意されている。プラント停止中の診断であるバルブシグネチャでは捉えられないプロセス流体の反力と温度の影響を受けた調節弁特性をオンラインで把握することができる。以下では、Po Validity のアラーム発生時の調節弁の状態を把握する方法を説明する。

Po Validity のアラームが発生したときには、図6の画面を開き、過去のアラームの状況とバルブシグネチャの視点で調節弁の状態確認が可能である。

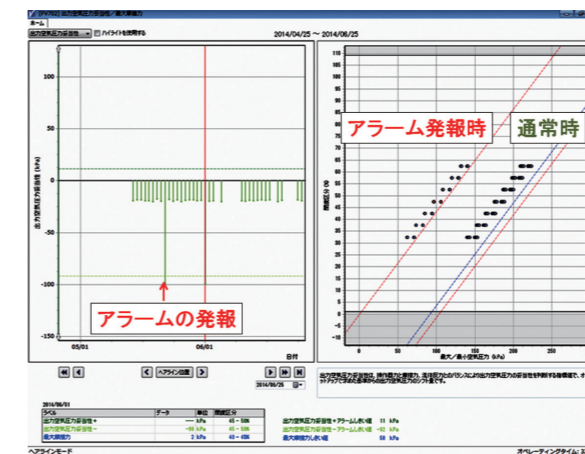


図6 Po Validity 画面

図6の左側はPo Validity 指標の時系列変化である。過去に1度、Po Validity (このケースはマイナス方向)が大きくなり、アラームが発生した形跡が見てとれる。また常にアラームが発生しているわけではないため、異常は一過性であったことが推測できる。図6の右側はバルブシグネチャと同じように、横軸に操作器圧力、縦軸に調節弁開度をとったプロットである。通常時が右側の帯状のデータで、アラーム発生時はプロットが左側によっている。これは操作器への出力空気圧が妥当でないこと、このケースでは操作器の力が不足していることを表している。このケースでは現象が一過性であることから、プロセス流体の反力が一時的に大きくなったことが原因と予想されるため、調節弁のサイジングの見直しを計画することが必要になる。もしPo Validityの指標が継続的に大きい場合は、操作器の故障が考えられるため、操作器の保全を計画する必要がある。

4.2.2 診断指標の可視化による状態監視

バルブ・ポジションが算出する診断指標データをより有効に活用し、ユーザーがプラント稼働中の異常傾向の早期発見や開放点検要否の判断を行えるよう、PLUG-IN Valstaffでは様々なデータの表示機能を提供している。700シリーズへの対応に伴い、新たに追加された圧力センサ情報に基づく診断に対応しただけでなく、指標データの可視化方法を強化し、指標データの経時変化をより認識しやすくする改良を行った。以下に代表的な例を示す。

(1) 使用頻度の高い開度領域の可視化

開度別頻度分布画面では、弁軸の全閉位置から全開位置までを分割した各区分の使用比率を示す開度別頻度指標データを表示している。最も使用頻度の高い開度領域を知ることで、弁サイジングの適切さや低開度運転によるトリムダメージを予測するための指標データである。

この開度別頻度データの経時変化を確認することで、配管の閉塞傾向やシート・プラグ部の摩耗、プロセスの稼働状態の変化を推測することができる。指標データをヒートマップ表示にすることで、長期間の変化を一目で把握できるようにすると同時に、700シリーズで細分化された開度区分の情報を分析しやすくしている(図7)。

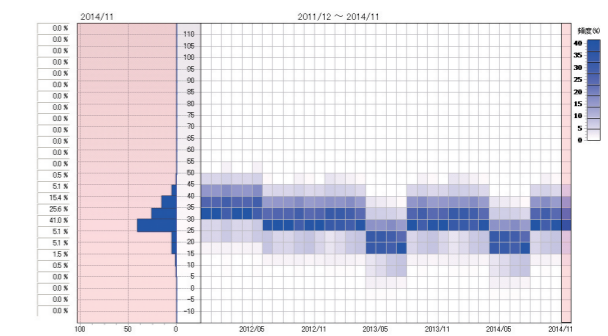


図7 開度別頻度分布

(2) スティックスリップ指標の可視化

スティックスリップ画面では、指標値を2種類のグラフで表示することで、スティックスリップ動作の発生状況を可視

化している。X,Yの散布図(図8左)では、長い期間の指標値の分布を直観的に把握できる。Y/X値の時系列プロット(図8右)では、指標値がしきい値を超えたタイミングを詳細に確認できる。

並べて表示した二つのグラフにおいて、カーソルの表示位置が連動表示するだけでなく、任意の期間に含まれるデータのハイライト表示(図8の黄色で示された範囲およびデータ)を連動させることにより、散布図にプロットされたデータの経時変化を確認しやすくしており、スティックスリップ動作の発生傾向を確認できる。

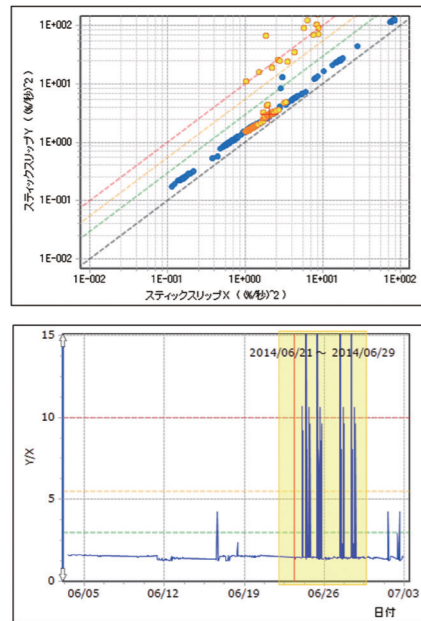


図8 スティックスリップ指標値の可視化

(3) 積算データの経時変化の可視化

摺動距離積算、全閉回数、反転動作回数といったプラント稼働中に単調増加する指標値は、指標値が大きくなるほど増加する傾向変化が見えにくくなる(図9)。診断画面では、指標値の時系列プロットと共にその変化量(1日当たりの指標値の増加量)を表示させることで(図10)、指標値の増加傾向の変化をユーザーに認識しやすくし、調節弁動作の変化や異常傾向を分かりやすくしている。

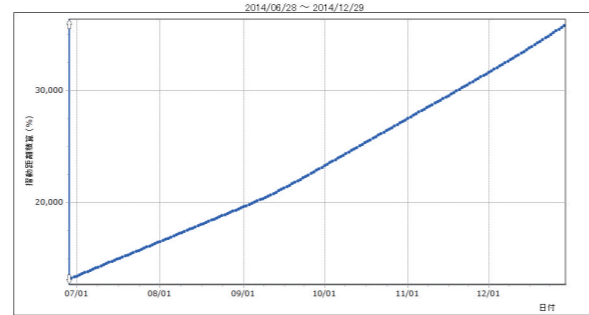


図9 積算データの経時変化の可視化

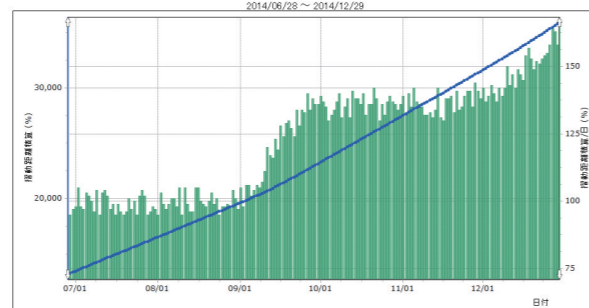


図10 積算データの変化量の可視化

4.2.3 オンライン診断レポートによる傾向監視

プラントが安定して稼働している状況下でも、早期に劣化傾向や状態の変化をとらえるためには、定期的に調節弁の診断状態を確認することが重要である。オンライン診断レポートを活用することで、プロセス内に多数ある調節弁の状態変化を効率的にとらえることができる。

以下に、オンライン診断レポートによる傾向監視について説明する。

デバイス別診断レポート(図11)では、積算値(摺動距離積算、全閉回数、反転動作回数)、各種アラーム(スティックスリップ/ポジション空気回路/偏差/ゼロ点開度比較/供給圧力/温度)の発生回数を調節弁別・月別に集計・一覧表示することで、各種指標値の経時変化を把握することができる。

FV702	スティックスリップアラーム(回)			摺動距離積算(回)	全閉回数(回)	最大作動速度(%/秒)		反転動作回数(回)
	高	中	低			+	-	
2014/05	7	11	13	4236912.00	101	8.44	-7.68	103
2014/04	6	11	12	4234578.00	96	76.11	-67.97	101
2014/03	5	10	11	4236912.01	91	78.92	-23.80	81
2014/02	5	9	11	4234578.01	86	40.51	-55.02	70
2014/01	4	9	10	4236912.02	81	87.13	-62.18	70
2013/12	4	8	10	4234578.02	76	22.23	-34.86	61

ポジション空気回路アラーム(回)		偏差アラーム(回)		ゼロ点開度比較アラーム(回)		供給圧力アラーム(回)		温度アラーム(回)		収集日数(日)	開度別開度分布			
+	-	+	-	+	-	高圧	低圧	高温	低温		開度区分	割合(%)	開度区分	割合(%)
11	19	30	37	39	48	48	47	60	66	30	85% - 90%	84	-5% - 0%	8
10	18	26	32	36	44	41	42	50	56	31	85% - 90%	84	-5% - 0%	2
9	16	25	28	34	38	34	37	45	49	28	85% - 90%	73	-5% - 0%	10
7	16	22	24	32	32	30	32	42	41	31	85% - 90%	88	-5% - 0%	7
7	13	20	21	30	29	28	25	36	31	31	85% - 90%	92	-5% - 0%	6

図11 デバイス別診断レポート

デバイスタグ	しきい値到達予測日	摺動距離積算(%)					
		2014/05	2014/04	2014/03	2014/02	2014/01	2013/12
FV302	2096/08/13	176138.38	176138.38	148996.29	126934.96	111281.21	104508.17
FV702	2090/04/03	253589.99	253589.99	235532.89	231857.99	217668.67	180544.05
FV703	2062/02/13	365142.45	365142.45	325105.30	282144.32	233668.34	220320.56

図12 摺動距離積算診断レポート

デバイスタグ	アラームタイプ	判定	スティックスリップアラーム(回)					
			2014/05	2014/04	2014/03	2014/02	2014/01	2013/12
FV302	---	増加	6	5	5	4	4	4
FV702	高	増加	40	38	32	26	25	22
FV702	中	増加	29	26	23	23	23	22
FV702	低	増加	34	31	28	23	20	19
FV703	高	増加	21	20	17	13	12	10
FV703	中	増加	18	15	12	11	10	9
FV703	低	増加	13	12	11	10	10	8

図13 スティックスリップ診断レポート

摺動距離積算診断レポート(図12)では、摺動距離積算値を調節弁別・月別に集計し、一覧表示する。積算値の傾向から算出した「しきい値到達予測日」も表示され、故障リスクの高い調節弁の特定やメンテナンスタイミングの判断に活用できる。

スティックスリップ診断レポート(図13)では、スティックスリップのアラーム回数を調節弁別・月別に集計・一覧表示することで、複数調節弁のアラーム回数の経時変化が把握できる。アラーム回数が増加傾向にある調節弁に対しては、判定欄に増加と表示され、アラーム回数が増加傾向にある調節弁を容易に特定することができる。

働していることから、予期せぬトラブルが発生した場合に生産設備の停止や災害を誘発させてしまう可能性がある。

一般にバルブの保全では、時間基準の保全計画に基づいた適切なメンテナンスを行うことでトラブルを発生させない取組みがされている。当社では、そのような従来方式のメンテナンスに「バルブ診断解析」を加えた状態基準保全である「エキスパートメンテナンスサービス」を推進している。

バルブ診断解析とは、Valstaffによって収集された診断指標値を、当社のノウハウと組み合わせて解析し、バルブの状態を予測する手法で、調節弁のみならず、あらゆる弁に適用可能である(例:ON-OFF弁)。

5. バルブ診断解析サービスの今後の展開

5.1 azbilグループが推進するバルブメンテナンスサービス

これまで述べた調節弁を含めた工業用バルブは、可動部を持ちプロセス流体を直接制御しながら24時間365日稼

5.2 エキスパートメンテナンス

エキスパートメンテナンスとは、従来の時間基準メンテナンスのサイクルに加え、バルブ診断解析で得られた知見や引取時のオフライン診断を基にして状態基準保全を実現する高付加価値メンテナンスである。

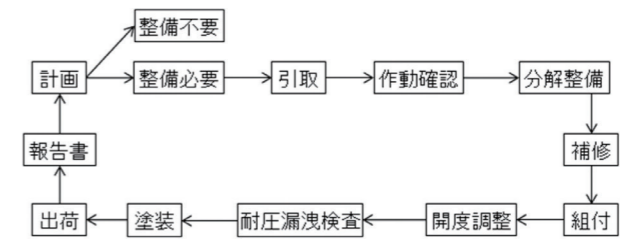


図1. 標準的に採用されているメンテナンスサイクル

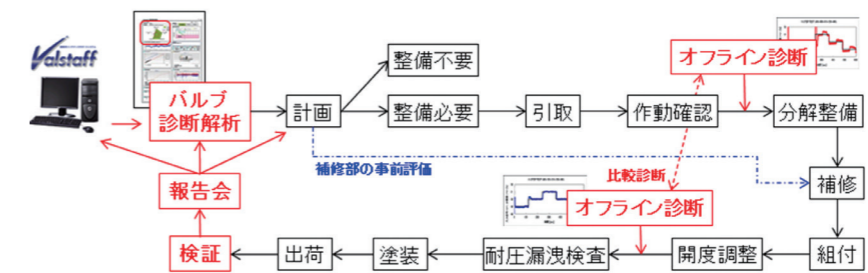


図14 標準的なメンテナンスサイクル(上)とエキスパートメンテナンス(下)

図14(上)に、プラントの定修時に標準的に採用されているメンテナンスサイクルを示す。この場合、バルブを分解して初めて補修箇所が発見されるため、補修の程度や補修部品の手配状況によっては、決められた定修の期間内に補修ができないことがある。また、バルブ出荷時の作動状態の確認は目視に依存することが多く、初期不良と納入後の作動不良との切り分けが難しいため、装置稼働遅れの原因の一つとなっている。

図14(下)に、当社が推進するエキスパートメンテナンスの保全サイクルを示す。

- ① 保全計画にバルブ診断解析の情報を加えることで、データに基づいた保全計画を策定
- ② 補修部を予測評価することで、事前に部品を準備し工期遅れを予防
- ③ バルブ分解前後の動作結果比較により品質を確保
- ④ バルブ診断解析結果と分解状態を検証
- ⑤ 検証結果を基に顧客への報告会を開催
- ⑥ 報告会の議論に基づいて診断指標値の閾値設定や今後の保全計画を再確認

データに基づくバルブ診断解析結果と、実際の分解状態を比較検証することで、バルブ固有特性を把握することが可能となった。このことにより、プラント稼働中におけるバルブの挙動を把握し、トラブルを未然に防ぐ効果がある。

このエキスパートメンテナンス技術を採用することにより、高品質で適切なメンテナンスを構築することができる。今後も、診断技術を発展させながら、エキスパートメンテナンス方式による付加価値の高い状態基準保全サービスを提供していく予定である。

6. おわりに

診断機能を強化したスマート・バルブ・ポジションナ700シリーズに対応した調節弁診断アプリケーションPLUG-IN Valstaffを開発した。Valstaffは、プラントの稼働中および定修時に調節弁の状態を診断する機能を備えており、故障・劣化の兆候の早期発見を支援する。また、Valstaffが収集したデータの解析に基づいて提供されるバルブ診断解析サービスにより、点検対象の特定や補修部品の事前準備などが可能となり、メンテナンスの適正化に貢献できる。

これまで説明した状態基準保全を支援する機能とサービスを提供することで、顧客の適正なメンテナンスを実現するとともに、プラントの安全・安心、さらには社会の安全・安心に貢献していく。

<参考文献>

- (1) 工場電気設備の診断・更新に関する課題と将来展望調査専門委員会：工場電気設備の診断・更新，技術電気学会技術報告，2001，Vol.831，電気学会
- (2) 福田稔：調節弁メンテナンスの最適化，高効率化に向けたサポートシステム，計装Vol.58，No.6（2008）
- (3) 福田ほか：安心・安全操業を実現するバルブ・ポジションナ，Azbil Technical Review，2014，2014年4月発行号，pp.54-61

- (4) IEC60534-4-1999, Industrial-process control valves
- Part 4: Inspection and routine testing

<商標>

PRMは、横河電機株式会社の商標です。

HARTは、HART Communication Foundationの商標です。

FOUNDATIONは、Fieldbus Foundationの商標です。

Excelは、米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における商標です。

Valstaff, InnovativeField Organizerは、アズビル株式会社の商標です。

<著者所属>

飯田 洋介	技術開発本部商品開発部
大塚 賢司	技術開発本部商品開発部
佐藤 洋平	技術開発本部商品開発部
尾形 知美	技術開発本部商品開発部
山崎 史明	サービス本部サービス技術2部