

# LT (ラミネートチューブ) ケーブル

通信事業部 橋本佳夫\*1・松澤隆志\*1・山中正義\*1・菊地秀夫\*2・縣 克司\*3  
末松道雄\*4・大橋圭二\*5

## LT (Laminated Tube) Cable

Y. Hashimoto, T. Matsuzawa, M. Yamanaka, H. Kikuchi, K. Agata  
M. Suematsu & K. Ohashi

FTTHに向けたネットワークの構築には、経済的・効率的な光配線が必要である。われわれは、中～小規模エリアをターゲットとした、防水性を有するスロットレス構造の少心アクセス光ケーブル (LTケーブル) を開発した。ケーブルのコンセプトは、種々のネットワークシステムに対応可能な心数系列を有していること、ケーブル布設や中間後分岐作業が容易であること、架空・地下のアクセス系や構内縦系の領域をカバーできることである。ここでは、LTケーブルの特徴、構造、特性について紹介する。

We have developed a new type of cable (LT cable) that is suitable for efficient and economical access network integration. The concepts behind the newly developed cable are as follows. (1) The new cable should provide compatibility with various common network systems. (2) It should be easily accessible for mid-span access joint installation. (3) It should lend itself to Duct, Aerial and Direct Burial installation. In this report, we describe the new developed cable in terms of its construction, mechanical performance and characteristics.

### 1. ま え が き

FTTHの実現に向け、図1に示すような中～小規模エリアへの光配線が進められている。面的に散在するユーザに対し、如何に経済的・効率的にネットワークを構築するかがポイントとなる<sup>1)2)</sup>。最近では、心線利用効率を高めるために、E-PONに代表されるPON (Passive Optical Network) システムを利用したPDS方式が増えている。ケーブルに要求される事項としては、このようなネットワークシステムに対応可能な心数系列を有していること、ケーブル布設や中間後分岐作業が容易であること、架空・地下のアクセス系や構内縦系の領域をカバーできることがあげられる。

今回われわれは、40心以下の少心領域をターゲットとし、上記～の要求項目を満足するスロットレス構造のアクセスケーブルを開発した。

### 2. アクセスケーブルの要求性能

中～小規模エリアのアクセス系まで光配線を普及させ

- \*1 通信技術開発部
- \*2 西日本通信技術部
- \*3 通信部品開発部
- \*4 通信技術開発部主管部員
- \*5 通信技術開発部長

るために必要とされているケーブルに対する要求性能を以下に示す。

#### 2.1 細径・軽量構造

効率的にネットワークを構築するためには、ケーブルを極力細径にし、高密度化することが有効である。ケーブルの細径化により、地下領域においては管路中のファイバ実装密度を上げることができ、架空領域においては、より多条のケーブルを一括してハンガ掛けすることが可能となる。さらにケーブルの軽量化により、これらの布

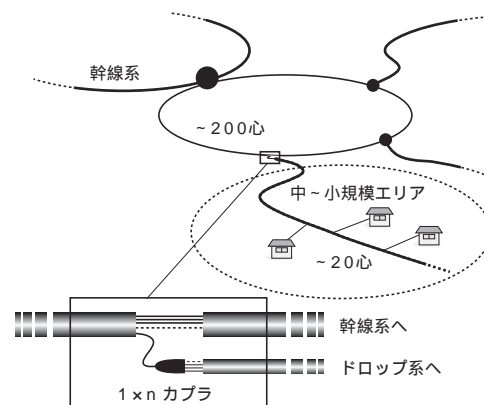


図1 PDS方式によるアクセス網の例  
Example of access network featuring PDS system

設作業を容易にすることができる。

### 2.2 中間後分岐作業性

面的な広がりをもつアクセス系のネットワーク構築には、架空ケーブルを用いた中間後分岐工法が有効である。中間後分岐工法において、既設ケーブルは新規ユーザ近傍の任意の場所で後分岐され、心線が取り出される。心線取り出し時には、ほかの心線にダメージを与えないことが重要である。従って、アクセス系の架空ケーブルには後分岐作業が容易であり、かつ心線取り出し性が良好な構造が要求されている。

### 2.3 心線移動防止

架空領域に布設されたケーブルにおいては、環境温度の変動にともない心線が移動し、端末部で伝送損失増加を引き起こす可能性がある。したがって、架空ケーブルはある程度の心線拘束力を有する必要がある。

### 2.4 防水特性

主に地下領域に布設されたケーブルにおいて、ケーブル内の走水を防止する構造が要求されている。

### 2.5 ケーブルコスト削減

経済的にネットワークを構築するためには、ケーブルの低コスト化が必要不可欠である。ケーブル構造をよりシンプルにすることにより、材料費の削減および加工費の削減が実現される。

## 3. LTケーブルの構造

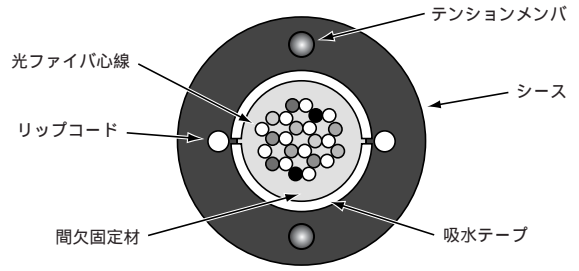
ケーブル構造の一例を図2に示す。図2(a),(b),(c)は、それぞれ250 $\mu$ mSM素線型24心ケーブル、SM2心テープ心線型24心ケーブル、SM4心テープ心線型24心ケーブルを示している。ネットワークシステムの形態によって、素線～4心テープ心線のうち最適な心線種および実装心数が選択される。ファイバ心線は、ケーブルシースと吸水テープを貼り合わせて成形された空隙内に収納されて、固定材により間欠的にシースと一体化されている。シースにはポリエチレン(PE)を使用している。構内への配線等、必要に応じて難燃構造も対応可能である<sup>3)</sup>。シース内部にはテンションメンバおよびリップコードが埋め込まれている。テンションメンバにはインダクションフリー(IF)要求に応じたノンメタリックの構造も対応可能である<sup>4)</sup>。

### 3.1 細径軽量構造

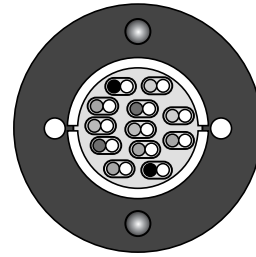
40心以下の少心領域をターゲットとし、スロットレス構造を採用したことにより、従来のケーブルと比較して大幅な細径・軽量化がはかられた。現行2心および4心テープ心線型SZケーブルとLTケーブルとの比較を表1に示す。ケーブル断面積、質量ともに50%以上の低減率である。

### 3.2 中間後分岐性

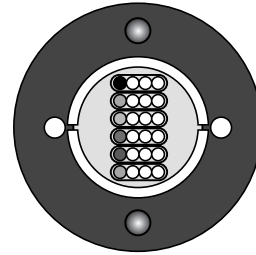
LTケーブルは、心線取り出し作業性に優れている。リップコードは、シース内面と貼り合わせられた2枚の吸水テープのつぎ目近傍に配置されている。そのため、図3に示す手順にて任意の場所で容易にシースを剥ぎ、光ファイバを取り出すことができる。



(a) 250 $\mu$ mSM素線型24心ケーブル



(b) SM2心テープ心線型24心ケーブル



(c) SM4心テープ心線型24心ケーブル

図2 LTケーブル断面構造例  
Structure of LT cables

表1 ケーブル構造比較

Comparison of structure with that of conventional cable

ケーブル種	LTケーブル	現行品
2心テープ心線型 24心ケーブル	外径： 9mm 質量：60g/m	外径： 13mm 質量：160g/m
4心テープ心線型 24心ケーブル	外径： 9mm 質量：60g/m	外径： 13.5mm 質量：165g/m

### 3.3 心線移動防止

LTケーブルは内部の空隙にケーブルとファイバ心線を一体化する固定材が間欠充填されているため、架空布設や構内への垂直布設での心線移動を防止することができる。

### 3.4 防水特性

シース内面と貼り合わせられた2枚の吸水テープの止水効果により、LTケーブルは地下布設に対応可能な防水性を有している。

### 3.5 ケーブルコストの削減

LTケーブルは、以下の3点からケーブルコストの面で有利であるといえる。

- ・スロットを使用しない。
- ・細径化によりシース使用量を削減できる。

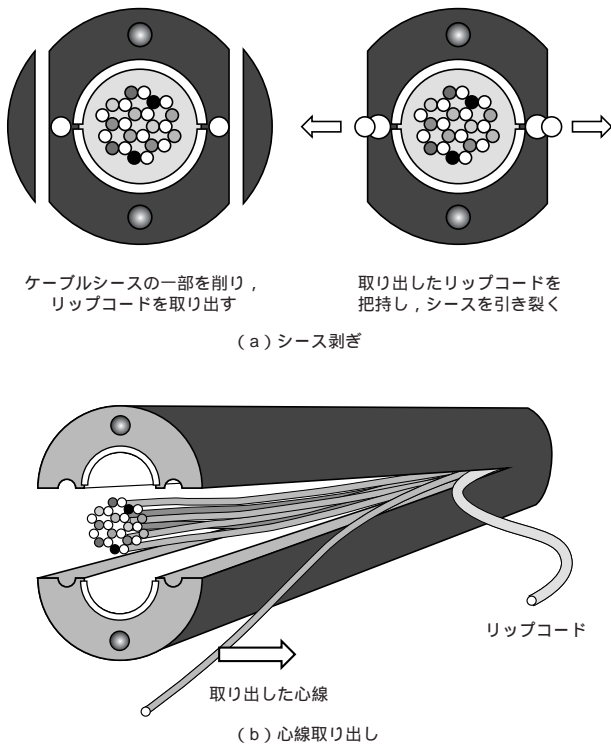


図3 ケーブル後分岐手順  
Mid-span access joint installation process

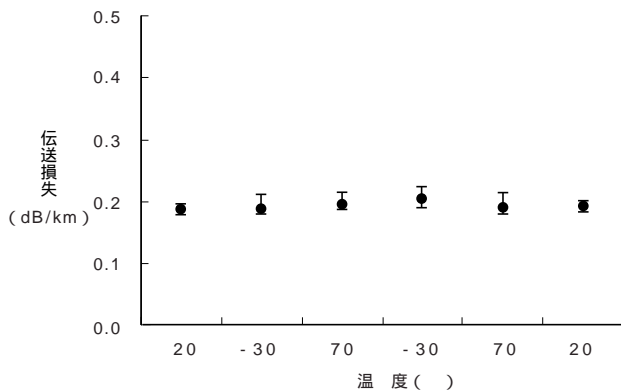


図4 素線型24心ケーブルの温度特性評価結果  
Result of temperature cycling test for cable featuring 24 single fibers

・1プロセスで製造できる。

#### 4. LTケーブルの特性

250 μm SM素線型24心ケーブルの温度特性評価結果を図4に示す。試験方法はJIS C 6851に準ずる。測定波長は1.55 μmとしている。-30 ~ 70 の温度範囲で2サイクルにわたり伝送損失は0.23dB/km以下、損失変動量は0.05dB/km以下と良好な結果が得られている。そのほかの機械特性においても目標性能を十分に満足している(表2)。なお、SM2心テープ心線型およびSM4心テープ心線型においても同様に温度特性、機械特性の評価を行い、250 μm SM素線型と同等の良好な特性が得られている。

#### 5. 検証試験

架空領域においてケーブルは、  
既設線路への後布設作業性が良好であること  
中間後分岐作業とそれにとまなうクロージャ取り付け作業性が良好であること  
心線移動や、それにとまなう伝送損失増加が発生しないこと

が重要なポイントとなる<sup>5)</sup>。LTケーブルを用い ~ の検証試験を行った。試験に用いられたサンプルは250 μm SM素線型24心ケーブルである。

##### 5.1 既設線路への後布設作業性

後布設工法の1つである多条布設工法概略を図5に示す。これは、ハンガ掛けされている既設の架空ケーブル線路に新設ケーブルを引き通す工法である。新設ケーブルは、あらかじめハンガ内に引き込まれているロープに接続されて牽引される。今回の試験では布設経路を3経路設定し、既設ケーブルの上にLTケーブルを引き通したときの作業性を検証した。ロープに加わる張力を牽引機側でモニタリングしている。検証の結果を表3に示す。いずれの経路においても、後布設したケーブルに加わる張力は許容値以内である。ケーブル外観に異常は認められず、伝送特性を含む諸特性に関しても延線前と同様に良好な結果が得られている。

##### 5.2 クロージャ取り付け作業性検証試験

LTケーブルの心線取り出しおよびクロージャへの収納の作業性を検証した。今回の試験では、中間の任意の場

表2 LTケーブル一般特性  
General characteristics of LT cable

試験項目	規格	測定条件	目標値	試験結果
伝送損失	JIS C 6823		< 0.25dB/km@1.55 μm	< 0.23dB/km@1.55 μm
温度特性	JIS C 6851 22	- 30 ~ 70 2サイクル	< 0.1dB/km@1.55 μm	< 0.05dB/km@1.55 μm
引張特性	JIS C 6851 5	許容張力印加	< 0.05dB@1.55 μm	損失変動なし
曲げ特性	JIS C 6851 10	曲げR10D 180° 5往復	< 0.05dB@1.55 μm	損失変動なし
しごき特性	-	許容張力印加 しごき角135° 屈曲部R250mm	< 0.05dB@1.55 μm	損失変動なし
側圧特性	JIS C 6851 7	740N / 50mm	< 0.05dB@1.55 μm	損失変動なし
衝撃特性	JIS C 6851 8	500g × 1.0m	< 0.05dB@1.55 μm	損失変動なし
捻回特性	JIS C 6851 11	±180 7m 3サイクル	< 0.05dB@1.55 μm	損失変動なし
防水特性	JIS C 6851 24	水頭高 1.0m 条長 3.0m	24h後漏水がないこと	漏水なし

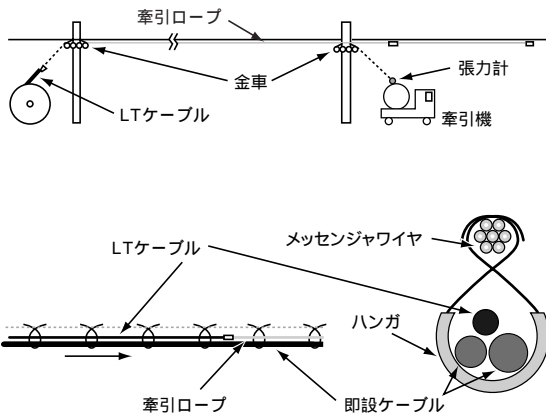


図5 多条布設工法  
Multiple installation method

表3 後布設作業検証結果  
Results of installation

布設条件	検証結果
経路：直線 布設長：152m	最大張力：245N（許容張力以下） ケーブル外観：異常なし
経路：R800mm / 90° 1か所 布設長：265m	最大張力：500N（許容張力以下） ケーブル外観：異常なし
経路：R800mm / 90° 2か所 布設長：255m	最大張力：410N（許容張力以下） ケーブル外観：異常なし

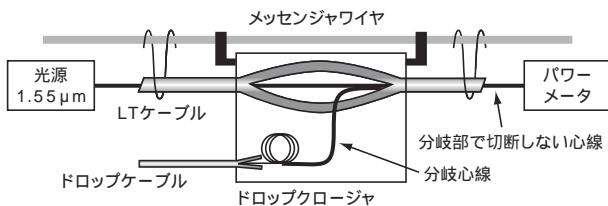


図6 測定系概略  
Measurement system

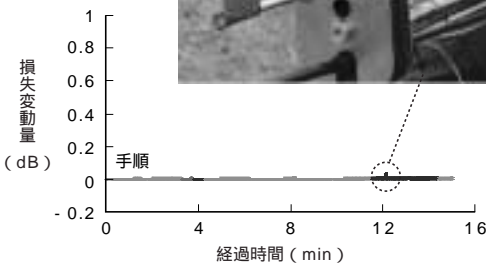


図7 クロージャ取り付け作業性検証試験結果  
Evaluation of mid-span access joint with mechanical closure

所から2心を選別・取り出し・切断後、ドロップケーブルへ分岐する作業を想定している。作業は以下の手順で行われる。

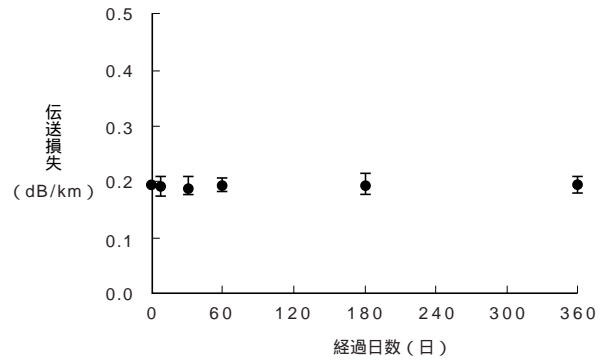


図8 架空布設ケーブルの伝送損失測定結果  
Evaluation of attenuation with aerial installation

ケーブルのシースを削りリップコードを取り出すリップコードを引張りシースを2分割する心線を保護し、ケーブルをクロージャへ固定する任意の心線を取り出し融着トレーまで配線するスリーブを取り付け後、クロージャのふたをする作業中は切断しない全心線の損失変動をモニタリングしている。実フィールドにおいては、中間後分岐作業中、活線にダメージが加わり、瞬断する恐れがあるためである。

測定系概略を図6に、測定結果を図7に示す。現行ケーブルと比較すると、250 μm素線型LTケーブルは単心分離する必要がないため、ドロップケーブルに接続するまでの作業時間が短縮される。損失瞬時変動は、ファイバにストレスが加わる作業で起こり得るが、いずれの作業においても変動は0.1dB以下と微小であり、良好な結果が得られている。

### 5.3 長期信頼性評価

LTケーブルを電柱に模擬布設し、長期的に伝送損失およびクロージャでの心線移動量をモニタリングしている。

#### 5.3.1 伝送損失検証試験

電柱間隔20～60mの直線経路500mにLTケーブルをハンガ掛けし、伝送損失を定期的に測定した。測定結果を図8に示す。測定波長は1.55 μmとしている。1年をとおして伝送損失は0.25dB/km以下、損失変動量は0.05dB/km以下と良好な結果が得られている。

#### 5.3.2 心線移動防止の検証

電柱間隔20～60mの直線経路250mにLTケーブルをハンガ掛けし、ファイバ心線の移動量を定期的に測定した。架線ケーブルの一方の端末では、ファイバ心線をシースに固定し移動を防止している。もう一方の端末では、ケーブルを口出ししてドロップクロージャに固定している。クロージャ側の端末で、ケーブルシースを基準としたファイバ心線移動量を測定した。1年をとおしての測定では心線の移動は観察されなかった。

## 6. む す び

FTTHに向けたネットワークを構築するうえで、中～小規模の光配線をターゲットとした経済化・効率化を実

現するための防水性を有するスロットレス構造の少心アクセス光ケーブル（LTケーブル）を開発した。

- ・LTケーブルは、0.25 $\mu$ m素線～4心テープ心線まで実装可能であり、あらゆる配線形態に対応可能である。特に素線型は心線利用効率の向上に有用である。
- ・LTケーブルは後布設作業性・中間後分岐作業性に優れており、ケーブル布設作業の効率化に有用である。
- ・LTケーブルは、防水性を有しているため、地下布設に対応可能である。また、適度な心線把持力を有しているため、架空布設や構内への垂直布設にも使用可能である。
- ・スロットレスでシンプルな構造を採用し、低コスト化を実現した。

FTTHの実現に向け、LTケーブルは広範囲にわたり活用されるものと期待される。

## 参考文献

- 1) 岡田ほか：ドライチューブ型防水光ケーブルの開発，2000年電子情報通信学会ソサイエティ大会 B - 10 - 9，2000
- 2) N. Okada, et al. : Development of New Dry Tube Cable with Water Blocking Laminated Tape , International Wire & Cable Symposium, Proceedings of the 49th, pp.164 - 168, 2000
- 3) 橋本ほか：難燃ドライチューブ型防水光ケーブルの開発，2001年電子情報通信学会ソサイエティ大会 B - 10 - 33，2001
- 4) 橋本ほか：ドライチューブ型防水光ケーブルIF構造の開発，2002年電子情報通信学会総合大会 B - 10 - 28，2002
- 5) 橋本ほか：ドライチューブ型防水光ケーブルの特性（その2），2002年電子情報通信学会ソサイエティ大会 B - 10 - 8，2002