

# 新型光ファイバ心線対照器の結合効率向上

光機器・システム事業部 新見 慎一<sup>1</sup>・杉山 茂樹<sup>2</sup>・前沢 紀行<sup>2</sup>・川西 紀行<sup>3</sup>

## Improving Coupling Ratio for New Optical Identifier

S. Niimi, S. Sugiyama, N. Maezawa, and N. Kawanishi

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) の工事・保守作業においては、光ファイバ心線対照器による心線対照作業が実施されることが多い。しかし近年、低曲げ損失の光ファイバ (R15 心線) の導入が進み、光ファイバ心線対照器には高い結合効率が要求されるようになった。これらの市場要求にこたえるため、結合効率を向上させた光ファイバ心線対照器を開発した。

During cable installation or maintenance work for Fiber To The Premise (FTTP) networks, the operator frequently uses the optical fiber identifier for identifying works. However, in recent years, the use of bend-insensitive fibers (R=15 mm) is becoming common; therefore, the market requires high coupling ratio for the optical fiber identifier. For this requirement, we have developed a new optical identifier that has a high coupling ratio.

### 1. ま え が き

FTTH の普及に伴い、近年の光ファイバ通信網では低曲げ損失光ファイバ (R15 心線) の導入が進んでいる。この結果、光ファイバ心線対照器は、低曲げ損失光ファイバ (R15 心線) と従来の光ファイバ (R30 心線) の2種類に対応する必要がある。従来の光ファイバには低曲げ損失が、低曲げ損失光ファイバには結合効率がそれぞれ高い光ファイバ心線対照器が要求される。

以上の市場要求にこたえるため、低い曲げ損失で結合効率を向上させた光ファイバ心線対照器を開発した。

### 2. 装置の概要

心線対照とは、光ファイバに曲げを加えた際に、光ファイバから漏れ出る光を光ファイバ心線対照器のフォトセンサで検出し、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。

光ファイバ心線対照器の外観を図1に、仕様を表1に示す。

表1 光ファイバ心線対照器の仕様  
Table 1. Specifications of optical identifier.

項目	仕様 / 特性
心線種別	0.25 / 0.5 mm 単心線 2 ~ 12 心テープ心線 1.1 ~ 3.0 mm 光コード
光入力波形	270 Hz / 1 kHz / 2 kHz 強度変調方形波 / 通信光
結合効率	20 dB ( 0.25 mm 単心線 R30 @1550 nm ) 28 dB ( 0.25 mm 単心線 R15 @1550 nm )
挿入損失	1 dB ( 0.25 mm 単心線 @1550 nm )
寸法	40( W ) × 26( H ) × 190( D ) mm
質量	約 150 g



図1 新型光ファイバ心線対照器の外観  
Fig. 1. Appearance of new optical identifier.

1 精密機器製品部開発グループ

2 精密機器製品部開発グループ主席研究員

3 精密機器製品部開発グループグループ長

省略語・専門用語リスト

省略語・専門用語  
FTTP

正式表記  
Fiber To The Premise

説明  
家庭の敷地や構内までの光ファイバの引き込み

3. 結合効率向上の検討

結合効率とは、光ファイバ内の光パワーレベルと光ファイバ心線対照器での受光した光パワーレベルの差であり、心線対照器の性能を表すパラメータの一つである。結合効率を向上させるためには、光ファイバ内を伝播している光を可能な限り収集することが望ましい。曲げを強くして漏洩を増やす方法もあるが、大きな曲げ損失が発生すると現用回線に対して通信障害を引き起こす恐れがある。このため、曲げ損失は増やさずに、結合効率を高めることが課題になる。

そこで光ファイバを曲げて光を収集するクランプ部の改善に注力した。従来のクランプの外観を図2に、新規に開発したクランプの外観を図3に示す。

3.1 クランプ部の反射構造

光ファイバを曲げることによって漏洩する光は、曲げた部分から被覆内を拡散し、様々な方向へ放射される。漏洩光の一部はフォトセンサへ直接入射するが、フォトセンサ受光面の反対側へ放射される光も多い。



図2 従来クランプの外観  
Fig. 2. Appearance of conventional clamp.



図3 新型クランプの外観  
Fig. 3. Appearance of new clamp.

複雑な形状のクランプ部は樹脂成形によって製造されるため材質は樹脂である。光ファイバから漏洩した光はフォトセンサへ直接入射する光を除いて、図4に示すように大部分が樹脂に吸収される。

この樹脂に吸収される光をフォトセンサに結合させるため、図5に示すようにクランプ部に反射部を設け、今まで樹脂に吸収されていた光をフォトセンサへ入射させる構造とした。

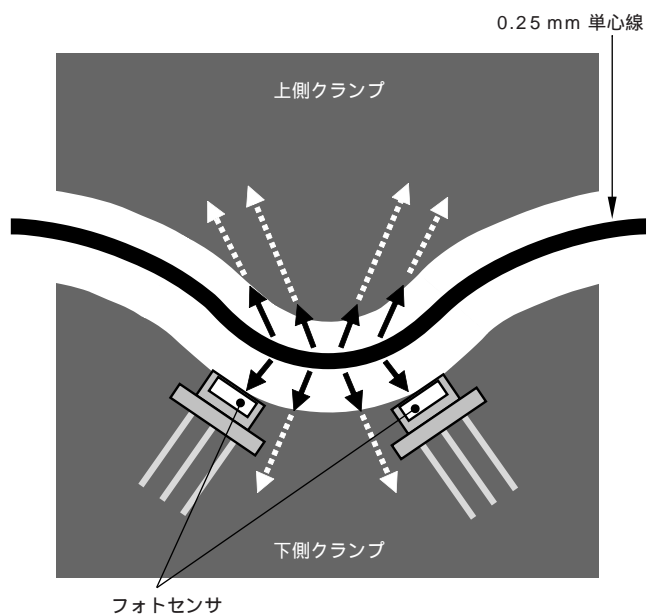


図4 従来クランプによる光検出  
Fig. 4. Photo detecting with conventional clamp.

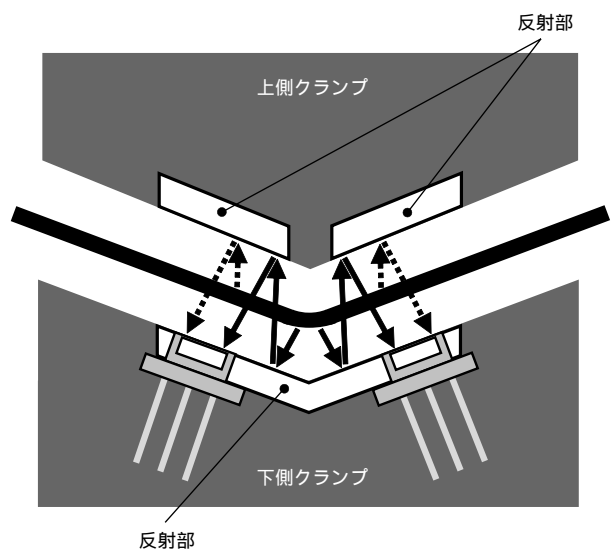


図5 新型クランプによる光検出方法  
Fig. 5. Photo detecting with new clamp.

図6に反射部の効果を示す

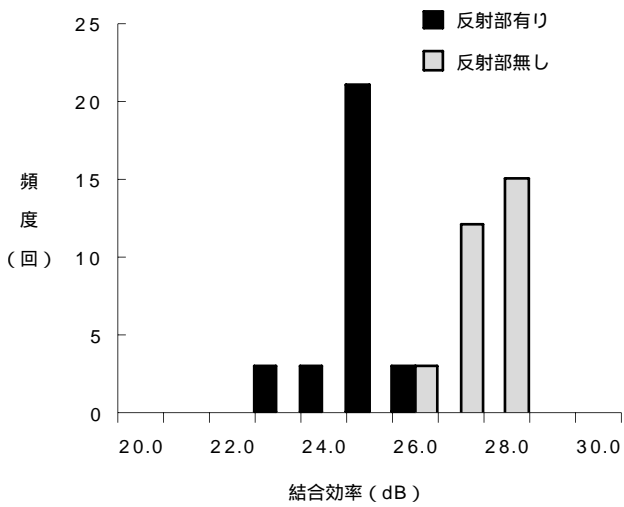


図6 反射部による改善  
Fig. 6. Improvements with reflecting parts.



図7 クロージャ内での心線対照作業  
Fig. 7. Identification work in splice closure.

### 3.2 位置合わせ構造

光ファイバの被覆に曲がり癖がある場合、あるいは図7に示すようにクロージャ内でクランプ状態の目視確認が困難な場合、図8に示すように光ファイバのクランプ位置がフォトセンサの中心ではなく、離れた位置にずれてしまう。光ファイバ心線対照器は12心テープファイバまでクランプ可能であるため、上側クランプの光ファイバ把持面の形状は広く平坦になっている。光ファイバがフォトセンサの中心から大きくずれた場合、光ファイバから漏れ出した光を効率良くフォトセンサへ結合することができない

この問題を解決するため、図9に示すように上側クランプにU溝ガイドプレートを取り付け、光ファイバをクランプする際に、光ファイバをフォトセンサ受光面の中心へ導く構造とした。このU溝ガイドプレートは退避可能な構造となっているため、12心テープ心線をクランプしてもU型に湾曲させることはない

この退避可能なU溝ガイドプレートにより、作業環境などに影響されることなく、光ファイバを常に最適位置でクランプすることが可能になった

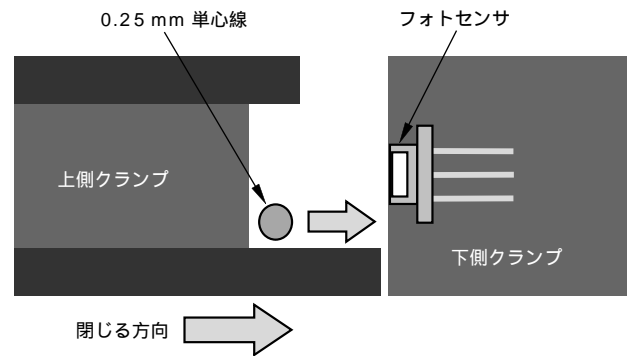


図8 側面から見た従来クランプ  
Fig. 8. Side view of conventional clamp.

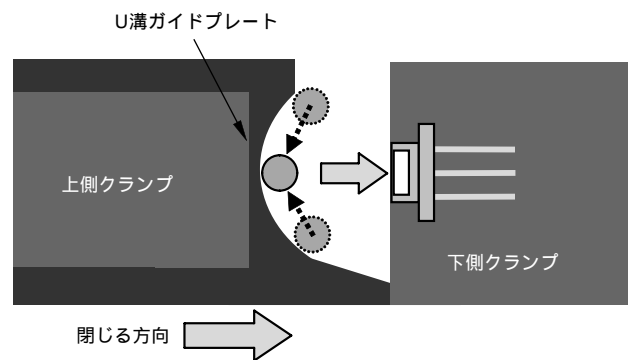


図9 側面から見たU溝ガイドプレート付き  
新型クランプ  
Fig. 9. Side view of new clamp  
with U-groove guide plate.

### 3.3 光ファイバ密着構造

光ファイバ心線対照器は、様々な被覆外径の光ファイバをクランプする必要がある。そのため、従来の光ファイバ心線対照器のクランプ部には、被覆外径が太い光ファイバコードをクランプする時のために、上側クランプと下側クランプの間に広い隙間をあらかじめ設けていた

しかし、この構造においては、0.25 mm 単心線などの細い光ファイバをクランプした際、図10に示すようにフォトセンサと光ファイバの間に隙間が生じる構造となっていた。光ファイバから漏れ出る光を効率良くフォトセンサに結合させるためには、フォトセンサと光ファイバを密着させることが望ましい

そこで、新型器ではクランプ部の隙間を無くすためにクランプ内部にスプリングによって加圧された可動押し付け部を設け、光ファイバの被覆外径に応じてこの可動押し付け部の位置が変化する構造にした。図11に示すように、細い光ファイバ心線をクランプする場合はスプリングが伸びた状態となり、光ファイバ心線はフォトセンサに隙間無く押し当てられている

図12に示すように、光ファイバコードのような太い光ファイバをクランプする場合はスプリングが縮んだ状態となり、可動押し付け部がクランプ内部へ移動することで、光ファイバコードをクランプするための隙間を確保する構造とした

この可動構造により、どのような被覆外径の光ファイバでもフォトセンサに密着させた状態でクランプすることが可能となった

また、クランプ部の曲げ形状をV字型に設計し、一箇所において集中して光ファイバに曲げを加える構造とした。この構造により、光ファイバから漏れ出る光がフォトセンサ付近に集中し、効率良く光ファイバからの漏れ光を結合する構造にした

以上の構造により、従来器と変わらない曲げ損失と作業性で結合効率を大幅に向上させた。新型器と従来器の挿入損失と結合効率の比較結果を図13、図14に示す

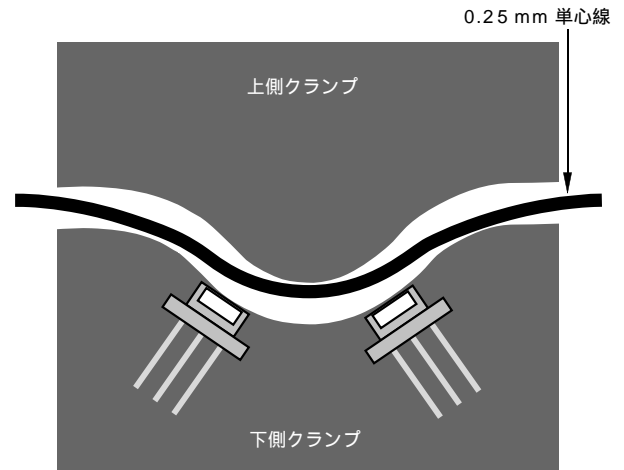


図10 従来クランプ部の隙間  
Fig. 10. Gap between conventional clamps.

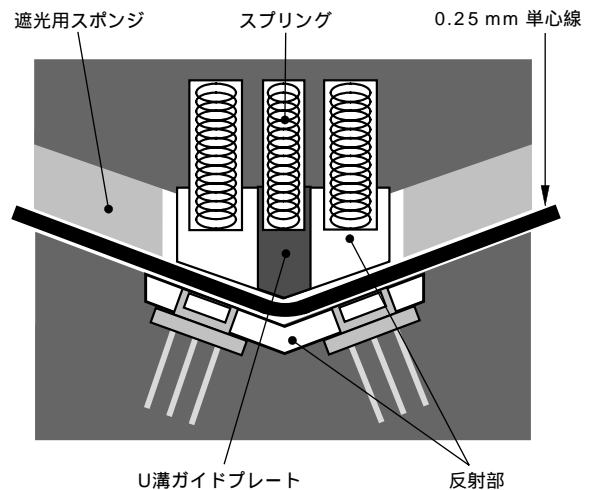


図11 細い心線を把持する新型クランプ  
Fig. 11. Thin optical fiber in new clamp.

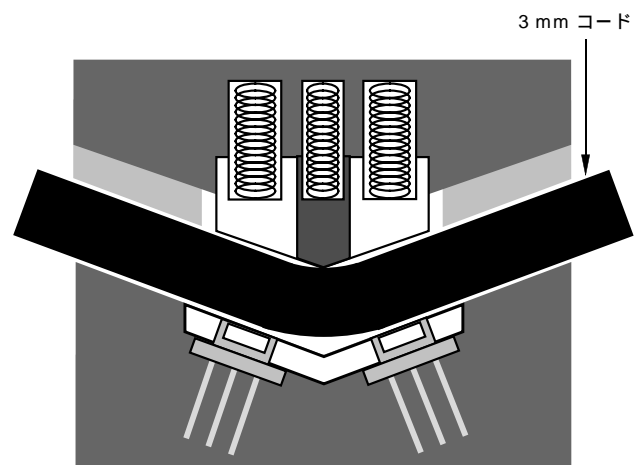


図12 太いコードを把持する新型クランプ  
Fig. 12. Thick optical fiber cord in new clamp.

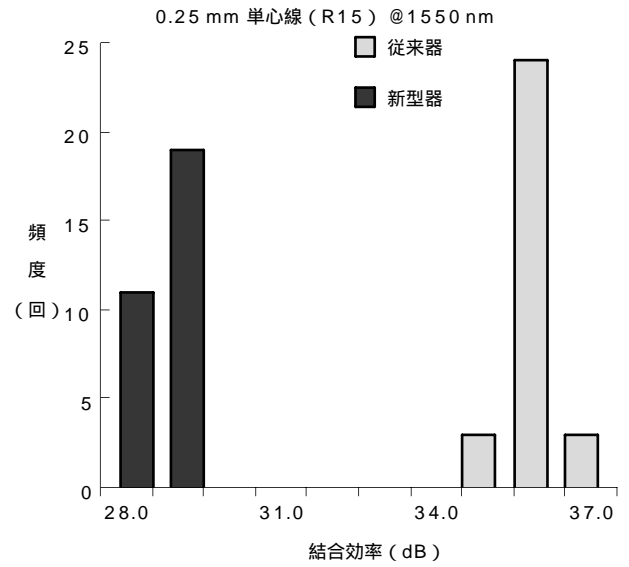
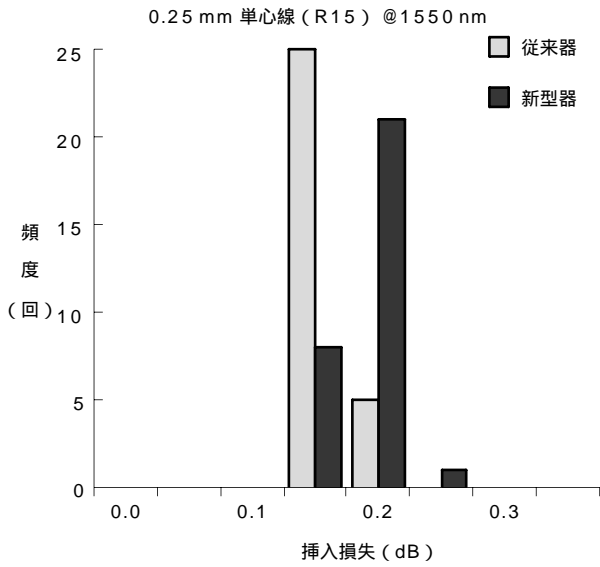
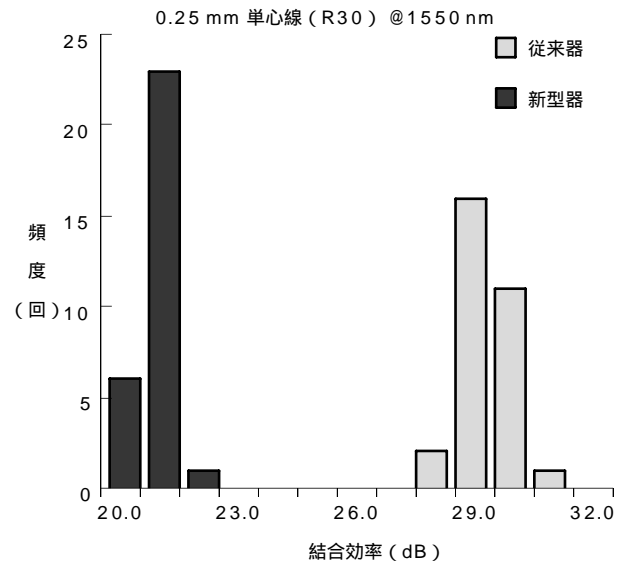
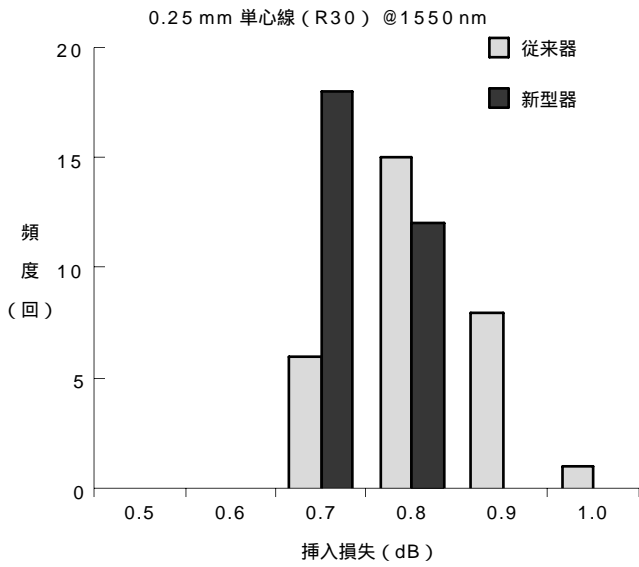


図 13 挿入損失の比較  
Fig. 13. Comparison of insertion loss.

図 14 結合効率の比較  
Fig. 14. Comparison of coupling ratio.

#### 4.むすび

今回開発した光ファイバ心線対照器は、従来器と変わらない低い曲げ損失を維持しながら、結合効率の大幅な向上を達成した。低曲げ損失の光ファイバに対しても確実な心線対照作業が実施可能である