

5 G基地局に用いる光コネクタ

光ケーブルシステム事業部 松田 貴治¹・至田 智史²・斉藤 大悟³・進藤 幹正⁴
Fujikura Fiber Optics Vietnam 山口 敬⁵

Optical Connector in 5 G Base Station

T. Matsuda, S. Shida, D. Saito, K. Shindo, and T. Yamaguchi

近年、スマートフォン等の普及や動画転送等の利用拡大により、通信量が増大している。それに伴い第5世代移動通信システム（5G）の早期普及が急務となっており、基地局の構築が活発に進められている。迅速に光ファイバの配線をするため品質がよく設備投資を抑制することが可能な現場組立光コネクタを開発したので報告する。

In recent years, the spread of smart phones and the expansion of the use of video transmission have increased the volume of communication. As a result, there is an urgent need for the early diffusion of the 5th generation mobile communication system (5G), and the construction of base stations is being actively promoted. In this paper, we report on the development of a field-assembled optical connector, which is of high quality, reduces capital investment, and is simple to install, for the rapid wiring of optical fibers.

1. ま え が き

1.1 開発の背景

セントラルオフィスから5G基地局への光ファイバ配線の代表例を図1に示す。光ファイバ網の構築には光ファイバ接続が必要でFTTHでも使用されている現場組立光コ

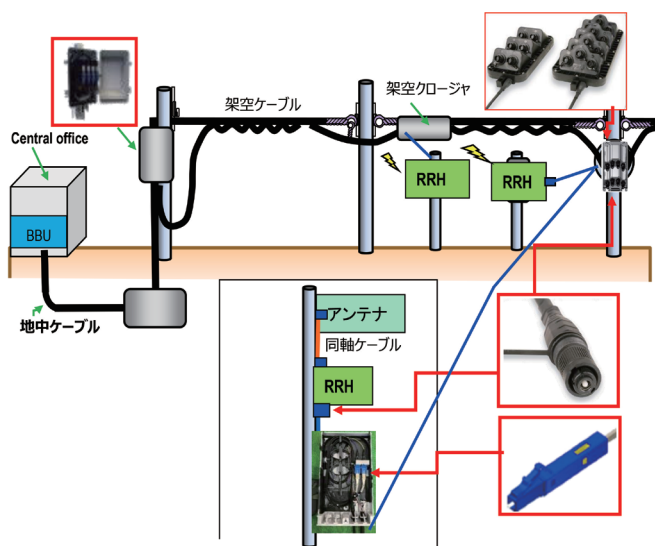


図1 5Gネットワーク配線例

Fig. 1. 5G Access network illustration.

ネクタ^{1) 2)}や防水型光コネクタ³⁾などが使用されている。5Gの普及は急務となっており基地局の構築は世界中で活発に行われている。迅速に光ファイバ配線網を構築するためには工事の出戻りがないよう品質のよい施工が要求される。また多数の作業者が施工を並行で行う必要があるため作業員1人当たりの施工に必要な設備投資の抑制が必須となる。さらに普段現場組立光コネクタの施工を実施していない作業員も組立を行う機会が増えるため、簡単な作業が要求される。そこで品質よく施工投資を最小限に抑え、施工が簡単な現場組立光コネクタを開発したので報告する。

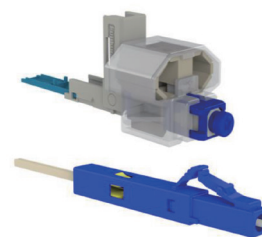


図2 現場組立光コネクタ

Fig. 2. Field mountable connector.



図3 防水型光コネクタプラグ

Fig. 3. Waterproof optical connector plug.

1 光機器開発部アシスタントマネージャー
2 光機器開発部グループ長
3 光コンポーネント事業推進室長
4 光機器開発部部長
5 General Manager

1. 2 現場組立光コネクタ概要

現場組立光コネクタの基本構造及び特徴を以下に示す。現場組立光コネクタは先端のコネクタ嵌合部の後部にメカニカルスプライス部、さらにその後部にケーブル外被把持部材を有している。コネクタ内部にはあらかじめ光ファイバが内蔵固定され、フェルール端面は高精度に研磨されている。メカニカルスプライス部には接続損失を安定化させるために屈折率整合材が充填されている。光ファイバ接続

時はメカニカルスプライス部にクサビを挿入してメカニカルスプライス部に隙間を作り、そこへ光ファイバを挿入し、クサビを抜くことで光ファイバを固定し接続する構造となっている。ケーブルの引き留めはケーブル外被をあらかじめケーブル外被把持部材に引き留めて一連の作業を行った後、ケーブル外被把持部材をコネクタのハウジングに引き留める構造としている。

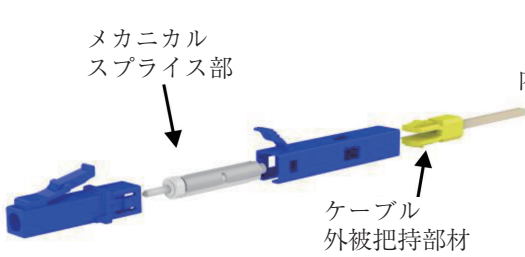


図4 現場組立光コネクタ構成

Fig. 4. Components of field mountable connector.

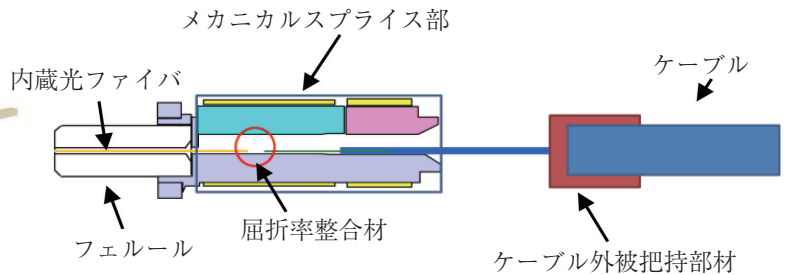


図5 現場組立光コネクタ概略図

Fig. 5. Schematic drawing of field mountable connector.

1. 3 現場組立光コネクタ組立フロー

図6の現場組立光コネクタ組立フローに示すように光ファイバを現場組立光コネクタに挿入する前には光ファイバの被覆を除去し、端面を鏡面に切断する必要がある。

またこれらの作業には被覆除去工具及びファイバカッタの2つの専用工具が必要となる。またこれらの専用工具は常に良好な状態を維持する必要があり、作業者への工具管理方法の教育が必要であった。

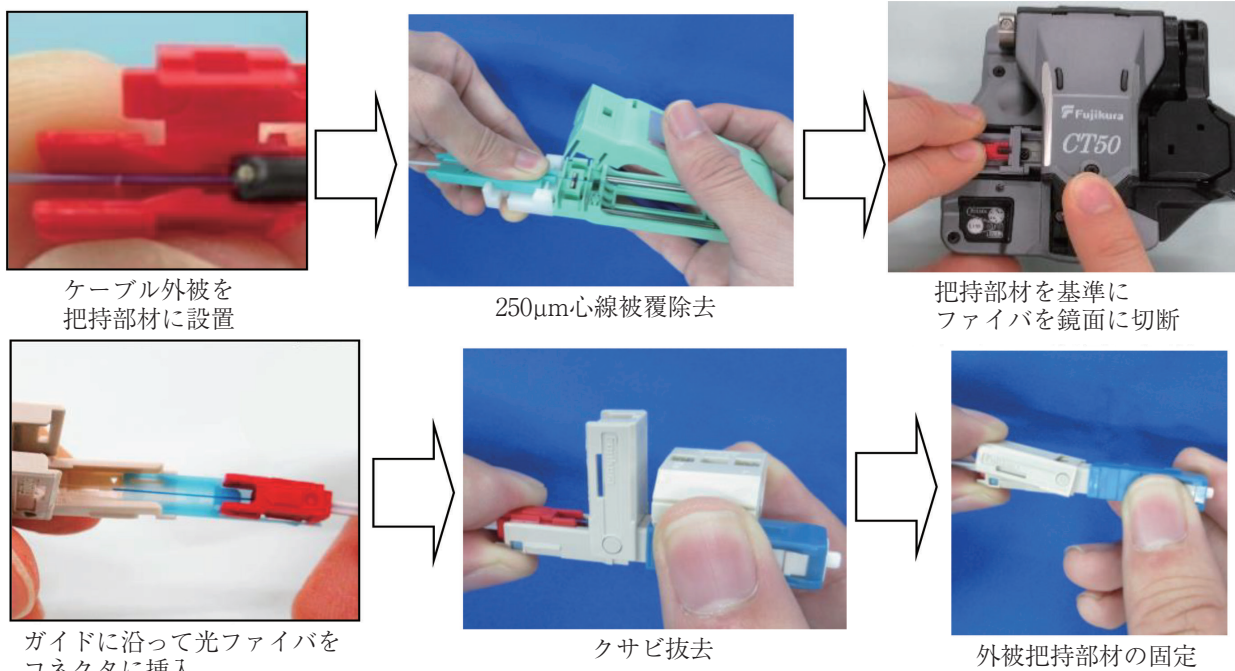


図6 現場組立光コネクタ組立フロー

Fig. 6. Assemble flow.

2.1 被覆除去工具の開発

従来金属刃であった被覆除去工具の刃にプラスチックを採用かつ構造の簡易化を図ることにより射出成型品一部品のみで被覆除去工具の作製を可能とし経済化が可能となっ

た。また刃が錆びる心配がないため安定した被覆除去が可能かつメンテナンスが不要となり品質のよい施工が可能となった。

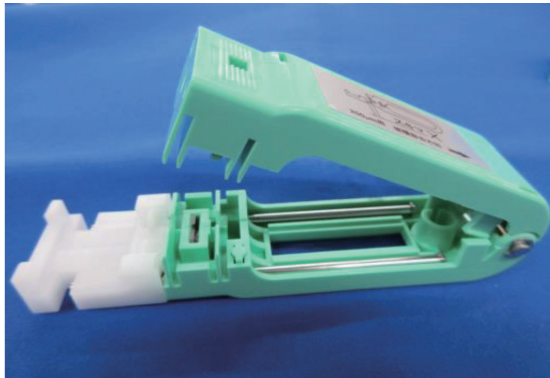


図7 被覆除去工具（金属刃）
Fig. 7. Fiber stripper(metal blade).

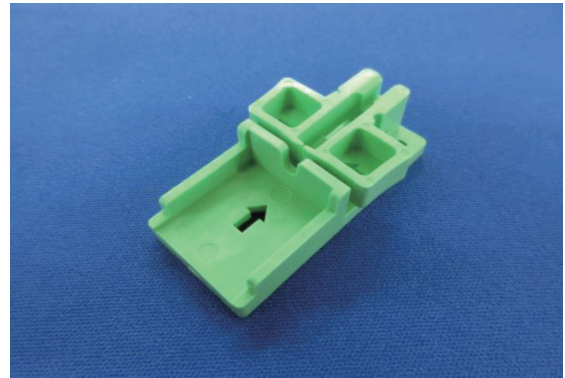


図8 被覆除去工具（プラスチック刃）
Fig. 8. Fiber stripper(plastic blade).

2.2 ファイバカッターの開発

鏡面でない光ファイバを挿入すると光ファイバの接続点に間隙が発生し損失特性が劣化するため、現場組立型光コネクタでは光ファイバの先端を鏡面に切断することが重要である。ファイバカッターのメンテナンスが不十分だと加傷が不十分な状態で過剰応力がかかりリップルと呼ばれる切断端面になってしまう。本開発品では一定荷重の引張応力

をファイバに付与した状態でファイバに傷を付ける構造を採用することで加傷が不十分の際にファイバが破断されないフェイルセーフを達成した。このことにより常に工具が良好状態を維持するため、施工業者への教育なしで簡単に施工することができるようになった。また加傷を行う刃にダイヤモンド砥粒を採用することで経済化も達成した。

既存ファイバカッター		ファイバカッター開発品	
通常時	メンテナンス不足 (刃摩耗时)	通常時	メンテナンス不足 (刃摩耗时)
<p>光ファイバ</p> <p>超硬刃</p> <p>適切な曲げ応力</p> <p>良好な端面</p>	<p>光ファイバ</p> <p>摩耗时</p> <p>過剰曲げ応力</p> <p>リップル端面</p>	<p>光ファイバ</p> <p>一定荷重</p> <p>樹脂部品</p> <p>ダイヤモンド砥粒</p> <p>良好な端面</p>	<p>光ファイバ</p> <p>一定荷重</p> <p>微量砥粒</p> <p>一定荷重</p> <p>切断不可</p>

図9 ファイバカッター切断原理
Fig. 9. Fiber cleaving mechanism.

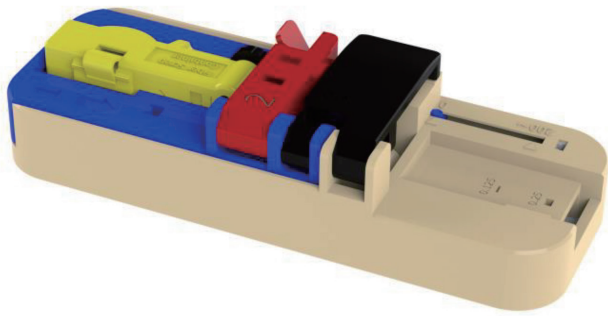


図10 ファイバカッタ (開発品)

Fig. 10. Fiber cleaver(developed products).

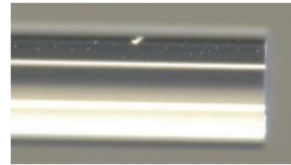


図11 ファイバ切断面 (良好な端面)

Fig. 11. Cleaving end face(ideal).



図12 ファイバ切断面 (リップル端面)

Fig. 12. Cleaving end face(undesired).

3. 現場組立光コネクタの諸特性

3.1 初期光学特性

現場組立光コネクタの接続損失及び反射減衰量の評価結

果を図13,図14に示す。測定波長は1.31 μm/ 1.55 μmの両波長で評価を実施した。平均接続損失0.21 dBという良好な結果を達成している。また反射減衰量においても40 dB以上を達成している。

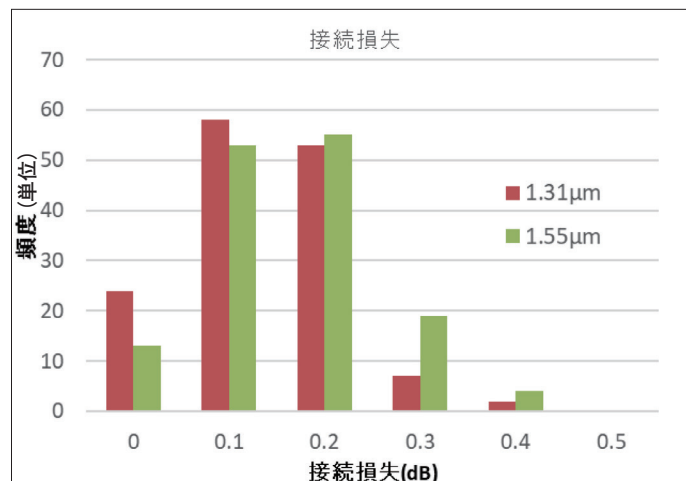


図13 接続損失測定結果

Fig. 13. Insertion loss result.

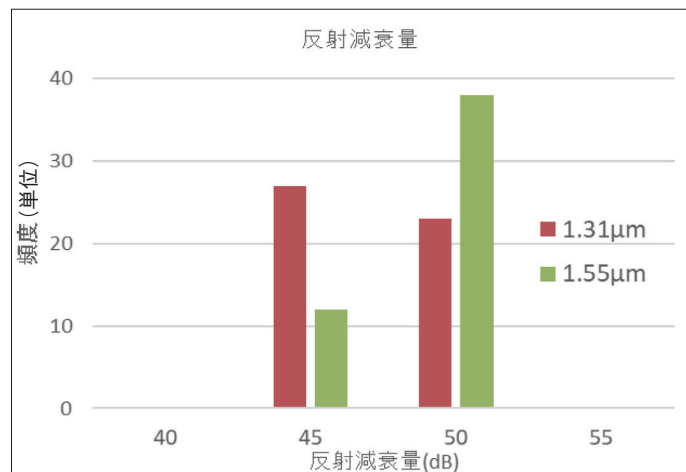


図14 反射減衰量測定結果

Fig. 14. Return loss result.

3. 2 信頼性試験

現場組立光コネクタの信頼性試験結果をまとめたものを表1に示す。本コネクタは屋外での使用も想定されているため高温試験、温度サイクル試験などを実施した。すべ

ての試験において接続損失の変動は0.2 dB以下であった。以上の結果から安定した信頼性特性を有していることを確認した。

表1 信頼性試験結果まとめ

項目	試験条件	評価結果			
		1.31um (dB)	1.55um (dB)		
機械特性	引張特性	20N 1min	$\Delta \leq 0.2$ dB	$\Delta \leq 0.01$	$\Delta \leq 0.01$
	捻回特性	15N 180°	$\Delta \leq 0.2$ dB	$\Delta \leq 0.01$	$\Delta \leq 0.01$
	曲げ特性	5N 10回	$\Delta \leq 0.2$ dB	$\Delta \leq 0.13$	$\Delta \leq 0.06$
環境特性	温度サイクル特性	-40 ~ +70°C 10サイクル	$\Delta \leq 0.2$ dB	$\Delta \leq 0.10$	$\Delta \leq 0.09$
	温湿度サイクル特性	-10 ~ 65°C 93% 10 サイクル	$\Delta \leq 0.2$ dB	$\Delta \leq 0.09$	$\Delta \leq 0.10$
	高温特性	85°C 96時間	$\Delta \leq 0.2$ dB	$\Delta \leq 0.10$	$\Delta \leq 0.10$
	低温特性	-40°C 96時間	$\Delta \leq 0.2$ dB	$\Delta \leq 0.08$	$\Delta \leq 0.03$

4. む す び

本報告のように品質良く設備投資を最小限に抑え、簡単な施工が可能な現場組立光コネクタを開発し、特性が良好であることを確認した。今後も簡易な作業性及び高機能な製品の開発を行い、5 Gネットワーク網の構築に貢献していく。

参 考 文 献

- 1) 瀧澤ほか：「FTTH (Fiber To The Home) 用新型メカニカルスプライスおよび現場組立光コネクタ」, フジクラ技報, 第105号, pp.11-153, 2003.
- 2) 瀧澤ほか：「Fiber To The Home (FTTH) 用ケーブル外被把持型現場組立光コネクタ」, フジクラ技報, 第109号, pp.18-22, 2005.
- 3) 武田ほか：「Water Proof Optical Connector for FTTH」, 65 th IWCS 2016.