



アクセスネットワークの効率的な構築を可能とする 超細径高密度光ケーブル技術

NTTアクセスサービスシステム研究所

やま だ ゆうすけ / かく た だいすけ / たかはし ゆうじ / すずき ちひろ / しば た ゆきひこ
山田 裕介 / 角田 大祐 / 高橋 裕司 / 鈴木 千宏 / 柴田 征彦 /
きよすえ しゅうすけ / はまおか あつし / かねこ りょういち / しらき かずゆき / たかみざわ かずとし
清末 周助 / 濱岡 篤 / 金子 亮一 / 白木 和之 / 高見沢 和俊

NTTアクセスサービスシステム研究所では、光ブロードバンドサービスのさらなる普及拡大に向けて、光通信網のより効率的かつ迅速な構築を目指した研究開発に取り組んでいます。ここでは、新たに開発した、究極的に細径高密度化した光ケーブル、およびその光ケーブルに対応した光クロージャを紹介します。

開発の背景

日本におけるブロードバンド契約数は2012年3月末で3900万を超えており、中でもFTTH（Fiber To The Home）契約数は2200万に達しています⁽¹⁾。今後、さらなるFTTHの普及・拡大を図るためには、光通信網をより効率的かつ迅速に構築することが必要となります。

図1は、NTTビルからお客さま宅・お客さまビルまでの光通信網の構成例です。近年の光ファイバケーブルの開発

では、例えば、集合住宅・ビル内の光配線の効率化を目的として、すでにメタリックケーブルや光ケーブルなどが布設された狭い配管内に、容易に追加・多条布設することが可能な低摩擦インドア光ファイバ⁽²⁾・⁽³⁾や、集合住宅の各戸に光ファイバを引き込む配管がない場合に、壁に穴を開けることなく、窓サッシ・ドアなどの隙間に配線することが可能な隙間配線インドア光ファイバ⁽⁴⁾などが開発・実用化されています。また局内区間においても、信頼性を一層向

上させることを目的に、曲げによる光損失増加を抑制した局内光ケーブル⁽⁵⁾が開発・実用化されています。

一方、架空区間や、地下区間に用いられる光ファイバケーブルには、数十～1000心程度までの多心光ケーブルが用いられています。このような区間では、通常1本の長さが数百メートル以上の光ケーブルが布設されます。これらの光ケーブルは、軽量であるほど布設時の牽引力を小さくでき、例えば人力による少人数での布設が可能となる等、光通信

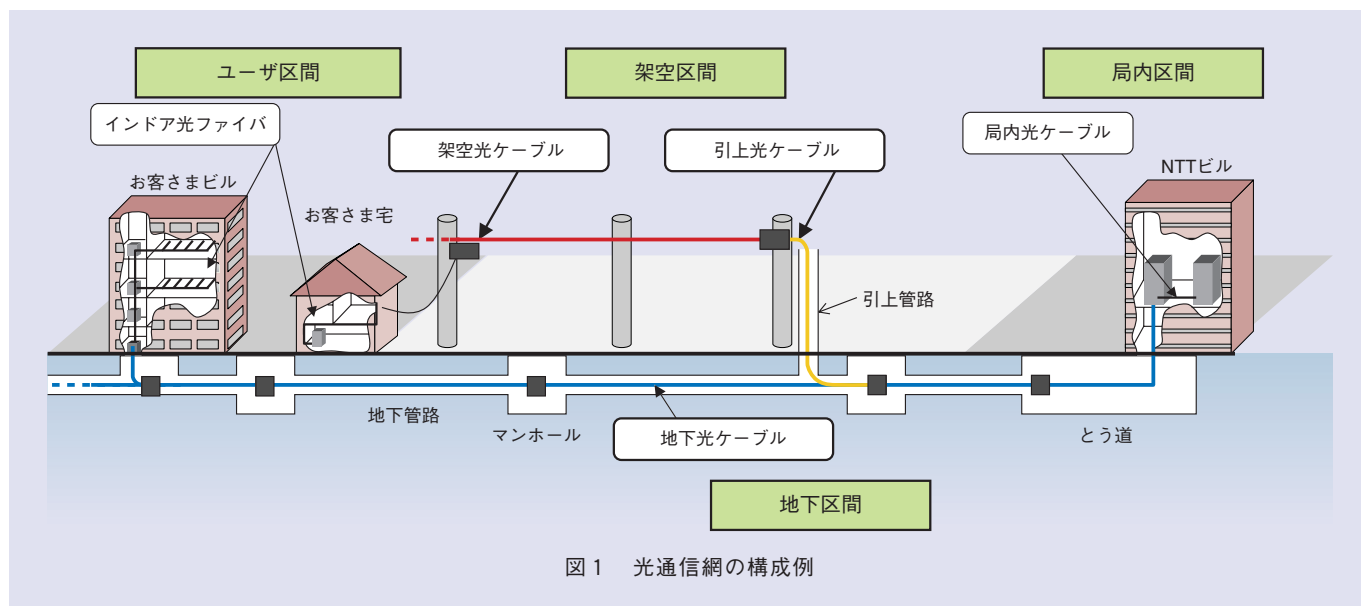


図1 光通信網の構成例

網の構築作業を効率化できます。また、地下区間や引上区間においては、管路内に光ケーブルを布設することになります。この際、光ケーブルの外径が細径であるほど光ケーブルを布設するスペースを有効に利用できるため、管路などを新たに増設する工事を回避でき、経済的かつ迅速な光ファイバケーブルの布設工事が可能となります。

このため、NTT研究所では、これまでに光ケーブルの細径高密度化の研究開発を進めることで、設備構築コストの削減に寄与してきました。

今回、NTTアクセスサービスシステム研究所では、光通信網のより効率的かつ迅速な構築を目指し、究極的に細径高密度化した光ケーブルを開発しました。

開発の概要

本光ケーブルは、軽いという特徴を活かすことで、牽引機を用いることなく布設することが可能となります。そこで、一般的な架空区間に用いる24～200心の架空用光ケーブルを開発し、設備構築の効率化を可能としました。一方、細いという特徴を活かすことで、管路などのケーブル布設スペースに制約がある区間に適用した場合、従来よりも多くの心線を布設できます。特に引上区間では、既設引上管路の本数が少ない場合には、メタリックケーブルや光ケーブルがすでに布設されているため、新たに光ケーブルを布設するスペースがひっ迫していることがあり、残されたスペースに布設できる光ケーブルの心線数が制限されます。そこで、引上用の光ケーブルとして100心および200心の引上用光ケーブルを開発し、既存引上管路の有効利用を可能としました。

開発物品と技術のポイント

■超細径高密度光ファイバケーブル

(1) 課題

光ケーブルは、長期にわたる実使用環境下において安定な伝送特性や十分な信頼性を確保することが重要です。従来の光ケーブルでは、これらの特性を確保

するため、例えば図2(a)に示すように、光ファイバに曲げや歪などの外力が加わらないように、スロットロッドによって保護するように設計されていました。このため光ケーブルの細径化には制限がありました。

また、多心光ファイバケーブルを用いて光通信網を構築する場合、光ファイバ接続作業の効率化のため、複数の光ファイバを一括して接続する技術が不可欠です。そのため従来から複数の光ファイバを並列させ、一括被覆を施した光ファイバテープ(図2(b))が国内外で広く用いられています。しかし、従来の光ファイバテープは、構造上柔軟に変形しにくいいため、高密度に収納した場合、

光ケーブルの中で光ファイバに無理な曲げや大きな歪が加わり、光損失増加や破断の可能性が高まります。このため、多心光ファイバケーブルの細径・高密度化においては、曲げ損失や歪の抑制と一括接続性の両立が重要な課題です。

さて、近年では曲げによる光損失増加が生じにくい、低曲げ損失光ファイバ^{(6)~(8)}が開発・実用化されています。この低曲げ損失光ファイバは、例えば光ファイバを配線する際の施工性の向上などを目的に用いられてきました。この低曲げ損失光ファイバを適用することで、光ケーブルの伝送特性上の制限については緩和することが可能となり、さらなる細径高密度化が期待できます。

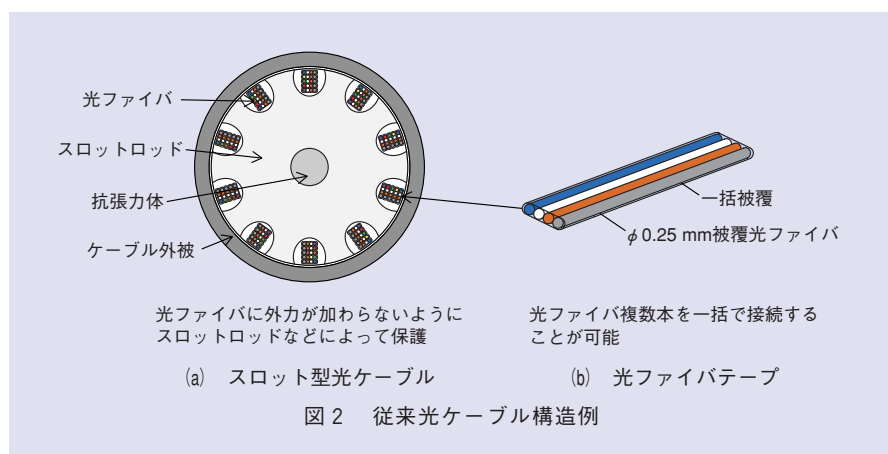


図2 従来光ケーブル構造例

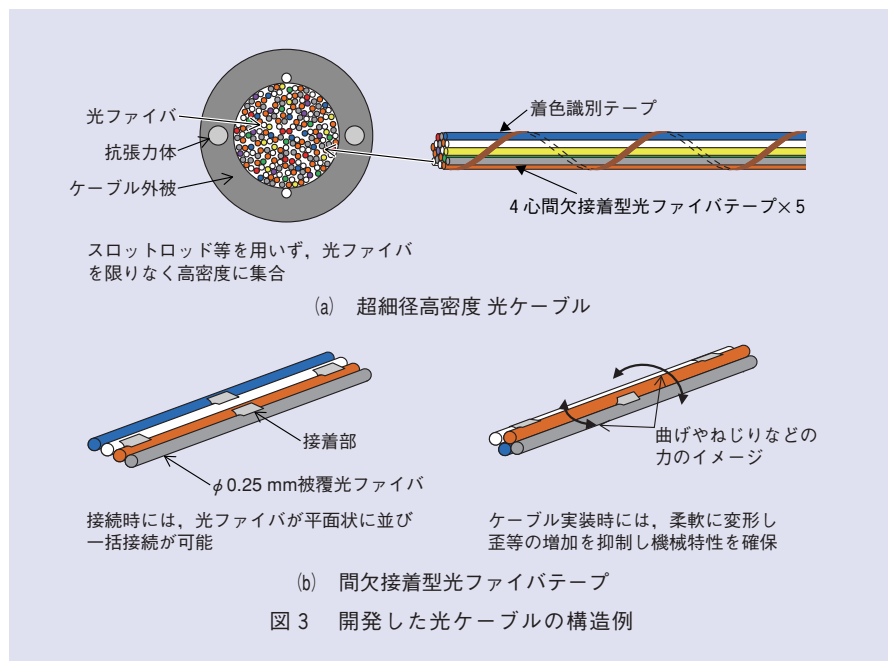


図3 開発した光ケーブルの構造例

(2) 構造

図3(a)は今回開発した光ケーブルの構造です。本光ファイバケーブルでは、現在広く用いられている被覆外径0.25mmのITU-T G.657 A1に準拠する、低曲げ損失光ファイバ心線⁽⁹⁾4本を並列させて間欠的に接着した、間欠接着型光ファイバテープを限りなく高密度に実装しました。間欠接着型光ファイバテープは、図3(b)に示すように、高密度実装時に光ファイバケーブル内で柔軟に変形できるため、歪を抑制することが可能で、かつ従来の光ファイバテープと同様に一括接続が可能です。

光ケーブル・光クロージャなどの物品は、伝送特性や機械特性などの基本的な特性に加えて、現場での作業性を確保することが重要です。例えば、光ケーブルから取り出した光ファイバ心線の中から、所望の光ファイバ心線を識別し、光ファイバどうしを接続するなどの作業が必要となります。今回の開発では、光ケーブルを究極まで細径高密度化するにあたり、接続作業性と高密度実装性を両立した新たな光ファイバテープを開発し、さらに心線識別性を十分に確保できるよう光ケーブル構造を最適化しました。また、光クロージャ内に収納されている光ファイバ心線の識別性・取り出し作業性を確保するために、光クロージャ内に取り付ける、新たな心線識別部材を開発しました。

200心光ケーブルの場合、4心の間欠接着型光ファイバテープ5枚を着色したバンドルテープによって束ねてユニットを形成し、そのユニット10本をより合わせており、各ユニットは、バンドルテープの着色によって識別することが可能です。ユニットの識別性を確保するために、バンドルテープの着色や巻き付けピッチを最適化しています。

図4は、開発した間欠接着型光ファイバテープと超細径高密度光ケーブルの外観です。200心ケーブルでは外径約30%減、質量約60%減を実現しました(図5)。表は開発した光ケーブルの一覧です。架空設備に適用する24~200心

の自己支持型・非自己支持型ケーブル、および引上区間に適用する100、200心の防水型ケーブルを開発しました。

■架空光クロージャ

クロージャでは、従来と同等の作業性を確保するために既存クロージャに心線識別を補助するため「心線ユニット単位での識別性補助」と「単心光ファイバとしての識別性補助」の2点の改良を加えています。

まず心線ユニット単位での識別性補助については、図6(a)のユニット識別部材を用い従来のスロットケーブルと同様に同心円上に各ユニットを個別に収納することにより、引落し作業時にバンドルテープを切断した場合でも、ユニット単位の識別が可能構造としています。

また、単心光ファイバとしての識別性補助については、図6(b)のテープ心線識別部材を利用しています。光ファイバテープ心線は同一ユニット内に同一色の単心光ファイバがあることから、あらかじめ各テープ心線を個別に収納しておくことで、単心光ファイバとして利用する際の識別性を確保し、テープ単心分離の作業性の向上に寄与しています。

今後の展開

今後は光ファイバ心線数やほかの適用領域に応じた構造の光ファイバケーブルについて検討を進め、より効率的な光通信網の構築を目指すことにより、光ブロードバンドサービスのさらなる普及拡大に向けて取り組んでいきます。

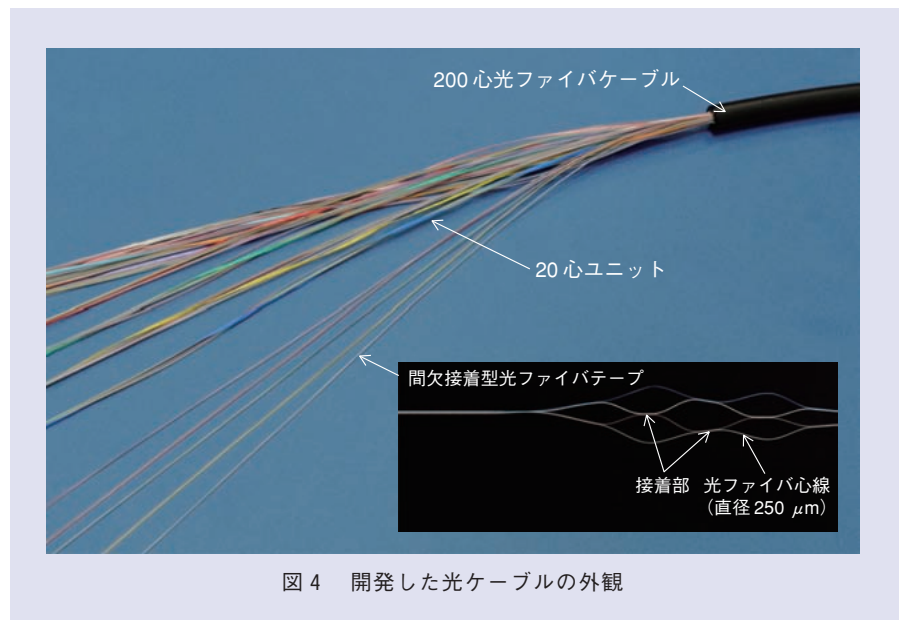


図4 開発した光ケーブルの外観

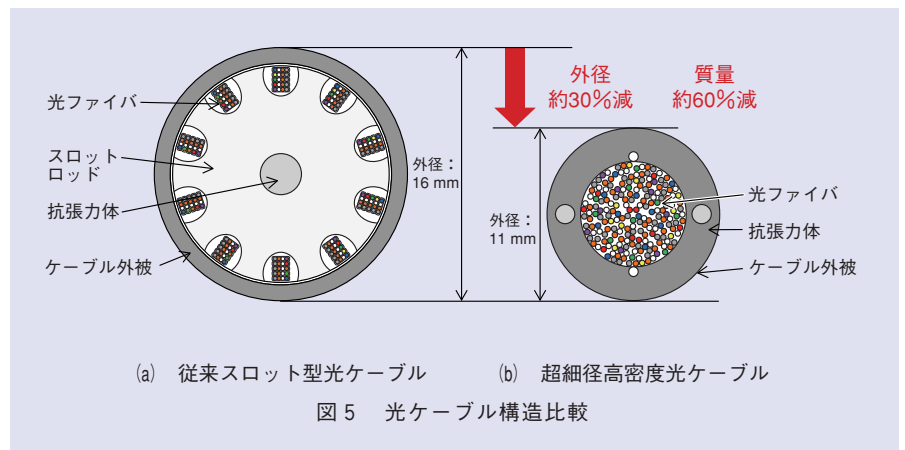
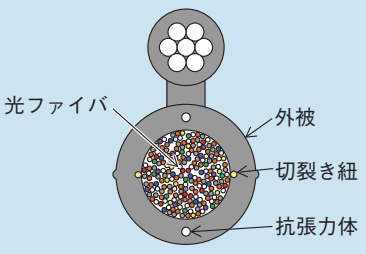
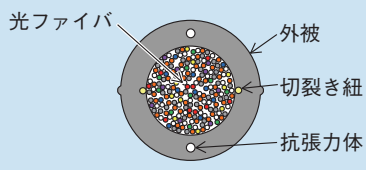
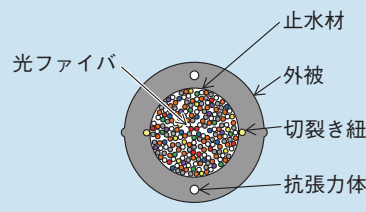


図5 光ケーブル構造比較

表 開発した光ファイバケーブルの一覧

ケーブル種別	架空用		引上用
	自己支持型	非自己支持型	防水型
ケーブル名	SSZケーブル	ANSZケーブル	WBZ-Fケーブル
ケーブル構造 (断面図)			
心線数	24, 40, 60, 100, 200	24, 40, 60, 100, 200	100, 200

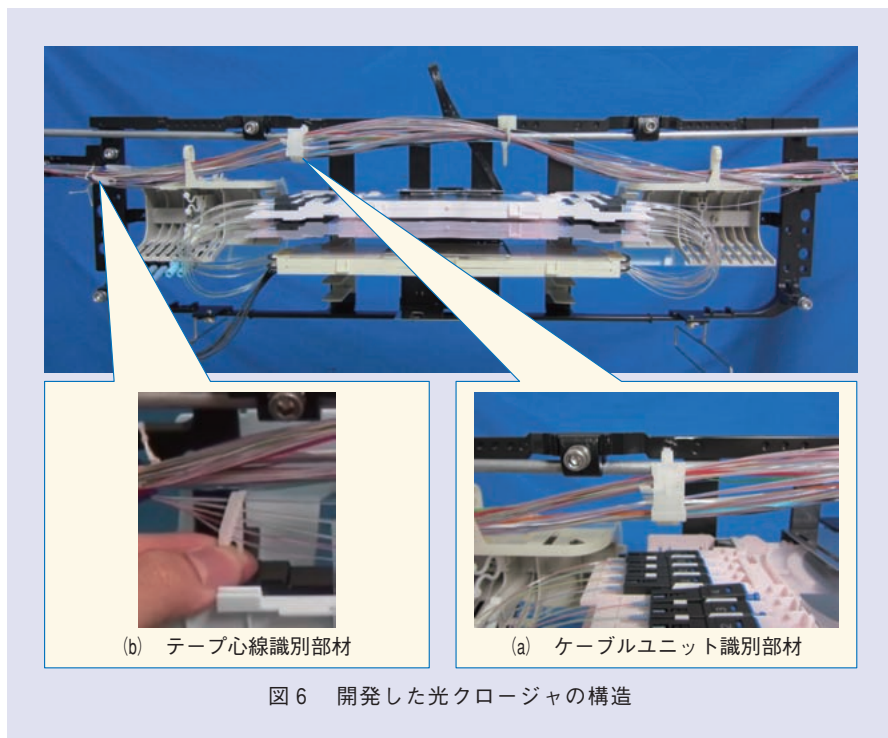


図6 開発した光クロージャの構造

■参考文献

- (1) <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/new/index.html>
- (2) 南・中野・倉本・大堂・高見沢・佐々木・沼田：“既設ビルへフレキシブルに対応可能な光配線技術,” NTT技術ジャーナル, Vol.24, No.3, pp.50-54, 2012.
- (3) 丹羽・南・杉本・高見沢・竹下・半田：“既存集合住宅における新たな光配線技術の開発,” NTT技術ジャーナル, Vol.21, No.6, pp.60-63, 2009.
- (4) 清水・井田・大堂・青柳・高見沢・佐々木・沼田：“ドア等の隙間から引き込み可能な隙間配線インドア光ケーブルの開発,” NTT技術ジャーナル, Vol.24, No.8, pp.50-52, 2012.
- (5) 小川・榎本・伊藤・藤本：“曲げ損失を抑制

し伝送特性に優れた光ファイバを使用した局内光ケーブルの開発,” NTT技術ジャーナル, Vol.23, No.8, pp.56-59, 2011.

- (6) K. Himeno, S. Matsuo, N. Guan, and A. Wada: “Low-bending-loss single-mode fibers for fiber-to-the-home,” IEEE J.Lightwave Technol., Vol.23, No.11, pp.3494-3499, 2005.
- (7) L.-A. de Montmorillon, P. Matthijsse, F. Gooijer, F. Achten, D. Molin, N. Montaigne, and J. Maury: “Bend-Optimized G.652D Compatible Trench-Assisted Single Mode Fibers,” Proc. 55th IWCS/Focus, pp.342-347, Nov 2006.
- (8) K. Nakajima, T. Shimizu, C. Fukai, T. Kurashima, and M. Shimizu: “Single-mode hole-assisted fiber with low bending loss

characteristics,” Proc.58th, IWCS/IICIT, 9-8, pp.264-269, 2009.

- (9) ITU-T Recommendation G.657: “Characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fibre and cable for the access network,” 2009.



(左から) 金子 亮一/ 柴田 征彦/
高見沢 和俊/ 角田 大祐/
清末 周助/ 山田 裕介/
白木 和之/ 鈴木 千宏/
高橋 裕司/ 濱岡 篤 (右上)

光ファイバケーブルや接続技術など、今後も基礎的な研究と開発を継続して進め、将来の光通信網のさらなる充実を目指します。

◆問い合わせ先

NTTアクセスサービスシステム研究所
第二推進プロジェクト
TEL 029-868-6370
FAX 029-868-6400
E-mail y.yusuke@lab.ntt.co.jp