

さらなるFTTH網拡大のための最新光ケーブル技術

光ファイバ・ケーブルシステム事業部 岡田直樹¹

Latest Optical Fiber Cable Technologies for Further Expansion of FTTH Network

N. Okada

近年、通信情報量の増大に伴いFiber To The Home (FTTH) 網が急ピッチに拡大しており、経済的なネットワーク構築技術が求められています。このための技術的なポイントとしては、1) 既存設備の有効利用、2) ネットワーク構築コストの低減、3) 開通困難もしくは不能な領域への光配線技術の確立があげられます。本稿では、これらを実現する最新の光ケーブル技術を紹介いたします。

As FTTH network installation is growing rapidly, it is necessary to develop new optical fiber cables suitable for economical construction of FTTH. The technical points for this are as follows: (1) efficient use of existing facilities, (2) cost reduction of network construction, (3) establishment of cable installation technology in places where it is difficult or impossible to install cables. This paper presents details of the latest optical fiber cable technologies for further expansion of FTTH network.

1. ま え が き

近年、FTTH網が急ピッチに拡大しており、経済的なネットワーク構築技術が求められています。技術的背景としては、低曲げ損ファイバ (ITU-T G.657.A1, A2) の普及が、これまでにないケーブル設計を可能にしている側面があります。特にFTTH網では、経済性や施工性の改善を目指した高機能ケーブルが数多く開発されており、ケーブル設計上考慮すべき点として、次があげられます (図 1)。

1) 既存設備の有効利用

地下の既設管路の有効利用のため、光ケーブルの細径化・軽量化が必要となります。

2) 工事も含めたネットワーク構築コストの低減

簡単に布設ができ、中間後分岐による面的なネットワーク展開が可能な構造が要求されます。このため、ケーブルの細径・軽量化、容易な中間分岐作業性を有する構造が必要となります。

3) 開通困難もしくは不能領域への光配線技術の確立

既設マンション配管への光配線や配管のない既設アパートへの光配線技術の確立や、クマゼミなどの鳥虫被害の多い地域に適用可能なドロップケーブルなどが必要となります。

次項より、これらを実現する最新の光ファイバケーブル技術について紹介します。

2. 地下ケーブル

FTTHの拡大から地下管路の逼迫が懸念されています。管路増設には多大なコストが発生するため、既設スペースへ効率的に光ケーブルを収容させる必要が生じます。このため、光ケーブルの細径高密度化については、近年では、世界各国で多くの研究開発が進められています。当社では、図 2 に示すように心線構造およびスロットの構造パラメータを検討し、さらに難燃ケーブルに対しては新規に開発した高強度樹脂を適用することで、1000 心ケーブルの細径化を実現しました。このケーブルは、従来構造と比較して最大 24 %細径化され、最大 40 %軽量化されています。これにより図 3 に示すように地下管路内 3000 心光収容が可能となりました¹⁾。さらに、本技術

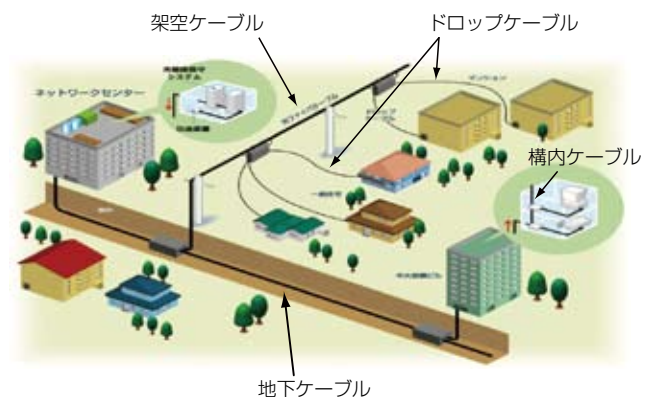


図 1 FTTH ネットワーク
Fig. 1. FTTH access network.

¹ 光ケーブル開発部部長

略語・専門用語	正式表記	説明
FTTH	Fiber to the home	各家庭までの光ファイバ化
LSZH	Low smoke zero halogen	低発煙性でハロゲン系の素材を含まない
MDF	Main distributing frame	主配線盤
IDF	Intermediate distribution frame	中間配線盤

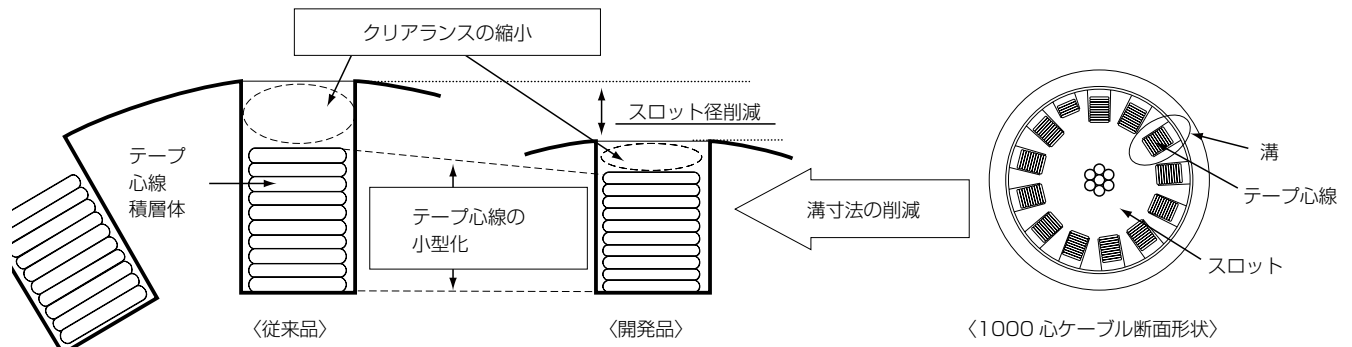


図2 溝寸法の削減
Fig. 2. Reduction of Slot Dimension.

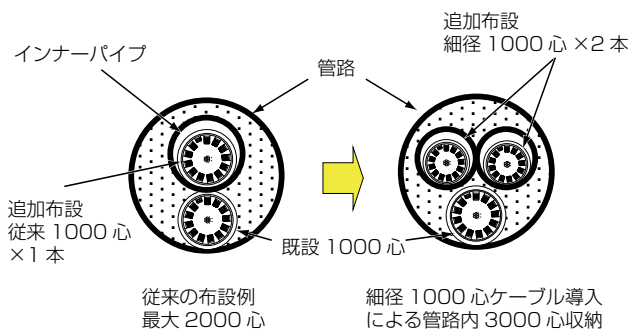


図3 細径1000心導入による管路内多条布設
Fig. 3. Multiple installation of optical fiber cables in a duct.

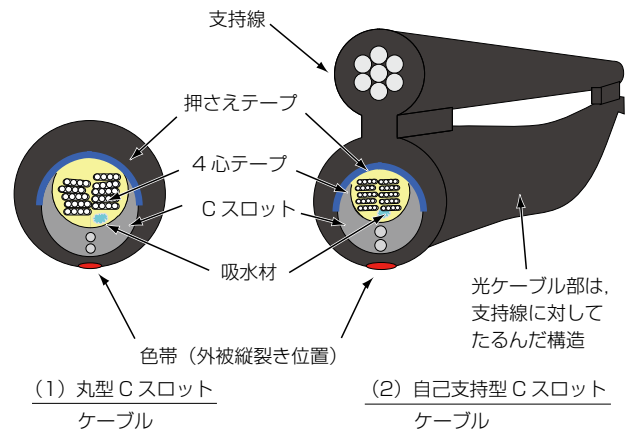


図4 Cスロット型光ファイバケーブルの構造
Fig. 4. C-shaped slotted core optical fiber cable.

表 開発ケーブルの外径・質量低減率（細径品／従来品）
Table. Diameter and weight comparison between new and traditional duct cable.

	ケーブル種類	40心	100心	200心	300心	1000心
外径	通常外被	-4%	-7%	-11%	-11%	-21%
	難燃外被	-10%	-11%	-14%	-14%	-24%
質量	通常外被	-11%	-15%	-20%	-20%	-31%
	難燃外被	-21%	-24%	-26%	-26%	-40%

を適用することにより、少心地下ケーブルの細径・軽量化も実施しました²⁾。これら地下ケーブル開発品における外径・質量軽減結果を表に示します。

3. 架空ケーブル

架空配線系光ケーブルに対する重要な要求特性の1つに中間後分岐作業性があげられます。これは、加入者数に応じて任意の位置でケーブルを後分岐する際の作業性であり、迅速かつ経済的な加入サービスの導入に不可欠な機能です。また、ケーブルの細径化と軽量化も経済的な架空光配線の構築にとって重要な要素となります。この要求にこたえるため、当社ではCスロット型光ケーブルを開発しました。図4に示すとおり、“C”形状をした1溝スロットと、その開口部を覆う押さえテープから構

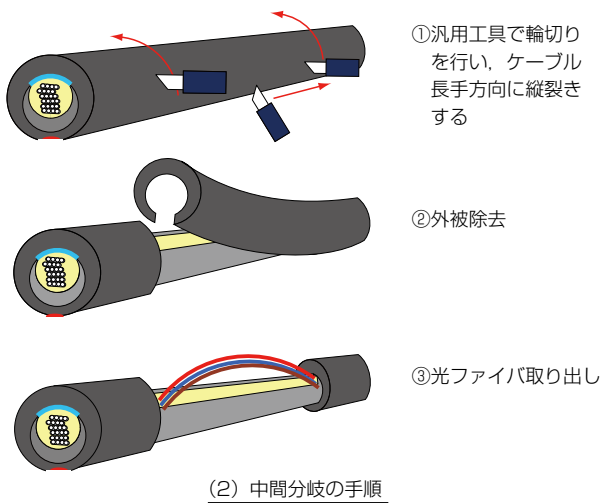
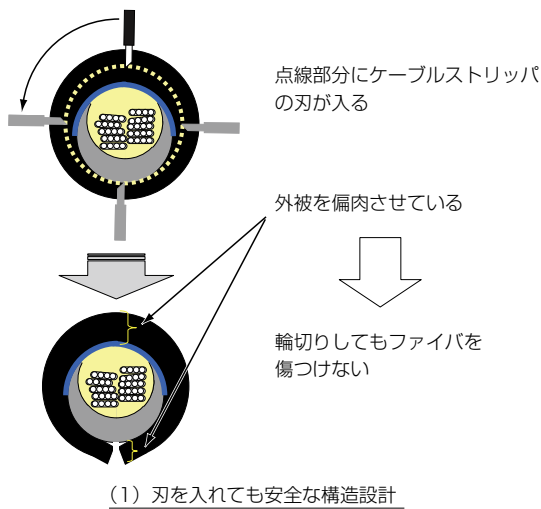


図5 Cスロット型光ファイバケーブルの中間分岐
Fig. 5. Mid-span access process of C-shaped slotted core optical fiber cable.

成されるコアに、偏肉させた外被を被覆した構造となっています。通常のケーブルに施されている粗巻き糸や押え巻きテープがないため、図5に示すように、汎用工具で外被を縦裂きし、両端末を輪切りするだけで簡単に心線を取り出すことができます。また、外被の偏肉設計により、工具を使用してもファイバ心線に外傷を与えることなく安全に作業をすることが可能です³⁾。Cスロット型光ケーブルは、当社独自技術であり、これほど簡単かつ安全に心線が取り出せる構造は、世界にも類を見ません。本ケーブルの優位性は広く認められ、海外も含め既に多くの採用実績があります。

4. ドロップケーブル

ドロップケーブルは、架空クロージャから各加入者宅の間の引き込み配線に使用されます。本ケーブルに関しては、西日本地域を中心にクマゼミによる断線被害が多く報告されています。これは、クマゼミがドロップケーブルを樹の枝と間違えて産卵管を突き刺し、内部の光ファイバに損傷を与えてしまうことが原因です。これを解決するため当社では、模擬産卵管を用いたシミュレーション実験や生体のクマゼミを用いた検証実験を実施し、クマゼミから光ファイバを保護する機能を有する外被構造を新規に開発しました。これにより、シンプルな構造で作業性に優れた光ドロップケーブルを実現しています⁴⁾。開発したケーブル構造を図6に示します。これらの開発ケーブルは従来のドロップケーブルと同様に扱うことができるため、今後、さらに広い地域での適用が期待されています。

心数	1心構造	2心構造
構造		
寸法	2.0×5.3 mm	2.0×5.3 mm
心数	4心構造	8心構造
構造		
寸法	2.0×5.9 mm	2.0×5.9 mm

図6 クマゼミ耐性ドロップケーブルの構造
Fig. 6. Cross sectional view of optical drop cable with cicada ovipositor-resistance.

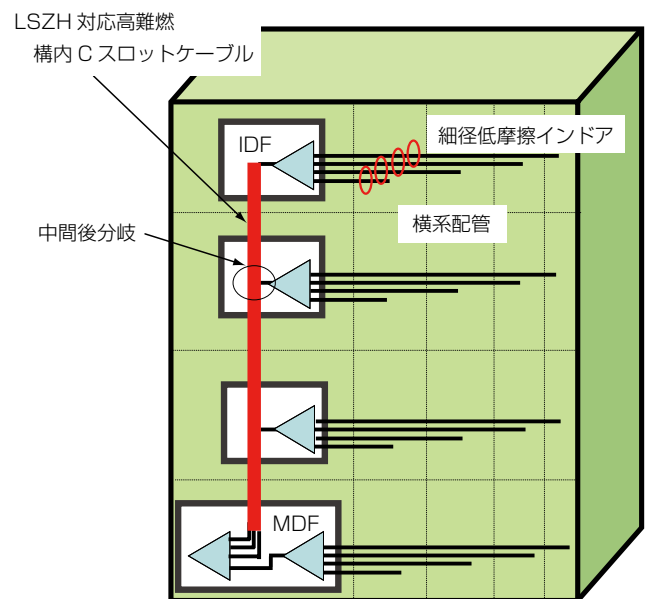


図7 構内配線例
Fig. 7. Schematic of premise wiring.

5. 構内光ケーブル

現在、アパートやマンション等の集合住宅構内の光配線が進められています。当社では、集合住宅等の構内に、光配線を経済的に構築するための各種光ケーブルを開発しています。

5.1 LSZH対応高難燃構内Cスロットケーブル

縦系配線に用いられる光ケーブルでは、図7に示すように、各フロアの横系配線に分歧接続するための中間後分歧性が求められます。当社では、Cスロットを用いることにより中間後分歧性に優れたLow Smoke Zero Halogen (LSZH) 対応高難燃構内Cスロットケーブル⁵⁾を開発しました。ケーブルの構造を図8に、中間後分歧方法を図9に示します。このケーブルは、ノッチをきっかけに外被を引裂くことによって、容易に分岐用心線を取り出すことができます。さらに、一度除去した外被を再びCスロットに被せることができるように構造が工夫されています。これにより、中間での分歧作業後に心線をCスロットへ再収納することができ、分歧部を非常に小さくすることが可能となります。

5.2 細径低摩擦インドアケーブル

既設の電線管を有効利用し、経済的に光配線を構築するために、金属電話線が配線されている電線管の隙間に通線可能な細径低摩擦インドアケーブル⁶⁾を開発しま

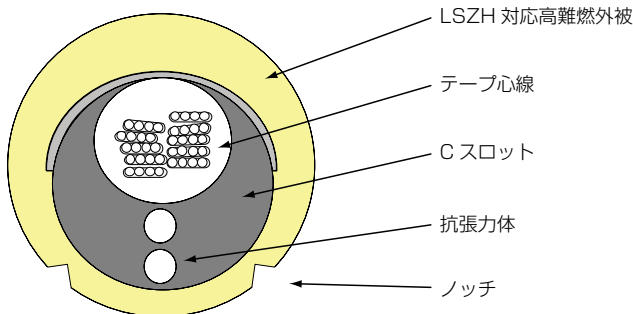


図8 LSZH対応高難燃構内Cスロットケーブル
Fig. 8. LSZH complied C-shaped slotted core cable for premise.

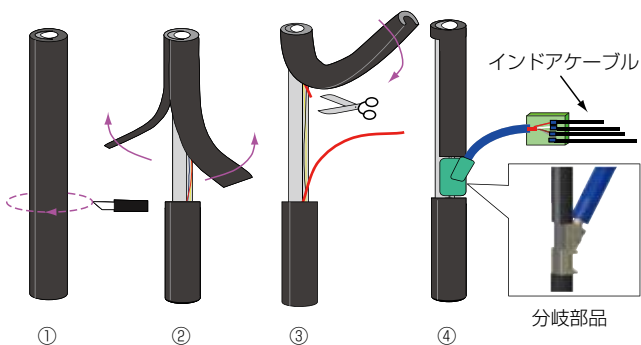


図9 中間後分歧方法
Fig. 9. Mid span access procedure.

した。ケーブルの構造を図10に示します。このケーブルは、①ケーブルの細径化、②曲げ剛性の適正化、③外被低摩擦性の追求により、優れた配管通線性が実現されています。30P金属電話線を配線した可とう電線管(内径22mm、巨長約20m、90°×5曲がり)を用いた通線実験の結果を図11に示します。通線実験において、30本以上の細径低摩擦インドアケーブルを、通線ロッドを使わずに電線管に押し込んで通線可能である結果が得られており、本ケーブルの通線性は非常に優れていることが分かります。さらに、低発煙高難燃性を有する低摩擦外被を開発し、垂直トレイ燃焼試験に適合するLSZH対応高難燃細径低摩擦インドアケーブル⁷⁾も実用化しております。

5.3 隙間配線インドアケーブル

新たに外壁貫通孔を設けることなく、宅内への引き込み配線が可能な光ファイバケーブルとして、玄関ドアや窓サッシの隙間に配線が可能な隙間配線インドアケーブル⁸⁾を世界に先駆けて開発しました。ケーブル構造を図12に示します。このケーブルは、国際標準 (ITU-T G.657.B3) を上まわる低曲げ損特性を有するHole Assisted Fiber (HAF) を用いることにより小径に曲げて曲げ損失が極めて低く、塑性変形し易い金属線を実装した形状保持部を備えることによりドア枠や窓枠の複雑な形状に沿って小さく曲げた配線を可能としています。図13に、ドア、窓サッシそれぞれの配線形態を示します。窓サッシの隙間はドア部に比べて曲げ径が小さいため、ケーブルを斜めに配線することにより光ファイバの曲げ径を緩

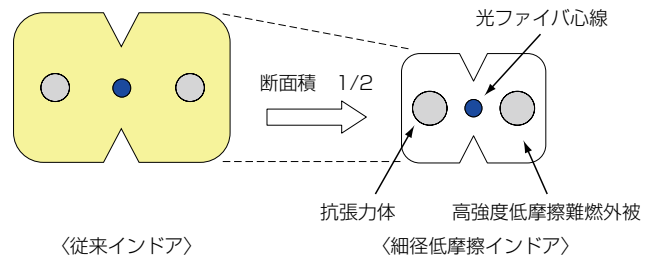


図10 細径低摩擦インドアケーブル
Fig. 10. Low friction small size indoor cable.

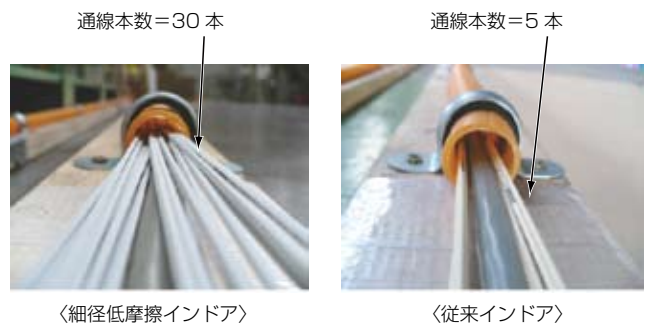


図11 電線管への多重通線
Fig. 11. Multiple installation into a conduit.

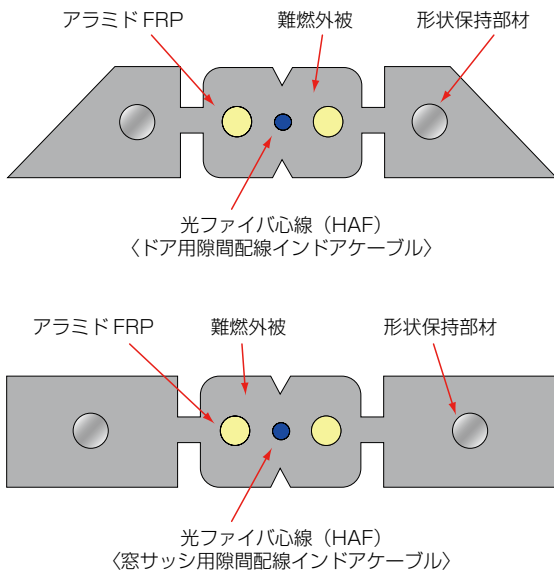


図 12 隙間配線インドアケーブル

Fig. 12. Indoor cables for wiring through interspaces of doors or windows.

和しています。いずれもドアや窓の開閉による損失増加や、外被の損傷は認められず、高い信頼性を有していることを確認しています。

6. む す び

当社が開発した高い機能を有する光ファイバケーブルを紹介しました。今後も継続的に開発を行い、世界的に広がるFTTHネットワークの経済的構築の実現に貢献していきます。

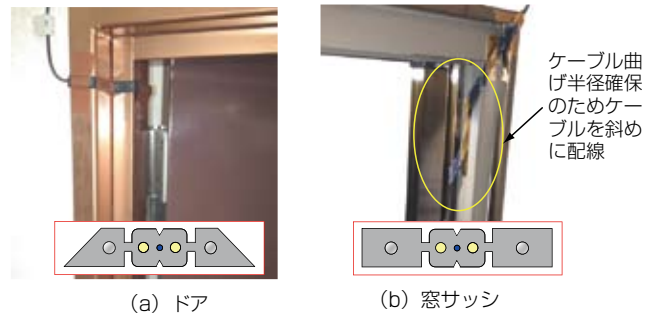


図 13 ドア、窓サッシの隙間配線

Fig. 13. Wiring through interspaces of doors or windows.

参 考 文 献

- 1) K. Tomikawa, et al: "Development of Small Size 1000-Fiber Cable using BIF," 58 th IWCS, pp. 297, 2009
- 2) 鯨江ほか:「細径一方スロットケーブルの開発」, 信学ソ大 (予稿), B-10-1, p. 214, 2011
- 3) 工藤ほか:「自己支持型Cスロット光ファイバケーブル」, 信学全大 (予稿), B-10-8, 2011
- 4) M.Ohno, et al: "Development of the New Cicada Resistant Aerial Optical Drop Cables," 59 th IWCS, p. 164, 2010
- 5) 大里ほか:「集合住宅用LSOH光ケーブル配線システム」, 信学全大 (予稿), B-10-16, 2009
- 6) K. Endoh, et al: "Development of the Small Size Low-Friction Indoor Cable," 58 th IWCS, p. 42, 2009
- 7) 大野ほか:「LSZH対応細径低摩擦インドア光ファイバケーブルの開発」信学全大 (予稿), B-10-10, 2012
- 8) 伊藤ほか:「隙間配線インドア光ファイバケーブルの開発」, 信学全大 (予稿), B-10-13, 2012