

ケーブル布設、接続性向上極細径・軽量の 架空少心ケーブル開発

Ultra-High-Density Optical Cable with Rollable Ribbons for Simple Installation and Cost Reduction

武田 健太郎*
Kentarō Takeda
長尾 美昭
Yoshiaki Nagao

高見 正和
Masakazu Takami
岡 道志
Masashi Oka

石上 茂久
Shigehisa Ishigami
佐々木 大
Dai Sasaki

国内のFTTH加入者は2300万人を超え今後も堅調に増加していく見込みである。経済的なFTTH配線網を構築する為には、光ケーブルには布設作業性の向上が求められる。このような背景から、今回我々は間欠接着型光ファイバテープを用いてケーブル布設、接続性を向上させた細径軽量24心ケーブルを新規に開発した。間欠接着型光ファイバテープの適用とドロップケーブルをベースに矩形構造を適用することにより、従来の非スロット型架空ケーブルと比較し、ケーブル断面積70%の細径化、重量55%の軽量化を実現すると同時に、ケーブル中間部で容易に光ファイバを取り出すことができる、ケーブル同士をコネクタ接続できる等の接続作業性を向上したケーブルを製品化した。

This paper describes a newly developed ultra-high-density optical fiber cable containing rollable 4-fiber ribbons with a fiber adhesive part and a single-fiber part. The 24-fiber cable is an aerial distribution cable that has sheath configurations similar to a conventional optical thinner drop cable and can therefore be drastically downsized compared with a conventional aerial non-slotted core cable. The cable also has multiple notches on the sheath, with strength members, plastic tapes and yarns surrounding the rollable ribbons, offering easy fiber ribbons extraction from the cable. Moreover, we have also adopted pre-assembled connectors and joint boxes on both ends of the cable, which simplifies cable installation and reduces installation time and cost.

キーワード：細径軽量化、間欠接着型光ファイバテープ、高密度、ケーブル布設性

1. 緒言

国内のFTTH加入者数は既に2300万を超え、今後も堅調に増加していく見込みである。一般的なFTTH配線網は図1に示すように、伝送局から地下用光ケーブル、架空用光ケーブル、ドロップケーブルを経由して加入者宅に光ファイバが引き込まれる。経済的なFTTH網を構築するためには、ケーブルの布設費用を安く抑えることが必要であり、架空領域においてはケーブルの布設性、接続性を向上させることが重要となる。

こうした背景から当社は、ケーブル自身を可能な限り細径化、軽量化すること、ケーブルからの光ファイバ心線の取り出し作業を容易にすること、更には光ファイバ心線の取り出し作業自体が不要となる両端末コネクタ付ケーブル

等の技術検討を行い、今回、24心型の極細径・軽量架空ケーブルを製品化したので報告する。

2. 架空配線用高密度24心光ファイバケーブル

2-1 矩形ケーブル構造の適用

従来の架空配線用ケーブルは、図2に示すように、実装する光ファイバ心線周囲に緩衝材やテープ材等の保護部材

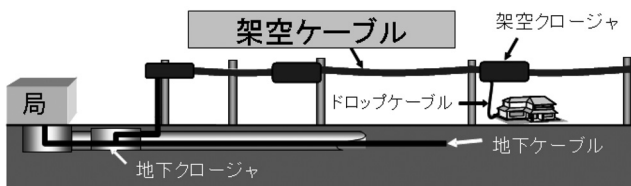


図1 一般的なFTTH配線網

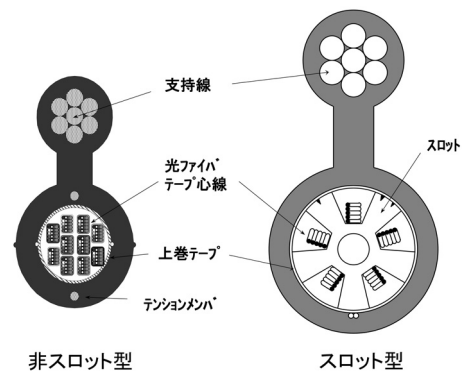


図2 架空ケーブル従来構造

で包含する構造やスロット溝に光ファイバを収納する構造があり、外被ポリエチレンも丸く仕上げる形状が一般的であった。

今回、架空ケーブルの細径化・軽量化を実現するため、**図3**に示すように、加入者宅への引き込み用ケーブルとして実績のある矩形のドロップケーブルをベースに、光ファイバ心線左右の防護壁材、上下方向2本のテンションメンバと共にポリエチレン外被で一括被覆した構成とした。

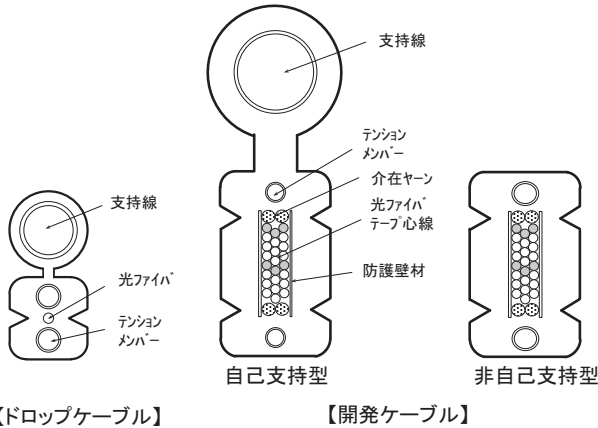


図3 開発ケーブル構造

2-2 間欠接着型光ファイバテープの適用

架空ケーブルは、ケーブル相互の接続を効率的に行うために、4心の光ファイバ心線を紫外線硬化樹脂で一括被覆した光ファイバテープが用いられる。これに対し、今回の開発ケーブルには、4心の光ファイバ心線を間欠的に接着した間欠接着型光ファイバテープを実装した。間欠接着型光ファイバテープは、前記の光ファイバテープ同様に4心単位での接続が可能であると同時に、外部からテープに加わる応力に対して**図4**に示すように自在に変形して、応力を低減させることができる。この特性により光ケーブル内部の高密度化が可能になり、光ケーブルをより細径、軽量

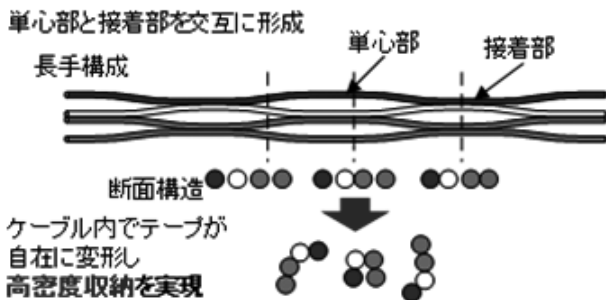


図4 間欠接着型光ファイバテープ構造

にすることができる。

これらの矩形ケーブル構造および間欠接着型光ファイバテープの適用により**表1**に示すように、従来の非スロット型架空ケーブルと比較し、ケーブル断面積70%の細径化、重量55%の軽量化を実現した。

表1 開発したケーブルの構造緒元

項目	現行	開発品	
		自己支持型	非自己支持型
支持線	7/1.4mm 鋼線	ø2.6mm 鋼線	-
光ファイバ*	SM0.25 素線(ITU-TG.657A1 相当)		
テンションメンバ*	ø0.7mm 鋼線	ø0.5mm 鋼線	ø0.7mm 鋼線
外被	黒色ポリオレフィン		
外径	8.5 × 17mm	3 × 10.5mm	3 × 5.5mm
質量	0.16kg/m	0.07kg/m	0.02kg/m

3. 接続性の向上

3-1 中間分岐作業性の向上

架空ケーブルは、加入者からの光サービスの申し込みの度に、加入者宅近傍の架空ケーブルから光ファイバを取り出して加入者宅への引き込み用のドロップケーブルと接続する必要がある。このため、ケーブル中間部から容易に光ファイバを取り出せることが重要となる。

従来のケーブルでは、**図5**に示すように外被を削って外被引き裂き用の紐を取り出し、不要な部材を取り除きつつ光ファイバを取り出すのに約190秒を要する。

これに対して今回の開発ケーブルは、矩形外被上に2対のガイド溝を有しており、**図6**に示す汎用工具を用いて簡単に光ファイバを取り出すことができる設計とした。まず始めにガイド溝に沿って4本刃を有する工具をセットし、

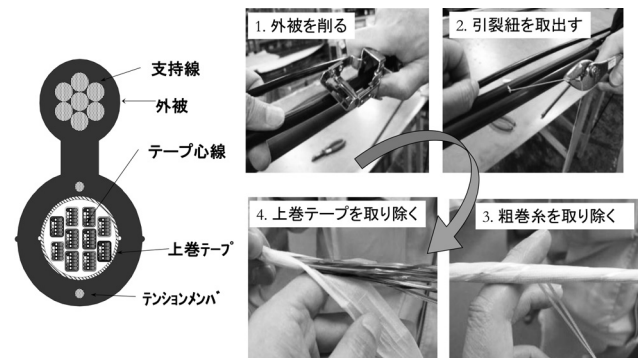


図5 従来ケーブルの心線取り出し作業手順

続いてケーブルの長手方向に外被引き裂くと外被は4分割され、光ファイバは外被に埋まることなく簡単に取り出すことができる。図7に作業時間を示すが、この方法により中間分岐作業時間は約25秒と従来の1/7程度の時間で完了する。

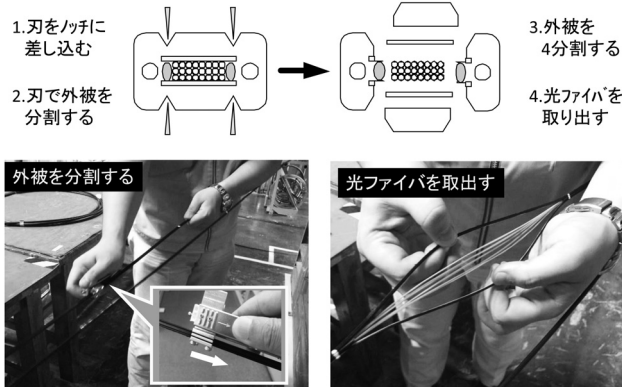


図6 開発ケーブルの心線取り出し作業手順

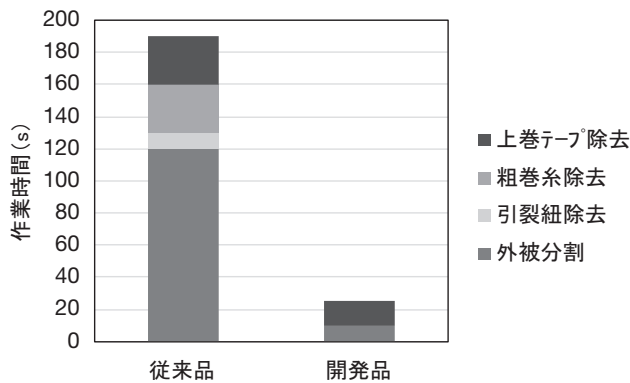


図7 心線取り出し作業内訳

3-2 ケーブル相互接続作業性の向上

架空ケーブル同士を接続する場合、一般的にケーブル端末部から光ファイバ心線を取り出して、融着接続機等でテープ心線同士を接続した後、接続部分をクロージャ内に収納して保護する作業が必要となる。そこで接続作業を簡易化するため、開発ケーブルではケーブル両端末に予めコネクタを取り付け、更にクロージャ機能も付与することで接続作業を簡易化できる構造を検討した。

まず光コネクタには24MPO光コネクタを用い、一度に24心を接続することで作業の効率化が可能になる。光コネクタは、前記クロージャに相当するジョイントボックス内に予め収納された状態で出荷されるため、布設現場では

ケーブル同士をジョイントボックス内でコネクタ接続するだけで接続作業が完了する。

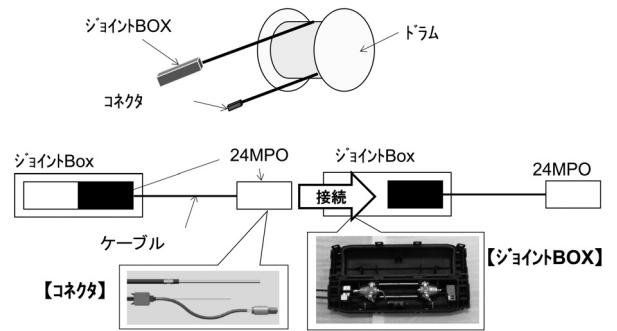


図8 開発ケーブルの接続方法

ケーブル布設現場では、ケーブル接続を効率性に作業できることが求められる。そのためケーブル接続時のジョイント部の組立は、少人数で作業ができ、専用特殊工具を使用しない構成とした。

ジョイント部の組立方法を図9に示す。スペーサ部のケーブル支持線の固定はジョイント部内に取り付けられた固定部材に支持線挿入するだけである。ケーブルの固定もケーブル把持部材をケーブルに取付け、それをジョイント部に固定することで完了する。また、24MPO光コネクタの接続もMPOアダプタにコネクタを挿入するだけで可能で

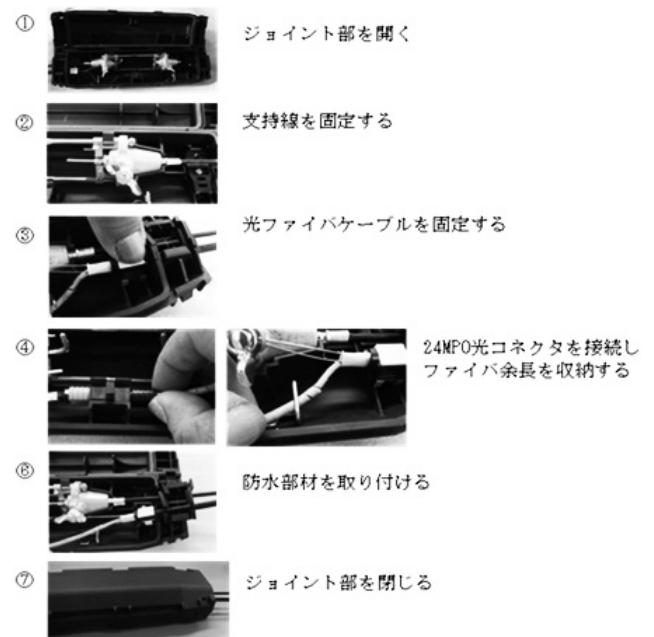


図9 開発ケーブルのジョイント部組立方法

ある。ジョイント部の組立作業は特殊工具を不要とし、組立時間は4分以内と短時間で接続作業を可能とした。

4. 特性

4-1 ケーブル特性

表2に、新しく開発した架空配線用高密度24心光ファイバケーブルの伝送特性、温度および機械特性を示す。

各項目IECに準拠した試験を実施し、全て良好な結果を得た。なおこのテスト用ケーブルでは、ITU-T G.657A1に準じたSM型光ファイバを用いている。

表2 ケーブルの特性

項目	条件	試験結果
伝送損失	IEC60793-1-40 λ = 1550nm	< 0.25dB/km
温度特性	IEC60794-1-2 -30+70°C、 3cycles λ = 1550nm	< 0.10dB/km
側圧試験	IEC60794-1-2 1960N/100mm λ = 1550nm	< 0.05dB
衝撃試験	IEC60794-1-2 300g、1m、 λ = 1550nm	< 0.05dB
繰り返り曲げ試験	IEC60794-1-2 曲げ半径:100mm 10cycles、 λ = 1550nm	< 0.05dB
捻回試験	IEC60794-1-2 +/-90degree/1m 1cycles、 λ = 1550nm	< 0.05dB
引張り曲げ試験	700N, R=250mm λ = 1550nm (self-supporting type)	< 0.05dB

4-2 コネクタ特性

SM型24MPO光コネクタの評価結果を示す。図10の接続損失の分布のとおり、接続損失は平均0.22dB、最大0.57dBあった。また表3には屋外で使用される24MPO光コネクタの耐環境特性や機械特性の評価結果を示す。各項目で規格を満たしており、屋外で使用可能であることを確認した。

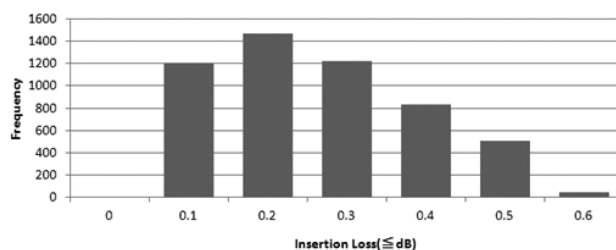


図10 SM型24MPO光コネクタの接続損失分布

表3 SM型24MPO光コネクタの評価結果

項目	条件	試験結果
接続ロス	対マスタ コネクタ	平均0.22dB 最大0.57dB
反射	対マスタ コネクタ	> 60dB
繰り返り着脱試験	100回着脱	< 0.20dB
振動試験	振幅1.5mm 振動数10~55Hz 3軸方向各2時間	< 0.05dB 外傷なし
衝撃試験	100G、6ms、 5回	< 0.20dB 外傷なし
引張り試験 (90°)	0.5N 10回	< 0.20dB 外傷なし
引張り試験 (0°)	5.9N	< 0.20dB 外傷なし
温度サイクル試験	-40~70°C 10サイクル	< 0.15dB
高温・湿熱試験	-10~25~65°C 65°Cで湿度93% 10サイクル	< 0.05dB
高温試験	70°C 240時間	< 0.05dB
低温試験	-40°C 240低温試験	< 0.10dB
塩水噴霧試験	35°C 5%濃度 24時間	< 0.05dB 外傷なし
連続温湿度サイクル試験	85°C、336時間 →60°C、湿度95% 336時間 →-40~23~75°C 42サイクル	< 0.10dB

5. 結 言

ケーブル布設性、接続性を向上させた極細径・軽量の架空布設用少心ケーブルを開発した。本ケーブルは従来対比で70%の細径化と55%の軽量化を実現すると同時に、ケーブル中間部で容易に光ファイバを取り出せる、ケーブル同士をコネクタ接続できる等の接続作業の向上にも配慮しており、より経済的なFTTH配線の構築に貢献できると考えている。

参 考 文 献

- (1) 都間英俊、佐野時裕、加藤光、高見沢和俊、「ルーラルエリアにおける光アクセス網構成技術」、通信講演論文集2、SS-111～SS-112、2013 ケーブル布設性、接続性を向上した極細径・軽量の架空布設
- (2) 浜口真弥、中根久彰、柴田征彦、清末周助、白木和之、「細径軽量な高密度架空光ファイバケーブルと簡易なケーブル接続技術の開発」、通信講演論文集2、P372 (2013)
- (3) 舌間誠二、高見正和、宮野寛、大塚健一郎、佐野知己、上田知彦、「ルーラルエリアに対応したコネクタ付光ファイバケーブル」、信学技報、vol.113、no.265、OFT2013-27、pp.25-28 (2013年10月)
- (4) M. Takami et al, "Design of Ultra-High-Density Optical 24-Fiber Cable with Rollable 4-Fiber Ribbons for Aerial Deployment" Proceeding of 62nd International Wire and Cable Symposium, p.414-418 (2013)
- (5) Y. Yamada et al, "High-Fiber-Count and Ultra-High-Density Optical Fiber Cable with Rollable Optical Fiber Ribbons," The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, p.503 (2009)

執 筆 者

武田健太郎* : 光通信事業部 主査



高見 正和 : 光通信事業部 主席



石上 茂久 : 光通信事業部 グループ長



長尾 美昭 : 光通信事業部 グループ長



岡 道志 : SEI オプティフロンティア(株)
コネクタ製品部



佐々木 大 : 光通信研究所 主査



*主執筆者