

BOTDRによる光ファイバ歪量測定と考察

光ファイバ歪管理の必要性、BOTDR測定器の適用範囲について

Measurements with BOTDR and Consideration of Optical Fiber Strain

Necessity of optical fiber strain control and scope of use of BOTDR measuring instrument

(制御通信部 技術G)

本研究では長距離光通信で用いられるシングルモード光ファイバについて断心障害の発生を未然に防止することを目的に、配電添架、内蔵型OPGW、巻付型OPGWの新設線路および既設線路をBOTDRを用いて歪測定を実施した。新設線路については架線後の歪量を明確にするため、架線前の測定も行うと共に配電添架の模擬フィールドを構築し、歪の基礎データも収集した。これらのデータを基にBOTDRの適用範囲と有効性を検証した。

(Engineering Group, Control & Telecommunications Engineering Department)

In this study, for the purpose of preventing the core breakage of single-mode optical fibers used for long-distance optical communication, strain on optical fiber cables attached to power distribution lines, a built-in OPGW and OPAC-W(Optical Attached Cable-Wrapped) was measured with a BOTDR for both a newly-installed and existing lines. For the newly-installed line, the strain before the installation was also measured in order to clarify the strain after the installation. A dummy field of attachment to a power distribution line was also built and the basic strain data were collected. Based on the collected data, the scope of use and effectiveness of the BOTDR measuring instrument was verified.

1 背景

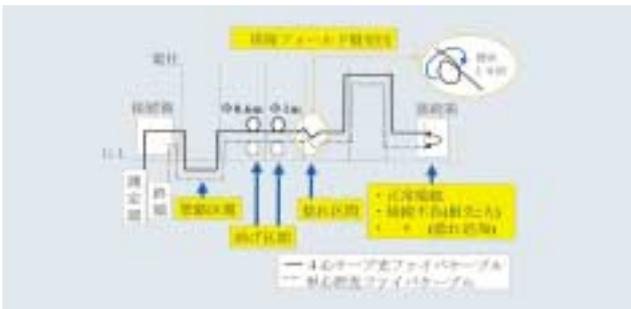
光ファイバの断心確率は、ファイバに加わる外力により発生する歪量により大きく左右され、歪量が多いほど断心確率は高くなる。架線された光ファイバには施工時の外力、振動および温度変化による歪が発生しており、信頼性評価にはこの歪量を把握する事が重要となる。光ファイバ長手方向の歪分布の測定、評価については、現在ではBOTDR (Brillouin Optical-fiber Time Domain Reflectometer) を利用した方法が確立しつつある。これを利用した断心障害の未然防止を目的として研究を実施した。

2 研究概要

配電添架、内蔵型OPGW、巻付型OPGWの新設線路および既設線路について光ファイバの歪測定を実施した。新設線路については架線後の歪量を明確にするため、架線前の測定も行うと共に配電添架の模擬フィールドを構築し、歪の基礎データも収集した。

(1) 模擬フィールドでの歪測定

模擬フィールドでの歪測定を実施した。模擬フィールド構成を下図(第1図)に示す。



第1図 模擬フィールド概要

(2) 実線路(新設区間)の歪測定

配電添架、内蔵型OPGW、巻付型OPGWの新設区間において、架線前(ドラム状態)架線後(1年間)における歪量の測定を実施した。

(3) 実線路(既設区間)の歪測定

配電添架、内蔵型OPGW、巻付型OPGWの既設線路および障害発生線路の歪量の測定を実施した。

3 測定結果

(1) 模擬フィールドでの歪測定

BOTDRによる歪測定の実理であるブリルアン散乱光の波長シフトが温度に大きく依存するため、正確な歪量を測定する場合、温度補正が必要となる。(0.002%/) 地中管路の場合、光ケーブルのファイバ温度を把握するのは難しいこと、地中と外気では温度差が大きいことから適切な温度補正ができないため歪測定は困難であるという結論に至った。

曲げ(直径: 0.6m、1m)については、0.01%以下の低い歪量が発生した。通常の架線工法では0.6mより小さく曲げることはないため支障とならない。

捻れは歪として表れるが、歪量は低く最外層に位置する光ファイバに発生した歪量は約0.06%であった。通常の架線工法では電柱間で10回以上捻れることはないため支障とならない。

接続(融着方式)については、正常時/異常時(損失大、捻れ印可)ともに変化は見られなかった。

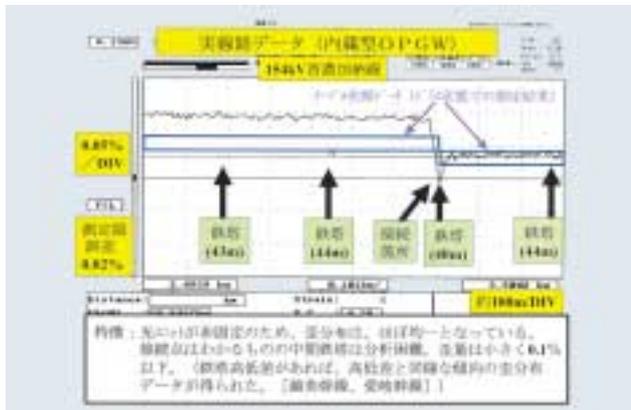
(2) 実線路の歪測定

配電添架ケーブルは、ケーブルに加わる張力が極めて低いため、歪量の値は低い。(0.05%以下) 日向/日陰など気温変動と思われるデータの変化が見

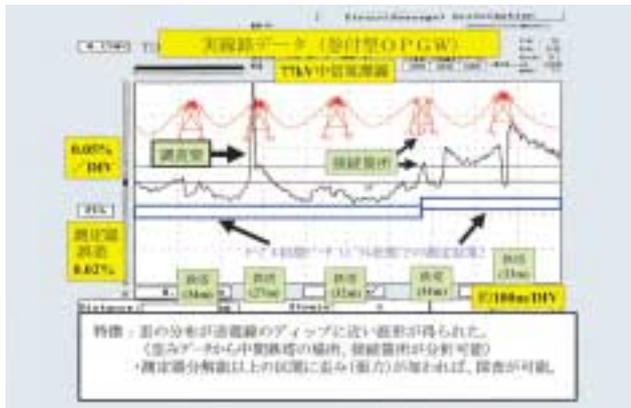
受けられる程度であった。

内蔵型OPGWは光ユニットが非固定のため、ケーブル支持点の高低差がなければ歪はほぼ均一に分布しており、歪量は0.1%以下というデータが得られた。(第2図) 支持点に高低差がある場合、支持点が高ければ歪量も高くなるという傾向のデータが得られた。今回測定した線路からは、高低差約160m、径間長約540mの箇所では約0.07%以下(歪量の差)というデータが得られた。

巻付型OPGWは光ファイバが固定されているため、内蔵型と比較すると歪量は高い。歪の分布は、鉄塔内の歪量が最も低く、鉄塔間では鉄塔際の歪量が最も高いというデータが得られた。歪データから鉄塔位置、接続箇所等が特定可能である。(第3図)



第2図 内蔵型OPGWデータ



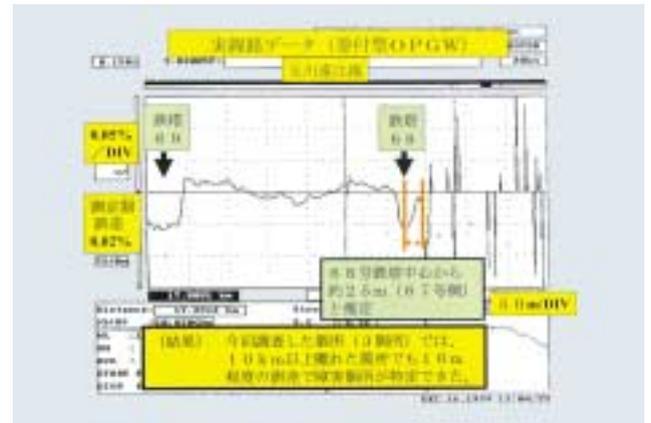
第3図 巻付型OPGWデータ

(3) 障害線路の測定

内蔵型OPGW内の浸水・凍結による影響を測定した。凍結前の歪量・損失および解凍後は正常な値を示していたが、凍結時には、光損失が増大し、測定不能となった。凍結による障害探査には、BOTDRは有効でないことが判明した。

断心障害が発生した巻付型OPGWにおいて測定を実施した。歪データから中間鉄塔の場所、接続箇所が分析できることから、障害点の探索に寄与した。

10km程度離れた場所から10m程度の誤差で特定できた。測定データを第4図に示す。



第4図 障害線路データ

4 評価結果

(1) 架線方式別の歪量管理

配電添架、内蔵型OPGWについては、歪量が低く安定していることから歪量管理の必要性は少ないと考えられる。巻付型OPGWは、架線時のバックテンション管理および塔内での工法が、光ファイバの歪量に大きく関わることが判明した。

(2) 歪量の絶対値算出および寿命予測

OPGWでの各接続点の歪量は低いものの(0.05%以下程度) 0ではないことから架線後の測定だけで、歪量の絶対値算出および寿命予測は難しいことが判明した。しかし、初期データが無い場合でも、既設線路の相対的歪量変化の評価は可能なため、歪量変動の特異点が見出される様なケースがあれば、断心障害を未然に防止することも可能となる。

(3) BOTDRの適用範囲

測定器分解能以上の区間に亘って歪(張力等)が発生する障害であれば、障害探査に適用可能である。

(歪量の相対値比較により、障害箇所を特定する)

巻付型OPGWについては、障害場所の特定に優れた性能を発揮することが検証された。

今後、新規に架線方式を開発する場合、特殊な架線方式を導入する場合は、BOTDRによる評価・検証が有効と考えられる。

5 今後の展開

本研究の成果を障害箇所の探査等に適用する。今後BOTDRの距離分解能および測定精度向上が望まれる。



執筆者/桑原繁樹
Kuwabara.Shigeki@chuden.co.jp