

ホワイト・ペーパー

OTDR 双方向試験が必要な理由と正しいテスト方法

目次

| | |
|-----------------------------------|---|
| 1. はじめに | 2 |
| 2. 光ファイバー配線のばらつきの影響 | 2 |
| 3. OTDR 双方向試験例 | 4 |
| 4. 双方向試験の課題 | 5 |
| 5. Smart Loop OTDR を使った測定方法 | 6 |
| 6. おわりに | 6 |
| 7. OptiFiber Pro OTDR の紹介 | 7 |



Chuck Dykstra

Product Manager at Fluke Networks

1. はじめに

今日の光ファイバー・ネットワークを敷設する工事業者とネットワーク管理者は、OTDR ばかりでなく光損失測定機能を持つさまざまなインフラ試験用のテスターを入手する機会があります。その一方で、いったいどのテスターを選んだらよいのか、どのような機能が本当に必要なのかといった議論が繰り返されています。

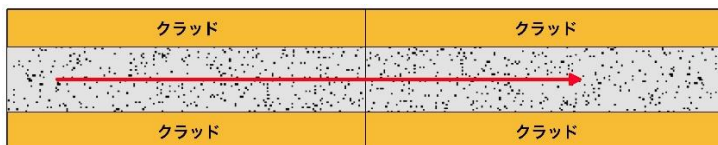
その議論の中には、デッド・ゾーンの長さ、信号解析の高速性、使いやすさ、確度、あるいはその他の測定パラメーターなど多くの検討すべき事項があります。そのため、もしもベストな購入の決断を目指しているのであれば、それは簡単なことではないかもしれません。しかしながら、仮に悪い決定があるとしたら、それは折角投資したお金が無駄になるばかりでなく、それ以上に悪い結果に至ってしまうということです。つまりその決定が最終的に企業や顧客のネットワークのダウンにもつながり、莫大な収益の遺失や生産性の低下とともに、さらには法的な訴訟にも発展しかねないということです。

したがって、このようなことを避けるためには「100 % の正確性をもって測定を行う」ということが試験手順の最終目標とされなければなりません。合格になるべきリンクが不合格になったり、あるいはその逆の結果になったりすることは、何としても避けなければなりません。このどちらの結果も、企業収益に悪い結果をもたらすからです。

規格団体もこのことを認識し、テスト結果を 100 % 正確に得る上では、たとえば 2 つの規格、すなわちエンサークルド・フラックス (TIA-TSB-4979) や光ファイバー端面検査 (IEC 61300-3-35) が、重要な要素であるとしてしました。もう一つの規格は、それほど知られてはいませんが、TIA-526-14B (および IEC 61280-4-1) です。この規格では、仮にテスト・コード間と被試験リンク間の光ファイバー特性が同じかどうかを検証できない場合は、双方向試験をしなければならないことを示しています。この双方向試験の機能を備えた OLTS (光損失測定器: Optical Loss Test Sets) は多くありますが、OTDR については、まだ、一般的ではありません。

2. 光ファイバー配線のばらつきの影響

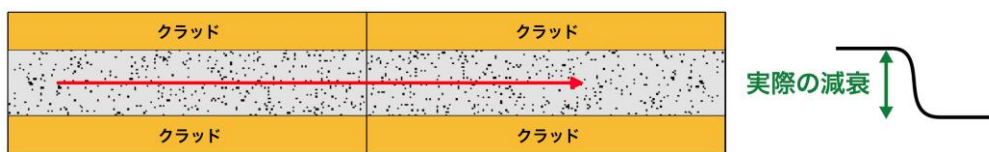
ここにコアとクラッドで構成されたマルチモード光ファイバーの一般的な構成を示します。コアは光がコアの外に行かないよう、ある特性(屈折率)を持っています。



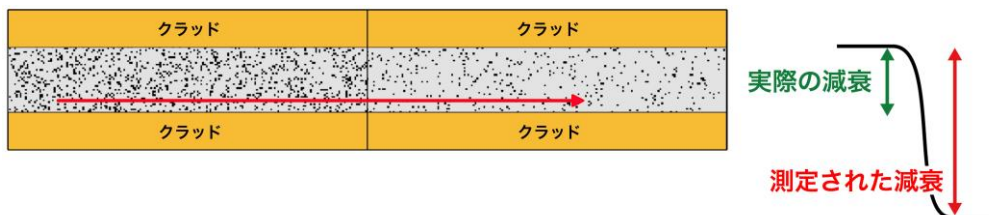
ここで問題になってくるのが後方散乱です。後方散乱は、定義では波や光粒子の反射、すなわち、光が来た方向に戻ることを指します。光が光ファイバー内を進むに当たって、異なる密度の材料、すなわち進行を妨げる物体に遭遇し、光の一部が反射して戻ります。この障害となる典型的なものはコネクタ、光ファイバーの曲げ、結束バンドによる締め付けやねじれなどがあります。OTDR は、これらの反射(後方散乱)を測定できるばかりでなく、光ファイバーの特性もレポートすることができます。

そして、OTDR はこの後方散乱における変化をもとにイベントの損失の見極めを行います。この後方散乱は光ファイバーの中では同じであると想定されますが、現実には、光ファイバー・リンク全体を通じて同じはありません。つまり、材料密度の微小なばらつきがあるからです。一般的なその原因は、材料の組成が一様でない(低品質な光ファイバーである)ことや光ファイバーのコア径のばらつき、さらにコアとクラッド表面の間の不完全さによるものです。またあまり知られていないことですが、全てではないにしてもほとんどの OTDR 試験に使用されているランチおよびテイル・ファイバーが、被試験光ファイバーと異なる特性を持つという事実です。

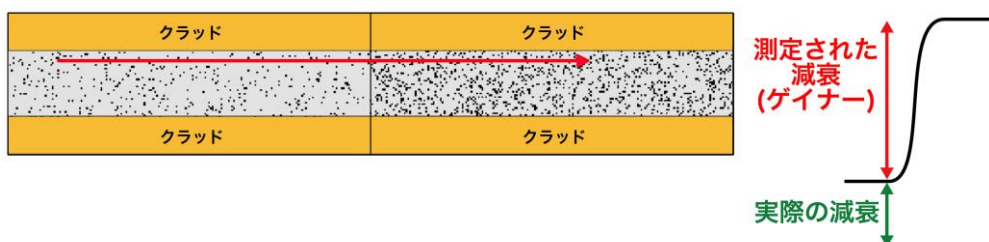
以下の図に 2 つの光ファイバー間の後方散乱に一貫性がある場合の OTDR のイベント・ロスを描いています。



次の図には、被試験ファイバーよりも後方散乱の少ない光ファイバーが取り付けられた様子が描かれています。OTDR は実際よりも多くの損失をレポートしています。これによって、間違っ不合格になることもあり得ます。



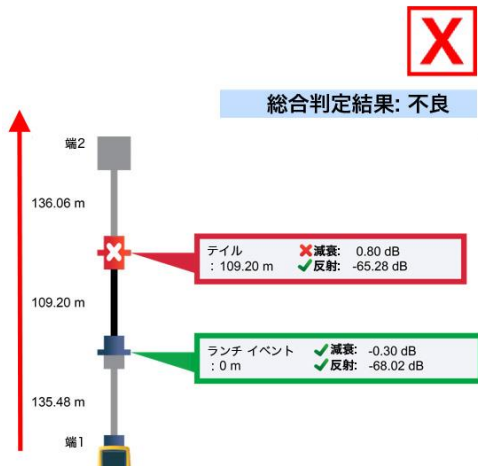
この最後の図には、被試験ファイバーよりも後方散乱が多い光ファイバーが取り付けられた様子が描かれています。OTDR は、実際よりも少ない損失をレポートしており、負の損失になることもあり得ます。



後方散乱がどのように光の伝送に影響するのか、そして結果的に生じてしまう光ファイバーの双方向での減衰について明確な理解がないと、さまざまな性能上の問題に直面することがあります。この問題は、異なる材質の光ファイバー、パッチコードあるいは光ファイバー配線、一貫性のない融着および切断方法、あるいは、最も一般的なことですが、光ファイバー端面の検査やクリーニングのまずさによって生じます。

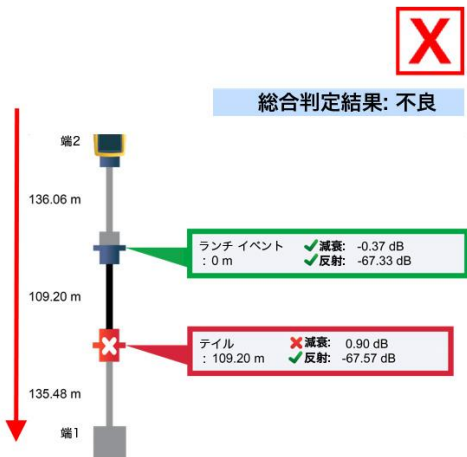
3. OTDR 双方向試験例

ここで実際の OTDR 試験例を見てみます。



端1から端 2 に向かってテストをします。

- 最初のコネクターは **-0.30 dB** です。負の損失 (ゲイナー) となっています。
- 2 番目の接続は、**0.80 dB** です。リミット値は 0.75dB に設定されていました。(リミット値の超過)
- 結果は**不合格**です。



端 2 から端 1 に向かってテストをします。

- 2 番目のコネクターは、今度は **-0.37dB** (負の損失- ゲイナー) です。先ほどは 0.8dB でした。
- 最初のコネクターは、今度は **0.90 dB** です。不合格 (リミット値は 0.75 dB) となりました。先ほどは、-0.30 dB でした。
- ここでの損失は、端1から端2への方向の時と比べ逆転しました。
- 結果は**不合格**です。

どちらのテストが正しいのでしょうか。また平均化したらどうなるのでしょうか。



平均化したものをこちらに示します。

- 最初のコネクターは、0.30 dB
($(-0.3 + 0.9)/2 \rightarrow 0.30 \text{ dB}$)
- 2 番目のコネクターは、0.22 dB
($(0.8 - 0.37)/2 \rightarrow 0.22 \text{ dB}$)

以上のようにリンクは合格しました。

5. Smart Loop OTDR を使った測定方法

ここで Smart Loop OTDR を使った試験例を示します。



- ループバック光ファイバーが遠端(端 2)に接続されます。
- OTDR を端 1 に置いたままで、テストの途中でファイバー-Aとファイバー-B 間で接続を入れ替えます。
- 双方向の平均値が自動的に計算されます。
- ランチ・コードとテイル・コードは、取り外されています。
- 平均値を計算するために PC にデータをダウンロードすることは、もはや必要ありません。
- OTDR が 1 台あれば済みます。



ここで再び規格、すなわち ANSI/TIA-526-14-B および IEC 61280-4-1 が述べていることを見てみます。

- テスト・コードのファイバー特性が被試験ケーブルの特性と異なる場合には、双方向試験が要求される。
- 配線の個々のコネクタ・インターフェースあるいはその他のイベントの挿入損失を正確に測定することが要求される場合には、双方向の OTDR 試験が要求される。

6. おわりに

はじめに話を戻すと、試験の最終的な目標は、テスト結果が 100 % 正確であるということです。規格適合性を保証するために、OptiFiber Pro は、双方向試験を効率よく行う Smart Loop 機能と本体内に備えた平均化機能を提供します。これによって、わざわざ、遠端までテスターを持って移動する必要もなくなり、完璧に自動化されたデュプレックス光ファイバー OTDR 試験によって生産性が大幅にアップします。

7. OPTiFiber Pro OTDR の紹介

OptiFiber Pro OTDR は、最小のイベント・デッドゾーン 0.5 m の性能を有しながら、スマートフォン感覚のタッチパネル操作で誰でも簡単に使える OTDR です。最新の解析機能により、データセンターや企業における光ファイバー配線の問題を迅速に分かりやすく表示します。

特長



- 光ファイバー認証試験にかかる時間を短縮、クイック・テスト・モードで測定時間は 1 波長あたりわずか 2 秒
- 多数のパッチ・ケーブルとコネクタから構成されるデータセンターでの光ファイバー配線トラブルシューティングに最適な DataCenterOTDR™ モード
- グラフィカルな EventMap™ 表示ですべてのコネクタ、スプライス、高損失イベントを簡単に特定
- FiberInspector ビデオ・プローブによりコネクタ端面の状態を規格に基づき 2 秒で合否判定
- Smart Loop OTDR 機能により、2 芯双方向の OTDR 試験を従来の半分の時間で実行

製品の詳細はこちらからご覧いただけます。

<https://jp.flukenetworks.com/datacom-cabling/fiber-testing/optifiber-pro-otdr>

Smart Loop OTDR の紹介ビデオはこちらからご覧いただけます。

<https://jp.flukenetworks.com/content/smartloop-video-optifiber-pro-jp>

フルーク・ネットワークス

株式会社 テクトロニクス&フルーク フルーク社

〒108-6106

東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 6F

TEL 03-4577-3972 FAX 03-3434-0172

Web サイト: <https://jp.flukenetworks.com>

©2022 Fluke Networks Inc. All rights reserved.

Printed in Japan 11/2022 7001548B