

超細径高密度光ファイバケーブル

ケーブル・機器開発センター 竹田 大 樹¹・伊佐地 瑞 基²・富川 浩 二³・
大里 健⁴・山中 正義⁵・岡田 直 樹⁶

Ultra-High-Density Optical Fiber Cables

D. Takeda, M. Isaji, K. Tomikawa, K. Osato, M. Yamanaka, and N. Okada

経済的・効率的な光ファイバネットワークの構築のために、間欠接着型4心光ファイバテープ心線を実装した「超細径高密度光ファイバケーブル」の開発を行った。本ケーブルは隣り合う2心の単心光ファイバが長手方向に間欠的に接着された間欠接着型4心光ファイバテープ心線を用い、また、ケーブル内のデッドスペースを極限まで削減する事により、従来ケーブルと比較して外径を最大29%、重量を最大52%低減し、世界で最も高い光ファイバ実装密度を実現することに成功した。

In order to construct optical fiber networks economically and efficiently, we have successfully developed new ultra-high density optical fiber cables which are applied for underground and aerial networks. These cables contain newly developed optical fiber ribbons “Spider Web Ribbon” which consist of 250 micron coating fibers fixed intermittently and reduce the dead-space of the conventional cable. By optimizing several structural parameters, the new cable dimension was reduced by 29% in diameter and 52% in weight compared with the conventional cable. We have achieved the highest level of the fiber packaging density in the world.

1. ま え が き

近年のインターネットやスマートフォンの普及によるデータ通信量の増大に伴い、光ファイバを各家庭に引き込むFTTH（Fiber To The Home）が拡大しており、光ファイバ伝送路をより一層効率的かつ経済的に構築することが求められている。このことから、FTTH線路を形成する光ファイバケーブルは、敷設作業を軽減したり既設配管を有効に利用するために、より細径で軽量であることが望まれる。一方、ケーブルの細径・軽量化のために従来の光ファイバテープ心線をこれまで以上にケーブル内に高密度実装すると、ケーブルを曲げた際に光ファイバに加わる歪が増加し、光損失の増加や光ファイバ破断確率の増加を招く可能性があることが確認されている¹⁾。そこで、今回、接続時には一括融着が可能でありながら、ケーブル内においては容易に変形可能な4心間欠接着型光ファイバテープ心線をケーブル内に実装することで上記問題を解決し、光ファイバテープ心線の実装密度を従来ケーブルよりも58～102%向上させた24心、40心、60心、100心、200心の超細径高密度光ケ

ーブルを開発した^{2) 3)}。本ケーブルの特徴、ならびに諸特性について報告する。

2. 間欠接着型光ファイバテープ心線

2.1 テープ心線構造

図1に間欠接着型光ファイバテープ心線の構造を示す。間欠接着型光ファイバテープ心線は隣り合う2心

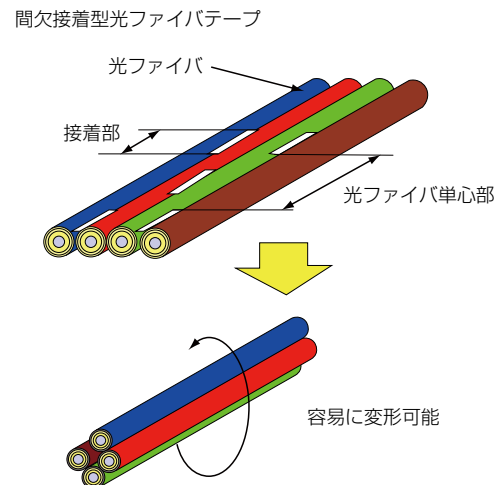


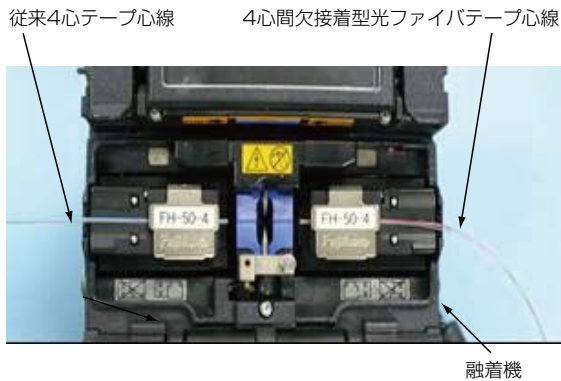
図1 間欠接着型光ファイバテープ心線の構造
Fig. 1. Structure of “Spider Web Ribbon”

1 光ケーブル開発部主査
2 光ケーブル開発部係長
3 光ケーブル開発部主席研究員
4 光ケーブル開発部グループ長
5 光ケーブル開発部部長
6 センター長

の単心光ファイバ心線が長手方向に間欠的に接着されており、光ファイバ単心部と接着部が一定のピッチで配置された構造である。これにより、間欠接着型光ファイバテープ心線は4心一括融着接続が可能でありながら、必要に応じて容易に単心分離を行うことができる特徴を有する。加えて、ケーブル内で容易に形状を変化させることができ、従来のテープ心線に比べてケーブル内に高い実装密度で損失劣化や歪の増大をもたらすこと無しに収容可能となる。

2.2 接続性

図2、図3にそれぞれ4心間欠接着型光ファイバテープ心線の接続性、ならびに従来4心テープ心線との融着接続作業時間の比較を示す。間欠接着型光ファイバテープ心線は既設線路のテープ心線との接続互換性、および既存接続機器とのコンパチビリティを有し、従来4心テープ心線とほぼ同等の接続作業性と接続時間を実現している。



特別な治具無しに既存融着機を用いて従来4心テープ心線との接続が可能

図2 従来4心テープ心線との融着接続性
Fig. 2. Applicability to fusion splice.

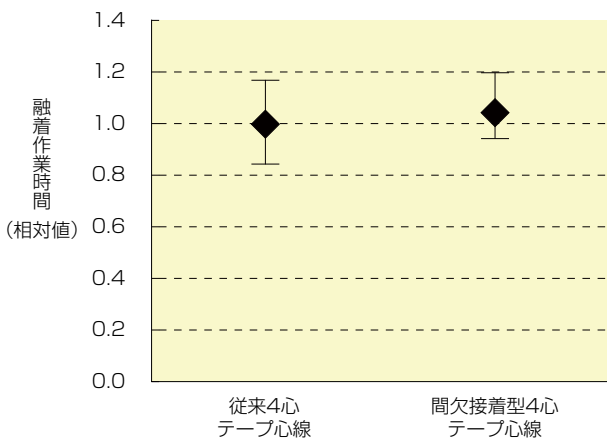


図3 融着接続作業時間の比較
Fig. 3. Fusion splice time.

3. 超細径高密度光ケーブル

3.1 ケーブル構造

図4に開発した超細径高密度光ケーブルの200心構造におけるケーブル断面図を示す。4心間欠接着型光ファイバテープ心線5枚を識別テープで束ねて20心ユニットとし、10ユニットを撚り合わせた後、押さえ巻きをほどこし外被を被覆している。自己支持型構造は中間分岐作業性や空力特性を考慮し、支持線部に対してケーブル部に余長をもたせた構造とした。また、地下用ケーブルについては防水特性を確保するため、押さえ巻きに吸水テープを使用した構造とした。なお、各構造においてケーブル外被上に引き裂き紐の位置を示すための突起を設けている。

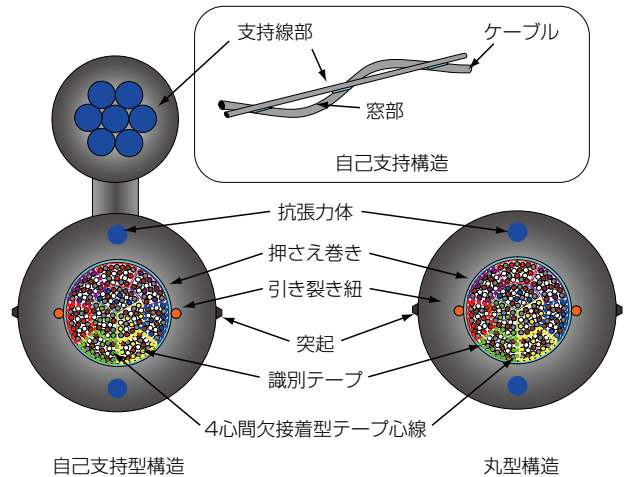


図4 ケーブル構造

Fig. 4. Cross sectional view of new cables.

表1 従来ケーブルとの断面構造比較
Table 1. Comparison between new cables and conventional cables.

断面構造	
従来ケーブル	開発ケーブル
ノンスロット型構造 (例: 40心構造)	
スロット型構造 (例: 200心構造)	

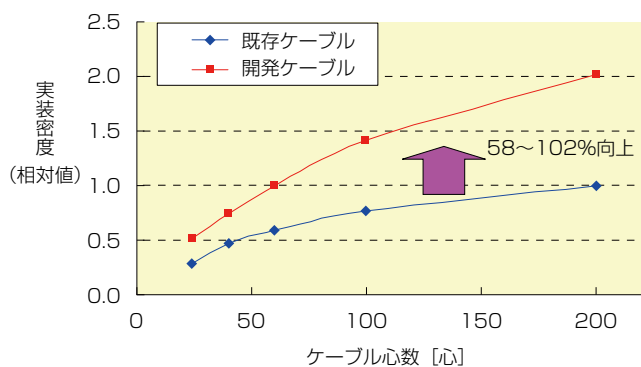


図5 従来ケーブルとの光ファイバ実装密度比較
Fig. 5. Fiber packaging density.

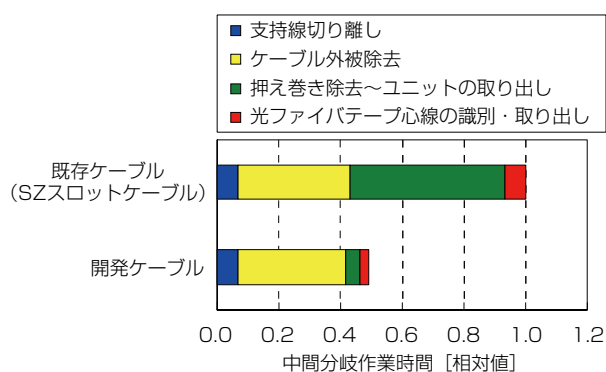


図6 中間分岐作業時間の比較
Fig. 6. Mid-span access time.

3. 2 従来ケーブルとの比較

表 1 に従来ケーブルと超細径高密度光ケーブルの断面構造の比較を示す。ケーブルの細径・軽量化に対し、従来ケーブルでデッドスペースとなっていた緩衝層やスロットを削減し、外径で最大 29%、質量で最大 52%の低減に成功した。加えて、図 5 に示したようにケーブル中における光ファイバの実装密度を 58～102%向上させた。

3. 3 光ファイバ心線の識別性

開発を行った超細径高密度光ケーブルは 200 心構造であると 50 枚ものテープ心線が一束化されてケーブル内に収納されるため、今回、我々は視認性を向上させるために幅 2 mm の 10 色の識別テープを適用し、識別テープ色と各ユニットにおけるテープ心線のトレーサ色から任意のテープ心線の識別を可能とした。

3. 4 中間分岐作業性

架空ケーブルにおいては、敷設された後に柱上で光ケーブルを分岐接続してクロージャを設置するための中間分岐作業を行う。図 6 に従来の架空用スロット型ケーブルと開発ケーブルにおける中間分岐の作業時間の比較を示す。押さえ巻き上に通常ほどこされる粗巻を省略する等、分岐作業性の観点からケーブル構造を最適化する

表2 特性評価結果

Table 2. Characteristics of new cable.

項目	試験方法	評価結果※
伝送損失	IEC 60793-1-40	< 0.25 dB/km
伝送損失温度特性	IEC 60794-1-2 -30℃ / +70℃ 3 cyc	損失変動 < 0.05dB/km
圧縮強度	IEC 60794-1-2 1960 N / 100 mm	損失変動 < 0.05 dB
衝撃特性	IEC 60794-1-2 10 J	損失変動 < 0.05 dB
屈曲特性	IEC 60794-1-2 R = 160 mm	損失変動 < 0.05 dB
捻回特性	IEC 60794-1-2 ±90°	損失変動 < 0.05 dB
しごき特性	1960 N R 250 mm	損失変動 < 0.05 dB
防水特性	水頭長 1 m 試験長 40 m	水の漏出無し

※測定波長：1550 nm

ことで、従来ケーブルよりも 50%以上中間分岐作業時間が短縮された。

3. 5 ケーブル特性

開発を行った 24 心～200 心超細径高密度光ケーブルの特性評価結果を表 2 に示す。各評価項目において、従来ケーブルと同等以上の特性を有していることを確認した。また、地下用ケーブルは防水特性についても良好な結果を得た。

4. む す び

我々は 24 心、40 心、60 心、100 心、200 心超細径高密度光ケーブルの開発を行った。これらのケーブルは 4 心間欠接着型光ファイバテープ心線を適用することにより、従来よりも飛躍的な光ファイバ実装密度の向上が可能となり、大幅な細径・軽量化を実現した。開発ケーブルは従来ケーブルと同等以上の伝送特性、機械特性を有し、加えて、既存の光ファイバテープ心線との接続互換性、既存工具、融着機等とのコンパチビリティを確保した。

本開発ケーブルの適用により、敷設スペースの有効利用と敷設作業性の向上に大きく貢献することが期待される。

参 考 文 献

- 1) 山田ほか：間欠接着型ファイバテープを実装した超細径高密度光ケーブルの設計と特性，信学技報，pp9-14, 2010
- 2) 富川ほか：細径高密度ケーブルの開発，信学ソ大，pp204, 2012
- 3) Yamanaka, et. al.: Ultra-high density optical fiber cable with "Spider Web Ribbon," 61st IWCS, pp37-41, 2012