

細径低摩擦インドア™ 光ファイバケーブルの開発

高見 正和*・坂部 至・石川 弘 樹
 五月女 裕之・粟飯原 勝行・鈴木 洋平
 山野 雅義・加藤 浩・清田 光政
 山内 孝泰・高橋 俊明・濱田 眞弘

Development of Thinner, Low-Friction Indoor Cable — by Masakazu Takami, Itaru Sakabe, Hiroki Ishikawa, Hiroyuki Sotome, Katsuyuki Aihara, Yohei Suzuki, Masayoshi Yamano, Hiroshi Kato, Mitsumasa Seita, Takayasu Yamauchi, Toshiaki Takahashi and Masahiro Hamada — The number of Fiber-to-the-Home (FTTH) service subscribers has already reached 13 million and is forecast to increase at a consistent pace. Still, Very high-bit-rate Digital Subscriber Line (VDSL) service using copper twisted telephone cable is prevailing for multi-dwelling units (MDUs). As the volume of communication increases, however, high-speed transmission media is firmly required. To meet such demand, FTTH service can be an excellent alternative to VDSL in MDUs. FTTH networks are built by installing indoor cable directly into an individual living unit of a medium-rise MDU through its existing telephone duct. Unlike conventional cable, our newly developed thinner cable covered with low-friction jacket can pass through a duct which is clogged with telephone copper wire. Thus, our new thinner, low-friction indoor cable will greatly contribute to the further expansion of the FTTH service.

Keywords: indoor cable, low-friction, MDUs, FTTH

1. 緒 言

FTTHやNGN（次世代通信網）の構築が進む中、多彩な通信サービスを実現するための通信媒体として光ファイバ網構築の重要性は増してきている。このような状況下、光ファイバを新たに布設しやすい戸建住宅や新築の集合住宅と異なり、既設集合住宅では配線スペースの制約により、VDSL等の既存のメタル線を活用した通信サービスに制限されるケースが想定される。

そこで電話配管等の既設設備の空きスペースを有効的に活用することで光化を推進すべく細径低摩擦インドア™光ファイバケーブル（以下インドアケーブル）を開発した。

細径低摩擦インドアケーブルは主に戸建の宅内配線用途に使用されてきたインドアケーブルを細径化し、更に外被に低摩擦材料を使用することで、例えば電話配管内にメタル電話線等のケーブルが既に布設されているようなケースであっても、配管内の空きスペースを活用して追加布設することが可能になり、より経済的な光配線網を構築することが期待される。また布設を補助するツールとして、現場付けコネクタや梱包材についても改良を施した。

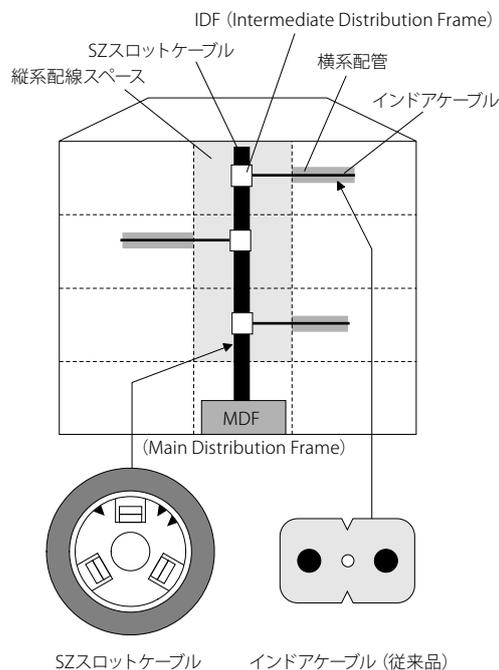


図1 従来の配線例

2. 細径・低摩擦インドアケーブルの配線例

2-1 従来配線例 従来の集合住宅内配線例を図1に示す。まず縦系配線用ケーブルとしてSZスロットケーブルを布設した後に、各戸のFTTHサービス申し込みに応じ

て横系配線用のインドアケーブル等を布設する。この場合、横系配線ケーブルを布設する度に縦系ケーブルとの接続作業が必要となるため、SZスロットケーブルの外被除去、

ファイバ取り出し、融着接続等の接続作業、余長の収納作業等が必要となる。

2-2 新配線例 今回開発した細径低摩擦インドアケーブルを用いると図2に示すように、MDFから各戸まで繋がる既設の電話配管を通じて光ファイバを各戸まで直接布設することが可能となる。この場合、縦系ケーブルのSZスロットケーブルも不要であり、縦系-横系ケーブルの接続点も無くなるため、布設コスト低減効果も期待できる。

また細径・低摩擦である特長を生かして各戸共用の電話配管に多くのインドアケーブルをFTTHサービスの申し込みに応じて追加布設することができる。このため中規模程度の集合住宅であれば全戸分のインドアケーブルを数本の電話配管に収納することも可能であり、集合住宅内の限られた空きスペースを有効的に活用することができる。

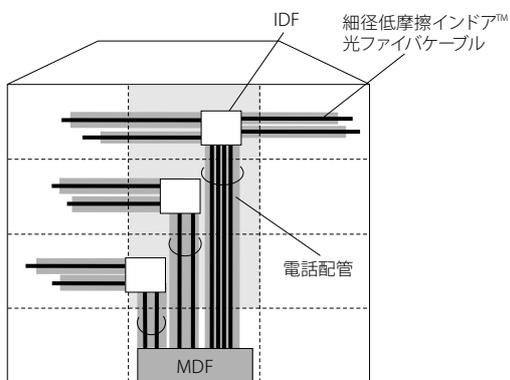


図2 細径低摩擦インドア™光ファイバケーブルを使用した新配線例

3. ケーブル構造

細径低摩擦インドアケーブル構造を図3、表1に示す。設計指針としては取扱い性の良い従来のインドアケーブル構造を踏襲し光ファイバの両側に2本のテンションメンバを配置し、難燃ポリオレフィンで一括被覆する構造とし、これを基に細径化、低摩擦化を図った。外被には摩擦係数が従来インドアケーブルと比べて約1/5となる低摩擦材料を

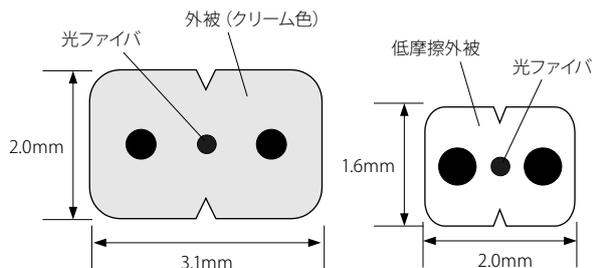


図3 インドアケーブル構造図（左：従来製品、右：開発品）

表1 ケーブル諸元

項目	従来品	開発品
ケーブル外径	幅3.1mm 高さ2.0mm	幅2.0mm 高さ1.6mm
ケーブル質量	9.9kg/km	6.4kg/km
外被色	クリーム色	白色

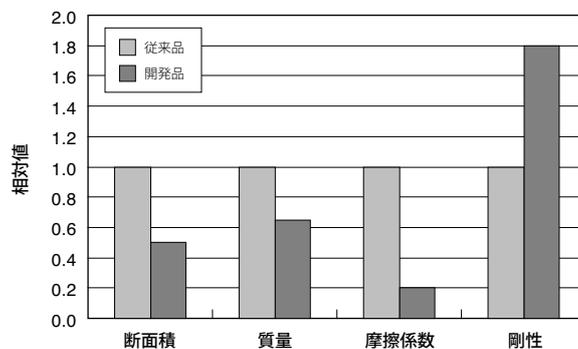


図4 従来比との構造比較

採用すると同時に高強度材料を使用することで断面積が従来比50%の細径ケーブルでありながら従来インドアケーブル同等の機械強度を有している。更に、テンションメンバにも従来品より太い鋼線を使用することでケーブルの剛性も高めており、例えば電話配管にケーブルを手で押し込んで布設するような場合でも良好な布設性を確保できる。

4. ケーブルの諸特性

4-1 R15mm 曲げ光ファイバ心線の特性 細径低摩擦インドアケーブルにはアクセス/ユーザー系の光ケーブルに広く使用されているR15mm 曲げ光ファイバ心線（当

表2 15mm 曲げ光ファイバの特性

項目	ITU-T G. 652C/D	ITU-T G. 657A	PureAccess®-PB		
構造	モードフィールド径	8.6-9.5μm ± 0.7	8.6-9.5μm ± 0.7	8.6μm ± 0.4	
	クラッド径	125μm ± 1	125μm ± 0.7	125μm ± 0.5	
	モードフィールド偏心量	≤ 0.80μm	≤ 0.5μm	≤ 0.4μm	
光学特性	伝送ロス	(1310-1625nm)	≤ 0.4dB/km	≤ 0.4dB/km	≤ 0.4dB/km
		(1550nm)	≤ 0.35dB/km	≤ 0.3dB/km	≤ 0.25dB/km
	零分散波長	1300-1324nm	1300-1324nm	1300-1324nm	
	ケーブルカットオフ波長	≤ 1260nm	≤ 1260nm	≤ 1260nm	
	30mm φ 曲げロス	(1550nm)	—	≤ 0.25dB/10ターン	≤ 0.25dB/10ターン
		(1625nm)	—	≤ 1.0dB/10ターン	≤ 1.0dB/10ターン
20mm φ 曲げロス	(1550nm)	—	≤ 0.75dB/1ターン	≤ 0.75dB/1ターン	
	(1625nm)	—	≤ 1.5dB/1ターン	≤ 1.5dB/1ターン	

社製品名 PureAccess®-PB) を適用した。表 2 に Pure Access®-PB の特性を示す。

尚、PureAccess®-PB は国際規格 ITU-T G.652.D に準拠すると共に、曲げ強化型光ファイバのカテゴリである ITU-T G.657A にも準拠している。

4-2 ケーブルの特性 表 3 に細径低摩擦インドアケーブルの伝送特性、温度特性、機械特性を示す。いずれの項目についても従来インドアケーブル同等の特性を有することを確認した。

表 3 細径低摩擦インドアケーブルの諸特性

項目	試験条件	試験結果
伝送特性	$\lambda = 1310\text{nm}$ 、OTDR	$<0.35\text{dB/km}$
	$\lambda = 1550\text{nm}$ 、OTDR	$<0.25\text{dB/km}$
温度特性	$\lambda = 1550\text{nm}$ 、 $-10 \sim 40^\circ\text{C}$ 3 サイクル	$<0.10\text{dB/km}$
引張特性	引張張力 20N	$<0.05\text{dB}$
曲げ特性	曲げ半径 15mm $\pm 180^\circ$ 、10 回	$<0.05\text{dB}$
側圧特性	側圧 1960N/100mm	$<0.05\text{dB}$
衝撃特性	錘 300g、落下高さ 1m	$<0.05\text{dB}$
捻回特性	$\pm 180^\circ/1\text{m}$ 、10 回	$<0.05\text{dB}$
難燃性	JIS C3005 傾斜試験	自然消炎

4-3 配管への通線性検証 細径低摩擦インドアケーブルを用いて電話配管への通線性を検証した。ここでは中規模の集合住宅内の実際の配線を模擬して、図 5 に示すような内径 22mm の電話配管 (総ルート長 20m) において 90° 曲がり部が 5 箇所ある立体的なルートを作成した。また通線方法についても通線ロッドを用いた牽引工法と手による押し込み工法の 2 方法にて通線評価を行った。

通線性検証の結果、表 4 に示すように 30P メタル電話線が既設ケーブルとして布設されている場合であっても細径・低摩擦インドアケーブルを用いると 30 条以上のケーブルの追加布設が可能であり、従来インドアケーブルよりも格段に通線性が向上することを確認した。

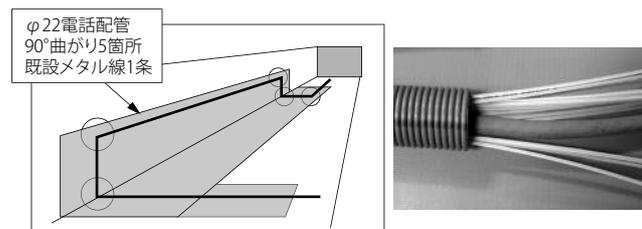


図 5 通線性検証概略図

表 4 配管通線性検証結果

ケーブル	工法	通線ロッド牽引工法	手による押し込み工法
	従来インドアケーブル		5 本以下
細径低摩擦インドアケーブル		30 本以上	30 本以上

※配管ルート内全長に 30P メタル電話線を事前に布設

5. 現場付けコネクタ取り付け性

昨今の加入者系の光配線では、クロージャの内部、宅内への引き込み成端箱、ONU 内部、ビル内の成端箱等で、現地組立型コネクタが広く使用されるようになった。

当社ではこれまでインドアケーブル/ドロップケーブルの端末に直接取り付けることのできる外被把持型の e-SC™/FA コネクタを販売してきたが、今回開発した細径低

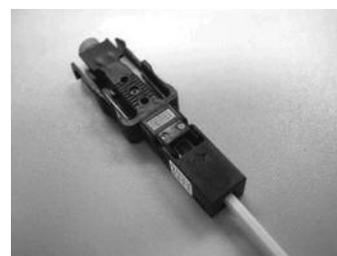
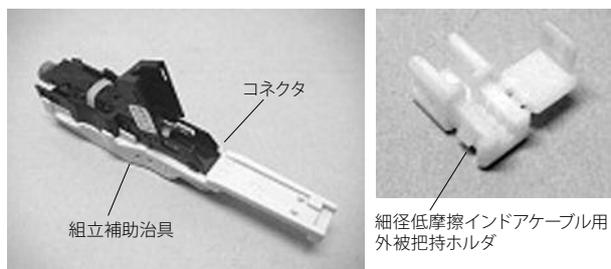


写真 1 現場付けコネクタ取り付け

表 5 現場付けコネクタの特性

項目	条件	試験結果
接続損失	—	Ave.0.27dB Max.0.38dB
反射減衰量	—	Ave.50.5dB Min.46.6dB
引張特性	10N、1min	$<0.2\text{dB}$
屈曲特性	4.9N、 $\pm 90^\circ \times 10\text{cyc}$.	$<0.2\text{dB}$
振動特性	全振幅 1.5mm 10-55MHz、3 軸 2h	$<0.2\text{dB}$
衝撃特性	100G 6ms、3 軸各 3 回	$<0.2\text{dB}$
温度特性	$-40 \sim 70^\circ\text{C}$ 、6h、10cyc	$<0.2\text{dB}$
温湿度サイクル	$-10 \sim 65^\circ\text{C}/93\%$ 、10cyc	$<0.3\text{dB}$

摩擦インドケーブルについても、新たに開発した専用の把持ホルダを用いることにより従来品同等の作業性にてコネクタを取り付けることが可能である。

表5に本コネクタの光学特性と信頼性試験結果を示す。接続損失は最大0.38dB、その他良好な機械特性、環境特性を有することを確認した。

6. 梱包改良

従来のインドケーブルは写真2に示すような束梱包やボビン梱包が一般的であったが、布設時に専用の繰り出し機を持ち運ぶ必要もあり利便性の向上が求められていた。

今回開発した細径低摩擦インドケーブルでは、LANケーブル等のメタルケーブルで採用されていた「8の字巻き」梱包を採用した。これにより直接梱包段ボールから、捻れなくケーブルを繰り出せるため布設作業の向上が期待できる。

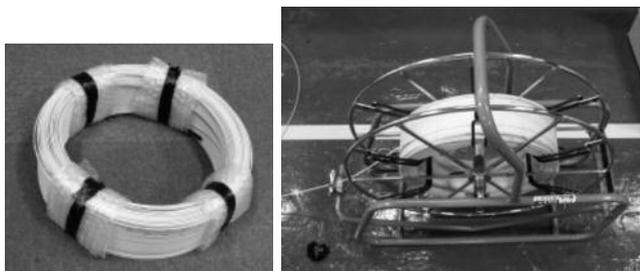


写真2 従来の一般的な梱包および繰り出し方法

また布設現場での利便性を考慮して、最大ケーブル単長1000mの8の字巻きを実現し、更に8の字巻きを小径化することで写真3に示すような段ボール箱の高さ29cmの小型段ボール箱への梱包を可能にした。これにより収納場所が限られるバケット車等への収納性向上が期待できる。ま



写真3 繰り出し可能な「8の字巻き」梱包

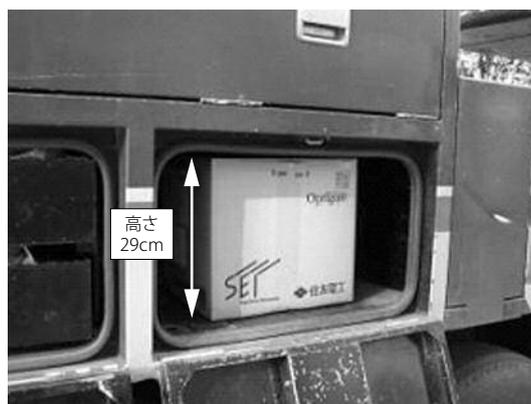


写真4 バケット車収納

た段ボール箱の追加機能として、一旦段ボールから引き出したインドケーブルの余長を廃却せずに収納できる便利な余長収納機能も有している。

7. 結 言

FTTHの急速な普及に伴い、光化が推進されている集合住宅において電話配管等の空きスペースを有効活用して、多条通線可能な細径低摩擦インドケーブルを開発し、各種特性が良好であることを確認した。

また、周辺技術として、現場付けコネクタの開発、繰り出し可能な「8の字巻き」梱包も併せて開発した。

参 考 文 献

- (1) 電子情報通信学会ソサイエティ大会B-10-19 (2009春)

執 筆 者

高見 正和* : 光通信事業部 技術部 主査
国内向け光ファイバケーブルの
開発・設計に従事



- 坂部 至 : 光通信研究所 光材料機能応用研究部 主席
石川 弘樹 : 光通信事業部 技術部 主査
五月女裕之 : 光通信事業部 技術部 グループ長
粟飯原勝行 : 光通信事業部 技術部 グループ長
鈴木 洋平 : 光通信事業部 ケーブル製造部
山野 雅義 : 光通信事業部 ケーブル製造部 主査
加藤 浩 : 光通信事業部 ケーブル製造部 主査
清田 光政 : 光機器事業部 機器製品部
山内 孝泰 : 光機器事業部 機器製品部 主席
高橋 俊明 : 光機器事業部 技術部 主査
濱田 真弘 : 光機器事業部 技術部 グループ長

*主執筆者