

光ケーブル工事支援システム

Development of Optical Fiber Network Construction Support System

山下鉄広*
Tetsuhiro Yamashita

長谷見明男*
Akio Hasemi

概要 光ファイバ線路網の拡大により、光ケーブルの布設あるいは障害復旧といった工事の効率化、あるいは高品質化というものが要求されている。今回は工事の際の光ケーブルの検査測定をサポートする小型で簡易なシステムの開発を行った。

本システムでは小型軽量の携帯端末を使用して、作業場所から遠く離れた場所に設置した光パルス試験器及び光心線選択装置を操作し、その測定結果を参照しながら作業を行うことが可能である。

1. はじめに

近年の情報通信事業ではマルチメディアという言葉の普及と共に、通信サービスの多様化、高度化が進み、高品質・大容量のデータ通信を可能にする光ファイバケーブルを用いた通信網が広く構築され、多種多様な光ネットワークが普及している。

伝送媒体としての光ファイバは従来のメタル線に比べ信頼性が向上しているが、布設時における作業ミスや道路工事による埋設ケーブルの切断といった事故等は光ネットワークの信頼性に重大な問題を与える。

線路網構築時の検査システムや伝送品質の維持システムあるいは支障発生時の早急な復旧システムはこのようなネットワークにおいては必須の機能であり、これを効率的に行う線路保守システムの必要性は非常に高い。

そこで今回は光ファイバケーブルの布設作業時あるいは支障発生時の復旧作業時に対応するシステムの開発を行った。さらに様々なキャリアが構築する多種多様な光ネットワークに対応するために

- ・ 小型 & 省スペース
- ・ 携帯端末からの簡単な操作

を特徴とするシステムの開発を行ったので報告する。

2. システム構成

2.1 システム概要

図1に光ケーブル工事支援システムの概要を示す。光ケーブル工事支援システムはケーブルを収容しているセンタ内の光成端架の近辺に設置する、光パルス試験器 (OTDR)、光ファイバセレクト (FS)、制御部からなる測定部と、光ケーブル工事を行う作業者が携帯する入出力端末から構成される。測定部の制御部は公衆回線を介して携帯端末と接続され、作業者は測定器類と遠く離れた作業場所で操作することが可能となる。OTDRから出力される試験光はFSを通り、光成端架内で光ファイバケーブルに接続される。FSでは光ケーブル内の指定された心線に試験光を自動で切り替える。

本システムは光ファイバケーブルの接続作業、支障移設、障害探索といった工事の支援を目的としたシステムであり、作業

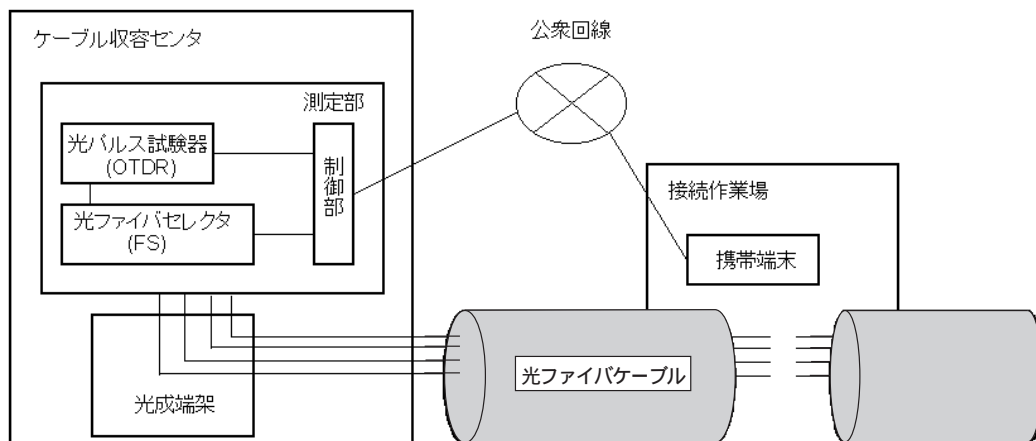


図1 システム構成
System configuration

* 光技術研究所 光線路開発部 光ケーブルシステムGr

表 1 OTDR 仕様
Specification of OTDR

	項目	仕様
水平軸	スパン (横軸全幅)	1km~200km
	読み取り分解能	0.1m (10cm)
	距離表示精度	$\pm 0.1m \pm \text{サンプリング間隔} \times 0.5$ $\pm \text{測定距離} \times 10^{-4}$
垂直軸	縦軸スケール	0.1~10.0dB/div
	読み取り分解能	0.001dB
	リニアリティ	0.05dB/dB
	反射測定レンジ	20dB~>60dB
光源出力	CWモード 出力パワー	-3dBm
	CWモード 安定度	$\pm 0.1\text{dB}/15\text{分}$ 温度一定10分のウォーミングアップ後
	変調	270Hz, 1kHz, 2kHz 方形波
	変調モード 出力パワー	-6dBm
パルス光源	波長	1310/1550nm
	適用ファイバ	シングルモード
	ダイナミックレンジ	10ns 24/22dB 100ns 29/27dB 1 μ s 35/34dB 10 μ s 40/39dB
	デッドゾーン	5m
	自動解析	内臓
機能	イベントの種類	反射性, 非反射性イベント
	最大イベント数	100
	非反射性イベント 検出値	0.0~5.0dB 0.01dBきざみで設定
	反射性イベント 検出値	-14.0~65.0dB 0.1dBきざみで設定
	破断点解析の 検出値	0.1~10dB 0.1dBきざみで設定

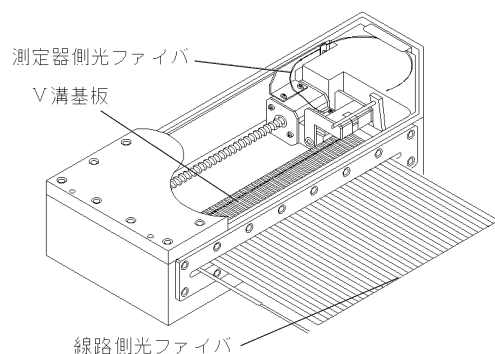


図 2 ファイバセクタの構造
Structure of fiber selector



写真 1 制御部
Control unit

が上記の作業を行いながら、センタ側からの検査測定を一人で行うことができる。

2.2 測定部

測定部は光パルス試験器 (OTDR), 光ファイバセクタ (FS), 制御部から構成されている。

2.2.1 光パルス試験器

本システムではOTDRはHP製 mini-OTDRを使用した。表1にその仕様を示す。このOTDRは小型・軽量で従来のOTDRと同様の測定能力を有しており、また通常の光パルス試験機能のほかに心線対照光、損失測定光の光源としての役割を果たす。他のメーカーのOTDRについても制御部-OTDR間の制御コマンドを変更することで本システムに適用可能である。

2.2.2 光ファイバセクタ

使用したFSの構造を図2に示す。FSは測定器側ファイバ (マスタ) と光ケーブル接続用ファイバ (スレーブ) をV溝上でつぎ合わせる。FS筐体内は整合剤で満たされており、接続部での損失及び反射を低減させている。FSの特性について表2に示す。

2.2.3 制御部

制御部はFSと一体化された形状となっている。その外観を写真1に示す。最大144心の光ファイバ心線を接続可能で、前面に接続用のSCコネクタが整列している。正面右側にはOTDR光コード接続用SCコネクタ, OTDR制御ケーブル用コネクタ (D-sub9pin), 制御端末接続コネクタ (D-sub9pin 及びモジュラージャック) がある。この制御部 (FS含む) の仕様を表3に示す。

表 2 FS の特性
Performance of fiber selector

項目	仕様
光学特性	
挿入損失	0.5dB以下
反射減衰量	40dB以上
機能	
切替ポート数	400心以下
切替動作時間	10秒以下
耐久性	100万回以上
損失再現性	0.1dB以下

表 3 制御部仕様
Specification of control unit

項目	仕様
大きさ	W300×H250×D380mm
重量	12kg
インターフェイス	D-sub 9pin×2 モジュラージャック×1
ポート数	144ポート
電源	AC100V

表 4 ザウルス仕様
Specification of Zaurus

項目	仕様
大きさ	W161×H90×D23mm
重量	320g
表示	320×240ドット 65536色
電源	リチウムイオン電池 充電機能付きACアダプタ

2.3 携帯端末

携帯端末にはSHARP製ザウルスを使用した。主な仕様を表4に示す。携帯端末は制御部と携帯電話を使用してデータの送受信が可能である。またRS232-Cを使用してデータの授受も可能で、直接接続しての制御の他、光通話器等RS232-Cのインターフェイスを有した通信機器の使用も可能である。

3. 機能

3.1 接続作業支援

接続作業支援では、光ファイバケーブルを接続延長する作業

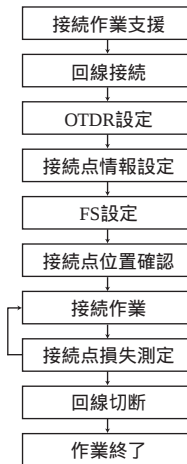


図3 接続作業支援フロー
Flow chart for connecting work

図4 接続点情報
Information page of connecting point

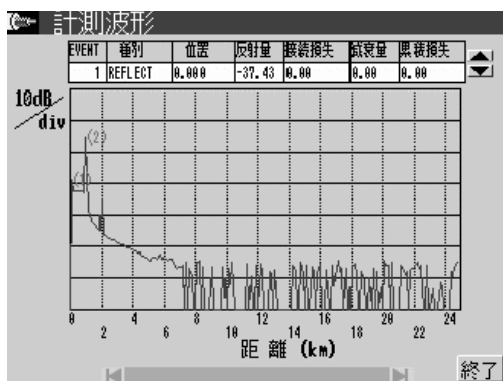


図5 波形データ（接続前）
Measurement trace data

の際、接続作業が正常に行われたかを確認するために、接続点の損失値の測定を行う。図3に接続作業支援のフローを示す。

接続点の測定を行うには接続点情報として、接続点種類（融着、MT、単心）、損失判定値、反射判定値、接続点の位置、位置の誤差等を入力する（図4参照）。その情報を基にまずOTDRで接続前のケーブルの状態を測定し、ケーブルの終端の位置を確認することで、接続点の位置を確認する。図5に測定した波形データの一例を示す。

接続作業後、接続位置の確認で確かめた位置での光ファイバ

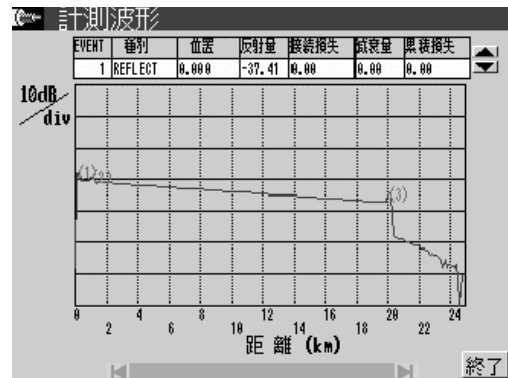


図6 波形データ
Measurement trace data

図7 接続作業支援画面
Page of optical cable connecting works

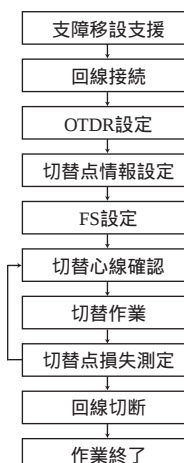


図8 支障移設支援フロー
Flow chart for cable transfer work

図 9 切替点情報
Information page of cable transfer point

図 13 障害点探査支援
Page of searching for trouble point in optical cable

図 10 光源モード設定
Page of light source mode

図 11 支障移設作業支援画面
Page of optical cable transfer works

の損失値の測定を行い(図6 波形データ参照), 先に入力した損失判定値と比較して良否の判定を行う。接続の種類がコネクタの場合は反射量の良否判定も行う。図7に接続作業支援画面を示す。

3.2 支障移設支援

支障移設支援では, 光ファイバケーブルを支障移設等によりフィールドの途中で別のケーブルに切り替える作業の際, 切替え作業が正常に行われたかを確認するために, 切替えた区間の光ファイバの損失値を測定する。図8に支障移設支援のフローを示す。

切替え区間の測定を行うには, 切替え点情報として切替え点の種別, 切替え後の損失判定値, 切替え点2点の位置を入力する(図9参照)。まず切り替えるファイバの識別を行うために, 光源発光メニュー(図10)を利用してOTDRを心線対照光光源(270Hz変調光)として使用する。作業者は心線識別器等を利用し, 対照光が入射している光ファイバを確認する。

切替え作業後は情報入力画面で指定した切替え区間の損失を測定し, 切替え区間の損失が予め入力した判定値以内に入っていることを確認する。図11に支障移設支援画面を示す。

3.3 障害点探索

障害点探索は, 任意の心線をOTDRで測定する作業を行う。図12に障害点探索のフローを示す。

障害点探索はOTDRの自動解析機能を利用してOTDRの測定条件として設定したイベント判定条件に違反する点を解析する。作業者が必要に応じて測定する心線を指定して, その結果自分自身で判断する際に使用する。図13に障害点探索画面を示す。

4. おわりに

光ファイバケーブルの布設等の工事を効率よく, 高品質で行うための支援システムの開発を行うことができた。今後さらに小型軽量化をはかると共に, ユーザーニーズによりマッチした機能への改良を行っていく。



図 12 障害点探索支援フロー
Flow chart for searching trouble point