

OPGW通信障害の早期検知および区間特定手法を確立

4波長OTDRを用いた光心線監視システムの開発

Early Detection of OPGW Communication Failures and Establishment of a Section Identification Method Development of an optical core wire monitoring system using 4-wavelength OTDR

(通信ネットワークセンター 技術課)

(Telecommunications Network Engineering Section, Telecommunications Network Center)

光ファイバ内蔵架空地線（以下「OPGW」という）のアルミ管に、振動疲労や腐食（孔食）などによって亀裂が生じた場合、その亀裂部から雨水などがアルミ管内に浸水し、冬季に凍結して内部の光ファイバを圧迫し、通信障害に至る場合がある。この通信障害を4波長OTDRを用いて、容易に事前検知・区間特定が可能な光心線監視システムをメーカーと共に開発した。

When a crack occurs in an aluminum pipe for optical fiber composite overhead ground wires (hereafter referred to as "OPGW") due to vibration fatigue or corrosion (pitting corrosion), etc., rainwater can enter into the aluminum pipe at the crack and freeze in the winter, which can compress the internal optical fibers resulting in communication failures. In collaboration with the manufacturer, we have developed an optical core wire monitoring system using 4-wavelength OTDR that enables easy advanced detection and section identification of such communication failures.

1 背景と目的

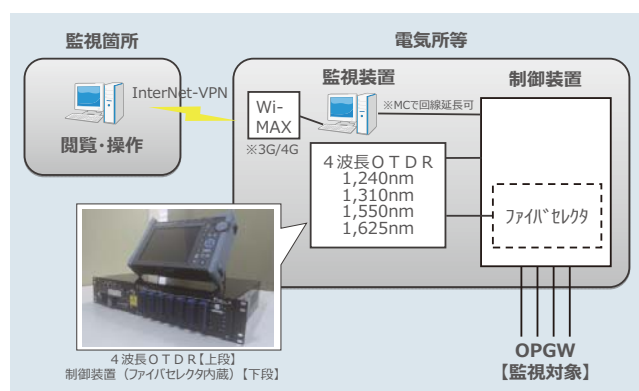
アルミ管内の浸水の有無を検出する方法の一つとして、水とアルミの反応により発生する水素ガスを1240nm波長でOTDR測定すると、水素ガス発生位置で損失が増加することが知られている。複数の波長で同じ線路を測定することで接続損失が浸入した水が凍結・膨張し、光ファイバへの側圧や曲げを加えることによる損失かを区別することができる。しかし、凍結障害は主に気温の低い夜間～早朝に発生するため、翌日に測定しても凍結は解消されていることが多く、これまで実線路での凍結障害発生時の状況を測定することはできなかった。

そこで、前フェーズの研究成果で得られた凍結障害等の判定方法（障害検知アルゴリズム）を用いた光心線監視システムにより、障害発生時の早期検知および区間特定が可能な手法を確立した。なお、本開発は株式会社フジクラと共同で実施した。

2 光心線監視システムの検討

(1) システム構成

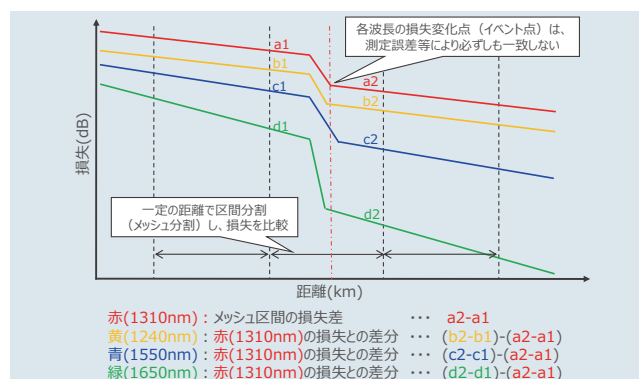
光心線監視システムは、定期的なOTDR測定により、OPGW等における浸水や損失増加等の障害検知および発生位置を診断するシステムである。4波長OTDR（1240、1310、1550、1625nm）、制御装置（ファイバセクタ内蔵）および監視装置から構成され、ファイバセクタにより複数心線の測定が可能である。測定データは監視装置にて蓄積・解析され、必要により携帯電話回線等のネットワーク経由で遠隔監視・操作が可能である。なお、試験装置は、4波長OTDRおよびファイバセクタ内蔵制御装置を使用することで小型化し、省スペース化と設置作業性の向上を図った（第1図）。



第1図 システム構成と装置外観

(2) 解析方法の検討

同一線路を4波長で測定した場合、接続箇所の融着損失もイベント点となるため、曲げ損失または水素ガスの影響による損失とを判別する必要があった。これをシステムで判定する場合、測定波形の微小な変動により、各波長におけるイベント点が一致せず、損失を比較することが困難であった。今回、イベント点による比較に代わり、ある区間を設定しその区間内のレベルの変化をとることで波長毎の損失変化を判定する「メッシュ解析」を検討した。各波長を同じ区間で判定するため、解析位置を固定することができ、システムでの損失比較を可能とした（第2図）。



第2図 メッシュ解析による各波長との損失比較

3 フィールド検証

(1) 測定ルート

本システムを用いて川越火力線OPGWでフィールド検証を実施した。第1表に測定ルート概要を示す。

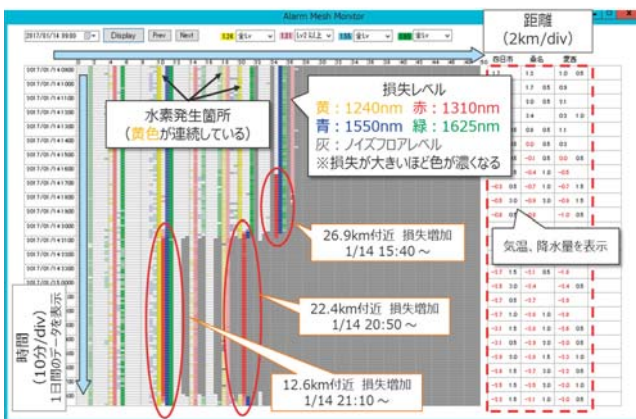
第1表 測定ルート概要

項目	概要
送電線路名称	275kV川越火力線
通信線路名称	西尾張変川越変光通信線
光心線数	12心
測定器設置箇所・心番	川越変電所 # 1,2
測定区間・亘長	川越変～西尾張変 27km
測定期間	2017年1月11日～2017年6月19日

(2) 凍結障害発生時の測定結果

川越変電所からOPGWを測定し、2017年1月14日に通信障害が発生した際の各波長における損失変化のデータを取得することができた(第3図)。

凍結障害発生時は、1240nmで他の波長より大きな損失が認められた12.6km、22.4km付近のほか26.9km付近において、1625nm→1550nm→1310nmの順で損失が増加していた。26.9km付近の1240nm波長の損失は、当初ノイズフロアにあり、浸水の確認はできていなかったポイントである。



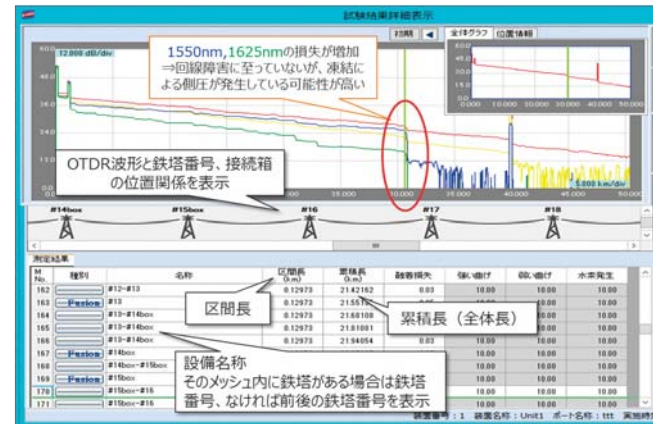
第3図 メッシュ解析による測定結果

4 データ解析およびシステム評価

(1) フィールド検証結果と気象要因との関連性

OPGWのルート近傍の気象庁データからも、気温が低下(-2～4℃以下)した場合、1240nmで損失が認められる箇所で、1625nmおよび1550nmの両波長に同時に損失が増加する傾向が見られたため、曲げ損失(凍

結による側圧)が発生している可能性が高く、回線障害までは至っていないものの、浸水の影響が出ていると考えられる(第4図)。



第4図 障害診断画面

(2) 各波長の値と線路状態

フィールド検証結果より各波長からOPGW状態を推測した結果は、第2表に示すとおりで、複数の波長での測定結果を比較することで、現地対応の目安となる。

第2表 推測されるOPGW状態

波長の状態	OPGW状態
全ての波長で損失が正常	正常
1240nmの損失値が高い	浸水状態
1240nm, 1625nmの損失値が高い	凍結障害の可能性あり
1240nm, 1550nm, 1625nmの損失値が高い	凍結障害の可能性が高い
1550nm, 1625nmの損失値が高い	線路障害(曲げ)または過去に凍結障害あり
全ての波長で同じくらい損失値が高い	接続不良

5 まとめと今後の展望

OPGW通信障害の発生予測を確認することを目的として、遠隔から定期的に4波長を用いて測定する光心線監視システムにより、これまでできなかった凍結障害発生中の損失変化を測定することができた。

今回、新たに開発したメッシュ解析機能により、4波長の損失変化が見える化することで、容易に障害の事前検知および区間特定が可能となった。また、浸水の度合い、過去の凍結により残留している微小な曲げの有無なども自動検出できるようになった。今後は、このシステムを活用して、過去に凍結障害のあったOPGWを優先して損失発生箇所を事前に測定するとともに、他のOPGWについても効率的に評価していく予定である。



執筆者/山本信孝