

産業用ネットワークの保全技術 (Part1)

－PROFIBUS

NPO 法人 日本プロフィバス協会
元吉 伸一

1. はじめに

オートメーション機器間の信号伝送技術として、工場現場で使われていた空気器伝送、アナログ(4 から 20mA、または 1 から 5VDC)伝送の技術に代わって、デジタル通信技術の採用が提唱されたのは 1980 年代であった。それからすでに 35 年以上経過しており、現在ではオートメーション機器のデータ・情報を機器間で通信するデジタル通信技術として、「産業用ネットワーク」という言葉が定着している。

産業用ネットワークは工場現場の測定端、操作端と中央管理室の制御機器との通信に用いられており、工場オートメーションのベース技術となっている。最近では産業用ネットワークの用途は、現場機器から測定信号、操作信号の取り合いをするだけでなく、機器のパラメータ、診断状況などを監視・設定できる管理用ツールとの通信手段としても使われるようになってきている。つまり、以前の空気式伝送、アナログ伝送に比べて、制御のためだけのデータ通信でなくなり、その対応範囲を広げている。

そのため、産業用ネットワークは高い信頼性で稼働することが望まれる。産業用ネットワークにトラブルが発生すると、現場の測定値(温度、回転数など)が制御機器に伝わらない、また、制御機器からの操作信号が操作端(バルブ、インバータなど)に伝わらない。さらには機器管理用の画面も開けなく

なることになり、制御システムが円滑に機能できなくなり、工場の生産に障害が発生してしまうからである。

今日、産業用ネットワークをトラブルなく運用することは、工場の生産を計画通り進める前提条件ともなっている

本稿では、プロフィバス協会のサポートするフィールドバス・PROFIBUS と産業用 Ethernet・PROFINET について、2 回に分けて、その保全技術の現状をお知らせしたい。

2. PROFIBUS とは

PROFIBUS は 1980 年代にドイツで Siemens, Bosch, ABB 等が共同で開発したフィールドバスである。この仕様は 1989 年にまとめられ、ドイツで PROFIBUS 普及のための組織・PNO(PROFIBUS Nutzerorganisation)が発足した。その後、世界各国でマーケティングを担当する各国協会が発足し、日本でも 1997 年に日本プロフィバス協会がスタートしている。

2020 年 6 月現在、PI(PROFIBUS & PROFINET International: 国際 PROFIBUS&PROFINET 協会)の支部は全世界 25 ヶ国におかれ、1300 以上のベンダー、ユーザ等が会員として参加している。市場に流通している製品は 2500 を超え、2019 年末までに累計で 6270 万以上のノードが出荷されている。

PROFIBUS は国際規格 IEC61158/61784、中国規格 GB/T、韓国規格 KSC、および SEMI 規格などを取得していることもあり、その累積出荷台数は他を圧倒していると私たちは考えている。

PROFIBUSには物理層を RS-485 とする PROFIBUS DP と、IEC61158-2 で指定された物理層を使う PROFIBUS PA の 2 種類があるが、本稿では主に PROFIBUS DP を使用した場合の保全技術について説明していきたい。また、本項では、通信アナライザとして PROCENTEC 社製・ProfiTrace2 を使用した例を示す。PROFIBUS のアナライザはいくつかの会社から販売されているが、機能的にはほとんど差がない。本項で紹介する ProfiTrace2 はあくまで 1 例として考えていただきたい。

3. 通信の保全とは

通信技術の保全と言っても何をすれば良いのだろうか？

現場ネットワークが正常に動いていて、現場機器のアラームなども発生していないなら、制御機器・現場機器は通常、緑色の LED が点灯して動作が正常であることを示してくれる。しかし、機器の LED が赤色に点灯する、または制御システムの監視用装置からアラームが発生した場合、工場の運転員はそのエラーが機器に関連するエラーなのか、プロセスに関連するエラーなのか、それとも通信に関連するエラーなのか、またはエンジニアリングに関連するエラーなのかを判断しなければならない。

通信関係のエラーと推測をした時、以下の動作状態が正常かをチェックすることになる。

a. 物理層 (RS-485、コネクタ等)

b. データリンク層 (PROFIBUS)

c. アプリケーション

d. 現場機器そのもの

つまり、通信関係の不具合と言っても原因はいくつかに分かれている。そのため、保全作業ではこれらの不具合が発生しないように管理をすることになる。

さらにいうと、産業用ネットワークの場合、機器の LED が緑色で正常に運転していても、または運転のアラームが発生してなくても、通信システムが本当に安定して運転しているのか、またはかろうじてエラーを発生せずにどうにか動いているのかも、知っておく必要がある。ぎりぎりの状態で動いていることはトラブルの予備軍となるからである。トラブルの予防保全を考えると、保全作業の中にこのようなエラーの要因を除くことが含まれる。

今日だけエラーが無ければ良いというわけではなく、明日の工場も、または 1 週間後の工場も正常に稼働する必要があるからである。

4. 保全の手順

(1) システム構成図のチェック

工場現場の通信システムの運転状態をチェックするとき、まず大事なのは、通信システムの資料が正しく管理されているかになる。特に

- ・ 機器の種類(機器の型名など)、個数、アドレス
- ・ 機器間の接続状況(どの機器とどの機器を何メートルのケーブルでつないだか)
- ・ PROFIBUS の通信仕様(速度、標準パラメータとの差異)

の情報は重要になる。

残念ながら、私たちが工場現場で

PROFIBUS システムのチェックを実施するとき、資料・図面が完備されていないケースもある。あるいは、制御システムの立ち上げ後、システムに改造があったものの、その変更が資料・図面に反映されていないケースもある。

多くの工場では、PROFIBUS のケーブルは機器に接続されたあと、ケーブルダクトに収納され、配線される。したがって、現場からケーブルのケーブルがダクトに隠れてしまうため、行き先をたどるのは難しい場合が多い。

しっかりした図面があれば、どの機器とどの機器が PROFIBUS で接続されているか、そしてその間のケーブル長は何 m かが分かる。ケーブルの長さが必要情報であるのは、PROFIBUS DP では、通信速度によりケーブル長に制限があるからである。規定以上の長さのケーブル長を使用すると波形のなまりが発生して正常に通信ができないことがある。

したがって、保全作業の最初として制御システムの資料・図面がしっかりしているかをチェックしていただきたい。

(2) 通信の全体状況の把握

PROFIBUS 通信が正常に行われているかを把握するために、アナライザの「稼働状態のオーバービュー」を使用する。本画面で

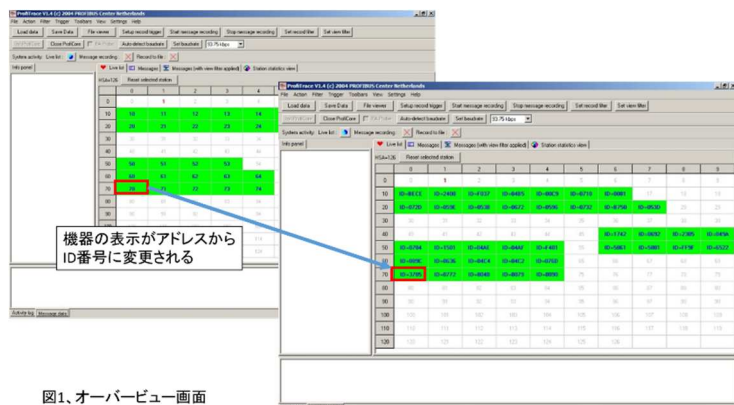


図1、オーバービュー画面

は、PROFIBUS システム内のアドレス 0 から 126 まで、つまり 127 台の機器の通信状態を一覧できる。(図 1)

通信のエラーが発生しておらず、正常に通信が行われている状態では、機器を表すボックスは緑色となり、また機器のアドレスがそのまま表示される。

アナライザをつないだ状態でしばらく監視状態のまま放置しておくと、ある機器で通信エラーが発生すれば、ボックスの色は緑色から黄色、または赤色等に変化する。そしてトラブルが終了し、通信が回復しても、ボックス内の文字は機器のアドレスでなく、ID 番号で表示される。

その結果、アナライザをシステムにつないでおけば、マスターとスレーブ間で通信に異常が発生したかが分かる(何のエラーが発生したかでなく、何かエラーが発生したことが分かる)。そのエラーが自然に正常通信に復帰したとしても、ボックス内の表示がアドレスでなく、ID 番号となるので、エラーが発生した証拠として残ることになる。

以上でチェックできるのは、全般的なアラーム発生である。

エラーの原因がデータリンク層のエラー (PROFIBUS のプロトコルに反している) ことをチェックしたい場合、または、アプリケーションのエラー(ハードウェアの故障等)

があるかをチェックした場合は、メッセージ画面を開いてチェックすることができる。通信メッセージは非常に頻繁に流れている(時には 1 秒間に数千から数万回)ので、アラーム発生時にトリガをかけるようにしておけば、欲しいメッセージ

とその前後のメッセージを取得できる。

(3) 通信波形の確認

トラブルが多い、またはトラブルの出そうな機器がある程度特定できたら、その波形を確認することが重要となる。波形のチェックは物理層のチェックとなる。

理想的には PROFIBUS DP、つまり RS-485 通信での波形は矩形波となる。ただし、ケーブルの長さ、終点抵抗の状況、ノイズの付加、規格外のケーブルの使用、または機器の素子の経年劣化等により、波形は崩れる。時には、機器はきれいな矩形波を発生させても、ケーブルの敷設状況により宛先の機器に届いた波形が崩れてしまい、読み取れなくなることがある。

筆者の経験では、PROFIBUS DP システムのトラブルの 80%は物理的な設置ミス、つまり波形が矩形波から崩れ、読み取れなくなることが原因となっている。

アナライザを使うことで、効率よく波形を監視できる。(図 2)

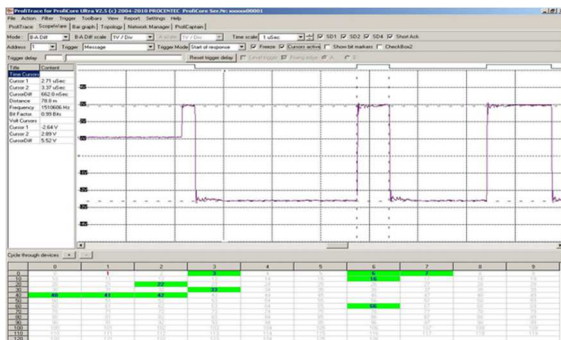


図2、オシロスコープ画面

PROFIBUS の通信はマスタ(通常は制御機器)とスレーブ(通常は現場機器)間で行われるので、現場機器サイドで観測した波形がそのままの状態では制御機器に届く、またその逆についても確認することが重要である。そのため、

- ・ PROFIBUS システム内で観測点を変

えて波形を監視できる。

- ・ アドレス指定して、特定の波形だけを監視できる。

という 2 つの機能が望まれる。

汎用のオシロスコープを使うと、PROFIBUS 上を流れるすべての波形を観測できるが、その波形がどこの機器から発生した波形であるかは分からない。PROFIBUS 専用のアナライザには機器のアドレスを指定するとその機器が発生する波形だけを取得・表示する機能が備わっているので、これを活用することが便利となる。

(4) 通信電圧の確認

PROFIBUS 機器から発生する矩形波の電圧は 4V から 7V となっている。この電圧をシステムの一覧画面(図 3)で見ることによって、トラブルが発生している個所を特定できることがある。

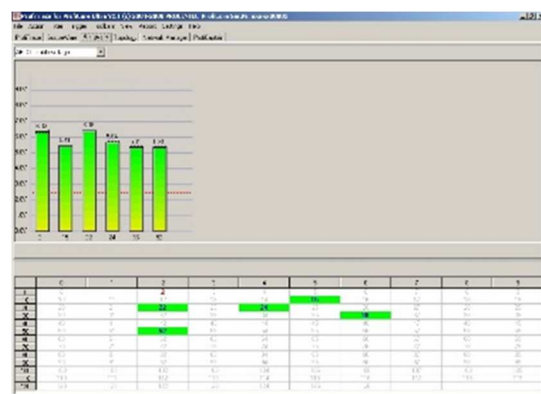


図3、バーグラフ画面

たとえば、図 4 にあるようにシステムの左端と右端から通信波形の電圧の一覧を見てみる。

基本的に PROFIBUS DP のシステムはデイジーチェーンで接続されているので、通信経路に問題が無ければ波形の電圧は(途中の電線の抵抗により電圧降下はあるものの)ほぼ一定となるはずである。

ところが、左端から見るとアドレス 2 と 3 の間で、急に電圧降下があり、また右端から見ると逆の形でアドレス 2 と 3 の間で、急に電圧降下があった場合、このあたりに何か不具合があり、電圧を降下させているのではと推測できる。

(5) レポートの作成

多くの PROFIBUS アナライザはレポート機能を持ち、測定した PROFIBUS システムの状態を pdf ファイルの報告書として保存できる。

レポートを保管して、前回の保全時の観測データと比較することで、システム内で変化が認められる点をすぐにピックアップできる。

特にハードウェアの経年劣化に伴う波形の変化について、過去のレポートと比較することは有効と思える。

5. おわりに

フィールドバス・PROFIBUS の保全について、アナライザの画面を参照しながら紹介した。

年々、機能を向上させている工場の現場機器を本当に使いこなすにはデジタル通信を使ってその機能を引き出すことが大切である。

本項が産業用ネットワークとして、PROFIBUS を使用されている皆様のご参考になれば幸いである。

問い合わせ先

NPO 法人 日本プロフィバス協会

〒141-0022

東京都品川区東五反田 3-1-6 ウエストワールドビル 4F

Tel/Fax : 03-6450-3739

E-mail : info@profibus.jp

HP: <http://www.profibus.jp>

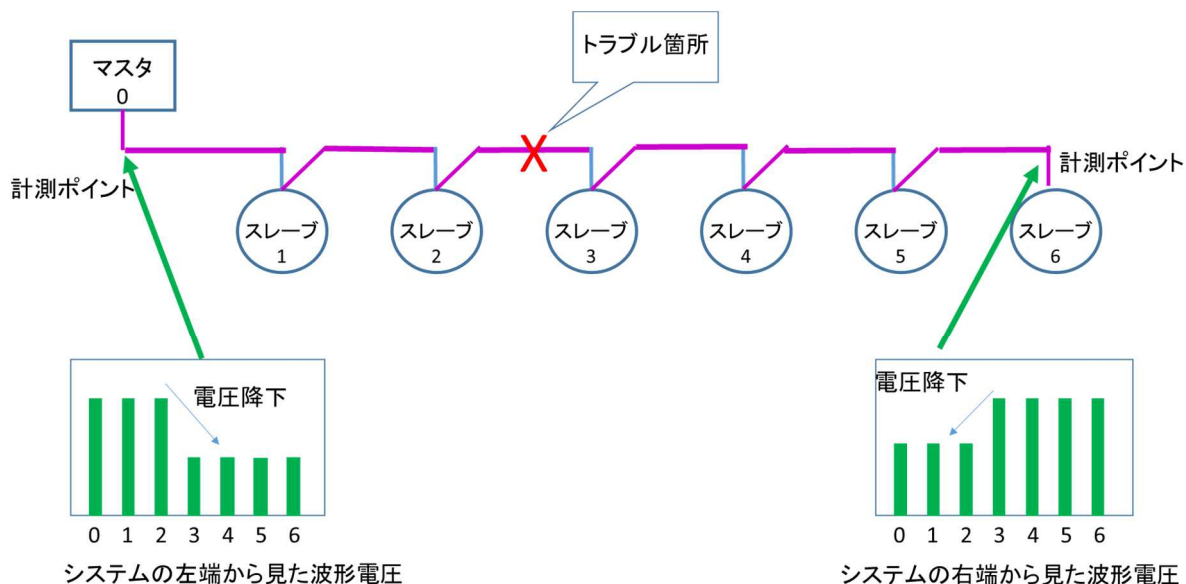


図4、バーグラフ画面からのエラーチェック

本稿は雑誌「計装」2020年8月号に掲載された「産業用ネットワークの保全技術(Part1)-PROFIBUS」の原稿です。