

# 短余長光ファイバ接続部材

光機器・コンポーネント事業部 山口 敬<sup>1</sup>・松田 貴治<sup>2</sup>・森岡 寛遵<sup>1</sup>・瀧澤 和宏<sup>3</sup>

## Connecting parts for Short fiber

T. Yamaguchi, T. Matsuda, H. Morioka, and K. Takizawa

Fiber To The Home (FTTH) サービスの更なる拡大には、既設ビルやルータネットワークへの光ファイバ敷設がかぎとなる。特に、小規模な既設住宅では、光インドアケーブルを敷設するためのスペースがほとんどないことが多い。このような環境においても、短い余長の光ファイバ同士を、特別な工具を用いず、安価に接続できる技術が求められてきた。この目的のため、ルータネットワーク用の光ファイバ接続部材を、専用の治具とともに開発し、接続部の光学特性、信頼性を評価した。その良好な結果を報告する。

It is essential for the further expansion of Fiber To The Home (FTTH) to install optical fiber cables in existing buildings in a city and houses in a rural area. Since there is often less space in a small house, it is not easy to deploy an indoor optical fiber cable. To solve the problem, we have developed new splicing parts and special tools for terminating short fibers in the limited space. This paper reports the excellent performance and reliability of the novel products.

### 1. ま え が き

日常的にインターネットが使われるようになり、動画配信等の大容量データ通信を行うため、通信業者と一般家庭を光ファイバで結ぶFTTHサービスが拡大している。われわれは、FTTHを構築するための光ファイバ接続技術としてメカニカルスプライス<sup>1)</sup>、ケーブル外被保持型現場組立コネクタ<sup>2)</sup>を開発してきた。FTTHをさらに普及させるためには、光ファイバケーブルの敷設をあらかじめ想定していない既設小規模住宅やルータエリアに導入する技術が望まれている。既設小規模住宅では、光ファイバケーブルを敷設、接続するための十分なスペースが用意されておらず、接続部の小型化や短余長での接続技術が要求されている。特に、ルータエリアの少心数引き落とし用小型クロージャでは更なる短余長接続技術が要求される。今回、われわれは、これらに対応するため短余長でも接続を可能とする実用的なメカニカルスプライスを開発したので、これを報告する。

### 2. 既設小規模住宅およびルータエリアへの光配線引込みに必要な接続物品の要求事項

図1に既設小規模住宅の縦系の配線形態<sup>3)</sup>を、図2にルータエリアのドロップケーブルの引落とし形態を示す。図中の接続点①および引込点部②への要求事項および開発物品は以下のとおりである。

縦系配線では、各階を繋ぐ配管や成端キャビネットのスペースがほとんど無いため、高密度に配線されたケーブルから短余長でのファイバ取り出しを行い、そこに接続する必要がある。ルータエリアでの接続も同様で高

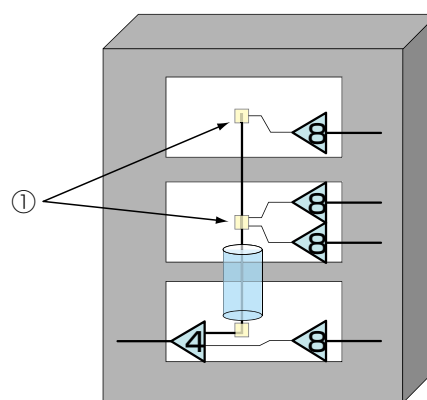


図1 既設小規模住宅の縦系配線形態  
Fig. 1. Existing wiring in small multiple dwelling unit.

1 光機器開発部係長  
2 光機器開発部  
3 光機器開発部部長

密度に配線された架空ケーブルから小型のクロージャ内でファイバを取り出すため、短余長でファイバを接続しなければならない。また、これらの工事には施工性の良さも必要とされる。

① 中間／成端キャビネット

限られたスペースに設置された中間／成端キャビネットが小型のため、ケーブルを引き裂いて取り出すファイバ長は短い。短余長のファイバを低コストで簡便に接続できるメカニカルスプライス接続が要求される。

開発物品：メカニカルスプライス型短余長ピグテイル<sup>3)</sup>

② 少心数引き落とし用小型クロージャ

ルーラルエリアでは、架空ケーブルから引き落とす心線数は1～2心と少なく、使用するクロージャも小型のため、余長の短いファイバを施工性良く接続できるメカニカルスプライスが要求される。

開発物品：小型クロージャ用短余長メカニカルスプライス

今回の開発物品と従来のメカニカルスプライスの概要を表1に示す。

3. 短余長接続基礎技術

3.1 メカニカルスプライス型短余長ピグテイル<sup>4)</sup>

3.1.1 構造および工法

図3に開発されたメカニカルスプライス型短余長ピグテイルを、図4に組立に使用する治具を示す。片端にSCコネクタ、反対側に片端だけ光ファイバが挿入さ

れたメカニカルスプライスが取り付けられたピグテイル構造となっている。治具は①挿入治具、②ファイバホルダ、③アタッチメントの三点から成る。メカニカルスプライス側はスライダと呼ぶ治具に予めセットされている。アタッチメントは被覆除去、ファイバカット時にファイバ処理長を調節するために使用する。

従来は、くさびが備え付けられた工具にメカニカルスプライスをセットし、端末処理済みの光ファイバをファイバホルダに固定した状態で、ホルダごと工具上をスライドさせてメカニカルスプライスに挿入していた。これに対して、新しいメカニカルスプライス型短余長ピグテイルでは、端末処理済の光ファイバを、ファイバホルダに固定した状態で挿入治具にセットし、メカニカルスプライスを固定されたファイバに対してスライドさせて挿入する点が大きく異なっている(図5)。今回は更なる評価を行い、本工法で良好な結果を得たので報告する。(図6参照)

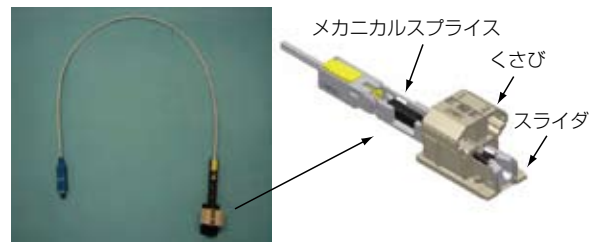


図3 メカニカルスプライス型短余長ピグテイル  
Fig. 3. Mechanical splice-type short fiber slack-use pigtail.

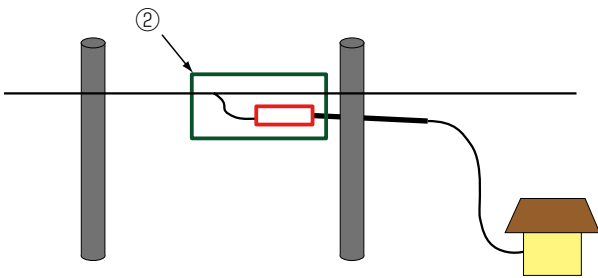


図2 ルーラルエリアの引落し形態  
Fig. 2. Rural area drop cable deployment.



図4 工具一式  
Fig. 4. Tool Set.

表1 メカニカルスプライスの種類と接続余長  
Table 1. Types of mechanical splice and required fiber length.

	① 中間／成端キャビネット メカニカルスプライス型 短余長ピグテイル	② ルーラルエリア用小型クロージャ 小型クロージャ用短余長 メカニカルスプライス	(参考) 従来メカニカルスプライス
概要			
接続余長	約 60 mm	約 40 mm	約 80 mm

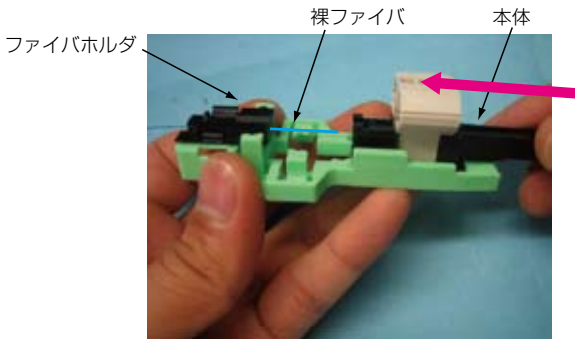


図5 作業状況

Fig. 5. Pigtail assembly in operation.

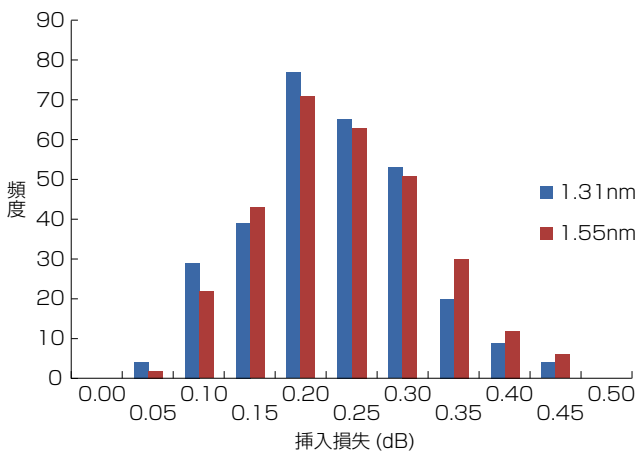


図6 メカニカルスプライス型短余長ピグテイル

Fig. 6. Histogram of Insertion Losses

(Mechanical splice-type short fiber slack-use pigtail).

ケーブル側のファイバはすでにメカニカルスプライス内部で固定されており、ファイバホルダによって挿入されたファイバと突き当たることで、ファイバホルダ側のファイバがたわみ、接続されたことが確認できる。この工法は光ファイバ余長が短く自由にファイバホルダを取回せない時に短余長での作業が可能になる。これら治具は全て樹脂の成型品で構成されており従来の工具に対して非常に安価であり経済性に配慮している。これらの工法により、従来工具では約 80 mm の接続余長が必要だったのに対し約 60 mm の短余長の心線にピグテイル接続が可能となった。

本ピグテイルのケーブル側はケーブル外被把持型現場組立コネクタと同様の構造をとっており、ケーブル側ファイバに現地で取り付ける現場付タイプのコネクタとしても使用することができる。

### 3. 2 外被把持型メカニカルスプライス<sup>5)</sup>

#### 3. 2. 1 構造および工法

従来のメカニカルスプライスの接続確認方式を改良した結果、図 7 に示す外被把持型メカニカルスプライスとその治具により、接続部材の小型化が達成された。本接続部材は、メカニカルスプライス型短余長ピグテイルで引込まれたファイバを、各部屋へ敷設する際、壁等に

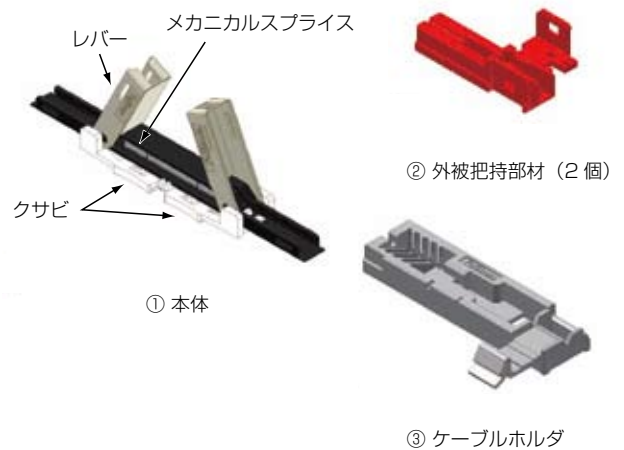


図7 外被把持型メカニカルスプライスおよび治具

Fig. 7. Cable grip-type mechanical splice and jigs.



図8 外被把持型メカニカルスプライス接続状態

Fig. 8. Cable grip-type mechanical splice assembled.

穴があけられずドアや窓サッシから引込む隙間配線光ファイバ<sup>6)</sup>との接続に用いられる。

従来、工具によりファイバ挿入のガイドを行っていたのに対して、新しい方式では、メカニカルスプライスの両側に外被把持部材を設け、全体の補強を兼ねたハウジングにガイド機構を持たせた構造をとっている。図 7 の①からもわかるように、クサビは二つに分かれており、ファイバを挿入した側からクサビを抜き、一本目に挿入したファイバをメカニカルスプライスに固定する。これにより、現場付けコネクタと同様に、メカニカルスプライス内部で固定された光ファイバが、外被把持型光コネクタの内臓ファイバと同等な働きをし、二本目に挿入した光ファイバが既に固定された一本目のファイバに突き当たることで、ファイバの曲がりにより接続に必要な突合せ力の確保と突き当たりの確認が可能となる構造となっている。従来の挿入時に、両ファイバの撓みの大きさを調整して接続する方法に対して、ファイバを押し撓み形状を確認するスペースが小さくすることができ、従来のケーブル同士の接続の構成（外被把持コネクタ 2 個とアダプタ 1 個）と比較して、全長が短く部品点数を減らし経済的な構造となっている。実際の現場では、ドロップケーブルと細径インドアケーブルの接続が想定されることから、外被把持部材は一つの構造で両ケーブルを把持可能なタイプを採用した。接続状態を図 8 に示す。

クサビには、外被把持部材を特定の位置から前進できないようストッパが付与されているが、クサビを抜いた時には、ファイバが固定しているストッパが無くなり、レバーと呼ぶ部材を閉めることにより外被把持部材が前進し、ファイバの良好な接続状態を維持するためのファイバたわみが発生する。

光ファイバ被覆除去と光ファイバカット時に使用する専用のケーブルホルダは、プラスチックの一体成形品として、作製されており組み立て工具としても低コスト化に配慮した。

#### 4. さ ら な る 短 余 長 接 続 技 術 の 開 発

##### 4. 1 小 型 ク ロ ー ジ ャ 用 短 余 長 メ カ ニ カ ル ス プ ラ イ ス の 構 造 お よ び 工 法

図9に小型クロージャ用短余長メカニカルスプライスの構造を示す。メカニカルスプライス型短余長ピグテイルの現場付タイプと類似の構造を取るが、更に短余長(約40mm)で接続ができる。手順は、ケーブル側のファイバを最初に取り付け、レバーを閉める。次に、ファイバホルダにセットしたファイバを簡易ストリッパ<sup>7)</sup>で被覆除去を行う。スライドレール部が短い本スト

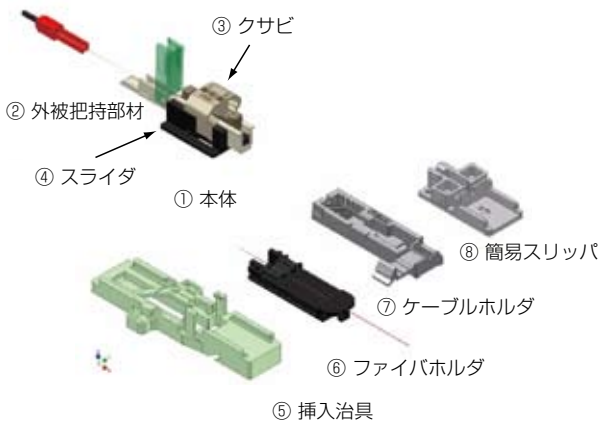


図9 小型クロージャ用短余長メカニカルスプライス  
Fig. 9. Mechanical splice for easy connection in a small closure.

リッパは、短余長施工時の作業性を向上させる。ファイバカットは、既存のファイバカッターを使用し、カットされたファイバを挿入治具にセットする。対向するファイバの挿入は、このファイバをファイバホルダに固定したのち、前述のケーブル側ファイバが既にセットされた簡易接続メカニカルスプライス(メカスプ)を挿入治具上をスライドさせて行う。メカニカルスプライス型短余長ピグテイルや外被把持型メカニカルスプライスと異なる点は、先に挿入されたメカニカルスプライスのクサビを片方づつ抜かないことである。本接続部材は両ファイバがメカニカルスプライスに挿入された時にクサビが入った状態なので、ファイバ同士が押し合うことができる。ここで、押し合った時にファイバホルダ蓋部(心線側)とメカスプ部の間にはファイバがたわめるスペースを設けずファイバを固定し、ケーブル側にはメカスプ部との間にたわめるスペースを確保する構造(図10)を採用した。この結果、必ずケーブル側でファイバが押し負け撓むことになり、外被把持型メカニカルスプライスで説明した環境変化に対して安定な接続が維持できる構造となっている。本接続物品はファイバがたわまないように、メカニカルスプライスとファイバホルダが近接していることから、余分なファイバ処理長を排除し、さらなる短余長(40mm)での接続が可能となった(図10)。この時のたわみ形状は、外被把持型メカニカルスプライスで得られた実績のある曲げ半径以下にならないように

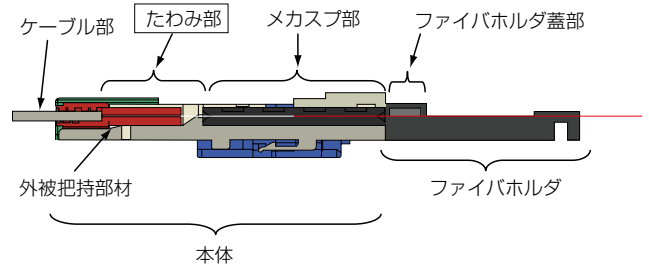


図10 小型クロージャ用短余長メカニカルスプライス接続時の内部構造

Fig. 10. Internal structure of a mechanical splice for easy fiber connection in a small closure.

表2 信頼性試験結果  
Table 2. Reliability test results.

試験項目	試験条件	評価結果	
		接続損失変動量 (dB)	
		1.31	1.55
接続損失	測定波長 1.31 ± 0.01 μm, 1.55 ± 0.02 μm の任意の一点で測定すること。	Ave 0.05	Ave 0.06
反射減衰量	測定波長 1.31 ± 0.01 μm, 1.55 ± 0.02 μm の任意の一点で測定すること。	Ave 52.3	Ave 52.5
環境試験	温度サイクル試験	-40 °C ~ 75 °C 21 サイクル	
	温湿度サイクル試験	-10 °C ~ 65 °C, 95 % RH, 14 サイクル	
機械試験	引張特性 (外被把持部)	5 kg 1 min	≤0.02    ≤0.04
	曲げ特性 (外被把持部)	500 g 10 回	≤0.02    ≤0.03



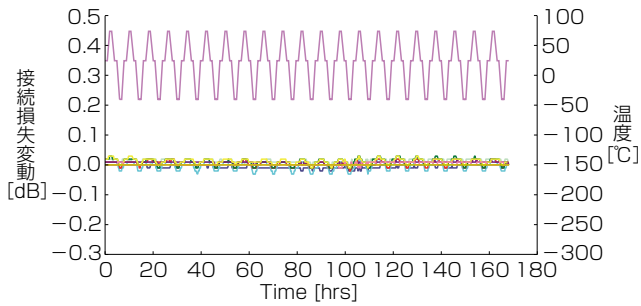


図11 温度サイクル試験結果（波長1550 nm）  
Fig. 11. Temperature cycling test for a new mechanical splice.

設計している。各種信頼性試験を実施したところ良好な結果を得た（表 2）。環境試験の代表として温度サイクル試験の結果を図 11 に示す。

簡易ストリッパによるファイバ被覆除去後のファイバの引張強度を図 12 に示す。破断強度が 4 kgf 以上と金属ストリッパと同等以上の結果から、簡易ストリッパの性能を確認できた。

## 5. む す び

既設小規模住宅やルーラルエリアへの光配線引込み時の課題であった短余長接続を可能とするメカニカルスプライスを製品化した。光学特性、機械特性、および、環境特性ともに良好なことを確認した。

今後とも、FTTHの布敷環境に適合する光ファイバ接続関連物品の開発を進めていく予定である。

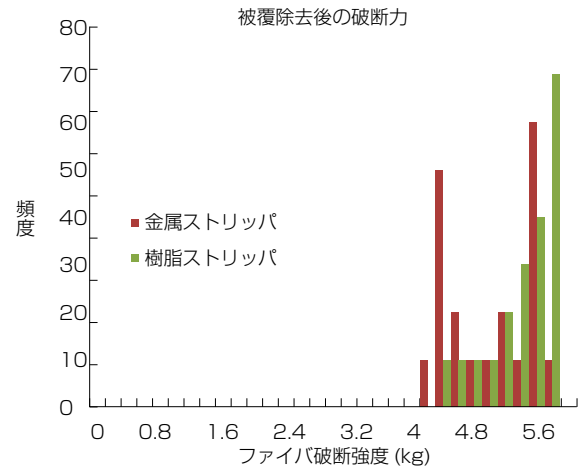


図12 簡易ストリッパストリッパ後のファイバ破断強度  
Fig. 12. Fiber strength after cladding removal by Easy Stripper.

## 参 考 文 献

- 1) 棚瀬ほか：1997年電情通学会ソサイエティ大会B-10-38
- 2) 小林ほか：2005年電情通学会ソサイエティ大会B-10-2
- 3) 倉本ほか：2012年電情通学会総合大会B-10-3
- 4) 山口ほか：2012年電情通学会総合大会B-13-5
- 5) 山口ほか：2012年電情通学会総合大会B-13-4
- 6) 伊藤ほか：2012年電情通学会総合大会B-10-13
- 7) 松田ほか：2012年電情通学会ソサイエティ大会