

電鉄における光データウェイシステムの適用

Optical Data Way System for Electric Rail Way Service

加藤秀男 * Hideo Katô・長友安之 ** Yasuyuki Nagatomo・新井 隆 *** Takashi Arai

I. まえがき

日本の都市部及び都市近郊部における地下鉄あるいは電気鉄道の発達はめざましく、これらは社会生活を支える脚として極めて重要な役割を担っている。したがって、運行の停止はもちろん遅れが生じて社会的に大きな影響を与えることから、電鉄用機器・システムは信頼性、安定性、安全性に対する十分な配慮が必要である。また、他の分野と同様に省力化・省エネルギー化も重要な課題である。

このような状況を背景に、電鉄用変電所分野においてテレコン・テレメータ装置を使用した無人化、あるいはシーケンスコントローラやマイクロコントローラを使用した自動化、更にはミニコンピュータを使用した変電所の管理を含めた自動化（電力管理システム）が従来から行われてきた。特に近年では、管理・制御の内容が高度化、複雑化する一方、管理・制御の対象となる変電所数が非常に多い大規模システムも導入されるようになってきた。このような大規模システムにおいては高度の信頼性を確保するとともに、制御の高速化を図ることも極めて重要である。

この解決策の一つの方法として、分散処理システムの採用が考えられる。分散処理システムでは、中央の処理装置の管理・指示の下に分散設置された端末の処理装置が独自に、あるいは相互に連係をとりながら処理を行い、その結果を中央の処理装置に通知する形で制御が行われる。したがって、中央の処理装置と端末処理装置間、あるいは端末処理装置同士間の情報伝送を行う伝送装置は、必要な時に大量データを高速に伝送できることが要求される。このような伝送装置としてはデータウェイシステムが最適であるが、電鉄用として考えると従来のデータウェイシステムを採用するには若干の難点があった。

本稿では、電鉄用としての伝送装置の技術動向を述べるとともに、電鉄用データウェイシステムとして必要な機能・性能を十分検討した最新のデータウェイシステムの例として、札幌市交通局に納入した電力管理システム用光データウェイシステムの概要を述べる。

II. 電鉄用伝送装置の技術動向

1. 必要な機能・性能

従来、電鉄分野における伝送装置としてはテレコン・テレメータ装置（伝送路としてはワイヤケーブルを使用）が採用されてきたが、前述のごとく近年システムが大規模化し分散処理システムが導入されるようになると、伝送速度、伝送量、あるいは処理装置とのインターフェースなどからテレコン・テレメータ装置では最適なシステムを構成することが困難な状況となってきた。したがって、今後の電鉄分野の大規模システムの伝送装置としてデータウェイシステムが注目されている。

電鉄分野にデータウェイシステムを採用するために必要な機能としては、次のようなことがある。

- (1) 電鉄用変電所は、線路に沿う形で直線的に配置され、それぞれの間隔は3km前後となる。これをデータウェイのループに組み込むためには、長距離伝送が可能であること。
- (2) 伝送路は線路に沿って布設されるため、直流大電流による誘導、あるいは電鉄特有の高調波ノイズの影響を受けないシステムとすること。
- (3) 装置そのものの信頼性が高いことはもちろん、万一装置に故障が発生した場合にもシステムとして十分なバックアップが考慮されていること。
- (4) 電車線あるいは電力系統に故障・事故が発生した場合には、路線の全変電所の一斉停止、復旧処理などの速やかな対応が必要となる。このためには、中央の処理装置と多数の端末処理装置間の伝送を高速で実行できること。
- (5) 隣接する変電所間には、相互インタロック信号あるいは保護信号などの伝送が必要である。この信号の伝送は、中央の処理装置と端末処理装置間の伝送とは無関係に極めて短時間に実行できること。
- (6) 電車運行中は、システムを停止することができないため、日常の保守点検を必要とせず、かつ定期点検なども、電車運行終了後の夜間に短時間に行えるものとする。
- (7) 路線の延長などの際には、容易にループの延長が可能であるなどの拡張性を有すること。

以上述べた機能・性能すべてを満足させるには、従来のワイヤケーブルを使用したデータウェイシステムでは種々の配慮が必要である。これを解決するためには、

* 富士電機サービス(株)神戸事業所 ** 富士ファコム制御(株)システム本部 *** 輸送特機事業部 技術部

最近注目されている光ファイバケーブルを伝送路に使用した光データウェイシステムを採用することが得策である。

2. 光伝送採用によるメリット

光データウェイシステムは、伝送路とのインタフェース部に電気信号(E)と光信号(O)の変換部(O/E, E/O)を設けたものであるため、基本機能・性能は従来から実績があり信頼性の十分あるデータウェイシステムに光伝送の採用によるメリットが付加されたものと考えてよい。光伝送採用によるメリットとして次がある。

(1) 光信号は、電気的ノイズや誘導を全く受けないため、これらに強いデータウェイシステムとすることが可能となる。

(2) 光伝送を採用することにより、従来形では困難な長距離伝送が可能なデータウェイシステムとすることができる。

以上は従来のデータウェイシステムの難点とした点であり、これが解決されることにより電鉄分野で用いるための大きな前進となる。

更に、光伝送を採用することにより、電鉄用伝送装置として極めて信頼性が高く、大量データの高速伝送が可能な最適なデータウェイシステムとすることができる。

III. 札幌市交通局納入光データウェイシステム

札幌市交通局電力管理システム用光データウェイシステムの構成を第 1 図に示す。

1. 基本設計思想

従来、電鉄分野において採用されてきたテレコン・テレメータ装置は、既に永年にわたる実績があり、安定した装置として各方面に使用されている。これに対し、データウェイシステムは、近年、計算機相互間、あるいは計算機と端末間のデータ伝送用として比較的近距离を対象として開発され、急速に発達してきた技術である。その

機能、性能面では多くの優れた点を持つとはいえ、電鉄用電力系統の生命を握る制御・監視用伝送路としての採用例が無いことから、今回の電力管理システム用光データウェイシステムの適用・設計に際しては、信頼性を十分に配慮した。主な基本的設計思想は次のとおりである。

1) 伝送速度の向上

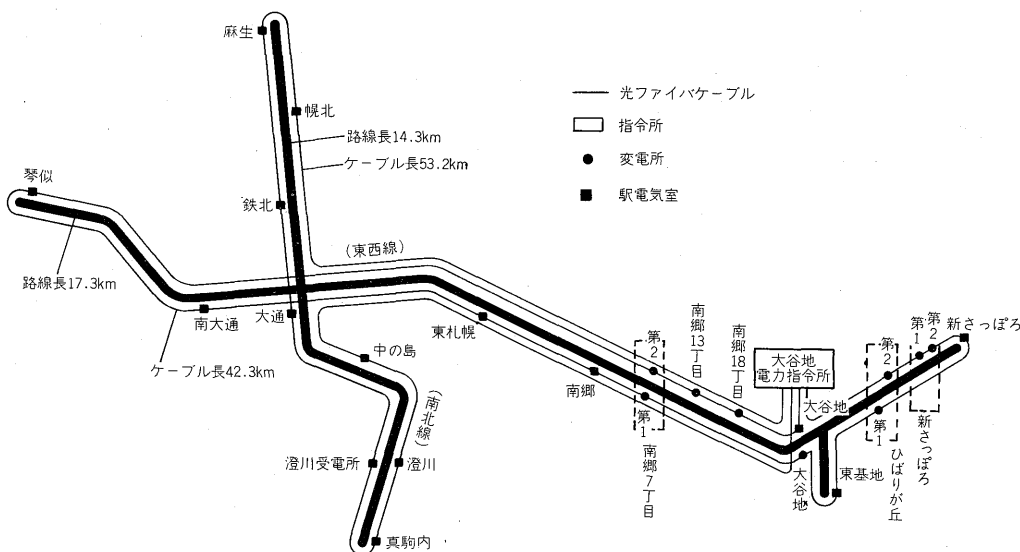
本電力管理システムは、変電所・駅電気室内の制御・監視をマイクロコントローラにより行う分散処理システムを採用しているため、中央の計算機とマイクロコントローラ間の伝送は従来以上に大量のデータ伝送が予想された。また、計算機による自動処理の増加により、より即応性のある対応が要求された。したがって、光データウェイシステムは伝送速度を 16.896 Mビット/秒とし、かつ二重化された計算機に対応して計算機用ポートも 2 台とし、子局側からのデータはどちらか空いているポートに取り込まれるよう考慮した。これにより、最大 50 局からの同時発呼時でも、3 秒以内の待ち時間で処理可能とした。

2) 多重伝送の活用

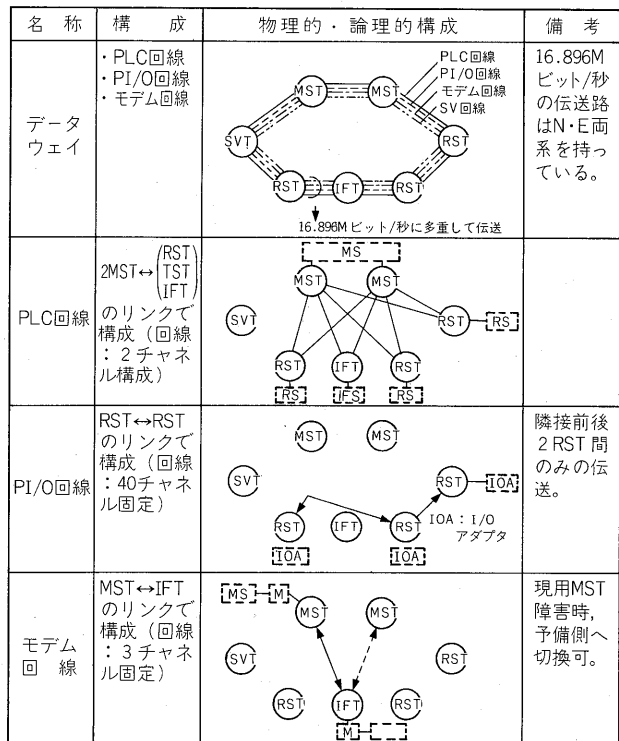
システムとしては、中央の計算機とマイクロコントローラ間の伝送のみならず、他社計算機との結合回線、従来変電所間で直接ワイヤケーブルにより結ばれていた信号線類があり、これらをすべて 1 本の光ファイバケーブルにより多重伝送することにした。これにより、ケーブルの大幅な削減を可能とするとともに、光伝送の特性である無誘導性を生かしてケーブル布設ルートに自由度を持たせることにより、ケーブル布設工事の容易化、費用の削減に貢献した。

3) RAS 機能の充実

通常、データウェイシステムが持っているループバック機能、異常箇所の短絡機能に加えて、データウェイループの二重化、主要部の二重化により信頼性向上を図った。更に、データウェイ監視装置 (SVT) による常時監



第 1 図 札幌市交通局光データウェイシステム構成図
Fig. 1. Configuration of optical data way system for Sapporo City Transit Authority



ただし、SVT：データウェイ監視装置
MST：中央管理用データウェイ端局装置
RST：変電所管理用データウェイ端局装置
TST：駅電気室管理用データウェイ端局装置
IFT：他システムとのインタフェース用データウェイ端局装置

第2図 機能構成図

Fig. 2. Configuration of data way function

視を行い、故障時の速やかな対応を図るとともに故障箇所の検出を可能とした。また、SVTには計算機に対する通知機能を持たせ、故障時のデータウェイ独自の対応以外に計算機によるシステムとしての対応を可能としている。データウェイシステムには、故障時、異常時のみ動作する部分がかかなり含まれており、定期点検時には確実に動作するかどうかの確認が必要となる。SVTには、これを自動で行う機能を持たせ保守点検作業の充実も併せて行った。

4) システム拡張に対する配慮

鉄道においては路線の延長、あるいは新設を考慮する必要があり、これに柔軟に対応できなくてはならない。データウェイシステムは、本来システム拡張が容易に行えるよう配慮されているが、更に次の点を考慮した。

- (1) 一つの路線の工事が他の路線に影響を及ぼさないよう路線ごとに独立したループ構成とした。
- (2) 一つの路線に接続可能な変電所、駅電気室の数を合計50局とし、将来の路線延長に対し十分耐え得るものとした (現在1路線16局以下)。

2. 主要機能、性能

データウェイシステムの主要機能を第2図に示す。

データウェイは常用系 (N系) 及び予備系 (E系) の二重化ループ構成をとっており、常時はN系のみで運転

第1表 主要性能諸元

Table 1. Specifications of data way

| 項目 | 仕様 |
|--------------|--|
| 1. ネットワーク形態 | 二重化ループ構成 |
| 2. 伝送速度 | 16.896 Mビット/秒 ±1,690ビット/秒 |
| 3. 伝送方式 | パケット伝送方式/専用回線伝送方式 |
| 4. 収容回線種別 | (1) 交換回線 PLC 回線 (2回線) (2) 専用回線・PI/O 回線 (40回線) ・モデム回線 (3回線) |
| 5. 収容子局数 | 最大50局/ループ |
| 6. 接続端末 | ① PLC 回線 計算機~マイクロコントローラ ② PI/O 回線 I/O アダプタ ③ モデム回線 モデム端末 |
| 7. 端末インタフェース | ① PLC 回線 PLC インタフェース ② PI/O 回線 ビットパラレル信号 (32ビット, 2入力, 2出力) ③ モデム回線 特定通信回線 (D-1 相当) |
| 8. 最大ループ総延長 | 100km |
| 9. 中継距離 | 最大7km |
| 10. 発/受光素子 | LED/APD |
| 11. 伝送路 | グレーデッドインデックス光ファイバ 2心/スチールコルゲートケーブル |
| 12. R A S 機能 | (1) SVT による常時監視 (2) ループバック、スルー機能 (3) 主要部二重化 (4) SVT より計算機へ、RST よりマイクロコントローラへ監視警報情報を出力 |

される。更にデータウェイ機能は多重化されており、計算機間回線 (PLC 回線)、PI/O による直結回線、モデム回線の三つの機能が相互に独立して使用可能となっている。性能を第1表に示す。

なお、このデータウェイシステムは電鉄用としてのみならず、基本的には他の分野に対しても適用可能である。

IV. あとがき

札幌市交通局電力管理システム用光データウェイシステムは本年3月21日から東西線が、3月31日から南北線が実用運転に入り、電鉄用で初のデータウェイシステムとして期待どおりの機能・性能を發揮している。電鉄分野における自動化は今後も促進され、伝送装置としてデータウェイシステム (その中でも光伝送を採用したもの) の採用も増加するものと考えられる。

なお、このような光データウェイシステムを用いた電力管理システムはその優れた特徴により今後の時代のすう勢となるものとする。今回のデータウェイシステムの設計、製作、試験に際し、御教示、御指導いただいた札幌市交通局殿の関係各位に深く感謝する次第である。なお、今回の光データウェイシステムの完成に際しては、古河グループ関係各社の協力があったことを付記しておく。



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。