

HY-ACCSによるオンライン防食制御サービス

Hakuto / Yokogawa Automatic Corrosion Control System

本田 達穂^{*1} 車戸 宏^{*2}
HONDA Tatsuhō KURUMADO Hiroshi

プラントの防食面からの運転は、これまで殆ど手動で行われているのが現状である。これを改善すべく、この度腐食環境因子(pHや塩素イオン濃度等)をオンラインモデルに拠る予測を行うことにより自動化を可能にした防食制御システムを開発した。またこのシステムは、リモート端末で専門的な知識を必要とするモデルと制御のチューニングを、定期的なサービスとして行えるようになっている。

本サービスは、防食剤ベンダーの伯東株式会社との共同開発に拠るものである。現在石油精製装置で最も腐食環境の大きな原油常圧蒸留装置への適用事例を有しており、防食剤の適正化による消費量の削減と設備の寿命延長の効果を得ることができる。

Corrosion protection in current plants has been mostly operated manually. As the remedy for this manual operation, we have developed Automatic Corrosion Control System that can predict the corrosive environments such as pH value, chloride ion contents in plants by online models and then control automatically additives for corrosion protection. Moreover, via remote control, this system can offer both periodic services of model updating and control parameter tuning against those delicate works requiring profound knowledge and expertise.

This new service product is co-developed by Yokogawa and Hakuto Co. Ltd — Hakuto is the additive manufacturing company in Japan. —

This service has some examples of application to the crude units in refineries exposed currently in the most corrosive environment. Customers will obtain the benefit of both reduction of additive consumption and increase of plant lifetime by optimizing additives.

1. はじめに

プラント操業は従来から、より安全で安定した運転が要求されているのは周知の通りである。また近年は、長期連続運転のニーズが高まりつつあり、運転中における防食管理は益々重要課題となっている。この度開発したシステムの適用は、防食剤の節約とプラント寿命の延長を実現でき、地球環境改善に大きく貢献することが期待される。

一般に腐食性の成分を含むプラントでは装置の状況により適切な防食剤を注入し、腐食や汚れを防止している。この防止剤の注入量は、プランジャーポンプのストロークの手動調整により行われているのが現状である。

本サービスは、腐食環境因子(pHや塩素イオン濃度等)をオンラインモデルに拠る予測を行うことにより自動防食制御を実現し、尚且つ専門的な知識を必要とするモデル

のチューニングを、リモート端末で定期的に行うことができる。本サービスは、プラント防食のノウハウを持つ防食剤ベンダー伯東株式会社との共同開発に拠るものであり、商品名をHY - ACCS(Hakuto / Yokogawa Automatic Corrosion Control System)と名付けた。

本サービスは、石油プロセスで最も腐食環境の大きな原油常圧蒸留装置(Topping Unit)で適用・開発したもので、本稿ではその概要を紹介する。防食の重要ファクタであるデソルタ(脱塩器)のエマルジョン層(水と油の混合乳化した中間層)の厚さを測定できる新しいセンサ(エマルジョン層測定システム)の開発も行い、デソルタの最適化運転を可能とした。

2. 設備管理における防食制御サービスの位置付け

当社ではET(Enterprise Technology Solutions)コンセプトの下に、顧客メリットを最大限追求したソリューション提供を目指してビジネス機能の拡張を図ってきている。設備管理分野のサービスにおいては、計装だけでなく、プラントを広く捉えて、顧客ニーズにマッチした

*1 IA事業本部 サービス事業部

*2 伯東株式会社

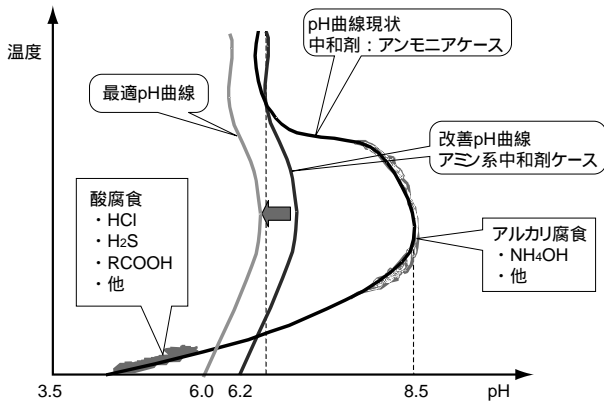


図1 常圧蒸留装置での腐食要因

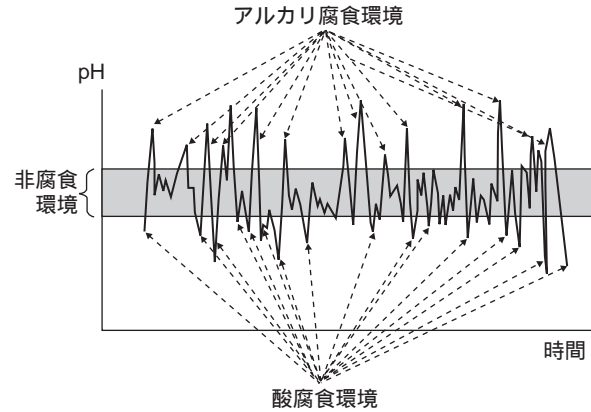


図2 腐蝕ストレスの蓄積

サービスの充実を図るべく、サービス機能の拡張に取り組んできた。当社の強みを生かして、オンラインの監視・診断により、顧客のTCO(Total Cost of Ownership)削減に貢献でき、且つ一層低コストでのサービスを実現するためにできるだけリモート化を目指してきている。

オンライン防食制御サービスは、この一環として開発した新しいサービス商品であり、リモート端末により、顧客プラントの防食制御モデルのチューニングと防食運転状況の監視に加え、コンサルティングサービスも提供できる。

3. 常圧蒸留装置の現状の防食管理と問題点

防食の観点からは、まず原油内の塩分を除去し、次に装置内の腐食環境としてのpH値を適正な値に管理することがポイントとなる。

3.1 常圧蒸留装置における腐食要因

原油中に含まれている塩分(塩素イオン)や硫化水素、アンモニア分等が要因となり、腐食を促進させる。図1は装置内の温度分布とpH値による腐食の形態を示している。pH値が低い領域では酸腐食が発生し、pH値が高い領域ではアルカリ腐食が発生する。

酸腐食ではピッチング(孔食)、アルカリ腐食ではジェネラルコロージョン(平均的減肉)の形態が発生するので、これを如何に防止するかがこの装置の防食管理のポイントとなる。

3.2 デソルタ(脱塩器)運転での問題点

デソルタは原油中の塩分を除去する装置で、水を原油に注入し、塩分を水に溶解させてデソルタ内で水と原油を分離し、排水する。デソルタ内では、油が水で乳化された状態の分離し難い層(エマルジョン層)が発生するので、この分離を促進させるために脱塩剤(エマルジョンブレイカ)を上流側で注入する。この装置が上手く運転されているかど

うかは、エマルジョン層の各層のサンプルを人がピンに採取し、目視により確認しているのが現状である。

エマルジョン層の分離状態を最適にすることが重要となるが、現在はエマルジョンブレイカ及び水の注入量、水と油を攪拌させる調節弁の開度を、オペレータが経験的に1日1～3回程度調整している。手動で経験的であるので、原油切り替え時等で脱塩効果が変動し、腐食性成分が下流へ流れてしまい腐食環境を大きくしてしまっているケースがある。

3.3 塔頂系でのpH管理での問題点

装置内のpH値を測定する個所はオーバヘッドレーバ(塔頂受槽)で分離される排水である。このpH計の測定値を見ながら、塔頂での中和剤及び皮膜性防食剤の注入量を調整することが一般的に行われている。

これも原油の種類等から経験的な手動による調整が殆どである。pH計の信号を利用して、中和剤の注入量をPIDに拠りフィードバック制御を行っている製油所も存在するが、時間遅れの大きな系で且つ非線形性のために、原油切り替えや運転モード変更時での安定的なpH制御は難しいのが実情である。

手動でもフィードバック制御でも図2に示すように、pH管理値から大きく上下に変動してしまうのが実際のデータから確認されている。年間を通して幾度となく発生するこのような腐食領域は、繰り返しの腐食ストレスとなり、装置の寿命を短くしてしまう。フィードバック制御の場合は、操作量(中和剤の注入量)がサイクリング状態になることが多く、却って手動調整の場合より腐食ストレスを大きくしてしまう場合もあることを認識する必要がある。

4. HY-ACCSの機能概要

図3はオンライン防食制御システム(HY-ACCS)の機能の概要を示したもので、原油常圧蒸留装置に適用した例である。

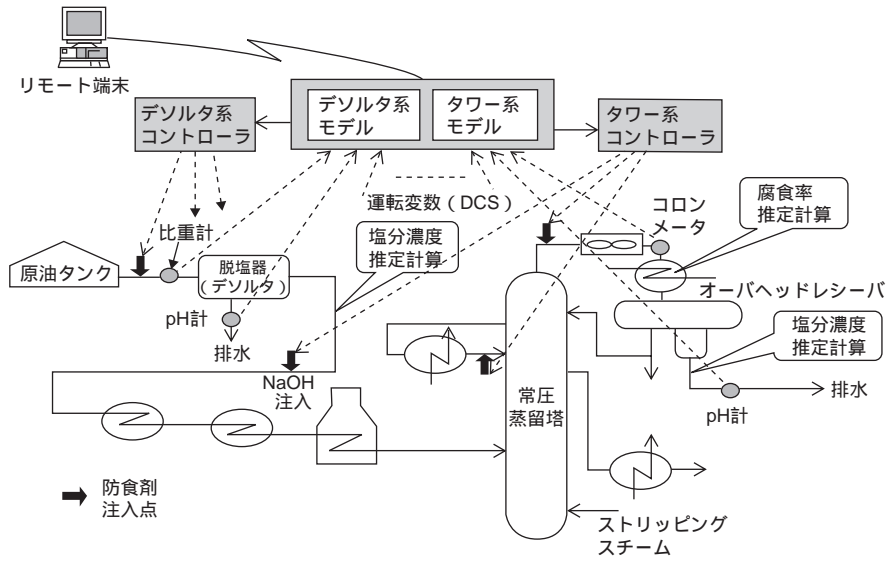


図3 HY-ACCS防食制御機能

HY-ACCSの機能は、複数のプロセス変数を入力とする数式モデルにより、腐食環境としての変数(pH値、塩素イオン濃度等)や防食剤の必要注入量をオンラインで推定し、コントローラに送り、予測制御を行うものである。モデルとしてはタワー系とデソルタ系の2組を持ち、それぞれ単独での稼働が可能である。更にデソルタ系をタワー系のサブシステムとして組み込み、トータルシステムによる装置全体の防食の最適な形を構築できる。

またHY-ACCSは、装置の重要個所の塩分濃度をモデルにより推定する機能も持っている。更に腐食モニタリ

ングシステム(コロソメータ)の設置により、運転変数による腐食率の推定を行うことができる。

図4はHY-ACCSによるデソルタ最適制御システムを示したものである。これまでできなかったエマルジョン層の厚さをオンラインで計測するシステムを開発(特許出願中)できたことにより、自動制御が可能となった。一旦エマルジョン層が広がると、これを手動で狭い方向へもっていくのはかなりの時間と多くの試行錯誤が必要であることが解っている。デソルタのエマルジョン層の厚さを変える操作変数は、一般にエマルジョンプレーカの注入

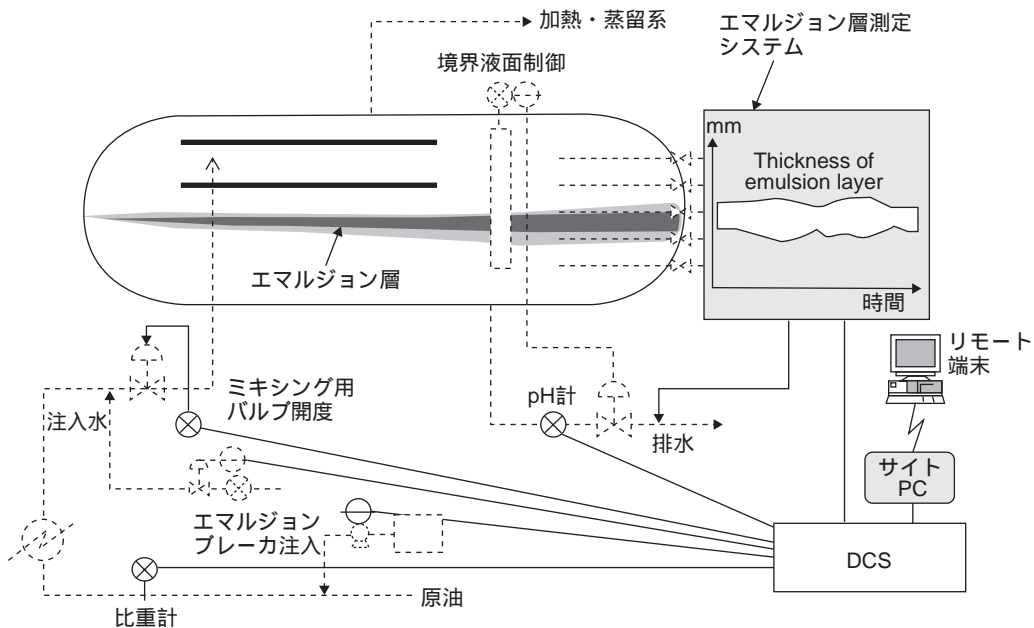


図4 HY-ACCSによるデソルタ最適化制御システム

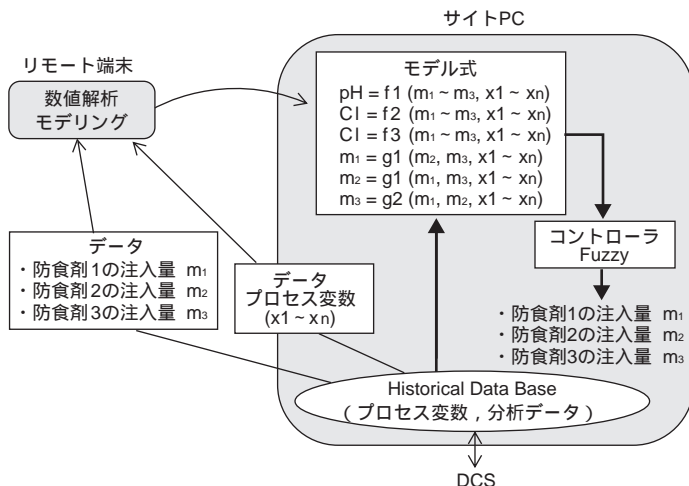


図5 HY-ACCSシステムフロー

量、水の注入量及びミキシング用バルブの開度であるが、これをどのように調整するかは経験により手動調整に頼らざるを得なかった。HY-ACCSはこれを解決するために、モデルによる予測制御により早めの修正操作を行うことで、デソルタの最適自動運転を世界で初めて可能にした。

5. システム機能

図5にHY-ACCSのシステムフローを示した。DCSからサイトPCへ定周期でデータが送られてヒストリカルデータベースに蓄えられると同時に、一部はモデル式へ送られて、腐食環境因子となるpH値や塩素イオン濃度が計算される。計算結果はコントローラに送られ、防食剤の注入量を定周期で制御する信号をDCSへ返す。コントローラにはロバスト性を確保し易いファジーを使用した。

pH計の信号によるフィードバック制御とは異なり、モデル式で変化を予測し、前もって修正動作を行う点が優れた制御を実現できるポイントである。図中のx1~x2は温度、圧力、流量、比重等のプロセス変数と分析値である。m1~m3は防食剤や水等の注入量変数を表している。

予めこれらのプラントのデータを蓄積しておき、リモートターミナルへ定期的にデータを伝送し、数値解析を加え、モデルを作成する。数値解析には、先ず不良データの削除や変数間の時間遅れの同定と言った前処理を行い、次に相関解析からモデル式を作成するが、ここに当然防食に関する専門的知識からの論理的考察が必要となる。

6. サービス内容と導入効果

本サービス導入に当っては、先ず顧客のプラントの運

転状況を診断し、現状の問題点及び投資とメリットを評価して、これをフィージビリティスタディ結果報告書として提出し、防食制御サービスのトータルソリューションを提案する手順をとっている。

安価で高性能を維持するシステムを提供するため、リモートターミナルとサイトPCのコントロールシステムは、顧客へ貸与する形である。リモートターミナルによるサービス内容には次の項目がある。

- ・ 防食モデルアップデートサービス
- ・ 制御パラメータチューニングサービス
- ・ システムハードソフト機能保証、及びバージョンアップサービス
- ・ 防食管理リコメンドサービス

また、モデルによるオンラインでの腐食率の推定が要求される場合は、腐食モニタリング用のコロゾメータが必要となる。モデリング用のテンポラリーのセンサは高速応答のセンサを使用するので、オンライン推定モデルの結果は原料や運転条件変動に拠る腐食率の応答を捉えることができ、オペレータへの有効な情報提供が可能となることを付記しておく。

本サービスの第1の目的は防食効果を最適にし、設備の寿命延長を図り、安全操業と保全コスト低減に寄与することである。このメリットは必ず得られることは間違いないが、まだ定量的に示せる段階まで来ていない。しかし、防食剤の削減は顕著であり、年間500~1000万円の削減事例がある。

7. おわりに

プラントの防食運転の自動化、最適化は、防食剤等の資源の有効活用は素より、プラントの信頼性を向上させ、長期に安定した連続運転の必要性と広く地球環境保全の観点から、間違いのない方向である。HY-ACCSに拠るオンライン防食制御サービスは、このニーズに基き開発した新しいリモートサービス商品であり、将来へ向けお客様に期待に充分応えることのできるものと考えている。

安価で高性能を維持するサービスを提供するためには、基本システムであるリモートターミナルとサイトPCの部分は顧客へ貸与しサービスの形で提供するのがベストと考えた。特殊で専門的な知識を要するモデリングの部分、制御性能に関する部分で顧客に人員を必要としないで済むような形で提供できることも、お客様にとって魅力的な部分である。

今後は他の類似装置への展開、及び紙パ等の他産業への適用拡大を進めていきたいと考えている。