

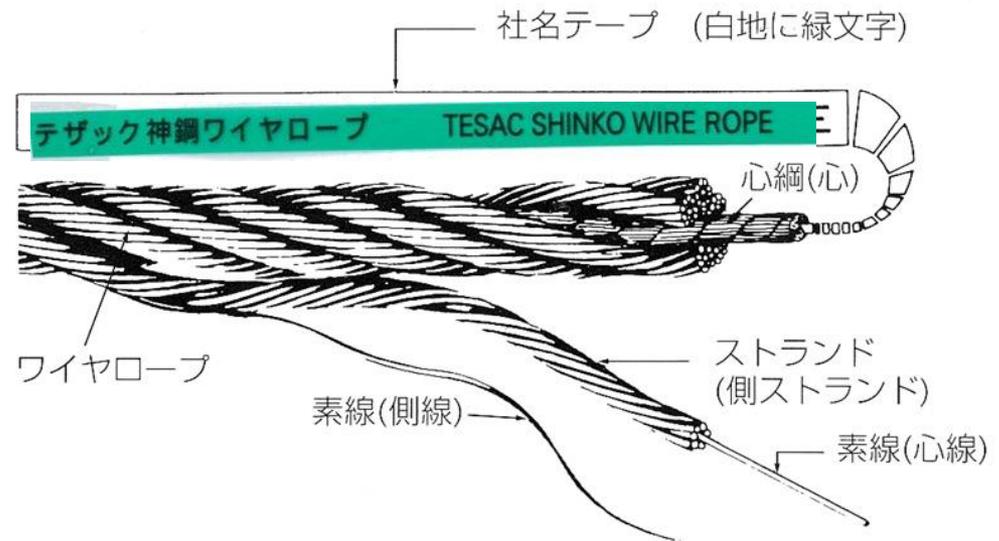
索道管理者基礎講習会テキスト

令和6年7月3日
神鋼鋼線工業(株)

1. 索道に使用されるワイヤロープ

Confidential

ワイヤロープは引張強度の高い素線(鋼線)を多数より合わせたもので、その特徴を生かして、索道以外にも機械、建設、船舶、漁業、林業、鉱業、エレベータなど多方面で使用される。

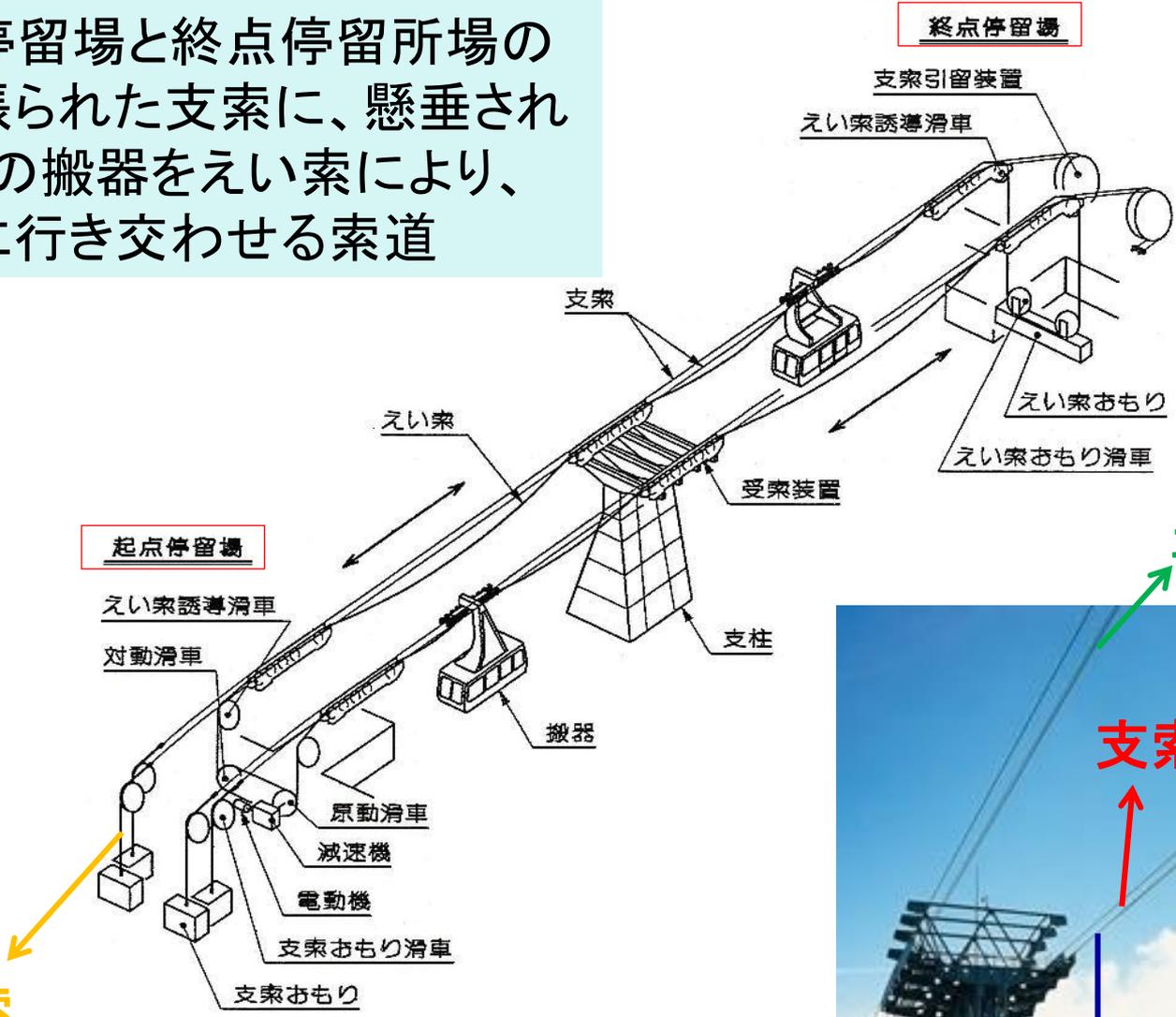


索道においてワイヤロープは主に搬器を吊るす、もしくは引っ張って動かすためのものであり、索道の種類、及び方式により、下記の用途がある。

用途) 支索、えい索、平衡索、支えい索、緊張索

交走式普通索道

起点停留場と終点停留所場の間に張られた支索に、懸垂された2個の搬器をえい索により、交互に行き交わせる索道



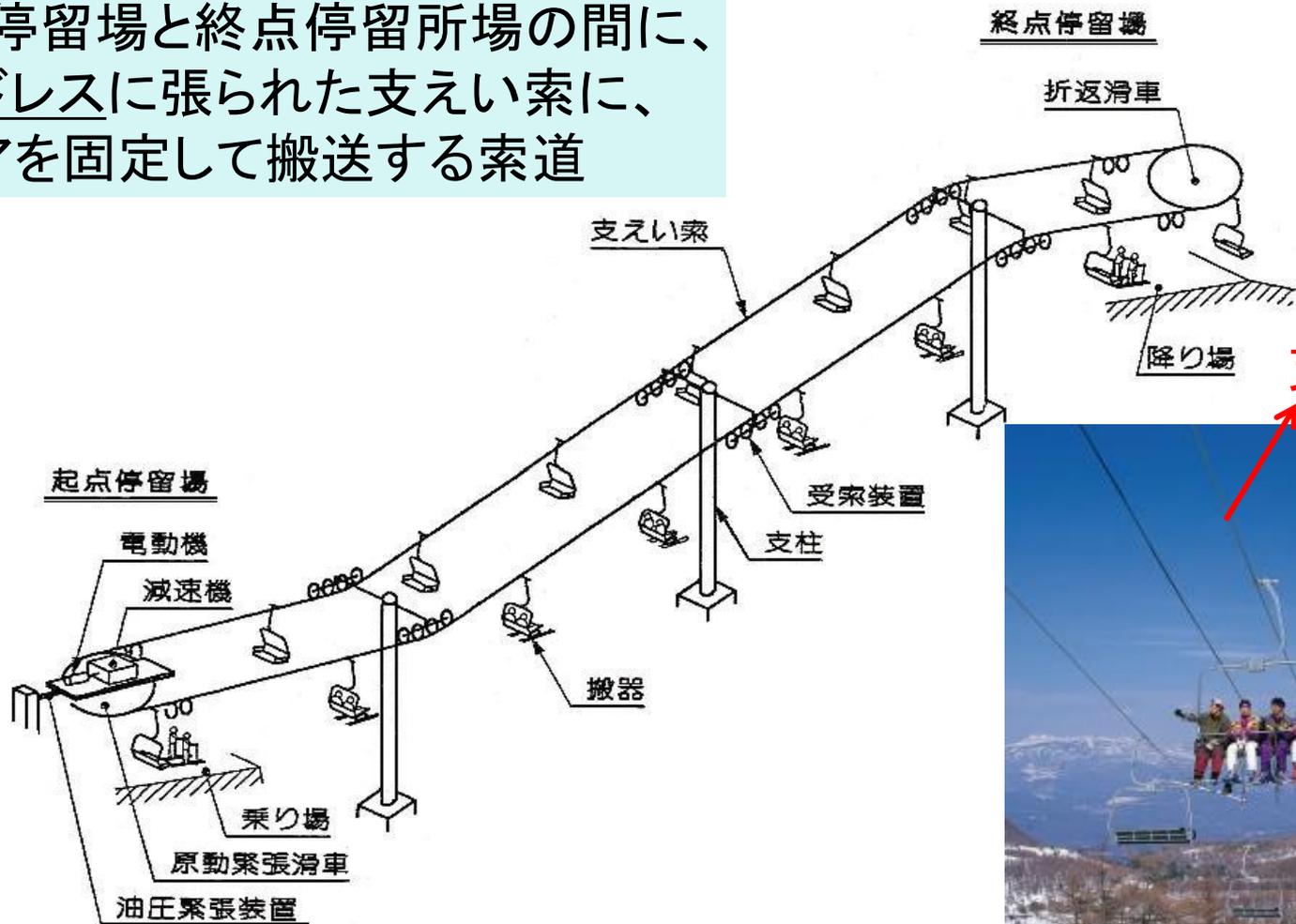
緊張索

平衡索



単線固定循環式普通索道

起点停留場と終点停留所場の間に、エンドレスに張られた支えい索に、
チェアを固定して搬送する索道



2.用途別索条(ワイヤロープ)の種類

Confidential

索道に使用されているロープ

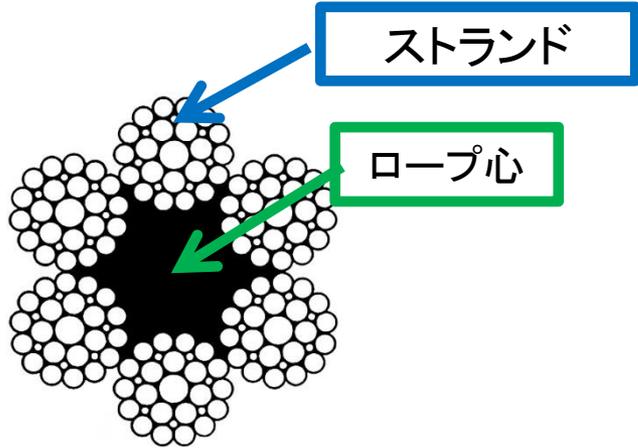
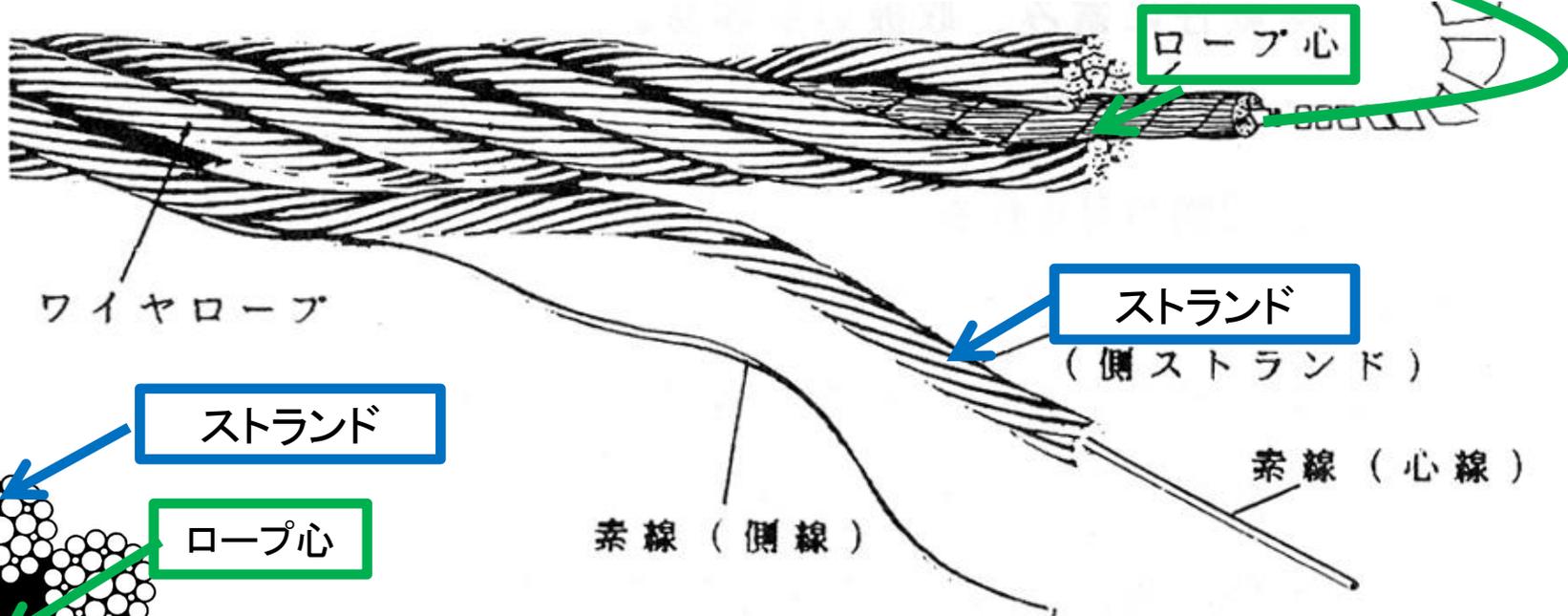
用途		要求特性	使用されているロープ
普通索道	支索	耐横圧性 耐摩耗性 耐腐食性	ロケットコイルロープ: B, C, D形 ヘルクスロープ: 19×7
	支えい索	耐疲労性	可とう性のものであり天然繊維心、合成繊維心又は合成樹脂心を有するもの。6×7, 6×S(19), 6×Fi(17), 6×Fi(21), 6×Fi(25), 6×Fi(29), 6×WS(26), 6×WS(31), 6×WS(36), 6×WS(41) およびこれらの異形線ワイヤロープ
	えん平索		6×WS(36), 6×WS(41) およびこれらの異形線ワイヤロープ
特殊索道	支えい索	耐疲労性	可とう性のものであり天然繊維心、合成繊維心又は合成樹脂心を有するもの。 6×7, 6×S(19), 6×Fi(17), 6×Fi(21), 6×Fi(25), 6×Fi(29), 6×WS(26), 6×WS(31), 6×WS(36), 6×WS(41) およびこれらの異形線ワイヤロープ
普通特殊索道	緊張索	耐疲労性 柔軟性 非自転性	可とう性のものであり天然繊維心、合成繊維心又は合成樹脂心を有するもの(合成繊維心は熱処理不可)。 6×37, 6×61, 6×Fi(29), 18×Fi(29)

ロープの種類、構造は非常に多く、使用目的及び場所に適したロープを選定する必要がある

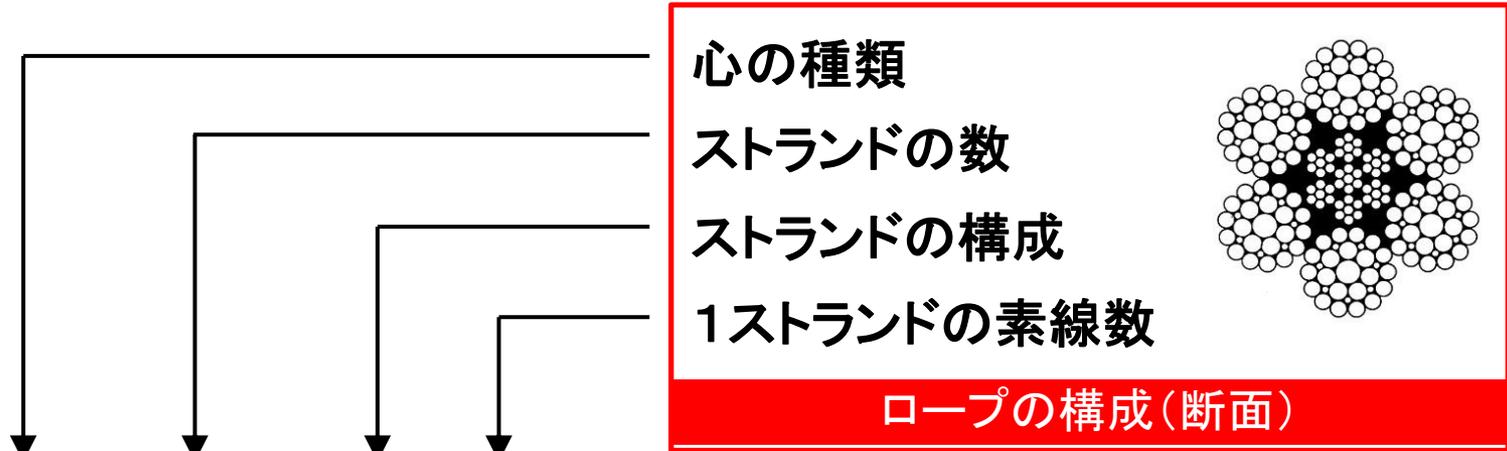
樹脂心
Fi(17),

3.ワイヤロープの構造と名称

TESAC SHINKO WIRE ROPE テザック神鋼ワイヤロープ

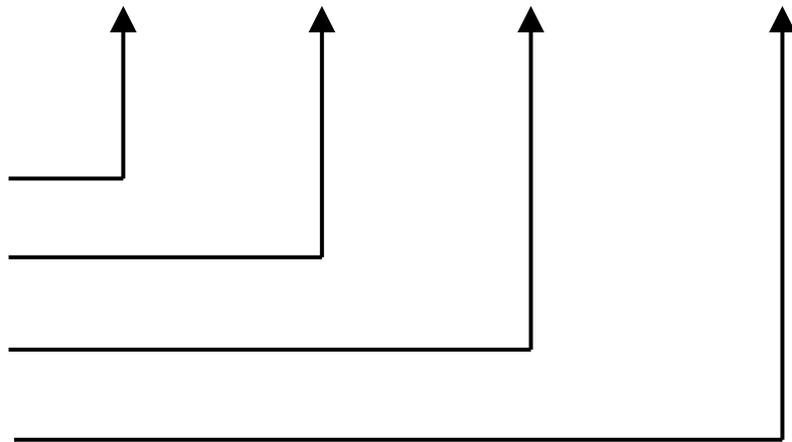


4. ワイヤロープの構造と名称



IWRC 6 × Fi(29) O/O B種 18mm 200m

より方及び表面性状
種別
ロープ径
ロープの長さ



5. ロープ心の種類と特徴

ロープ心の役割

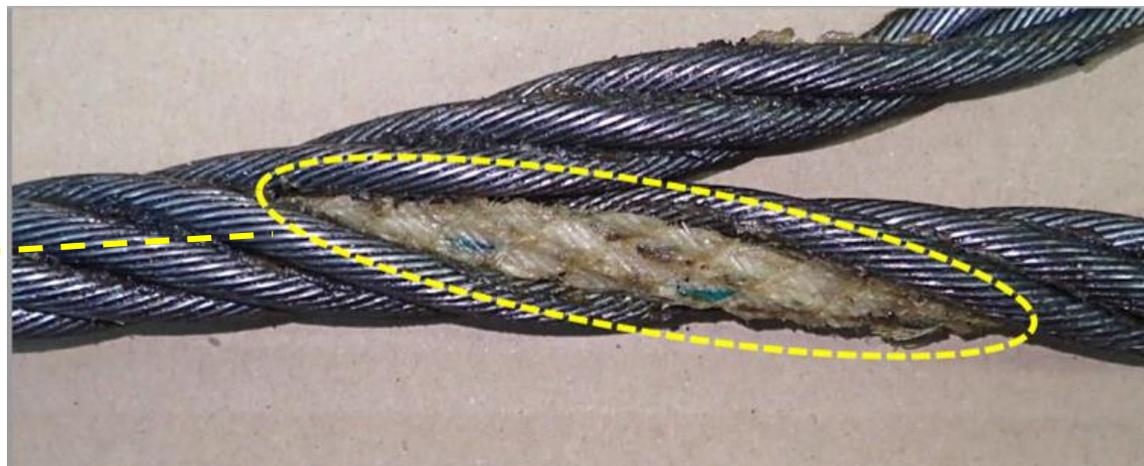
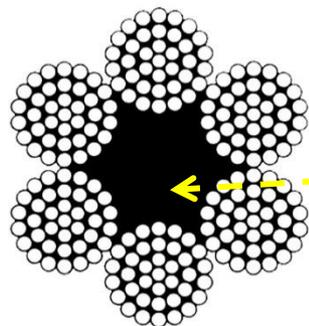
- ・ストランドを支え、**ロープの形状を保つ**
- ・ロープ油を保持し、使用中に**内部から潤滑防錆油を供給**

心の種類		特 長	記 号
織 維 心	天然繊維心(ジユート、サイザル) 合成繊維心(ポリプロピレン)※1	柔 軟 性:大 含 油 性:大 衝 撃 吸 収 能:大 重 量:軽	FC (通常は省略)
	樹 脂 心 ※2		
鋼 心	ロープ心	強 度:大 耐 横 圧 性:大 耐 熱 性:大 伸 び:小	IWRC

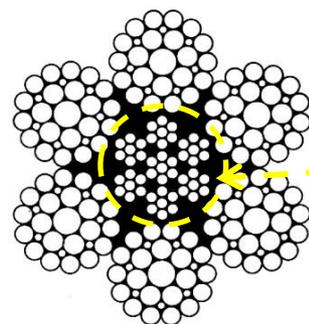
※1 天然繊維と比べ熱に弱く、ソケット加工等では、断熱材で積み栓を行い、熱影響を防止。

※2 樹脂心は、交通安全環境研究所が検証試験を実施し、安全性が確認されたことで
2005年に心材として追加。

5. ロープ心の種類と特徴



天然繊維心(サイザル)



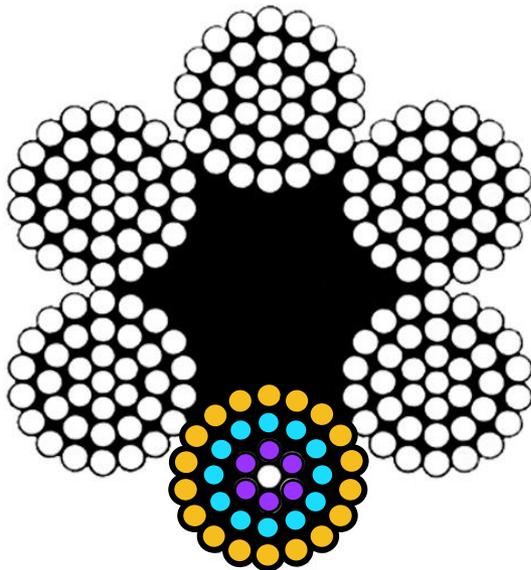
鋼心

6. ストランドの種類と構成

ロープを構成するストランドのより方は、「**交差より**」と「**平行より**」に分類される

6 × 37

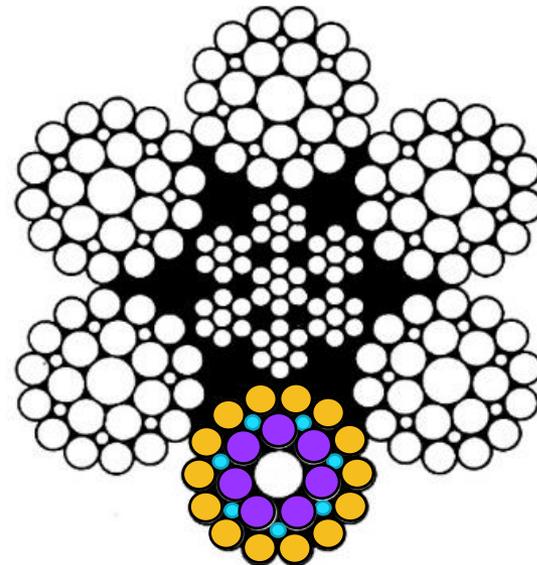
(交差より)



$$37 = 1 + 6 + 12 + 18$$

IWRC 6 × Fi(29)

(平行より)

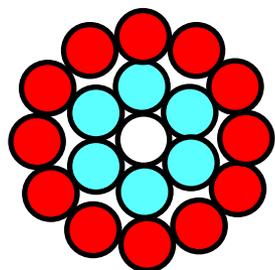


$$Fi(29) = 1 + 7 + 7 + 14$$

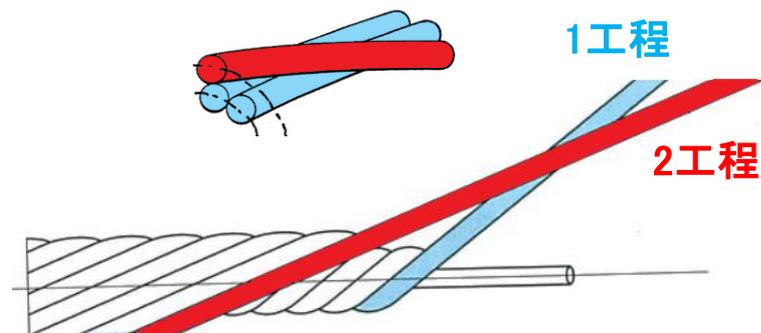
6. スtrandの種類と構成

ロープを構成するstrandの作り方は、
「**交差より**」と「**平行より**」に分類される

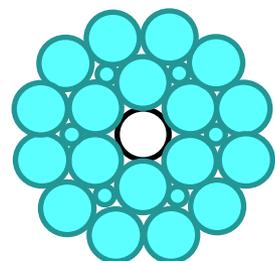
交差より



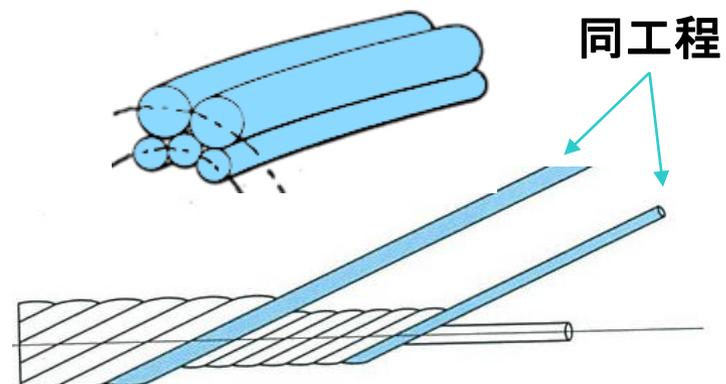
- ・素線径がほぼ同じ
- ・1層ずつ別工程による
- ・点接触より
- ・柔軟性に富む
- ・玉掛索



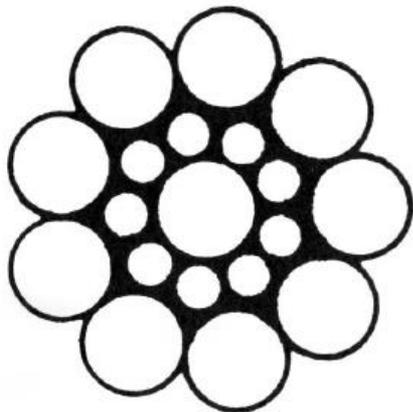
平行より



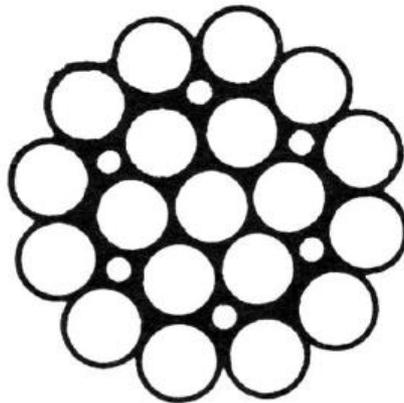
- ・素線径が各層で異なる
- ・全素線と1工程による
- ・線接触より
- ・形崩れ性、疲労性良好
- ・動索



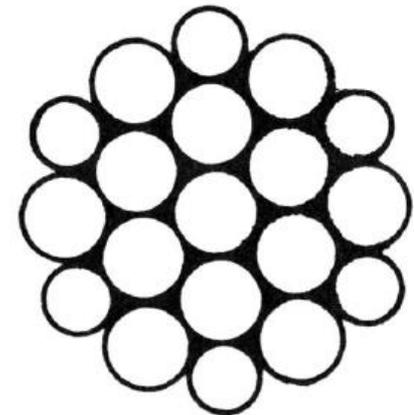
平行よりストランドの種類



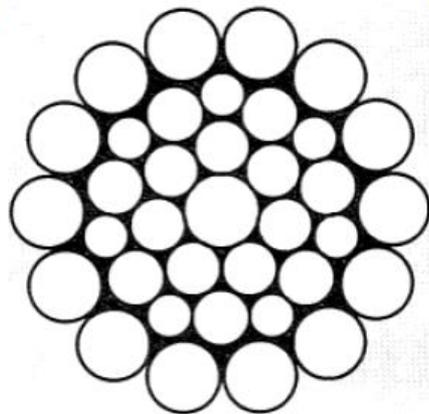
シール形
S(19)



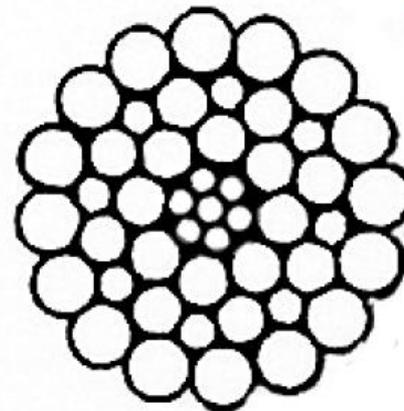
フィラー形
Fi(25)



ウォーリントン形
W(19)



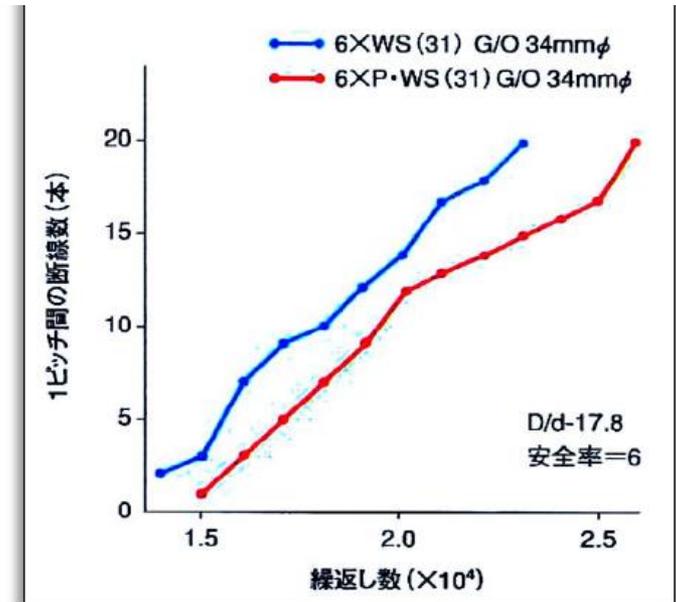
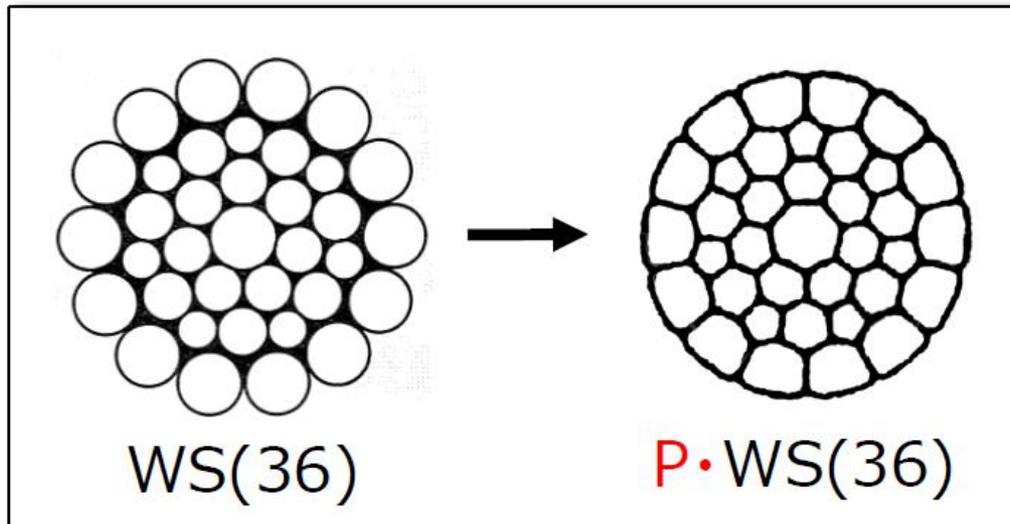
ウォーリントンシール形
WS(36)



セミウォーリントンシール形
SeWS(47)

異形線ストランドロープ

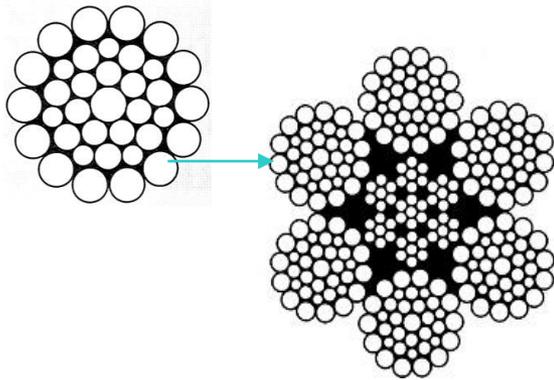
素線をより合わせたストランドを、圧縮加工したストランドを使用したロープ



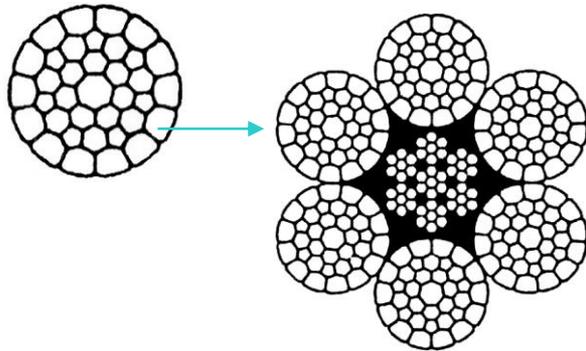
異形線ストランドをより合わせた異形線ロープの特長

- ・断面積が増加し、破断力が高くなる
- ・耐摩耗性に優れている
- ・耐疲労性に優れている
- ・形崩れしにくい
- ・一般のロープに比べて若干硬くなる

異形線ストランドロープの外観



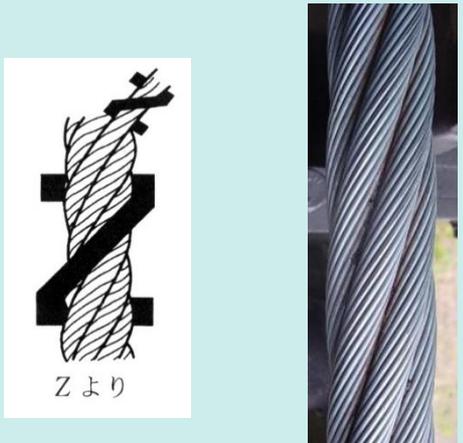
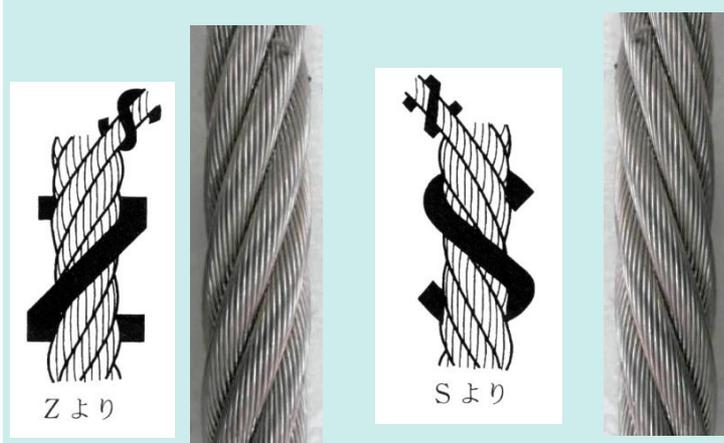
IWRC6 × WS(36)



IWRC6 × P-WS(36)

7. ロープのより方とより方向

- ・ロープのより方向は、**最終工程のロープのより方向**で表す
- ・Zより(右上がり)とSより(右下がり)があり「Zより」が一般的

	リングより	普通より
より方向	・ストランドとロープのより方向が同じ	・ストランドとロープのより方向が反対
特徴	・耐摩耗性,柔軟性が良好	主に、物を吊る用途に使用
模式図	 <p>Zより</p>	 <p>Zより</p> <p>Sより</p>

7.1より方及び表面性状表示の略号

IWRC 6×Fi (29) 0/0 B種

表面	より方	ラングより				普通より			
	より方向	Zより		Sより		Zより		Sより	
	油の種類	赤油	黒油	赤油	黒油	赤油	黒油	赤油	黒油
裸		O/L	C/L	O/LS	C/LS	O/O (*1)	C/O	O/S	C/S
亜鉛めっき		G/L	GC/L	G/LS	GC/LS	G/O	GC/O	G/S	GC/S

O/O(普通より、Zより、赤油、裸ロープ)及び
G/O(普通より、Zより、赤油、めっきロープ)が一般的

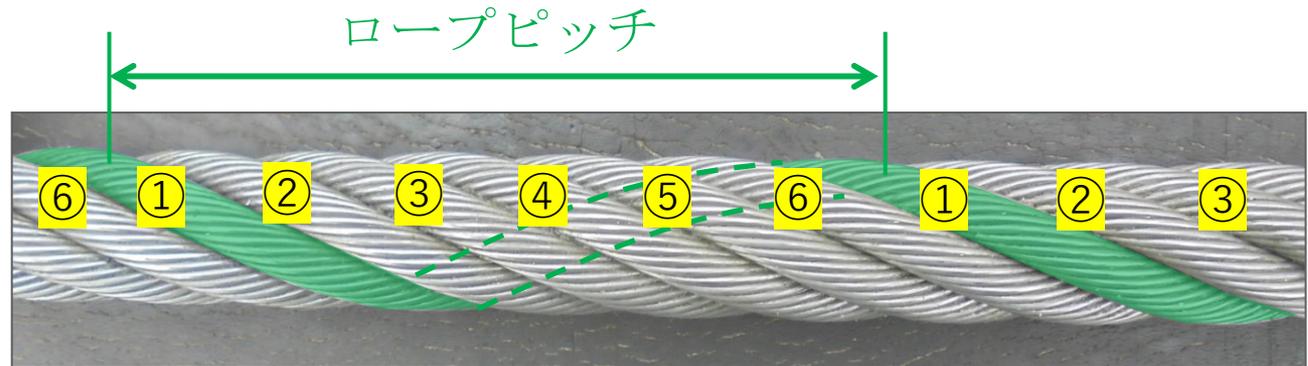
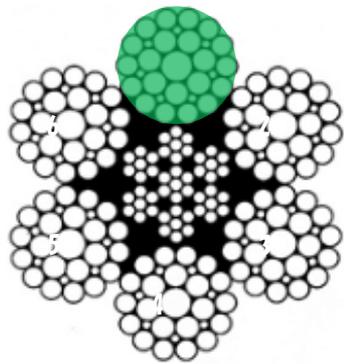
(※1) O/O : オーオーと読む。パーセントではない

8. ロープのより長さ

国内の規格には「よりの長さ」の規定はないが、外国では規定しているものもある。よりの長さは、一本のストランドが完全ならせんを形成して、心綱の回りを一回転する長さをロープの中心軸に平行に測ったもの

ピッチはロープ径の倍数で表示

ロープピッチ/ロープ径



一般的に、支えい索等を使用されるラングよりのロープは普通よりのロープに比べて、よりの長さが長く、ロープ径の7.5倍～8倍が多い(普通よりでは6～6.5倍)

9. 素線の引張強さ

JIS G 3525「ワイヤロープ」に定められる素線の引張強さ

	E種	G種	A種	B種	T種(※1)
公称引張強さ (N/mm ²)	1,320	1,470	1,620	1,770	1,910

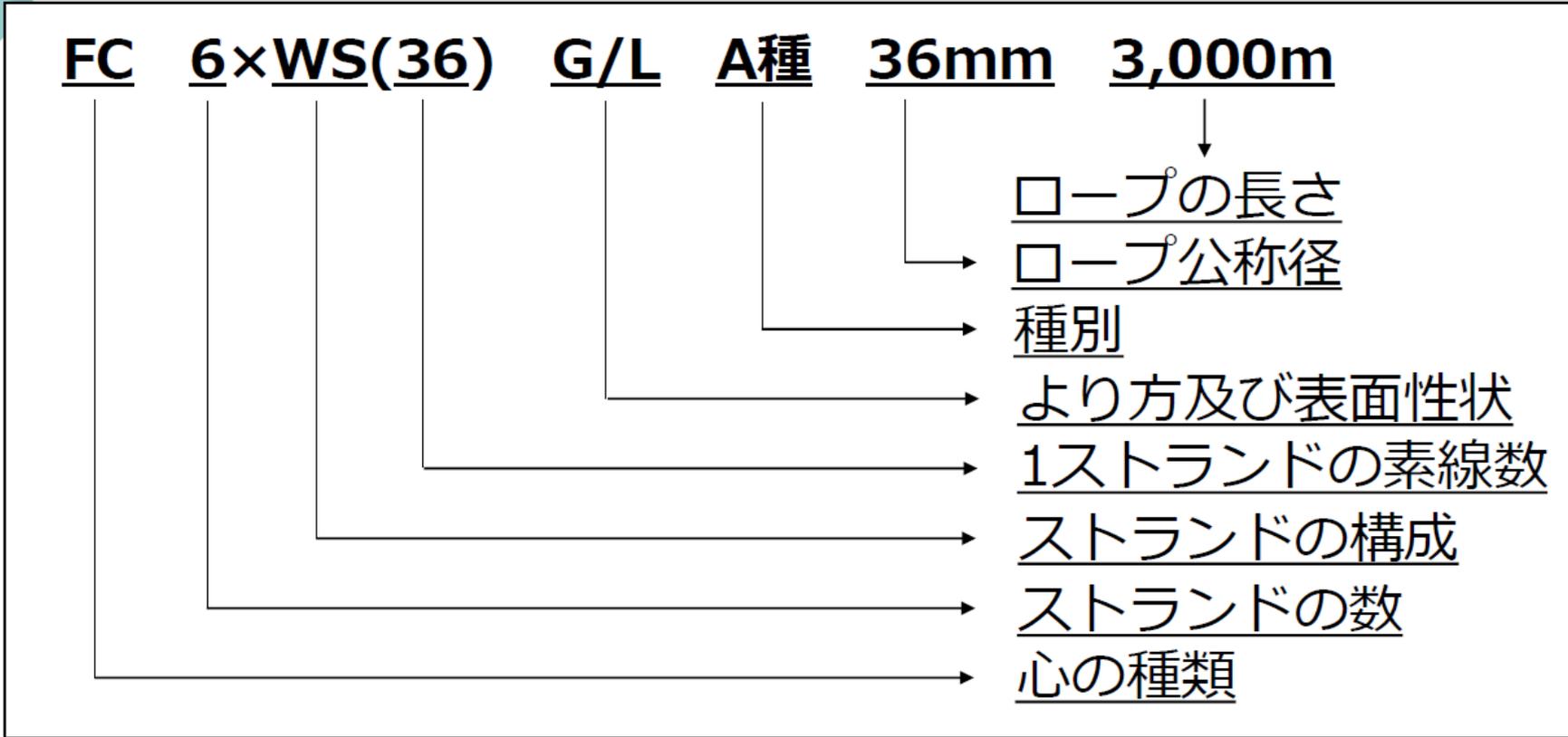
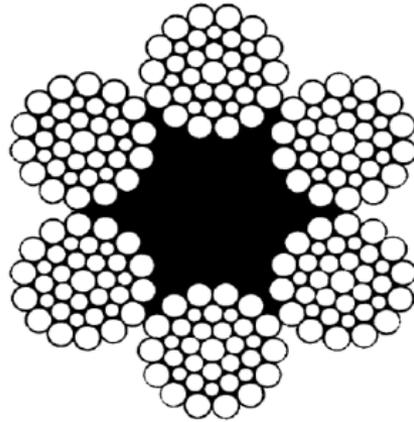
※1 T種は2013年改定のJIS G 3525に追加

(一財)日本鋼索交通協会ワイヤロープ規格による素線区分

	A種	B種	SP種
公称引張強さ (N/mm ²)	1,620	1,770	1,910

耐食性が要求される場合、素線に亜鉛めっきを行う

ワイヤロープの構造と名称



10. 製品ラベルの表記(当社)

JIS G3525「ワイヤロープ」 3546「異形線ワイヤロープ」
の製品表記

- ①ロープの呼び又は構成記号
- ②めっきの有無
- ③グリースの種類
- ④より方及びより方向
- ⑤種別又は破断力
- ⑥ロープの公称径及び長さ
- ⑦製造業者名又はその略号
- ⑧製造年月又はその略号



弊社製品表示ラベルの例

11.特殊な索条(ワイヤロープ)の種類

索道に使用されているロープ

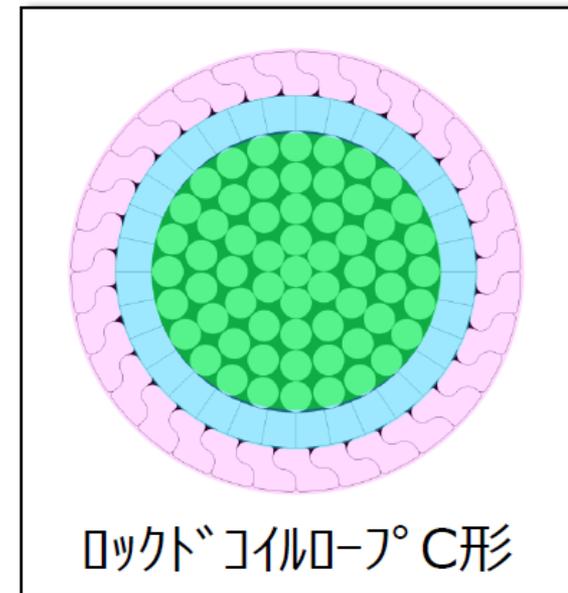
用途		要求特性	使用されているロープ
普通索道	支索	耐横圧性 耐摩耗性 耐腐食性	ロケットコイルロープ: B, C, D形 ヘルクスロープ: 19×7
	支えい索	耐疲労性	可とう性のものであり天然繊維心、合成繊維心又は合成樹脂心を有するもの。6×7, 6×S(19), 6×Fi(17), 6×Fi(21), 6×Fi(25), 6×Fi(29), 6×WS(26), 6×WS(31), 6×WS(36), 6×WS(41) およびこれらの異形線ワイヤロープ
	えい索 平衡索	耐疲労性	可とう性のものであり天然繊維心、合成繊維心又は合成樹脂心を有するもの(合成繊維心は熱処理不可)。6×S(19), 6×Fi(17), 6×Fi(21), 6×Fi(25), 6×Fi(29), 6×WS(26), 6×WS(31), 6×WS(36), 6×WS(41) およびこれらの異形線ワイヤロープ
特殊索道	支えい索	耐疲労性	可とう性のものであり天然繊維心、合成繊維心又は合成樹脂心を有するもの。 6×7, 6×S(19), 6×Fi(17), 6×Fi(21), 6×Fi(25), 6×Fi(29), 6×WS(26), 6×WS(31), 6×WS(36), 6×WS(41) およびこれらの異形線ワイヤロープ
普通特殊索道	緊張索	耐疲労性 柔軟性 非自転性	可とう性のものであり天然繊維心、合成繊維心又は合成樹脂心を有するもの(合成繊維心は熱処理不可)。 6×37, 6×61, 6×Fi(29), 18×Fi(29)

11.1 ロックドコイルロープ

丸線を多層により合わせた片よりロープ(下層ロープという)を心にして、その外周に異形線(T線、Z線)を緊密にかみ合わせてよりあげたもので、ロープ表面が丸棒のように平滑になるロープ

<ロックドコイルロープの特徴>

- ・表面が平滑で搬器走行時の振動が少ない
- ・耐摩耗性が優れる
- ・曲げ剛性が高い(曲がりにくい)
- ・耐腐食性に優れる
- ・破断力が高い

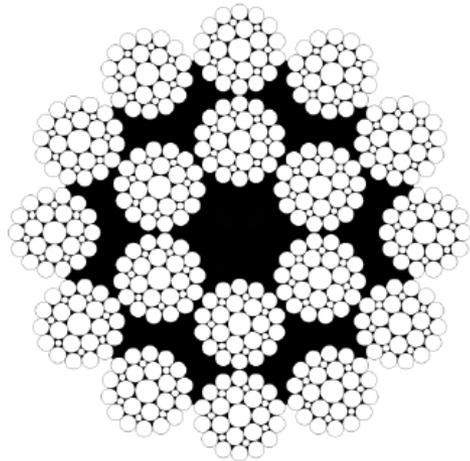


ロープ表面の外観

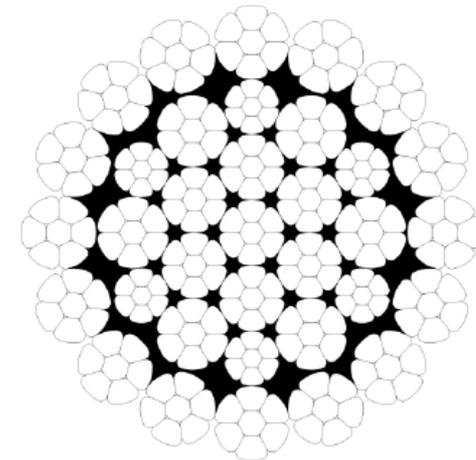
11.2 多層ストランドロープ

断面形状が円形のストランドを、2層以上を互いに反対方向により合わせたロープ。索道では緊張索に使用

18 × Fi(29)



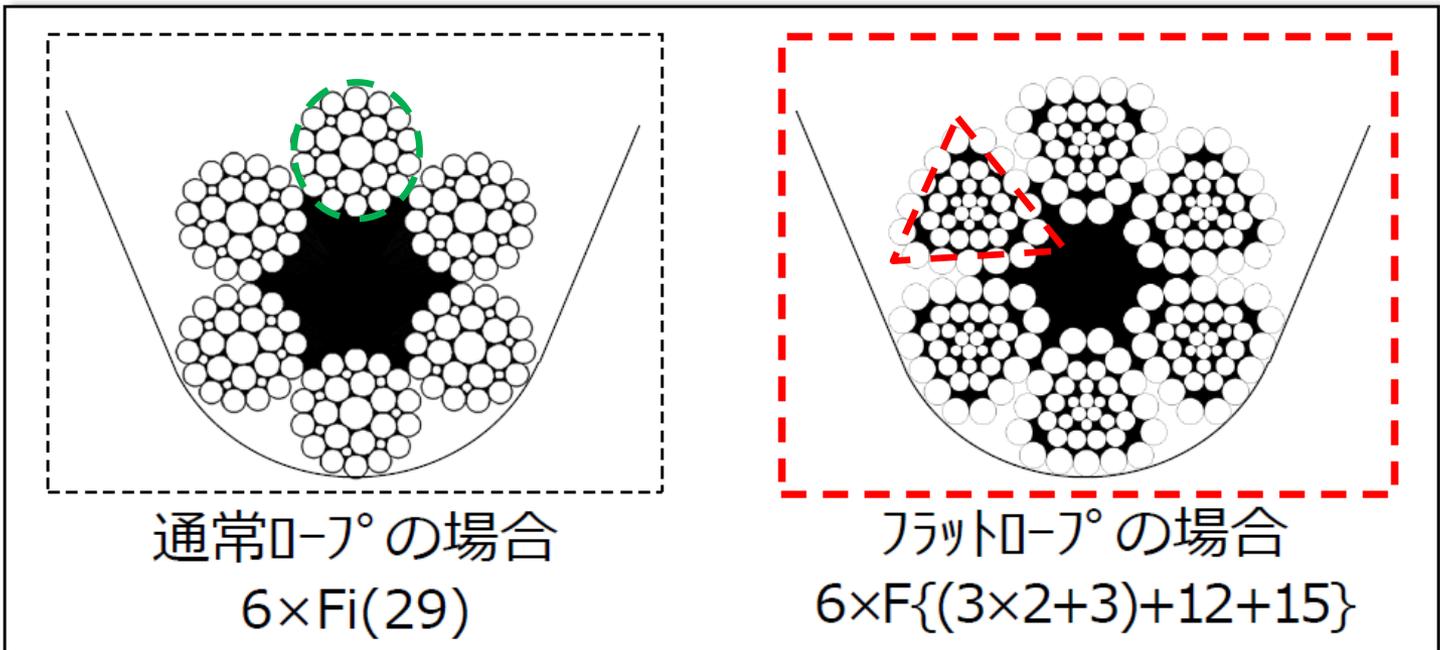
G35 × 7



11.3 フラット型ロープ

ストランドの中心に三角形の心線や丸線をより合わせた三角心があり、その上に丸素線を1~2層より合わせて、ストランドの形状を三角形にしたロープ

- ・ストランドの形状が三角形をしている
- ・シーブとの接触面積が大きく、耐摩耗性に優れる
- ・ケーブルカー(鋼索鉄道)の巻上索として用いられる



シーブとの接触状態

13. ワイヤロープの加工と接合

(1) プレテンション加工

新品ロープを使用し始めると、ロープの締まりで初期構造伸び(永久伸び)ができるが、これが大きくて緊張装置の動作範囲(許容範囲)を超えると、切詰めが必要となる。この不便を避けるために、架設前に初期構造伸びを出してしまったロープの使用が考えられる。

<プレテンション加工ロープの特徴>

より上がったロープを規格破断力の40%以下の張力で、2回・延べ1時間程度引張る加工を行い、初期構造伸びを除去。

(2) ロープの接合 (ロングスプライス)

循環式索道で、支えい索(又はえい索)のロープ同士をエンドレスにつなぐ方法を、長手継ぎ(ロングスプライス)と呼ぶ。

ロングスプライスは、接合しようとするそれぞれのロープの6本あるストランドを、端から決められた長さまで解き、その対面するロープ同士をからめてつないでゆく加工方法。

継ぎ合わせ長さやロープの中に入る金心の長さが短すぎると、必要な強度を確保できない等の問題が生じるため、継ぎ合わせ長さ及び金心の長さは、通常ロープ径の倍率で表す。

ロープの継ぎ合わせ長さ、金心長さのロープ径に対する倍率

ロープの構成	接合部の長さ		金心の長さ	
	径の区分	倍率	径の区分	倍率
普通ロープ	30mm未満	1100倍以上	30mm未満	50倍
	30mm以上	1200倍以上	30~36mm	60倍
			38mm以上	70倍
異形線ロープ	全サイズ	1200倍以上	全サイズ	70倍

* 中間サイズは直近の太径の倍率とする。

<ロングスプライスの一般的な手順>

A、B両ロープのストランドの切断位置を決め、ストランドを解く

三つ又を製作する

A、B両ロープを組合わせる

ストランドの入れ替えをする *A、B各ストランドが交互に組み合わさること

組み合わせ部でロープ中心に繊維心を挿入する

ストランドの癖を直す *確実に癖直しを実施すること

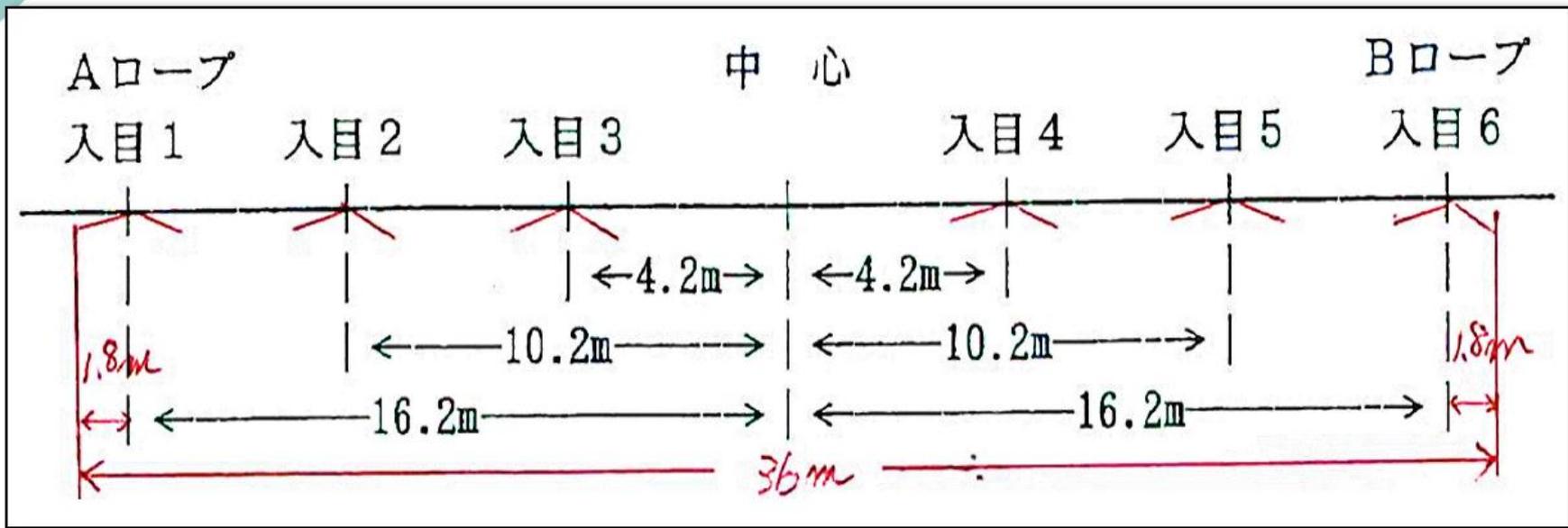
金心ストランド(繊維心の代用)にクレモナ、麻又は硬質ゴムを巻く

金心ストランドを組み込む(繊維心を取り出す)

成形をして、枕を挿入する *枕のサイズ、脱落、ストランドの落ち込みに注意

心止まりの処置を行う *金心と心綱の間に空隙が生じないように注意

例として、6×WS(36)リングより、ロープ径30mmのロープを1200倍(36m)で加工しようとする場合の継ぎ合わせ長さの取り方は、金心を1.8mとすると、下図のとおりとなる。



入目

ストランドを心に組込む



(3) 切詰め

ロープがロングスプライスされている場合、ロープが伸びると緊張装置の摺動範囲が限界となり、その機能を果たせない。また、接合部(スプライス部)のジョイント箇所に断線が発生して更新しなければ、接合部の強度が不足してしまう場合もある。そのような時に行われるのが「ロープの切詰め」である。

切詰めはやむを得ない場合にのみ実施することとし、それ以外は極力避けるべきである。しかし、近年の索道施設では、油圧式の緊張設備が主流となり、おもり式に比べ摺動範囲が狭いことから、ロープを新設したときの初期伸び等に対する切詰めは必要不可欠であり、以後の切詰回数をできる限り少なくすることが必要。

<切詰めの方法>

切詰めをする長さを決める

(例) 摺動距離1m分の切詰めは、
A、B両ロープ1m分(合計2m)を解く

※接合部からストランドを抜き取る

ロープの組外し及び再組合せを行う

※ストランドを埋め込む

心止まりの処理をする

切詰め箇所を成形する

注) ※のある作業は、切詰長さにより作業内容が異なる。

ソケット加工

複線交走式普通索道の、えい索及び平衡索の両端を、搬器の走行部と接続するため実施。ストランドをばらして繊維心を切除し、さらにばらしたストランドを、素線に分解して仮めっき。そして、ソケット金具にロープバラシ部を入れて、その中に合金を注入して、金具定着。



1 端末をバラシて、箒状にする



2 3溶かした合金で鋳込み



ロープの破断力を100%保持



鋳込んだ合金の内部検査では確認できないので、定められた加工方法により
確実に行う必要あり。(当社では、加工者及び立会者を記録)

ソケット部の日常点検の対応として、ソケット口以外のシージングは取り外しておくことで、
シージングとロープ間の腐食及び断線等の点検が可能。



ご清聴ありがとうございました。