

繋離船作業に係る安全問題検討会資料
平成27年1月30日

資料-1

繋離船時の係留索取扱いの安全について

東京海洋大学
矢吹 英雄

1

内 容

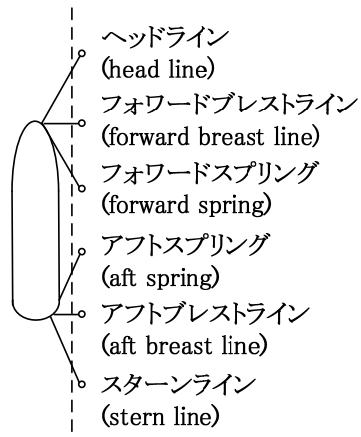
1. 船舶の係留用具、設備
係留索の名称
繊維索の種類と特徴、係留索の撚り方
船舶の係留設備
2. 陸上の係留設備
係船柱
曲柱、直柱の配置要領
3. 離着棧操船での索の利用
着棧操船
離棧操船
係留施設への接岸速度
4. 切断時の索の挙動
実験例
スナップバックゾーンと船員の死亡事故例
5. 船側の係留作業と安全対策
6. 綱取り放し作業の安全について(本船側の視点から)

2

1. 船舶の係留用具、設備

(1) 係留索の名称

(IMO標準航海用語)



流し; Head line, Stern lineの総称

船舶が所持すべき
係留索は、艀装数により
決められている
「船舶の艀装数等を定める
告示」

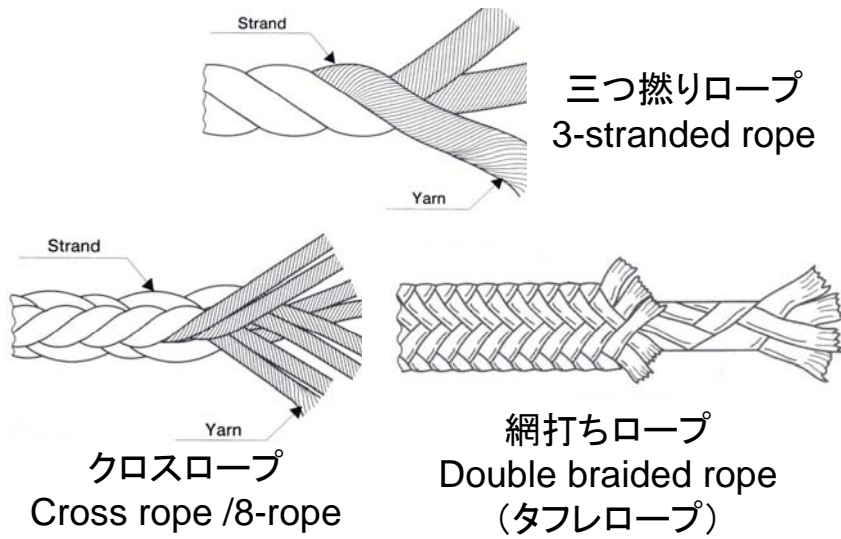
3

(2) 係留索用繊維索の種類と特徴

一般商品名	繊維名	特徴
ナイロン	ポリアミド	伸縮率大
テトロン	ポリエステル	重い
クレモナ	ポリビニル アルコール	重い、伸縮率小
ハイゼックス	ポリエチレン	軽く水に浮く
リーレン	ポリプロピレン	最も軽い
ダイニーマ	超高分子量ポ リエチレン	高強力、軽量

4

(3) 係留索の撚り方

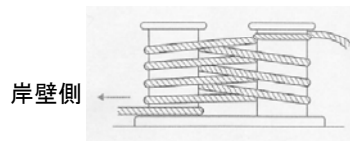
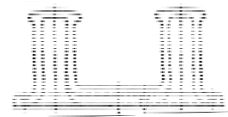


5

(4) 船舶の係留設備

ムアリングウインチ

ボラード

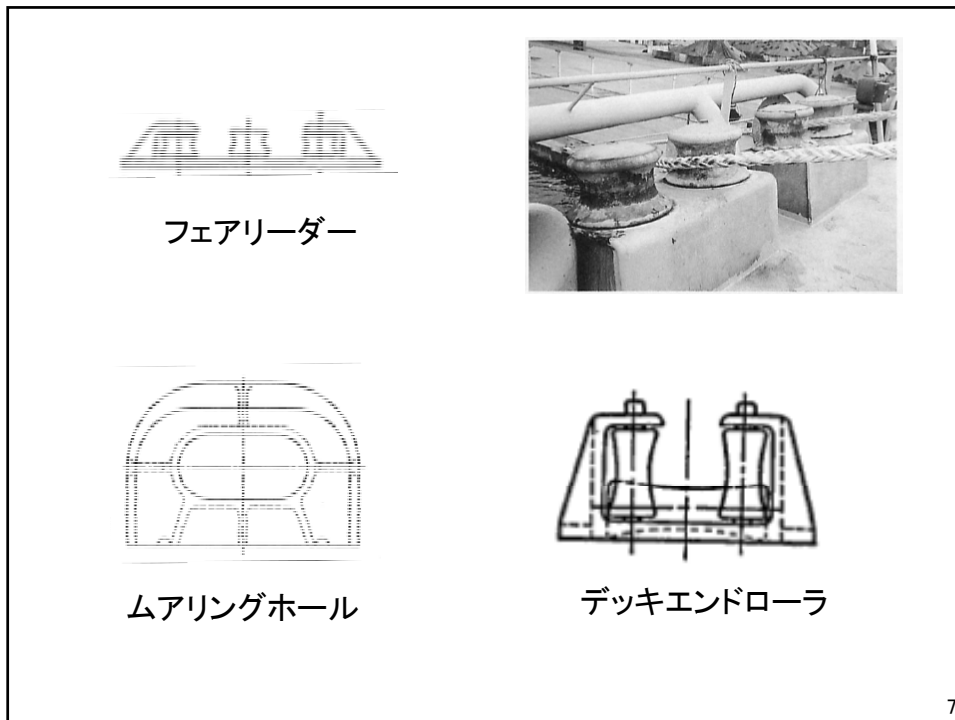


ボラードへの索の係止法

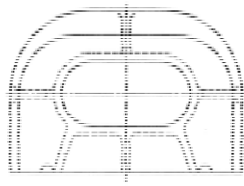


ストッパーによる索の仮止め

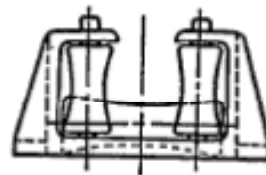
6



フェアリーダー



ムアリングホール



デッキエンドローラ

7

2. 陸上の係留設備

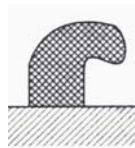
(1) 係船柱(ビット)

直柱(ストームビット)
暴風時等船体に作用
する大きな外力に対抗

係船柱に働く牽引力の標準



直柱



曲柱

総トン数	直柱	曲柱
5,000-10,000	70 ton	50 ton
10,000-15,000	100	70
15,000-20,000	100	70
20,000-50,000	150	100
50,000-100,000	200	100

港湾の施設の技術上の基準・同解説

8

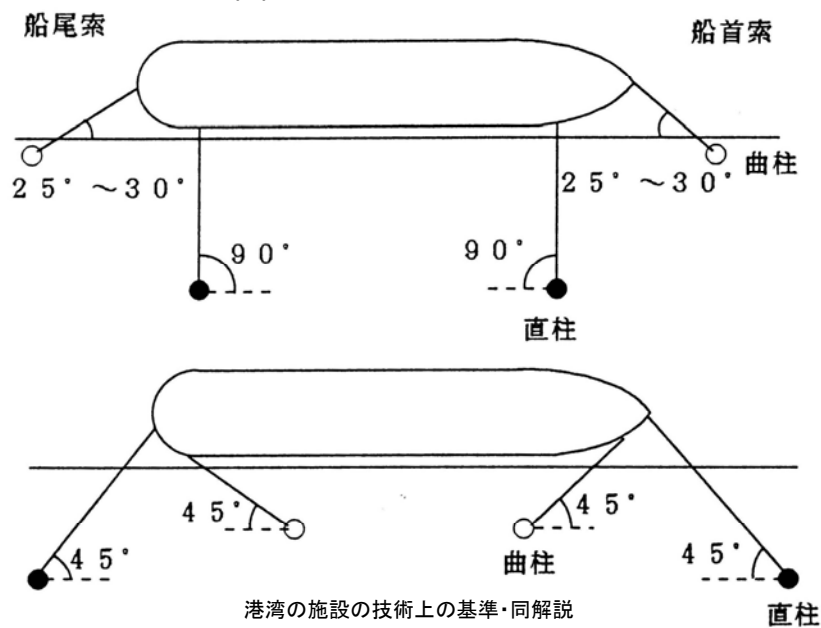
(2) 曲柱の配置要領(標準)

対象船舶総トン数	最大間隔 (m)	1バース当り最低 設置個数
2,000未満	10~15	4
2,000-5,000	20	6
5,000-20,000	25	6
20,000-50,000	35	8
50,000-100,000	45	8

港湾の施設の技術上の基準・同解説

9

(3) 直柱の配置要領



10

3. 離着棧操船での索の利用

3.1 着棧操船

バース前でバース法線と平行に船体を停止させた後横移動させる

(1) 入船左舷係留

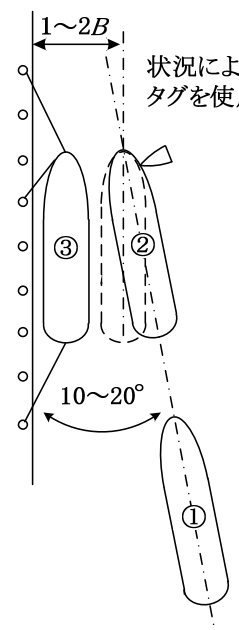
バースへの接近角度と停止位置

船種船型	進入角度	停止位置
5000 GT	20°	1B
10000 GT	15 ~ 20°	1.5B
50000 GT	10 ~ 15°	2B
大型LNG	10 ~ 15°	2B
VLCC	10°	3B

東京湾水先人会資料

11

10,000総トン程度の船の例



状況により タグを使用する

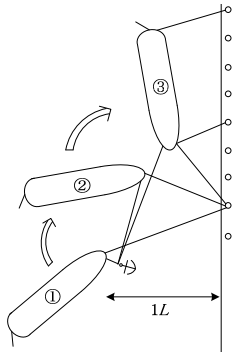
- ① バース法線に対し15° ~ 20° の進入角とし、バースの先方に向けてごく小さな惰力で進航する。
- ② 予定バース横船幅の1~1.5倍程度の位置でバースと平行に停止し、ヘッドライン、フォワードスプリング、スターンラインを送る。タグを使用するときには右船首に頭付けとする。
- ③ 係留索の操作、タグの支援により船体を静かに横移動させ、予定バースに接岸する。

バース全面の停止位置の手前2L(L; 船長)付近で、前進行き脚が2~3ノットとなるように減速するのが一般的である。

係留索を取った状態で機関を使用して前後位置を調整する船もあるので注意を要する

12

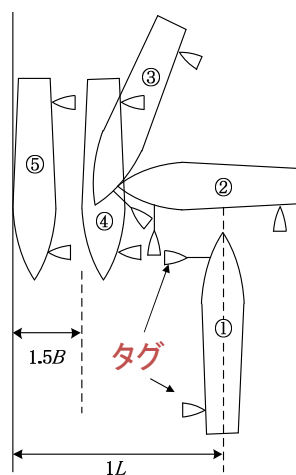
(2) 出船係留



- ① バース法線に対し大角度で進入する。
 予定バースの手前、岸壁から船の長さ程度離れた位置で係留反対舷の錨を投下し、錨鎖を伸出しながらゆっくりと進む。
- ② 錨鎖の伸出を止め、機関と舵を併用して船体を回頭させる。
 ヘッドラインをとり、捲き込みの準備をする。
- ③ 回頭反転したならばフォワードスプリングを送り、機関と舵を併用しながら船体をバースと平行にした後、スターンラインを送り、静かに横移動させて接岸する。

13

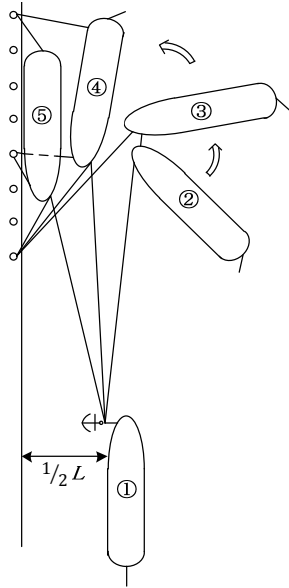
タグ2隻を使用した出船右舷係留



- ① 左舷船首と左舷船尾にタグを頭付けでとり、バース法線と平行に、船の長さ程度離してゆっくりと進む。
- ② 機関使用によりバース前面で船体を停止させながら、船首、船尾のタグの引きと押しとにより船体を回頭させる。
- ③ バースから船幅の約1.5倍離れた④の位置で、船体をバースと平行に停止させる。
- ④ 船首尾のタグにバースと平行となるよう船体を押させ、バースに近付いたら係留索を送り、静かに接岸する。

14

出船右舷係留 (5000 GT級用錨操船)

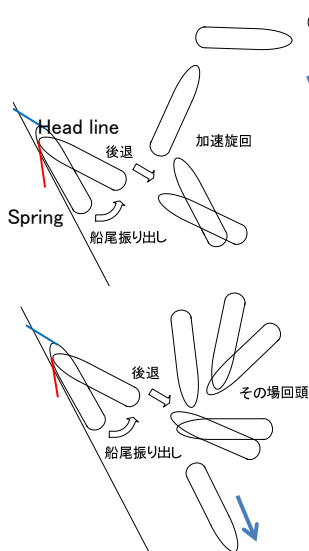


- ① バース法線と平行に、船長の1/2程度離して進行する。
 予定バースの手前で係留反対舷の錨を投下する。
- ② 錨鎖を伸出しながら直進し、錨鎖が2～3節程度になったら伸出を止め、船体に回頭力を与える。
- ③ 機関と舵を併用し、錨鎖を巻き込みながら④の位置まで徐々に回頭する。
 ヘッドライン、フォワードスプリングを送り巻き込みの準備をする。
- ④ ヘッドライン、スプリングおよび錨鎖を調整しながら船体をバースと平行にした後、スターンラインを送り、静かに横移動させて接岸する。

15

3.2 離棧操船

(入船左舷係留からの後退しながらの離棧)



1. 着棧舷と反対舷のHead Lineの巻き込み用意

Forward Springを残して全係留索を放つ

2. Head Lineを巻き込みながら左舵一杯、機関を短時間前進に使用し、Springを利用して船尾を振出す

この際Head Line、Springをたるませないよう注意する

3. これを繰り返す、十分に船尾を振り出した後、機関を後進として後退する

4. 棧橋から十分離れたところで、加速旋回、状況によりその場回頭して港口に向首する

16

3.3 係留施設への接岸速度

接岸速度

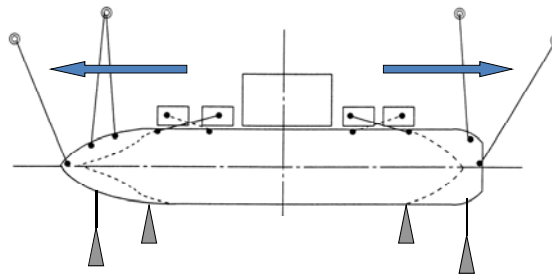
対象船型、載貨状態、係留施設の位置・構造、気象・海象、曳船の有無・能力等を考慮し、実測値又は既存の実測資料に基づいて、10～15 cm/s程度を想定して、フェンダー等の係留設備を設計している

港湾の施設の技術上の基準・同解説

実船の操船においては、防舷材(フェンダー)の吸収エネルギーと本船の接岸エネルギーを考慮して許容接岸速度を決定する必要がある、5～7 cm/s程度とするのが一般的である

17

LNG船のドルフィンへの係留例



係留索による係留手順

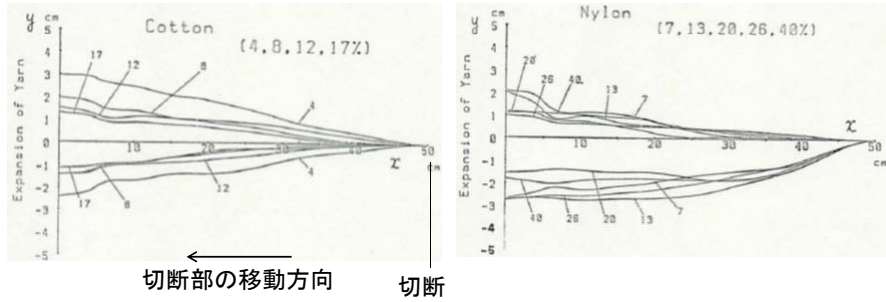
- ・ 最初にとるライン(First line)はスプリング
- ・ スプリングで前後位置を確定させた後、船体をタグで固定した状態で、船首、船尾とも、ブレストライン、流しの順に係止する

18

4. 切断時の索の挙動

(1) 実験例

藤井他; 切断時の索の挙動についての基礎実験、
日本航海学会論文集第73号、1985

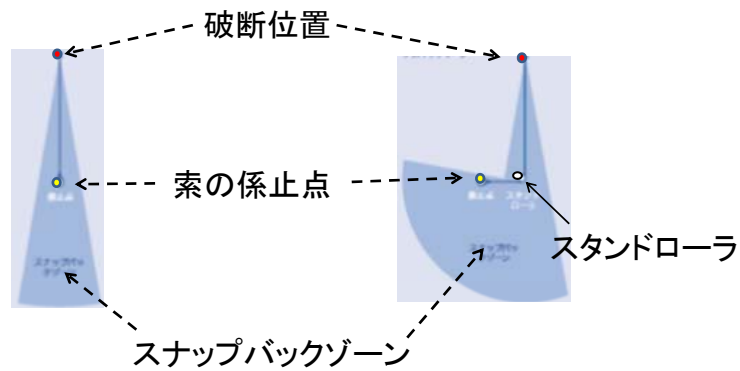


索の暴れの極大値の包絡線
木綿索、1.4 mm

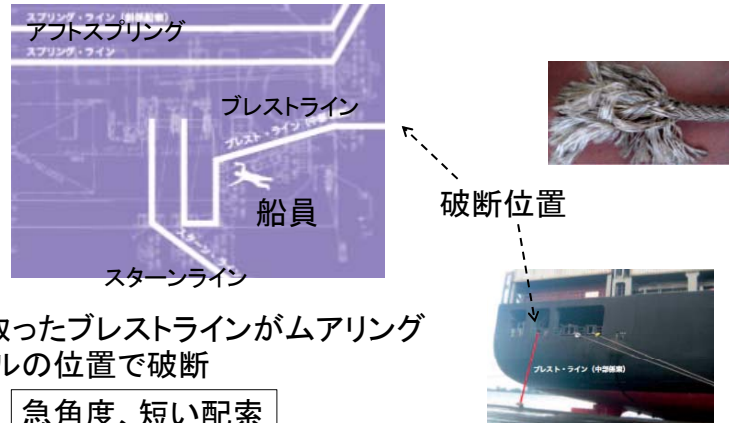
索の暴れの極大値の包絡線
ナイロン索、0.7 mm

図中の数字; 荷重 = (引張り荷重/切断荷重) × 100 (%)

(2) スナップバックゾーン (Snap-Back Zone)



(3) 船員の死亡事故例



短く取ったプレストラインがムアリングホールで破断

急角度、短い配索

索を短くとらなければならない場合、バイトに取れば破断のリスクが減る

21

5. 船側の係船作業と安全対策

(1) 係留設備、係留索の点検整備

ウインチからの漏油

ワーピングエンド (warping end)、フェアリーダー (fairleader)、ボラード等の錆の除去、表面の清掃

フェアリーダー、ローラがスムーズに回転することの確認

繊維索の表面及びストランド間の擦り切れ、アイスプライスの確認

ワイヤの油切れ等

(2) 係留作業と安全対策

① 保護具の着用;ヘルメット、手袋、安全靴、作業用救命胴衣

② 係留計画に従った配索

索長が非常に短くなる状態での使用を避ける。

索が急角度で曲がる状態を避ける。

同一ボラードで繊維索とワイヤを使用しない。

22

- ③ 指揮者の指示に従って作業を行う。
船首;一等航海士、船尾;二等航海士
- ④ 係留索の準備
所定長の係留索をリールから繰り出して甲板上につづら折りの状態に並べて置く(スネイクダウン、snake down)。リールに巻かれた状態で索を使用してはならない。
- ⑤ ヒービングライン(heaving line)
先端にモンキーフィスト(monkey fist)を施した索を用いる場合、危険防止のため、中に砂袋、金属等の詰め物をしてはならない。
ヒービングラインを投げる際には綱取り作業員(line handler)に当てないように注意する。



モンキーフィスト

23

- ⑥ ストッパー
繊維索には繊維索のストッパーを、ワイヤにはチェーンストッパーを用いる
- ⑦ 索を送る際にはプロペラ(バウスラスト)への巻き込みに注意する。
- ⑧ 索のバイト部分に足を入れてはならない。
- ⑨ スナップバックゾーンを避けて、安全な場所に身を置く
- ⑩ ウインチ操作には熟練者を当て、索に過度の張力を与えないように操作する。
- ⑪ 索がジャンだ(jam)状態で張力を与えてはならない。
- ⑫ ワーピングエンドで索を巻く場合、巻き込んだ索を繰る補助者を付ける。

24

6. 綱取り放し作業の安全について (本船側の視点から)

- ① 保護具の着用
- ② 作業時を除き、スナップバックゾーンを避けて、安全な場所に身を置く。
- ③ 本船から投げられるヒービングラインに注意する。
ヒービングラインを本船に戻す際には、船員に当てないように注意する。
- ④ 係留索の岸壁への引き上げは、要すれば2人で行う。
- ⑤ 海側に背を向けて作業しない。
- ⑥ 係留索を巻き込んでよい状態になれば本船に合図し、急いで索から離れ、巻き込み中も安全な場所に位置する。
- ⑦ 巻き込みの際索がフェンダーに引っかからないように措置しておく。
索がフェンダーに引っかかった場合、本船に合図して一旦索を緩めさせ、安全を確認してから作業を行う。

25

- ⑧ 索の切断は、索の痛んだ部位の他、屈曲部、アイスプライス部で起こり易い。
- ⑨ 係留索を利用した離着棧操船、機関使用による本船の位置調整、出航前の試運転等、係留索に強い力が加わるがあるので注意する。
- ⑩ 同一ビットに複数の係留索を取る場合、本船指揮者の指示に従って、先に取った索の張り具合に注意しながら作業を行う。

26