

〈研究発表〉

光ファイバーにおける活線監視システム

深野 司¹⁾、千葉 文雄²⁾、中村 俊男³⁾

¹⁾ 東京都下水道局 小菅水再生センター
(〒124-0001 東京都葛飾区小菅 1-2-1, E-mail: Tsukasa_Fukano@member.metro.tokyo.jp)
²⁾ 東京都下水道サービス株式会社 蔵前事業所
(〒111-0051 東京都台東区蔵前 2-1-8, E-mail: fumio-chiba@tgs-sw.co.jp)
³⁾ 東京都下水道サービス株式会社 蔵前事業所
(〒111-0051 東京都台東区蔵前 2-1-8, E-mail: toshio-nakamura@tgs-sw.co.jp)

概要

蔵前事業所では、光ファイバーケーブル線路監視を目的として専用の空心線を使用し、「光ファイバーケーブル心線監視装置」を運用している。

本調査は光カプラと言われる技術を用いて、伝送を行っている心線すなわち「活線」監視の手段を開発すべく、性能調査を行ったものである。

キーワード： 光ファイバー、心線監視装置、波長分離装置、光カプラ

1. はじめに

東京都下水道局では、現在 23 区内に 700km を超える光ファイバーケーブルを下水道管渠内に敷設し、各下水道施設、事務所を結び、情報ネットワーク構築している。

この情報ネットワークを 24 時間に渡って、伝送監視装置と心線監視装置によって監視している。

光ファイバーケーブルの健全性を監視する手法のひとつとして、心線監視装置がある。

この装置は、光ファイバーに対し、ごく短時間の光（パルス）を発射し、わずかな光が反射して帰る現象を感知して線路の延長、伝送損失等を測定することで断線箇所の検知を行っている。

監視対象は、光ファイバーケーブル 24 心のうち 2 心としていたため、情報伝送用に使用している残り 22 心は、心線の直接的な断線が監視できない。

このため、現状の光ファイバー伝送システムの運用管理では、異常が発生した場合、伝送路である光ファイバーケーブル又は伝送装置側のどちらに異常が発生しているかの判別を、オペレータが伝送監視装置と心線監視装置双方の状態をみて故障診断し、対応している。

そこで、情報通信の伝送光と心線監視用の測定光が同じ心線上で「同居」できれば、24 心全ての心線監視が可能になり、単心毎の部分断線も検知可能になる。伝送に使用している線路の直接的な監視が常時可能になる為、伝送システムに何らかの異常が発生した場合、異常の有無が線路側か装置側かの判断が明確になり、故障診断とその復旧対応の迅速化を図ることができる。

このように、情報伝送に使用している「活線」線路に対し

心線監視を行う活線監視システムの実用化に向け基礎実験を行い、その有効性が確認されたので報告する。

2. 活線監視の原理

異なった情報（伝送光と試験光）を同一の伝送路上に同居させる方法には、時間または空間あるいは波長（周波数）といった次元での同居方法（すなわち多重化）が挙げられる。今回は無電源、小型、経済性等から、波長分割多重方式（WDM^{注1)}）を採用した。

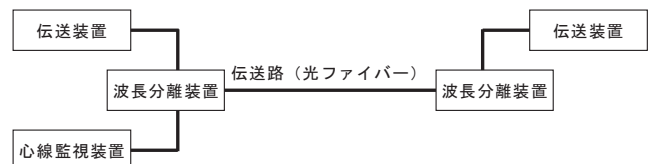


Fig.1: WDM (Wavelength Division Multiplexing)

原理としては伝送装置と心線監視装置で異なる 2 種類の波長の光を使用し、その 2 種類の光を波長分離装置によって、互いの光の干渉を防止する。波長分離装置とは、光学的に光を分離する「分波」、光を合成させる「合波」、合成された光から必要な光を選択する「波長フィルタリング」を行う素子である。

今回の実験では、近年、安価に入手可能になった波長分離装置のひとつである「合分波光カプラ」を使用した。

3. 波長分離装置「合分波光カプラ」

合分波光カプラのしくみは、光コネクタが計 3 個あり、共通ポート (X ポート) より波長 1.31 μm 及び 1.55 μm の 2 種

類の光が入力または出力する。この場合、Aポートには $1.31\mu\text{m}$ のみの光が、Bポートには $1.55\mu\text{m}$ のみの光が入出力し、各ポートとも光の方向性は双方向である。

なお、ここで取り上げた $1.31\mu\text{m}$ 及び $1.55\mu\text{m}$ 帯とは、光の伝送損失が少なく、光デバイスも数多く開発されている最も一般的な光の波長帯である。



Photo.1: Optical Fiber Couplers

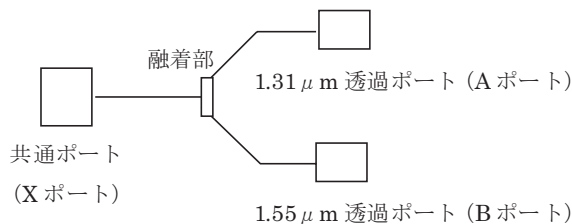


Fig.2: Composition chart of Optical Fiber Couplers

4. 実験システム

実験システムとして、合分波光カプラ 4 台と光ファイバー（光線路 2 km）を組み合わせた。

光伝送装置として波長 $1.31\mu\text{m}$ のメディアコンバータを使用し、心線監視装置として波長 $1.55\mu\text{m}$ の OTDR（光パルス試験器）^{注2}を使用した。

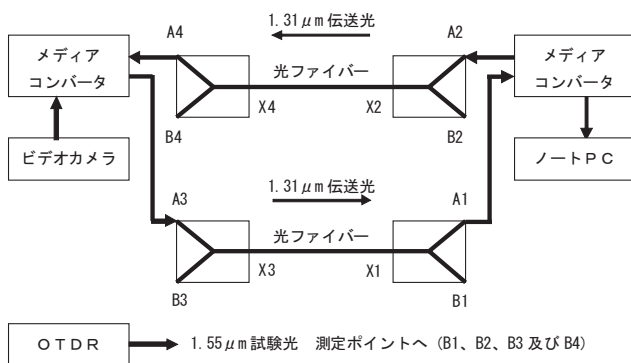


Fig.3: Experimental system of optical fiber transmission

なお、伝送する情報には、汎用性が高く、視覚的にも良否を判定し易いビデオカメラ映像を使用した。

確認方法は、メディアコンバータによるビデオカメラからの画像伝送を各カプラの A ポートに、OTDR による心線監視を

各カプラの B ポートより行い、評価対象を、伝送速度への影響と心線監視 OTDR 波形の状況とした。

5. 実験結果

実験の結果、映像伝送と心線監視との多重化ができることが確認できた。組合せの詳細は下記のとおりである。

- (1) B2 ポート又は B3 ポートに OTDR を接続した場合、映像伝送速度は良好で OTDR による心線監視も確認できた。
- (2) B1 ポート又は B4 ポートに OTDR を接続した場合、映像伝送速度が低下し OTDR による心線監視も不十分であった。
- (3) OTDR を接続しない場合での映像伝送速度は 8Mbps 程度であった。

これらの結果から、映像伝送光と同方向となるポートに OTDR を接続した場合に心線監視が問題なくできることが分かった。

6. 今後の課題

実験の結果から、映像伝送光と同方向に OTDR を組み合わせた場合に、ビデオカメラの映像伝送が可能であったが、活線監視システムを実用化するには、「合分波光カプラ」の基本性能に依存する部分や伝送装置と心線監視装置の因果関係、すなわち、お互いの信号が干渉せず同居可能な条件を詳細に調査、確定する必要がある。

7. まとめ

今回の実験によって、「合分波光カプラ」を用いた活線監視が基本的に可能であるとともに、実用化に向けて更なる調査研究と詳細なデータ蓄積も必要であることが判明した。

この活線監視システムが実用化された場合、光ファイバー伝送システムの障害発生時に、ケーブルと伝送装置側との障害箇所との切り分け判別が迅速化され、正確かつ詳細な運用管理の強力な武器になる。

本報告が、より信頼性の高いネットワーク構築に寄与することを望むものである。

注1: WDM(Wavelength Division Multiplexing) 波長(周波数)を多重する方式

注2: OTDR(Optical Time Domain Reflectometer) 光パルス試験器とも呼ばれ、反射された光の位置と強度を測定できる