

# 12 心 SWR 高密度実装ラッピングチューブケーブル

次世代光ケーブル事業推進室 伊佐地 瑞基<sup>1</sup>・富川 浩二<sup>2</sup>・竹田 大樹<sup>3</sup>  
大里 健<sup>4</sup>・山中 正義<sup>5</sup>・岡田 直樹<sup>6</sup>

## High density wrapping tube optical fiber cable with 12-fiber SWR

M. Isaji, K. Tomikawa, D. Takeda, K. Osato, M. Yamanaka, and N. Okada

経済的かつ効率的に光ファイバネットワーク構築をするため、新規な高密度実装ラッピングチューブケーブルの開発を行った。本ケーブルは“Spider Web Ribbon”と名付けた新規な 12 心テープ心線を実装している。SWRは隣り合う 2 心のファイバを間欠的に接着したもので、本テープはストライプリングマークが施されることで、心線識別性も向上させている。ケーブル構造を最適化することにより、既存のリボンルースチューブケーブルに比べて外径で最大 40 %、重量で最大 60 %低減し、世界で最も高密度実装された光ファイバケーブルの開発に成功した。

In order to construct optical fiber networks economically and efficiently, we have successfully developed new high density optical fiber cables which are deployed for underground and aerial networks. These cables contain newly developed optical 12-fiber ribbon, which is called “Spider Web Ribbon”. The spider web ribbon consists of optical fibers fixed intermittently and the new ribbon has stripe ring marking for easy identification. By optimizing several structural parameters, the new cable dimension has been reduced by 40 % in diameter and 57 % in weight compared with the conventional ribbon loose tube cable. We have achieved the highest level of the fiber packaging density in the world.

### 1. ま え が き

近年のタブレット端末やスマートフォンの普及により、日本のみならず世界各国でデータ通信量が増大している。それに伴い、光ファイバで通信拠点を結ぶ Fiber To The Building (FTTB) や各家庭まで光ファイバを引き込む Fiber To The Home (FTTH) などが拡大しており、光ファイバ通信網をより効率的かつ経済的に構築することが求められている。このことから、敷設作業を軽減したり既設配管を有効利用するために、より細径かつ軽量の光ケーブルが望まれる。一方、ケーブルの細径・軽量化のためには、光ファイバをこれまで以上に高密度実装する必要がある。しかしながら、従来型の光ファイバテープ心線で高密度実装すると、ケーブルを曲げた際に光ファイバに加わる歪が増加し、光損失の増加や光ファイバ破断確率の増加を招く可能性があることが確認されている<sup>1)</sup>。また、単心型光ファイバでは心線の識別が困難になったり、接続作業を一本ずつ行う必要があるため、施工（接続）時間が多く必要となる。そこで、接続作業時には一

括融着が可能でありかつケーブル内においては容易に変形可能な 12 心 SWR (Spider Web Ribbon, 間欠固定テープ心線) を実装することで前述の問題の解決をはかった。その結果、光ファイバの実装密度を従来型ケーブルよりも向上させた、72 心、144 心、288 心、576 心の高密度実装ラッピングチューブケーブルの開発に成功した<sup>2)</sup>。以下、12 心 SWR および本ケーブルの特徴ならびに特性について報告する。

### 2. 12 心 SWR

#### 2. 1 SWRの構造

図 1 に 12 心 SWR の構造を示す。SWR は隣り合う 2 心の単心光ファイバが長手方向に間欠的に接着されており、光ファイバ単心部と接着部が一定の間隔で配置された構造である。このテープ心線を広げると蜘蛛の巣 (Spider Web) 状になっているため、本テープ心線を “Spider Web Ribbon” と称することにした。この SWR は、心線配列やテープ状態を維持しながら心線を間欠的に接着した構造であるため、12 心で一括の融着接続が可能であり、必要に応じて容易に単心光ファイバに分離することができる。さらに、ケーブル内で容易に形状を変化させられるため、従来型のテープ心線に比べて、低損失・低歪でありながらケーブル内に高密度で実装することが可能となる。

1 開発部係長

2 製作課主席技術員

3 開発部主査

4 開発部グループ長

5 開発部部長

6 室長

2.2 接続性

図2に12心SWRを融着接続する様子を示す。12心SWRの接続については、既存の接続機器および接続方法をそのまま適用できるため、12心SWR同士だけでなく既存の12心テープ心線と一括融着接続が可能である。また、図3に示すように接続損失も従来型12心テープ心線と同等を実現している。

2.3 心線識別性

今回開発したSWRには、心線識別用としてストライプリングマークを施している。このリングマークは単心光ファイバ上に施されているが、マーキング自体は図4に示すようにテープ心線内で幅方向に揃っている構造である。そのため、各テープ心線の番号はマーキングのパターンによって簡単に識別することができる。加えて、単心光ファイバ上にマーキングを施しているため、単心分離後の光ファイバ心線も識別が可能である(図5)。

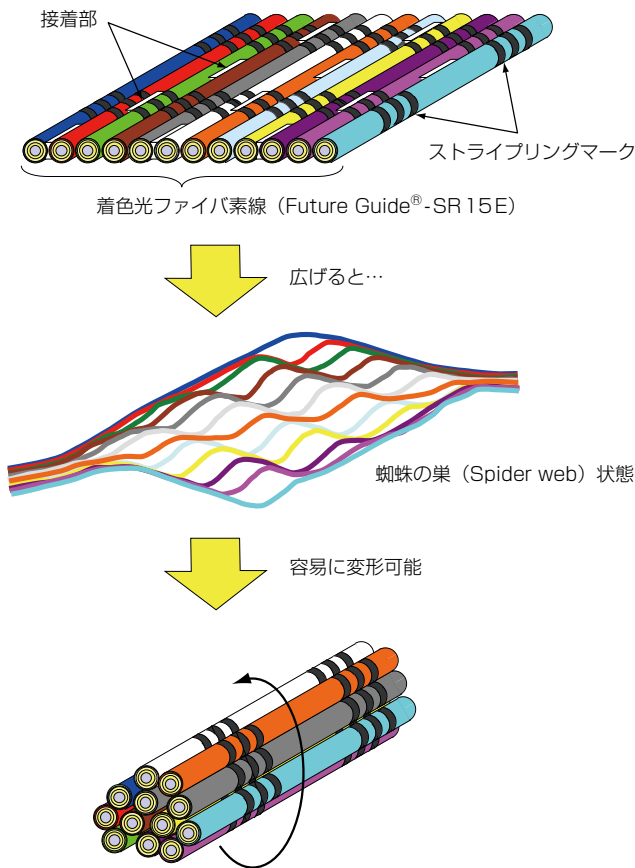


図1 12心SWRの構造と特徴  
Fig. 1. Structure and feature of SWR.

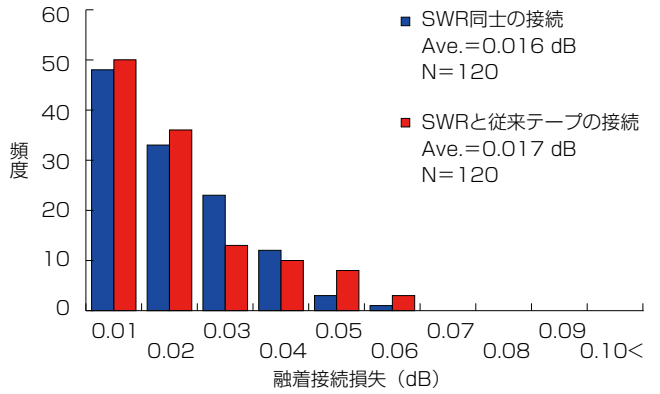


図3 SWRの融着接続損失  
Fig. 3. Fusion splice loss of SWR.

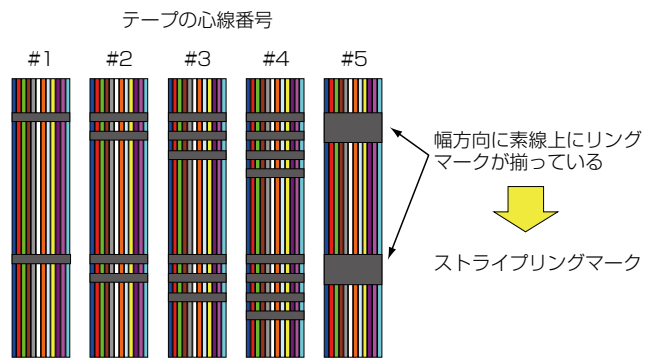


図4 ストライプリングマークの概略図  
Fig. 4. Schematic of stripe ring marking.



図2 12心SWRの融着接続  
Fig. 2. Fusion splicing of SWR.

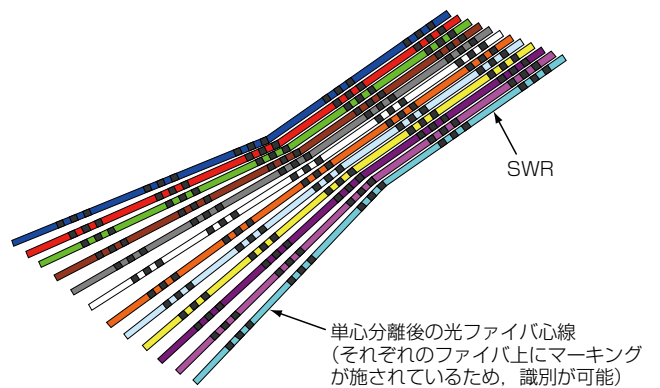


図5 単心分離前後のストライプリングマーク付きSWR  
Fig. 5. SWR with stripe ring marking and the split single fibers.

### 3. 高密度実装ラッピングチューブケーブル

#### 3.1 ケーブル構造

図6に開発した高密度実装ラッピングチューブケーブルの構造を示す。12心SWRを複数枚、識別テープで束ねてユニットを構成し、それら複数のユニットを集合したコアの周囲に吸水テープを縦添えてラッピングした構造である。吸水テープの外側には押え巻用の粗巻き糸がないため、口出し作業が容易である。また、防水用のジェリー等も充填していないため、接続作業時に光ファイバからジェリーを除去する作業も必要ないので、施工時間が短縮できるという利点がある。

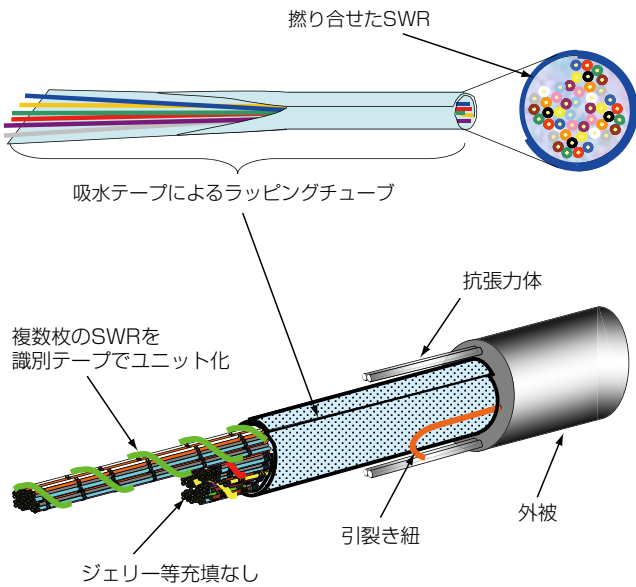


図6 高密度実装ラッピングチューブケーブルの構造  
Fig. 6. Structure of high density wrapping tube optical fiber cable.

#### 3.2 ケーブル構造の比較

図7に576心の従来型リボンルースチューブケーブルと開発ケーブルの比較断面図を示す。また、図8には今回開発した72心、144心、288心、576心のケーブルについて従来型との外径および重量の相対値を示す。今回開発したケーブルは、従来型と比べて、外径で最大40%、重量で57%減らすことに成功した。

#### 3.3 ケーブル特性

開発を行った全ての12心SWR高密度実装ラッピングチューブケーブルの特性評価結果を表1に示す。各評価項目において、従来型ケーブルと同等以上の特性を有していることを確認した。

#### 3.4 中間後分岐作業性

光ケーブルが敷設された後に、ケーブル中間部でクロージャを分岐接続・設置する作業（中間後分岐作業）が、

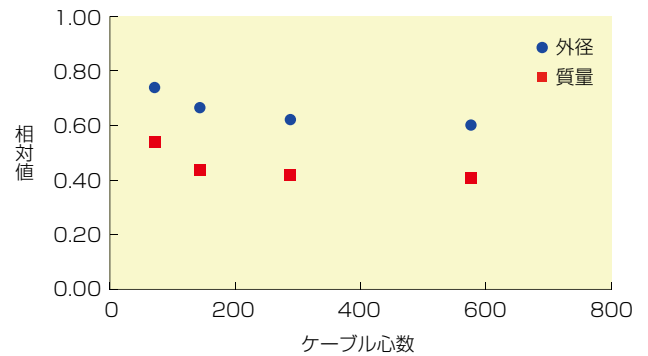


図8 開発ケーブルの外径と重量  
Fig. 8. Diameters and weights of the new cables.

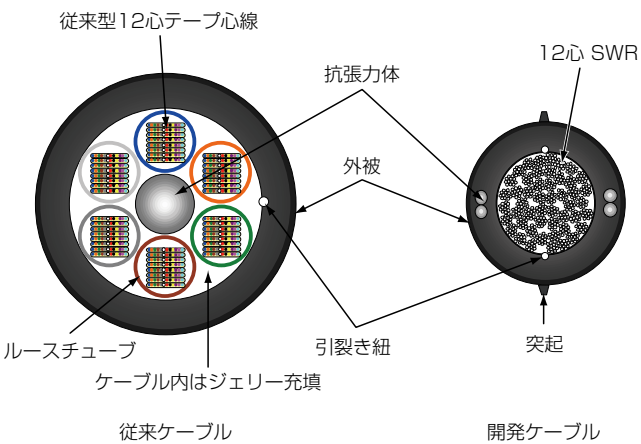


図7 576心ケーブルの断面構造  
Fig. 7. Cross sectional view of 576-fiber cables.

表1 ケーブル特性評価結果  
Table 1. Characteristics of new cable.

項目	試験方法	評価結果※
伝送損失	IEC 60793-1-40	<0.25 dB/km
伝送損失温度特性	IEC 60794-1-2 -30℃/+70℃ 3 cyc	損失変動 <0.05 dB/km
側圧特性	IEC 60794-1-2 1980 N / 100 mm	<0.05 dB
衝撃特性	IEC 60794-1-2 10 J	<0.05 dB 外傷なし
捻回特性	IEC 60794-1-2 ±90° / 1 m	<0.05 dB
屈曲特性	IEC 60794-1-2 曲げ半径: 20 d	<0.05 dB 外傷なし
防水特性	IEC 60794-1-2 水頭長 = 1 m 試験長 = 3 m	24 時間後で 水の漏出無し

※測定波長 1550 nm

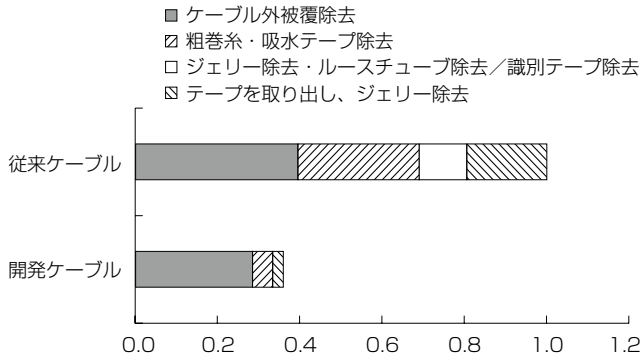


図9 中間後分岐作業時間比較

Fig. 9. Composition of Mid-span access workability.

各地で頻繁に行われる。図9に従来型のルースチューブケーブルと開発ケーブルにおける中間後分岐作業時間の比較を示す。開発ケーブルでは、通常のケーブルに施されている粗巻がなく、かつジェルを拭く作業がないため従来ケーブルよりも大幅に接続作業時間を短縮できることを確認した。全体の中間後分岐作業時間は従来ケーブルに比べて60%以上削減することができた。

#### 4. む す び

我々は、12心SWRとそれを実装した72心、144心、288心、576心の高密度実装ラッピングチューブケーブルの開発を行った。これらのケーブルは12心SWRを適用することにより、従来のケーブルに比べて大幅な細径・軽量化を実現した。開発ケーブルは従来ケーブルと同等以上の伝送特性と機械特性を有しており、加えて12心SWRは現行の光ファイバテープ心線と同等の接続作業性が得られることを確認した。

本開発ケーブルの適用により、敷設スペースの有効利用と敷設作業性の向上に大きく貢献することが期待される。

#### 参 考 文 献

- 1) 山田ほか：間欠接着型ファイバテープを実装した長細径高密度光ケーブルの設計と特性，信学技報，pp9-14, 2010
- 2) M. Isaji, et. al: "Ultra-High Density Wrapping Tube Optical Fiber Cable with 12-Fiber Spider Web Ribbon" 62<sup>nd</sup> IWCS, pp. 605-609, 2013