

細径 1000 心ケーブル

光ケーブルシステム開発センター 井野悦男¹・竹田大樹²・岡田直樹³
光ファイバ・ケーブルシステム事業部 ミツ橋恵子⁴

Small Diameter 1000-fiber Optical Cable

E. Ino, D. Takeda, N. Okada, and K. Mitsuhashi

FTTH 拡大から地下管路の逼迫が懸念されている。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ケーブルを収容させる必要がある。今回当社では、この目的に適う細径 1000 心ケーブルの開発を行った。心線構造およびスロットパラメータを検討、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、大幅な小径化に成功した。開発ケーブルにより、地下管路内 3000 心光収容が実現する。

Owing to the rapid expansion of FTTH, there is a danger of running short of conduits for optical cable installation. Since the cost of constructing new conduits is high, enhancing usability of existing conduits is necessary. We have developed small-diameter 1000-fiber optical cables that are highly effective for this situation. By evaluating fiber and slotted core structures, and furthermore, introducing the newly developed high-strength flame-retardant sheath for FR cable, we could reduce the cable diameter drastically. Laying 3000 fibers in a conduit became possible by using these developed cables.

1. ま え が き

FTTH サービスの成長期を迎え、光需要は依然急増を続けている。これにともない、光ケーブルを収容する地下管路の不足が懸念され始めてきた。しかしながら、管路の増設には多大なコストが発生する。新規設備投資を抑え、より経済的に光配線網を構築するためには、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ある¹⁾。今回当社では、この目的に適う細径 1000 心ケーブル²⁾³⁾の開発を行った。この結果を報告する。

2. 地下多条布設

地下管路においては、従来よりスペース有効活用のためにインナーパイプを用いた管路分割 / 多条布設が行われてきた。一方で上記の理由から、管路内最大収容心数向上に対する要求が切実となっている。この状況に対し今回、1000 心ケーブルを細径化、より多条の布設を行うことを目標とし本開発を行った。最終的にケーブル外径を 24 mm 以下とすることで管路内光 3000 心収容を達成した(図 1)。

3. ケーブル細径化設計

3.1 設計化指針

新規ケーブル開発時に重要となる項目の一つに、既存システムとの互換性があげられる。一方で、ケーブルの細径化と互換性は多くのケースで競合する。すなわち、細径化目標が高いほど多くの新規技術、大胆な構造変更が必要であり、既存システムとの互換性が犠牲となる。今回、この両者を考慮、既存システムや工法・工具との互換性を最大限保ちながら目標外径をクリアすることを狙った。検討したケーブル細径化手法を以下に記す。

3.2 R15 mm 曲げ対応ファイバの適用

スロット溝内の心線クリアランスを削減することで、スロット外径を縮小させることが可能であるが、一方で、ケーブル損失特性にも影響を与える。今回、実装ファイバとして、高曲げ耐性タイプ(R15 mm 曲げ対応タイプ FutureGuide-SR15)を採用することで、溝クリアランス削減とケーブル特性確保を両立させた。

3.3 極薄肉テープ心線の適用

スロット溝寸法削減を狙い、8 心テープ心線を小型化した。既存システムとの適合のため、4 心 2 分割機能を保持している。既存の心線対照装置、および融着接続用工具との整合性を精査し、これらが問題なく使用できることを確認している。

1 光ケーブル開発部主査

2 光ケーブル開発部

3 光ケーブル開発部部長

4 通信技術部主席部員

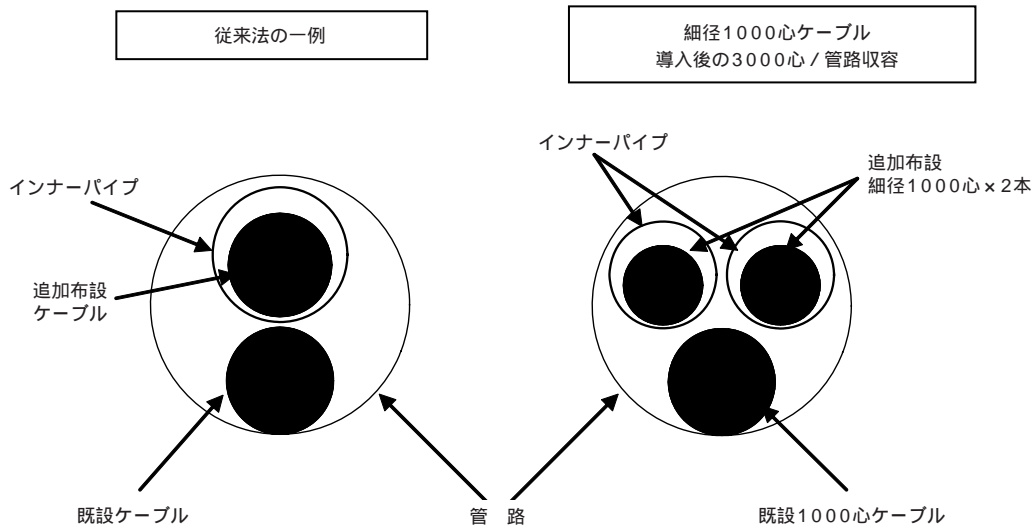


図1 管路内多条布設技術

Fig. 1. Multiple installation of optical cables in a conduit.

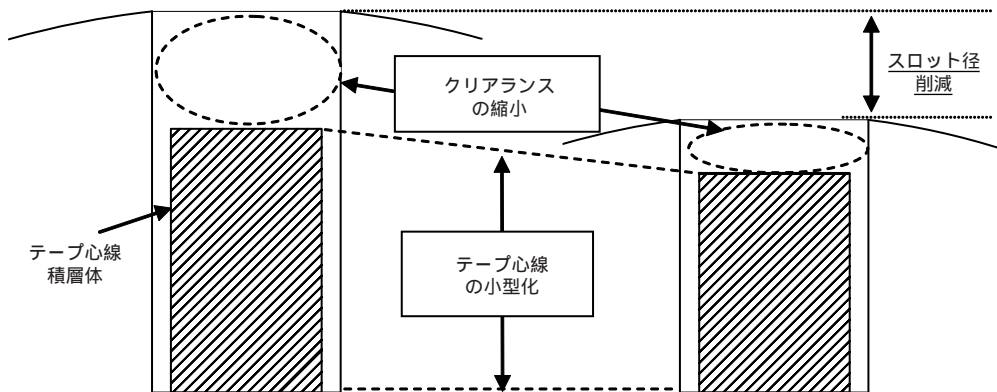


図2 溝寸法の削減

Fig. 2. Reduction of slot dimension.

3.4 スロットの細径化

上記心線設計をもとに溝寸法を縮小（図2），またスロットリブ幅を最適化することによって，スロット径を削減した．また溝構造の点からも細径化を試み，数種の異型スロットを検討した．デッドスペース（溝容積に寄与しない部分）を少なくすることができる等の点で，異型スロットは細径化に有効であると考えられる．試作検討を行った結果，これらのスロットを用いることで，大幅に外径を削減させながら特性良好なケーブルを得ることができたが，一方でケーブル内での心線識別性低下や，既存ケーブルとの整合性の低下は避けられなかった．最終的に13溝構造スロットの細径化によって目標径を達成できたことから，この構造を採用した（図3）．

3.5 外被厚の薄肉化

従来型の難燃外被ケーブルは通常外被ケーブルに比べ，外径が太く設定されている（図4）．難燃外被材は通常外被材に比べて若干強度が低いいため，これを厚さで補った設計であるといえる．よって細径化を考えた場合，特に難燃外被の薄肉化が効果的であると考えられる．そ

こで今回，高強度タイプの難燃外被材を新規に開発した．この新規樹脂は，従来樹脂に比べ約1.6倍の引っ張り破断強度を有している．これを適用することで，難燃外被の薄肉化を狙った．またこの樹脂については，耐老化性，耐環境性，耐寒性等の評価を行い，問題のないことを確認している．

外被厚の設計にあたっては，今回その一指針として，ケーブルの耐摩耗特性を評価した．評価方法の概略を図5に示す．サンプルに磨耗円盤を接触させた上でこれを回転させ，一定回転数ごとに外被磨耗量を測定して評価をおこなった．従来型外被材と新規高強度難燃外被材，それぞれについて同径のケーブルを試作し，両者を比較したところ，新規高強度外被材は従来品に比べて約30%耐摩耗性能が向上していることがわかった（図6）．さらに各種ケーブル機械特性，ケーブル燃焼特性，またケーブル布設実験を行った結果，新規高強度難燃外被材の適用によって，難燃外被厚を通常外被厚レベルまで削減可能であることが確認できた．

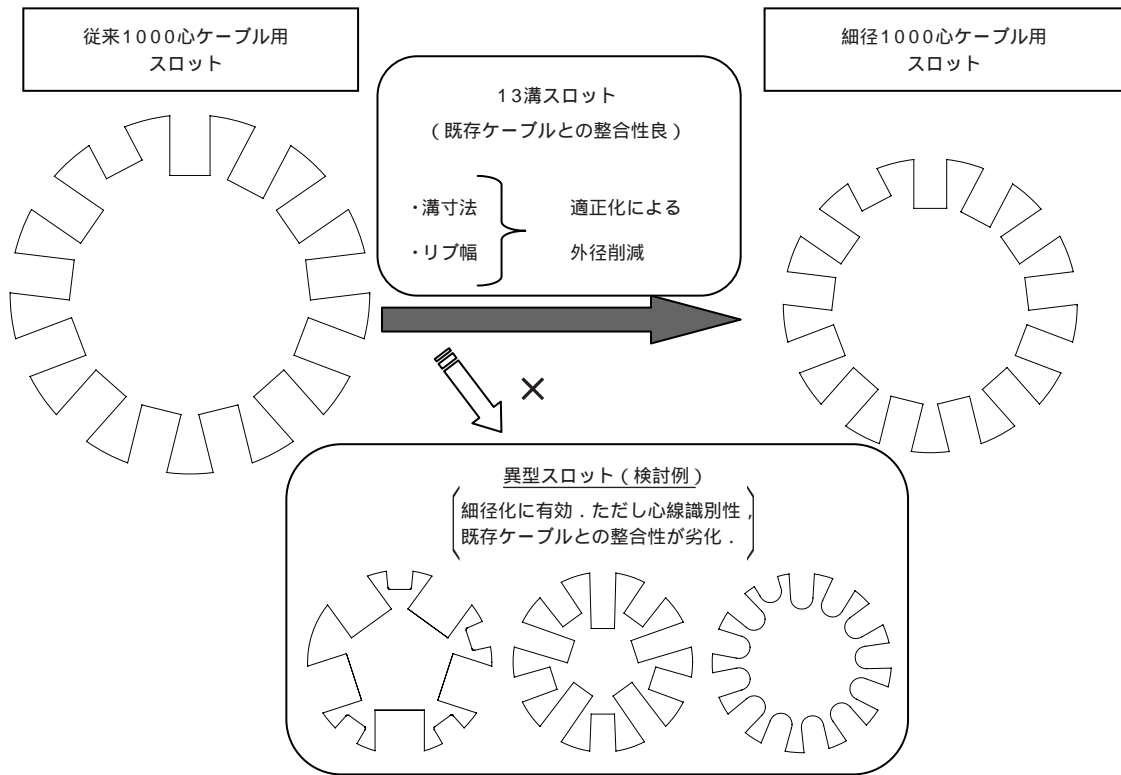


図 3 スロット細径化
Fig. 3. Diameter reduction of slotted core.

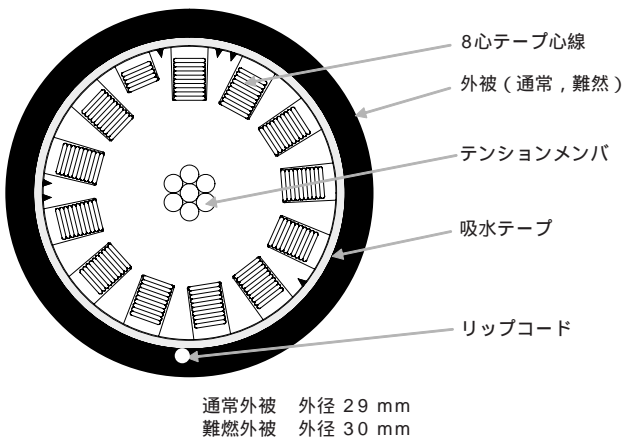


図 4 従来型 1000 心ケーブル
Fig. 4. Cross section of traditional 1000-fiber cable.

4. ケーブル特性

今回開発したケーブルの機械特性等評価結果を表に示す。通常外被ケーブル，難燃外被ケーブル共に，すべての項目で良好な特性を示した。損失温度特性評価結果を図 7 に示す。-30/+70 の範囲で安定した損失特性を示した。

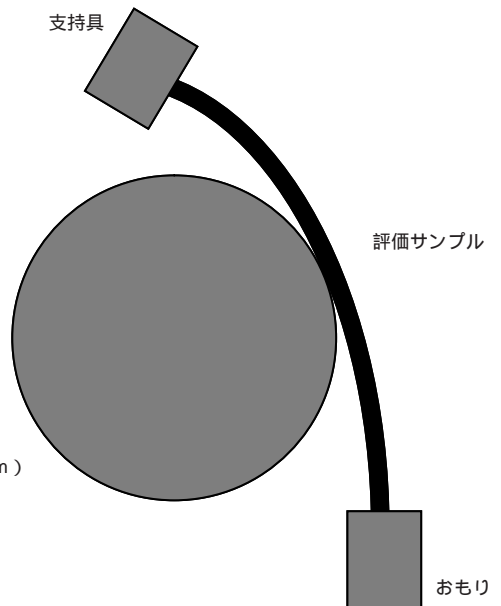


図 5 ケーブル耐摩耗性試験
Fig. 5. Cable abrasion test.

5. 細径化効果

最終的に得られたケーブル構造と細径化効果を図 8 に示す。今回，高強度難燃外被材適用による外被薄肉化によって，通常ケーブルと難燃ケーブルの外径が同径となった。従来 1000 心ケーブルと比較して 20 % 以上の細径化，30 % 以上の軽量化が達成されており，目標外径である 24 mm を十分に満たす。これにより，図 1

細径 1000 心ケーブル

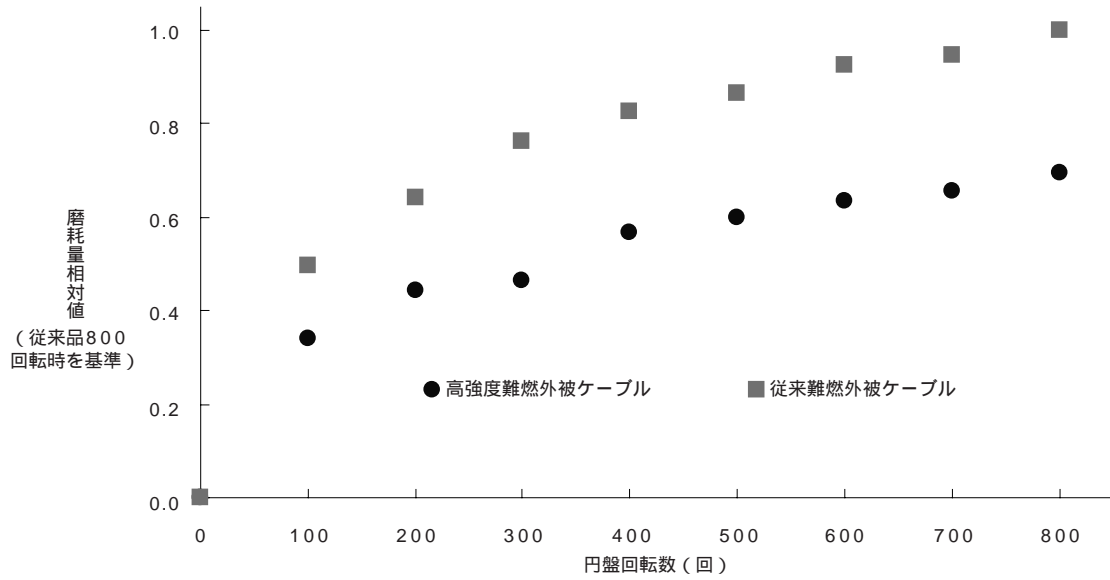


図 6 耐摩耗性試験結果
Fig. 6. Result of cable abrasion test.

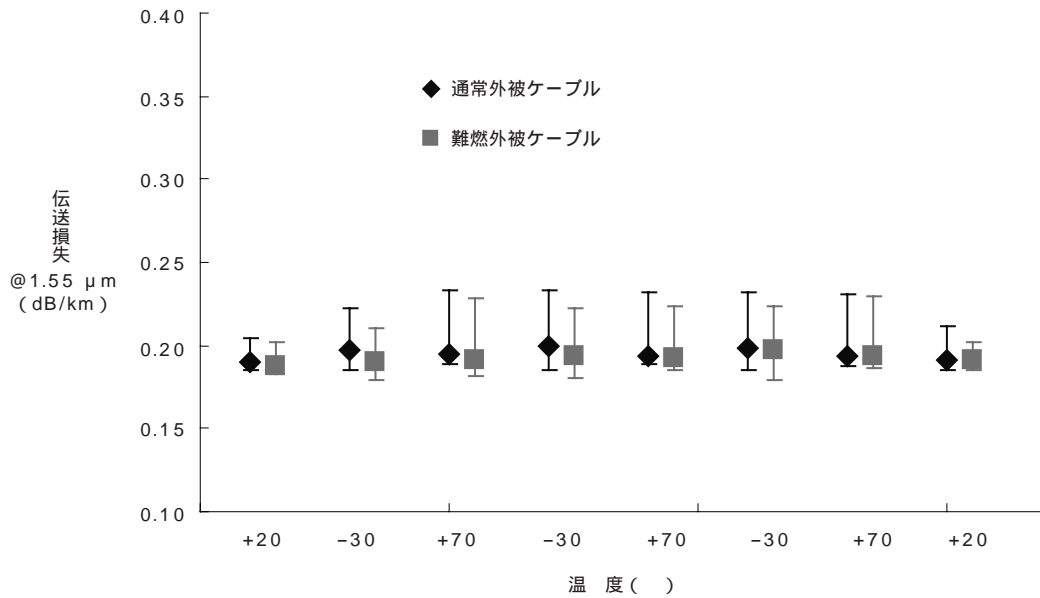


図 7 損失温度特性評価結果
Fig. 7. Attenuation properties during temperature cycling.

に示した 3000 心 / 管路収容が可能となる。細径化によりケーブル曲げ剛性も低減する。この様子を図 9 に示す。細径型ケーブルの曲げ剛性は、従来品に比べて 30 % 以上低減しており、ケーブルの取り扱い性向上が期待できる。

6. む す び

地下管路スペースの有効活用を目的とし、細径 1000 心ケーブルの開発を行った。光ファイバに高曲げ耐性タ

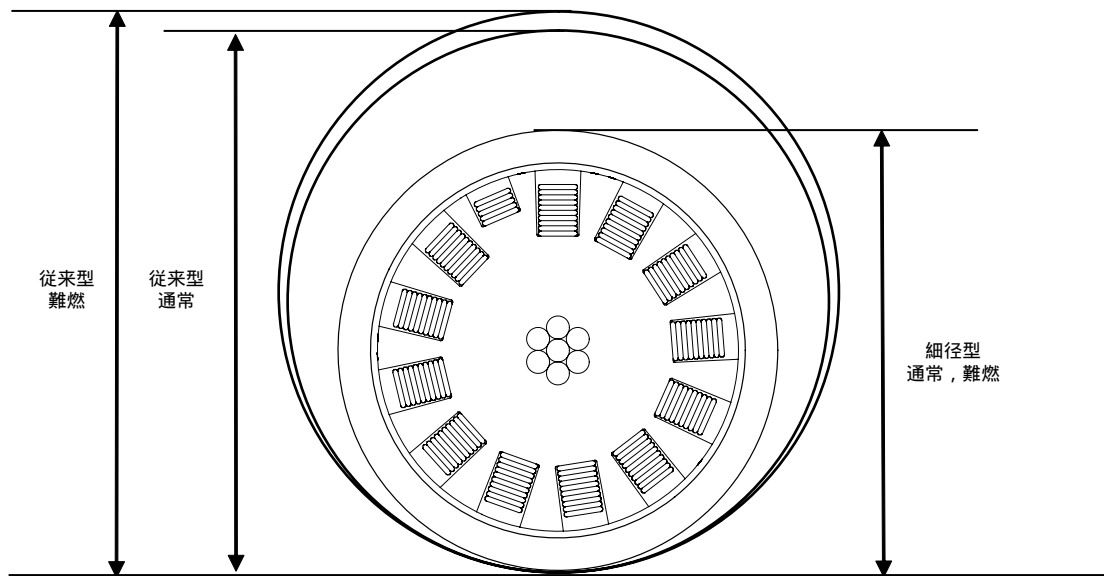
イプ (FutureGuide-SR15) を用い、またテープ心線を小型化することでスロットを細径化した。この結果、既存系との互換性に優れる 13 溝構造スロットを用いながらも、従来品比 20 % 以上の大幅な外径削減に成功した。さらに難燃外被材として新規に高強度タイプの樹脂を開発、これを適用することで、難燃外被ケーブルと通常外被ケーブルの外径を同等とすることが可能となった。本ケーブルは、今後のさらなる FTTH 展開において、管路有効利用による光線路構築コスト低減に有効であると考えられる。

表 1 ケーブル機械特性等試験結果一覧
Table. Results of cable mechanical and flame retardant tests.

損失測定波長：1.55 μm

試験項目	試験条件		試験結果	
			通常外被	難燃外被
曲げ特性	R240 mm 10 サイクル	残留損失	室温	損失変動なし
			-30	損失変動なし
捻回特性	±90 ° 1 サイクル	残留損失	損失変動なし	損失変動なし
耐衝撃特性	1 kgおもり 1 m高さ	残留損失	損失変動なし	損失変動なし
側圧特性	1960 N/100 mm	試験中の損失変動	損失変動なし	損失変動なし
しごき特性	印加張力 3430 N R600 mm 90 ° 4 サイクル	残留損失	損失変動なし	損失変動なし
燃焼試験	JIS C 3521		-	良好
印字耐久性	ウールフェルト	100 サイクル	視認性良好	視認性良好

機械試験後の外被状態はすべて良好



	外径 (従来品比)	質量 (従来品比)
通常外被ケーブル	-21 %	-31 %
難燃外被ケーブル	-24 %	-40 %

図 8 外径・質量の比較 (細径品 / 従来品)

Fig. 8. Diameter and weight comparison between new and traditional cable.

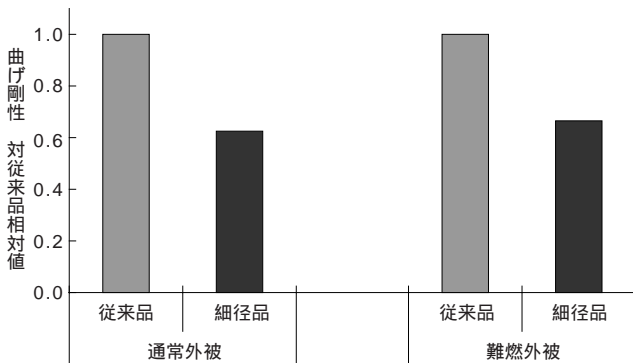


図 9 曲げ剛性の比較

Fig. 9. Cable stiffness difference between new and traditional cable.

参考文献

- 1) 豊田ほか：「新たな多条布設技術および細径 1000 心光ケーブルの開発」, NTT 技術ジャーナル, 2008.12, pp.55-58, 2008
- 2) 豊田ほか：「細径 1000 心ケーブルの開発」, 電子通信情報学会総合大会・ソサエティ大会 (予稿), 2008, p.162, 2008
- 3) 井野ほか：「細径 1000 心ケーブル」, 電子通信情報学会総合大会・ソサエティ大会 (予稿), 2008, p.165, 2008