

光ファイバの規格について-その2-

～フィールドにおける光ファイバ挿入損失測定方法～

1 はじめに

前号ではJISにおける光損失の測定方法を紹介いたしました。今回はフィールドにおける光ファイバの挿入損失測定方法について紹介したいと思います。(測定はパワーメータを用いる測定とOTDR(Optical Time Domain Reflectometer)を用いる測定がありますが、ここではパワーメータを用いた測定方法を紹介します。)主な内容は①ANSI/TIA/EIA-526-7(シングルモードファイバのテスト規格)②ANSI/TIA/EIA-526-14(マルチモードファイバのテスト規格)およびフィールドテストの規格のガイドラインとされているTSB-140を参考にしています。

2 光ファイバの挿入損失測定方法について

フィールドにおける光ファイバの挿入損失測定方法は、リファレンスの測定方法によって変わります。TIAの規格では、以下の3種類の方法について述べられています。その方法を以下に紹介いたします。

<リファレンスのとり方>

- ①ジャンパケーブル1本を使用する方法
- ②ジャンパケーブル2本を使用する方法
- ③ジャンパケーブル3本を使用する方法

※ジャンパケーブルとは、両端にコネクタがついた光ケーブルのことで1～5m程度の長さが望ましい。

TIAではシングルモードとマルチモードで測定法(リファレンスのとり方)の名称が違っています。それぞれをまとめると表1のようになります。

【表1】 測定法の名称

	ジャンパ1本	ジャンパ2本	ジャンパ3本
シングルモード	メソッドA.1	メソッドA.2	メソッドA.3
マルチモード	メソッドB	メソッドA	メソッドC

3 測定方法

3-1) ジャンパケーブル1本を使用する方法

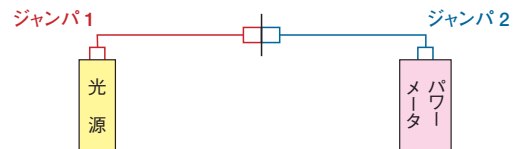
図1に示すように光源とパワーメータを1本のジャンパケーブルで接続し、リファレンス(P1)を測定します。その後、図4のようにもう1本のジャンパケーブルを用いて、被測定ファイバとジャンパケーブルを接続し、光パワー(P2)を測定します。それぞれ測定した結果をもとに、式(1)、または(2)を用いて光損失を計算します。



【図1】 リファレンス方法(ジャンパ1本)

3-2) ジャンパケーブル2本を使用する方法

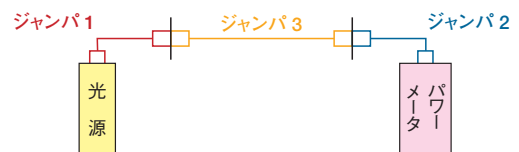
図2に示すように光源とパワーメータを2本のジャンパケーブルで接続し、リファレンス(P1)を測定します。図4のように被測定ファイバとジャンパケーブルを接続し、光パワー(P2)を測定します。



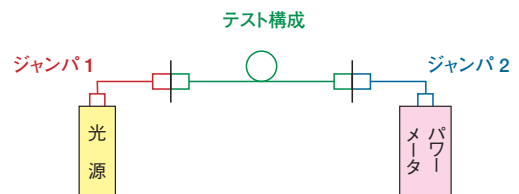
【図2】 リファレンス方法(ジャンパ2本)

3-3) ジャンパケーブル3本を使用する方法

図3に示すように光源とパワーメータを3本のジャンパケーブルで接続し、リファレンス(P1)を測定します。その後、図4のように被測定ファイバとジャンパケーブルを接続し、光パワー(P2)を測定します。



【図3】 リファレンス方法(ジャンパ3本)



【図4】 テスト構成測定方法

【測定結果計算】

それぞれのパワーを測定した後、以下の式で光損失を計算します。

$$\text{光損失 (L)} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_2}{P_1} \right) \text{ dB} \quad \dots \text{式(1)}$$

測定器がdbm表示の場合は

$$\text{光損失 (L)} = P_1 - P_2 \text{ dB} \quad \dots \text{式(2)}$$

4 それぞれの特長について

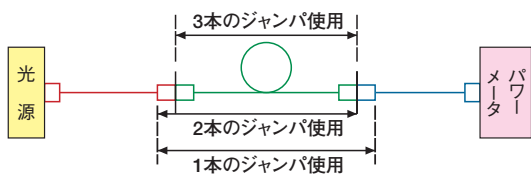
3種類のリファレンスの測定方法について紹介しましたが、次にそれぞれのリファレンスの測定方法の特長について紹介いたします。一番の特徴としては、リファレンスの測定方法によって測定値に含まれる要素が変わるということです。

ジャンパケーブル1本でリファレンスを測定した場合は、2本のジャンパケーブルとテスト構成の接続部まで、つまりアダプタ2個分が測定に含まれます。この方法は、測定構成が短い構内配線などに適しています。TIAではこのジャンパケーブル1本を使用したリファレンスの測定を推奨しています。ただし、この測定ではパワーメータでの脱着が必要となりますので、センサを傷つけてしまうことへの注意が必要です。

ジャンパケーブル2本でリファレンスを測定した場合は、1本のジャンパケーブルとテスト構成の接続部まで、つまりアダプタ1個分が測定に含まれます。この方法は測定構成が長い場合に適しています。

ジャンパケーブル3本でリファレンスを測定した場合は、接続部が測定に含まれません。つまり、アダプタは測定に含まれず、ファイバ(測定構成)のみになります。測定構成が長い、または両端にパッチコードを用いない場合に適しています。

以上のリファレンスの測定に含まれる部分をまとめると図5のようになります。

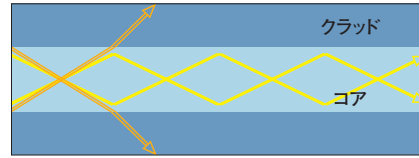


【図5】 測定に含まれる要素

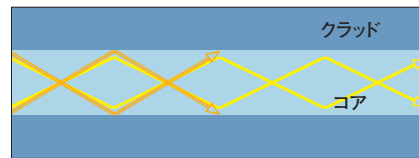
5 測定の注意点

5-1) マンドレルを使用する

マンドレルは、クラッドに入る光を取り除き、光を安定させる役割があります。マンドレルを使用しないと図6 (a) のようにクラッドへ逃げてしまう光を含んだ状態で測定を行うことになります。しかし、マンドレルを使用した場合、図6 (b) のようにコア内を通過する光に絞られた状態で測定を行うことができます。つまり、マンドレルは、放射モードに入る入射光を絞ってしまい、ある程度光を安定させた状態にして測定を行うことを可能にする役割があります。これは、モード(光が通る経路)が多数存在するマルチモードファイバを使用するときの影響が大きく現れます。



【図6 (a)】 マンドレルを使用しない場合



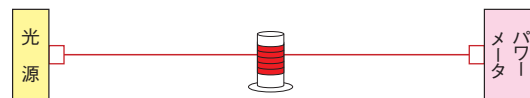
【図6 (b)】 マンドレルを使用した場合

【図6】 マンドレルの必要性

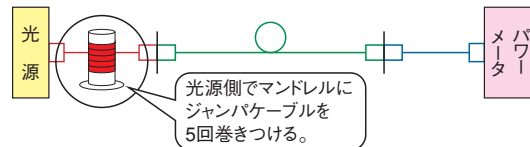
マンドレルは、マルチモードの場合、図7 (a) のように定められた径のマンドレルに5周巻きつけます(定められた径については後に紹介いたします)。シングルモードの場合は、TIAの規格では図7 (c) のように直径30mmで1周の輪を作るとされています。

また、マンドレルはリファレンスを測定する時から使用します。(3項の測定方法では、マンドレルは記載していませんが、実際には図7 (b) のようにジャンパケーブル1本をマンドレルに巻き付けた状態でリファレンスをとります。ここではジャンパケーブル1本を使用した場合について紹介していますが、他のリファレンス測定の時も同様にジャンパケーブル1本をマンドレルに巻きつけます。)

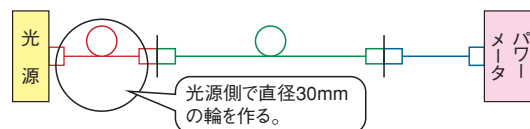
また、マンドレルは光源の光を絞る役割をしますので、光源側に取り付けます。パワーメータ側ではありませんので注意してください。



【図7 (a)】 マルチモードの場合(リファレンス)



【図7 (b)】 マルチモードの場合



【図7 (c)】 シングルモードの場合

【図7】 マンドレル使用時の測定方法

TIAに述べられているマンドレルの径についての規定を表2に紹介します。直径2.0mmのコードにおけるマンドレル径は、コア径が50 μ mの場合は23mm、コア径が62.5 μ mの場合は18mmとされています。シングルモードの場合は特に規定は述べられておりません。光源側で直径30mmの輪(1~2周)を作るとなっています。

【表2】 マンドレルの径

マルチモード	ケーブルの種類(径)			
	900 μ m 心線	2.0mm コード	2.4mm コード	3.0mm コード
50/125	25	23	23	22
62.5/125	20	18	18	17
シングルモード	直径30mmの輪(1~2周)を作る			

5-2) 測定構成は過度に曲げない

測定に関わるケーブル・コード等の測定器具を過度に曲げてしまうと正確な測定ができません。ケーブルやコードの許容曲げ径以上とし、できるだけ真っ直ぐな状態での測定をお勧めいたします。

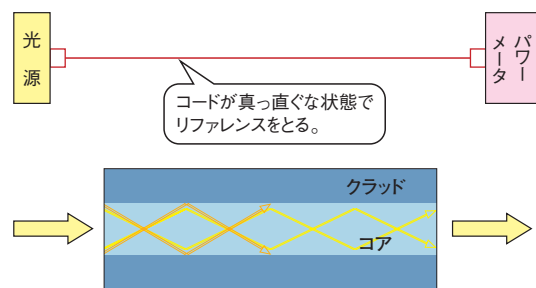
参考として弊社コードの許容曲げ半径を表3に示します。

【表3】 弊社コードの許容曲げ径

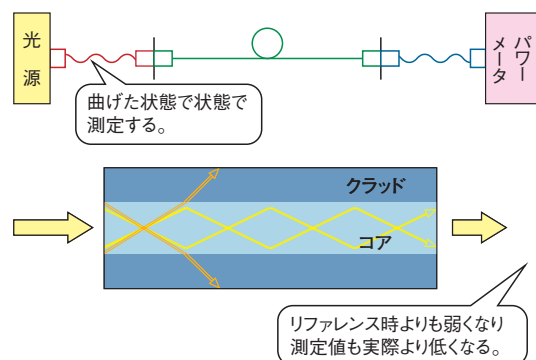
コード外径	単心コード		2心コード	
	2.8 ϕ	2.0 ϕ	2.8 \times 5.6	2.0 \times 4.0
許容曲げ半径	30mm	30mm	30mm	30mm

また、リファレンスを測定した時とテスト構成を測定する時の状態が違う(リファレンスを測定した後に測定器具類を動かして状態を変えてしまった)場合にも正確な測定ができないことがあります。その理由を以下に説明いたします。

図8(a)のようにジャンパケーブルを真っ直ぐな状態にしてリファレンスを測定したとします。この状態では放射モードに逃げる光は少なく、より大きな出力が得られます。この状態で測定構成を接続すると正確な測定が可能となります。しかし、図8(b)のように測定時にジャンパを曲げた状態にしてしまうとまっすぐな状態に比べて放射モードへ逃げてしまう光が多くなります。よって真っ直ぐな状態(リファレンス時)に比べるとジャンパケーブルを通過した光(測定サンプルに入る光)はリファレンスのときに測定した値より弱くなり、テスト構成を測定した値も実際の値より低くなってしまいます。このような現象はマンドレルを使用すると緩和できますが、より正確な測定をする意味でもできるだけリファレンス時と同じ状態で測定することをお勧めいたします。



【図8(a)】 リファレンス時



正確な測定にはならない!!!

【図8(b)】 測定時

【図8】 測定するときの注意

5-3) コネクタ端面は清掃を行なう

脱着する際にコネクタ端面の清掃を怠ると正確な測定ができないどころか、光源およびパワーメータ等の機器や、テスト構成のコネクタを傷つけてしまうこととなりますので、脱着のたびに清掃を行なうことをお勧めいたします。また、一度傷が付いてしまうと洗浄しても落ちませんので十分な注意が必要です。

なお、コネクタ端面の清掃の必要性に関してはニュースレター20号で実験等を行なっていますので、そちらをご覧ください。

6 終わりに

今回は、フィールドにおける光ファイバの損失測定法といたしまして、①ANSI/TIA/EIA-526-7(シングルモードファイバのテスト規格)、②ANSI/TIA/EIA-526-14(マルチモードファイバのテスト規格)およびフィールドテストの規格のガイドラインとされているTSB-140をもとに3つのリファレンスの測定方法について、および光ファイバの損失測定の際の注意事項について紹介させていただきました。光ファイバの損失を測定する際の参考になれば幸いです。

なお、上記規格はここに紹介した内容がすべてではありません。この記事以外についてのことも述べられておりますので、測定を行う際には一読することをお勧めいたします。