

最近のロープ技術動向について

高木綱業株式会社
代表取締役社長 高木敏光

1. 船舶係留索（繊維ロープ）について

(1) 主要な素材とその用途

船舶係留用によく用いられる汎用繊維には以下のようなものがある。





	ポリプロピレン	ナイロン	ポリエチレン	ビニロン	ポリエステル
強度	強い	最も強い	強い	強い	強い
比重	0.91 最も軽い	1.40 水に沈む	0.94～96 水に浮く	1.30 水に沈む	1.38 水に沈む
耐候性	やや弱い	高い	高い	非常に高い	最も高い
耐熱性	140～160℃ 高い	180℃ 高い	100～115℃ やや低い	220～230℃ 高い	238℃ 最も高い
耐酸性	強い	弱い	強い	弱い	強い
耐アルカリ性	強い	強い	強い	強い	強い
吸水性	濡れても強度 低下なし	水を吸う	濡れても強度 低下なし	水を吸う	濡れても強度 低下なし
その他の特徴	摩擦に非常に つよい	摩擦に非常に 強い	ショックに強い 滑り易い	柔らかくスリッ プしない	

上記の他に係留索に近年よく使われる素材として、超高分子量ポリエチレン繊維ダイニーマ等の高機能繊維製のものも用いられる。

また、複数の繊維の混燃により特徴を組み合わせたものが増えてきており、主流化傾向にある。

(2) ロープの構成とその特徴

主なロープの構成としては以下の通り。

3撚	8撚	12撚	ダブルブレード
		 ※1×12、2×6の構成があり、それぞれで特徴は異なる	
加工が容易 擦れに強い	キンクが発生しない 強い	より強い 断面が円形に近く、しなやか(1×12の方がより顕著)	二重構造 伸びが少なく、耐摩耗性が強い
キンクが発生しやすい	伸び縮みが多い 凹凸が多く耐摩耗性に劣る	伸び縮みが多い 2×6の場合凹凸が多い 1×12は加工が困難	加工が困難

このうち、船舶係留索としては8撚と12撚が主流。

(3) その他考慮される事項について

素材やロープの構成に加え、撚りの強さや特殊加工などにより強度や耐摩耗性のバランスが変動する。

また、滑り易さなどによって、扱い方や設備・構造物への影響も考慮されるケースがある。

2. 船舶係留索の運用実態について

(1) 交換

① 摩耗・劣化による性能低下

係留索の主な摩耗・劣化要因は下記の通り。

摩耗	運用上のもの	・器物、構造物等との擦れによる摩耗 ・ロープの繊維間摩擦による摩耗
	外的要因によるもの	・海水中の不純物が繊維間摩擦による摩耗を促進 ・砂などの混入による摩耗の促進
劣化	紫外線によるもの	・屋外使用が前提、また暴露部で保管・搭載されるため紫外線の影響を受ける (基本的には紫外線に強い繊維が使用される)
	酸・アルカリなどによるもの	・海水に浸かる、かかる場面での使用が前提であるため、基本的に酸・アルカリ・海水に強いものが使用される

→これらの経年劣化、運用上の劣化により破断強度が低下するため、環境に応じた交換基準を個別に考慮する必要がある。

② 破断しやすい箇所

<構造的に破断しやすい箇所>

- ・アイ部分
- ・スプライス部端

⇒年数などによる交換基準の設定で対策が可能

<運用上破断しやすい箇所>

- ・フェアリーダー接触部など、外部との接触が多い箇所
- ・摩耗が進行し、強度が低下している部分

⇒運用上の対策が必要

③ 交換頻度と基準の実態

・自然な劣化による破断・交換は（それぞれのユーザーにおいて交換サイクルが定着しているため）少なく、主に摩耗による破断や交換。

・実態としては、運用者が「劣化している」と判断してからの交換が主。

・一定の期間で交換を決めているケースもある。

・交換頻度は運用者により異なり、独自基準が定められているケースもある。

（船の性格や用途により係留索の使用頻度や保管状況が異なるため）

⇒用途の異なる船舶に対し、一律の時間軸での交換標準を求める事は困難であり、残存強度、強度低下率に応じた基準設定が現実的。

④ 交換の目安

運用実態により基準は異なるが、以下のようなケースでは交換が求められる。

- ・ 表面の削れや毛羽立ちが多く見られるパターン
- ・ 著しい損傷や腐食があるもの
- ・ スtrandが切断していたり、バランスが崩れているもの
- ・ キンクしているもの
- ・ 表面の短繊維が切断しているもの
- ・ ロープ形状が崩れているもの

(2) ロープ運用におけるユーザーの注意点とメーカー対策

① 運用上の劣化対策例

- ・ 同船上での繊維ロープ使用場所のローテーション、ウィンドラスからの接続向きの変更
- ・ ロープの岸壁などと接触する位置に、平ベルト等を編み込み摩耗を防ぐ
- ・ 原料別ロープの伸び特性／滑りに応じた使用方法の徹底（使用材料も多様化しており、区別なく使用した場合にロープ性能低下や事故に影響する）
- ・ ボラード等にロープをフックしたり巻きつけたりする場合の、ロープ径とボラード径のD／d比を担保する（特に低伸度ロープ）
- ・ 波の衝撃等を緩衝するための対策

② 仕様・加工等による対策例

- ・ スプライス部分の長さ調整、補強などの加工
- ・ 熱処理などによる均質化、伸度の抑制