



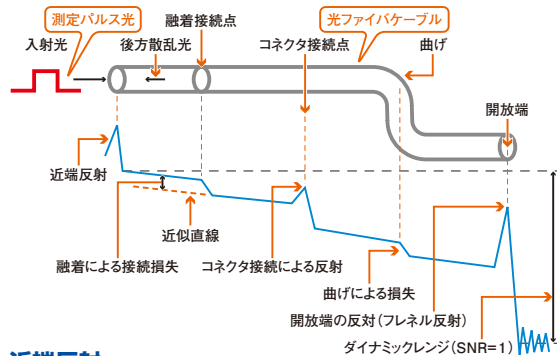
光パルス試験器 測定のための基礎知識

[AQ7275シリーズ / MT9082シリーズ]

● 波形の見方と言葉

光ファイバケーブルに入射した測定光パルスは、接続点などで反射して損失が発生する。測定した結果は水平方向を距離とし、垂直方向を損失レベルとして表す。OTDRでは、この結果の表示を**波形**と表現している。波形上に検出された損失や反射を**イベント**という。

波形の模式図



近端反射

OTDRと光ファイバケーブルを接続するコネクタの接続点で反射する。また、この部分にはOTDR内部の反射も加わる。この反射が検出されている区間では接続点の損失や反射が検出できない。この区間を**近端デッドゾーン**という。短い距離を測定する場合に近端反射の影響があるときは、オプションとして用意されている本体**内蔵タミーファイバ**を接続して影響を解消する。

レイリー散乱による光ファイバケーブル自体の損失

光ファイバケーブルの中を光が伝わっていくと、波長の単位よりも小さな物質の密度や成分の不均一によって**レイリー散乱**という現象が発生する。この散乱のうち光の進行方向とは反対方向に伝わる光を**後方散乱光**と呼ぶ。



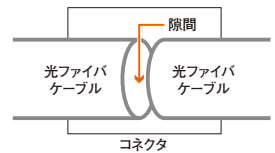
● 波形の見方と言葉

融着による接続損失

融着部分では物質の密度や成分の不均一が大きくなるため、レイリー散乱による損失が大きくなり、**接続損失**が発生する。

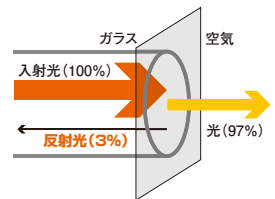
コネクタ接続による反射

コネクタ接続は融着と異なり、接続部分に僅かな隙間ができる。この隙間では**群屈折率**が変わるため、反射して損失が発生する。



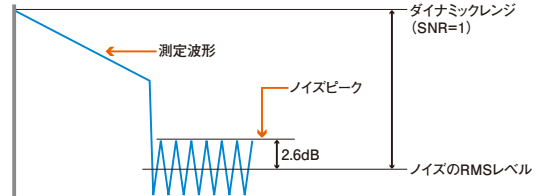
光ファイバ遠端のフレネル反射

光ファイバケーブルに光を入射したとき、光ファイバケーブルが破断している箇所や光ファイバケーブルの終端などの**群屈折率が変化する箇所(ガラス-空気)で発生する反射**。光ファイバケーブルの端面が垂直のとき、入射した光パワーの約3% (-14.7 [dB])を反射する。



ダイナミックレンジ

OTDRで測定できる後方散乱光レベルです。



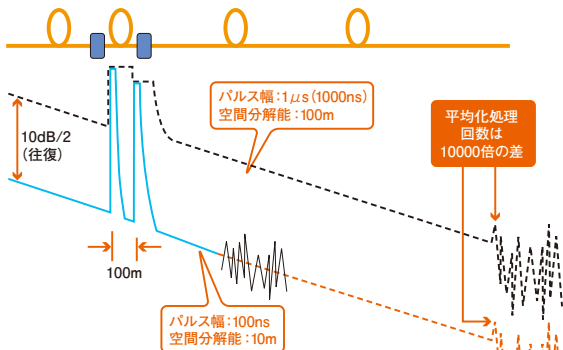
ポイント

SNR : 信号雑音比 (signal-noise ratio) SN比が高ければデータ伝送に対するノイズの影響は小さい。低ければ、ノイズの影響が大きく、通信効率が悪くなる。

●波形の見方と言葉

ダイナミックレンジとデッドゾーン

パルス幅を短く設定すると空間分解能が上がり、デッドゾーンが短くなるため近接したイベント点を分離して検出可能ですが、長距離やロスの大い場合にはダイナミックレンジが不足する。パルス幅を長くすると、デッドゾーンは長くなりますが、ダイナミックレンジが向上する。



	ダイナミックレンジ	デッドゾーン	特徴
パルス幅小	小	小	短距離ファイバを高分解能で測定
パルス幅大	大	大	長距離ファイバの測定

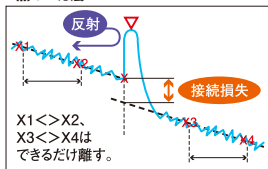
パルス幅と距離分解能と測定可能距離の相関

パルス幅 (ns)	距離分解能 (m)	ダイナミックレンジ (dB)			コネクタ接続損失測定目安距離 (km)		
		1.31 / 1.55 / 1.65 μm	1.31 / 1.55 / 1.65 μm	1.31 / 1.55 / 1.65 μm	1.31 / 1.55 / 1.65 μm	1.31 / 1.55 / 1.65 μm	1.31 / 1.55 / 1.65 μm
3	0.8	7.8 / 6.0 / 4.2		4 / 1.6 / -			
10	2	12.2 / 10.5 / 8.7		13 / 20 / 10			
20	3	13.7 / 12.0 / 10.2		16 / 26 / 15			
50	6	15.7 / 14.0 / 12.2		20 / 34 / 22			
100	10	17.2 / 15.5 / 13.7		23 / 40 / 27			
200	20	22.1 / 20.3 / 18.5		33 / 59 / 43			
500	50	24.6 / 22.9 / 21.0		38 / 69 / 51			
1000	100	29.3 / 27.6 / 25.7		47 / 88 / 67			

●波形の見方と言葉

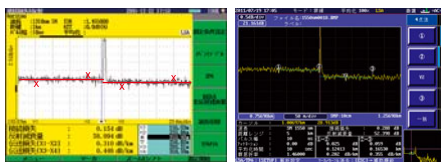
マーカ配置法とLSA/TPA

4点マーカ法



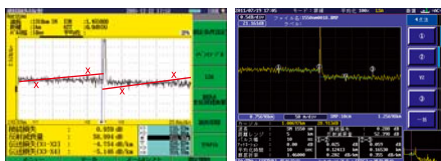
▽マーカはフレネルの頂上
*マーカは接続位置
X1, X2マーカは左側に、X3, X4マーカは右側に

4点マーカ法: 各イベント点を詳細に測定する場合
2点マーカ法: 2点間の距離測定及び損失測定 (複数のイベント点をまたぐ場合)



接続損失を最小自乗法で直線近似 (LSA) した場合

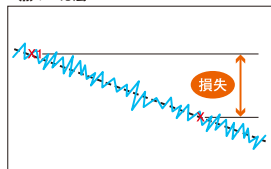
LSAは4点のマーカ間の全てのデータから光ファイバの損失を直線近似するためノイズの影響を抑えられますが、イベント点を含んだ測定はできません。



接続損失を四点法で直線近似 (TPA/2PA) した場合

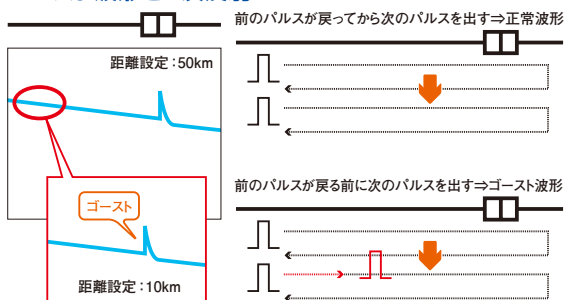
TPAは4点のデータだけから損失を求めているためノイズの影響を受け易くなるがイベント点を挟んだ測定に適している。

2点マーカ法

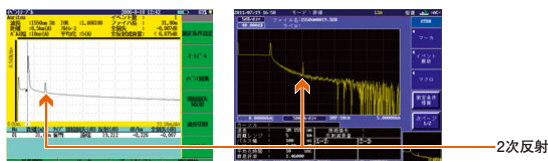


●波形の見方と言葉

ゴースト波形と2次反射



ゴーストを避けるために設定距離レンジはファイバ長より大きく



光ファイバケーブル遠端部分の光コネクタがオープンの場合

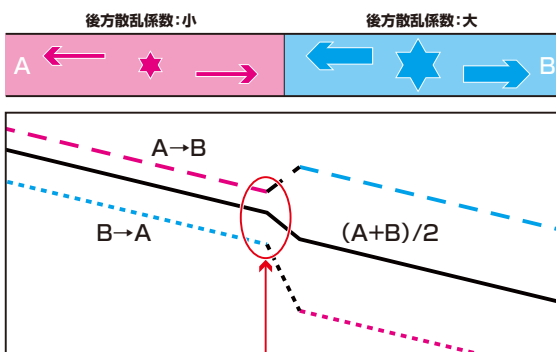


遠端反射が大きいとOTDR側に戻ったフレネル反射が、測定器内部で反射し再度遠端側まで光が伝播して2次反射が生じる。

●波形の見方と言葉

利得現象

後方散乱係数の小さいファイバの後に後方散乱係数の大きいファイバをつないだ場合、接続点で減衰せずゲインしているような波形が得られる。(A→B)
※張替え工事で古いファイバの手前に新しいファイバを接続した時などで見られる。
接続損失を正確に測定するためには、A→B、B→Aの両方向で測定して得られた値を定して2で割って求める必要がある。



双方方向の測定により光ファイバの特性の違いによる測定データへの影響をカット