

第7章 ワイヤロープ等の概要・取扱方法・加工方法

7-1 ワイヤロープの概要

(1) ワイヤロープの構成

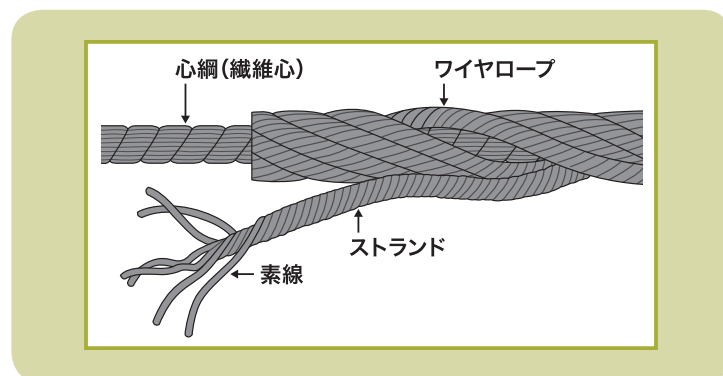
ア 各部の呼称

Point 1

ワイヤロープは、引張強度、耐衝撃性、柔軟性等に優れている

ワイヤロープは、良質の炭素鋼を線引き加工した継ぎ目のない鋼線を、より合わせてストランド（子なわ）を作り、さらにストランドを一定のピッチで心綱に巻きつくようにより合わせたものです。ロープの特長として、①引張強度が高い、②耐衝撃性に優れている、③長尺物が得られる、④柔軟性に富む、などが挙げられます。

ロープの中心に入れて心にしたものを心綱、複数の素線をより合わせて心綱の周囲に6本（標準の場合）よられているものをストランド（子なわ）（ストランドの中心に繊維心（小心）が入っているものもあります）、ストランドを構成している鋼線を素線といいます。



イ 心綱

心綱には、鋼心や繊維心等があります。

鋼心には、ロープ心とストランド心があります。ロープ心は、独立した1つのロープを心にしたもので、繊維心に比べて破断荷重が大きく強度があり、伸びや径の減少及び側圧による形崩れに強く、耐熱性に優れています。ストランド心は、特殊な用途に僅かに用いられています。

繊維心には、天然繊維心と含油性を高めた合成繊維心があり、用途に応じて使い分けられています。繊維心はワイヤロープの潤滑と防錆のため、ロープ内部からグリースを補給できるようにグリースを含ませています。鋼心に比べてロープの柔軟性が大きく、衝撃や振動を吸収するため、スリング用ワイヤロープとして天然繊維心のものが広く用いられています。

ウ 素線

ワイヤロープのストランドを構成している一番細い鋼線です。ロープの素線は、日本工業規格JIS G3506（硬鋼線材）に規定されている炭素鋼線材を熱処理した後、常温で伸線加工して製作されたものです。

エ ストランド

ストランドは、複数の素線をより合わせて作られています。よりを解くと、素線1本1本までばらすことができます。ストランドをばらすと、内層線と外層線に分かれ、外層線は、一番外側の素線です。内層線は、それより内側の素線で、ストランドの心綱の役割を果たしています。例えば、6×19のワイヤロープの場合、内層線は7本よりのロープに、外層線は12本の素線にばらけます。

(2) ワイヤロープのより方

Point 1

「普通より」は、耐摩耗性は劣るが、キンクしにくく、取り扱いが容易
「ラングより」は、耐摩耗性に優れ、耐疲労性は良いが、キンクしやすい

ワイヤロープのより方とストランドのより方が反対のものを「普通より」、同じ方向によられたものを「ラングより」といいます。また、ワイヤロープのより方には、Zより（右より）とSより（左より）がありますが、Zよりが一般的です。

普通よりロープは、1よりの長さが短く、素線はロープ軸にほぼ平行です。耐摩耗性と耐疲労性においてラングよりロープに比べて劣りますが、よりが締まってキンクしにくく、取り扱いが容易であることから、一般には普通よりロープが使われています（主に作業索に使用）。

ラングよりロープは、1よりの長さが長く、素線が平均に摩擦を受けるために耐摩耗性に優れ、柔軟で耐疲労性は良いですが、キンクを起こしやすいので、取り扱いに注意が必要です（主に主索に使用）。



(3) ワイヤロープの構造

ワイヤロープのストランドを作る素線のより方で、「交差よりロープ」、「平行よりロープ」、「異形線ロープ」などに区分されます。

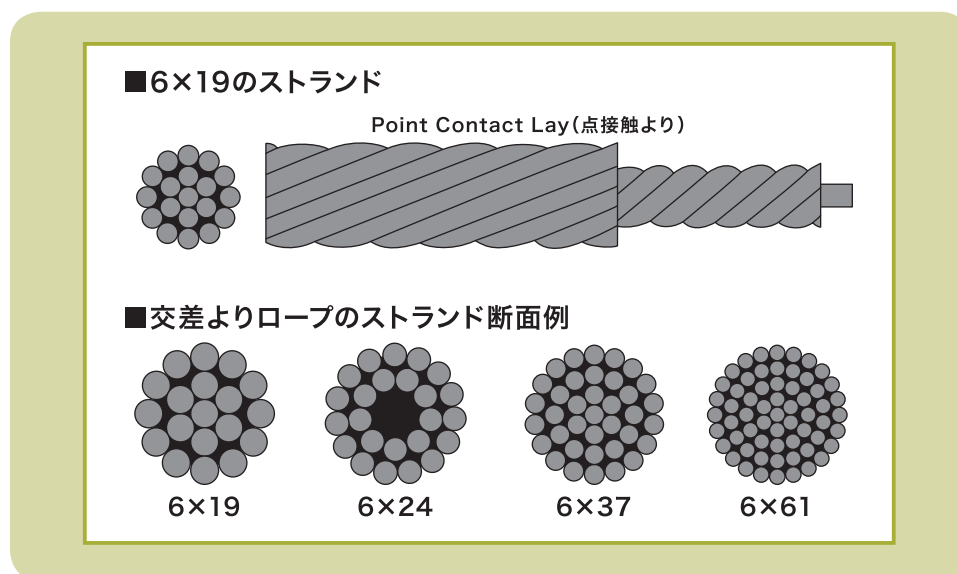
架線作業では、主に交差よりロープで、 6×7 は主索、 6×19 は作業索やガイライン等、 6×24 はスリングとして使用されています。

ア 交差より

交差よりは、同径の素線を、各層別に、より角がほぼ等しくなるようにより合わせたもので、各層により込まれる素線の長さが等しくなり、ストランド内の各素線の接触状態が点接触しているロープです。

このロープは柔軟性に優れており、取り扱い易い特長をもっています。ただ、素線が点で接触しているため、素線に作用する引張応力は均等になりますが、点接触による曲げ応力などが付加されて、耐疲労性は期待できません。

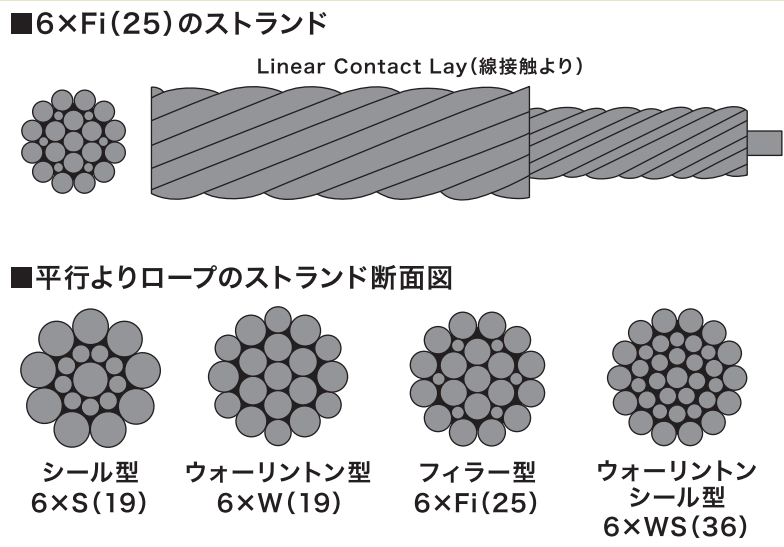
素線の配置には、1本の心綱の周りに素線を6本、12本、18本、24本と等差級数的に6本ずつ各層ごとに増加するものと、素線を3本より合わせたものを心にして、その周りに9本、15本と6本ずつ各層ごとに増加するものがあります。



イ 平行より

平行よりは、ストランド内の各素線の接触状態が線接触しているロープで、素線同士の摩耗や金属疲労による断線が起こりにくいいため、曲げの影響を強く受ける用途に適しています。各層素線の組み合わせによって、シール形、ウォーリントン形、フィラー形及びウォーリントンシール形などがあります。

ワイヤロープは、ストランドに含まれる素線の径が太いほど耐摩耗性が増し、細いほど柔軟性が増します。シール形やウォーリントンシール形のロープは耐摩耗性と柔軟性を両立させるため、最外層に太い径の素線を配置しています。特に摩耗に強いロープが必要なときはシール形、摩耗の可能性と曲げの多い用途にはウォーリントンシール形、一般的な用途にはフィラー形を選択するとよいでしょう。



(ア) シール形

各層の素線数は $1+n+n$ のように表され、内外層の素線数が同数で、内層素線の凹みに外層素線が完全に収まっています。

このシール形ロープは、他の平行よりと比べて外層素線が太いので、特に耐摩耗性に優れており、主としてエレベータ用として使用されています。

(イ) ウォーリントン形

各層の素線数は $1+n+(n+n)$ のように表され、外層素線には大小2種類があり、外層素線数は内層素線数の2倍で、内外層の組み合わせによって間隙を少なくしてあります。このウォーリントン形ロープは、最近ではあまり使用されていません。

(ウ) フィラー形

各層の素線数は $1+n+(n)+2n$ のように表され、外層素線数を内層素線数の2倍とし、内外層の隙間に内層素線と同数の細かいフィラー線が充填されています。

このフィラー形ロープは、柔軟性、耐疲労性、耐摩耗性のバランスが良く、平行よりロープのうちで最も広範囲に使用されています。

(エ) ウォーリントンシール形

ウォーリントン形とシール形とを組み合わせたもので、耐疲労性が非常に優れ、また柔軟性に富み、更に耐摩耗性にも優れているため、用途は広範囲にわたっています。

ウ 異形線ロープ

ストランドが異形線で構成されており、断面積が大きく、破断荷重が高いロープです。また、ロープ表面の凹凸が小さいため、摩耗しにくく、形崩れしにくい利点があります。

(4) ワイヤロープの記号

ワイヤロープの記号表示は、下の例によって表示されています。

表 示 例	
例1	6×19 O/O 12mm A種 1000m (19本線6より、裸、普通Zより、赤グリース塗り、直径12mm、A種、長さ1000mのロープ)
例2	6×7 C/L 24mm A種 500m (7本線6より、裸、ラングZより、黒グリース塗り、直径24mm、A種、長さ500mのロープ)
例3	6×24 G/O 10mm G種 500m (24本線6より、亜鉛メッキ、普通Zより、赤グリース塗り、直径10mm、G種、長さ500mのロープ)
例4	6×(Fi)25 O/O 16mm B種 1000m (フィラー形25本線6より、裸、普通Zより、赤グリース塗り、直径16mm、B種、長さ1000mのロープ)

各例の上段は、「構成記号」(ストランドの数×ストランド中の素線数)、「メッキの有無・グリースの種類」/「より方・より方向」、「ロープ径」、「種別」、「ロープ長」を表示しており、下段は、それぞれの「呼び方」になっています。

例えば、上段の表示で、O/Oの左側のOは裸、赤グリース塗り、Cは裸、黒グリース塗り、Gは亜鉛メッキ、赤グリース塗り、右側のOは普通Zより、LはラングZより、Sよりのときは特にO/Sと表します。A種は、裸及びメッキ後冷間加工を行ったもので、素線径が2.80mm以下、破断荷重は、1620N/mm²級のものです。

また、心綱が「ロープ心」の場合のみ、「構成記号」の前に「IWRC」と表記し、異形線ロープの場合のみ、「構成記号」のストランド中の素線数の前に「P・」と表記されています。

ストランドが「平行より」の場合のみ、以下のように表記します。

形 式	より記号
シール形	S
ウォーリントン形	W
フィラー形	Fi
ウォーリントンシール形	WS

「より方」、「より方向」、「グリースの種類」及び「メッキの有無」は、それらの組み合わせにより、次のように略号が用いられます。

より方		普通より				ラングより			
より方向		Zより		Sより		Zより		Sより	
グリースの種類		赤	黒	赤	黒	赤	黒	赤	黒
メッキの有無	裸	O/O	C/O	O/S	C/S	O/L	C/L	O/LS	C/LS
	メッキ	G/O	GC/O	G/S	GC/S	G/L	GC/L	G/LS	GC/LS

ア メッキの種類

ロープは、裸ロープが一般的ですが、耐食性が要求される用途には、メッキしたロープが使用されます。メッキの種類には、亜鉛メッキ、錫メッキ、アルミニウムメッキなどがありますが、一般的には亜鉛メッキが施されます。

イ 塗油

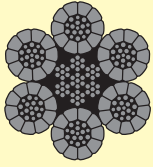
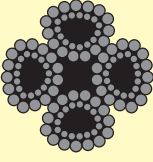
ロープの製造時には、防錆と潤滑のためにロープグリースを塗油します。すなわち、心綱にはロープグリースを浸潤させ、ストランドには内部塗油法によって、素線間に十分なロープグリースを塗油しています。塗油の良否は、ロープの寿命に大きく影響を及ぼします。

ロープグリースには、ペトロラタム、マイクロワックスのような非晶質、微晶質の特殊なろう類を主成分とする赤ロープグリースと、アスファルトのような特殊瀝青質分を主成分とする黒ロープグリースとがあります。

(5) ワイヤロープの種類

JIS（日本工業規格）に制定されているロープの種類は、G3525（ワイヤロープ）で24種類、G3546（異形線ロープ）で9種類となっていますが、このうち林業用として多く使用されているものについて、それらの「断面」、「構成記号」、「特長」、「用途」及び「ワイヤロープの破断荷重」は下記のとおりです。

断面	構成記号	特長	用途
	6×7 構成 6×(1+6)	各素線同士が線接触しているため、素線が平均に摩擦を受け耐摩耗性に優れ、柔軟で耐疲労性は良いが、キंकを起こしやすいので取扱いに注意が必要である。	主索
	異形線ロープ 6×P・7 構成 6×P・(1+6)	ストランドの表面が平滑なため、シーブとの擦れ合いによる摩耗が少なく、耐疲労性に優れ、丸線ストランドロープに比べて破断荷重が大きく、強力である。	主索
	6×19 構成 6×(1+6+12)	同径の素線を各層別により合わせてあり、素線はロープ軸にほぼ平行なので、キंकしにくく、よりが締まり、形くずれしにくいので、取扱いが容易である。	作業索 ガイライン
	6×24 構成 6×(a+9+15)	素線数が多く、ストランドの中心に繊維心が入っており柔軟性に富んでいるので、スリングによく用いられる。	スリング
	6×Fi(21) 構成 6×Fi[1+5+(5)+10]	素線同士が線接触しており、耐疲労性が高く、曲げの多い使い方に適している。	作業索 (エンドレス索)
	6×Fi(25) 構成 6×Fi[1+6+(6)+12]	素線同士が線接触しており、耐疲労性が高く、曲げの多い使い方に適している。	作業索 (エンドレス索)
	IWRC 6×Fi(25) 構成 7×7+6×Fi[1+6+(6)+12]	心綱には7×7のロープ心が使われており、破断荷重が大きくつぶれにくいので、トラクタ集材のけん引ロープやタワーヤード、スイングヤードに使われている。	作業索
	6×S(19) 構成 6×S(1+9+9)	内外層の素線数が同数で、内層線の凹みに外層素線が完全に収まっている。外層素線が太いので、特に摩耗性に優れている。	作業索

断面	構成記号	特長	用途
	異形線ウォーリントンシール形 IWRC 6×P・WS(26) 構成 7×7+6×P・ WS[1+5+(5+5)+10]	ウォーリントン形とシール形を組み合わせたもので、耐疲労性が非常に優れ、柔軟性に富み、更に耐摩耗性にも優れているため、用途は広範囲にわたっている。	作業索
	非自転性ロープ 4×F(30) 構成 4×F(a+15+15)	ストランドの断面が蛤形をしたもので、耐疲労性のほかに非自転性も兼ね備えており、吊荷があまり回転しないので荷上索に用いられる。	作業索 (荷上索)

※ワイヤロープのより方を見ると、主索用の6×7と6×P・7の2種類は「ラングより」が用いられ、他は「普通より」です。また、ロープのよりの方向は、全て「Zより」です。

■ワイヤロープの破断荷重

6 × 7			
公称径 (mm)	破断荷重 (kN)		(参考) 概算単位質量 (kg/m)
	めっき G種	裸 A種	
6	19.0	21.4	0.134
8	33.8	38.1	0.273
9	42.8	48.2	0.300
10	52.8	59.5	0.371
12	76.0	85.6	0.534
14	103	117	0.727
16	135	152	0.950
18	171	193	1.20
20	211	238	1.48
22	256	288	1.80
24	304	343	2.14
26	357	402	2.51
28	414	466	2.91
30	475	535	3.34
32	541	609	3.80

6 × 19			
公称径 (mm)	破断荷重 (kN)		(参考) 概算単位質量 (kg/m)
	めっき G種	裸 A種	
6	18.1	19.4	0.131
8	32.1	34.6	0.233
9	40.7	43.8	0.295
10	50.2	54.0	0.364
12	72.3	77.8	0.524
14	98.4	106	0.713
16	128	138	0.932
18	163	175	1.18
20	201	216	1.46
22	243	261	1.76
24	289	311	2.10
26	339	365	2.46
28	393	424	2.85

6 × 24			
公称径 (mm)	破断荷重 (kN)		(参考) 概算単位質量 (kg/m)
	めっき G種	裸 A種	
6	16.5	17.7	0.120
8	29.3	31.6	0.212
9	37.1	39.9	0.269
10	45.8	49.3	0.332
12	65.9	71.0	0.478
14	89.7	96.9	0.651
16	117	126	0.850
18	148	160	1.08
20	183	197	1.33
22	222	239	1.61
24	264	284	1.91
26	309	333	2.24
28	359	387	2.60
30	412	444	2.99
32	469	505	3.40
36	593	639	4.30
40	732	789	5.31

6×S(19)、6×W(19)、6×Fi(25)、6×WS(26)				
公称径 (mm)	破断荷重 (kN)			(参考) 概算単位質量 (kg/m)
	裸・めっき			
	E種	A種	B種	
4	—	—	9.24	0.062
5	—	—	14.5	0.096
6	16.1	19.6	20.9	0.139
6.3	17.7	21.6	23.0	0.153
8	28.6	34.9	37.2	0.247
9	36.2	44.1	47.0	0.312
10	44.7	34.5	58.1	0.386
11.2	56.1	68.3	72.8	0.484
12	64.6	78.5	83.7	0.556
12.5	69.9	85.1	90.7	0.603
14	87.7	107	114.0	0.756
16	115	139	149	0.988
18	145	176	188	1.25
20	179	218	232	1.54
22.4	224	273	291	1.94
25	280	340	363	2.41
28	—	—	455	3.02
30	—	—	523	3.47
31.5	—	—	576	3.83
33.5	—	—	652	4.33
35.5	—	—	732	4.86
37.5	—	—	816	5.43
40	—	—	929	6.17

※荷重単位と重力単位の換算

1.0t(トン) = 9.8kN(キロニュートン)
0.102kg(キログラム) = 1N(ニュートン)

7-2 繊維ロープの概要

(1) 繊維ロープの種類

Point

ワイヤロープに比べて、強度は劣るが、柔軟で耐食性に優れている

繊維ロープは、ワイヤロープに比べて、一般に強度的には劣っていますが、柔軟で伸びも良く、耐食性に優れているため、広く使用されています。

繊維ロープには合成繊維と天然繊維があります。

ア 合成繊維

(ア) ナイロンロープ

一般の合成繊維の中で、引張強度は最も優れています。摩擦とショックに非常に強く、耐薬品性はアルカリに強く、酸にはやや弱いロープです。吸湿力が5%とやや水を吸う性質がありますが、柔軟で扱いやすくなっています。

【使用例】 もやい綱、ホーサー、タグロープ、係留用ブイロープ、作業用命綱、ザイル、レスキューロープ、林業用リードロープ等

(イ) ポリエステルロープ

他の合成繊維より耐熱性、弾力回復性に優れており、ナイロンロープに次ぐ強度を持ちますが、伸び率はナイロンほど高くありません。吸水性はほとんどなく、乾きが早く、濡れても強度の低下がほとんどないロープです。

【使用例】 水中（漁業・船舶）、ヨット競技等

(ウ) ビニロンロープ

強度、耐久性、使い易さに優れたロープです。ポリエステルが混ざっているため、水に濡れ、乾いた後でも縮んで硬くなることもなく、適度な柔軟性を持ち、スリップせず、扱いやすいので、建築、酪農、林業、漁業用などに幅広く使用されています。

【使用例】 法面工事などの命綱、公園などの遊具（ターザンロープ、ブランコ）等

(エ) ポリエチレンロープ

吸水性がないので、水に濡れても強度、柔軟性は変わらないロープです。耐薬品性に優れ、酸、アルカリ共に侵されることもありません。また、紫外線に強く、耐寒性に優れています。

【使用例】 ゴルフネット、バッティングネット、標識ロープ（トラロープ）等

(オ) ポリプロピレンロープ

安価で軽量、強度に優れたロープです。素材の特性として紫外線に弱いところがありますが、着色することでその欠点を克服しています。水に濡れても硬くならない特長があります。

【使用例】 漁業用や荷役用のロープ等

イ 天然繊維

(ア) 麻ロープ

天然繊維から作られたロープです。素材としては、マニラ、サイザル、ジュートなどがあります。熱や摩擦、紫外線に強く、静電気を抑えます。伸度が少なく吸水性があります。化学繊維に比べて、破断強度が1/3以下とあまり強くありません。耐薬品性は、酸・アルカリとも弱いです。

【使用例】 綱引き用、綱登り用等

(イ) 綿ロープ

布織物の残糸で作るので、合繊維が混入するなど品質にむらがあり、強度は合成繊維に比べて約半分です。一方、天然繊維であることから熱や摩擦、紫外線に強く、静電気を抑えます。自然の風合いがあり、手に馴染みやすい特長があります。

【使用例】 装飾用、酪農用、家庭用等

ウ スーパー繊維

一般には高強度・高弾性率の性能を有する繊維がスーパー繊維と呼ばれています。繊維には、超高分子ポリエチレン系、アラミド系などがあります。

(ア) 超高分子量ポリエチレン繊維

非常に分子量が大きいポリエチレン・ポリマーを原料にして、「ゲル紡糸法」と呼ばれる最新の技術で生産された、高強度、高弾性率を有する繊維です。この繊維は、軽い（比重が1以下で水に浮く）、衝撃吸収性に優れる、摩耗に強い、耐候性・耐薬品性に優れています。

【使用例】 ロープ、防護服、スポーツ・レジャー用、漁網等

(イ) パラ系アラミド繊維

アラミドはナイロンの一種ですが、通常のアラミドと違ってベンゼン環を含み、これをアミド結合で結んだ固い構造の高分子を原料としています。

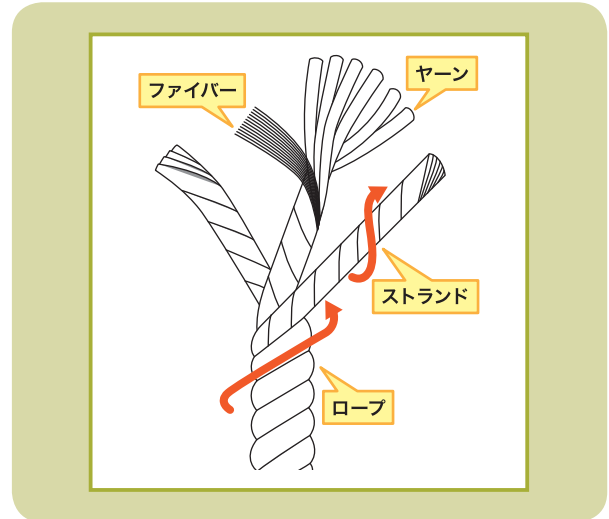
パラ系は、非常に強く、引張強度はナイロンの約2.5倍もあり、高強度、高弾性率、耐熱性、耐摩耗性、耐薬品性に優れています。

【使用例】 タイヤコード、ベルト、防弾服、防護服、航空機部材等

(2) 打ち方の種類

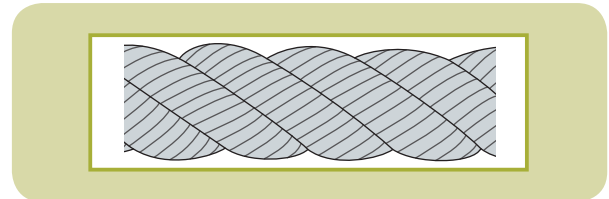
ファイバー（繊維）を数本から数十本集めて、より合わせたより紐をヤーンと呼び、ヤーンをたくさん束ねて太くした紐がストランドで、ストランドを束ねたものがロープです。

よる方向によってZよりとSよりがあり、一般的なZよりのロープのストランドはSより、SよりならストランドはZよりになります。



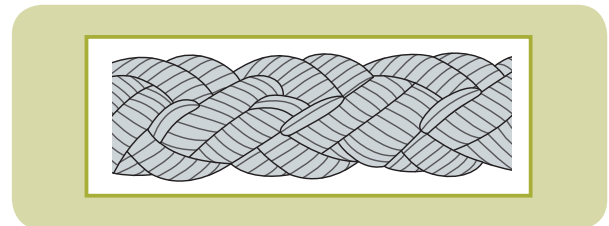
ア 3つ打（みつうち）

最も一般的なロープの打ち方で、3本のストランドでよられたロープで、滑りにくく強度があります。一方、急激な張力変化によるキンクが発生しやすく、らせん構造であるためよりが出やすくなっています。



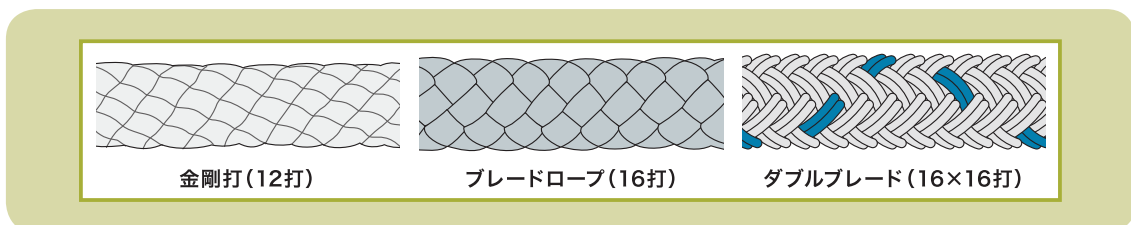
イ 8つ打（やつうち）

2本1組の並列したZよりストランドとSよりストランド各4本ずつ計8本を組み合わせたロープで、エイトロープやクロスロープなどがあります。キンクが発生しにくく瞬間ショックを吸収する働きがあり、よりが少なく強度があります。3つ打ロープに比べ、キンクが少なく扱いが容易ですが、伸び縮みが大きくなります。



ウ 組紐（くみひも）

ロープというより紐に近いものです。よりロープと比べると、外観が美しく、価格は高いですが、キンクが出ないため、扱いは容易です。綾目打ち、12打（金剛）、16打（ブレード）や16×16打（ダブルブレード）など組み数が少ないもので使われる打ち方です。



(3) 繊維ロープの先端処理

ロープの先端は解れが生じやすく、それを防ぐためにロープの先端を固める必要があります。ロープを任意の長さにカットする時はビニールテープを巻いて、その真ん中をカットします。

先端処理の簡単な方法は、ビニールテープなどを巻いて固めたり、止め結びで解けないようにします。その他に接着剤で固める方法や、合成繊維の場合などは火であぶって溶かして固める方法、編み込んで解け止めをする方法（取っ手結び、返し結び）や輪（アイスプライス）を作って処理する方法などがあります。

7-3 繊維ロープの利点・欠点

繊維ロープ使用の利点

- ・軽量（ワイヤロープの約6分の1）で労働強度が軽減（横取り距離の増加）
- ・弾性率は、ワイヤロープの2分の1であるため、屈曲性に優れている。
- ・ロープの取り回しが容易
- ・乱巻き等のトラブルが少なく、処理にかかる時間が短い
- ・架設時間の短縮（器材の減少による往復時間・回数の半減、軽量で容易な木登りと設置）
- ・ロープ自重の軽減による最大吊り上げ荷重の増加
- ・腐食しないため錆止め油や潤滑油が不要、錆の流出による環境負荷の低減
- ・浮揚性がある（水底を引きずる必要がない）
- ・林床への負荷の低減
- ・通電性がない
- ・残存林分への損傷を軽減
- ・火災リスクの減少（岩石との摩擦時に発生する火花によるもの）

繊維ロープ使用の欠点

- ・搬器や地面との接触による素線の損傷が多い
- ・ブロックの材質を変える等、専用器具の開発が必要
- ・価格が高い（ワイヤロープの2倍以上）
- ・断裂、摩耗、切断への脆弱性（鋸歯状の岩石、集材機械のドラムや滑車のシーブ等に残る鋼鉄製ロープの使用痕、踏付け等による損傷）

7-4 ワイヤロープの取扱い方法

(1) 荷下ろし

Point 1

ワイヤロープが傷まないよう丁寧に扱う

巻枠やコイルをトラックなどから地面に落下させることは絶対に避け、必ず、歩み板を渡して転がして降ろすか、クレーンやホイストなどを使って降ろします。ワイヤロープを高いところから落下させると、巻枠が破損したり、コイルが荷崩れを起こして解きにくくなり、甚だしい場合は、ロープが著しく損傷することがあります。

巻枠を転がすときは、「てこ」は必ず巻枠の縁に当て、ロープに触れないようにします。

「てこ」をロープが巻かれている部分に当てて転がすと、その部分がつぶれて早期廃棄の原因となります。また、石塊、金属塊、鋼材などの上を転がさないことです。凹凸の激しい床や地面上を転がすと、ロープがつぶれて変形し、その結果、使用に際し、甚だしい局部摩耗が生じて、早期廃棄の原因となります。

(2) 保管

Point 1

風通しの良い屋根のある場所に保管する

湿気による錆び、腐食を防ぐため、湿気、高温等の影響のない風通しの良い屋根のある場所に保管します。また、コンクリートの床や地面に直接置かず、必ず、枕木などを敷いて地面とのすき間を作ります。

止むを得ず屋外に置く時は、枕木などを敷き、更に雨覆いをかけ、また地面は常に清掃して草を生やさないようにします。

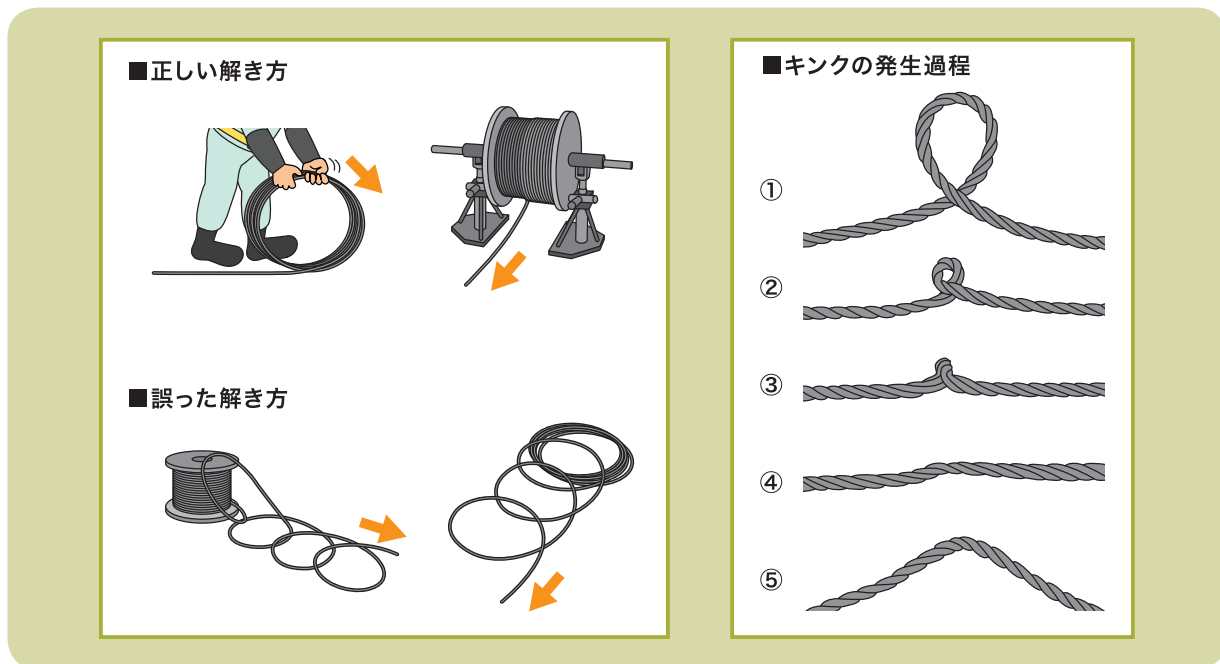
使用后、ロープを取り外して保管する時は、表面に付着している泥、砂などと素線やストランドの間の残滓（古いグリースと塵埃の混ざったもの）をワイヤブラシ等できれいに取り除いてから、ロープグリースを塗布して保管します。

(3) 解き方

Point i

コイルを転がして延ばすか、回転台に乗せて引き出す

ワイヤロープを解く時は、コイルを転がして延ばすか、回転台に乗せて引き出します。誤った解き方をすると、ロープはよりが入ったり戻ったりして、キンクを起こし、使用できなくなることがあるので十分注意が必要です。



(4) ドラムへの巻き方

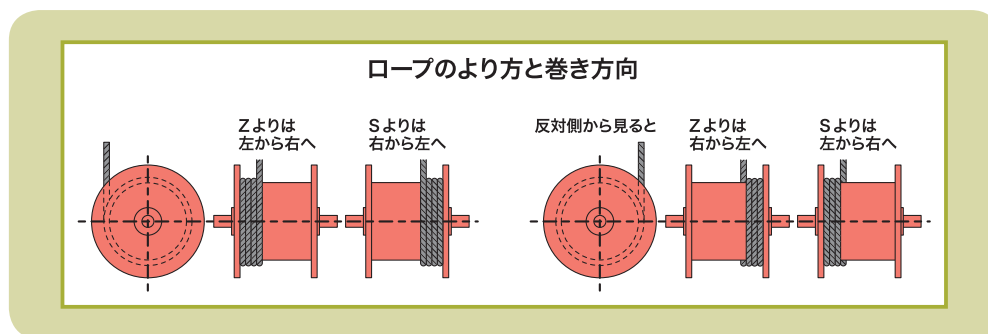
Point 1

ドラムの1段目は、ロープに十分張力をかけて、すき間なく、しっかり巻く

ワイヤロープを溝のないドラムに巻くときは、ロープに張力がかかるとよりが戻る方向に回転する性質を利用して取り付けます。Zよりのロープはドラムの左から右へ巻き、Sよりのロープは右から左へ巻いていきます。

ドラムの1段目は、ロープに十分張力をかけて、すき間なく、しっかり巻きますと、これが基礎になって、次の段からは正確に巻くことができます。最初の巻き方が悪いと、2段目、3段目と層数が重なるに従い、一方だけに重なったり、食い込んだりして乱巻状態となり、ロープの損傷を著しく早める結果となるので注意が必要です。

ワイヤロープを集材機ドラムに整然と巻き取るためには、ドラムがワイヤロープの方向に正しく向いていなければなりません。フリートアングルが2度以内であれば、ワイヤロープは整然と巻かれます。

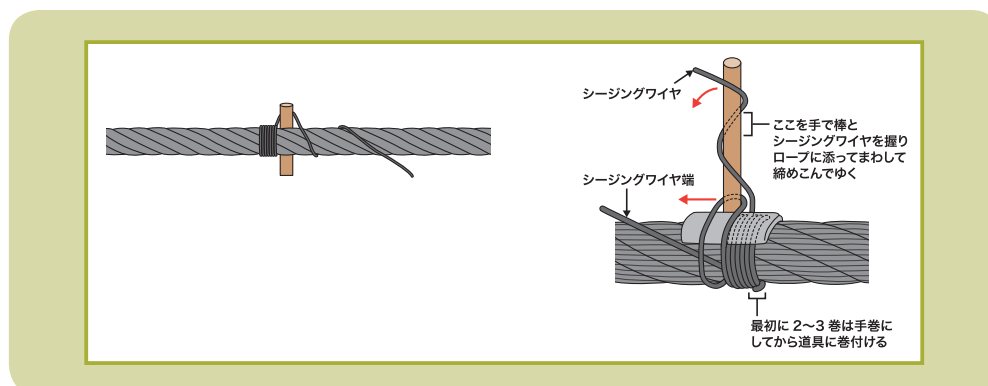


(5) シーリングの方法

Point 1

ワイヤロープを切断する時は、ストランドが解けないように、切断部を針金等で巻く

シーリングとは、ワイヤロープを必要な長さに切断する時に、ストランドが解けることを防ぐため、切断部を針金等で巻くことです。ロープは、切断箇所の両側にロープ径の3倍の長さ（標準）をシーリングしてから切断します。シーリングは手巻きではなく、道具（カクシバなど）を使って堅く巻くことが肝要です。



(6) 端末の止め方

ロープ端末の止め方にはいろいろな方法がありますが、林業では次のようなものが主として用いられています。

ア クリップ止め

Point 1

張力がかかる側に、あて金（鞍）が当たるように締め付ける

Uボルトをロープの短い側に並べて、張力がかかる側にあて金（鞍）が当たるように締め付けます。張力がかかる側にUボルトが当たると、型崩れを起こし、強度が低下してしまいますので注意が必要です。

クリップは鍛造製のクリップを使用し、ワイヤロープの種類及び直径による基準の個数を使用します。クリップ止めの保持力は、適正な方法で施された場合で、ロープ切断荷重の約80%です。緩みを防ぐため、ロープに荷重を掛けた後に、必ず、増し締めを行います。

クリップ止めの要領は、第5章5-2支柱の作設の(1)のオ「ガイラインの取り付け」を参照

イ アイспライス

全てのストランドを丸差しで3回以上編み込み、それぞれのストランドの素線の半数（半差し）を更に2回以上編み込むか、丸差し4回と半差し1回の、計5回以上編み込みます。

ウ 圧縮止め

アイの首部にアルミ合金の環（スリーブ）を入れて、機械で圧縮する加工方法で、強度は、ロープ切断荷重の80～100%になります。

スリーブをハンマーで叩いただけでは抜けるおそれがありますので圧縮機で行います。

(7) 安全係数

ロープの強度は、それにかかる最大張力の何倍かの強度のものでなければなりません。その倍率を安全係数または安全率といいます。

林業用で使用されるロープの用途別安全係数は、安衛則（第151条の130）で、値以上のものを用いるよう規定されています。なお、簡易架線集材装置（主索を用いない地曳き集材）の索に用いるワイヤロープの安全係数は、安衛則第151条の156に4.0以上と規定されています。（安全係数については第4章4-7の（4）を参照）

(8) ワイヤロープの使用上の留意事項

Point 1

乱巻きを起こさないことと滑車のシーブの直径は、大きいほどロープの寿命が長くなる

林業でワイヤロープを使用する際に特に問題となるのは、曲げと乱巻きです。曲げは疲労破壊の主な原因です。長く使用するためには、なるべく大きな径で曲げるよう心掛けることが大切です。集材機のドラム（巻胴）や滑車のシーブの直径は、大きければ大きいほどロープの寿命が長くなります。作業性、安全性、経済性を考え合わせて決定します。

乱巻きは、集材機のドラムにワイヤロープを巻き取る際に、乱巻きが生じたままにしておきますとロープのつぶれや形くずれの原因となります。林業では張力の変化が大きいので、緩んだ状態で巻かれたロープの上に大きな張力で巻き込みを行いますと、すでに巻かれているロープをつぶしたり食い込んで抜けなくなることがあります。また、ドラムに片寄ってワイヤロープが巻き取られますと、巻きが崩れて乱巻きを生じたり、ドラムのフランジより脱索することがあります。常にドラムの状態に注意して、乱巻きを起こさないことが長く使用するために必要です。

シーブ（径）とワイヤロープ（径）の標準比率

集材機作業では、各滑車のシーブ径（D）とロープ径（d）の比、D/dは標準として

サドルブロック：7	ヒールブロック：12
ガイドブロック：15	ロージングブロック：18

(9) 使用前のワイヤロープの点検

ワイヤロープは、使用していると次第に損傷するので、ある程度に達すると廃棄しなければなりません。使用前にワイヤロープを点検し、次に掲げる「ワイヤロープの廃棄基準」(安衛則第151条の131)に該当する場合は使用してはなりません。

ワイヤロープの廃棄基準

- ロープ1よりの間において、素線数の10分の1以上の素線が切断したもの(フィラー線を除く)。ただし、1本のストランドだけに断線が発生している場合は5%以上のもの。また、ロープ5よりの間において素線数の20%以上の素線が断線したもの
- 摩耗による直径の減少が公称径の7%をこえるもの
- 腐食により、次のようになったもの
 - ・素線の表面にピッチングが発生して、あばた状になったもの
 - ・内部腐食により、素線が緩んだもの
- 形くずれにより、次のようになったもの
 - ・キンクしたもの
 - ・うねりの幅が公称径 d の25倍以内の区間において、 $4/3d$ 以上になったもの
 - ・局所的な押しつぶしにより扁平化し、最小径が最大径の $2/3$ 以下になったもの
 - ・心綱または鋼心のはみ出したもの
 - ・かご状になったもの
 - ・1本以上のストランドが緩んだもの
 - ・著しい曲りがあるもの
 - ・ストランドが落込んだもの
 - ・素線が著しくとび出したもの



(10) その他

使用に当たっての注意点

- 安衛則第151条の132には「作業索は、これを最大に使用した場合において、集材機の巻胴に2巻以上を残すことができる長さとする。」と定められているが、最小限3巻、できれば5巻以上残すことが望ましい。また、「作業索の端部は、集材機の巻胴にクランプ、クリップ等の緊結具を用いて確実に取り付けること。」とされている。
- 新しいロープを使用する場合、最初は軽荷重・低速運転でロープをなじませてから正常運転に入る方がロープの寿命は長くなる。なお、使用前に実用荷重よりも少し重い荷重を数時間かけて、ロープの初期の伸びをとれば、更に寿命を延ばすことができる。
- ロープの緊結部に異常がないことを確かめる。
- 運転を始める場合は徐々に加速する。減速の場合も同じで、急に加速または減速すると衝撃力となり、非常に大きな力を誘発し、安全係数は減少して破断事故を起こす場合がある。
- 運転中、ロープとロープが急激にすれ合った時や、振動などのため金物に触れた時などは火花を発生することがある。また、シーブの回転が円滑でないと溝が片減りする。このような場合には素線が表面硬化を起こしているため、曲げを受けると早期断線を起こすことがあり、注意が必要である。
- シーブは、ロープに対して正しく設置する。正しくないと、シーブのフランジでロープがこすれたり、脱索してロープが潰れることがある。
- ロープは製作時、十分に塗油を施しているが、使用による張力や曲げのため、内部のグリースが絞り出されて、含油量は減少してくる。また、外部のグリースもシーブなどとの接触や雨水などによって、次第に消失していく。ロープの良好な状態を維持し、長期間使用するためには、グリースの補給が不可欠である。
- ロープグリースは、耐摩耗性の向上とともに腐食、疲労に対しても非常に効果がある。
- ロープが焼けて軟化すると、強度が大きく低下して脆くなり、安全係数は減少して破断のおそれがある。
- ワイヤロープを使用する際に、曲げと乱巻きに注意する。
- 曲げは疲労破壊の主な原因であり、長く使用するためには、なるべく大きな径で曲げるよう心掛けることが大切である。
- ウインチのドラムにワイヤロープを巻き取る際に、乱巻きが生じるとロープのつぶれや形くずれの原因となるため、乱巻きを起こさないようフリートアングルを正しく確保することが必要である。

7-5 ワイヤロープの加工方法

ワイヤロープの加工法には、ロープの端末を加工する方法と2本のロープを継ぐ加工法の2種類あります。端末を加工する方法の主なものとしては、アイスプライス、ベケット加工等があります。

異なる2本のロープを継ぐ方法には、ロングスプライス、セミロングスプライス、ショートスプライス等があります。

それぞれのスプライスの概要については、次のとおりですが、実際の加工方法については、別途、DVD「ワイヤロープ加工のテクニック」を作製しましたので、参考にしてください。

また、岐阜県森林研究所が作製した写真図解入りの「ワイヤスプライスの手引き」(アイスプライス編、ショートスプライス編、セミロングスプライス編など)が、インターネットでダウンロードできます。

(1) ロングスプライス

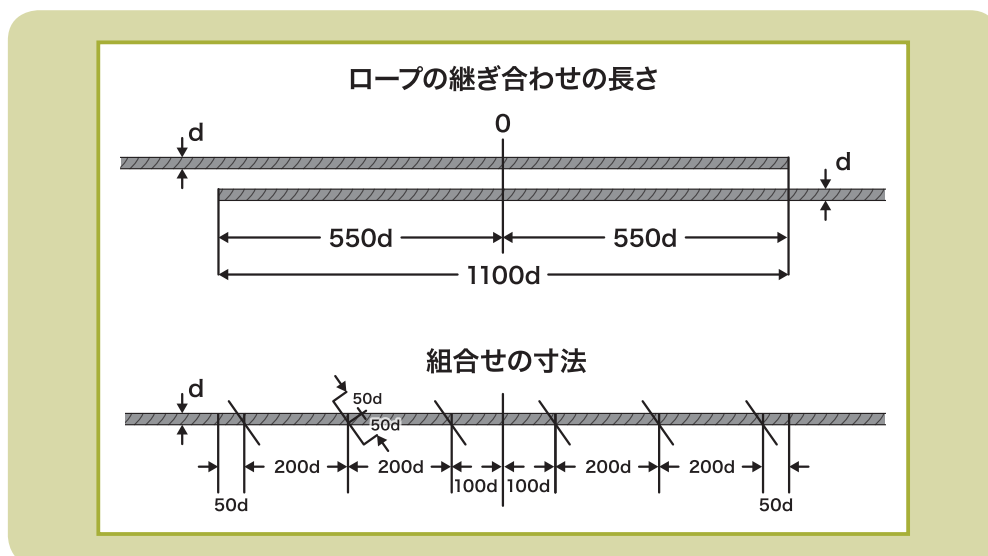
Point 1

形崩れを防ぐために、入れ目部には枕を挿入して整形する

この継ぎ方は、2本のロープを直線状に継ぐときに用いられる方法で、継いだ部分のロープ径が元のロープとほぼ同等の太さになるので、主索や索道の曳索などの索継ぎに応用されます。その強度は、ほぼ90%以上で、入念に加工すれば95%以上が期待できます。

ラングよりロープのロングスプライス加工は、2本のワイヤロープとも、それぞれ端末よりロープ径の1100倍を継ぎ代としてとり、中心(550倍の位置)からロープ径の100倍、300倍、500倍の3箇所の位置でストランドを入れ替えて編み込みます。反対側も同じ位置で編み込むので、編み込む箇所は計6か所になります。それぞれの箇所で編み込んだ後に、ストランドの差し込み代(ロープ径の50倍の長さ)を真直ぐに、くせを直し、麻を巻き付けて6本のストランドを保持するのに必要な太さにして、心用により込みます。

ロングスプライスの継ぎ代及び入れ目部でのストランドの組み合わせ方は、ロープがラングよりか普通よりかによって異なりますが、いずれの場合も形崩れ防止のために、入れ目部には枕(太さ:心綱径の約3分の2、長さ:ロープ径の約2倍)を挿入して整形する必要があります。



(2) セミロングスプライス

Point 1

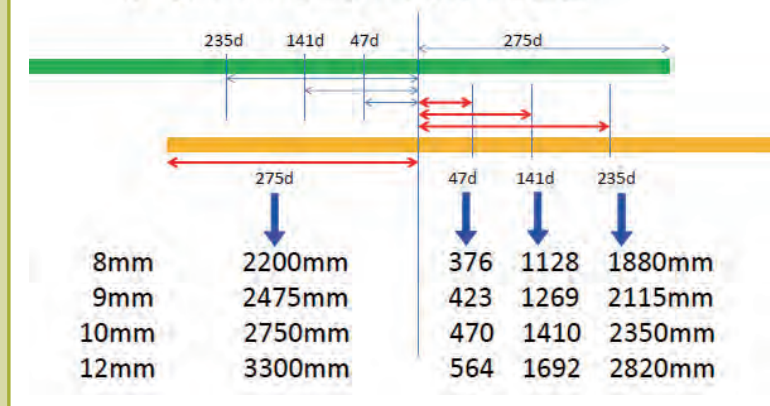
継いだ箇所が太くならないので、エンドレスドラムやガイドブロックの通過がスムーズ

セミロングスプライスは、ロングスプライスのように継ぎ合うワイヤロープのストランドを入れ替え、更にストランドの末端をショートスプライスのように親ワイヤロープに編み込みます。

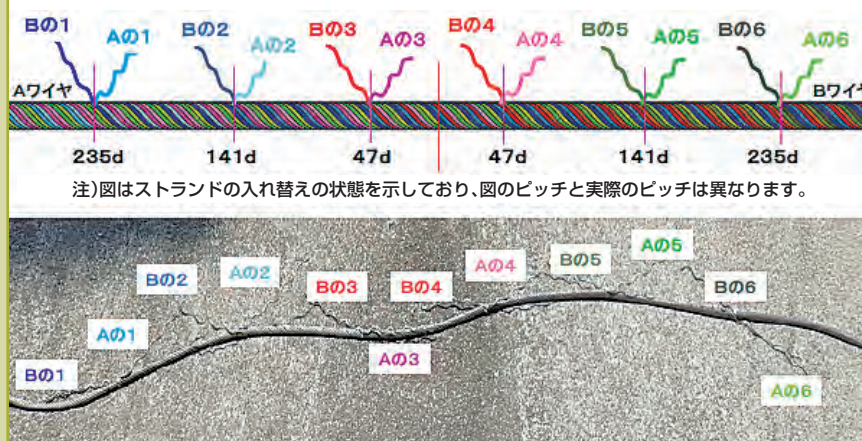
加工は、2本のワイヤロープともそれぞれ端末からロープ径の275倍の位置が組合わせの中心になり、中心からロープ径の47倍、141倍、235倍の3箇所の位置でストランドを入れ替えて編み込みます。反対側も同じ位置で編み込むので、編み込む箇所が計6か所になります。

ショートスプライスで継いだワイヤロープと比較すると、継いだ箇所が太くならない特長があるので、ドラムに綺麗に巻くことができます。また、エンドレスドラムやガイドブロックをスムーズに通過でき、損傷を少なくすることができることから、この方法が多く行われています。

(参考) ワイヤロープ径ごとの印を付ける位置



ストランドの入れ替え



(3) ショートスプライス

Point 1

ロープ径が大きくなるため、ドラムに巻き込むときに巻き崩れが生じやすい

2本のロープを直線状に継いだ部分の形状が「さつま芋」の形をしていることから、俗に「芋継ぎ」ともいわれています。

この継ぎ手は、継いだ部分のロープ径が元のロープ径に比べて太くなるために、ドラムに巻き込むときに重ね巻きになって巻き崩れが生じ、ロープを損傷する欠点があります。動索として使用するのには好ましくありませんが、ロングスプライスに比べて継ぎ代が短く、加工時間も大幅に短縮できるという利点から広く使用されています。なお、静索（控索のように張られたままで動かないロープ）として使用するのには適しています。

ストランドを差す方法には、巻差しとかご差しの2方法がありますが、一般的には巻差しの方法が行われています。

差す回数については、丸差しを4回ずつ合計8回と半差し2回差せば、静的引張試験では、十分な強度を保っていますが、実際に使用する場合には、ロープのよりが戻るのを考慮して丸差しを2回ずつ増加して6回ずつ差し、合計12回と半差し2回か又はこれ以上差し込むことが好ましいとされています。

継ぎ手の強度は、元のロープの75～90%になりますが、入念に加工すれば90%以上にもなります。



(4) アイспライス

Point i

かご差しは、ロープに引張り荷重が掛かった場合、巻差しよりも抜けにくい

ロープを機械やブロック等に取り付けるための台付けロープや材を吊上げるためのスリングは、その端部を加工しなければなりません。加工の方法には種々ありますが、アイспライスが最も簡単な加工方法です。ストランドをワイヤロープの間に差し込んでアイを作る加工方法で、使用面からも非常に便利なので広く使用されています。編み方には、巻差しとかご差しの2つがあります。強度は80～90%ですが、あまりロープ径が大きくなると加工が困難のために作業効率が下がる傾向があります。巻差しでは、ロープのよりが戻った場合に強度が低下する恐れがあります。かご差しは、巻差しよりも加工に長時間を要しますが、ロープに引張り荷重が掛かった場合、抜けにくいという利点がありますので、スリングなど1本吊りで使用する場合には、かご差しを採用する方がより安全です。



ア スリング

Point i

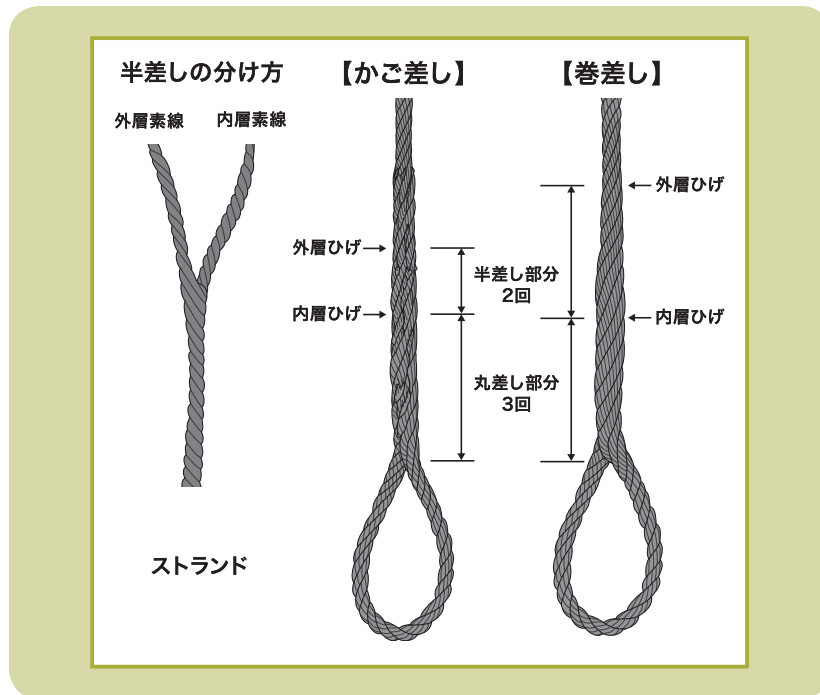
フレミッシュ加工をした後に、丸差しと半差しの合計が5回以上になるように編み込む

スリングは、ワイヤロープの両端にアイспライス加工を施し、材の吊り上げなどに使うロープです。普通、太さは14mm（又は12mm）で、長さは4mのワイヤロープが使われます。材を直接吊るロープのため、より強度の高い太めのものを使用します。

加工方法は、まず、フレミッシュ加工を施します。フレミッシュ加工は、ワイヤロープを構成するストランド6本を3本-3本、又は2本-4本に分け、アイ（輪）の部分でストランドを相互により合わせる加工方法で、この加工をしておくことで、丈夫で抜けにくくなります。アイ部をフレミッシュ加工した後に、かご差し又は巻差しでワイヤロープの全てのストランドを3回以上丸差しで編み込み、その後、各々のストランドの素線の半数（外層線）を更に2回以上（半差し）編み込み、計5回以上編み込みます（丸差し4回以上の場合、半差し1回以上）。

巻差しは、よりの方向に沿って編み込みますが、かご差しは、よりの方向と反対方向に編み込むため、ロープが回転してよりが抜けても、加工部分は巻差しに比べて抜けにくくなります。

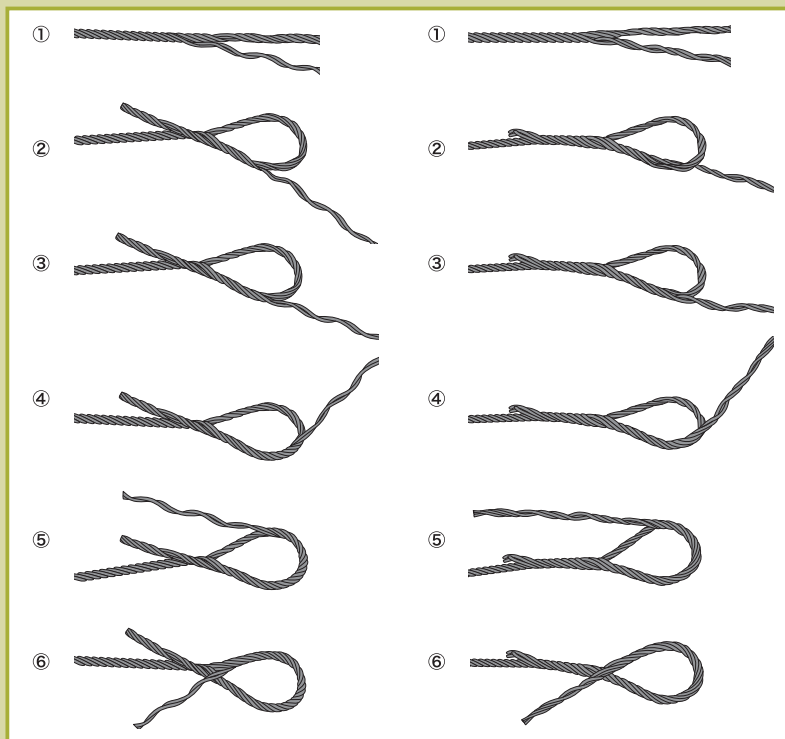
アイスプライス加工の他に圧縮止め加工等があります。圧縮止め加工は、ロック加工とも言われ、アイの首部に専用の金具（スリーブ）を入れて、機械で圧縮する加工方法です。



フレミッシュアイの加工方法

(1) 4・2の組み合わせの場合

(2) 3・3の組み合わせの場合



イ 台付けロープ

Point 1

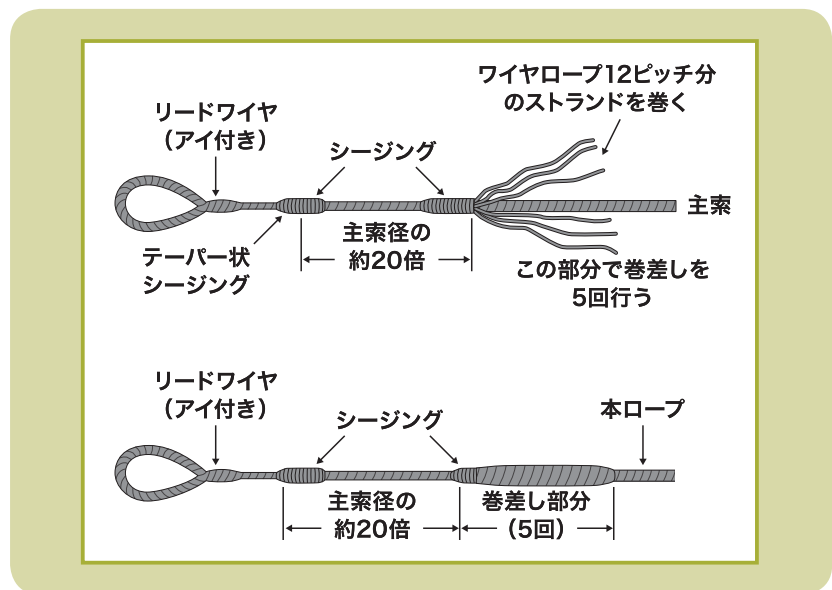
荷掛け用として使用することはできない

台付けロープは、スリングと同じように、ワイヤロープの両端に巻差し又はかご差しによりアイ加工したもので、ブロック等の取り付けやアンカーの補強等に使用します。

スリングと台付けロープは、どちらも両端をアイ加工してあるので、一見同じ物のように見えますが、台付けロープは、半差しをしていないので、荷掛け用として使用することはできません（逆に、スリングを台付けロープとして使用することは問題ありません）。

(5) ベケット加工

太いロープを引き伸ばす場合、作業しやすいように太い本ロープ（主索など）に細径のロープを継ぐ際に、本ロープの端末に施す加工法です。継ぐ細径のロープには先端をアイ加工したものを用います。



ベケット加工の手順

- ①ロープ径が10mm程度で、長さが1m程度のワイヤロープを用意し、その一端にアイ加工をしておく（これをリードワイヤという）
- ②リードワイヤのアイ加工していない方の一端を約12ピッチ分の長さだけ、よりを解き、心綱を切り除く
- ③主索の端末から径の約20倍の長さのところに仮シージングをする
- ④シージングしたところまでよりを解き、心綱を切り取る
- ⑤主索のシージングされているところで、主索とリードワイヤのそれぞれのストランドを交互に組み合わせ仮シージングを除く
- ⑥主索のストランドを、リードロープの心綱のようにしてよりを元通りに戻す
- ⑦リードワイヤのストランドを主索に対して巻き差し（丸差し4回、半差し1回）をする
- ⑧主索にリードワイヤを組み込んだ部分の両端を固くシージングする。特にリードワイヤと主索との境目部分はテーパ状にシージングする

(6) ソワ（素輪）結び

架設作業の引き回しにおいて、リードロープと引戻索などの作業索やベケット加工した主索、ブレードグリップなどを連結する時に、両ロープのアイ加工部にストランドで輪を作って連結する方法です。



ソワ（素輪）結びの手順

- ① 径10mm程度のワイヤロープを約170cmほどに切断し、6本のストランドに分ける
- ② このうちの1本を用いて、リードロープとエンドレス索や引戻索のアイ加工部を通して直径10cm程度の輪を作る
- ③ この輪にロープのピッチに合わせてストランドを巻き付けていく
- ④ 素輪（ソワ）には心綱がないので、ストランドは5本になる。この場合、でき上がった素輪がZよりになるよう巻き付ける必要があるので、最初に10cm程度の輪を作る時、組み付け方を間違わないようにする
- ⑤ 巻き付けが終わった時、残りの部分（端末）を切る。そして、ハンマーで叩いて平らにし、ガイドブロックを通過しやすいようにする