

2. 貨物の取扱い及び積付け

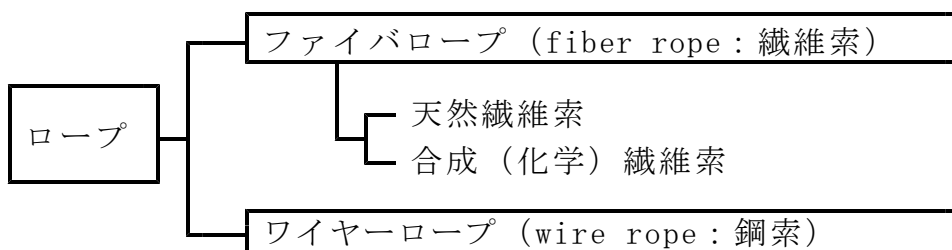
2. 1 荷役装置

2. 2

2. 2. 1 ロープ (R o p e)

船では色々の目的のためにロープ (rope, 索) を使用するが、そのロープは天然の植物繊維や合成繊維を材質とするファイバロープ (fiber rope, 繊維索) と、鋼船を材質とするワイヤロープ (wire rope, 鋼索) とに分類することができる。

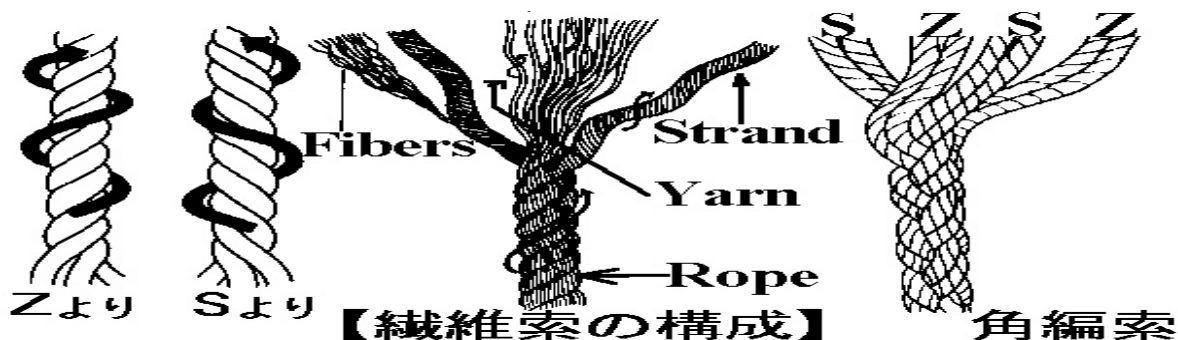
(1) 分類



(2) ファイバロープ (fiber rope : 繊維索)

(1) 構成とサイズ

ファイバロープは一般に、繊維を数本から数十本集めて左により合わせてヤーン (yarn) を作り、ヤーンを数本右によってストランド (strand, 子縄) としさらにストランド3本を左によってロープとする。このように、よりを逆にしたロープをオーディナリレイドロープ (ordinary laid rope, 普通より索) またはホーサーレイドロープ (hawser laid rope) といい、船舶用として広く用いられる。左よりの索をZよりまたはライトハンドレイ (right hand lay) といい、右よりのものをSよりまたはレフトハンドレイ (left hand lay) という。より方の右左については日本語と英語が反対で紛らわしいため、ZよりあるいはSよりというように区別するのが普通であり、これはワイヤロープについても同様である。なお、ファイバロープには普通より索3本をSよりとしたケーブルレイドロープ (cable laid rope) やSよりのストランド4本を心索の回りにZよりしたシュラウドレイドロープ (shroud laid rope) などもある。また、Sよりのストランド4本とZよりのストランド4本の計8本のストランドを2本ずつまとめて編み合わせた編索 (braided rope) は、より索にくらべて、キンク



(kink) や型くずれが少なく、柔軟で取扱いが容易であるなどの利点があるため係留索として用いられることが多く、二重編索もある。

ファイバロープの太さは、より索の場合外接円の直径をいい、編索は外周に沿ってまわしたテープの長さを円周に換算した直径をいう。それぞれミリメートル (mm) 単位で呼ぶが、船では慣習として円周の長さをインチ (inch) 単位で呼ぶこともある。

直径 (mm) と周 (inch) の関係は、直径 (mm) ÷ 8 = 周 (inch)。
長さはワイヤーロープとともに200mを1コイル (coil) としている。

(2) 種類

a. 材質による分類

A. 天然繊維索 fiber rope

① マニラロープ (manila rope)

アバカ (Abaca: 俗にマニラ麻) の植物繊維から作られ、上質品は黄色味があった色で艶があるが質の悪いものほど淡褐色を帯びて艶がなくなる。軽量 (比重1.45) 柔軟で強度も相当あり、湿気にも強いので古くから係留用などの用途が広い。破断時の伸びはもとの長さの16~20%程度ある。

② ヘンプロープ (hemp rope)

大麻 (hemp) の繊維から作られ、色は白色で乾燥状態では強度大であるが、湿気に弱い欠点がある。そこで大麻繊維のヤーンにタールを染み込ませて乾燥させタールロープ (tarred rope) として使い、ボルトロープ (bolt rope) やジャコブスラダー (なわばしご: Jacob's ladder) に利用される。強度はマニラロープの約1.1倍。

③ サイザルロープ (sisal rope)

サイザル麻 (まんじゅしゃげ科植物) の葉の繊維から作ったもので、強度はマニラロープとほぼ同じ程度か多少小さい。樟脳油を主成分とする植物油性防腐剤で防腐加工したものもある。

④ カイヤロープ < シュロロープ > (coir rope)

軽量、弾力性大、硬質。強度はマニラロープの半分であるが小型船用の索具やマットなど特殊用途には便利である。

⑤ コットン (綿) ロープ (cotton rope)

柔軟、吸水性大。手用測鉛 (hand lead) のレッドラインに利用される。

B. 合成繊維索 synthetic fiber rope

人工的に合成した化学繊維ロープで、難燃性で吸湿が少なく、腐食しない。強度は大きく軽量である特徴をもつが、摩擦に弱く過重に対してよく伸びる。強度はマニラロープに比べて大きいですが、破断時の伸びがマニラロープに比べて約2倍となるので、係留索としては必ずしも適当ではない。しかし海水に浸しても柔軟性があるために取扱いが容易であり係留索として一般に使用されている。エイトロープの編索にすると摩擦抵抗の増加によってあまりスリップしないようになる。

合成繊維索には次のような種類がある。

① ナイロンロープ (ポリアミド索)

マニラロープと比較して軽量でしかも吸水性が少なく、マニラロープの約2倍以上の強さをもつ。腐食せず摩擦に強いが紫外線に弱い欠点がある。また、鋭角衝撃に弱いとされている。破断時の伸びはマニラロープの約3倍で柔軟性が大きい反面滑り易いという欠点をもつ。水に濡れると約20%強度が減少する。

②テトロンロープ (ポリエステル索)

マニラロープより少し軽量で、強度は1.4~2.1倍破断時の伸びは約2倍である。吸水性は少なく腐食性小で摩擦に強い。水に濡れても強度は変わらない。ポリプロピレンロープに比べて滑りやすい。

③ハイゼックス、カネライト (ポリエチレン索)

比重が0.95程度なので水に浮く特色がある。マニラロープと比べて強度は1.4~1.7倍で破断時の伸びは2~3倍ある。水に濡れても強度に変化はなく吸水性なく、腐食性もほとんどなく摩擦に強い。しかし、非常に滑りやすいので特に注意。

④パイルン、ダンライン、リレン、バルフレックス、チツライソ 小浜製網の商品名 (ポリプロピレン索) 比重が0.9前後で非常に軽く水面に浮く。マニラロープと比べ強度は約1.4~1.7倍で、破断時の伸びは約2倍ある。水に濡れても強度は変わらず、吸水性も少なく、腐食性はほとんどなく摩擦にも強い。他の合成繊維ロープに比べ滑りにくい。

⑤ビニロンロープ、クレモナ (ポリビニールアルコール索)

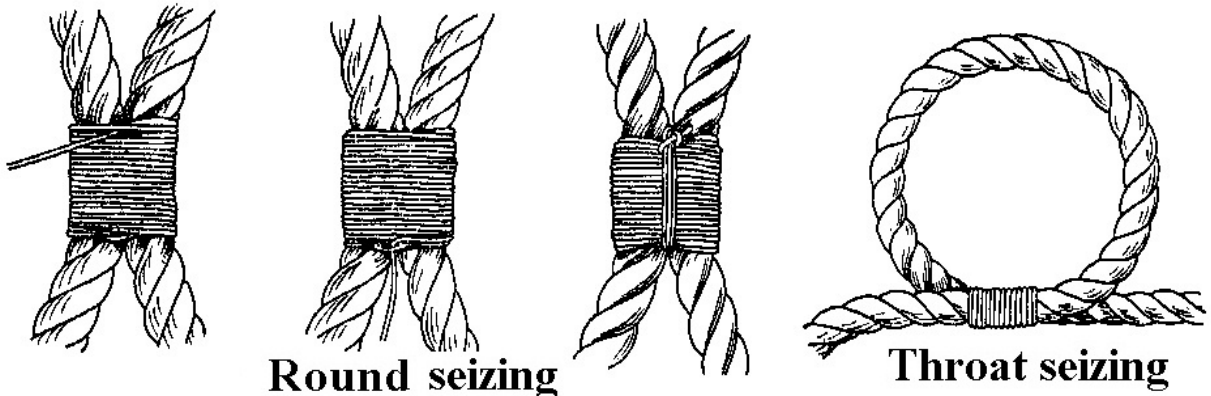
1939年に日本で初めて合成繊維として開発されたもので、マニラロープに比べてわずかに軽く、強度は1.3~2倍程度、破断時の伸びは約2倍である。水に濡れると強度が約20%減少する。吸水性少なく腐食性もほとんどなく、摩擦に強い。ポリエステルロープに比べて滑りにくい。

b. 太さ及び用途による分類

係留索のように比較的太いファイバロープをホーサ (hawser) と呼んでいるが、直径10mm以下の細いものを細索 (small stuff) といい、次のような種類がある。

①スパンヤーン (spun yarn)

2本また3本のヤーンで作った細いストランド2本をSよりにゆるやかによったもので、シージング (Seizing ※1) やサービング (Serving ※2) に使用する。



※1 :

- (1) ロープの先端が撚りのため解れることのないようにマーリンあるいは細い針金で止めること。
- (2) ロープとロープのアイを結びつけること。
- (3) シャックルピンが脱落しないように、マーリンあるいは細い針金でピンを本体に止めること。

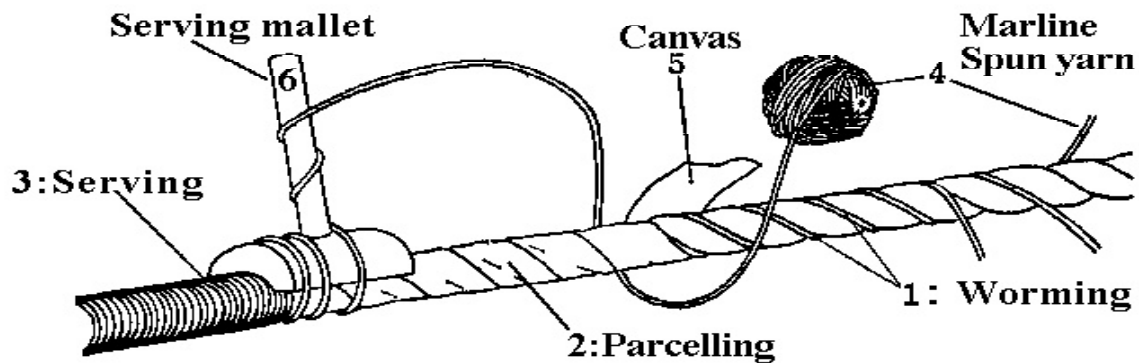
※2 : ロープ類の表面を擦れから保護するために、マーリンを使用して隙間なく巻き包むこと。

②マーリン (marline) : 繊維に植物性タールなどをしみこませたヤーン2本でつくったストランド2本をS撚りにしたもので、スパンヤーンより良質品である。整然とシージングをする場合などに使用する。

- ③ハンブロライン (hambro line) : スパンヤーン3本をZ撚りに固く撚ったものである。
- ④ラットラインスタッフ (ratline stuff) : マーリンより太いものをいい帆船のシュラウドに使うラットラインとして使用する。
- ⑤センニット (sennit) : 古いロープのヤーンを手で編んだもので、三つ偏、四つ偏、丸偏、角偏などの方法がある。雑用に使用する。
- ⑥編索 (braided rope) : 綿糸、麻糸、ナイロン糸、ビニロン糸などを中心のヤーンのまわりに丸く編み合わせたもの。もつれが少なくやわらかい。中心のヤーンがばらばらのものはフラグラインに、中心のヤーンも編んだものはログラインなどに使用する。
- ⑦ツワイン (twine)

綿繊維でつくったコットンツワイン (cotton twine) と麻繊維でつくったヘンプツワイン (hemp twine) などがあり、帆布縫糸である。

ロープの種類に関係なく索の使用される状態が止まっているものを静索 (standing gears) といい、カーゴフォール (cargo fall) のように移動する状態で使用されるものを動索 (running gears) という。



(3) 強度

(a) 破断力 (breaking stress) : ロープが切断した瞬間の荷重をいう。

ファイバロープの破断力は、その材質と太さに応じて、製造者の資料、索試験規程、J I Sなどによって知ることができるが、マニラロープの普通Zよりの場合次式で略算できる。編索もほぼ同じとみてよい。

$$B = \frac{C^2}{3} = \frac{(D/8)^2}{3}$$

B : 破断力 (Ton)
D : ロープの外接円直径 (mm)
C : ロープの周 (inch)

(b) 試験力 (proof stress) :

加えていた荷重をとると原形にかえる範囲の最大荷重をいう。

これはおよそ破断力の 1 / 2 である。

(c) 安全使用力 (working stress) : 安全に使用できる最大荷重をいう。

$$\text{安全使用力} = (\text{破断力}) \div (\text{安全率})$$

※衝撃荷重の場合の安全率は、

| | | |
|--------------|---|-------------------|
| 10 ~ 12 とする。 | { | Safety factor |
| | | ワイヤロープ 5 ~ 6 以上 |
| | | ファイバロープ (動索) 7 以上 |
| | | — (静索) 5 以上 |

(d) 同質ロープの強度比較

太いロープの代わりに細いロープを使用する場合、
必要な細いロープの本数は次式で与えられる。

$$\text{細いロープの必要本数} = \left(\frac{\text{太いロープの直径} \left[\text{mm} \right]}{\text{細いロープの直径} \left[\text{mm} \right]} \right)^2$$

(4) 取扱い注意事項

a) よりに対する注意

ロープをコイルからとくときは、よりが部分的に強くかかったキンク (kink) をおこさないように解く必要がある。またロープのよりを戻したり、よりを更に強くかけたりしないように使うことも大切である。キンクはロープの強度を減少させる。Zよりロープは右回りにコイルする。

b) 摩耗と曲げ

ロープが他のものと当たる摩擦のはげしいところには、古いキャンバス (canvas) を巻き付れたり (着せ巻き)、当て木をしたりして摩耗を防ぐ必要がある。ロープは曲げられると強度が減少するため、テークルなどのシーブ直径が余り小さいものを使用しないように気を付けなければならない。

c) 荷重

安全使用力を守る必要があるが、やむを得ない場合でも破断力の 1 / 2 以上の荷重を絶対にかけてはならない。

d) 濡れと凍結 e) 巻止め

天然繊維索は濡れると縮んで硬くなるため、雨天の場合には緊張したロープをゆるめる。凍結したファイバロープを曲げると繊維が折れることがある。

ボラードやワーピングエンドへの巻止回数 — 天然繊維索 (マニロープ) → 3回以上
合成繊維索 → 4~5回以上

f) 伸び

合成繊維ロープは伸びが非常に大きいから、スリップや切断時の大きなはねかえりによって人が跳ね飛ばされることのないように十分注意する。

g) 乾燥

天然繊維索では特にロープ使用後の乾燥を十分にする。

h) 格納

Zより索は右回りにコイルする。



【ロープ取扱い注意事項】

(3) ワイヤロープ (wire rope : 繊維索)

(1) 構成とサイズ

ワイヤロープは数本から数十本の亜鉛メッキを施した鋼線（素線という）を、Sよりにしてストランドをつくり、ストランド6本をZよりにしてロープとしたものが一般に船で用いられ、これを普通Zより（right-hand ordinary lay）索という。

ストランドをより合わすとき、上質の麻類に油をしみこませたものを心（heartまたはcore）としてその周りにストランドをより合わすが、中にはストランドの中心にも麻心を入れたものもある。麻心はワイヤロープの形を保つとともに柔軟にし、そして素線と素線あるいはストランドとストランドの摩擦を防ぎ、防食の役目もする大切なものである。より方にはそのほか、次のようなものがある。

○普通Sより(left-hand ordinary lay) :

素線Zより ストランドSより

○ラングより(lang's lay) :

素線とストランドのよりが同じ方向のもの Z or S

ワイヤロープの太さ及び長さについてはファイバロープと同様である。

(2) 種類

ファイバロープには、1本のストランドの素線数が7本、12本、19本、24本、30本、37本などのものがある。

(3) 強度：ファイバロープと同様に**破断力**と**安全使用力**を知らなければならない。

a. 破断力

破断力の大きさは、その種類及び太さに応じて索試験規程やJ I Sまたは製造者の資料によって知ることが可能であるが、次式で略算できる。

$$B = (2 \sim 3) \times C^2 = (2 \sim 3) \times (D / 8)^2$$

B：破断力 (Ton)、D：ロープの外接円直径 (mm)、C：ロープの周 (inch)

b. 安全使用力：安全使用力 = (破断力) ÷ (安全率)

ワイヤロープの安全率は6程度と考えられるが、荷役装置に使用するワイヤロープについては5と規定されている。

c. 同質ロープの強度比較：ファイバロープと同様。

(4) 柔軟性

ワイヤロープの柔軟性は次のような原因によって影響される。

- ①同直径の場合、素線の本数が多いほどつまり素線が細いほど柔軟性がある。
- ②ストランドに麻心のあるものは無いものに比べて柔軟性を増す。
- ③ラングよりの方が普通よりに比べて柔軟性がある。

(5) 取扱い注意事項

1) 積込み作業

ワイヤロープをコイルのまま高いところから落としてはならない。落としたためにコイルが変形して解きにくくなるばかりでなく、キンクができやすくなる。特に木枠に巻いたワイヤロープは枠が壊れて激しく荷崩れすることがあるので注意する。

2) コイルの解き方

ファイバロープと同様、よりに無理な力をかけないように気を付ける。

3) 摩耗と曲げ

摩耗することによって強度が減少するため、摩耗部分にはグリスを塗

ったり当て木などを施す。また曲げをなるべく小さくするように適切な大きさのブロックやテークルを使用する。

4) 荷重

安全使用力の範囲内で荷重がかかるようにする。やむを得ない場合であっても破断力の1/2を超えてはならない。

5) 腐食

ロープの使用される環境が、海水や雨水あるいは温度の変化などの影響を与えるため、亜鉛メッキをしたワイヤロープでも腐食を避けることはできない。しばしば塗油をし錆をできるだけ早く除去する必要がある。

6) 巻止め

ボラードやワーピングエンドへの巻止め回数→少なくとも4～5回以上

7) 格納

Zより索は右回りにコイルするが、ワイヤロープはワイヤリール（ワイヤドラム）に巻いておくのがよい。

2. 2. 2 ブロック

(1) 構成

ブロック（滑車・block）は図に示すような部分によって構成されている。

ヘッド（head）：ブロック上端

アス（ass）：ブロック下端

シェル（shell）：ブロックの外郭全体

シーブ（sheave）：ロープを導く中心の車

ブッシュ（bush）：シーブの回転を滑らかにするために、その中央にはめ込んである座金

ピン（pin）：シーブの回転軸となりシェルとシーブを貫通する心棒

ストロップ（strop）：木製ブロックを必要などところにかけるためにシェルの外側にまわしてあるロープ

スワロー（swallow）：シェルとシーブの隙間で、ロープが通る部分

ブリーチ（breach）：シェルとシーブの隙間で、ロープが通らない部分

スコア（score）：ストロップを取り付ける場合のシェルにつけた溝

(2) サイズ

ブロックのサイズは、次のように表されている。

☆木製ブロック→シェルの長さ（mm or inch）

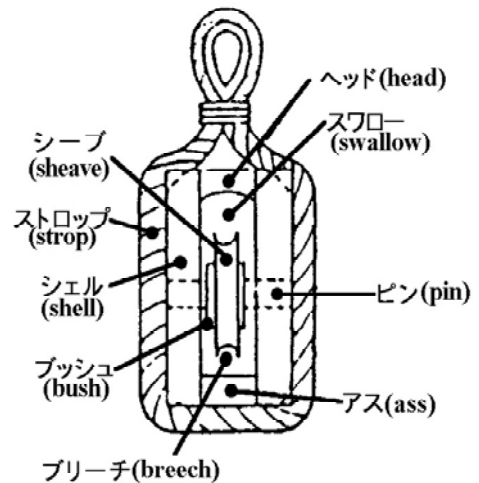
$$\text{木製ブロックシーブ直径} = \frac{2}{3} \times \text{シェルの長さ}$$

☆鋼製ブロック→シーブ直径（シェルの形が不定）

中央の凹部分ではなくその外側を測ることになっている。

(3) ブロックの種類

ブロックはシーブの数によって1枚滑車（single block）、2枚滑車（double block）などと呼ばれるが、そのほか材料・構造及び用途などによって次の種類がある。



【木製ブロックの構成】

a. 材料による分類

○木製ブロック (wooden block)

シェルが木製のもので、その材料としてけやきやチークなどを使用する。シーブは、リグナムバイタ・鋳鉄・真ちゅうなどでつくられる。

なお、木製ブロックにはストロップを用いずに鋼製のバンドを使用するものも多く、そのうちバンドをシェルの内側にはめ込んだものを内帯滑車、外側にはめ込んだ外帯滑車とがある。

○金属ブロック (metal block)

シェルの材質が鋼板または可鍛鋳鉄でシーブが鋳鉄製の鋼製ブロックや真ちゅうを材料としたブロックをいう。

b. 構造、用途による分類

○ジブブロック (gin block)

主として荷役用として使用される鋼製滑車

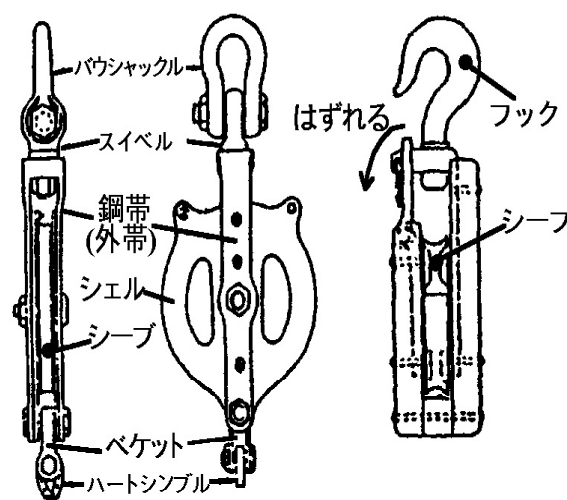
○スナッチブロック (snatch block)

1枚滑車のシェルをスワローのところで片面だけ切り開き、開閉自由にしたものである。

ロープの途中でかけはずしができるため、導滑車 (leading block) に利用される。

○スイベルブロック (swivel block)

シェルに取り付けた鋼製バンドにスイベルを付けたもので、ブロックが自由に回転して向きを変えることができる。



【ジブブロック】

【スナッチブロック】

(4) 強度と規格

ブロックの規格は J I S に規定され、強度については次のような標準になっている。

☆鋼製ブロック → ピン又はフックなどの付属具の強度
ストロップ使用の場合 → ストロップの強度

☆木製ブロック

ストロップ使用しない場合 → ピン又はフックなどの付属具の強度

ファイバロープには木製ブロックを使用し、ワイヤロープには鋼製ブロックを使用するが、ブロックの大きさと使用する索の太さとの関係は次のような標準になっている。

☆鋼製ブロック ----- シーブの径 = ワイヤロープの径の約17倍

☆木製ブロック ----- シェルの長さ = ファイバロープの径の約10倍

2. 2. 3 テークル

(1) 構成

テークルは、次のように構成される。

移動しない定滑車 (stational block)

移動する動滑車 (movable block)

テークルに通すフォール (fall: 通索)

フォールは、次のように構成される。

- ・固定された部分→スタンディング・パート (standing part)
- ・移動する部分→ランニング・パート (running part)
- ・力をかけて引く部分→ホーリング・パート (hauling part: 引手)

(2) 種類：テークルの種類と倍力は、別表 (次頁) に掲げるとおりである。

(3) 倍力

テークルにかける荷重に対する引手の力の割合を倍力と言い、

『見かけ倍力』と『実倍力』がある。

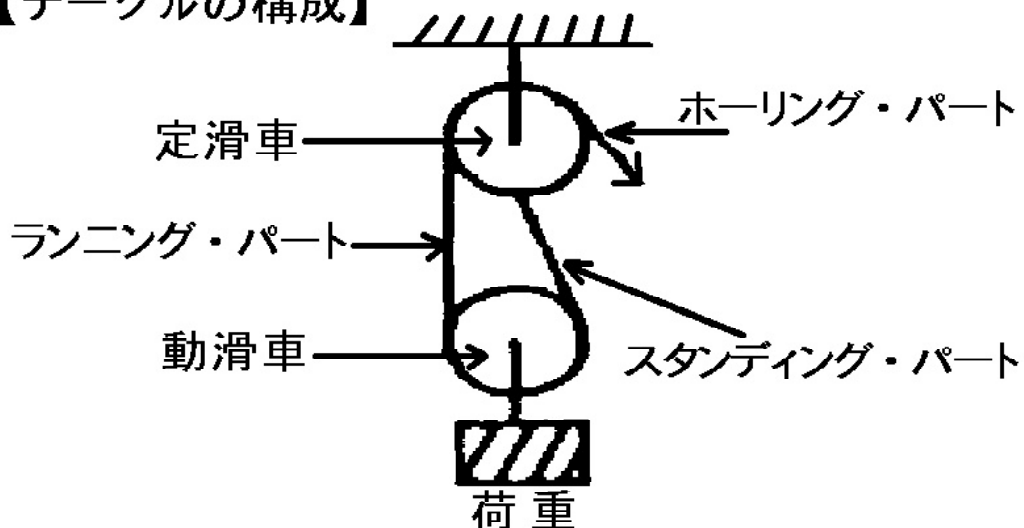
見かけ倍力：テークル各部に働く摩擦などを無視した倍力を見かけ倍力という。

実倍力：ブロックのシーブとピンの間、シーブとロープの間などには摩擦があり、これらの摩擦によって荷重の大きさはシーブ1枚について1/10程度増加すると考えられる。このようにテークル各部に働く摩擦などを考慮した倍力を実倍力という。

(4) 取扱い要領

- テークルのフォールは一般に右まわりに通し、シーブ数の多いブロックを使用するときは、引手を中央のシーブから導く。
- 使用前にフォールのもつれをきれいに取る。
- 同一のロープを繰り返し使用するとき、ホーリング・パートとスタンディング・パートを振り替えて使用する。
- ブロック及びテークルを分解し、必要な部分にはグリスアップする。
- シーブの部分は、ロープとの接触あるいはそれ自体の回転など最も酷使される部分なので特に点検し、シーブに切り欠きがある場合には使用しない。

【テークルの構成】



テークルの種類と倍力

| 名 称 | 略 図 (数字はシーブ数:m) | 引き手 方向 | 見 かけ 倍 力: n (=動滑車0-7の数) | 実倍力 $\frac{10 \times n}{10 + m}$ |
|--|---|-----------|----------------------------|----------------------------------|
| 1. シングル ホイップ single whip 固定滑車と通索の簡単なもので力の方向をかえるだけで倍力はない。一名ホイップともいう。 |  1 | 下 | 1 | $10 / 11 = 0.91$ |
| 2. ランナー runner シングルホイップを逆にし、固定滑車を動滑車として使用したもので、他のテークルと組み合わせることが多い。 |  1 | 上 | 2 | $20 / 11 = 1.82$ |
| 3. ダブル ホイップ double whip ランナーとホイップを組み合わせたものでこのため一名ランナー アンド ホイップ (runner and whip) ともいう。 |  2 | 下 | 2 | $20 / 12 = 1.67$ |
| 4. ガン・テークル gun tackle 2個の単滑車からなり、通索の引き手の導き方(あるいは根本の取付位置)によって、倍力が変わる。 |  2 | 下 | 2 | $20 / 12 = 1.67$ |
| | | 上 | 3 | $30 / 12 = 2.5$ |
| 5. ラフテークル luff tackle 各々1個の単滑車と複滑車からなり、動滑車に単滑車を使えば倍力は3、複滑車を使えば4となる。小型のものを ウォッチ テークル(watch tackle)または、ジガー・テークル(jigger tackle)という。 |  3 | 下 | 3 | $30 / 13 = 2.31$ |
| | | 上 | 4 | $40 / 13 = 3.08$ |
| 6. ツーフールド バーチェス two fold purchase 2個の複滑車からなり引き手の導き方により倍力が4倍力、または5倍力となる。 |  4 | 下 | 4 | $40 / 14 = 2.86$ |
| | | 上 | 5 | $50 / 14 = 3.57$ |
| 7. スリーフォールド バーチェス three fold purchase 2個の3枚滑車からなり、ボート・ピットのボートブロックなどに取り付けられ、重量物の揚げ降しに使われる。 |  6 | 下 | 6 | $60 / 16 = 3.75$ |
| | | 上 | 7 | $70 / 16 = 4.38$ |
| 8. シングル スパニッシュ バートン single spanish burton 2個の単滑車と通索を図のように組み立てたもので、倍力の割に重量物の揚げ降ろしが早くできるので荷役に利用されることがある。 |  2 | 下 | 3 | $30 / 12 = 2.5$ |
| 9. ダブル スパニッシュ バートン double spanish burton 複滑車を定滑車として2個の単滑車を動滑車として、図のように通索と組み合わせたもので、シングル スパニッシュ バートン と同じ利点をもつ。 |  4 | 下 | 5 | $50 / 14 = 3.57$ |
| 10. ベル バーチェス bell purchase 1個のランナーと4個の滑車を組み合わせたもので、倍力は7倍である。 |  5 | 下 | 7 | $70 / 15 = 4.67$ |
| 11. ランナー アンド テークル runner and tackle 図のランナー アンド テークルは、ラフテークルの引き手にランナーを組み合わせた複テークルで倍力は3×2、4×2となる。 |  4 | 下 | 6 | $60 / 14 = 4.29$ |
| | | 上 | 8 | $80 / 14 = 5.71$ |
| 12. ラフ アポン ラフ luff upon luff ラフテークルの引き手に更にラフテークルを取り付けた複テークルで、引き手接続部の組み合わせ方によって倍力は、3×3、3×4、4×4となる。 |  6 | 上 | 9 | $90 / 16 = 5.63$ |
| | | 下 | 12 | $120 / 16 = 7.5$ |
| | | 上 | 16 | $160 / 16 = 10$ |

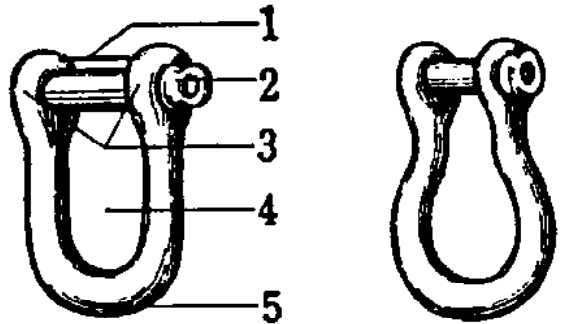
2. 2. 4 シヤックル (shackles) JIS-B2801

(1) 種類

- a. ストレートシヤックル (straight shackle)
- b. バウシヤックル (bow shackle)

各部名称：

- 1. ジョー (jaw)
- 2. ボルト、ピン (bolt, pin)
- 3. ラグ (lugs)
- 4. クリア (clear)
- 5. クラウン (crown)



(2) 強度

○安全使用力略算式：ton

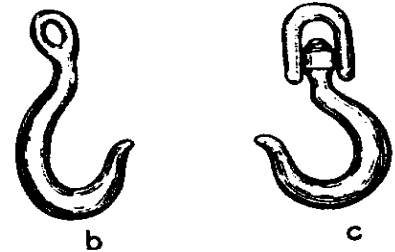
a. $\dots\dots 0.6 \times d^2$ b. $\dots\dots 0.45 \times d^2$

○大きさの表示：シヤックルピンの径〈mm〉

2. 2. 5 フック (hooks) JIS-F2105

(1) 種類

- a. プレインフック (plain hook)
- b. リバーアイフック (reverse eye hook)
- c. ダブルスイベルフック (double swivel hook)



各部名称：

- 1. アイ (eye)
- 2. バック (back)
- 3. クリア (clear)
- 4. ビル (bill)
- 5. クラウン (crown)

(2) 強度

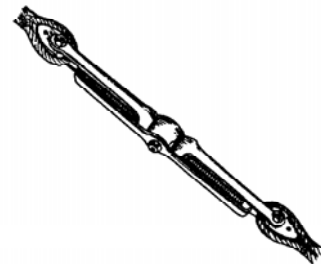
○安全使用力略算式：ton

$(0.1 \sim 0.05) \times d^2$

(d 〈mm〉：背部-backの断面径)

断面円に近いほど0.05に近い値とする。

○大きさの表示：フックの径〈mm〉



その他

(1) スイベル (swivel)

(2) リギン スクリュー (rigging screw)

(3) アイ ボルト (eye bolt)

(4) リング ボルト (ring bolt)

(5) クリート (cleat)

(6) ターンバックル (turn backle)

