

2000 心高密度光ファイバケーブル

光ケーブルシステム事業部 伊藤 直人¹・伊佐地 瑞基²・大里 健³・山中 正義⁴

2000-fiber Ultra-high Density Underground Cable

N. Ito, M. Isaji, K. Osato, and M. Yamanaka

経済的かつ効率的に光ファイバネットワークの構築をするため、地下配線用に新規開発した 8 心の間欠接着型ファイバテープ心線“Spider Web Ribbon”(SWR)を用いた 2000 心高密度光ファイバケーブルの開発を行った。本ケーブルは従来の構造に用いられていたスロットロッドをなくし、SWR を高密度実装することにより、スロット型 1000 心ケーブルと同等の外径にて世界最高レベルの実装密度を達成している。加えてテープ心線構造とバンドルユニット構造を最適化することにより、優れた一括融着作業性とユニット識別性を有することに成功した。

In order to construct optical access networks economically and efficiently, we have successfully developed the ultra-high density 2000-fiber cable using innovative optical 8-fiber ribbon “Spider Web Ribbon(SWR)” for underground networks. By employing high packing technology of SWR with simple cable design, the 2000-fiber cable has achieved the same diameter as existing 1000-fiber slotted core cable and the highest level of fiber packing density in the world. In addition, the cable has advantage of fiber joint workability such as mass fusion splice and unit identification by optimizing ribbon and bundle unit structure.

1. ま え が き

近年の通信インフラを流れるデータトラフィック量がFiber To The Home (FTTH) サービスの成熟やモバイル端末の普及、クラウドサービスの利用拡大、映像トラフィック量の増大により、爆発的に増加しており、光ファイバ伝送路をこれまで以上に経済的かつ効率的に構築することが求められている。その様な中、地下配線系においては、1 地下管路あたりの実装心数増加による効率化が求められている。現在用いられている地下系における多条布設技術として、地下管路内のスペースを分割するためのインナーパイプを布設することで 1 管路あたり、3 条のスロット型 1000 心ケーブルの布設が可能となっている^{1) 2)}。この技術を用い、さらに 1 管路あたりのファイバ実装心数を増加させるためには、光ケーブルの多心化が必要となる。そこで、すでに架空ケーブルに導入されている³⁾間欠接着型光ファイバテープ心線とその高密度実装技術をもとに、地下系ケーブルとして 2000 心高密度光ファイバケーブルを開発した^{4) 5)}。本ケーブルの特徴、ならびに諸特性について報告する。

2. 8 心 SWR

2. 1 SWR の構造

8 心 SWR は 2 心光ファイバテープ心線（以降 2 心テープ心線）ごとに長手方向に一定間隔で間欠的に接着された構造である。8 心 SWR の構造を図 1 に示す。この SWR は、心線配列やテープ状態を維持しながら心線を間欠的に接着した構造であるため、既存の 8 心テープ心線と同様に一括の融着接続が可能であり、必要に応じて容易に 2, 4 心テープ心線単位に分離することができる。さらに、成端架やクロージャ内の作業性においても分割後に 2 心テープ心線での運用となるため、単心での SWR

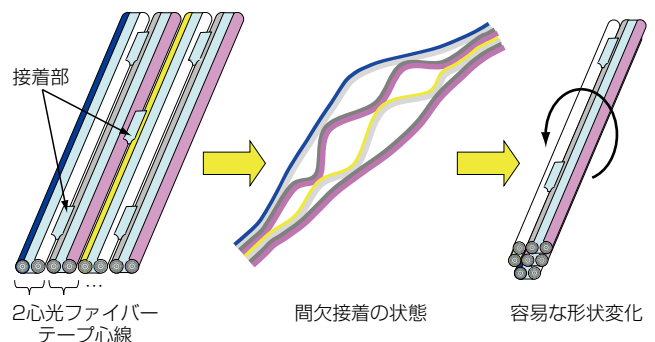


図1 8心SWR の構造と特徴
Fig. 1. Structure and feature of SWR.

1 開発部
2 開発部主査
3 開発部グループ長
4 開発部部長

と比較して視認性、取り回し作業性が向上している。また、従来のテープ心線と異なり容易に形状が変化することができるため、ケーブル内に高密度で実装することが可能となる。

2. 2 接続性

図 2 に 8 心SWRを融着接続している様子を示す。8 心SWRの接続については、融着機をはじめとした既存の接続機器をそのまま適用できるため、8 心SWR同士だけでなく現行 8 心テープ心線と一括融着接続が可能であ



図2 8心SWR の融着接続
Fig. 2. Fusion splicing of SWR.

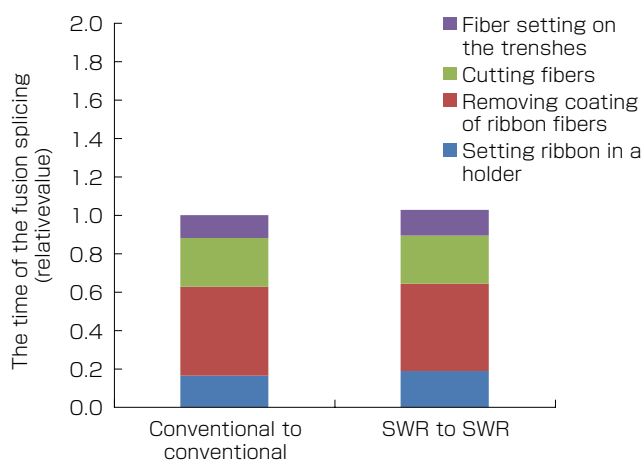


図3 SWRと既存テープ心線の融着接続作業時間比較
Fig. 3. Comparison of the fusion splicing time.

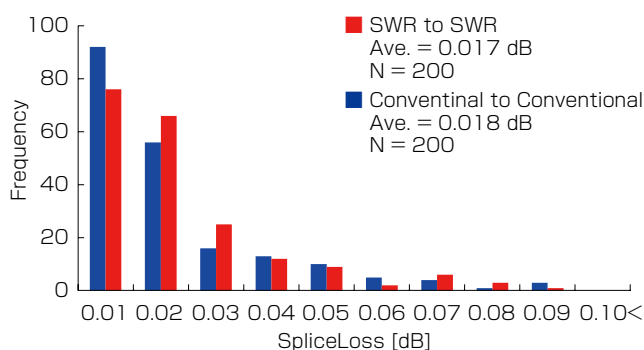


図4 SWRと既存テープ心線の融着接続損失比較
Fig. 4. Fusion splice loss of SWR.

る。SWRの一括融着接続時間を現行テープ心線の場合と比較した結果を図 3 に示す。また、接続後の損失測定結果を図 4 に示す。いずれの評価においてもSWRが現行 8 心テープ心線と同等の接続性を有することを確認した。

3. バンドルユニット

バンドルユニットはスロット型 1000 心ケーブルの 1 溝心数にあわせ 80 心単位で識別テープで束ねた構造としている。その構造を図 5 に示す。バンドルユニットは、ケーブル端末よりテープ心線を取り出す際に識別テープが自然に解ける場合があり、ユニットの識別が困難となることがある。この対策として、異なる 2 色の識別テープを交差方向に巻付け、さらにその交点で識別テープ同士を接着することでユニット形状を保持する構造を新たに導入した。これらと比較した様子を図 6 に示す。この接着部は、テープ心線を取り出す際は容易に指で剥がすことができるため、従来と遜色ない口出し作業性を確保している。これらの特徴により、ユニットの保持性、口出し性のいずれもが優れたバンドルユニットを可能とした。

4. 2000心高密度光ファイバケーブル

4. 1 ケーブル構造

図 7 に開発した 2000 心高密度光ファイバケーブルの構造を示す。8 心SWRを用いた 80 心のバンドルユニットを集合してコアを形成し、コアの周囲に吸水テープを

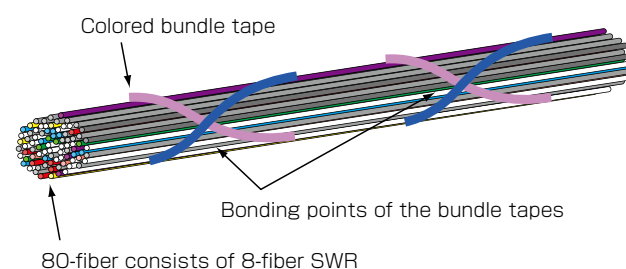


図5 バンドルユニット構造
Fig. 5. Structure of the new bundle unit.

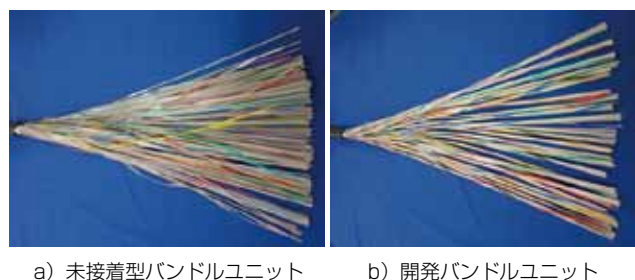


図6 交点接着比較
a) Non bonding bundle unit. b) Developed bundle unit.
Fig. 6. Comparison of bonding points.

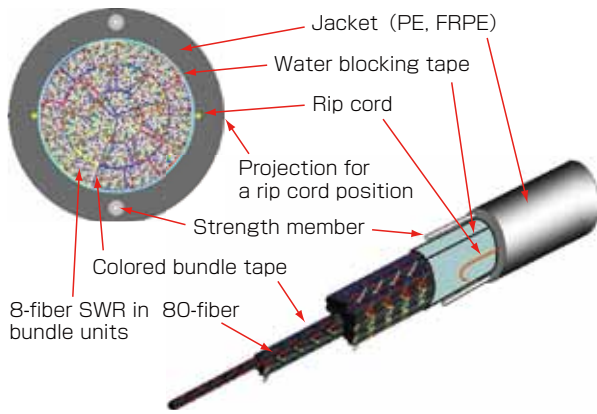


図7 2000心高密度光ファイバケーブルの構造
Fig. 7. Structure of 2000-fiber ultra-high density underground cable.

縦添えでラッピングレシースを被覆した構造である。

4. 2 ケーブル構造の比較

表 1 にスロット型 1000 心ケーブルと開発ケーブルの比較結果を示す。開発ケーブルはスロット型 1000 心ケーブルにおけるスロットロッド部に効率的に光ファイバを実装するために、抗張力体を外被に埋め込んでいる。スロットロッドにより確保されていた機械的強度については、外被の厚さを最適化することで良好な機械特性を得ている。これにより、開発ケーブルはスロット型 1000 心ケーブルと同等の外径、質量にて倍の心数を実装することを可能とした。

4. 3 ケーブル特性

開発を行った 2000 心高密度光ファイバ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、良好な特性を有していることを確認した。

4. む す び

地下配線系に用いる 2000 心高密度光ファイバケーブルを開発した。開発ケーブルは、8 心SWRを高密度実装することにより、スロット型 1000 心ケーブルと同等の外径にて倍の心数の 2000 心を達成した。8 心SWRの構造と識別テープの交点接着技術により、優れた作業性を確保することが出来た。

本開発ケーブルの適用によって、既設管路への収容心数を飛躍的に増加することが可能となり、経済的かつ効率的な通信ネットワーク構築への貢献が期待される。

参 考 文 献

- 1) 戸毛ほか：「基盤設備の有効利用を可能とする光ケーブル技術」, NTT 技術ジャーナル, Vol.18, No.12, pp.62-65, 2006
- 2) D. Kakuta, et al. : "Development of Small Diameter 1000-fiber Underground Optical Cable for Effective Utili-

表1 ケーブル比較結果

Table 1. Comparison of new cable and slotted core cable.



項 目	スロット型 1000 心ケーブル	2000 心高密度 光ファイバケーブル
ケーブル断面図		
ファイバ心数	1000	2000
ケーブル外径	23.5 mm	23.5 mm
ケーブル 質量	PE	430 kg/km
	FRPE	470 kg/km
		500 kg/km

表2 ケーブル特性評価結果

Table 2. Characteristics of new cable.

項 目	試験方法	評価結果※	
		PE	FRPE
伝送損失	IEC 60793-1-40	< 0.25 dB/km	< 0.25 dB/km
損失温度特性	IEC 60794-1-2 -30 ℃ / +70 ℃, 3 cycle	損失変動 < 0.05 dB/km	損失変動 < 0.05 dB/km
側圧特性	IEC 60794-1-2 1960 N	< 0.05 dB	< 0.05 dB
衝撃特性	IEC 60794-1-2 10 J	< 0.05 dB 外傷なし	< 0.05 dB 外傷なし
捻回特性	IEC 60794-1-2 ±90 deg. / 1 m	< 0.05 dB	< 0.05 dB
屈曲特性	IEC 60794-1-2 曲げ半径 : 240 mm	< 0.05 dB 外傷なし	< 0.05 dB 外傷なし
しごき特性	IEC 60794-1-2 3 kN, R 600 mm, 90 deg.	< 0.05 dB	< 0.05 dB
防水特性	IEC 60794-1-2 水頭長 = 1 m, 試験長 = 40 m 人工海水	240 時間後で 水の漏出無し	240 時間後で 水の漏出無し
難燃特性	JIS C 3521	—	燃焼長 < 1800 mm

※測定波長 1550 nm

zation of Underground Infrastructure Facilities" 58th IWCS, pp. 289-292, 2009

- 3) M. Yamanaka, et. al. : "Ultra-high Density Optical Fiber Cable with "Spider Web Ribbon" 61st IWCS, pp. 37-41, 2012
- 4) 伊藤ほか：「2000心高密度光ファイバケーブルの開発」, 信学技報, OFT2015-12, pp. 53-56, 2015
- 5) N. Ito, et. al. : "Development of 2000-fiber Ultra-high Density Underground Cable" 64th IWCS, pp. 664-668, 2015