

受配電設備における通信技術



大西 宏明

HIROAKI OHNISHI

(三菱電機㈱受配電システム製作所 受配電監視システム設計課 専任)



野間 元暢

MOTONOBU NOMA

(三菱電機㈱受配電システム製作所 受配電システム計画課 課長)

はじめに

近年受配電設備は、電力供給の安定性と信頼性を向上させるため、その構成と機能が高度化する傾向にあり、運用・保守に関しては深い経験と高度な知識が必要となってきている。

一方、熟練電気設備担当者は不足しており、保全作業の効率化が求められている。また受配電設備の保全業務に対する省力化、省エネ法改正による省エネルギー推進に対する支援機能の充実が一層強く求められている。

本稿ではインテリジェント化している受配電設備とそれらを監視・制御するシステムにおける通信技術について述べる。また通信技術の応用例として当社受配電設備自動点検システムについても説明する。

1. 受配電設備監視システム

受配電設備監視制御システムは以下のような構成となっている（図-1）。（以下、監視制御対象である受配電設備とコントローラを接続しているネットワークをフィールドネットワーク、コントローラ、監視PCを接続しているネットワークをコントローラ間ネットワークと呼ぶ。）

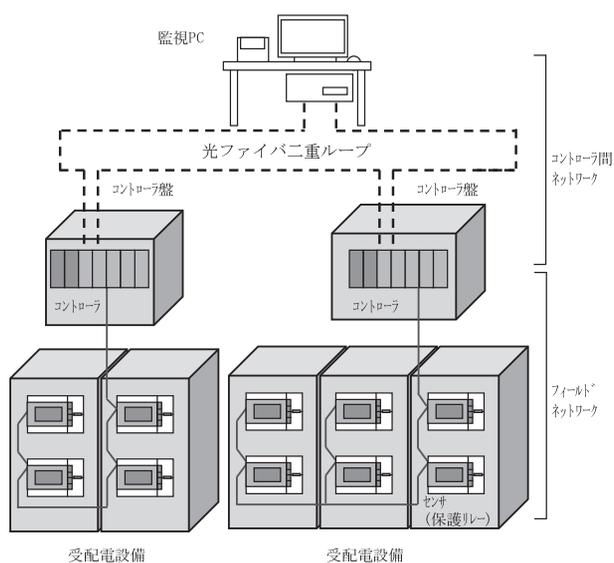


図-1 受配電監視システム構成

監視PCでは

- ① アナログ計測値表示、上下限值監視
 - ② トレンド監視
 - ③ デマンド監視
 - ④ 故障・警報表示
 - ⑤ イベントロガー表示
 - ⑥ 帳票表示・印刷（日報・月報・年報）
 - ⑦ 電力系統図表示
- 等の監視を行っている。

2. 通信技術

当社におけるフィールドネットワーク、コントローラ間ネットワークの経緯について説明する。

2.1 フィールドネットワーク

1980年代はセンサとコントローラ間はハードワイヤにて接続されていた。監視する信号ごとに受配電設備からコントローラまでケーブルを敷設していたため、ケーブル本数も多く、現地工事においても大きな負担となっていた。

1980年代後半になるとマイコンの普及により、電子式のセンサが使用され始める。電子式のセンサとコントローラ間は従来のハードワイヤ接続も引き続き採用されたが、

- ① ケーブル本数の削減
- ② 工事費削減

を目的とし、シリアル通信が導入され始める。当社では独自の通信方式であるCDL（CDL伝送：Control Center Data Link）伝送を開発し、市場投入した（表-1）。

表-1 CDL伝送仕様

項目	仕様
伝送媒体	ツイストペアケーブル、光ファイバ
最大伝送距離	2.0km*
トポロジー	バス方式
接続端末数	最大64台
伝送速度	9.6kbps
伝送方式	マスタ-スレーブ方式
冗長化	マスタの二重化、バスのループ接続
誤り検出	パリティとFCCの併用

*リピータを使用することにより最大10.0kmまで延長可能。

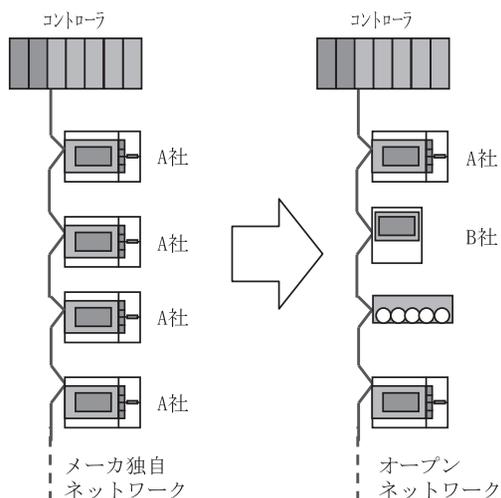


図-2 受配電監視システム構成

表-2 CC-Link伝送仕様

項目	仕様
伝送媒体	ツイストペアケーブル (CC-Link専用線)
最大伝送距離	1.2km@156kbps*
トポロジー	バス方式
接続端末数	最大64台 (リモートIO局) 42台 (リモートデバイス局)
伝送速度	156kbps, 625kbps, 2.5Mbps, 5 Mbps, 10Mbps
伝送方式	マスタ-スレーブ方式
二重化仕様	マスタの二重化有り
誤り検出	CRC (Cyclic Redundancy Check 誤り検出符号の一種)
推進団体	CC-Link協会 ¹⁾

*伝送距離は伝送速度により異なる。
リピータを使用することにより最
大13.2kmまで延長可能。

表-3 MELSECNET/H仕様

項目	仕様
伝送媒体	光ファイバ*
接続局数	64局
総延長距離	30km
通信速度	25Mbps, 10Mbps
伝送路形式	二重ループ
通信方式	トークンリング
同期方式	フレーム同期方式
符号化方式	NRZI方式
伝送フォーマット	HDLC準拠
誤り制御方式	CRC+タイムオーバーによるリトライ

*同軸, ツイストペアがあるが, 受配電設
備監視システムとして光ファイバを使用

その後1990年代後半から同一バス上に複数のメーカーの伝送端末が接続できるオープンフィールドネットワークが普及し始め、マルチベンダ接続が主流となる (図-2)。

当社では様々なオープンネットワークの中で産業用ネットワークとして開発されたCC-Link (Control & Communication Link) を受配電設備監視用ネットワークとして採用している (表-2)。

2.2 コントローラ間ネットワーク

本ネットワークは取扱うデータ数、容量からフィールドネットワークに比べ高速・大容量のデータ通信が必要となる。また「本ネットワークがダウン=監視システムがダウン」となることから高信頼である必要性もある。このようなことから当社ではコントローラ間ネットワークとしてPLC間ネットワークであるMELSECNETの光二重ループを使用してきた。

シリーズの最新仕様であるMELSECNET/Hは以下のような特徴を持つ (表-3)。

- (1) 高速・大規模なコントローラ分散制御が可能
 - ・最大25Mbpsの高速通信で、大規模なコントローラ分散制御を実現
- (2) 信頼性の高い光ループシステム
 - ・ノイズに強い光ファイバケーブルを使った二重ループの伝送方式で高信頼な通信を実現
 - ・ケーブルの断線や電源ダウンなどの異常発生時も通信を継続可能 (ループバック機能)
- (3) 充実したRAS機能
 - ・ネットワークの管理局がダウンしても通常局が管理局の代わりになって通信が続行できる (管理局移行機能)
 - ・異常局が正常に戻るとネットワークに自動的に復帰 (自動復列機能)
 - ・異常検出およびケーブル断線によるループバック機能

3. 受配電設備自動点検システム

これまで紹介してきた通信技術を使用した例として次に受配電設備自動点検システム例 (以降、自動点検システムと呼ぶ) を紹介する。この自動点検システムは大規模ビルを中心に導入され、設備の点検時間短縮に寄与している。

3.1 自動点検機能

図-3 に受配電設備の自動点検システムの構成を示す。自動点検システムは、

- ① 自動点検用ノートパソコン
- ② 状態監視・時間計測用コントローラ
- ③ マルチリレーMP21A (デジタル式保護継電器, 以下MP21Aと呼ぶ)

によって構成される。

3.2 保守点検時の停電時間の短縮

表-4 にて紹介した自動点検システム (a) (b) (c) では保守点検業務の効率化 (保守点検時間の短縮) に貢献したが、保守点検中に実施することを前提としていた

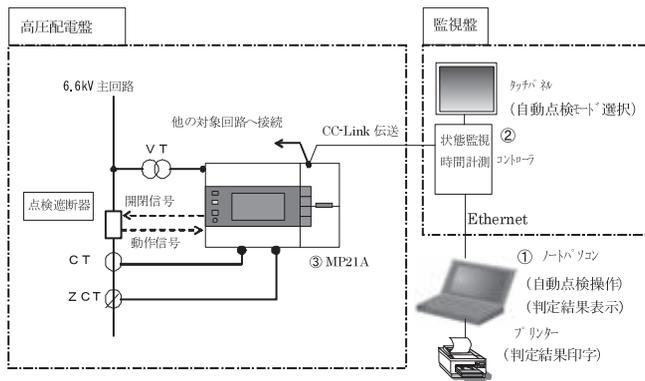


図-3 システム構成図

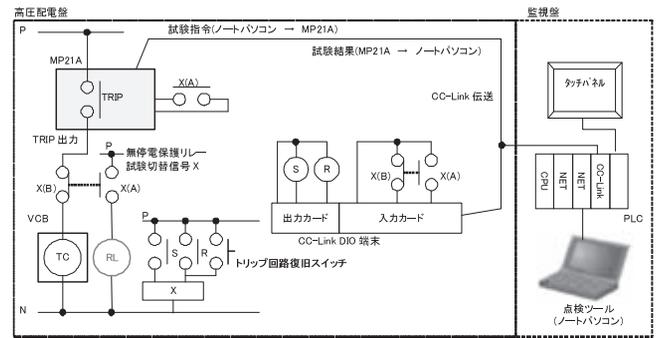


図-4 無停電自動点検のシステム構成図

表-4 自動点検メニュー

項目	内容	目的
(a) 操作連動試験	MP21Aの遮断器制御回路より、遮断器を動作させ、遮断器動作時間を計測し、良否を判定する。	遮断器動作時間の計測を行うとともに遮断器制御回路の健全性の確認を行う。
(b) 停復電連動試験	商用停電/復電を模擬した信号を発生させることにより働く自動回路が、停復電フロー通りの順序・時間で動作を行うことを確認する。	停復電に伴う機器の連動動作の確認、およびその動作時間計測によりシーケンス回路の健全性の確認を行う。
(c) 保護連動試験	MP21Aの内部機能により、保護特性試験信号を内部で発生させ、保護回路を動作させる。トリップまでの動作時間を計測し保護特性の良否判定を行うとともに、遮断器の連動トリップ動作の確認を行う。	保護継電器の特性試験を、内部模擬信号によって実施し、かつ継電器動作に伴う遮断器のトリップを確認する事によって、周辺補助リレーの動作を含めたシーケンス回路の健全性の確認を行う。
(d) 保護特性試験	MP21Aの内部機能により、保護特性試験信号を内部で発生させる。MP21Aの保護回路を動作させ、MP21Aの動作時間を計測して保護特性の良否判定を行う。	MP21Aのトリップ出力を試験時に切断することにより対象回路の停電が不要。

ため主回路が停電中であることを条件としていた。ビル設備等の稼働率をより向上させるためには受配電設備の保守点検業務に要する時間 (=停電時間) の短縮は必須であった。自動点検機能における点検内容と試験時間の見直しを行い、新たなメニューである (d) 保護特性試験を追加開発した。(d) 保護特性試験は、主回路の停電は不要であり、これまで停電時に行っていた保護継電器の特性試験 (保護連動試験に含めて実施) を主回路の停電なしで実施することにより (c) 保護連動試験時間を従来よりも短時間で行うことができ、点検時の停電時間の短縮が可能となった。

3.3 高信頼性システム

受配電設備運用中に保護リレーの点検作業を実施することからシステムとしての信頼性を向上させた。主要機器であるMP21Aは自らのトリップ出力回路が切り離されたことを確認する機能を新たに設けた (図-4)。

主回路無停電にて実施する (d) 保護特性試験は、構成機器の故障による不要な停電を回避するためシステム全体として次のような信頼性の向上を行っている。

- ① MP21Aから出力されるトリップ出力回路の切断はa接点、b接点の両接点にて動作確認を行う。
- ② トリップ出力回路の切断は物理的に異なるMP21と伝送端末の2つの装置で二重確認する。

3.4 点検時間比較

保護継電器を取り外し、専用のリレー試験機 (電流・

電圧発生機能付) を用いて行っていた従来方式、2001年に開発・市場投入した停電を要する自動点検方式 (表-4 (a) (b) (c)), 無停電による自動点検方式 (表-4 (a) (b) (c) (d)) の保守点検業務における作業時間の比較を行った。MP21Aの台数を10台とした場合の保守点検作業時間比較を表-5に示す。なお、従来の一般的な点検試験は試験準備から各試験を行い、後片付けまでを行うのに404分要しているが、自動点検システムでは57分 (保護特性試験は保護連動試験に含まれる)、また保護特性試験機能付自動点検システムではその約半分の29分となる。

本自動点検システムは通信技術の発展なしでは開発されなかった。点検操作を行うノートパソコンとコントローラ間はEthernetで、コントローラとセンサであるMP21AはCC-Linkで接続されている。

ノートパソコンは通常運用時は接続されず、点検実行時にEthernetでコントローラと接続され、コントローラを経由してCC-Link伝送でMP21Aへ点検指令、点検結果の取得を行う (図-5)。

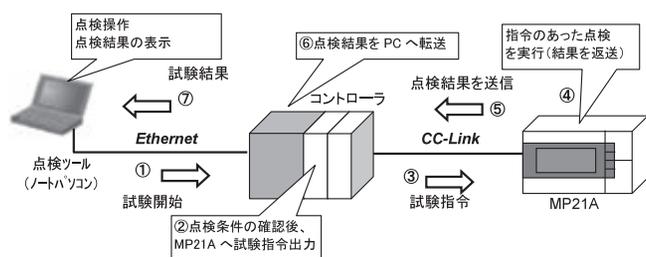
4. 今後の展望

今後の受配電設備における通信技術であるが、フィールドネットワークは受配電設備のインテリジェント化によりこれまでメータ、保護リレーだけであった伝送端末が、映像、温度、臭い等、様々なセンサが取り

表一五 保守点検作業時間比較

点検時間比較	従来方式	自動点検 (a) (b) (c)	自動点検 (a) (b) (c) (d)
試験準備 後片付け	60分	5分	5分
保護特性試験	262分	(保護連動 試験に含)	(11分*)
保護連動試験	56分	38分	10分
操作連動試験	6分	8分	8分
停復電連動試験	20分	6分	6分
合計 (停電時間)	404分	57分	29分

※主回路通電中に実施



図一五 自動点検時のデータの流れ

付けられることによって端末数が増え、また一端末あたりが取扱うデータ量の増加が推定される。これらよりこれまでRS-485ベースであったフィールドネットワーク

がEthernetベースの高速で大容量なオープンネットワークになることが予想されている。

またコントローラ間ネットワークも同様にEthernetベースになると思われるが、こちらは物理媒体がノイズに強く、総延長距離も長い光ファイバが使用されると予想している。

おわりに

当社受配電設備における通信技術とその応用システムについて述べた。センサの発展とともに取扱うデータ量は多くなってきており、フィールド、コントローラ間ネットワークとも高速・大容量の通信になることは間違いない。これらセンサ&ネットワークの発展により設備の保守点検も含めた作業の効率化、省人化がより一層進むと予想している。

参考文献

- 1) <http://www.cc-link.org/>
(平成24年1月12日 原稿受理)

〔自己学習型 (CPD) について〕

この原稿は、JABMEE CPDの対象原稿です。68頁の設問に解答してバーコードシールを「JABMEE CPD手帳」に貼っていただくと自己学習型で「1単位」となります。

講習会テキスト販売のお知らせ

「省CO2を促進する計測計量とその活用」

～省エネ性能の検証・評価に向けて～

(平成22年9月30日実施)

<主な目次>

1. 東京都の環境行政の動向～CO2総量削減とキャップアンドトレード～
2. ビル事業者の省CO2への取組み～都条例対応と計測計量・見える化施策～
3. 大規模研究施設での省エネチューニングに見る計測の手法と計測例
4. ミッドランドスクエアにおける省エネ対策の実施と検証
5. BEMSを活用した建築設備の運用実績評価と改善事例～
6. ビル管理からみた計測、計量のニーズと対応提案～BAシステムリニューアルからの取組み～
7. これからの計測、計量について～スマートメータの機能と課題～

※数に限りがございます。在庫がなくなり次第販売を締め切ります。

価格 3,500円 (送料、税込み)

(社) 建築設備技術者協会