

# LAN工事上の問題点・ノウハウ

お客様の質問に答えて【その19】

## 光ケーブルと光コネクタについて

### Question ?

光製品のカタログ等を見ていると光ケーブルや光コネクタの種類はたくさんあるようですが、どのように違うのですか？

### Answer !

光ケーブルや光コネクタは、使用する場所や環境によって強度を持たせる必要があったり、細径で高密度な実装が必要であったりとそれぞれの必要性に応じていろいろな種類があります。

#### 1)はじめに

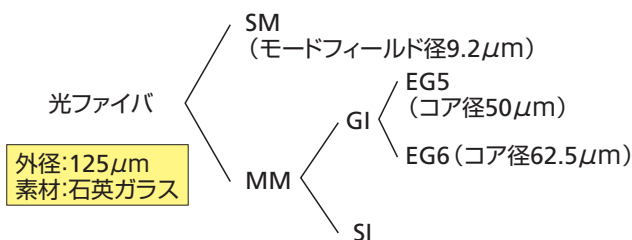
今回は、“光って難しい”とか“光のカタログを見ても全然分からない”といった方のために光ケーブル、および光コネクタの基礎的な内容を紹介したいと思います。しかし、光ファイバを用いた製品は、現在の市場には数多くあります。それをすべて紹介していくことはできませんので、ここでは弊社で取り扱っている商品を中心に紹介していくことにいたします。

#### 2)光ファイバについて

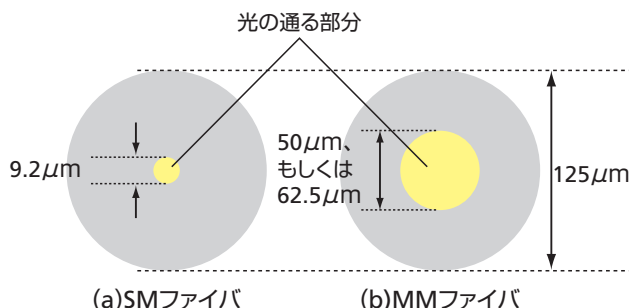
光ファイバの素材は石英ガラスでできています。外径は125 $\mu$ m(これは髪の毛が100 $\mu$ mくらいですので、髪の毛をやや太くしたくらい大きさ)です。その125 $\mu$ mの中に光の通る部分があって、その光の通る部分の大きさが約9.2 $\mu$ mのものがSM(シングルモード)ファイバで、50 $\mu$ mもしくは62.5 $\mu$ mのものがMM(マルチモード)ファイバです。そのMMの中にSI(ステップインデックス)GI(グレーデッドインデックス)の種類(光の通る経路の違い)がありますが、現在ではGIが主流でMMといえばGIです。また、GIの中でも最近では50 $\mu$ mが主流となっています。弊社ではコア径が50 $\mu$ mのGIはEG5、コア径が62.5 $\mu$ mのGIはEG6という型名を使っております。

光ファイバはガラスでできているため非常にもろく、実際

【図1】光ファイバの分類



【図2】光ファイバ素線構造図



に使用するためには機械的補強をする必要があります。そこで、シリコンやナイロン(最近では環境対策としたノンハロゲン(NH))および紫外線硬化樹脂(UV硬化樹脂)で強化したものが、“光ファイバ心線”となります。種類は主に3種類あり、外径は単心タイプで0.25mm $\phi$ 、0.9mm $\phi$ 等があり、多心のものは0.25mm $\phi$ 心線4心をテープ化したテープ

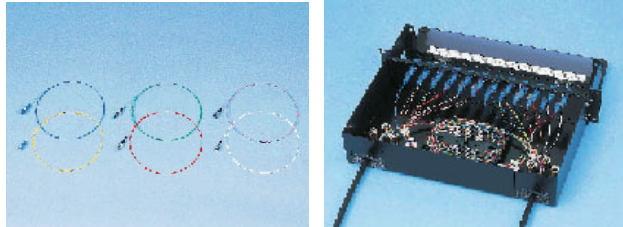
【表1】心線の種類と特徴

品種	構造	外径	特徴	主な用途
UV心線		0.25mm $\phi$	細径 高密度収納効果	ドロップ ケーブル テープ心線
ナイロン心線		0.9mm $\phi$	心線としては丈夫 なため取扱い容易	光コード 光ケーブル 光成端箱内
NH心線		0.9mm $\phi$	環境にやさしい	光コード 光ケーブル 光成端箱内
テープ心線(4心)	 トレーサー色	0.31 $\times$ 1.1mm	0.25mm心線 $\times$ 4本 高密度収納効果 一括融着接続可能な ため作業性も良い	スロット型 ケーブル

※弊社では心線のみでは扱っておりません。

心線があります。弊社製品には、主に0.9mmφナイロン心線およびノンハロ心線を使用しており、色は、青、黄、緑、赤、紫、白の6色があります。心線の種類をまとめますと【表1】のようになります。

<製品例>



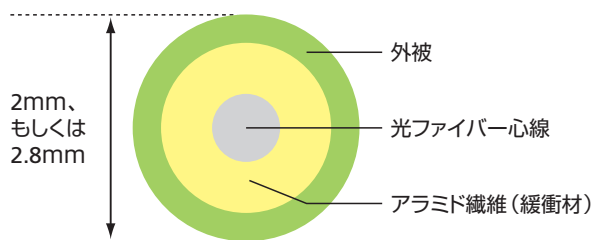
【図3】(a)コネクタ付心線 【図3】(b)成端箱収納例

### 3) 光コードについて

光コードの種類は①単心光コード②2心光コード(2心メガネコードとも呼ばれる)③光テープコードの3種類あります。単心、2心光コードは、0.9mmφナイロン心線(もしくはNH心線)にアラミド繊維を縦添えてPVCを被覆した構造です。アラミド繊維は側圧を緩和するだけでなく、コネクタを取り付けたときにコネクタの引張り強度を増すための働きもします。弊社のコードの色は、ファイバの種類でわけています。SMが黄色、GIは基本的に若草ですが、EG5には青(2mmφコードのみ)、EG6には橙もあります。また、EG5のギガタイプは橙となっています。(これらの色は弊社の標準色であり、業界標準色というわけではありません。)テープコードは4心のテープ心線にPVCを被覆しています。テープコードの4心テープを分岐し、それぞれをコード化してコネクタ加工を行なった光コネクタ付FOコードもあります。これらの光コードは主にキャビネットや成端箱で使用されます。

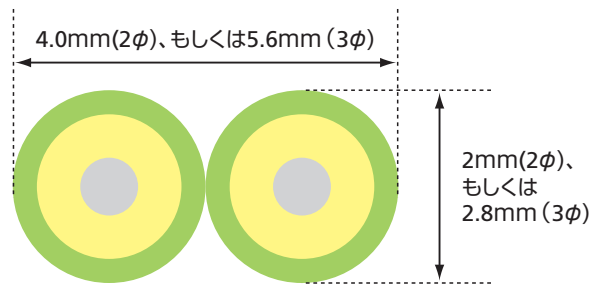
<光コード構造>

【図4】(a)単心光コード



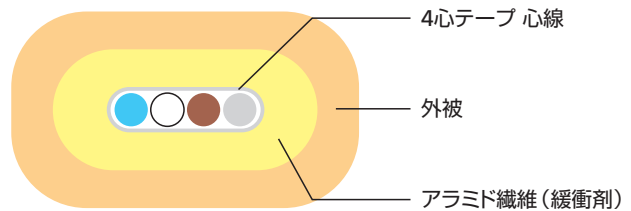
ファイバ種	コードの色
SM	黄色
GI(EG5)	若草
GI(EG5ギガ)	橙
GI(EG6)	若草

【図4】(b)2心光コード



ファイバ種	コードの色
SM	黄色
GI(EG5)	若草
GI(EG5ギガ)	橙
GI(EG6)	若草

【図4】(c)4心テープコード



ファイバ種	コードの色
SM	黄色

<製品例>



【図5】(a)単心、2心光コード 【図5】(b)コネクタ付FOコード

### 4) 光ケーブルについて

光心線や光コードを束ねて、屋内外での使用に耐える構造にしたものがケーブルです。ケーブルは、使用する場所や環境によって種類が異なります。その構造、種類および用途について説明いたします。

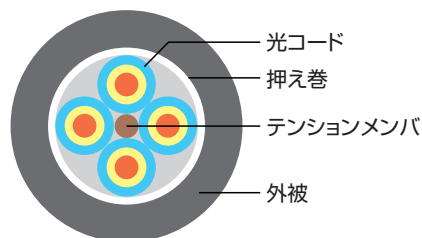
一般的な光ケーブルの構造(例はコード型ケーブル)は【図6】のようになっています。中心にTM(テンションメンバ)があります。TMは敷設時にファイバに掛かる張力を緩和する働きをします。素材は鋼線とFRP(繊維強化プラスチック)の2タイプあり、違いとしては、FRPはノンメタリック(非金属)でケーブルを構成できるため、電磁的影響を受けにくく、落



雷等による機器の破損を防止します。しかし、FRPは、ケーブルの曲げ径に注意が必要です。というのも、ケーブルの許容曲げ径は、通常ケーブルの外径×20倍とされていますが、FRPを用いた場合にFRP径×200倍がケーブル外径×20倍よりも小さい場合は、FRP径×200倍が許容曲げ径となります。そこで弊社ではTMに柔軟性のあるアラミド繊維強化プラスチックを用いてケーブルの曲げに対して柔軟性を持たせたTSUNET-OPCOFLEXというケーブルを開発いたしました。このTSUNET-OPCOFLEXはケーブルに柔軟性がありますので、従来品よりも扱いやすいといった利点もあります。

光ケーブルは、TMを中心に光ファイバコード(もしくは光心線)を集合し、その上に緩衝材や押え巻き、そして外被を施した構造をしています。緩衝材や外被はファイバを側圧から守る働きをしています。外被にはいろいろな種類があり、用途によって使い分ける必要があります。屋内用として外被はPVCが一般的ですが、最近では環境を考慮した脱鉛PVCやノンハロ難燃PEといったものも増えてきています。屋外で使用する場合は、防湿性に優れたLAPシースを施したものを使用いたします。

【図6】 光ファイバケーブル（コード型）の構造例



また、上記以外の構造としては、2心平行ケーブル、テープスロット型ケーブルがあります。2心平行ケーブルは屋内配線、特に機器間の短距離で用いるケーブルです。テープスロット型ケーブルは、スロット内に4心テープ心線を収納したケーブルで、弊社では最大100心まで収納可能です。4心テープを用いているために100心構造でも外径はコード型の4心ケーブル程度と非常に細径です。主にこのケーブルは幹線で用いられます。弊社で扱っているこれらの代表的なケーブルの構造、用途をまとめると【表2】になります。

【表2】 代表的な光ケーブル種類と特徴

品種・構造	構造・特徴	用途	製品例
<b>①コード型 光ファイバケーブル</b> 	心数: ~12心 (2の倍数) コード: 2mmφ 色: G1:黒/黒 SM:黄/黄 (LAPシースは黒) <OPCOFLEX> EG5:若草/青 EG6:橙/橙 (ケーブル/コード) TM:鋼線タイプ FRPタイプ 外被: PVC, 脱鉛PVC, 難燃PE, LAP	・屋内配線 コアが光コードであるためコネクタによる接続可能。 ・外被にLAP加工を施したものは屋外で使用可能。	
<b>②層捲り型 光ファイバケーブル</b> 	心数: ~12心 心線: 0.9mmφナイロン 0.9mmφノンハロ 色: 黒/各色 (ケーブル/心線) TM: 鋼線 外被: LAP	・外被にLAP加工を施しているので主に屋外で使用。	
<b>③ユニット型 光ファイバケーブル</b> 	心数: ~36心 心線: 0.9mmφナイロン 0.9mmφノンハロ 色: 黒/各色 (ケーブル/心線) TM: 鋼線 外被: LAP	・外被にLAP加工を施しているので主に屋外で使用。	
<b>④2心平行 光ファイバケーブル</b> 	心数: 2心 コード: 2mmφ or 3mmφ 色: クリーム/青 (EG5), 橙 (EG6) (ケーブル/コード) TM: 鋼線 外被: PVC	・屋内配線 主に機器間の短距離の配線に使用。	
<b>⑤テープスロット型 光ファイバケーブル</b> 	心数: SM 24, 40, 100心 心線: 4心テープ心線 色: 黒 (ケーブル色) TM: 鋼線, FRP 外被: PE	・幹線 (屋内、管路等)	

#### 4) 光コネクタについて

光ファイバのコネクタ接続の原理は、光の通るコア部を直接突き合わせるというものです。例えば水道管のパイプをつなぐようなもので、その接続がずれると水が漏れるように光が漏れてしまい、ロス(接続損失)が増加することになります。また、光ファイバのコア径が違うものを接続してしまっても光が漏れてしまうことになります。接続方法は、光ファイバ同士を突き合わせるのですが、単純に面を平らにして突き合わせるものではありません。端面は研磨によって仕上げますが、PC研磨が一般的です。PCはPhysical Contactの略で物理的接触を意味します。別名を球面研磨ともいいますが、フェルール(光軸を合わせるための部品)を球面に研磨し、コネクタ内のバネ圧によって球面の頂点に位置するファイバ同士を凹ますような形で突き合せます。それにより、接続するファイバ間に空気の層(屈折率が違う層)ができない仕組みになっております。その研磨方法にもいくつかの種類があります。弊社で扱っている研磨を【表3】に示します。

コネクタは優れた特性で脱着が容易なSCコネクタが一般的に普及しています。SCコネクタはLANにおいても世界標準

【表3】 研磨種類と特徴

研磨	適用コネクタ	特徴	接続図
PC	SC.FC.ST. MU.LC (主にマルチモード)	球面研磨	
直角PC	MTRJ	フェルール面は平面であるが、特殊加工によりPC接続を可能とした研磨	
SPC	SC.FC.ST. MU.LC (主にシングルモード)	PC研磨を発達させて反射減衰量を大きくした(40dB以上)研磨	

準とされているコネクタです。測定器等に使用するような固定やある程度の強度が必要な場合は、FCコネクタが適用されます。しかし、近年、高密度化が重要視されるようになり、次世代コネクタとしてSFF (Small Form Factor)と呼ばれるコネクタが普及しはじめました(LC、MT-RJなど)。これは、コネクタを従来よりも小型化して高密度実装を可能としたものです。代表的な製品例を【表4】に示します。

【表4】 代表的な光コネクタの種類と特徴

品種・構造	特徴	用途	製品例
① SCコネクタ F04コネクタ (JIS C 5973)	プッシュプル型コネクタ 最も一般的なコネクタ。 LANの世界標準となっている。	LAN、CATV 公衆通信回線 伝送システム内	
② SCFコネクタ F04コネクタ (JIS C 5973)	2連SCコネクタ プッシュプル型 LANの世界標準となっている。	LAN、CATV 公衆通信回線 伝送システム内	
③ FCコネクタ F01コネクタ (JIS C 5970)	ネジ締め型コネクタ	計測器 LAN、CATV 公衆通信回線	
④ STコネクタ	バヨネット締結型コネクタ	計測器 LAN、CATV 公衆通信回線 伝送システム内	
⑤ LCコネクタ	プッシュプル型コネクタ 小型で高密度実装が可能 フェルール径がSCの1/2	構内配線 交換機	
⑥ MT-RJ	プッシュプル型コネクタ SCコネクタと同等の大きさで 2心の接続が可能	LAN 交換機 伝送システム内	
⑦ MUコネクタ F14コネクタ (JIS C 5983)	プッシュプル型コネクタ 小型で高密度実装が可能 フェルール径はSCの1/2	局内装置 光中継機器内	