

# LAN工事上の問題点・ノウハウ

## 光ファイバ基礎

### 光ファイバコードの仕様書の見方について

**Question ?** 先日コネクタ付光コードの仕様書をもらいましたが、仕様書の見方がよくわかりません。教えていただけませんか？

**Answer !** 弊社のコネクタ付光コード、もしくはコネクタ付光ケーブルの仕様書には適用、構造、心線の仕様、伝送特性、機械特性、取り扱い上の注意等が記載されています。それぞれの項目には専門的な用語がありますので、仕様書を見るにはその意味を理解する必要があります。

そこで今回は、仕様書に記載されている用語のポイントについての解説をいたします。

#### 適用規格について

LANにおける適用規格については、ギガビットイーサネット規格のIEEE802.3z、10ギガビットイーサネット規格のIEEE802.3ae等があります。

##### ●IEEE802.3z

IEEE(米国電気電子学会)でLAN技術の標準を策定している802委員会が開発したギガビットイーサネット規格のことです。ギガビットイーサネット規格は2種類あり、IEEE 802.3zは光ケーブルを使用する規格について定めています。もう一つのギガビットイーサネット規格はIEEE 802.3abで、こちらはUTPケーブルを使う規格になります。

IEEE 802.3zで規定している規格は

- 1000BASE-SX
- 1000BASE-LX
- 1000BASE-CX

になります。この3つは通称1000BASE-Xといわれています。

##### ●IEEE802.3ae

IEEE(米国電気電子学会)でLAN技術の標準を策定している802委員会が開発した、10ギガビットの伝送速度をもつ光ファイバによる高速なイーサネット規格のことです。2つの層が規定されており、WAN用のW系とLAN用のR系があります。W系ではSONET/SDHとの接続性が考慮されています。また、接続に用いる光ファイバの種類や光の波長によっても複数の仕様があり、10GBASE-SR、10GBASE-LX4など7タイプの仕様定義されています。

#### 材料について

光ファイバ心線に使用する材料としては、シリコン樹脂、紫外線硬化樹脂、ナイロン、また環境に配慮したノンハロゲン樹脂等があります。光コード、もしくは光ケーブルに使用する材料としては、PVC(ポリ塩化ビニル)、PE(ポリエチレン)、難燃PE、最近では環境に配慮したノンハロゲン難燃PE等があります。

##### ●ノンハロゲン樹脂

燃焼時に塩化水素ガスや臭化水素ガスなどの有害なハロゲン化水素ガスを発生しない、ハロゲン系の物質を含まない樹脂のことです。

##### ●ノンハロゲン難燃PE

PE(ポリエチレン)はノンハロゲン樹脂ですが、非常に燃えやすい特徴があります。燃えにくくするためには難燃処理をする必要がありますが、その際にハロゲン系の物質を添加しないようにしています。

#### 光ファイバの性能について

光ファイバの性能については、偏心量、コア、もしくはクラッドの非円率、開口数(NA)などがあります。

##### ●コア/クラッド偏心量

コア中心とクラッド中心との距離をコア径に対する百分率で表した値になります。

##### ●コア非円率

クラッド公差領域を定義する二つの円の直径の差をクラッド径に対する百分率で表した値になります。

##### ●最大理論NA

コア及びクラッドの屈折率値を用いて計算される開口数の理論値のことです。値は式1により示されます。

$$NA = (n_1^2 - n_2^2)^{\frac{1}{2}}$$

…式1

n<sub>1</sub>:コアの最大屈折率  
n<sub>2</sub>:クラッドの最大屈折率

## 機能特性について

布設時に許容できる張力、および布設後の曲げ径について記載されています。

### ●許容張力

ケーブル布設時に掛けられる直線状態での最大の張力になります。

### ●許容曲半径

ケーブル布設後の無負荷時での最小曲げ半径です。張力がかかる布設時は、これより大きな曲げ半径が必要になります。一般的に布設時はケーブル外径の20倍、布設後は10倍の曲げ半径となります。

## 光学的特性について

光学的な光の特性は、伝送損失、伝送帯域等があります。また、シングルモードファイバのみに適用されるゼロ分散波長、遮断波長などもあります。

### ●コネクタ付光コードの伝送損失

光が伝搬するときのパワーの減衰を示す値です。光ファイバコネクタの場合は式2によって表されます。測定方法は挿入法(B)と挿入法(C)があり、JIS C 5961で規定されています。通常、挿入法(B)は片端コネクタ付光コードに、挿入法(C)は両端コネクタ付光コードに適用されます。

$$\text{伝送損失 (A)} = -10 \log(P_1/P_0) - \alpha \quad (\text{dB}) \quad \dots \text{式2}$$

P<sub>0</sub>:入力パワー  
P<sub>1</sub>:出力パワー  
α:コネクタ以外の光部品および光ファイバの損失

実際の測定では、光ファイバ部分の損失(α)を除外するのはむずかしいため、弊社仕様書ではこれを含めた値を示しています。

#### 挿入法(B)

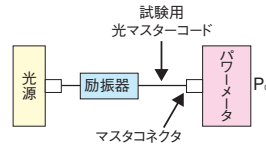
図1のように入力パワー(P<sub>0</sub>)を測定した後、図2のように被測定コードを接続した出力パワー(P<sub>1</sub>)を測定します。

この方法で測定した値を弊社仕様書では挿入損失とし、コネクタ1個分(被測定コードの光源側) + 被測定コードの伝送損失を表しています。

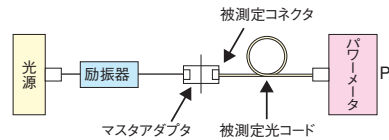
#### 挿入法(C)

図1のように入力パワー(P<sub>0</sub>)を測定した後、図3のように被測定コードを接続した出力パワー(P<sub>1</sub>)を測定します。

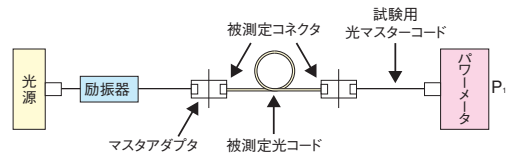
この方法で測定した値を弊社仕様書では通過損失とし、コネクタ2個分(被測定コードの両端) + 被測定コードの伝送損失を表しています。



【図1】基準のとり方



【図2】挿入法(B)



【図3】挿入法(C)

### ●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で、ベースバンド伝達関数の大きさが、零周波数での値に対してある定められた値(強度振幅で3dB、電圧振幅で6dB)に減衰する周波数を表します。

例) 帯域500MHz・km ← 500MHzの帯域で1kmの伝送が可能です。

※帯域は数値が大きいほど広帯域となります。よって、500MHz・km以上の帯域よりも600MHz・km以上の帯域のほうが、大容量の伝送が可能になります。

### ●零分散波長

波長分散がゼロになる波長のことで、シングルモード光ファイバに適用されます。波長分散は材料分散と構造分散の和で表します。材料分散と構造分散は反対の傾向にあるため、ある特定の中心波長を持つ光源をうまく選ぶことで互いに打ち消し合うことができます。このような波長を零分散波長といいます。

### ●遮断波長

シングルモード光ファイバのみに適用されます。ファイバの構造により決まるパラメータで、これ以上短い波長ではシングルモードとならない限界の波長になります。光ファイバがシングルモード型になるための条件は、式3で表される規格化周波数(V)という光ファイバのパラメータが2.405より小さくしなければなりません。すなわち遮断波長(λ<sub>0</sub>)とはV=2.405となる波長のことで、式4で表すことができます。

$$\text{規格化周波数 (V)} = \frac{2\pi}{\lambda} a \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad \dots \text{式3}$$

n<sub>1</sub>:コアの屈折率      a:コアの半径  
n<sub>2</sub>:クラッドの屈折率      λ:光の波長

$$\text{遮断波長 } (\lambda_0) = \frac{2\pi a}{2.405} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad \dots \text{式4}$$