

細径低摩擦インドア光ケーブル

光ケーブルシステム開発センター 遠藤克佳¹・佐山忠嘉²・大野昌史²・竹田大樹¹
田中志明³・塩原悟⁴・岡田直樹⁵・宮本末廣⁶

Small Size Low-Friction Optical Fiber Indoor Cable

K. Endoh, T. Sayama, M. Ohno, D. Takeda, S. Tanaka,
S. Shiobara, N. Okada, and M. Miyamoto

FTTHのさらなる普及、発展に向けて、光ファイバを集合住宅の各戸まで配線する方式が求められている。しかしながら、既設の集合住宅において、光ケーブル用の配管が無い場合には、配管を新たに設置する必要があるなど、コスト上の理由などから光ケーブルの追加布設が困難である場合が多い。そこで当社では、優れた低摩擦性と機械特性を有し、通線ロッドを用いない押し込み工法によって、メタル電話線などが布設されている既存配管の隙間に、容易に多条を布設することが可能な細径低摩擦インドア光ケーブルを開発した。

In Japan, it is necessary to construct indoor cables in existing multiple dwelling units for FTTH network development. However, some existing multiple dwelling units have no conduit unit for optical cables and it is difficult to add new conduit lines because of expensive construction cost. So, we have to use existing spaces of metal telephone wires conduits while realizing additional installation of more fibers. Therefore we developed the low-friction indoor cable. It has low coefficient of friction and suitable for pushing installation without utilizing any rod into conduits crowded with existing cables.

1. ま え が き

集合住宅にFTTHを構築する際、1階などに設置されたMain Distributing Frame (MDF)と呼ばれる主配線盤から各戸まで光ファイバを配線する必要がある。既設の集合住宅などにおいて、新たに布設する光ケーブル用の配管が無い場合には、光ケーブルの布設ルートの確保や配管の追加工事の決定が難しく、また布設コストが大幅に上昇するなどの理由から、光配線化が困難であることが多い。この対策として、集合住宅では、電線管を通じてメタル電話線が各戸まで配線されていることが一般的であるため、この既設管路の隙間を利用して光ケーブルを布設する方法が考えられる。しかしながら、従来のインドア光ケーブルは、電線管や管内の既設ケーブルとの摩擦が大きくケーブルの許容張力を上回る布設張力が掛かることから、数条程度しか布設できない。また、従来は、通線ロッドを使用して電線管内に光ケーブルを引き込む工法が一般的であるが、ケーブル自体を直

接電線管内に押し込む工法での通線が可能であれば、はるかに作業時間が少なくなることが想定される。そこで、通線ロッドを用いない押し込み工法でメタル電話線が存在する既設配管の隙間に多条の光ケーブルを通線できることを目標とし、細径低摩擦インドア光ケーブルを開発した。

2. ケーブルの設計

従来品と開発品の比較を図1および表1に示す。細径低摩擦インドア光ケーブル(以下、開発品)の設計において、通線ロッドを使用して電線管内に光ケーブルを引き込む工法(以下、引き込み工法)に加え、通線ロッドを用いずケーブル自体を直接電線管内に押し込む工法(以下、押し込み工法)での通線を可能とするため、ケーブル外被の低摩擦化と耐摩耗性の向上、細径化、ケーブルの高剛性化を検討した。

2.1 高強度難燃低摩擦外被の検討

ベースポリマの選定

電線管への優れた通線性を実現するためには、電線管内壁や管内の既設ケーブルとの摩擦を極力小さくし、擦れによるケーブルの損傷を抑えなければならない。そこで、従来品の難燃ポリオレフィン外被に比べて、硬度が高く、低摩擦性、耐摩耗性に優れた高強度難燃ポリオレフィンベースポリマとして選定した。

1 光ケーブル開発部
2 光ケーブル開発部主席研究員
3 通信技術部
4 光ケーブル開発部グループ長
5 光ケーブル開発部長
6 光ケーブルシステム開発センター長

省略語・専門用語リスト		
省略語・専門用語	正式表記	説明
FTTH	Fiber To The Home	光ファイバーを一般ユーザ宅へ直接引き込む光通信の方式。
IEC	International Electrotechnical Commission	国際電気標準会議。
MDU	Multiple Dwelling Unit	集合住宅。
C D	Combined Duct	合成樹脂製可とう電線管。
JIS	Japanese Industrial Standard	日本工業規格。
LAN	Local Area Network	ローカルエリアネットワーク。

低摩擦化の検討

3種類の低摩擦化処方について検討を行った。それぞれの低摩擦化処方を高強度難燃ポリオレフィンに施したときの摩擦係数を図2に示す。摩擦係数は、ケーブルを試作して、図3に示す方法で測定した。また、図中の摩

擦係数は従来品の摩擦係数を1としたときの相対値である。図2の結果より、摩擦低減効果の高かった処方Aと処方Cについて、長期信頼性評価として、高温・高湿環境下での摩擦係数の変化を調べた。結果を図4に示す。処方Aは、摩擦係数の上昇が確認されたが、処方Cは摩擦係数の上昇傾向は認められなかった。以上から、高強

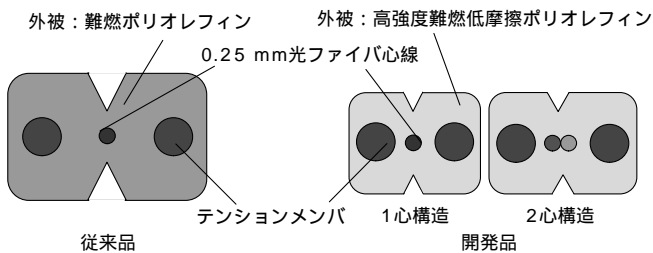


図1 従来品と開発品のインドア光ケーブルの断面構造
Fig. 1. Cross-section of a conventional indoor cable and small size low-friction indoor cables.

表1 従来品と開発品の比較 (相対値)

Table 1. Comparison between conventional cable and small size low-friction indoor cable.

項目	従来品	開発品
断面積	1	約 1/2
質量	1	約 2/3
低摩擦性 (動摩擦係数)	1	1/7 以下
耐摩耗性 (外被摩耗量)	1	1/100 未満
曲げ剛性	1	約 2 倍

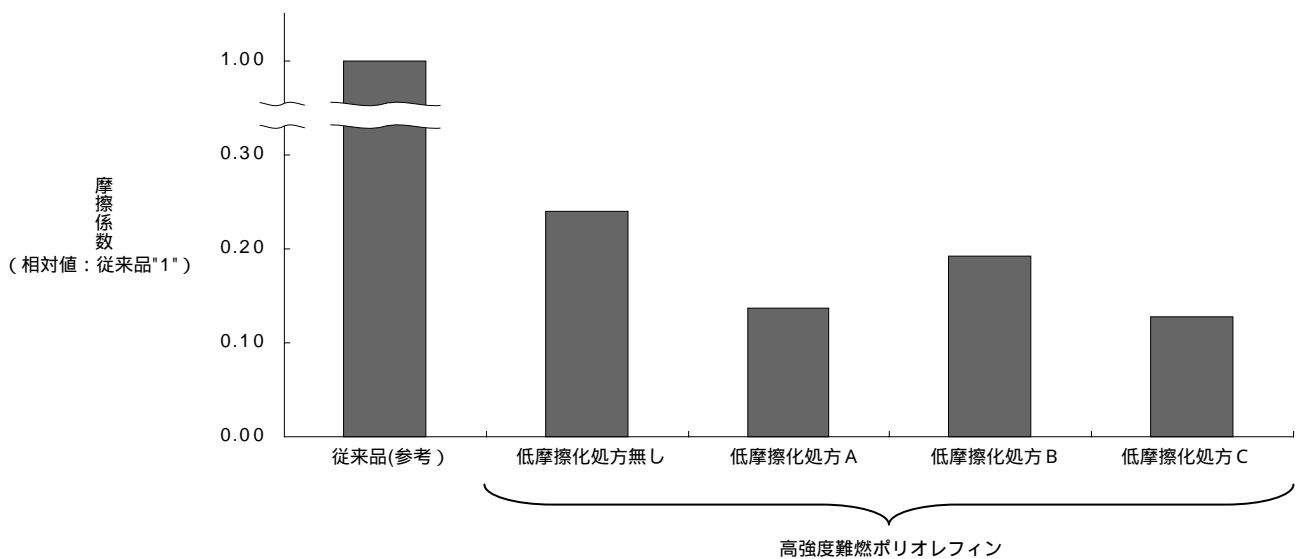


図2 低摩擦化処方と摩擦係数低減効果
Fig. 2. Comparison of different kinds of treatment in order to reduce coefficient of friction.

度難燃低摩擦外被に、摩擦低減効果と長期信頼性に優れた処方Cを採用した。これにより、従来品の1/7以下のきわめて低い摩擦係数を実現した。

耐摩耗性

図5に示す実験装置を用いて、高強度難燃低摩擦外被の耐摩耗性を検証した。結果を図6に示す。開発品の摩耗量は、従来品の1/100以下であり、優れた耐摩耗性を有していることを確認した。

2.2 細径化の検討

電線管内面積におけるケーブル占積率を下げ、通線性を向上させるため、ケーブルの細径化を検討した。細径

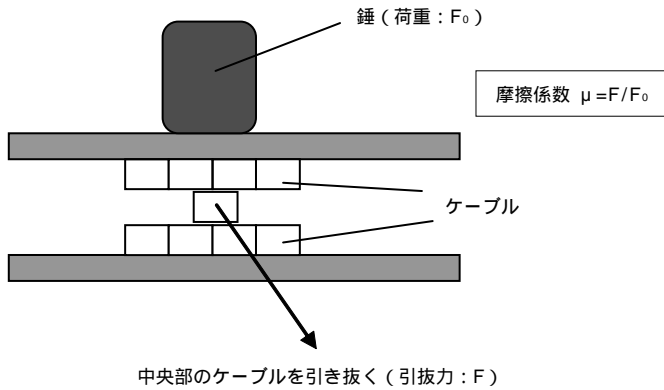


図3 摩擦係数測定試験

Fig. 3. Experiment of friction coefficient measurement.

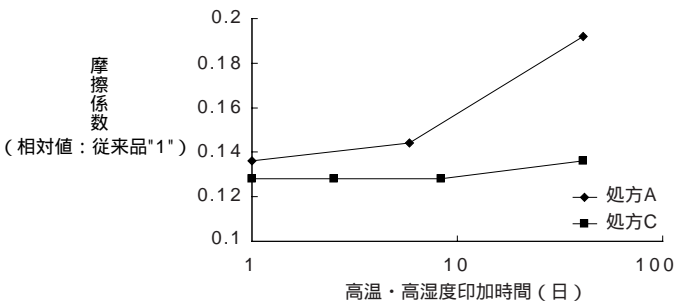


図4 摩擦低減効果の長期信頼性評価結果

Fig. 4. Comparison coefficient of friction between treatments A & C with aging time.

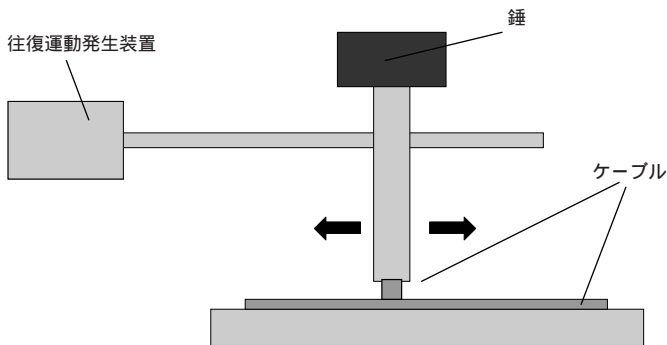


図5 摩耗試験

Fig. 5. Abrasion test method.

化することにより、従来品に比べて外被が薄くなることから、耐側圧特性、耐衝撃特性などの機械特性の劣化が懸念される。開発品は、高強度難燃低摩擦性外被を採用することにより、従来品と同等の機械的強度を確保しながら、断面積比を従来品の約1/2とした。また、細径化により、質量も従来品の約2/3に低減している。

2.3 高剛性化

ケーブルを押し込む力が電線管内のケーブル先端に伝わるようにするため、ケーブルの剛性は高い方が望ましいが、ケーブルを小径に曲げてローゼットなどに収納するときの作業性が悪くなるという問題が生じる。テンションメンバの種類を変えてケーブルを試作し、短径方向に曲げたときの曲げ剛性と、ローゼットへの収納作業性を検証した。曲げ剛性は、IEC 60794-1-2 Method E17Cに準拠し図7の方法で測定した。結果を表2に示す。表2は、従来品の曲げ剛性を1としたときの相対値である。図8は、光ローゼットへの収納例である。鋼線Cを用いることで、ローゼット等への収納作業性を確保しつつ、従来品の約2倍の曲げ剛性を達成した。

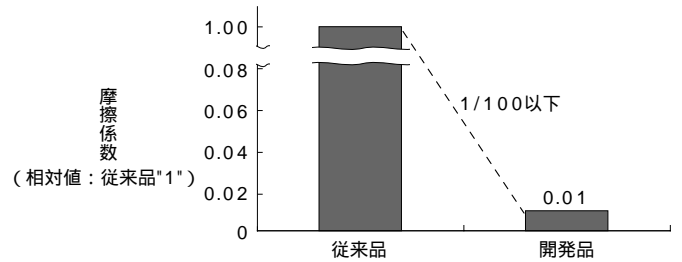
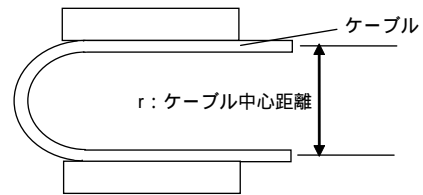


図6 摩耗試験結果

Fig. 6. Results of abrasion tests.



曲げ剛性 $B = \text{応力 } F \times \dots \times (r/2)^2$

図7 曲げ剛性測定方法

Fig. 7. Stiffness measurement method.

表2 テンションメンバと曲げ剛性，作業性

Table 2. Relation among strength member, bending stiffness and rosette installation properties.

テンションメンバ	鋼線 A	鋼線 B	鋼線 C	鋼線 D
曲げ剛性 (相対値)	約 1	約 1.5	約 2	約 7
ローゼット収納性				×

3. 電線管通線性

1 心型細径低摩擦インドア光ケーブルを試作し、表3に示す実験用配管を用いて通線実験を行った。本実験では、開発品の通線条数の目標を、メタル電話線の実回線数と同数以上とし、30条以上に設定した。

3.1 引き込み工法

引き込み工法で従来品と開発品の通線性を比較した。結果を図9に示す。従来品は5条までしか引き込めなかったが、開発品は30条以上を容易に引き込むことが可能

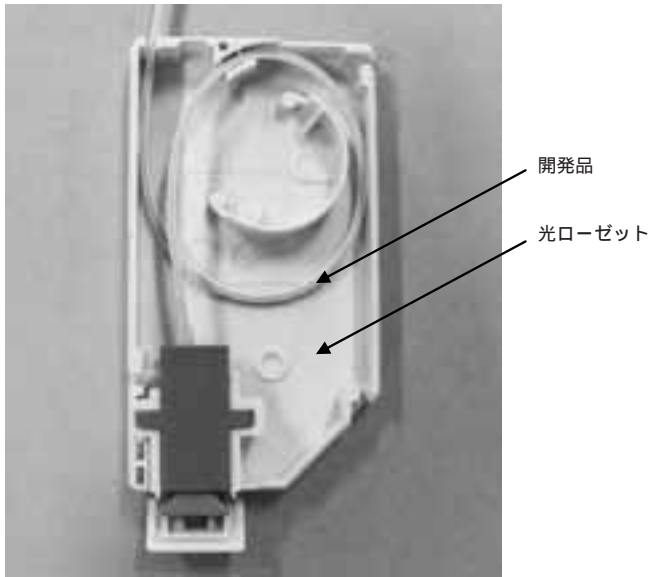


図8 光ローゼットへの収納状態
Fig. 8. Cable installation in the rosette.

表3 実験用配管
Table 3. Conduit line for cable installation test.

項目	設定
種類	CD管
内径	22 mm
コーナー	90°×5曲がり
亘長	20 m
既設ケーブル	30Pメタル電話線 外径約9 mm

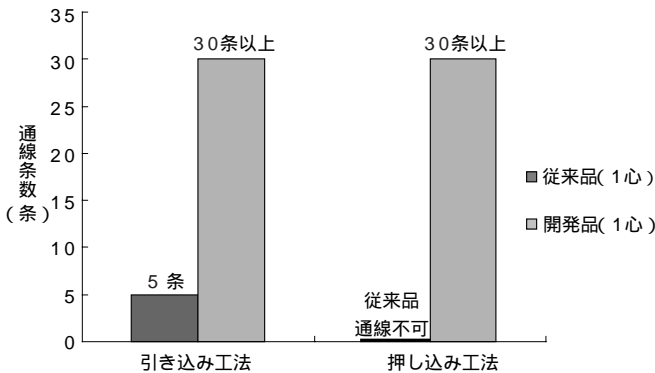


図9 通線試験結果
Fig. 9. Results of cable installation tests.

であった。このときの配管口の様子を図10に示す。従来品5条を通線した状態は、開発品を30条通線したときに比べて大きな隙間が電線管内に残っているが、布設張力が高くこれ以上の通線は困難であった。布設張力と開発品30条を通線した後に任意の1条を引き抜いたときの引抜力を図11に示す。開発品は、従来品に比べて、通線条数が6倍以上に増えながら、布設張力が1/20以下に低減しており、通線性が大幅に向上していることが確認された。また、開発品は、引抜力も10N未満ときわめて低いことから、布設後に任意の1条を引き換えることも可能であると考えられる。開発品を30条通線後に、電線管から引抜いて外観を観察したところ、著しい外傷は無く、優れた耐外傷性を有していることを確認した。

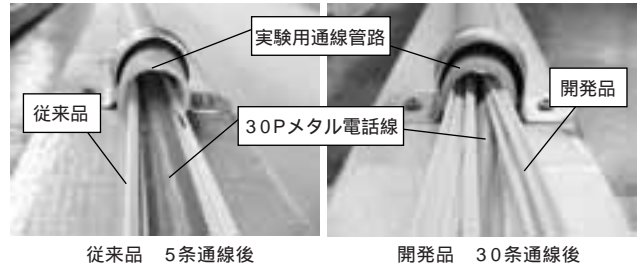


図10 従来品と開発品通線後の配管口の様子
Fig. 10. Conditions of cable installation at the exit of conduit line.

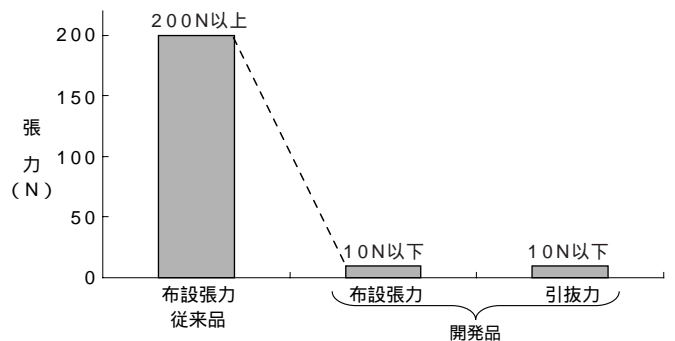


図11 従来品、開発品の布設張力と開発品の引抜力
Fig. 11. Pulling-installation force and pulling out force between conventional cable and small size low friction indoor cable.

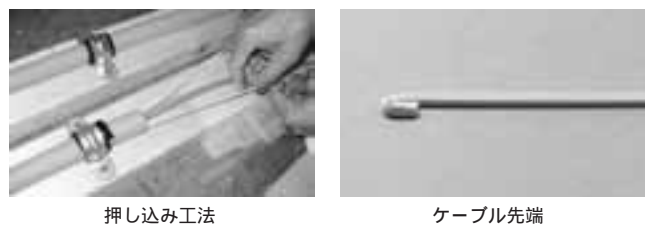


図12 押し込み工法とケーブル先端加工
Fig. 12. Pushing-installation procedure by making a bend of cable tip.

3.2 押し込み工法

押し込み工法では、ケーブル先端がCD管のコルゲート部に引っ掛かるのを防ぐため、図12に示すように、実施時にケーブル先端部を折り曲げた。図9に示したように、従来品は全く通線することができなかったが、開発品は30条以上を容易に通線することができた。押し込み工法では、通線ロッドを電線管へ入れる作業がなくなるため、開発品は、押し込み工法の実現により、作業性が大幅に向上することが確認された。

4. 開発品の特性

開発品の特性評価結果を表4に示す。温度特性は、IEC60794-2-20に準拠し-20 ~ +60の範囲で実施した。各機械試験はIEC60794-1-2に準拠して実施した。いずれも、損失増加は見られず、良好な結果が得られた。燃焼特性は、JIS C 3005の60°傾斜燃焼試験について実施し、自己消炎することを確認した。

表4 ケーブル特性

Table 4. Results of mechanical tests, temperature cycling test and flame retardant test.

試験項目	試験条件	結果
伝送特性	1310 nm	0.35 dB/km以下
	1550 nm	0.25 dB/km以下
温度特性*	-20 ~ +60	損失変動 0.05 dB/km以下
側圧*	1200 N/25 mm 1分	0.05 dB以下
曲げ*	R= 15 mm ±180°	0.05 dB以下
衝撃*	3 J	0.05 dB以下
捻回*	±90°	0.05 dB以下
耐燃焼特性	JIS C 3005 60°傾斜	自己消炎

機械特性、温度特性の測定波長：1550 nm

5. リーレックス¹⁾ 梱包

開発品は、LANケーブルなどで使用されているリーレックス¹⁾ 梱包を採用した。梱包状態を図13に示す。リーレックス¹⁾ 梱包は、ケーブルが捻れずに梱包箱から直接繰り出すことができ、ケーブル束を繰り出し機に掛ける必要が無いことから、狭いスペースでの布設作業も容易となる。また、きわめて低い張力でケーブルが引き出せることから、布設作業性に優れている。さらに、梱包サイズの小型化により、1000 m巻きにおいて、300 m巻きLANケーブルの梱包箱の容積比1/2を達成し、持ち運びも容易となっている。

6. むすび

細径低摩擦インドア光ケーブルを開発した。このケーブルは、従来のインドア光ケーブルに比べて断面積比1/2に細径化し、外被の摩擦係数を1/7以下に低減した。これにより、メタル電話線等が配線されている既設配管の隙間に、通線ロッドを用いない押し込み工法により、多条のケーブルを容易に通線することが可能となっている。集合住宅における光配線において、施工性の向上、作業時間の短縮、コスト削減等の効果が期待できる。

参考文献

1) REELEX (リーレックス) は米国 WINDING 社の商標

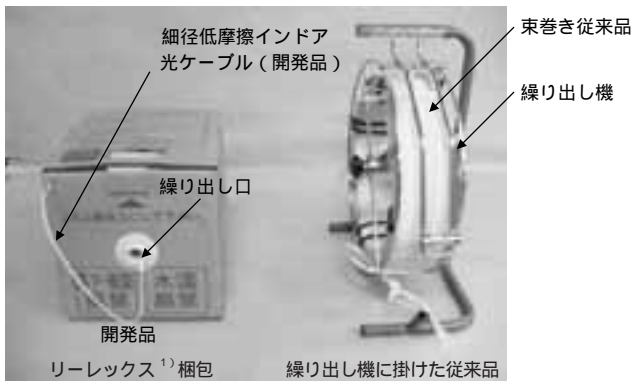


図13 リーレックス¹⁾ 梱包箱と繰り出し機に掛けた従来品
Fig. 13. Reelex¹⁾ packing box and conventional cable reel.