

明 細 書

発明の名称：光ファイバケーブル

技術分野

[0001] 本発明は、複数の光ファイバテープ心線が撚りあわせられて集合された光ファイバケーブルに関するものである。

背景技術

[0002] 1本の光ファイバケーブルにおける情報伝送量を増加するため、光ファイバケーブルに、例えば多数の光ファイバテープ心線を高密度に収納し、光ファイバの収納心数を増加させている。光ファイバケーブルへの収納心数が増加すると、光ファイバ心線を特定することが困難になるため、複数の光ファイバテープ心線を束ねて識別を容易にする方法が用いられている。このような、複数の光ファイバテープ心線が束ねられたものを光ファイバユニットと称する。使用時には、この光ファイバユニットから必要な光ファイバテープ心線が取り出されて分岐される。

[0003] このような光ファイバケーブルにおいて、複数の光ファイバが撚り合わされて光ファイバユニットが形成され、複数の光ファイバの撚り合わせ方向と、複数の光ファイバユニットの撚り合わせ方向とが互いに異なる光ファイバケーブルがある（特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2019-109400号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1は、光ファイバユニットの撚り合わせ方向と、光ファイバユニットを構成する光ファイバの撚り合わせ方向とを異なるようにすることで、張力が付与された際の光ファイバの撚り戻りを抑制することを目的としたものである。

[0006] しかし、光ファイバユニットの撚り合わせ方向と、光ファイバユニットを構成する光ファイバの撚り合わせ方向とが逆向きであるため、光ファイバユニットは、内部の光ファイバ同士の撚りが緩和する方向に撚られる。このため、光ファイバケーブル内において、光ファイバの撚りピッチが意図したピッチよりも長周期となり、製造した光ファイバケーブルを運搬するためにドラムに巻いた際や、敷設ルートの途中で光ファイバケーブルが曲げられた際に、光ファイバの歪みが大きくなり、局所的な曲げを発生して損失増加する恐れがある。また、光ファイバが間欠的に接着された間欠テープ心線の場合には、間欠テープ心線の連結部が破断して光ファイバが分離する恐れがある。

[0007] 本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、損失増加や間欠テープ心線の連結部が分離することを抑制する光ファイバケーブルを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 前述した目的を達するために本発明は、複数の光ファイバユニットが撚り返しなしで撚り合わせられて形成されるコアと、前記コアの外周に設けられる外被と、を具備し、前記光ファイバユニットは、間欠接着型の複数の光ファイバテープ心線が撚り合わせられて形成され、前記複数の光ファイバテープ心線の撚り合わせ方向と、前記光ファイバユニットの撚り合わせ方向とが同一方向であることを特徴とする光ファイバケーブルである。

[0009] 前記複数の光ファイバテープ心線の撚り合わせピッチが、前記光ファイバユニットの撚り合わせピッチ以下であることが望ましい。

[0010] 前記複数の光ファイバテープ心線の撚り合わせが、撚り返しありで撚られていてもよい。

[0011] 本発明によれば、光ファイバテープ心線の撚り合わせ方向と、光ファイバユニットの撚り合わせ方向とが同一方向であるため、光ファイバユニットの撚り合わせ時に、光ファイバユニット内部において、光ファイバテープ心線の撚りが緩和し、光ファイバテープ心線の撚りピッチが長周期となることを

抑制することができる。また、複数の光ファイバユニットが撚り返しなしで撚り合わせられるため、光ファイバユニットの撚り合わせの際に、撚り返しを行うための装置が不要であるとともに、光ファイバテープ心線の撚り戻りを抑制することができる。

[0012] また、光ファイバテープ心線の撚り合わせピッチを、光ファイバユニットの撚り合わせピッチ以下とすることで、光ファイバユニット内において、光ファイバテープ心線の撚り合わせが十分であり、損失増加を抑制することができる。

[0013] また、複数の光ファイバテープ心線が、撚り返しありで撚られていれば、光ファイバテープ心線の撚り戻りをさらに抑制することができる。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、損失増加や間欠テープ心線の連結部が分離することを抑制する光ファイバケーブルを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]光ファイバケーブル1を示す断面図。

[図2]光ファイバテープ心線3を示す図。

[図3]光ファイバテープ心線3を撚り合わせる工程を示す図。

[図4A]撚り返しなしで光ファイバユニットの撚り合わせ方法を示す図。

[図4B]撚り返しありで光ファイバユニットの撚り合わせ方法を示す図。

[図5]光ファイバユニット5を撚り合わせる工程を示す図。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。図1は、光ファイバケーブル1を示す断面図である。光ファイバケーブル1は、スロットを用いないスロットレス型ケーブルであり、コア4、押さえ巻き7、テンションメンバ9、引き裂き紐11、外被13等から構成される。

[0017] コア4は、複数の光ファイバユニット5が撚り返しなしで撚り合わせられて形成される。撚り返しについては後述する。また、光ファイバユニット5は、間欠接着型の複数の光ファイバテープ心線3が撚り合わせられて形成さ

れる。

[0018] 図2は、間欠接着型の光ファイバテープ心線3を示す斜視図である。光ファイバテープ心線3は、複数の光ファイバ2a、2b、2c、2dが並列され、互いに接着されて形成される。なお、光ファイバテープ心線3を構成する光ファイバの本数は、図示した例には限られない。

[0019] 図2に示すように、本実施形態では、それぞれ隣り合う光ファイバ2a、2b、2c、2d同士が、光ファイバテープ心線3の長手方向に所定の間隔をあけて間欠的に接着部6で接着される。また、幅方向に隣り合う接着部6同士は、光ファイバテープ心線3の長手方向に対してずれて配置されることが望ましい。例えば、互いに隣り合う接着部6が、光ファイバテープ心線3の長手方向に半ピッチずれて形成されることが望ましい。なお、接着部6の長さおよびピッチは図示した例には限られない。

[0020] このように、接着部6を光ファイバテープ心線3の長手方向に対して間欠的に配置することで、非接着部においては、隣り合う光ファイバ2a、2b、2c、2d同士を、光ファイバ2a、2b、2c、2dの並列方向に対して、容易に折り畳む（折り曲げる）ことができる。

[0021] 図1に示すように、複数の光ファイバユニット5の外周には、押さえ巻き7が設けられる。押さえ巻き7は、テープ状の部材や不織布等であり、例えば縦添え巻きによって複数の光ファイバユニット5の外周を一括して覆うように配置される。すなわち、押さえ巻き7の長手方向が光ファイバケーブル1の軸方向と略一致し、押さえ巻き7の幅方向が光ファイバケーブル1の周方向となるように複数の光ファイバユニット5の外周に縦添え巻きされる。なお、押さえ巻き7は必ずしも必須ではなく、また、押さえ巻き7を含めてコア4と呼ぶ場合がある。

[0022] コア4の外周には、外被13が設けられる。外被13は、光ファイバケーブル1を被覆して保護するための層である。光ファイバケーブル1の長手方向に垂直な断面において、外被13の内部には、コア4を挟んで対向する位置に一对のテンションメンバ9が設けられる。また、テンションメンバ9の

対向方向と略直交する方向に、コア4を挟んで対向するように引き裂き紐11が設けられる。テンションメンバ9および引き裂き紐11は、外被13に埋設される。

[0023] 次に、光ファイバテープ心線3の撚り合わせについて説明する。図3は、光ファイバユニット5を構成する光ファイバテープ心線3が撚り合わせられる際の、各光ファイバテープ心線3の向きを示した断面概念図である。なお、以下の説明では、簡単のため、光ファイバユニット5が、4本の光ファイバテープ心線3a、3b、3c、3d（光ファイバテープ心線3a、3b、3c、3dを合わせて、光ファイバテープ心線3と称する場合がある）からなる例について説明する。

[0024] 図3の最上段は、光ファイバテープ心線3の撚りの中心Oの周囲に、光ファイバテープ心線3a、3b、3c、3dが所定の向きに配置された状態である（以下、状態S1とする）。また、それぞれの光ファイバテープ心線3a、3b、3c、3dにおいて、一方の端部の光ファイバをそれぞれA1、B1、C1、D1とする。

[0025] なお、状態S1において、図示した例では、全ての光ファイバテープ心線3a、3b、3c、3dは、互いに平行に配置され、かつ、全て同一の方向に向けて配置されているが、このような配置である必要はない。例えば、すべてが互いに異なる向きで配置されてもよい。

[0026] また、全ての光ファイバテープ心線3a、3b、3c、3dは、各光ファイバが一直線上に配列されているが、このような配置である必要はない。例えば、それぞれの光ファイバテープ心線3a、3b、3c、3dはそれぞれ屈曲していてもよい。この場合、前述した様に、隣り合う光ファイバ同士が間欠的に接着された光ファイバテープ心線3a、3b、3c、3dであれば、自由な形状に屈曲することができる。

[0027] 例えば、図3の状態S1において、光ファイバテープ心線3a、3cのように、全幅が広くなる部位では、光ファイバテープ心線3a、3cが折れ曲がることで、各光ファイバを撚りの中心Oに近づけることができ、安定した

配置とすることができる。なお、以下の図では、簡単のため、光ファイバテープ心線3の折り曲りについては考慮せず、一直線上に配置されるものとして示す。

[0028] 図3において、状態S1から、光ファイバテープ心線3を撚り合わせる方法としては、大きく2つの方法が考えられる。一方は、状態S2（図中左側であって矢印E）、状態S3（矢印F）の工程で撚り合わせる方法であり、他方は、状態S4（図中右側であって矢印G）、状態S5（矢印H）の工程で撚り合わせる方法である。前者は、いわゆる「撚り返しなし」の撚り合わせであり、後者はいわゆる「撚り返しあり」の撚り合わせである。

[0029] まず、光ファイバテープ心線3を、撚り返しなしで撚り合わせる場合を詳細に説明する。状態S2（矢印E）は、状態S1から光ファイバテープ心線3を、撚りの中心Oに対して45°撚り合わせた状態を示し、状態S3（矢印F）は、状態S2から光ファイバテープ心線3を、撚りの中心Oに対してさらに45°撚り合わせた状態を示す。

[0030] 状態S2においては、それぞれの光ファイバテープ心線3の撚りの中心Oに対する周方向の配置が、45°移動し（図中矢印Q）、この際、それぞれの光ファイバテープ心線3の向きが変化する。すなわち、光ファイバテープ心線3の向きも、配置の移動とともに45°回転する。例えば、光ファイバテープ心線3a、3b、3c、3dのそれぞれのA1、B1、C1、D1の向きが、状態S1からS2で45°回転する。

[0031] 同様に、状態S3においては、それぞれの光ファイバテープ心線3の撚りの中心Oに対する周方向の配置が、状態S2からさらに45°移動するが（図中矢印Q）、それぞれの光ファイバテープ心線3の向きも同様に変化する。すなわち、光ファイバテープ心線3は、状態S1～S3まで、90°の角度で撚り合わせられるが、撚りの中心Oに対して、光ファイバテープ心線3の全体が回転する。

[0032] 次に、光ファイバテープ心線3を、撚り返しありで撚り合わせる場合を詳細に説明する。状態S4（矢印G）は、状態S1から光ファイバテープ心線

3を、撚りの中心Oに対して45°撚り合わせた状態を示し、状態S5（矢印H）は、状態S4から光ファイバテープ心線3を、撚りの中心Oに対してさらに45°撚り合わせた状態を示す。

[0033] 状態S4においては、それぞれの光ファイバテープ心線3の撚りの中心Oに対する周方向の配置が、45°移動するが（図中矢印P）、この際、それぞれの光ファイバテープ心線3の向きは変化しない。すなわち、光ファイバテープ心線3は、それぞれ略一定の方向に向いた状態で、撚りの中心Oに対する周方向の配置だけが変化する。例えば、光ファイバテープ心線3a、3b、3c、3dのそれぞれのA1、B1、C1、D1の向きが、状態S1からS4で変化しない（図ではすべて左側を向く）。

[0034] 同様に、状態S5においては、それぞれの光ファイバテープ心線3の撚りの中心Oに対する周方向の配置が、状態S4からさらに45°移動するが（図中矢印P）、それぞれの光ファイバテープ心線3の向きは変化しない。すなわち、光ファイバテープ心線3は、状態S1、S4、S5の工程で、90°の角度で撚り合わせられるが、それぞれ略一定の方向に向いた状態で、撚りの中心Oに対する周方向の配置だけが変化する。

[0035] 次に、撚り返し有無のそれぞれの光ファイバユニット5の製造方法について説明する。図4Aは、撚り返しなしで光ファイバテープ心線3を撚り合わせる方法を示す図である。図の中心は、撚り合わせの中心Oであり、撚り合わせられた光ファイバユニット5が紙面に垂直に流れるものとする。なお、バンドル材などの図示は省略する。

[0036] 複数の光ファイバテープ心線3が巻き取られたボビン15が、光ファイバテープ心線の撚りの中心Oに対して周方向に所定間隔で配置される（図中U1、U2、U3、U4）。それぞれのボビン15からは、光ファイバテープ心線3が撚りの中心Oへ供給されるとともに（図中Y）、それぞれのボビン15は、撚りの中心Oの周囲を移動する（図中X）。例えば、U1の位置のボビン15が、U2、U3、U4の位置に順次移動する。このため、それぞれのボビン15から供給された光ファイバテープ心線3が撚り合わせられる

。

- [0037] この方法では、撚りの中心Oに対する位置によって、ボビン15の向きが異なる。具体的には、ボビン15は、常に撚りの中心Oに向くように回転しながら、それぞれのボビン15が撚りの中心Oの周囲を移動する。逆に、中心Oから見ると、それぞれの位置においてボビン15は回転せずに常に一定の向きで中心Oの周囲を回転する。このため、撚り返しなしで光ファイバテープ心線3が撚り合わせられる。
- [0038] 一方、図4Bは、撚り返しありで光ファイバテープ心線3を撚り合わせる方法を示す図である。
- [0039] 複数の光ファイバテープ心線3が巻き取られたボビン15が、光ファイバテープ心線の撚りの中心Oに対して周方向に所定間隔で配置され（図中T1, T2, T3, T4）、それぞれのボビン15からは、光ファイバテープ心線3が撚りの中心Oへ供給されるとともに（図中W）、それぞれのボビン15は、撚りの中心Oの周囲を移動する（図中V）点は、図4Aと同様である。例えば、T1の位置のボビン15が、T2, T3, T4の位置に順次移動する。
- [0040] 本方法では、撚りの中心Oに対するいずれの位置においても、それぞれのボビン15が略一定の方向に向いた状態で、それぞれのボビン15が撚りの中心Oの周囲を移動する。すなわち、ボビン15の向きは変わらずに、ボビン15を撚りの中心Oの外周を周方向に移動させる。逆に、中心Oから見ると、ボビン15は、中心Oの周囲を回転（公転）しながら、この回転（公転）方向とは逆方向に回転（自転）しているようになる。このようにすることで、撚り返しありで光ファイバテープ心線3を撚り合わせることができる。
- [0041] 光ファイバテープ心線3を撚り返しありで撚り合わせることで、光ファイバテープ心線3の撚り戻りを抑制することができる。すなわち、撚り返しありの場合には、光ファイバテープ心線3を撚りあわせて光ファイバユニット5を形成した際に、光ファイバテープ心線3の撚りが戻りにくく、取り扱いが容易である。また、光ファイバテープ心線3を撚り返しなしで撚り合わせ

ると、引き取り装置などで撚り合された光ファイバユニット5がシースに巻き付けられた際に、シースの面に対し垂直方向に光ファイバテープ心線3の幅方向が直接当たる場合があり、光ファイバテープ心線3が間欠テープ心線の場合は、接着部6が分離する恐れがある。このため、複数の光ファイバテープ心線3は撚り返しありで撚り合わせることが望ましい。

[0042] なお、このように撚り返しありで撚り合わせるためには、撚り返しなしで撚り合わせる装置に対して、公転に加えて自転の制御が必要となるため、特殊な装置が必要となる。このため、光ファイバテープ心線3の撚り戻りが問題とならない場合には、必ずしも撚り返しはなくてもよい。撚り返しなしで光ファイバテープ心線3を撚り合わせる際には、前述したような撚り返しを設けるための特殊な撚り合わせ装置が不要であるため、製造コストを低減することができる。

[0043] 次に、このようにして製造された光ファイバユニット5を撚り合わせる方法について説明する。本発明では、光ファイバテープ心線3の撚り合わせ方向と光ファイバユニット5の撚り合わせ方向は同一方向とする。光ファイバテープ心線3の撚り合わせ方向と光ファイバユニット5の撚り合わせ方向とを逆方向とすると、光ファイバユニット5を撚り合わせる際に、内部の光ファイバテープ心線3の撚り合わせピッチが長くなる。この結果、運搬時や取り扱い時などにおいて、光ファイバケーブル1が曲げられた際に、光ファイバテープ心線3へのひずみが大きくなり、損失の増加や光ファイバテープ心線3の接着部6の分離などの要因となるためである。

[0044] 図5は、図3と同様に、光ファイバユニット5が撚り合わせられる際の、各光ファイバユニット5の向きを示した断面概念図である。なお、以下の説明では、簡単のため、4組の光ファイバユニット5 a、5 b、5 c、5 d（光ファイバユニット5 a、5 b、5 c、5 dを合わせて、光ファイバユニット5 a、5 b、5 c、5 dと称する場合がある）を撚り合わせる例について説明する。

[0045] 図5の最上段は、光ファイバユニット5の撚りの中心Oの周囲に、光ファ

イバユニット5 a、5 b、5 c、5 dが所定の向きに配置された状態である（以下、状態S 1 1とする）。また、それぞれの光ファイバユニット5 a、5 b、5 c、5 dにおいて、一方の端部の光ファイバテープ心線をそれぞれA 1 1、B 1 1、C 1 1、D 1 1とする。

[0046] まず、光ファイバユニット5を、撚り返しなしで撚り合わせる方法について説明する。状態S 2 2（矢印I）は、状態S 1 1から光ファイバユニット5を、撚りの中心Oに対して45° 撚り合わせた状態を示し、状態S 3 3（矢印J）は、状態S 2 2から光ファイバユニット5を、撚りの中心Oに対してさらに45° 撚り合わせた状態を示す。

[0047] 状態S 2 2、状態S 3 3においては、それぞれの光ファイバユニット5の撚りの中心Oに対する周方向の配置が、45° ずつ移動し（図中矢印N）、この際、それぞれの光ファイバユニット5の向きが変化する。すなわち、光ファイバユニット5の向きも、配置の移動とともに45° ずつ回転する。例えば、光ファイバユニット5 a、5 b、5 c、5 dのそれぞれのA 1 1、B 1 1、C 1 1、D 1 1の向きが、状態S 1 1～S 3 3で45° ずつ回転する。すなわち、光ファイバユニット5は、状態S 1 1～S 3 3まで、90° の角度で撚り合わせられるが、撚りの中心Oに対して、光ファイバユニット5の全体が回転する。

[0048] 次に、光ファイバユニット5を、撚り返しありで撚り合わせる方法について説明する。前述と同様に、状態S 4 4（矢印K）は、状態S 1 1から光ファイバユニット5を、撚りの中心Oに対して45° 撚り合わせた状態を示し、状態S 5 5（矢印L）は、状態S 4 4から光ファイバユニット5を、撚りの中心Oに対してさらに45° 撚り合わせた状態を示す。

[0049] 状態S 4 4、状態S 5 5においては、それぞれの光ファイバユニット5の撚りの中心Oに対する周方向の配置が、45° ずつ移動するが（図中矢印M）、この際、それぞれの光ファイバユニット5の向きは変化しない。すなわち、光ファイバユニット5は、それぞれ略一定の方向に向いた状態で、撚りの中心Oに対する周方向の配置だけが変化する。例えば、光ファイバユニッ

ト5のそれぞれのA11、B11、C11、D11の向きが、状態S11、S44、S55で変化しない。すなわち、光ファイバユニット5は、状態S11、S44、S55まで、90°の角度で撚り合わせられるが、それぞれ略一定の方向に向いた状態で、撚りの中心Oに対する周方向の配置だけが変化する。

[0050] 光ファイバユニット5も光ファイバテープ心線3と同様に、撚り返しありで撚り合わせた方が、撚り合わせた後も撚り戻りを低減することができる。しかし、本発明では、撚り返しなしで光ファイバユニット5を撚り合わせることが望ましい。これは以下の理由による。

[0051] 前述したように、撚り返しありで撚り合わせるためには、特殊な装置が必要である。また、光ファイバユニット5は、撚り合わせる本数が多くなる場合が多いため、撚り返しありで撚り合わせようとする、装置が大型化するなど製造コストが増大する恐れがある。

[0052] また、前述したように、光ファイバユニット5を撚り返しありで撚り合わせると、光ファイバユニット5を、その撚り（公転）と逆方向に捻じり（自転）ながら撚り合わせることとなる。このため、光ファイバユニット5と光ファイバテープ心線3の撚り合わせ方向を同一方向として、光ファイバユニット5を撚り返しありで撚り合わせると、光ファイバユニット5の内部において、光ファイバテープ心線3の撚りが緩む方向に捻じられ、光ファイバテープ心線3の撚りの効果が小さくなるおそれがある。このため、本実施形態のように、光ファイバユニット5と光ファイバテープ心線3の撚り合わせ方向を同一方向に撚り合わせる場合には、あえて光ファイバユニット5を撚り返しなしとすることが望ましい。

[0053] また、間欠テープ心線を撚った光ファイバユニット5を撚る場合は、撚られた光ファイバユニット5自体が太径となり、光ファイバユニット5内の他の光ファイバテープ心線3がクッション代わりになる。このため、引き取り装置などのシーブに光ファイバユニット5が巻き付けられても、接着部6が分離する恐れは少ない。したがって、光ファイバユニット5同士を撚り返し

ありで撚り合わせる必要はない。

[0054] また、光ファイバテープ心線3の撚り合わせピッチは、250mm以上900mm以下とすることが望ましい。光ファイバテープ心線3の撚り合わせピッチが短すぎると、光ファイバテープ心線3の撚りが強くなり、この結果撚り戻りが生じやすくなる。一方、光ファイバテープ心線3の撚り合わせピッチが長すぎると、光ファイバテープ心線3の撚りが弱く、前述したように、損失の増加や光ファイバテープ心線3の接着部6の分離などの要因となる。

[0055] また、光ファイバユニット5の撚り合わせピッチは、400mm以上950mm以下であることが望ましい。光ファイバユニット5の撚り合わせピッチが短すぎると、光ファイバユニット5の撚りが強くなり、この結果撚り戻りが生じやすくなる。一方、光ファイバユニット5の撚り合わせピッチが長すぎると、光ファイバユニット5の撚りが弱く、損失の増加などの要因となる。

[0056] また、複数の光ファイバテープ心線3の撚り合わせピッチは、複数の光ファイバユニット5の撚り合わせピッチ以下であることが望ましく、より好ましくは、複数の光ファイバテープ心線3の撚り合わせピッチが、複数の光ファイバユニット5の撚り合わせピッチよりも短いことが望ましい。

[0057] ここで、前述したとおり、光ファイバテープ心線3の撚り合わせピッチも、光ファイバユニット5の撚り合わせピッチも、撚り合わせの際に曲げ半径が小さくなって損失増加しない範囲で、可能な限り短いピッチとすることで、光ファイバケーブル1が曲げられた際に歪みが緩和されやすく伝送損失の増加を抑制できる。

[0058] 一方、光ファイバユニット5と比較して、撚り合わせ対象が細い光ファイバテープ心線3は、より短いピッチで撚り合わせても、撚りに伴う損失増加が起きにくい。さらに、撚り返しありで撚り合わせることで、撚り合わせピッチを短くしても撚り戻りが生じにくくなる。

[0059] これに対して、光ファイバユニット5は、撚りピッチを長くすることで、

撚り返しなしでも、撚り戻りが生じにくくなる。また、光ファイバテープ心線3の撚り合わせが十分であれば、光ファイバユニット5の撚り合わせピッチが大きくなっても、光ファイバケーブル1を曲げた際の損失増加は出にくく、また、光ファイバテープ心線3の接着部6の分離も生じにくい。このため、光ファイバテープ心線3の撚り合わせピッチを短くし、光ファイバユニット5の撚り合わせピッチを相対的に長くすることが望ましい。

[0060] なお、光ファイバテープ心線3と光ファイバユニット5とを同一方向に撚り合わせることで、張力が付与された際の撚り戻りが懸念される。しかし、光ファイバテープ心線3はそれほど剛性が高いものではなく、また、光ファイバユニット5の撚り戻りが多少生じても、光ファイバテープ心線3自体の撚り合わせが十分であれば、損失増加は抑制可能である。特に、相対的に光ファイバユニット5の撚りピッチを大きくすることで、光ファイバユニット5の撚り戻りの影響が出にくくなり、相対的に光ファイバテープ心線3の撚りピッチを短くすることで、光ファイバユニット5の多少の撚り戻りが生じても、その影響を小さくすることができる。さらに、光ファイバテープ心線3を撚り返しありで撚り合わせることで、光ファイバテープ心線3の撚り戻りを抑制することができる。

[0061] 以上説明したように、本実施形態によれば、光ファイバテープ心線3の撚り合わせ方向と、光ファイバユニット5の撚り合わせ方向とが同一方向であるため、光ファイバユニット5の撚り合わせ時に、光ファイバテープ心線3の撚りが緩和してしまい、光ファイバテープ心線3の撚りピッチが長周期となることを抑制することができる。特に、光ファイバユニット5が撚り返しなしで撚り合わせられるため、光ファイバユニット5の撚り合わせの際に、撚り返しを行うための装置が不要であるとともに、光ファイバユニット5の撚り合わせ時の光ファイバテープ心線3の撚りの緩和をより確実に抑制することができる。

[0062] また、光ファイバテープ心線3の撚り合わせピッチを、光ファイバユニット5の撚り合わせピッチ以下とすることで、光ファイバユニット5内におい

て、光ファイバテープ心線3の撚り合わせが十分であり、損失増加を抑制することができる。

- [0063] また、複数の光ファイバテープ心線3の撚り合わせが、撚り返しありで撚られていれば、光ファイバテープ心線3の撚り戻りをより確実に抑制することができる。

実施例

- [0064] 複数の光ファイバケーブルを作成し、損失増加等について評価した。光ファイバケーブルは、概ね図1に示す構造とした。まず、直径250 μ mの光ファイバ8本を間欠的に接着し、間欠接着型の8心の光ファイバテープ心線を作成した。この光ファイバテープ心線を10本撚り合わせ、2mm幅のプラスチックテープを巻付けた80心の光ファイバユニットと、光ファイバテープ心線を5本撚り合わせ、2mm幅のプラスチックテープを巻付けた40心の光ファイバユニットを構成した。

- [0065] 80心の光ファイバユニット12本と、40心の光ファイバユニット1本をサプライし、撚り合わせた上で、吸水性不織布を縦添えし、フォーミング治具で丸めた上に、ナイロン製の押え糸を巻付け、1000心のコアを作成した。

- [0066] こうして作成したコアと、 ϕ 1.6mmの鋼線を使用したテンションメンバと、外被を切裂く切裂き紐を外被材にて円筒状にシースし、光ファイバケーブルを作成した。なお、外被材はLLDPEとした。

- [0067] 光ファイバテープ心線の撚り方向、撚りピッチ、光ファイバユニットの撚り方向、撚りピッチを振って、各種試作品を作成し、各種特性を確認した。結果を表1に示す。

- [0068]

[表1]

	実施 例 1	実施 例 2	実施 例 3	実施 例 4	実施 例 5	実施 例 6	実施 例 7	比較 例 1	比較 例 2	比較 例 3
テープ撚り方向	左	左	左	左	左	左	右	左	左	左
テープ撚りピッチ (mm)	750	500	300	500	300	300	300	750	200	300
テープの撚り返し	無し	無し	無し	有り	有り	有り	有り	無し	有り	有り
ユニット撚り方向	左	左	左	左	左	左	右	右	左	左
ユニット撚りピッチ (mm)	750	750	750	750	750	400	750	750	750	350
ユニットの撚り返し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	有り	無し	無し
0.01dB/km 以上 0.02dB/km 未満の 損失増加	有り	有り	有り	有り	無し	無し	無し	有り	無し	無し
0.02dB/km 以上 0.05dB/km 未満の 損失増加	有り	有り	無し	無し	無し	無し	無し	有り	無し	無し
0.05dB/km 以上 0.10dB/km 未満の 損失増加	有り	無し	無し	無し	無し	無し	無し	有り	無し	無し
0.10dB/km 以上の 損失増加	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	有り	無し	無し
テープの連結部 の割れ	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	有り	無し	無し
ユニット内のテー プ同士の撚り戻り	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	有り	無し
ユニット同士の撚 り戻り	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	有り

[0069] 表中の「テープ撚り方向」、「テープ撚りピッチ」、「テープの撚り返し」は、光ファイバテープ心線の撚り方向、撚りピッチ及び撚り返しの有無である。表中の「ユニット撚り方向」、「ユニット撚りピッチ」、「ユニットの撚り返し」は、光ファイバユニットの撚り方向、撚りピッチ及び撚り返しの有無である。

[0070] 損失増加は、光ファイバケーブル化する前後の光ファイバをOTDRにて1550nmの波長で測定し、差分を測定した。なお、光ファイバケーブルは胴径1000mmのドラムに巻いた状態で測定した。

- [0071] また、「テープの連結部の割れ」は、上述のドラムから光ファイバケーブルを巻き戻して、端末2 mの外被とプラスチックテープを除去し、内部の光ファイバテープ心線を取り出して目視で確認した。この際に、接着部の一部に割れ（光ファイバの分離）が見られたものを連結部の割れ「有り」と判定した。
- [0072] また、「ユニット内のテープ同士の撚り戻り」は、光ファイバユニットの端末2 mのプラスチックテープを除去した際に、光ファイバテープ心線同士が180度以上回転して戻ったものを撚り戻り「有り」とした。同様に、「ユニット同士の撚り戻り」は、光ファイバケーブルの端末2 mの外被を除去した際に、光ファイバユニット同士が180度以上回転して戻ったものを撚り戻り「有り」と判定した。
- [0073] 結果より、光ファイバテープ心線の撚り方向と光ファイバユニットの撚り方向とが同一の実施例1～実施例7は、いずれも「テープの連結部の割れ」、「ユニット内のテープ同士の撚り戻り」及び「ユニット同士の撚り戻り」が無く、0.10 dB/km以上の損失増加も見られなかった。特に、光ファイバユニットの撚りピッチよりも光ファイバテープ心線の撚りピッチの小さな実施例2～実施例7は、損失増加がより抑制された。また、実施例2と実施例4との比較と、実施例3と実施例5との比較からも明らかなように、光ファイバテープ心線を撚り返しありで撚り合わせることで、損失増加をさらに低減することができた。
- [0074] 一方、比較例1は、光ファイバテープ心線の撚り方向と光ファイバユニットの撚り方向とが異なるため、光ファイバテープ心線の撚りが緩和され、テープの連結部の割れが確認された。また、比較例2は、光ファイバテープ心線の撚り方向と光ファイバユニットの撚り方向とが同一であるため、テープの連結部の割れは生じなかったが、光ファイバテープ心線の撚りピッチが短すぎるため、テープ同士の撚り戻りが生じた。また、比較例3も、光ファイバテープ心線の撚り方向と光ファイバユニットの撚り方向とが同一であるため、テープの連結部の割れは生じなかったが、光ファイバユニットの撚りピ

ッチが短すぎるため、ユニット同士の撚り戻りが生じた。

[0075] 以上、添付図を参照しながら、本発明の実施の形態を説明したが、本発明の技術的範囲は、前述した実施の形態に左右されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

[0076] 例えば、スロットレス側の光ファイバケーブルであれば、図1に示す断面形状でなくてもよい。

符号の説明

- [0077] 1 ……光ファイバケーブル
2 a、2 b、2 c、2 d ……光ファイバ
3、3 a、3 b、3 c、3 d ……光ファイバテープ心線
4 ……コア
5、5 a、5 b、5 c、5 d ……光ファイバユニット
6 ……接着部
7 ……押さえ巻き
9 ……テンションメンバ
11 ……引き裂き紐
13 ……外被
15 ……ボビン