

# フィールドバスによるフィールド情報管理

工業システム事業部

小島 正博  
Masahiro Kojima

## キーワード

保全, 保全管理, フィールドバス, フィールド情報管理, FOUNDATIONフィールドバス

フィールドバスがプロセス産業のフィールド情報管理にもたらす効果について検討し, 計装制御機器の監視・管理, 保守・点検, リモートメンテナンスなど保全業務の効率化に大きく貢献することが判明したので報告する。

## Field Information Management Using Fieldbus

The consequences of widespread use of Fieldbus on the management of field information in the process industries were examined. It was found that the Fieldbus could contribute significantly to improved efficiency in maintenance work. Benefits of such a system are inferred for monitoring and management, maintenance and inspection, and remote maintenance of instrumentation and control equipment.

## 1. はじめに

プロセス産業界では監視制御システムや情報システムのデジタル化, DCSの採用により積極的に情報統合が進められてきた。一方フィールド機器には, CPUを搭載したスマートフィールド機器が導入され, 自己診断機能, 多変数計測機能などのインテリジェント化が進められてきた。スマート化されたフィールド機器は特定のDCSとは密に接続されているが, その他多くの機器は従来の4~20mAアナログ信号のままであり, 情報統合の面から見ると, スマートフィールド機器が導入されていてもアナログ機器の時代と基本的な進歩が見られない。

マルチベンダでの双方向デジタルコミュニケーションを実現するフィールドバスが登場し, フィールド機器からはプロセス変数(PV)のほか, 保全に必要な機器診断結果のデータなどがデジタルデータとして入手可能となった。これらのデータは電子化データであるため使用目的に応じて自

在に加工, 解析, 保存が行えるようになる。フィールド情報を電子処理できることにより, 従来人的労力に負うことが多かった保守・保全業務が大幅に革新し, 効率の向上が図られると期待される。

本稿では実用化を迎えたフィールドバス協会フィールドバス(FOUNDATION™フィールドバス)をベースにフィールドバスがプロセス産業の保全管理, フィールド情報管理にどのような変革をもたらすか考察する。

## 2. 保全管理業務

### 2.1 保全管理業務

プロセス産業の生産設備における保全管理は, 単に設備の補修を行うだけでなく, トラブル発生の防止, 作業の効率化による保全コストの低減, 設備寿命の維持, 法規則の遵守などが要求されている。業種や形態により保全管理内容や区分は異なるが, 典型的な例として石油精製工場にお

ける保全管理業務を以下に示す<sup>(1)</sup>。

- ・ 設備状態のモニタリング
- ・ 設備検査の実施，検査結果の解析とそのデータ管理
- ・ 保全計画の立案
- ・ 設備設計情報管理
- ・ 予備品管理
- ・ 保全費用管理
- ・ 工事管理 など

## 2.2 計装制御設備の保全管理の現状と課題

前節で述べた保全管理業務のうち計装制御設備を中心にその保全管理の現状と課題について考える。ここでは制御機器としてDCSコントローラとPLC，フィールド機器はDCSと同じベンダのスマート機器および複数ベンダの機器も使用している場合を想定し，ある保全エンジニアの目を通して保全管理の現状と課題をあげる。

### (1)設備状態のモニタリング - 機器監視

#### 機器の監視

スマート化されたフィールド機器を使用しているので，プロセス変数(PV)のほか，機器の自己診断結果の自動監視ができ，この範囲では機器管理の自動化は図られている。しかしPLCの入出力機器や，スマート化されていないセンサ，アクチュエータも多くある。スマート化されていないセンサの診断はオペレータがPVアラーム発生やトレンドグラフのPVの動きでプロセスの異常か機器の異常かを判断している。異常発生の際に保全エンジニアが呼び出されトラブル対応しているため，手間と時間がかかる。

#### 運転条件変更

品種変えなどの運転条件変更に伴い，センサのレンジ変更を頻繁に行っており，手間と時間がかかる。

#### 運転条件変更記録管理

運転条件変更や異常発生内容を記録をしているが，DCSからの変更分は自動記録されるが，PLCや分析計などは別記録あるいは手動記録であり一本化，自動化したい。

### (2)設備検査 - 機器保守

#### 定期点検

センサのゼロ/スパン調整，分析計の調整を定期的に現場で行っている。調節弁の調整も同様である。点検結果は報告書に記入し管理している。遠隔からの調整，報告書の電子化を図りたい。

#### 現場巡回点検

機器の予防保全のため毎日現場を定期的に巡回して機器の指示や動作，とくにアクチュエータに注意して点検している。高所や設置環境の悪い場所，悪天候時の作業は辛くきつい。遠隔でメンテナンスできると良いのだ。

### (3)設備設計情報管理 - 機器データベース管理

#### 機器台帳管理

完成図書の機器リストを元にパソコンで機器管理台帳を作成している。データの投入時にミスが発生したりし労力もかかった。また更新し忘れにより実際に使用されている機器と不一致が出たりして困っている。

#### フィールド機器/制御機器データベースの管理

スマートフィールド機器のデータは制御用機器のデータと一緒に電子データで保存管理しているが，非スマート化のフィールド機器のデータベースはデータシートで管理となっている。CPU内蔵の分析計のデータベースは別の専用マシンでの管理のため，3重の管理をしている。データベース管理を統合化・電子化したい。

### (4)予備品管理

同じタイプのスマートセンサでも互換性がないので，使用しているすべてのメーカーの予備品を揃えなくてはならない。

### (5)保全計画の立案

機器リプレースの立案を行うが，機器台帳のデータベースと実際に使用されている機器のメーカー，バージョンなどの確認作業が必要だ。自動化できないだろうが。

上記の例の幾つかは読者のプラントでもあてはまるのではないのだろうか。それでは次章以降でこのような保全管理業務の現状をフィールドバスがどのように変革してくれるのか考えてみよう。

## 3. フィールドバスによる保全への期待

### 3.1 フィールドバス導入のメリット<sup>(2)</sup>

フィールドバスの導入メリットとして，計装配線ケーブル・端子盤の削減，制御機器やI/O機器の削減による設備費やエンジニアリング費などの初期費用の削減があげられるが，保守・保全の観点からは以下のメリットがあげられる。

#### (1)フィールドからの保守・保全関連情報の増加による保全管理の効率向上

従来のアナログタイプのフィールド機器と比べ，フィールドバス機器ではPV以外に機器診断情報，複数のプロセス変数の送受信など扱う情報量が大幅に増やせる。より安全で運転効率のよい，保全効率を向上させるための情報を取り扱うことができる。

#### (2)制御機器やI/O機器の削減によるシステムの信頼性向上

フィールドバス機器ではプロセス測定結果を直接デジタル信号の電子データで扱うため，従来のフィールド機器から発信されたアナログ信号を制御機器やI/O機器でA/D変換する必要がなくなり，このための機器が不要と

なる。この結果機器がなくなることによりシステムの信頼性が向上し、その機器の保守も不要となる。

(3) 定期メンテナンス期間延長および保守頻度の低減

今後フィールドバス対応のセンサ/アクチュエータには現在のスマート機器の機能を超えた、よりスマートな、高インテリジェントフィールド機器が開発されてくるだろう。機器の自己診断もより広範囲になる。たとえば調節弁の診断には弁開度のフィードバック診断だけでなく、振動、摩耗や温度などの診断も含まれるようになるだろう。その結果、調節弁自身からメンテナンス時期を推奨してくるようになり定周期メンテナンスの周期/頻度も低減できるであろう。

(4) リモートメンテナンスの実現による保全コストの大幅な削減

すべてのフィールド機器の自己診断結果を遠隔設置された保全用ホスト機器で監視したり、センサの調整を現場に行かずにホスト機器から行うことにより保全時間の短縮が行える。

3.2 ユーザの期待

フィールドバス協会ユーザ諮問委員会：日本WG 1ではフィールドバスの導入メリットを多角的に検討した。その検討結果のサマリを表 .1 に示す<sup>(9)</sup>。

この中で保全関係の導入メリット、ユーザの期待として、次の項目をあげている。

- ・故障修復時間の短縮（故障原因追究の容易さ、修復作業の簡素化、リモート補修）
- ・遠隔地からの保守、共通情報による保守の容易さ
- ・故障の局所化（故障時の波及が少ない、故障の早期発見と告知）
- ・故障の軽減化（故障の減少（信頼性が向上すれば）、自己診断機能搭載による早期発見、インテリジェントアラーム）
- ・工場全体の省人保全体制の確立

これらはフィールドバスというインフラストラクチャの上に、上記の要求を満足する高インテリジェント化フィールドバス機器が開発されることにより、保全業務の改革が進むであろうというユーザの強い要望でもある。

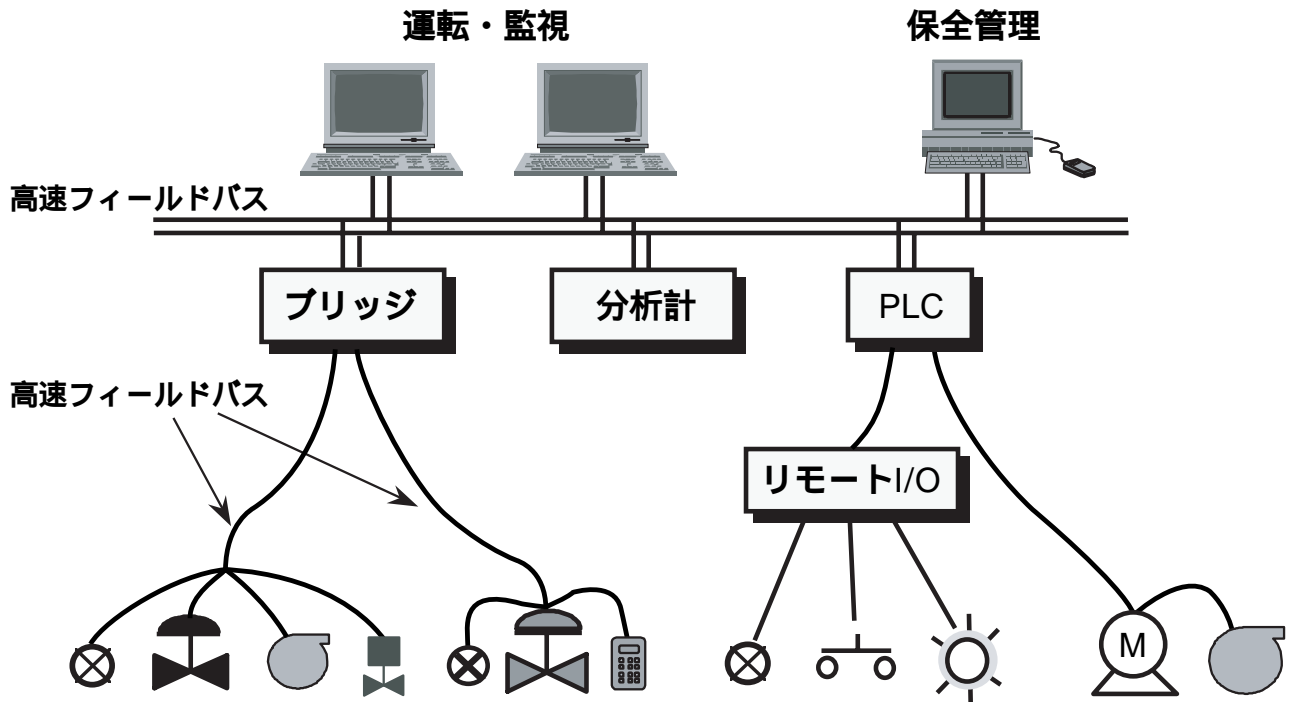


図.1 フィールドバスによるシステムの例

表.1 ユーザから見たフィールドバスの導入メリット

分類	フィールドバス導入メリット
設計・建設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工事費の削減(計装配線)</li> <li>・ 設計の簡素化(PCでの設計, 繰り返し, パターン化設計)</li> <li>・ ループ構成機器の簡素化(補機類削減)</li> <li>・ 現場パネル削減(シーケンスのサポートにより)</li> </ul>
保全	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 修復時間の短縮(故障原因追及の容易さ, リモート補修)</li> </ul>
計装の高度化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 故障の局所化(故障時の波及少ない, 故障の早期発見と告知)</li> <li>・ 故障軽減化(故障減少, 診断機能搭載による早期発見, インテリジェントアラーム)</li> <li>・ 新しい安全設計(インテリジェント機器によるフェイルセーフ設計, 他のループからの縁切り)</li> </ul>
統合化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 複合トランスミッタ機能の搭載</li> <li>・ PID制御のフィールド分散</li> <li>・ ループ毎のきめ細かいチューニングがやりやすくなる</li> <li>・ 小規模ループでのアドバンスト制御</li> <li>・ オープンなコミュニケーションによる制御ツール導入の容易さ</li> </ul>
計装エンジニアリング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 分散化達成により, DCSは負担軽減。究極的にはMMI機能のみが残る</li> <li>・ MMIのPC化(Windows化)。システム全体のコストダウンへの期待大</li> <li>・ 遠隔地からの保守, 共通の情報による保守の容易さ</li> <li>・ 工場全体の省人保全体制の確立</li> </ul>

ユーザ諮問委員会：日本WG 1報告より抜粋・編集

4. 保安全管理から見たフィールドバス機能の特徴

本章では保安全管理の観点から見たフィールドバス機能の主な特徴をあげ, それらの機能がどのような仕組みで保安全管理に貢献するのかを概説する<sup>(2), (4)</sup>。

(1)論理フィールド機器とファンクションブロック

本誌論文『フィールド機器での分散制御を実現するファンクションブロック』で説明されているように, FOUNDATIONフィールドバスのフィールドバス機器は統一された論理的構造を有しており, この中の各種ブロック, オブジェクトはすべて標準化され相互運用性を保つようになっている。

このうちのリソースブロックはフィールド機器のハードウェア特性を表すためのブロックで1台の論理フィールド機器に1つだけ存在する。リソースブロックには機器の固有データ(機器番号, タグ, 製造機器メーカーID, 機器固有のシリアル番号など)が入っている。機器保安全管理上はこのデータベースの活用が極めて重要である。表.2に例を示す。

表.2 リソースブロック/トランスデューサブロックの例

ブロックタイプ	パラメータ	データ
Resource Block (一割分)	Tag Name	FC-100
	Manufacturer ID	Yamatake
	Device Type	SFVP
	Resource State	On-line
	Features	Reports Supported
	Cycle Time	Scheduled
Transducer Block (一割分)	Transducer Type	Standard Basic Positioner Valve
	Final Value	Valve Position
	Final Value Range	High & Low Range Limit
	Act Fail Action	Self-closing
	Valve Type	Linear

(2)アラーム/イベント

フィールド機器で検出したプロセスアラームや機器の異常などのイベント情報は, 発生時刻のタイムスタンプ付きで通知される。FOUNDATIONフィールドバスではフィールドバス上の全機器に定周期で時刻同期信号が送られ, 各機器は完全に同期した時刻を有するようになっている。

(3)オンラインデバイス追加・交換

FOUNDATIONフィールドバスではフィールド機器の追加あるいは交換をフィールドバスが運転中でも自動的に行えるような仕組みを仕様化している。

追加作業の準備としてツールを使用してオフラインで追加する機器にタグ名(PDタグ)を付与しておく。フィールドバスに新しい機器を追加するとフィールドバスのシステム管理が自動的に機器を認識し通常の動作状態に移行させる。図.2に新しいフィールド機器をフィールドバスに接続する時の流れを示す。

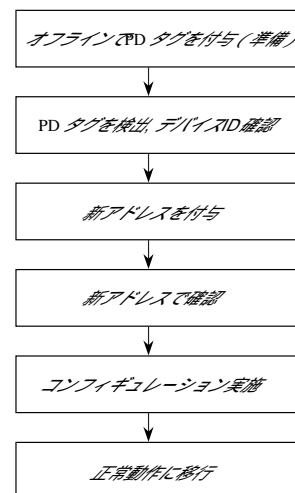


図.2 フィールド機器の追加手順

## 5. フィールドバスによるフィールド情報管理

2.2節で計装制御設備の保安全管理の現状と課題をあげたが、本章ではこれらの課題がフィールドバスの導入によりどのように解決され、保安全管理業務を変革していくかを述べる。これは200X年のある計器室/保全エンジニアルームでの保安全管理の様子である(この中には今すぐにも実現するものも多いことを注記しておく)。

フィールドバスそのものはインフラストラクチャであり、フィールドバスが保安全管理するものではない。実際にはフィールドバス対応のスマートフィールドバス機器群とそれらの情報管理する運転用/保全用ホスト機器にインストールされたフィールド情報管理アプリケーション群で実行されるものである。したがってこの説明においてはスマート機器およびフィールド情報管理アプリケーションソフトウェアに具備している要件も含め述べることになる。

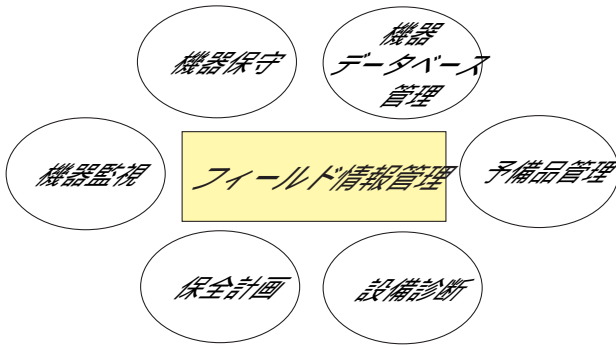


図.3 フィールド情報管理

### 5.1 フィールドバスによる保安全管理の課題解決

#### (1)機器管理

##### 機器の監視

すべてのフィールド機器がフィールドバス対応となった。各機器の自己診断機能も従来のスマート機器よりさらにきめ細かく充実している。フィールド機器の監視は計器室とは別の保全エンジニアルームに置かれたメンテナンスPCで行っている。故障発生でオペレータから呼び出されるだけでなく、メンテナンスPCに予防保全の診断結果が通知されるので保守対応は十分時間を都合して行えるようになった。

##### 運転条件変更

品種変えなどの運転条件変更でのセンサのレンジ変更はホスト機器から自動的に行い、手動で行う場合でも、ホストから遠隔設定で行えるようになった。

##### 運転条件変更記録管理

運転条件変更や異常発生内容の記録はすべてのフィールド機器から正確なタイムスタンプを付加して通知される。運転条件変更もホスト機器で正確に同期管理されたタイムスタンプで記録される。すべての変更記録は完全

に自動化された。

#### 測定信号ステータスとループの安全性向上

フィールド機器から送信されるプロセスデータにはデータのステータスが付加されており、信号の確実性を常に監視することができる。このステータスを利用して、PV信号が異常となった時に該当するPIDファンクションブロックの制御モードを自動的に安全なモードに変更することができ、ループの安全性を向上させることが可能となった。

#### (2)機器保守

##### 定期点検

センサの調整もゼロ/スパン調整用電磁弁付きマニュアルホールドリルが現場までいかなくとも、メンテナンスPCからリモートで調整でき、調整結果はそのまま電子ファイル化され、報告書も自動出力される。これらの情報は保全計画立案用にも共通化されている。

##### 現場巡回点検

各機器は予防保全情報を含む自己診断結果を運転用ホストとメンテナンスPCに通知してくる。コントロールバルブなどのアクチュエータも振動や摩耗情報を通知してくるので毎日の現場巡回は不要となった。

#### (3)機器データベース管理

##### 機器台帳管理

フィールド機器の機器情報を定期的にアップロードし機器台帳を管理している。実際にフィールドバスに接続されている機器からの情報なので正確無比である。

機器のメーカー名や形式、機器のバージョン/レビジョンもわかるのでメーカー毎の機器ソーティングも簡単に行えるし、バージョンの管理もワンタッチである。

##### フィールド機器/制御機器データベースの管理

フィールド機器のデータベースは機器台帳管理と同様に行っている。データベースのアップロードを行い保存している。従来の管理区分であるフィールド機器と制御機器との区別はなくなった。これはPID制御やAI、AOなどのI/Oはすべてフィールド機器にあるから区別する意味がなくなったのである。ただしファンクションブロックは皆タグ名を付与し、従来通りわかりやすいタグ名で管理している。



図.4 機器データベース管理画面例

#### (4) 予備品管理

同じタイプのフィールドバスセンサは各ベンダで相互運用性があるので基本機能を使用する分には入れ替えても使用できるので予備品の数は従来に比べて大幅に減少した。また、機器のパラメータ設定もメンテナンスPCからダウンロードするだけでよい。

#### (5) 保全計画の立案

機器台帳は常にアップデートされておりかつ実際の機器と整合されている。この機器台帳から機器の稼働時期・期間、メーカー名、保全記録などが把握でき保全計画も迅速に立案できるようになった。

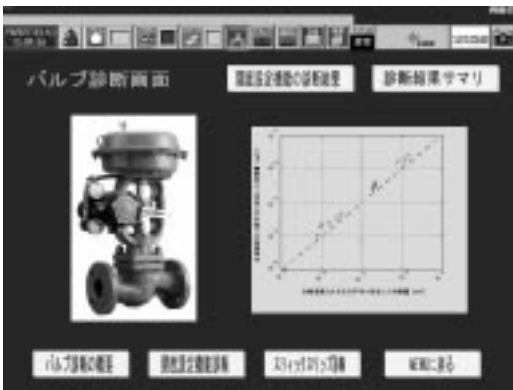


図.5 バルブ診断画面例

### 5.2 さらにフィールド情報管理へ

#### (1) 複数機器機能の統合および多変数発信機能

現状のスマートフィールド機器でも多変数発信機能や複数機器機能を有するものがあるが、フィールドバス化と制御のフィールド機器への分散実行が進むにつれてフィールド機器における機能統合/多変数化対応はさらに発展するものと考えられる。たとえばセンサ/発信器とアクチュエータを一つに組み合わせた機器の実現である。信頼性とコストの両面においてユーザに大きなメリットをもたらす技術である。

#### (2) リモートメンテナンス

フィールドバスにはリモートメンテナンス機能が組み

込まれているといえる。機器の自己診断結果、コンフィギュレーションデータや運転用データの読み出しや書き込み、機器のプログラムの入れ替えもリモートのホスト機器から行う。

リモートメンテナンスではたとえば次の項目などが行える。

- ・機器のキャリブレーション
- ・機器の遠隔診断
- ・機器のデータベース管理
- ・機器異常データ来歴管理

海外に設置したプラントであっても国際通信回線やインターネットを使用し、リモートメンテナンスが行える。

#### (3) 複数機器からの情報による設備診断

複数のフィールド機器からの情報を使用して設備の状態を推定し設備管理を行う。

簡単な例をあげるが流量信号がゼロになった場合、センサの故障でゼロになったのか、ポンプの故障停止のためになったのかは、圧力信号と流量信号の相関をとることにより判断できる。これができるためにはまずデータの共有が第一である。そして判断ロジックをしかるべき機器に組み込む。フィールドバスではすべてのフィールド機器のデータは電子データ化されており、かつフィールドバス上で自由にやりとりが行える。つまり各機器相互間のデータの比較や分析などを行うためのデータアクセスが提供されていることである。設備診断のためにデジタル信号を発信するための機器を付加しなくても済むのである。

## 6. おわりに

フィールドバスはまだ実用化に入ったばかりであり、本稿で述べたフィールドバスのもたらすメリットを本当に享受できるかは、フィールドバスの育成にかかっている。フィールドバスの持つ革新性と可能性の理解と具現化、高インテリジェント機器/新アプリケーションソフトウェアの開発およびそれらの応用技術がキーである。機器/アプリケーションソフトウェアの開発・提供はメーカーからではあるが、それをどのように組み合わせ応用し現状の課題を解決していくかはユーザと共に考える必要がある。本稿がフィールドバスを検討している保全関係者をはじめユーザ諸氏の参考になることを期待する。フィールドバスを育て発展させていくため、ユーザ諸氏からご意見、ご指導いただければ幸いである。

<参考文献>

- (1) 石油精製工場における情報共有化のための高度情報処理技術に関する調査報告書, (財)石油産業活性化センター, P71 ~ 99, 1994
- (2) Fieldbus FOUNDATION Technical Overview, Fieldbus FOUNDATION, FD-043, 1996
- (3) フィールドバス協会ユーザ諮問委員会: 日本活動成果報告書, フィールドバス協会ユーザ諮問委員会: 日本, 1997年12月
- (4) 甲斐忠道, フィールドバス基礎ブック, オーム社, 1995