

# 新型光ファイバ心線対照器

光機器事業部 小沼 朋浩<sup>1</sup>・高嶋 徹<sup>1</sup>・田端 学<sup>1</sup>

## New Optical Fiber Identifier

T. Konuma, T. Takashima & M. Tabata

光ファイバネットワークを家庭にまで広げる Fiber To The Home (FTTH) の敷設工事や保守作業では、光ファイバ心線対照器を用いた心線対照や光損失測定が必要である。光ファイバ心線対照器は、光ファイバ接続部を収納する架空クロージャなどの狭い空間で使用されることが多く、作業性や携行性の良さが要求されている。また、さまざまなネットワーク環境に対応するため、複数の光源を搭載した心線対照用光源も必要である。以上の市場要求にこたえるため、光ファイバ心線対照器と心線対照用光源を新たに開発した。

In construction or maintenance work for Fiber To The Home (FTTH) networks, an optical fiber identification function and optical power measurement are both necessary. As working space for the optical fiber identification is limited, e. g. in a cable closure, the optical fiber identifier is required to have easy operation and portability. The light source of the optical fiber identifier also needs various wavelengths in order to adapt to the different networks. To meet these requirements from customers, we have developed a new optical fiber identifier and a light source to work with the identifier.

### 1. ま え が き

インターネット通信網を利用した情報通信の増加にともない、光ファイバネットワークの構築が一般家庭にまで普及している。FTTH網を構築する工事においては、心線対照測定、システム光測定、損失測定が必要とされる。特に心線対照測定については、クロージャなどの狭い空間で行われることが多いため、扱いやすい作業性と優れた携行性を備えた心線対照器が要求されている。

また光通信に使用される光の波長は多様化し、線路保守用に $1.65\ \mu\text{m}$ 、通信用に $1.31\ \mu\text{m}$ と $1.55\ \mu\text{m}$ が一般的になっている。すべての光ネットワークに対応するため、3波長の光源を搭載した小型の心線対照用光源も要求される。

これらの市場要求にこたえるべく、新型の光ファイバ心線対照器と心線対照用光源を開発した。

### 2. 装置の概要

心線対照とは、対照用光源と心線対照器を用いて、複数ある光ファイバ心線の中から特定の光ファイバを非破壊で特定する方法である。

心線対照の概要を図1に示す。対照用光源を用いて、対照する光ファイバに変調光を入射する。心線対照器には、光ファイバを曲げる機構と受光素子が備わっている。光ファイバが曲げられた部分から漏れ出る光を検出することで、変調光が入射されている光ファイバを特定する。

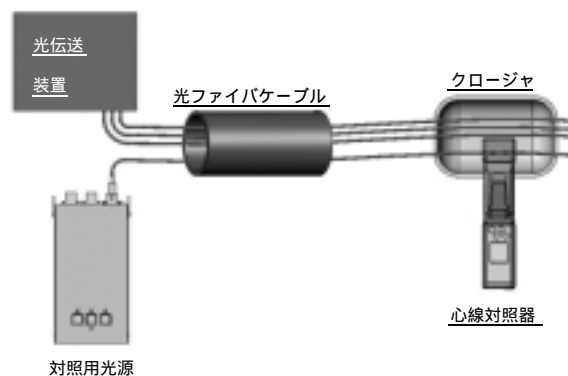


図1 心線対照測定の概要

Fig. 1. Summary of optical fiber identification.

1 精密機器製品部

新型心線対照器の外観を図2に、主な仕様を表1に示す。

新型対照用光源の外観を図3に、主な仕様を表2に示す。

### 3. 心線対照器

心線対照器の市場要求は、以下の3点である。

- (1) すべての被覆径の光ファイバに対応した曲げ機構
- (2) 作業性や携行性の向上
- (3) 方向判別機能や活線判別機能の搭載

新型心線対照器の開発で、これらの要求に対して検討を行った。以下にその詳細を述べる。

#### 3.1 曲げ機構の最適化

光ファイバを曲げる径が小さいと、曲げによって伝送路上に大きな損失が発生し、通信を遮断する危険がある。そこで曲げ径はできる限り大きく設計する必要がある。

被覆径の細い光ファイバの場合は漏れ光が多いため、曲げ径を大きくすることできる。しかし、被覆径の太い光ファイバの場合は、曲げ径を小さくしなければ検出に必要な漏れ光を得ることができない。すべての被覆径に対応した統一曲げ機構を設計すると、被覆径の太いファイバに合



図2 新型心線対照器の外観  
Fig. 2. Appearance of new optical fiber identifier.

表1 新型心線対照器の仕様  
Table 1. Specification of new optical fiber identifier.

項目	仕様/特性	
心線対照測定		
心線種別	0.25mm単心線、4~12心テープ心線、1.1~2.0mm光コード <sup>(*)</sup>	
光入力波形	270Hz・1kHz・2kHz強度変調方形波、連続光	
受光範囲	0 ~ -80dBm	
パワーメータ		
測定種別	光損失測定	システム光測定
光入力波形	270Hz・1kHz・2kHz強度変調方形波	連続光
測定範囲	0 ~ -60dBm	0 ~ -40dBm
受光波長	1.31 μm・1.49 μm・1.55 μm	
その他		
本体寸法	40 (W) × 26 (H) × 185 (D) mm	
本体重量	約150g	

(\*)オプション曲げ機構を使用した場合は、3.0mm光コードまで測定可能

わせて曲げ径を小さくする必要が生じる。すると曲げ損失が従来器よりも大きくなる。

従来器では低い曲げ損失を得るために、被覆径に応じて曲げ機構を設計し、曲げ機構を交換していた。曲げ機構を統一すると必然的に曲げ損失を増やすことになってしま

う。この問題を解決するために、曲げ機構を構成する凸部と凹部の間に隙間を設けるようにした。この凸部と凹部を使用して光ファイバをクランプした様子を図4に示す。直径



図3 新型対照用光源の外観  
Fig 3. Appearance of new light source.

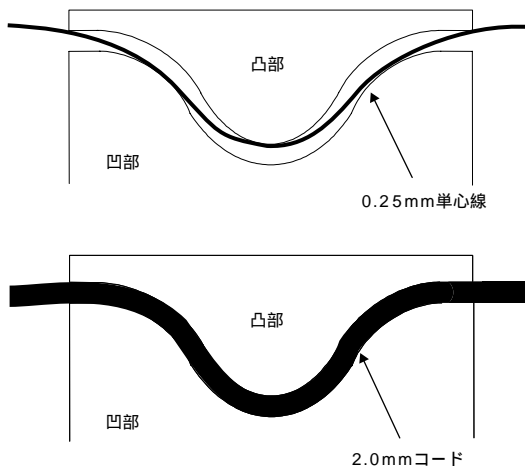


図4 光ファイバクランプ状態の比較  
Fig. 4. Comparison of clamping conditions.

表2 新型対照用光源の仕様  
Table 2. Specification of new light source.

項目	仕様/特性	
損失用光源 (1.31 μm・1.55 μm)		
出力中心波長	1.31 ± 0.02 μm	1.55 ± 0.02 / - 0.03 μm
光出力波形	270Hz変調光	
光出力	-20dBm以上	
対照用光源 (1.65 μm)		
出力中心波長	1.65 ± 0.005 μm	
光出力波形	270Hz変調光	
光出力	-10dBm以上	
その他		
本体寸法	90 (W) × 37 (H) × 170 (D) mm	
本体重量	約500 g	

0.25mmの単心線をクランプした場合と、直径2.0mmの光コードをクランプした場合で、曲げ径が変化するように設計されていることがわかる。

これにより、1つの曲げ機構で異なる被覆径の光ファイバを最適曲げ径でクランプできるようになった。

新型心線対照器を用いて、4心テープファイバと2.0mmコードで心線対照測定した結果を図5、図6に示す。図5は新型器と旧型器の漏れ光の比較を、図6は新型器と旧型器の曲げ損失の比較を示す。この結果から、新型心線対照器は統一された1つの曲げ機構で、従来器と同等の曲げ損失、漏れ光を実現していることがわかる。

### 3.2 作業性向上の検討

作業性向上のため、本体形状とパワーメータ測定部の最適化を行った。

#### 3.2.1 本体形状の最適化

従来器は、光ファイバのクランプ部とクランプ操作レバーの間が離れていなかった。このため、クロージャなどの狭い場所では、操作レバーにかける指が障害となり、クランプ部をクロージャの奥へ入れることができなかった(図7参照)。

そこで新型器では、操作レバーからクランプ部までの距離を長くし、さらにクランプ部を薄型化した。これにより、クロージャの奥の光ファイバをクランプできるようになっただけでなく、他の光ファイバへの干渉も低減できるようになった(図8参照)。

### 3.2.2 光パワーメータの配置の最適化

心線対照器には、損失光およびシステム光を測定するための光パワーメータ機能が要求される。従来器は心線対照用の受光素子を光パワーメータ用の受光素子と共用していた。このため、光パワーメータとして使用する場合、心線対照用の曲げ機構を取り外し、光パワーメータアダプタを取り付ける必要があった。新型器では、クランプ部の反対側に光パワーメータを独立して配置し、アダプタ交換を不要にした(図9参照)。

### 3.3 高機能化

#### 3.3.1 信号伝播方向の判定機能

信号伝播方向の判定機能とは、測定を行う光ファイバ内の光信号の伝播方向を判定する機能である。図10に示すように、新型心線対照器は2つの受光素子を左右対称に配置している。光ファイバに入射する光が左から右へ伝播する場合、右側の受光レベルが左側の受光レベルより大きくなる。反対に右から左へ伝播する場合は、その逆の状態になる。新型心線対照器では、左右受光素子の受光レベルを比較することにより、伝播方向の判定を行う。

図11に光を左から右に入射した際の受光レベルを左右で比較した結果を示す。

左側の受光レベルは約 - 48dB、右側の受光レベルは約 - 59dBであり、左右の受光レベルに明確な差があることにより、確実に伝播方向の判定ができる。

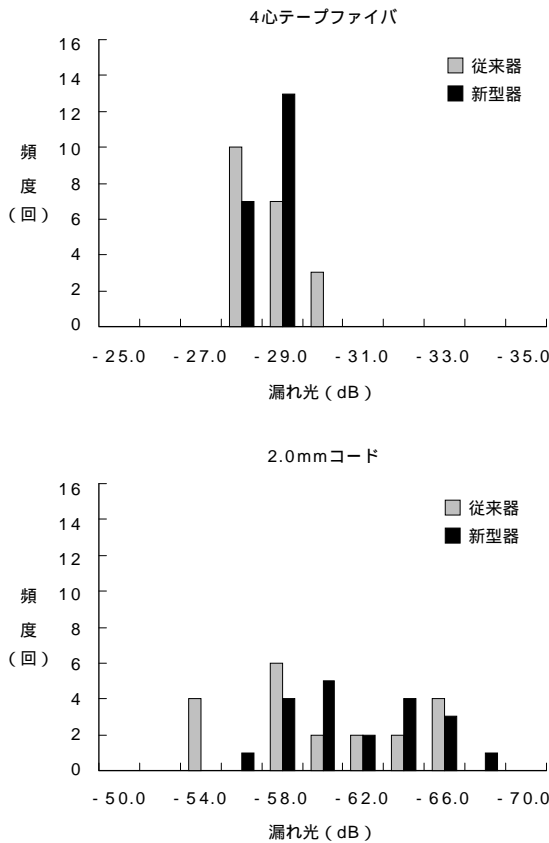


図5 漏れ光量の比較

Fig. 5. Comparison of leaked light amount.

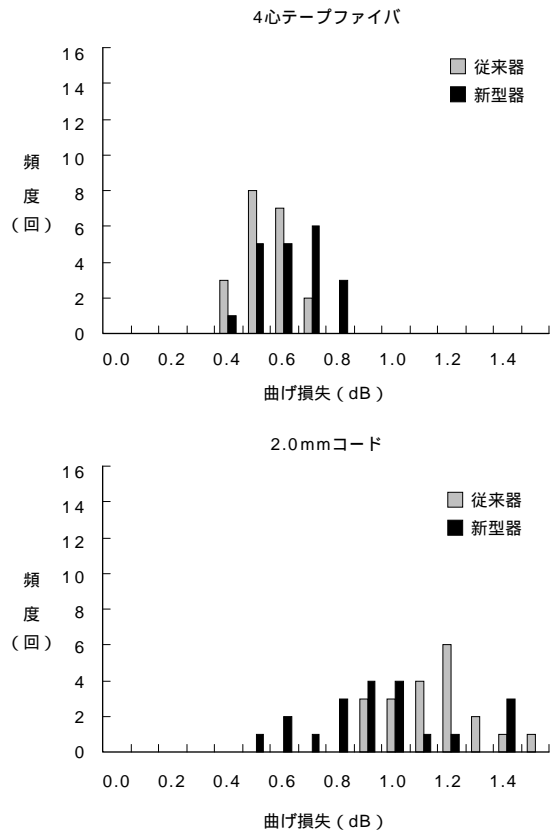


図6 曲げ損失の比較

Fig. 6. Comparison of bending loss.

3.3.2 活線判定機能

活線判定機能とは、心線対照測定時に通信光（無変調光）が入射されているかどうかを判定する機能である。

心線対照測定は屋外で実施されることが多いため、光ファイバの種類によっては太陽光が光ファイバに結合することがある。

心線対照器は結合した太陽光を通信光と誤判定する可能性がある。そこで、図12に示すゴム製の屋外専用遮光カバー

を開発し、太陽光の影響を除去できるようにした。暗幕などで覆う方法に比べると、遮光する範囲が狭く、かつ確実な遮光を行うことができるため、作業性が損なわれない。

4. 対照用光源

対照用光源には、FTTH工事で必要となる1.65 μmの心線対照光源、1.55 μmと1.31 μmの損失測定用光源を搭載した。



図7 クロージャ内での従来器による対照作業  
Fig. 7. Identification with previous identifier in closure.



図8 クロージャ内での新型器による対照作業  
Fig. 8. Identification with new identifier in closure.



図9 光パワーメータ機能  
Fig. 9. Function of optical power meter.

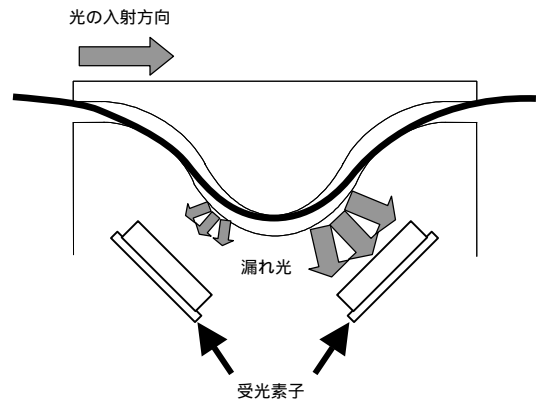


図10 信号伝播方向の判定原理  
Fig. 10. The principle of light direction judgment.

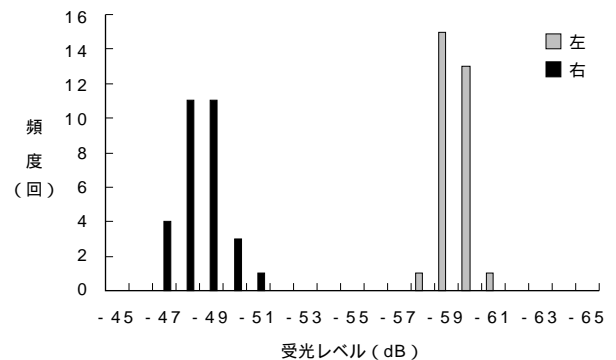


図11 左右受光素子での受光レベルの比較（4心テープ）  
Fig. 11. Comparison of the detect power (4 ribbon fiber).



図12 遮光カバーを用いた対照作業  
Fig. 12. Identification using light shield rubber.

1.65  $\mu\text{m}$ 心線対照光源に要求されるのは、出力中心波長の安定度と高出力パワーである。そこで新型対照用光源では、Distributed Feedback (DFB) レーザを搭載することにより、出力中心波長  $1.65 \pm 0.005 \mu\text{m}$  の安定度と、-10dBm 以上の高出力を実現した。

また、1.55  $\mu\text{m}$  と 1.31  $\mu\text{m}$  の損失測定用光源に要求されるのは、光出力パワーの高安定化である。新型対照用光源では、光フィードバック回路を搭載することにより、高い瞬時安定度 (0.05dB 以内) を実現した。

以上の機能を搭載しながらも、表2に示す小型化と軽量化を達成した。

## 5.むすび

今回開発した新型心線対照器と対照用光源を使用することで、FTTH工事で要求されるすべての光測定を実施することが可能である。また、携行性と作業性に優れ、いかなる作業環境においても優れた性能を発揮することができる。