

5G光インフラネットワークに適した24心多心防水型光コネクタ付きケーブル

光ケーブルシステム事業部 武田 大樹¹・小澤 直行²・中島 俊彰³・進藤 幹正⁴

24 multi-fiber hardened optical connector suitable for 5G optical network infrastructure

D. Takeda, N. Ozawa, T. Nakajima, and K. Shindo

近年、5Gはじめとしたネットワークサービスの普及にともない、より簡単な光接続工事が求められる。従来は、光ファイバを融着接続、あるいは、現場組立型光コネクタを成端箱やクロージャ中で配線収納することで光接続をしてきたため¹⁾、技能と経験が必要であった。そこで、当社は小型で接続作業性に優れる屋外用多心防水型光コネクタを開発した。開発品は、独自に設計した光コネクタ構造により、小型でありつつも、堅牢な機械特性と防水性に優れる。開発品の光学特性、機械特性、防水特性の評価を行い良好であることを確認した。

In recent years, with the spread of network services such as 5G, simpler optical connection work is required. Generally, working skill and experience were required because optical connections in optical termination boxes or optical closures were made by fusion splicing or field installable connectors. Therefore, we have developed a multi-fiber hardened optical connector for outdoor use that is compact and has excellent connection workability. The developed product has a uniquely designed connector structure, which makes it compact, yet has robust mechanical characteristics, and is also excellent in waterproofness. The optical characteristics, mechanical characteristics, and waterproof characteristics of the prototype were evaluated and confirmed to be excellent.

1. ま え が き

5Gをはじめとした各種ネットワークサービスの普及にともない、光接続工事は旺盛である。適用される従来の光ケーブルの配線例を図1に示す。光ケーブルを架空光クロージャに導入し、光ケーブル内の光ファイバを一部分岐して、別の光ドロップケーブル接続される方法が一般的である。光ファイバ同士を接続する方法として、融着接続やメカニカルスプライスを用いた現場組立光コネクタ²⁾³⁾などが使用されている。

しかし、従来の光接続工事では、光クロージャの取り扱い・融着方法など、ある程度作業者に依存した技能が必要であるため、より簡単で迅速な光接続が要求されている。当社では、簡易かつ迅速な光接続実現のニーズを踏まえ、従来の光接続よりも簡単に多心ファイバを一括で接続できる防水型光コネクタを開発した。具体的な適用例としては、図2 (a) のようにクロージャが必要となる箇所に、防水型光コネクタを代替として使用できる。この適用例の特徴は、従来クロージャよりも省スペース、かつワンタッチでの接

続による工数削減ができるという点である。また図2 (b) のように、光クロージャに防水型光コネクタのインターフェースを備えることにより、光配線を光クロージャからの分岐をすることができる。この適用例の特徴は、光クロージャの開閉や融着作業をすることなく、簡便に光配線することができるという点である。

本稿では、開発した防水型光コネクタの構造の詳細と特性の詳細について紹介する。

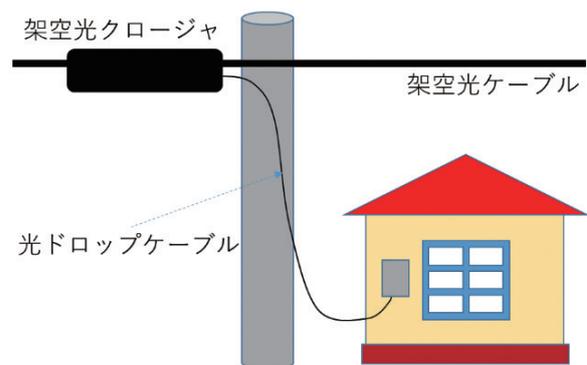


図1 光ケーブルの配線例¹⁾

Fig. 1. Schematic of cable wiring.

1 光機器開発部
2 光機器開発部 主席研究員
3 光機器開発部 グループ長
4 光機器開発部 部長

略語・専門用語	正式表記	説明
光クロージャ	—	光ケーブルを敷設した際に、ケーブルの接続・分岐・引き落としなどに用いられる保護用の箱。光ファイバを融着接続またはコネクタ接続して際に、接続箇所を外力からの影響を受けないようにする。主に屋外で使用されるものがこう呼ばれる。
成端箱	—	光ファイバの接続箇所や余長部を保護するための箱。光ファイバを融着接続またはコネクタ接続して際に、接続箇所を外力からの影響を受けないようにするもの。主に屋内で使用されるものがこう呼ばれる。
MTフェルール	Mechanically Transferable Ferrule	多心光ファイバを一括で接続するための高精度ファイバ整列穴が形成された樹脂成形部品。
MPOコネクタ	Multifiber Push-On Connector	簡易的にMTフェルールを接続するためコネクタ。
SWR	Spider Web Ribbon	間欠固定テープ心線。複数の単心線が長手方向において部分的に固定されている構造のため、単心線としての特性とテープ心線の利便性を合わせ持っている画期的なテープ心線。
WTC	Wrapping Tube Cable	ラッピングチューブ構造の光ケーブル。光ファイバと押え巻きとシースだけの、ムダなものが一切ない、究極的な光ファイバケーブル構造。

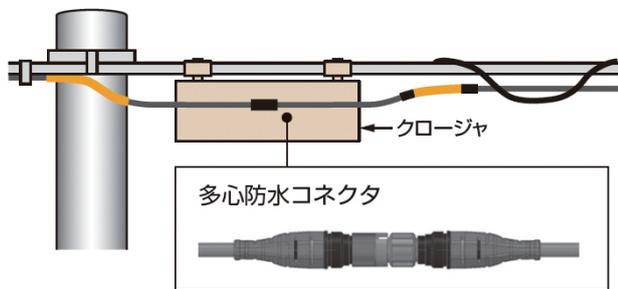


図2(a) クロージャ代替としての使用例

Fig. 2 (a). Example deployment for replacement of the closures.

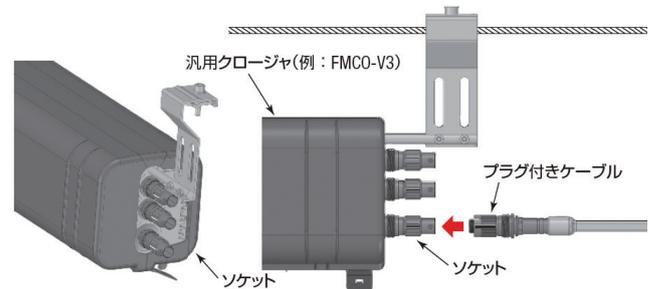


図2(b) クロージャへの防水型光コネクタ接続例

Fig. 2 (b). Example deployment of hardened connector onto the closures.

2. 構造

2.1 多心防水型光コネクタの構造

図3および図4に開発品の外観構造を示す。コネクタ構造としては、機器間接続用多心光コネクタ⁴⁾をベースとすることで、バヨネットロック方式による簡単かつ迅速なコネクタ接続作業を実現した。コネクタの主要構成部品をすべて樹脂製としたことで経済性も確保しており、構造および材料の最適化により堅牢な機械特性と屋外適用性を実現した。

コネクタ先端部のフェルール位置を図5に示す。フェルー

ルをハウジング内部に配置することで、フェルール端面を保護しているため、手探りでの嵌合作業等によるコネクタ端面の破損を防止する構造となっている。具体的には、従来のMPOコネクタよりもMTのすりあわせ長が長くなっており、MPOコネクタのすりあわせ長は5.7 mmであるが、開発した本コネクタは10.5 mmのすりあわせ長とした(図6(a))。こうすることにより、斜めに挿入されたとしても、MTとコネクタハウジングが干渉することがない(図6(b))ため、屋外における不安定な環境でも誤挿入によるコネクタ破損等がなく、安定したコネクタ接続ができる。



図3 防水型光コネクタ外観

Fig. 3. Appearance of hardened connector.



図4 防水型光コネクタ外観（嵌合状態）

Fig. 4. Appearance of hardened connector (At mating).



図5 フェルレル位置

Fig. 5. Ferrule position.

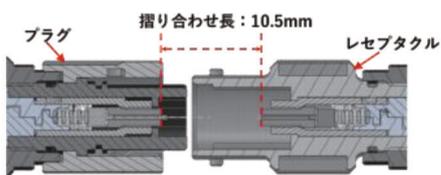


図6 (a) 防水型光コネクタの摺り合わせ長

Fig. 6 (a). Mating distance of hardened connector.

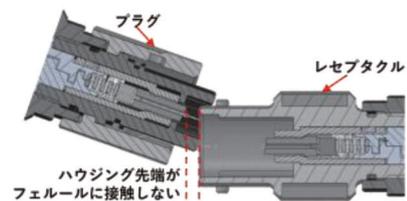


図6 (b) プラグ側MTへの干渉防止設計

Fig. 6 (b). Designed to prevent interferences between the ferrule and the housing.

2.2 コネクタ防水構造

嵌合時の断面を図7に示す。ハウジング部品の隙間は、Oリングによる軸シールで防水した。ハウジングとケーブル

の隙間は、熱収縮チューブ等でシールすることにより防水した。



Oリング

図7 防水構造

Fig. 7. Sealing structure.

2.3 適用ケーブル

図8に本コネクタに適用したケーブル構造を示す⁵⁾。SWR/WTC™技術を適用することで、細径かつ軽量化を実現した少心架空ケーブルであり、ケーブル布設後の中間後分岐も容易である。図9 (b) に牽引時のコネクタ外観

を示す。構造最適化により、図9 (a) のような牽引用キャップを取り付けた状態の外径をφ21 mm以下としたため、架空管路におけるケーブルの牽引性にも優れている。

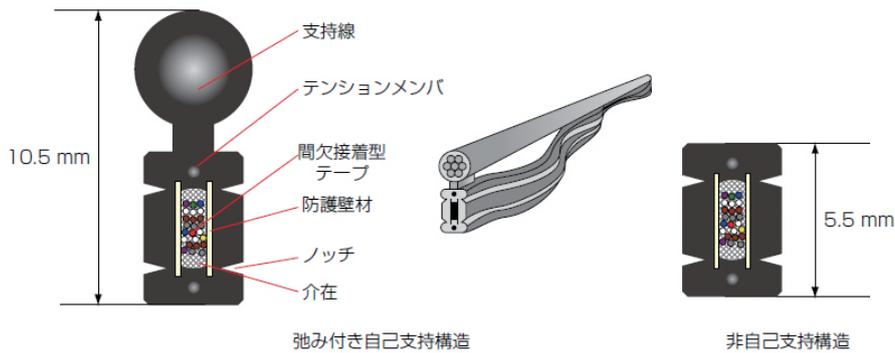


図8 24心架空配線ケーブル⁵⁾

Fig. 8. 24-fiber aerial distribution optical cables.



図9 (a) コネクタの牽引端つきキャップ

Fig. 9 (a). Bird-eye view of the pulling-cap with connector.

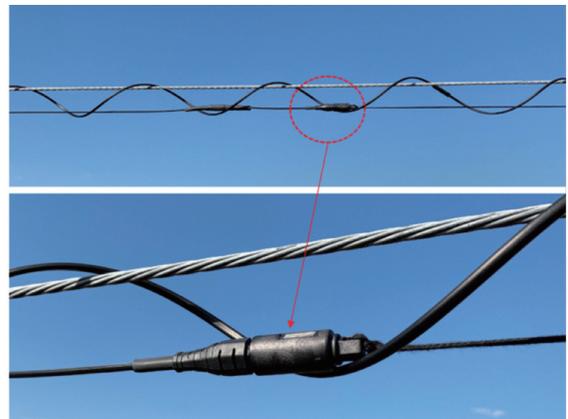


図9 (b) 牽引中のコネクタ

Fig. 9 (b). During pulling the connector.

3. 多心防水型光コネクタの諸特性

3.1 光学特性

多心防水型光コネクタの接続損失および反射減衰量の評価結果を図10および図11に示す。測定波長は1310 nmと1550 nmで測定した。1310 nmにおいては、平均接続損失

0.12 dB, 最大0.33 dBという良好な結果を達成している。また反射減衰量は、全心線55 dB以上を達成している。

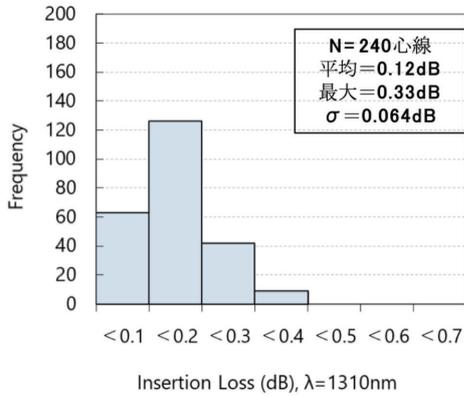


図10 (a) 防水型光コネクタの接続損失 (1310 nm)
Fig. 10 (a). Connection loss of hardened connector at 1310 nm.

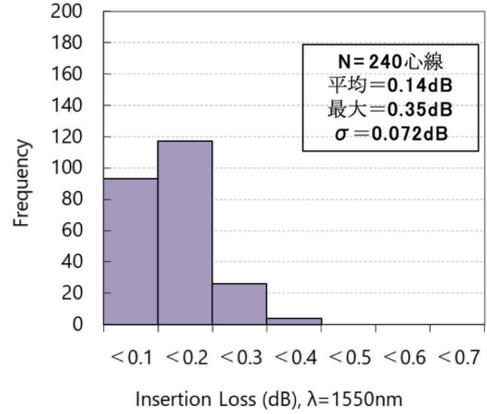


図10 (b) 防水型光コネクタの接続損失 (1550 nm)
Fig. 10 (b). Connection loss of hardened connector at 1550 nm.

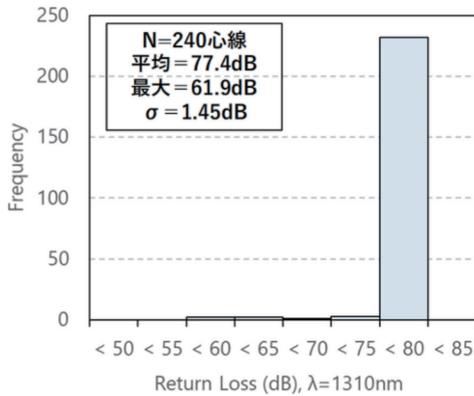


図11 (a) 防水型光コネクタの反射減衰量(1310 nm)
Fig. 11 (a). Return loss of hardened connector at 1310 nm.

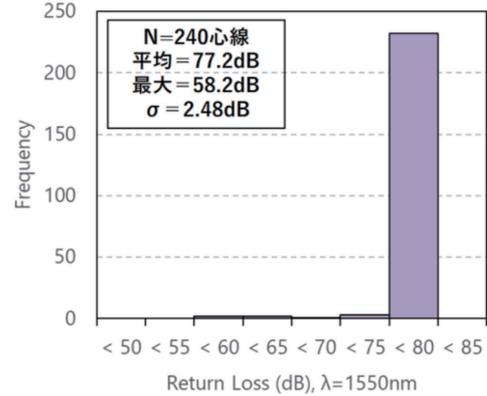


図11 (b) 防水型光コネクタの反射減衰量(1550 nm)
Fig. 11 (b). Return loss of hardened connector at 1550 nm.

3.2 信頼性試験

多心防水型光コネクタの信頼性試験結果を表1に示す。また、環境試験結果の一例として、温度サイクル試験時における接続損失変動のグラフを図12に示す。すべての試験

において接続損失の変動は0.30 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。

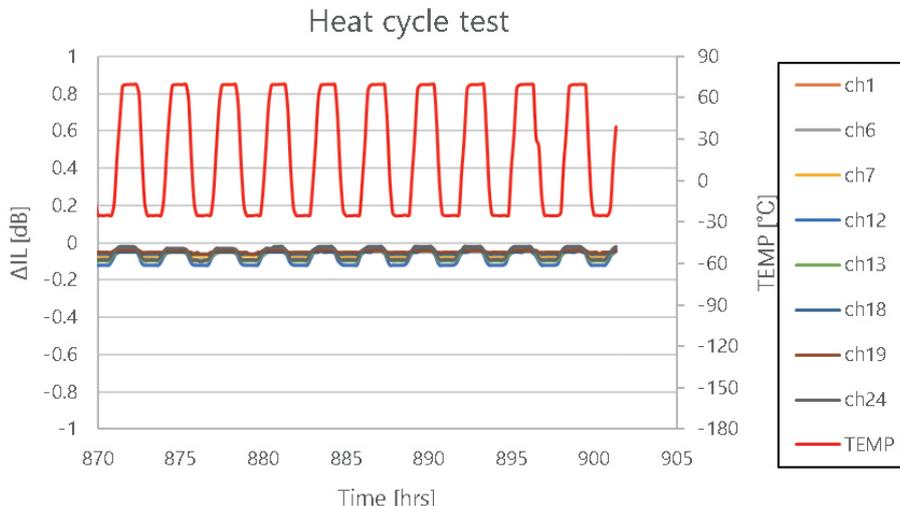


図12 温度サイクル試験結果

Fig. 12. Heatcycle test result.

表1 信頼性試験結果

Table 1. Mechanical test result.

項目	試験条件	評価結果
機械特性	引張特性	200 N, 1 min
	牽引特性	450 N, 1 min
	耐屈曲特性	9.8 N, ±90° × 10回
	耐振動特性	時間：0.5時間 × 3軸, 全振幅：1.5 mm, 周波数：10 ~ 55 ~ 10 Hz/min
環境特性	温度サイクル特性	-25 ~ +70 °C, 3 hrs/cyc, 300 cyc
	湿熱特性	+70 °C, 90 %RH, 500 hrs
	低温特性	-25 °C, 500 hrs

3.3 防水試験

多心防水型光コネクタの防水試験結果を表2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、表1に示す温度サイクル負荷や各種機械的負荷を加えた後に防水試験（水深1 m, 30 min）を実施し、各試験後にコネクタ内部に漏水なきことを確認した。

表2 防水試験結果

Table2. Waterproof test result.

項目	試験条件	評価結果
防水特性	機械試験・環境試験後 水深1 m × 30 min	全数漏水無し

4. むすび

本稿では、迅速かつ簡単に24心一括接続可能な24心多心防水型コネクタを開発し、光学特性・機械特性・防水特性が良好なことを確認した。今後も、より簡易かつ小型な防水型光コネクタ製品を開発していき、5Gをはじめとした各種光インフラネットワークの普及に貢献していく。

参 考 文 献

- 1) 多木ほか：「FTTHを支える高機能光ドロップ・インドアケーブル」, フジクラ技報, 第128号, pp.19-24, 2015
- 2) 二ノ宮ほか：「新型コア調心融着接続機」, フジクラ技報, 第133号, pp.14-16, 2020
- 3) 松田ほか：「5G基地局に用いる光コネクタ」, フジクラ技報, 第134号, pp.36-40, 2021
- 4) 菅野ほか：「4 K, 8 K超高精細映像機器間接続用多心光コネクタ」, フジクラ技報, 第127号, pp.22-27, 2014
- 5) 福手ほか：「ルーラルエリア向け高密度架空配線ケーブル」, フジクラ技報, 第126号, pp.44-47, 2013