

## 光の基礎知識

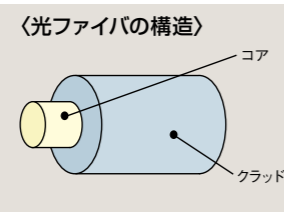
---

- ◆ 光ファイバ／ケーブルの基礎知識
- ◆ 光ファイバ接続の基礎知識
- ◆ 光ネットワーク配線部材 仕様書の見方
- ◆ 光ケーブルの選定と敷設の注意点
- ◆ 光クロージャ組立の基礎知識
- ◆ よくある質問

### 光の物理的な性質を利用して信号を送る光ファイバ。 実用的なメディアとするため、何重にも工夫がなされています。

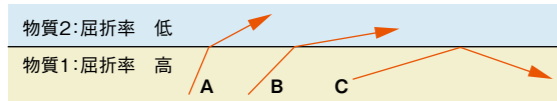
#### ■ 光は、コアに閉じこめられた状態で伝搬

光ファイバは、石英ガラスやプラスチックで形成される細い繊維状の物質で、右図のように中心部のコアと、その周囲を覆うクラッドの二層構造になっています。コアは、クラッドと比較して屈折率が高く設計されており、光は、全反射という現象によりコア内に閉じこめられた状態で伝搬します。



#### 全反射とは……

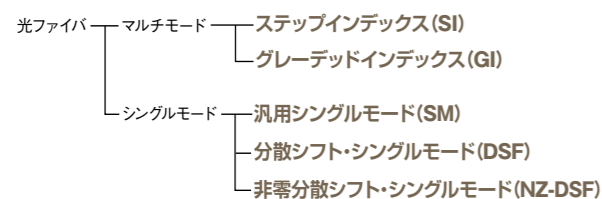
下図のAのように、光が屈折率の高い「物質1」から屈折率の低い「物質2」に到達すると、その角度を変えて進入していきます。光の進入角度がBのように浅くなると、透過する角度も小さくなり、境界面に対して平行に近くなります。そこでさらに進入角度を小さくすると、Cのように光は「物質2」に透過することができなくなり、すべての光が境界面で反射されることになります。このようにすべての光が反射されることを全反射と呼び、このときの入射角度を臨界角と呼びます。



#### ■ 主要な光ファイバは5種類

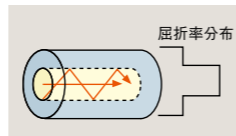
現在、情報通信用途に最も使用されている光ファイバは、コア・クラッドとも石英ガラスでできています。光ファイバは、光の伝搬するモードの数によって「マルチモード」と「シングルモード」の2種類に分類されます。さらに、マルチモード光ファイバは、コアの屈折率分布によって、「ステップインデックス」と「グレーデッドインデックス」に分けられます。また、シングルモード光ファイバは、零分散波長により、「汎用シングルモード」と「分散シフト・シングルモード」、「非零分散シフト・シングルモード」に分けられます。これらのうち、一般的によく用いられるのは、主に「グレーデッドインデックス」と「汎用シングルモード」です。

#### 〈光ファイバの分類〉



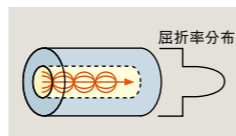
#### ステップインデックス・マルチモード光ファイバ (SI)

コアの屈折率が一定の光ファイバで、光はコア内を多くのモード（光の通り道）に分かれて伝搬します。右図の中のモードを比較すると、一方はまっすぐ最短距離で進むのに対し、もう一方は反射を繰り返して遠回りしており、その結果、伝搬信号は大きく歪んでしまいます。このため「ステップインデックス」は狭帯域になり、現在ではほとんど使用されていません。



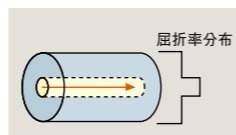
#### グレーデッドインデックス・マルチモード光ファイバ (GI)

コアの屈折率を滑らかに分布させた光ファイバで、標準的には、50μm、または62.5μmのコア径をもっています。コア内の屈折率を滑らかに変化させることにより、「ステップインデックス」に見られた伝搬信号の歪みが、大幅に改善されました。右上図では、伝搬距離の異なるモードが複数存在していますが、最短距離を進むモードは屈折率の高いコア中心を通るため光の速度が遅く、遠回りするモードは屈折率の低い部分を通るため光の速度が速くなり、相対的にどのモードの光も同じ速度で伝搬することになります。「グレーデッドインデックス」は、次に紹介する「シングルモード」に比べ伝送損失が大きいのですが、光ファイバ接続が簡単でネットワーク機器も圧倒的に安価なため、LANなどの近距離情報通信用途として広く使用されています。



#### 汎用シングルモード光ファイバ (SM)

コア径を小さくすることでモードを1つにした光ファイバで、マルチモードで見られたようなモードの違いによる伝搬信号の歪みは発生せず、極めて広帯域な特性を有します。汎用のシングルモード光ファイバは、1310nm帯に零分散波長があるため、伝送損失が低く優れた特性を有し、高品質で安定した通信が求められる幹線網に用いられています。

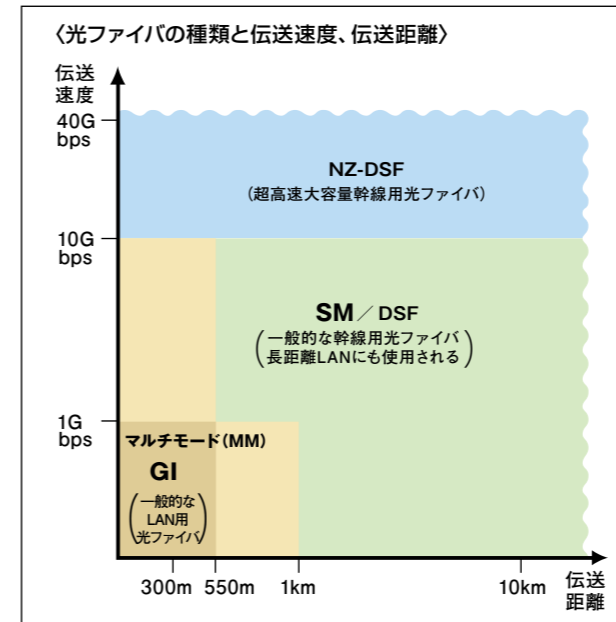


#### 分散シフト・シングルモード光ファイバ (DSF)

分散シフト・シングルモード光ファイバは、伝送損失が1310nm帯よりも低い1550nm帯を零分散波長としたシングルモード光ファイバです。長距離伝送に適しています。

#### 非零分散シフト・シングルモード光ファイバ (NZ-DSF)

非零分散シフト・シングルモード光ファイバは、零分散波長を1550nm帯から少しずらすことにより、1550nm帯での非線形現象を抑制した光ファイバです。波長分割多重 (WDM) 伝送に向き、超高速の長距離伝送に適しています。

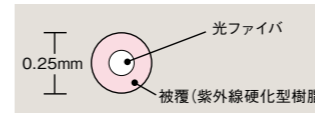


#### ■ 心線の種類は、主に3種類

光ファイバは石英ガラスでできていて非常に脆弱であり、また、通常125μm (0.125mm) と極めて細いため、周囲に保護被覆を被せてあります。この被覆を被せた状態を心線と呼び、大きく①0.25mm素線 ②0.9mm心線 ③テープ心線の3種類に分類されます。

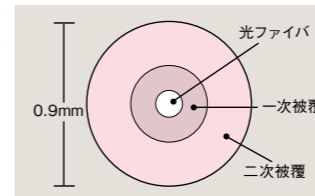
##### 0.25mm素線

光ファイバを紫外線硬化型樹脂で覆い、0.25mm径にした素線です。非常に細径なため、ケーブル化するときの心線収容性に優れ、多心化する必要があるときに用いられます。



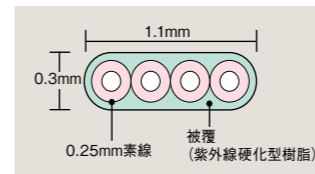
##### 0.9mm心線

光ファイバをノンハロゲン樹脂で覆い、0.9mm径にした心線です。0.25mm素線に比べ強くできているため、取り扱い性に優れ、LAN配線などの少心ケーブルに広く使用されています。



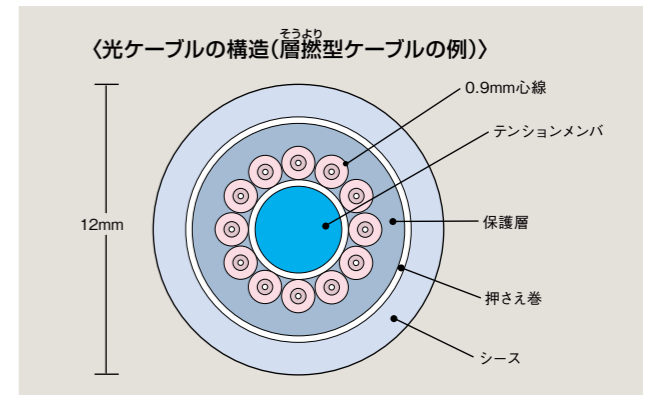
##### テープ心線

0.25mm素線を複数平行に並び、さらに紫外線硬化型樹脂で覆った心線です。（さまざまな心線数があります）0.25mm素線同様に、ケーブル化するときの心線収容性に優れ、特に4心タイプは、4心一括で光ファイバ接続できることから、光キャビネット / 成端架内で使うFOコードにも用いられます。



#### ■ 光ケーブルは、取り扱い性を高める構造に

繊細な光ファイバ心線を収納する光ケーブルは、屋内外での実用に耐えられるよう工夫する必要があります。一般的に下のような構成部品が用いられ、層状に構成することで強靭さを増す設計がなされています。これにより、外力の影響を受けにくく、伝送特性の安定した、さらに敷設作業がしやすい光ケーブルがつけられるのです。下図に、代表的な光ケーブルの例を示します。



##### テンションメンバ

敷設時にかかる張力から光ファイバを守ります。主に鋼線が用いられますが、無誘導にする場合はFRP、曲げやすさを求める場合はアラミド繊維と、用途に応じて使い分けられます。

##### 保護層

光ファイバを側圧などの外力から守るために、クッションのような役割をする保護層を設けています。

##### シース

さまざまな敷設環境から光ファイバの保護をするためのものです。以下に代表的な敷設環境とシース構造の使い分けの例を示します。

##### ■ ポリエチレンシース

機械的強度に優れ、架空・管路敷設等、多くの環境で使用される最も一般的なシースです。

##### ■ 難燃ポリエチレンシース

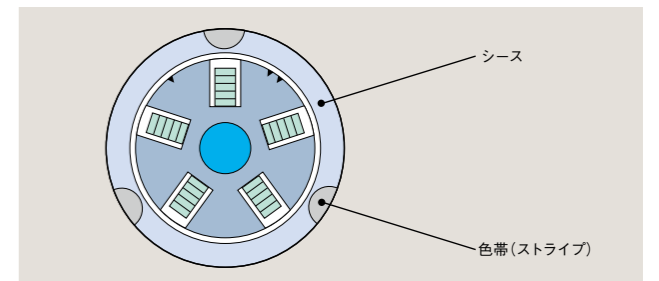
難燃性をもたせたポリエチレンシースです。一般的に屋内の敷設では難燃性が必要となります。

##### ■ HS (High Strength) シース

波付け加工をしたステンレステープ上にポリエチレンシースをほどこした構造で、機械的強度を高めています。キツキや鼠、リス等の鳥獣害対策に用いられます。

##### ■ 色帯シース

ポリエチレンシース上に黄色や緑色等のストライプを設けた構造です。複数本のケーブルが敷設されている環境で、識別性を向上させるためのものです。



### 接続技術への理解を深め、作業上の注意点を把握して、より良い光ファイバ接続作業を行いましょう。

#### 光ファイバ接続技術の分類

光ファイバの接続技術は、永久接続である融着接続およびメカニカルスプライスと、繰り返し着脱可能なコネクタ接続に分類できます。光コネクタ接続は、光サービスの運用や保守で切り替えが必要な接続点主に使用され、それ以外の場所では主に永久接続が使用されます。

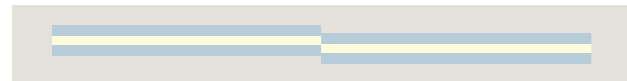
#### 光ファイバ接続での損失発生のメカニズム

光ファイバの接続では、光が通るコア部分を対向させ、正しく位置決めすることが必要です。光ファイバの接続損失は主に以下により発生します。

##### (1) 軸ずれ

接続する光ファイバ間の光軸のずれが接続損失の原因になります。汎用のシングルモードファイバの場合、おおよそ軸ずれ量の二乗に0.2を乗じた値が接続損失になります。

(光源波長 1310nm の場合、例：1 μm の軸ずれで約 0.2dB)



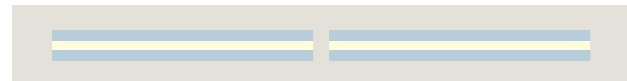
##### (2) 角度ずれ

接続する光ファイバの光軸間の角度ずれにより接続損失が発生します。たとえば、融着接続前の光ファイバカッタでの切断面角度が大きくなると、光ファイバが傾いて接続される場合があるので注意が必要です。



##### (3) 間隙

光ファイバ端面間の間隙により接続損失が発生します。たとえば、メカニカルスプライス接続で光ファイバの端面が正しく付き合っていないと、接続損失発生の原因になります。



##### (4) 反射

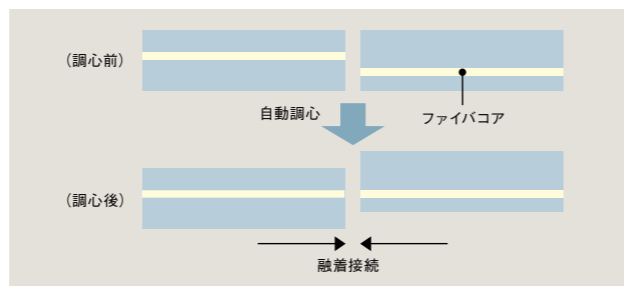
光ファイバ端面に空隙がある場合は、光ファイバと空気との屈折率の違いにより、最大 0.6dB 程度の反射による接続損失が発生します。なお、光コネクタでの光ファイバ端面清掃は光断を防止するために重要ですが、光ファイバ端面以外の光コネクタ端面にゴミを挟んでも損失が発生してしまうので、光コネクタ端面全体の清掃をすることが大切です。

#### 融着接続の種類と原理

融着接続は、電極棒間に発生させた放電の熱を利用して、光ファイバを溶融一体化する接続技術です。融着接続方式は、以下の2種類に分類されます。

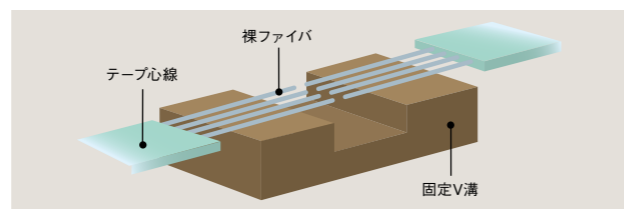
##### (1) コア調心方式 **コア調心**

光ファイバのコアを顕微鏡で観察し、画像処理によりコアの中心軸が一致するように位置決めを行った後に放電を行う融着接続方式です。2方向観察のカメラを搭載した融着接続機を用い、2方向から位置決めを行います。



##### (2) 固定 V 溝調心方式 **外径調心**

高精度な V 溝を用いて光ファイバを整列し、光ファイバを溶融させた際の表面張力による調心効果を利用して外径調心を行う融着接続方式です。最近の製造技術の進歩により、光ファイバのコア位置等の寸法精度が高くなっているため、低い損失での接続が可能になっています。本方式は、主に多心一括接続に使用されます。



#### 融着接続作業の手順と注意点

##### ①ファイバ保護スリーブ挿入

ファイバ保護スリーブは、接続点での露出させるファイバの保護のために使用します。ファイバ保護スリーブは後から挿入できないので、忘れずに挿入してください。

■ファイバ保護スリーブ内にゴミが入るのを防ぐため、ファイバ保護スリーブを挿入する側のファイバ被覆を、アルコールを含ませたガーゼで清掃してください。



##### ②心線被覆除去

ファイバのガラス部分を露出させるために、ジャケットリムーバを用いて被覆除去を行います。(25 ~ 30mm 程度)

■ジャケットリムーバは心線にそって平行に引いてください。



##### ③ファイバ清掃

被覆除去後にアルコールを用いてガラス部分の清掃を行います。



■きれいなガーゼを用い、当てる位置を変えながら、ファイバの全周を丁寧に清掃します。“キュッキュ”という音がすると、裸ファイバ表面がきれいに清掃できています。  
■高純度 (99.5% 以上) のエチルアルコールを使用します。

##### ④ファイバ切断

ファイバカッタの操作手順に従い、切断します。



■接続不良の原因になりますので、切断したファイバの先端は、ぶついたり触ったりしないよう注意してください。  
■切断後のファイバ屑を散乱させないよう注意してください。  
■切断は、融着作業時の損失特性を左右します。切断不良の低減のために、カッタの切断刃およびクランプの清掃を心掛けてください。(写真 1 2)

清掃しても切断不良が改善されない場合は刃の寿命と思われる。  
※ [FC-8Rシリーズ] をご使用の場合は、切断刃自動回転式のため、手動での回転は不要です。



1 切断刃の清掃

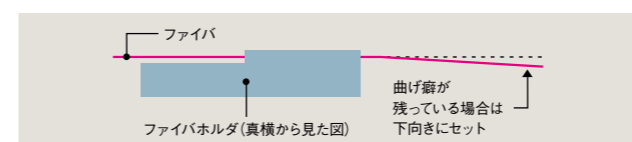
2 クランプ(上部、下部それぞれ2か所)の清掃

##### ⑤融着接続

融着接続機の操作手順に従い、融着作業を行います。



■放電テストは、融着作業前に必ず実施してください。放電テストにより適正な放電パワーを設定することで、低損失での接続が実現できます。  
■ファイバに曲げ癖があると V 溝に正しくセットできない場合があります。軽く指でこいて曲げ癖をとり除いてください。



##### 〈万一、軸ずれが起きてしまったら〉

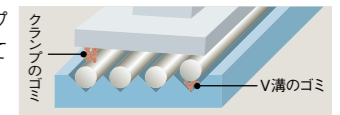
①～④の原因が考えられます。順に試してください。

②被覆除去がきれいにできなかった。

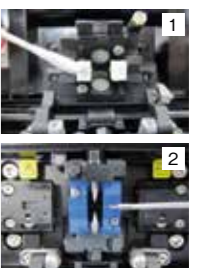


ジャケットリムーバの刃に被覆屑が残ったまま、被覆除去を行ったためです。標準添付の清掃ブラシで刃についた屑を取り除き、前記②の手順に戻り、心線被覆除去からやり直します。

⑥融着接続機のクランプや V 溝にゴミがついていた。

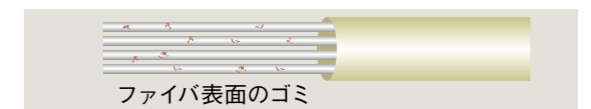


■クランプは、アルコールを含ませた綿棒で軽く拭き取るように清掃してください。(写真 1)



■V 溝は、標準添付の V 溝清掃器具のブラシの腹の部分が V 溝に当たるように強めに清掃します。アルコールを含ませた綿棒清掃する場合は、“キュッキュ”と音がするくらいに押し当てて左右に動かし清掃してください。(写真 2)

⑥上記②⑥を行っても軸ずれが起きてしまう場合は、ファイバの清掃が不十分だったことが考えられます。



前記②の手順に戻り、心線被覆除去からやり直します。

##### ⑥融着部補強

ファイバ融着部にファイバ保護スリーブを被せ、加熱器上で心線補強を行います。



■心線移動時にファイバを曲げたり捻ったりしないように注意してください。破断の原因になります。

■ファイバ保護スリーブは接続中心にセットしてください。

■加熱器へのセットは、ファイバが曲がらないように軽く引っ張りながらセットしてください。

■単心ファイバの場合、捻れ防止のため、ファイバの被覆上にマーキングしておき、マーキングの位置をそのままに加熱器に乗せます。



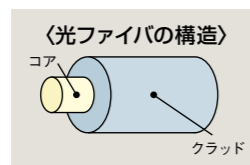


### 最も適した部材を選択できるよう、仕様書に記載の細かな規定について知っておきましょう。

#### 光ファイバについての規定

##### ■コア径

マルチモード光ファイバに適用されるパラメータ。コア領域の外周を最もよく近似する円の直径を表します。現在ではコア径 50 μm のファイバが一般的になっています。



##### ■モードフィールド径 (MFD)

シングルモード光ファイバに適用されるパラメータ。伝搬モードの電界分布の広がり（光の通り道）の直径を表します。光は通常はコア領域を通りますが、シングルモード光ファイバの場合、光はクラッド領域にも漏れ出すため、コア径ではなく MFD で規定します。そのため MFD はコア径よりも若干大きくなります。この値が小さいほど接続アライメントの精度が要求されます。また、接続するファイバどうしの MFD の差が大きいほど、接続損失が大きくなります。

##### ■クラッド径

クラッド表面を最もよく近似する円の直径。接続するファイバどうしのクラッド径の差が大きいほど、接続損失が大きくなります。

##### ■ケーブルカットオフ波長\*

シングルモード光ファイバに適用されるパラメータ。この値よりも小さな波長で使用するとシングルモードになりません。屈折率分布やコアの寸法など、光ファイバの構造で決められます。

##### ■スクリーニングレベル\*

スクリーニングとは、ガラスの欠陥などを除去し構造信頼性を高めるため、光ファイバ全長にわたり一定の伸び歪みを与え低強度部分を前もって破断させる手法です。スクリーニングレベルは、この伸び歪みの値を表します。この値が大きいほど、信頼性の高い光ファイバであるといえます。

##### ■伝送損失

光ファイバを光が伝搬するとき、2点間の光パワーの減少を示す値で、次の式で表されます。

$$\alpha = - (10 / L) \log (P2 / P1)$$

L: ケーブル長  
P1: 入射光のパワー  
P2: 出射光のパワー

この値が大きいほど、光パワーの減少が大きくなるため伝送距離が短くなります。

##### ■伝送帯域

マルチモード光ファイバに適用されるパラメータ。ベースバンド伝達関数の大きさが、ある定められた値(6dB)に減少する周波数を表します。つまり、どの周波数まで信号を歪みなく伝送できるか表した値です。この値が大きいほど、高周波数での伝送が可能になり、大容量伝送ができます。

##### ■零分散波長\*

シングルモード光ファイバに適用されるパラメータ。波長分散が零になる波長を表します。波長分散の絶対値が大きい波長で伝送すると分散が大きくなり、光のパルスの歪みが大きくなります。零分散波長を 1310nm 付近に設計した光ファイバが汎用 SM。1550nm 付近にした光ファイバが分散シフト光ファイバ (DSF) です。

##### ■零分散スロープ\*

シングルモード光ファイバに適用されるパラメータ。零分散波長における分散の傾きを表します。零分散スロープが大きいと、一般的に各波長における分散の絶対値も大きくなります。

#### ケーブル部分についての規定

##### ■最大許容張力

光ケーブルを敷設する際に加えてよい最大の張力。敷設後も常時この張力がかかってもよいというものではないので注意が必要です。

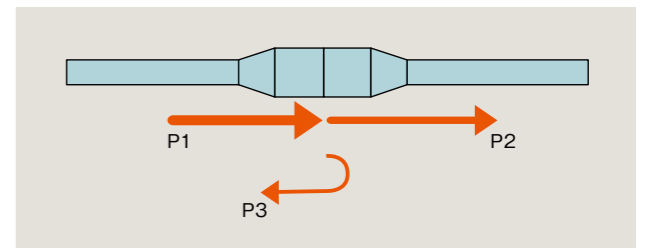
##### ■最小許容曲げ半径

光ケーブルの曲げられる最小の半径。敷設中と敷設後で、最小曲げ半径は異なります。一般的に最小許容曲げ半径は、敷設中の場合で光ケーブル外径の 20 倍、敷設後は 10 倍となります。

##### ■使用温度範囲

光ケーブルを敷設してよい温度環境。一般的に屋外使用であれば -20 ~ +60℃、屋内仕様であれば -10 ~ +40℃とされます。

#### 光コネクタについての規定



##### ■接続ロス

光ファイバどうしを接続したとき、一方の光ファイバから他方の光ファイバに光が入るときに生じる光損失で、次の式で表されます。

$$\alpha = - 10 \log (P2 / P1) \text{ [dB]}$$

P1: 接続箇所直前の光パワー  
P2: 接続箇所直後の光のパワー

この値が大きいほど光パワーの減少が大きくなるため、伝送距離が短くなります。

##### ■反射減衰量

光コネクタへの入射光パワーと、接続面で反射される光のパワーとの比をデシベル表示で表した値で、次の式で表されます。

$$\alpha = - 10 \log (P3 / P1) \text{ [dB]}$$

P1: 接続箇所直前の光パワー  
P3: 接続箇所での反射される光のパワー

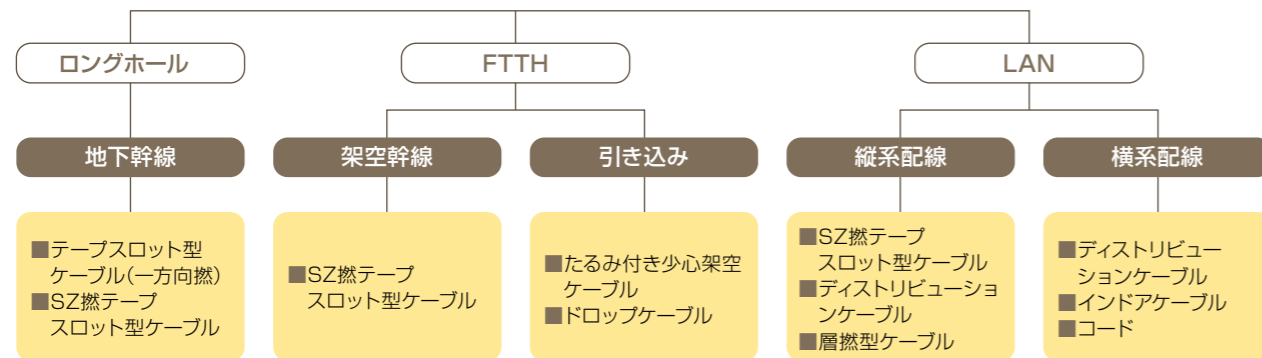
この値が大きいほど反射される光パワーが小さくなるため、ノイズが小さくなります。

##### ■フェルールの研磨方法

コネクタは、フェルールの研磨方法により接続特性が異なります。

用途や敷設環境に適した光ケーブルを選び、  
 確実な作業を行うため、注意点を確認しておきましょう。

### 光ケーブル基本構造の選定（推奨構造）



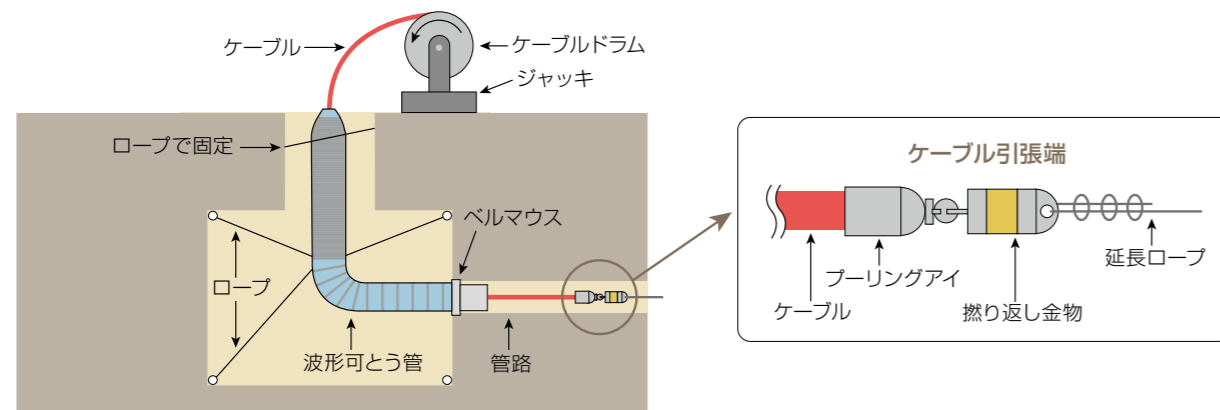
**《注意点》**  
 鉄道沿線等の振動が大きく心線移動が懸念される場所にテープスロット型ケーブル(一方向撚)を用いる場合は、心線固定処置\*を実施します。  
 ※ 心線固定処置: 接着剤などによりテープ心線と溝付きスペーサを一体化する処置。

**《注意点》**  
 ドロップケーブルは、加入者用途に限定した簡易な構造としており、スロット型ケーブルと比べて強度が不足するため、幹線での使用には適しません。

**《注意点》**  
 たるみ付き少心架空ケーブルは、径間渡し用としての使用が適しています。

**《注意点》**  
 心数が多い場合はSZ撚、少ない場合はディストリビューション型が適しています。

### 地下幹線における敷設方法例



■ 光ケーブルの先端にプーリングアイ等の引っ張り末端を取り付けます。

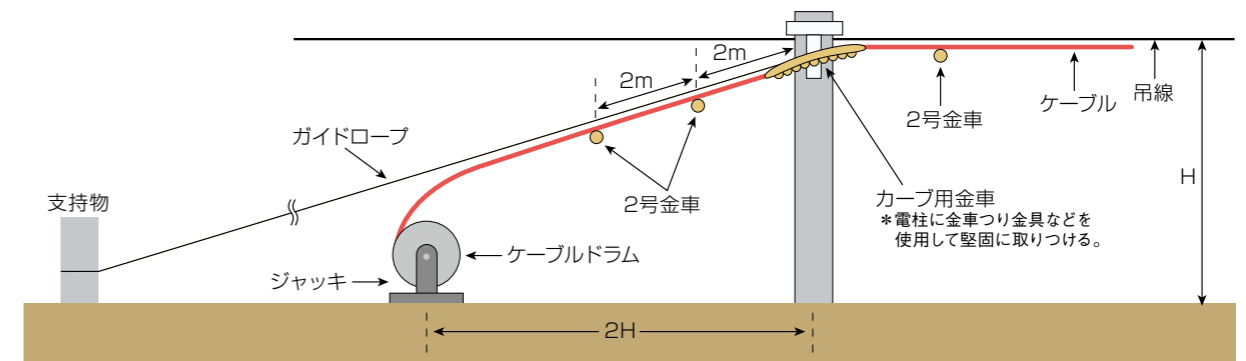
■ 敷設時は、光ケーブルに捻回が発生しないように、上右の図に示したような撚返し金物などを使用します。

■ ケーブルドラムは、円滑な曲がり方でドラムから繰り出されるように、管路と鉛直な位置になるように、上左の図のように据付けます。ケーブル繰り出し時によじれやキンクが生じないように注意します。また波形可とう管、ベルマウスを使用してケーブルを保護します。

■ ケーブルの延線において長尺敷設する場合は、ケーブル外被ではなくテンションメンバを引っ張るようにし、過張力にならないようにケーブルに加わる張力を監視しながら行います。過張力になるとプーリングアイの抜け、ケーブル偏平が起こる危険性があります。なお、許容張力については、ケーブルの種類に応じて個別の仕様書で規定しています。詳細は仕様書を参照ください。

■ 鉄道沿線等の振動が大きく心線移動が懸念される場所では、テープスロット型ケーブル(一方向撚)に心線固定処置を施して用いるか、SZ撚テープスロット型ケーブルを用います。

### 架空幹線における敷設方法例



■ 敷設時は、光ケーブルに捻回が発生しないように、撚返し金物・捻回防止器などを使用します。

■ ハンガーローラを用いる場合、構造上捻回が発生しやすく、特に影響の出やすい長尺敷設においては十分な注意が必要です。

■ ケーブルドラムの据付位置は、上図のように光ケーブルに極端な曲げが加わらないように、電柱から2H(Hは金車取付高さ)以上とします。敷設時のしごきによるケーブル偏平を防止するため、カーブ用金車として曲率半径300mmの11連金車が適しています。

■ ケーブルの延線において長尺敷設する場合は、ケーブル外被ではなくテンションメンバを引っ張るようにし、過張力にならないようにケーブルに加わる張力を監視しながら行います。過張力になるとプーリングアイの抜け、ケーブル偏平が起こる危険性があります。なお、許容張力については、ケーブルの種類に応じて個別の仕様書で規定しています。詳細は仕様書を参照ください。

■ やむを得ない事情により、テープスロット型ケーブル(一方向撚)を用いる場合には、敷設後の振動による心線移動を防止するために、必ず心線固定処置を実施します。

■ SSDケーブルは、風による振動低減のため、約10mごとに1回の頻度で捻回処置を実施してください。

### 引き込みにおける敷設方法例

■ 敷設においては、ケーブルに加わる張力、曲げ径等を監視し、許容値を超えないように注意します。

■ ドロップケーブルを加入者宅に引き込む場合は、支持線の引き留め処置を行う必要があります。

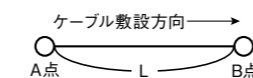
■ ドロップケーブルの支持線固定作業時、本体部を小さく曲げてファイバを折らないように注意してください。

### 敷設張力の計算方法例

張力計算において使用する計算式の例を以下に示します。

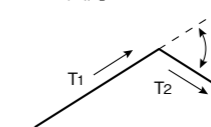
(1)直線部  $T=10 \cdot f \cdot W \cdot L$

T : 直線部の張力 (N)  
 10: 重力加速度 (m/S<sup>2</sup>)  
 f : 摩擦係数  
 W : ケーブル質量 (kg/m)  
 L : 直線部の長さ (m)



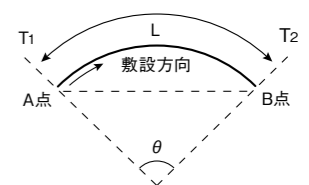
(2)屈曲部  $T_2=T_1 \cdot K$

T<sub>1</sub>: 屈曲部直前の張力 (N)  
 T<sub>2</sub>: 屈曲部直後の張力 (N)  
 K : 張力増加率  
 f : 摩擦係数  
 θ : 交角



(3)曲線部  $T_2=(T_1+T) \cdot K$

T<sub>1</sub>: 屈曲部直前の張力 (N)  
 T<sub>2</sub>: 屈曲部直後の張力 (N)  
 T : 10fWL  
 K : 張力増加率  
 f : 摩擦係数  
 θ : 交角



張力計算に使用する張力増加率（地下管路の一例）

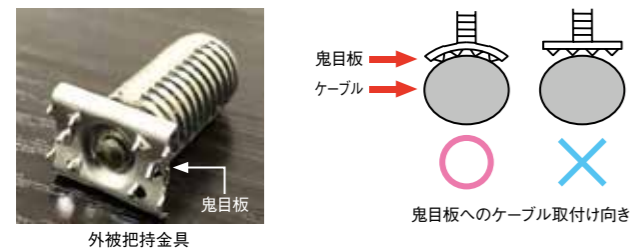
| 組合せ    | ケーブルと<br>管路 PE可とう管<br>ケーブル保護用 可とう管 | 張力増加率 (K) |
|--------|------------------------------------|-----------|
| 摩擦係数   | 0.5                                |           |
| 交角(θ°) | 6~10                               | 1.10      |
|        | 11~16                              | 1.15      |
|        | 17~20                              | 1.20      |
|        | 21~25                              | 1.25      |
|        | 26~30                              | 1.30      |
|        | 31~34                              | 1.35      |
|        | 35~38                              | 1.40      |
|        | 39~42                              | 1.45      |

### 組立時のチェックポイントを押え、より確実に高品質な接続作業を行きましょう。

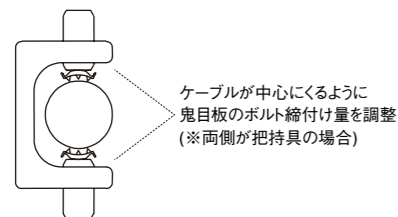
#### ケーブル取り付け時の注意点

##### ① テープスロット型ケーブルの場合

■外被保持金具でケーブルを把持する際は、鬼目板の曲部側とケーブルの丸形状があう向きに取り付けてください。取り付け向きが間違っているとケーブル把持力が低下し、規定の把持力を満足しない場合があります。

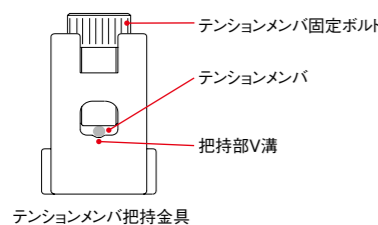


ケーブルを鬼目板で上下両側から挟み込むタイプの場合は、ケーブル固定位置が上下中心に来るように鬼目板のボルト締め付け量を調整してください。ケーブル固定位置が中心からずれていると、ゴムシールとケーブルの間に隙間が空き防水性能が低下する場合があります。



鬼目板のボルト締め付け強さは、ケーブル外被に鬼目板の刃が食い込むまでが目安です。ボルト締め付け不足は把持力低下、ボルト締め付け過ぎはロス増の要因となります。

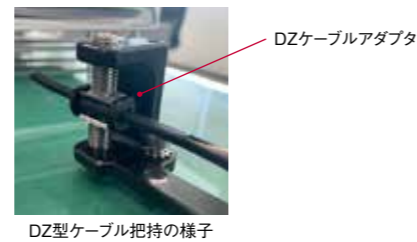
■テンションメンバ把持金具でテンションメンバを把持する際、テンションメンバの表面にスロット材料カスが残っていないことを確認してください。カスが付着していると把持力が低下し規定の把持力を満足しない場合がありますので、サンドクロスなどでカスを除去してください。テンションメンバ把持金具を締め付ける際は、テンションメンバが把持部V溝に嵌っている事を確認してください。テンションメンバ把持金具の締め付トルクは、各クロージャの工法書を参照してください。



テンションメンバ把持金具

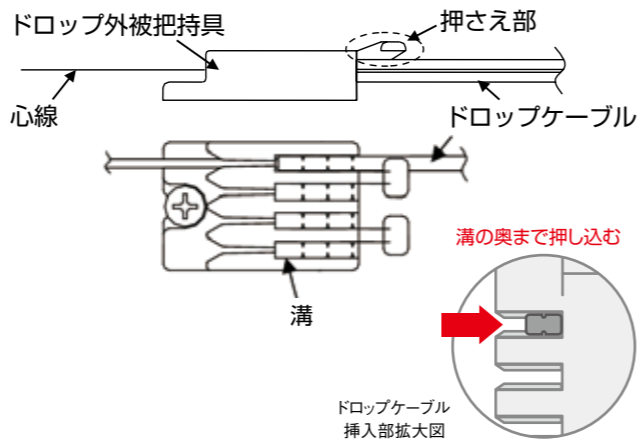
##### ② DZ型ケーブルの場合

■別売りのDZケーブルアダプタが必要になります。部材販売も実施しておりますので、各営業窓口へお問い合わせください。DZケーブルアダプタを使用せず直接鬼目板でDZ型ケーブルを把持すると、鬼目板の刃で光ファイバ心線を外傷させてしまう場合があります。また、ケーブルを十分に把持することができず、規定の把持力を得ることができません。



##### ③ ドロップケーブルの場合

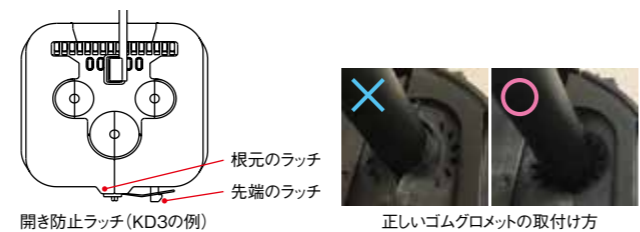
■ドロップ外被把持具の溝へ挿入して固定します。ドロップケーブルが溝に底付きするまで圧入します。「挿入部拡大図」の通り、奥まで押し込まれていることを確認してください。



#### スリーブ開閉時の注意点

##### ① 架空専用クロージャの場合

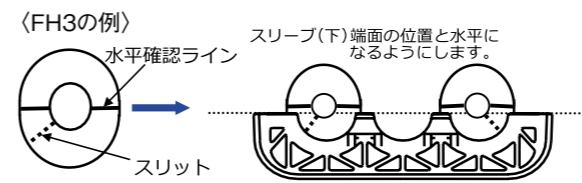
■内部部品を挟み込まないよう、注意して開閉します。開き防止のラッチが付いているタイプは、根元のラッチ、先端のラッチの順番で確実に取り付けてください。■グロメット（シールゴム）の水切りが内側にあることを確認します。水が入る隙間ができないよう注意します。



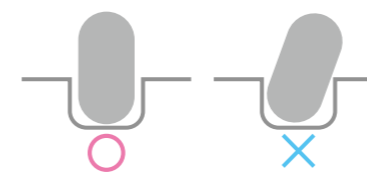
##### ② 地中/架空用クロージャの場合

■導入されるケーブル外径に応じたグロメット（ケーブルシール）、閉塞栓が準備されていることを確認します。開閉手順は各クロージャの工法書に従ってください。グロメット、ガスケット、クロージャスリーブシール部の表面にゴミなどが付着していない事を確認してください。ゴミ等が残っていると浸水の原因になることがあります。ゴミが不着している場合はアルコール等できれいに拭き取ってください。グロメット、ガスケットへのシリコングリス塗布は、全ての面に薄く均一に塗布してください。グロメットスリット接触面へも塗布が必要です。

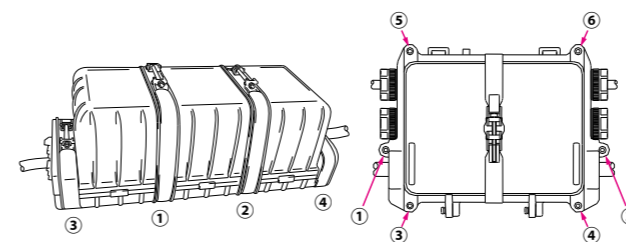
■グロメット、ガスケットは、取り付け向きをそれぞれの工法書で確認し正しい向きで取り付けます。



ガスケットは内側に倒れたり、スリーブで挟み込んだりしないよう注意して取り付けます。

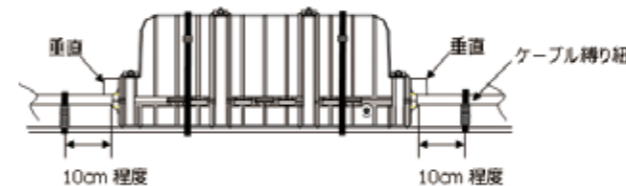


■クロージャの締結は、各クロージャの工法書を参照し、締め付けが一方に偏らないよう、順番で3〜4回に分けて手締めで均等に締め込み、「電動ドライバー」は使用しないで下さい（ボルトを緩める時は使用可）。強く締め過ぎると部品が破損する場合があります。各クロージャの規定トルクを遵守してください。クロージャ締結後は、施工不良による浸水を防ぐためにも確実にガスフラッシュテストを実施願います。詳細は、地中用光クロージャのガスフラッシュテストの項目を参照ください。



##### ■その他の確認事項

- ◇心線は許容曲げ半径、部品の動作範囲を考慮した余長が確保されていることを確認してください。
- ◇ケーブル導入部の根元は垂直状態を確認してください。



#### 地中用光クロージャのガスフラッシュテスト

地下など冠水が想定される場所に設置する際は、クロージャ内部が浸水しないよう気密型のクロージャを使用します。クロージャ本体の合わせ目部分には、主にゴム（グロメット、ガスケット）を用いて気密を確保していますが、施工不良による浸水が起きる場合がございます。以下に注意して施工をお願いします。

- ・ゴム（グロメット、ガスケット）へゴミの付着、キズが無いことを確認する。
- ・シリコングリスをムラ無く塗布する、ゴムを取付ける際にゴムがズレないように注意する。
- ・カバーの締め付けに不均一、不足が起きないようにトルクレンチで規定トルクで締め付ける。

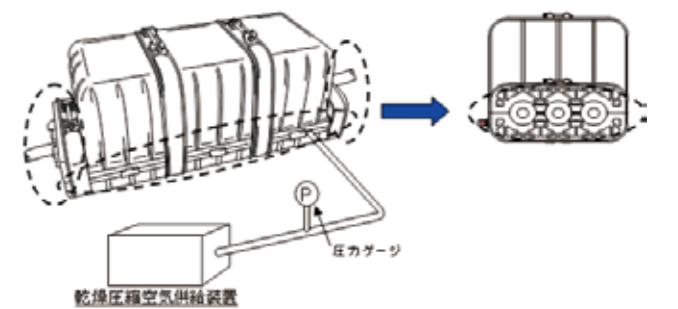
気密が確保されているか確認するために、施工後にガスフラッシュテストの実施をお願いしています。

##### ガスフラッシュテスト

クロージャのガスバルブからガスを供給（乾燥圧縮空気供給装置などを使用）しながら点検（石鹸水等）を用いて目視で確認します。以下に注意して実施をお願いします。

- ・クロージャの全周全箇所のシール部及びグロメット部、ガスバルブ部分から漏れないか点検を行ってください。
- ・導入されたケーブルから内部気圧が抜けていくため、既定の圧力を保持した状態でガス漏れがないか確認する必要があります。
- ・標準の封入圧は 39.2 KPa (0.4k g f/cm<sup>2</sup>) です。
- ※詳細は各クロージャの工法書をご参照ください。
- ※お客様毎に管理基準を設けている場合はそちらの条件に従ってください。

・再組立時のガスフラッシュテストにおいて、漏洩が数回連続して発生した場合は、部材にキズや変形などがある可能性がございますので、ガスケット・グロメット（閉塞栓）を新品に交換して下さい。





## よくある質問

### Q1 光ケーブルは、どれくらい曲げられますか？

**A1** 一般的に、ケーブル外径の10倍か、または収納している光ファイバの最小曲げ半径か、いずれか大きい数値がケーブルの許容曲げ半径となります。光ファイバの許容曲げ半径は通常の30mmですので、ケーブル外径がいくら細くても、30mm以下に曲げることはできません。なお、住友電工は、許容曲げ半径15mmのMMファイバ「PureEther-Access」とSMファイバ「PureAccess-PB」、7.5mmのSMファイバ「PureAccess-A2」を開発。光ケーブルの曲げ半径に革新をもたらしています。

### Q2 マルチモード光ファイバのコア径 50 μm と 62.5 μm 仕様の違いは何ですか？

**A2** コア径 62.5 μm 仕様は米国で広く用いられ、50 μm 仕様は国内で一般的な仕様です。62.5 μm と 50 μm では使用する伝送機器が異なりますが、62.5 μm 仕様はコア径が大きいため伝送機器との結合が容易になり、機器の価格が安価になります。50 μm 仕様は機器の価格は相対的に高くなりますが、光ファイバの帯域が広帯域になるメリットがあります。近年では広帯域光ファイバを使用したギガビットイーサ、10ギガビットイーサの普及によってコア径 50 μm の仕様が主流になりつつあります。

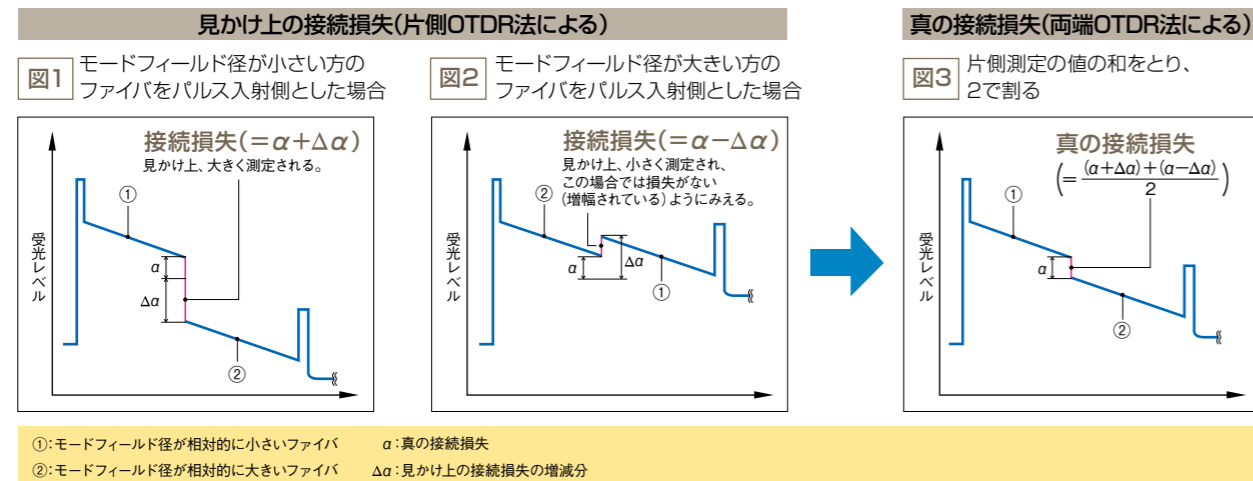
### Q3 防湿・防水機能をもつ光ケーブルには、どのようなものがありますか？

**A3** 主にLAPシース型とWB型があります。LAPシース型は、シース内面にアルミニウムテープを溶着し、防湿・防水機能をもたせていますが、シース損傷などによる浸水時には、ケーブル内を走水することがあります。一方、WB型はケーブル心に吸水テープを巻き、防湿・防水機能をもたせているため、浸水時に吸水材が膨張し、走水を防止できます。

- LAPシース型……品番に「LAP」記号が入っています。 ■WB型……品番に「WB」記号が入っています。
- 例：層燃型ケーブル [8NHGI(PE-A1G)—L—LAP—FR] 例：SZ燃テープスロット型ケーブル [100SM(PAPB)—SZ4R—WB—E]

### Q4 モードフィールド径の異なる SM ファイバを接続したときに、接続損失が大きくなってしまいました。どうすればいいですか？

**A4** 光ファイバの接続損失の測定には OTDR 法が広く使用されていますが、モードフィールド径の異なるファイバの接続損失を測定した際には、真の接続損失と異なる「見かけ上」の接続損失が測定されます。OTDR 法では、光ファイバに入射した光の後方散乱光を受光することで測定を行います。後方散乱光の発生する割合を後方散乱係数と呼びますが、モードフィールド径の異なるファイバでは、この後方散乱係数が異なります。パルス入射側ファイバの後方散乱係数より、出射側ファイバの後方散乱係数が小さい場合、出射側ファイバから戻ってくる光のレベルが低下して見かけ上の接続損失が大きく測定されます（図1）。反対からパルス入射した場合は、真の接続損失よりも見かけ上小さく測定されます（図2）。しかし、両側から OTDR を測定し、その値の和をとって2で割ることにより、見かけ上の損失はキャンセルされ、真の接続損失を求めることができます（図3）。同じ SM ファイバどうし（モードフィールド径 9.2 μm）を接続した場合でも、モードフィールド径は ±0.4 μm の仕様公差内で異なっていますので、正確な接続損失を知りたい場合には、両側からの測定が必要になります。

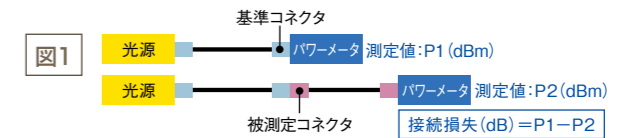


## よくある質問

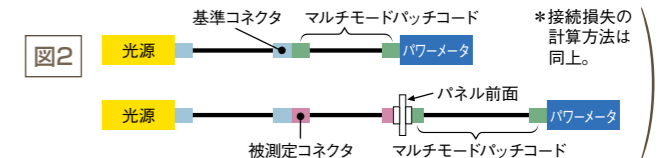
### Q5 光コネクタの接続損失は、どのような方法で測定すればよいですか？

#### A5 ■シングルモードの場合

図1のように、測定系を構成します。  
 (JIS C 5961 に準拠した方法)

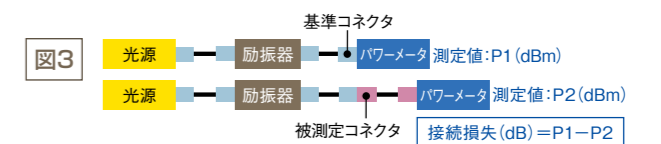


被測定コネクタにパワーメータを直接つなげられない場合(パネル等にアダプタが搭載されている場合等)、図2のようにマルチモードファイバのパッチコードを受け側に使用します。

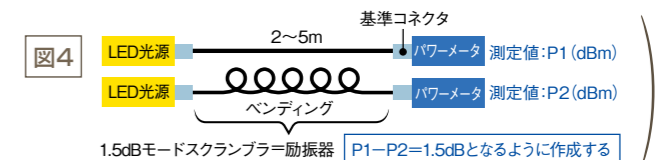


#### ■マルチモードの場合

定常励振モードで測定するために、図3のように励振器を測定系に導入します。  
 ※ 測定するファイバと同種の長尺ダミーファイバ、およびGSGG型励振器(従来より通信事業者等が使用)。



LED光源を使用する場合、図4のように1.5dBモードスクランブラを作成して、図3の励振器の代替とします。  
 (JIS C 5961による方法)



### Q6 クロージャを開閉する際、再組立に必要な部材は何ですか？

**A6** カタログ掲載しております弊社クロージャは、追加部材不要です。弊社では、通常、再組立に必要な部材グロメット・ガスケットにシーリングテープの不要な低硬度ゴムを採用しているため、再利用が可能で部材交換無しで再組立が可能となっております。ただし、再組立作業時にグロメット・ガスケットにキズや変形などがある場合は交換が必要になります。交換要否は現品目視でしか判断ができないため、現地調査後、施工前に個別部材単位でご用意していただくことも推奨しております。部材販売も実施しておりますので、各営業窓口へお問い合わせ下さい。

### Q7 架空専用クロージャの定期点検、部品交換は必要ですか？

**A7** 設置後約10年以降を目安に定期点検の実施、スリーブの交換を推奨しております。弊社架空専用クロージャのスリーブは、スリーブ開閉時折り曲げのため、ヒンジ部を有する構造となっております。設置環境や使用履歴に起因し、クロージャの設置から早いものでは10年程度経過すると、スリーブヒンジ部分に亀裂が発生する現象が現れます。この現象は、紫外線やスリーブ開閉時に繰り返し与えられるストレス等により、可動部であるスリーブヒンジ部分が真先に寿命を迎えていると推定しております。クロージャを長期間ご使用いただくために、定期点検の実施をお願いいたします。