

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.957

March 2017

係留施設の附帯設備等の整備における繫離船 作業の安全性向上への配慮事項に関する検討

西岡悟史・井山繁・宮田正史・米山治男・辰巳大介・木原弘一

Study on Safety Consideration of Mooring and Detachment work
in Installation of Ancillary Equipment of Mooring Facilities

Satoshi NISHIOKA, Shigeru IYAMA, Masafumi MIYATA, Haruo YONEYAMA,
Daisuke TATSUMI, Hirokazu KIHARA

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

係留施設の附帯設備等の整備における繫離船 作業の安全性向上への配慮事項に関する検討

西岡悟史*・井山繁**・宮田正史***
米山治男****・辰巳大介*****・木原弘一*****

要 旨

船舶が係留施設へ接岸または離岸する際の繫離船作業（船舶と陸上作業員の間で係留索を受け渡す作業）は港湾利用を支える基礎的な活動であるが、何らかの要因により係留索の切断事故が発生すると、繫離船作業等に重大な危険を及ぼす懸念がある。また、繫離船作業のうち陸上作業員が係留索を係船柱に掛け外しする作業においては、それらの作業が少しでも安全かつ効率的に行われるように安全性の向上を図っていくことは非常に重要な課題である。

本資料は、繫離船作業のうち陸上作業員が係留索を係船柱に掛け外しする作業を対象として、それらの作業の安全性及び効率性の向上を図ることを目的として、係留施設の附帯設備等（係船柱、防舷材、車止めなど）の整備において配慮すべき事項について検討したものである。具体的には、係留施設の附帯設備等の配置や形状等が原因となり、安全かつ効率的な繫離船作業が阻害される事例について情報提供を受け、それらの阻害要因を少しでも改善できる配慮事項について検討し、その結果をまとめたものである。

キーワード：繫離船作業，係留索，係留施設，附帯設備，安全

* 港湾研究部 港湾施工システム・保全研究室 交流研究員（東亜建設工業株式会社）
** 港湾研究部 港湾施工システム・保全研究室 室長
*** 港湾研究部 港湾施設研究室 室長
**** 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 海洋研究領域
海洋利用研究グループ グループ長
***** 国土交通省 港湾局 技術企画課 技術監理室 課長補佐
***** 国土交通省 港湾局 技術企画課 技術監理室 技術企画係長
〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所
電話：046-844-5019 Fax：046-842-9265 e-mail: ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

Study on Safety Consideration of Mooring and Detachment work in Installation of Ancillary Equipment of Mooring Facilities

Satoshi NISHIOKA *
Shigeru IYAMA **
Masafumi MIYATA ***
Haruo YONEYAMA ****
Daisuke TATSUMI *****
Hirokazu KIHARA *****

Synopsis

Mooring and detachment work are a fundamental activities that support port usage. However, there is a concern that serious danger might happen during mooring and detachment work if an accidental disconnection of the mooring rope occurs due to some cause. It is a very important issue to make improvements so that mooring work can be carried out safely and efficiently in an operation where land operators hang or remove mooring ropes on mooring posts.

We examined matters that should be taken into consideration relating to installing ancillary equipment (mooring post, fender, car stop, etc.) of mooring facilities in this document for the purpose of improving the safety and efficiency of mooring and detachment works by land operators who hang or remove mooring ropes on mooring posts. We considered the possibility of minimizing these inhibitory factors by provided information, particularly with regard to cases where safety and efficiency of mooring and detachment work are interrupted by the arrangement and shape of ancillary equipment of mooring facilities, and summarized the results of our studies for these considerations.

Key Words: Mooring and Detachment Work, Mooring Rope, Mooring Facilities, Ancillary Equipment, Safety

-
- * Exchanging Researcher, Port Construction Systems and Management Division ,
Port and Harbor Department, NILIM. (TOA CORPORATION)
 - ** Head, Port Construction Systems and Management Division, Port and Harbor Department,
NILIM
 - *** Head, Port Facilities Division, Port and Harbor Department , NILIM
 - **** Group Leader, Coastal and Ocean Development Group, Coastal and Ocean Engineering
Division, PARI
 - ***** Deputy Director, Engineering Administration Office, Engineering Planning Division,
Ports and Harbours Bureau, MLIT
 - ***** Chief Official, Engineering Administration Office, Engineering Planning Division,
Ports and Harbours Bureau, MLIT

National Institute for Land and Infrastructure Management, 3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan
Phone : +81-468-44-5019 Fax : +81-468-42-9265 e-mail: ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

目 次

1. はじめに	1
1.1 背景	1
1.2 目的	1
1.3 情報収集	1
1.4 全体構成	1
2. 繫離船作業に係る安全対策の経緯	2
2.1 繫離船作業の手順	2
2.2 繫離船作業におけるこれまでの安全対策の取り組み例	7
2.3 繫離船作業に係る現行の基準及び規制	8
3. 繫離船作業における事故事例、要因分析及び対策	9
3.1 繫離船作業における事故事例	9
3.2 事故事例に対する要因分析及び対策	10
3.3 繫離船作業時の係留索の破断事故の要因と対策	12
4. 係留施設の附帯設備等における繫離船作業の安全性向上に向けた課題と安全性向上案	13
4.1 現状の附帯設備等の繫離船作業の安全性向上への影響	13
4.2 繫離船作業の安全性向上に対する附帯設備等の課題と安全性向上案	13
5. 係留施設の附帯設備等の整備における繫離船作業の安全性向上への配慮事項	21
5.1 附帯設備等の整備全般に関する配慮事項	21
5.2 係船柱に関する配慮事項	22
5.3 防舷材に関する配慮事項	22
5.4 車止めに関する押領事項	23
5.5 岸照灯、電源ボックス及び給水設備に関する配慮事項	23
5.6 はしごに関する配慮事項	24
5.7 フェンス等に関する配慮事項	24
5.8 荷役機械に関する配慮事項	24
5.9 岸壁形状に関する配慮事項	24
5.10 附帯設備の損傷・老朽化に関する配慮事項	24
6. 結論	25
7. おわりに	25
謝辞	25
参考文献	25

1. はじめに

1.1 背景

船舶が係留施設へ接岸または離岸する際の繫離船作業は、港湾利用を支える基礎的な活動である(図1.1・図1.2)。その繫離船作業のなかで、船舶と陸上作業員の間で係留索(舫(もやい)ロープ, Mooring rope)を受け渡す作業において、係留索が破断する等の事故がたびたび発生している。



図 1.1 係船柱に船からの係留索を掛ける作業¹⁾



図 1.2 繫船ボートと車両の使用による係留索の引上げ作業

1.2 目的

繫離船作業における事故の要因は、繫離船方法や操船技術、劣化した係留索の使用等、船側にあると思われる要因と、防舷材や車止め等が係留索に引っ掛かる、係留柱周りの段差やフェンスの近接等が繫離船作業の支障となるなど、係留施設の附帯設備等が要因となる場合が挙げられる。

つまり繫離船作業の安全問題では、パイロットの乗船等の規則、国際的な議論による取組み等ソフト面での対応も重要となるが、係留施設の附帯設備等の繫離船作業への配慮等ハード面での対応も必要となる。

そこで本検討においては、特に係留施設の附帯設備等

の整備における繫離船作業の安全性向上への配慮事項の検討を行い、繫離船作業の安全性向上に寄与することを目的としている。

そのため本国総研資料において、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」の利用者が容易に参照できる形で、係留施設の附帯設備等の整備時に活用することを目的として、繫離船作業の安全性向上への配慮事項を検討し、とりまとめることとした。

1.3 情報収集

繫離船作業の安全性向上への配慮事項の検討を行うにあたり、本検討において繫離船作業に関する情報が必要となるため、日本繫離船協会²⁾から事故事例や、繫離船作業の安全性向上に向けた要望等の情報の収集を行った。日本繫離船協会²⁾は、繫離船作業を行う事業者間で作業の機能性や効率化の情報交換、各港を取り巻く問題や課題に取り組む目的で、1973年9月に発足された協会である。

また、国土交通省港湾局と海事局及び日本繫離船協会²⁾が構成員となっている「繫離船作業に係る安全問題検討会」³⁾(以下、「検討会」という。)が、2014年3月より繫離船作業の安全対策に関する検討を行うために開催されているが、繫離船作業における事故事例や問題点だけでなく、繫離船に係る操船や係留索、関係する法令や基準等、様々な情報が資料として提出されている。そのため「検討会」³⁾の資料も参考に、繫離船作業を取り巻く現況や係留施設の附帯設備等の問題点等の情報の収集を行った。

2017年1月には著者らによる神戸港での繫離船作業の現地調査と日本繫離船協会²⁾との意見交換を行った。その際には係留施設の附帯設備等の繫離船作業に係る問題点等の質問や回答を事前に行ったこともあり、より詳細な繫離船作業の従事者からの意見等の情報を収集することができた。

1.4 全体構成

ここでは、本国総研資料の全体構成を説明する。

まず、第2章にて、繫離船作業に係る安全対策の経緯について説明を行う。その中で繫離船作業について標準的な手順の紹介を行い、繫離船作業における重大事故、それによる安全対策、ソフト面及びハード面での繫離船作業を取り巻く現行の基準・規則、及び世界的な取り組みの動向の説明を行う。

次に、第3章では、繫離船作業の事故事例及び係留索の切断事故に関する統計結果を示す。加えて、事故事例に

対する要因を分析し、操船技術や係留施設の附帯設備の形状等、船側陸側の要因及び対策のまとめを行う。

第4章では、第3章で分析された要因について、係留施設の附帯設備等の現状の問題点と安全性向上案について分析を行う。ここで取り扱う問題点としては、係留施設の附帯設備等のハード面に関するものであり、本章からは主にハード面に焦点を当てて説明する。具体的には「検討会」³⁾の資料及び神戸港での意見交換で得られた繋離船作業の従事者からの意見を基に、附帯設備等の種類別に附帯設備等の係留索への干渉と繋離船作業の作業環境への影響とに着目して、問題点とその安全性向上案を整理する。

第5章では、第4章で附帯設備等の種類ごとに分類した問題点と安全性向上案を基に、係留施設の附帯設備等の整備において繋離船作業の安全性向上に対して配慮することが望ましい事項について検討し、取りまとめる。

以上を踏まえて、第6章に結論を示す。

2. 繋離船作業に係る安全対策の経緯

2.1 繋離船作業の手順

(1) 繋離船作業の概要

繋離船作業とは、船を岸壁につなぐ繋船作業と岸壁から放す離船作業をあわせた作業のことをいう¹⁾。別名で綱取り作業、綱放し作業ともいう²⁾。

繋船作業では、本船から繋船ボートで受け取った係留索や、本船から投げられたヒービングライン（係留索の先に結んである錘がついた細いロープ）を陸上作業員や車両により手繰り寄せ、そのヒービングラインに繋がれた係留索を、岸壁や棧橋上の陸上作業員が順次係船柱に掛けていく（図1.1・図1.2）¹⁾。その係留索を船側のウインチで巻き締めたり、サイドスラスタやタグボートを使用したりして本船を岸壁や棧橋に寄せ、繋船が完了する。

離船作業では、陸上作業員が巻き締めてある係留索を船側が緩めたことを確認したのち、係留索を順次係船柱から放していく。船は放たれた係留索を巻き取り、岸壁から離れて出港していく。

繋離船作業は、係留索の掛け外しのような単純な作業に思われるが、本船の乗組員や作業員同士の連携と意思疎通が大事であり、係留索を掛ける係船柱の位置や順番等によっては重大な事故を招くこともあるため、熟練した作業員の瞬時の状況判断が必要とされている。また、巨大な船舶の係留索は非常に太くて重く、足場が悪い状況や悪天候の中でも迅速な作業が求められる非常に困難

な作業となっている¹⁾。

(2) 係留索の取り方や名称について

船の係留索の取り方や名称について、それらの用語について説明を行う。係留索に関して、索の取り方や名称をまとめたものが図2.1になる⁴⁾。

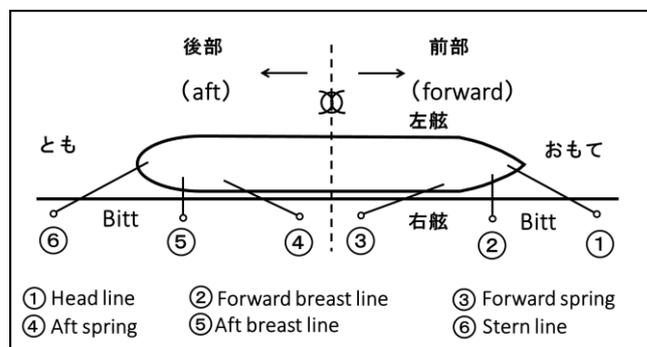


図2.1 係留索の取り方や名称⁴⁾

①ヘッド ライン (HL)

船体の前後運動や横方向の移動を抑制する効果があり、船首部から前方の係留施設にとる係留索のことをいう。係留作業の比較的早い段階で索をとり、主にこの索を巻き締めることで、船を係留施設に寄せていく。係留中は通常2~3条、係留索をとる。

②フォワード プレスト ライン (FBL)

船体の横移動を抑える効果があり、船首部から岸壁にほぼ直角にとる係留索のことをいう。この索は他の係留索に比べて短くとるので一般にバイトにとる（船から送り出した係留索を岸壁の係船柱でターンさせて再び船に戻して係止する）。干満の差が大きい港やうねりが進入する係留施設では常に長さの調整が必要となる。

③フォワード スプリング ライン (FSP)

ヘッドラインと同様に船体の前後運動や横方向の移動を制御する効果があり、船首部から後方に斜めにとる係留索のことをいう。この索は船の位置を保持するほか、繋離船時の操船上重要な役割があり、特に繋船時においてファーストライン（最初に係留施設に送り係止する係留索）として船の前進惰力の抑制に使用することができる。また、離船時において、この索以外のものをすべてレッコ（解き放ち）してこの索を最後まで残し、主機関と舵効きを併用して船尾を係留施設から離して船を後進させる出港操船にも有効に用いられることがある。係留中は通常1~2条、係留索をとる。

④アフト スプリング (ASP)

FSPと同様の効果があり、船尾部から前方の係留施設に斜めにとる係留索のこと。係留中は通常1~2条、係

留索をとる。

⑤アフト プレスト ライン (ABL)

FBLと同様の効果があり、船尾部から係留施設にほぼ直角にとる係留索のことをいう。FBLと同様に一般にバイトにとる。

⑥スターン ライン (SL)

HLと同様の効果があり船尾部から後方の係留施設にとる係留索のことをいう。また、HLと同様に係留作業の比較的早い段階で索をとり、主にこの索を巻き締めることで、船を係留施設に寄せていく。係留中は通常2~3条、係留索をとる。

係留索をとる順番としては、③FSP→①HL→⑥SL→④ASPの順にとっていき、接岸後、最後に②FBLや⑤ABLをとることが多い。

(3) 繫離船における船の体勢や係留索の利用

繫離船作業においては、船の係留する向き等によって、船の動きや係留索の利用が異なる。ここでは、繫離船作業に関して、繫船時の船の体勢やそれによる操船方法や船の動き、係留索の利用について説明を行う。

a) 繫船時の船の体勢について

繫船時の船の体勢について、船の向きによって入船(いりふね)、出船(でふね)と呼ばれる。入船は係留施設に入ってきた向きでそのまま港の奥に向かって係留する方法をいう。一方、出船は係留施設に入ってきた向きに対して反転し、船首が港の出口を向いて係留する方法をいう。

b) 繫船時の船の体勢による繫離船の操船及び係留索の利用について

繫離船における操船及び係留索の利用について港の形状や繫船時の船の体勢によって様々あるが、いくつか例を挙げて説明を行う。例としては、入船による接岸(①、②)、出船による接岸(③、④)、及び入船係留からの離岸(⑤)について説明を行う。出船係留からの離岸については、船首が港の出口を向いての係留で、入船係留からの離岸と同様の手順で離岸し、回頭がなくそのまま出港するだけなので、ここでは特に説明を行わない。

①旧操船方法による入船接岸⁵⁾

この接岸方法は、船が入港した向きで岸壁法線に対してある程度の角度を持って接近し、船首側の係留索をとってから船尾を寄せて接岸する方法で、総トン数

20,000GT程度までの船舶でこのような操船が行われることが多い。以下のような手順で接岸が行われる(図2.2)。

- i) 船が入港してきた向きで速度を十分落とし、岸壁法線にある程度の角度を持って接近する。
- ii) 船首を係留施設に寄せてから船首側の係留索(FSP, HL)を先にとり、タグボート等により船尾側を押し寄せて係留施設に寄せる。
- iii) 船尾側の係留索(SL)をとって、係留索の巻き締め、サイドスラスタやタグボートの使用により接岸する。

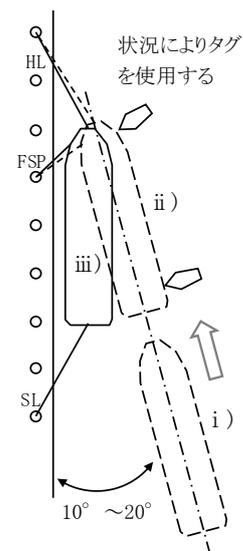


図 2.2 旧操船方法による入船接岸
※文献6)を基に加筆

②平行着岸による入船接岸⁵⁾

この接岸方法は、船が入港した向きで係留施設前面において岸壁から離れた位置に、船体を岸壁法線に平行に停止させ、そのまま船体を寄せて接岸する方法で、総トン数20,000GTを超える船舶でこのような操船が行われることが多い。以下のような手順で接岸が行われる(図2.3)。

- i) 船が入港してきた向きでごく小さな惰力で、岸壁法線にある程度の角度を持って接近する。
- ii) 係留施設から船幅1.5~2倍程度の位置で、船体が岸壁法線に平行になるように停止し、タグボートにより係留施設に寄せていく。
- iii) 船首側及び船尾側の係留索をとり、係留索の巻き締め、サイドスラスタやタグボートの使用により接岸する。

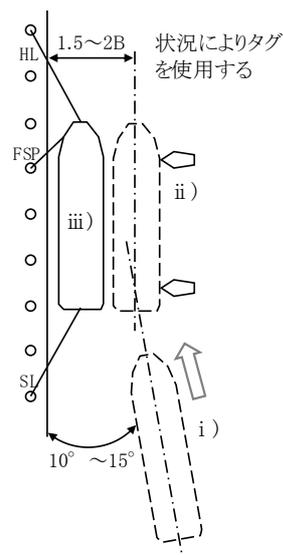


図 2.3 平行着岸による入船接岸
※文献6)を基に加筆

③アンカー使用による出船接岸⁶⁾

この接岸方法は、岸壁法線に対して大角度で接近し、アンカーを使用して船が入港した向きから反転して接岸する方法となる。以下のような手順で接岸が行われる(図2.4)。

- i) 速度を落としながら、岸壁法線に対し大角度で接近する。接岸予定箇所の手前で、係留施設から船の長さ1L程度離れた位置で接舷する反対側のアンカーを投錨し、錨鎖を伸出しながらゆっくりと進む。
- ii) 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。船首側の係留索(HL)をとり、捲き込みの準備をする。
- iii) 回頭反転してから係留索(FSP)を送り、さらに機関と舵を併用しながら船体を係留施設と平行にし、船尾側の係留索(SL)をとってから係留索を巻き締めて接岸する。

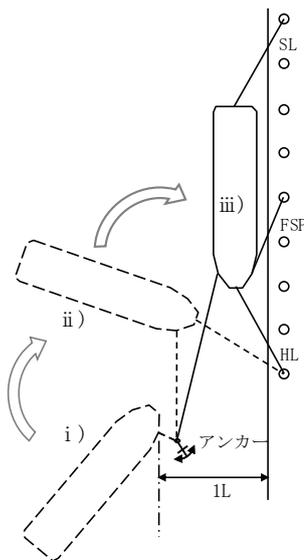


図 2.4 アンカー使用による出船接岸
 ※文献 6) を基に加筆

④ タグボートの使用による出船接岸⁶⁾

この接岸方法は、タグボートを使用して船が入港した向きから反転して接岸する方法となる。以下のような手順で接岸が行われる(図 2.5)。

- i) 船首と船尾にタグボートを頭付けでとり、岸壁法線と平行に、船の長さ1L程度離して速度を落として進む。
- ii) 機関使用により係留施設の前面で船体を停止させながら、船首、船尾のタグボートの引きと押しにより船体を回頭させる。
- iii) 係留施設から船幅1.5B程度離れた位置で、船体を岸壁法線と平行に停止させる。
- iv) 船首尾のタグボートに岸壁法線と平行となるよう船体を押させ、係留施設に近づいたら係留索をとり、係留索を巻き締めて接岸する。

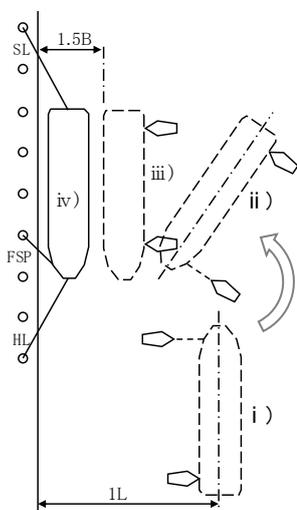


図 2.5 タグボート使用による出船接岸
 ※文献 6) を基に加筆

⑤ 入船係留から係留索を利用した離岸⁶⁾

この離岸方法は、係留索を利用して係留施設から船尾

を離し、旋回または回頭を行って出港する方法となる。以下のような手順で離岸が行われる(図 2.6)。

- i) 船首側の係留索(FSP, HL)を残して、他の係留索を放つ。
- ii) HLを船のウインチで巻き込みながら係留施設側に舵を切った状態で機関を短時間前進に使用し、FSPを利用して船尾を振出す。
- iii) 十分に船尾を振出した後、機関を後進にして後退する。その際に船首側の係留索を放つ。
- iv) 係留施設から十分離れたところで状況によってタグボートを使用し、前進旋回またはそのまま後進回頭して出港する。

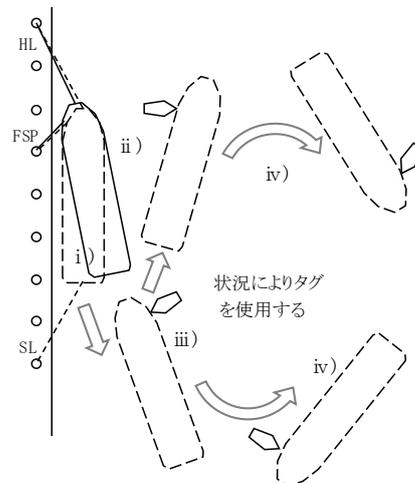


図 2.6 入船係留から係留索を利用しての離岸
 ※文献 6) を基に加筆

(4) 繋船作業における係留索を取り扱う作業

繋船作業では、船側から出された係留索を陸側で受け取って係船柱に掛け、船側で係留索を巻き締めて接岸する。係留索を取り扱う作業は船側と陸側で行われるため、それぞれの作業の手順と安全対策について説明を行う。

a) スナップバックゾーンについて

係留索は、繋離船作業中にかかる過度の張力や係留索自身の劣化等により破断することがあるが、張力のかかった状態の係留索が破断し、その蓄積された静的エネルギーが瞬間的に放出されるスナップバックにより大きく跳ね返った係留索に作業員が接触した場合、人命にかかわるような重大な事故になる可能性がある。

スナップバックゾーンとは、破断した係留索の跳ね返りの危険予想範囲(図 2.7)であり、破断した係留索は、係止点(係船柱等の係留索が繋がれている箇所)から反対方向に跳ね返り、その距離はほぼその長さと同じとなる。またフェアリーダーやムアリングホール(図 2.8・図 2.9)等により係留索が屈曲している場合、屈曲点を支点に破断した係留索が回り込むように跳ね返るため、破断点によってスナップバックの危険範囲は更に広がる⁷⁾。

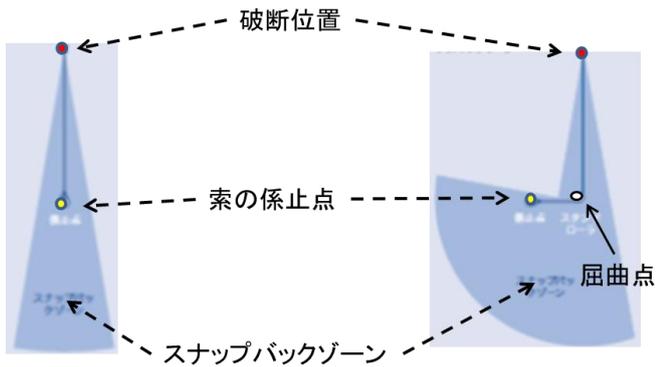


図 2.7 スナップバックゾーン
※文献 6)を基に加筆



図 2.8 フェアリーダー⁸⁾

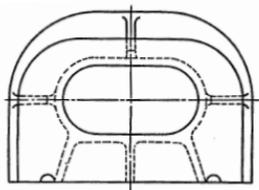


図 2.9 ムアリングホール⁶⁾

b) 船側での作業について⁶⁾

船側では、係留索を陸側へ渡すための準備を行い、繫船ボートの使用やヒービングラインの投擲等により陸上作業員へ係留索を渡す。

- i) 係留計画に従った船上の配索を行う。その際に、索が急角度で曲がる状態や、同一係船柱での繊維索とワイヤーの使用等を避ける。
- ii) 船上で係留索の準備を行う。所定の長さの係留索をウインチのリールから繰り出して甲板上にスネークダウン（つづら折り）やコイルダウン（円形に積み重ねる）の状態に並べて置く（図2.10・図2.11）。したヒービングラインを係留索に取り付ける。ヒービングラインは係留施設まで届くよう十分な長さを用意する。

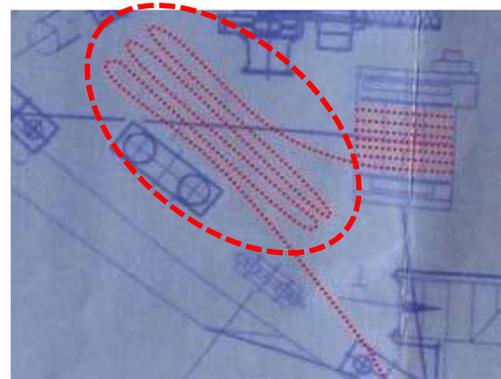


図 2.10 スネークダウン⁹⁾



図 2.11 コイルダウン¹⁰⁾

iv) 安全対策

- ・ヒービングラインを投げる際には錘を陸上作業員に当てないように注意する。
- ・船上作業員は係留索のバイト部分（曲り部分）に足を入れないようにする。
- ・スナップバックゾーンを避けて、安全な場所に身を置く。
- ・ウインチ操作は熟練者が行い、係留索に過度の張力を与えないように操作する。

c) 陸側での作業について⁶⁾

陸側では、船側から出された係留索を繫船ボートからの手渡しや本船からの投擲等により受取り、係留施設の決められた位置の係船柱に係留索を掛ける。

- i) 繫船ボートにより船側から引き出された係留索を受取り、係留施設に引き上げて係船柱に掛ける。
- ii) 船側から投げられたヒービングラインを受取り、そのヒービングラインを手繰り寄せて、その先に繋が

れている係留索を係留施設に引き上げて係船柱に掛ける。この作業を必要な本数の係留索を掛けるまで繰り返す。

iii) 安全対策

- ・船側から投げられたヒービングラインの錘に当たらないよう注意する。
- ・係留索の引き上げは必要であれば2人で行い、海側に背を向けて作業しない。
- ・係留索を巻き縮めてもよい状態になれば船に合図し、急いで係留索から離れ、スナップバックゾーンを避けて安全な場所に位置する。
- ・巻き縮めの際、係留索が防舷材に引っ掛からないように措置しておく。係留索が防舷材に引っ掛かった場合、船に合図して一旦係留索を緩めさせ、状況によっては係留索をとり直す等、安全を確認してから作業を行う（図2.12）。
- ・後から掛ける係留索の作業を行う際は、先に掛けた係留索の状態に注意しながら作業を行う。

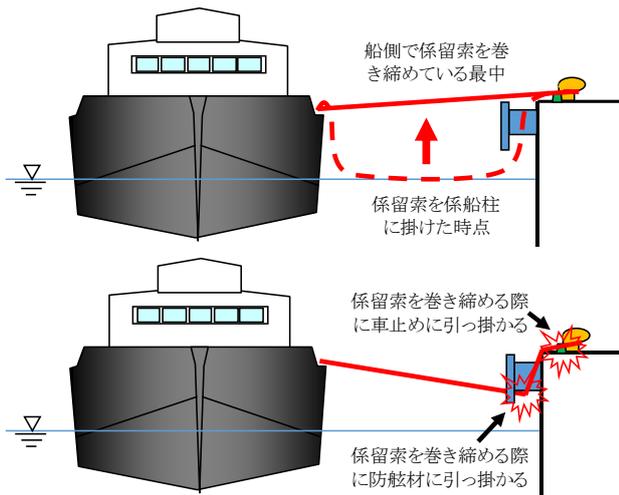


図 2.12 係留索の巻き縮め状況

(5) 係留索について

係留索の繊維素材の種類と特徴、ロープの撚り方の種類と特徴、及び破断への留意事項について説明を行う。

a) 係留索の繊維素材の種類と特徴

船舶係留用に用いられる主な繊維素材をまとめたものが表2.1になる。

近年では複数の繊維の混撚により特徴を組み合わせたものが増えてきており、ポリプロピレンとポリエステル、超高分子量ポリエチレンのダイニーマ等の高機能繊維製のものも用いられる。それぞれの特徴をまとめたものが表2.2になる。

表 2.1 船舶係留用に用いられる主な繊維素材 ※文献 11) を基に加筆

	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
伸度	15~22%	16~27%	12~15%		10~15%
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°C 高い	180°C 高い	100~115°C やや低い	220~230°C 高い	238°C 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	摩擦に非常に強い	摩擦に非常に強い	ショックに強い 滑りやすい	柔らかくスリッ しない	

表 2.2 ダイニーマと混撚索の特徴

	ダイニーマ®(超高分子量ポリエチレン)ロープ	ポリプロピレン+ポリエステル混撚
強度	極めて強い	強い
比重	0.97 水に浮く	1.03 海水には浮く
特徴	同径ワイヤーと同等の超高強度 極めて高い耐候性、汚れにも強い 極めて低伸度である(伸び率2.8%) (予告音や索の状況変化もなく突然切 断する傾向がある) スナップバックが生じにくい	対摩擦性能に優れる 含水による強度劣化が少ない 伸縮性が高い(伸び率16.7%) (撚り方によって伸縮性を抑える ことができる) スナップバックが生じやすい

ダイニーマ等の高強度繊維索は大型船に用いられることが多く、伸縮性が低い(2.8%)ため破断した時にスナップバックが生じにくい。しかし、予告音や索の状況変化もなく突然破断する傾向があり、破断時の音が小さいため、破断に気づき難い。

ポリプロピレンとポリエステルの混撚索は、摩耗に対する抵抗力が非常に強く、含水による強度低下が少ないため、係留索として多く用いられている。しかし、ダイニーマと比べると伸縮性が高い(16.7%)ため、破断した時にスナップバックが生じやすく、注意が必要である¹²⁾。

b) 係留索のロープの撚り方の種類と特徴

船舶の係留用に用いられるロープの主な撚り方をまとめたものが表2.3になる。

表 2.3 ロープの主な撚り方 ※文献 11) を基に加筆

3撚	8撚	12撚	ダブルブレード
		 ※1×12、2×6の構成があり、それぞれ特徴は異なる	
加工が容易 擦れに強い	キンク(ロープのよじれ)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(ロープのよじれ)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

船舶の係留索としては8撚、12撚のクロスロープが用いられることが多い。これは3撚に比べてクロスロープがキンク（ロープのよじれ）になりにくいためである。また、12撚は8撚に比べて強度が高く低伸度であるが、ロープの加工が困難となる¹¹⁾。

c) 係留索の破断への留意事項

係留索はアイ部分やスプライス部分、及び係留索が屈曲する部分で破断する傾向にある（図2.13）。

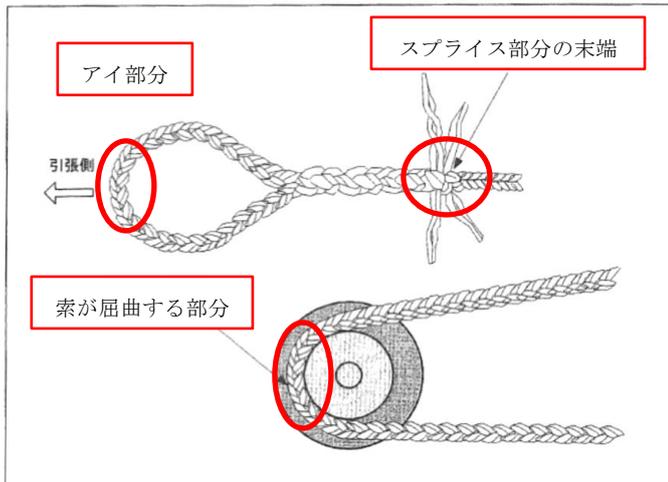


図 2.13 係留索が破断しやすい箇所¹²⁾

アイ部分は運用上、係船柱などへひっかける用途のため摩擦の頻度が高く、摩耗による破断が起きやすい。

スプライス部分は、ロープのストランド（ロープを撚る前の素線の束）を一度分解し、再度編み込むため、他の部分より強度が低下する。特に末端で破断しやすい傾向にある。

係留索が屈曲する部分は、船側のフェアリーダー等との接触箇所、配索によっては係留索の曲げ角度が鋭くなるため強度が低下し、破断しやすくなる¹²⁾。

特に陸側の繋船作業にとっては、係留索が船側で破断した場合に係止点となる係船柱までの距離が長くなるため、スナップバックゾーンの範囲が広がる傾向にあるので注意が必要になる。

係留索の伸縮性の適否については、港の特性によって異なることもあり、一概にどれが良いとは言えない。

2.2 繋離船作業におけるこれまでの安全対策の取り組み例

(1) 繋離船作業における重大事故の事例

繋離船作業における重大事故の事例として、2009年3月に起きた死亡事故が挙げられる。

この事故は、定期コンテナ船（総トン数15,000GT）の着岸作業中に岸壁上の係船柱に係止していた係留索（FSP）が破断し、跳ねた係留索が繋船作業に従事していた陸上作業員2人に当たり、両作業員が死亡したものである。

事故の原因として、1つは係留索が破断した際に、スナップバックの危険範囲内で作業を行っていたことにより破断した係留索が接触したことが考えられる。また、係留索が破断したのは本件の係留索に損耗が生じていたことに加え、舷側厚板屈曲部に接触する状態においてウィンチでの巻き込みによる衝撃張力と本船の前進速度及び風圧による張力が重なってかかったことによるものと考えられる（図2.14）。



図 2.14 事故概要図⁷⁾

この事故を受けて、調査を行った運輸安全委員会は、本船を管理する船会社に対して、安全管理マニュアルにおいて次の事項について検討し、必要な措置を講じるよう、また、旗国（船籍国、Flag state）に対しては、同社に対して指導監督に当たるよう安全勧告を行った。

運輸安全委員会とは、航空、鉄道及び船舶の事故等に対し、適確な事故調査により事故及びその被害の原因究明を行い、事故等の再発防止と被害軽減に寄与し、運輸の安全性を向上させ、人々の生命と暮らしを守るために設置された委員会である¹³⁾。

安全勧告の内容は、「船舶に係留する際には、係留索が舷側厚板屈曲部などの角部に接触することをできる限り避けるとともに、安全かつ効率的な係留力が得られるよう、係留索を導く経路及び係止する係船柱などに配慮すること、並びに作業指揮者は係留索の状況が把握できる位置で作業指揮を執ることを明記し、管理する全船舶に対して当該事項の遵守を図るべきである」となっている¹⁴⁾。

(2) 重大事故後に取られた安全対策

本事故の以前から係留索の破断による事故は発生しており、事故防止のための安全対策は行われていた。また、本事故が発生して以降、国土交通省の地方支分部局では、主に3月中の一定期間に係留索に関するキャンペーンを

実施しており、係留索の破断事故防止の重要性を啓蒙するリーフレット（英語）の配布等を行っている⁸⁾。

さらに、本事故以降も係留索の切断事故が少なくないという現状より、第1章1.3の記述の通り、2014年3月から「繋離船作業に係る安全問題検討会」³⁾が開催されており、その「検討会」³⁾において安全な繋離船作業を実現するための各種の検討を行っている。

2.3 繋離船作業に係る現行の基準及び規則

ここでは、繋離船作業に係るソフト面及びハード面での現行の基準や規則について、国内基準、国際基準、及び国際的な取り組みの動向の説明を行う。繋離船作業は国内航路の日本籍船だけでなく、国際航路の外国籍船も対象となるので、国際的な対応も重要となる。ソフト面では主に係留索について、ハード面では係留施設の附帯設備等についての説明となる。

(1) 係留索に関する国内基準

係留索に関する国内基準では、日本籍船に対して、係留索について船舶の長さ等に応じ、本数及び強度（kN単位）が規定されている（船舶安全法/船舶設備規程128条/船舶の艀装数等を定める告示第14条）⁸⁾。

(2) 係留索に関する国際基準

係留索に関する国際基準として、海上人命安全条約（SOLAS条約）や海上労働条約（MLC：国際労働機関ILOの条約）に記載されている。

海上人命安全条約では、曳航及び係留設備に関する規則において、「十分に安全な使用荷重」と記載されている。

海上労働条約では、係留索について「安全基準その他適当な方法」と非強制の参照部分に記載されている。

上記の2つの条約を遵守する責任は、船舶の旗国に具体的な判断を委ねているため、係留索に関する規定はなされていないものの、国際的に強制力を有するものとはなっていない⁸⁾。

(3) 寄港国による監督

(2)に示したように条約に強制力がないため、旗国による自国籍船への監督が不十分等の理由により安全性に問題がある場合がある。このような問題点を補完するため、入港した外国籍船に対して、寄港国による国際基準適合に関する本船へ立入りや安全検査等の監督を行う制度としてPSC（ポートステートコントロール）が確立されている。PSCの重要性は多くの国々で認識されており、より有

効なPSCを実施するための地域協力が進んでいる¹⁵⁾。

(4) 国際的な係船オペレーション安全対策の動向

日本以外の各国でも係留索破断による事故が発生しており、国際荷役調整協会ICHCA（ILO（国際労働機関）やIMO（国際海事機関）等、国連専門機関の諮問機関の一つ）やIMO等で、係船オペレーションの安全対策について検討が行われている。

2014年2月に開催されたICHCAの国際安全パネルの第71回の会合ISP71で、日本における係留索の破断事故の現状等について説明が行われた際に、海外でも同様の事故が発生していることが明らかになった。これより、ICHCAを通じて海外の係留索の破断事故の事例を収集するとともに、日本での安全対策等についてISPで情報提供することとなった¹⁶⁾。

2015年6月にIMOの第95回海上安全委員会（MSC95）が開催され、デンマーク等が係留索の破断時の乗組員のリスクを最小限にするため、船上係船設備の配置に関する規則の検討を提案した。またその委員会で、日本は係留索破断事故の原因に係留索の保守不良が挙げられたことから、係留索破断そのものの防止が重要として、係留索の保守管理に関する規則の検討を提案した。上記2つの提案が承認され、船舶設計・建造小委員会で検討することとなった。

2016年1月のIMOの第三回船舶設計・建造小委員会でデンマーク等がリスク解析を含む船上係船設備の配置要件に関する文書を、日本が係留索の保守管理要件に関する文書の提出を行った。それにより、デンマーク及び日本のそれぞれを幹事とするコレスポンデンスグループ（CG：会合と会合の間にメール等を活用して検討を行うグループ）を設立し、検討を促進することとなった。

これ以降は、デンマーク及び日本を幹事とするCGにおいて、船上係船設備の配置要件及び係留索の保守管理について各国等と検討することとなっている¹⁷⁾。

(5) 「港湾の施設の技術上の基準・同解説」について

係留施設の附帯設備等に関して、2007年の「港湾の施設の技術上の基準を定める省令」において、第三十三条一「係留施設の安全かつ円滑な利用に資するよう、国土交通大臣が定める要件を満たしていること。」となっている。

「港湾の施設の技術上の基準・同解説（2007年）」¹⁸⁾の解説部分には、係留や接岸時の船舶や荷役作業等について記述されているものの、繋離船作業への配慮に関しては記述がなされていない。

(6) 「港湾工事共通仕様書」について

「港湾工事共通仕様書（2016年）」¹⁹⁾には、一般施工の付属工において係船柱、防舷材及び車止め・縁金物について記述されている。

その中で係船柱に関しては、「標準寸法と設計けん引力」について、標準案が提示されており²⁰⁾、多くの係船柱は標準案に沿って製作・施工されていると考えられる。

その他の附帯設備については、「設計図書の定めによるものとする」との記述があり、係留施設の設計ごとに寸法等の規格が定められ、それに沿って製作・施工されている。

「港湾工事共通仕様書」においても、附帯設備の製作・施工について、繋離船作業への配慮に関しては記述がなされていない。

3. 繋離船作業における事故事例，要因分析及び対策

3.1 繋離船作業における事故事例

(1) 繋離船作業における係留索の破断事故

繋離船作業における事故として、離接岸する船舶と係留施設や支援船との接触や、係留索の破断等がある。その中で、第2章の2.2で紹介した重大事故の事例は、係留索の破断による陸上作業員との接触死亡事故であることから、係留索の破断事故について実態や要因の分析を行う。

(2) 係留索の破断事故の実態分析

係留索の破断事故についての傾向を把握するために、繋離船作業に従事するB社から提供のあったA港の事例（2009年4月から2014年3月の5年間90件）について、係留索の破断事故の実態分析を行った¹²⁾。

はじめに、船舶の総トン数ごとに係留索の破断事故の件数の分析を行った。図3.1より、係留索の破断事故は総トン数10,000GT以下で多くなる傾向にある。特に、総トン数9,000GTから10,000GTクラスの船舶での事故が多い結果となっている。A港では、船舶の入出港時に操船サポート（パイロット乗船）が必要とされるのが総トン数10,000GT以上である。このため、本結果は、操船サポートがない比較的大型の船舶（総トン数10,000GT近く）で、係留ロープに過度の張力が発生する操船となっていることを示している。

次に、入港から出港までのどの時点で破断事故が発生しているかについて分析を行った。図3.2は総トン数10,000GT未満、図3.3は10,000GT以上のグラフである。

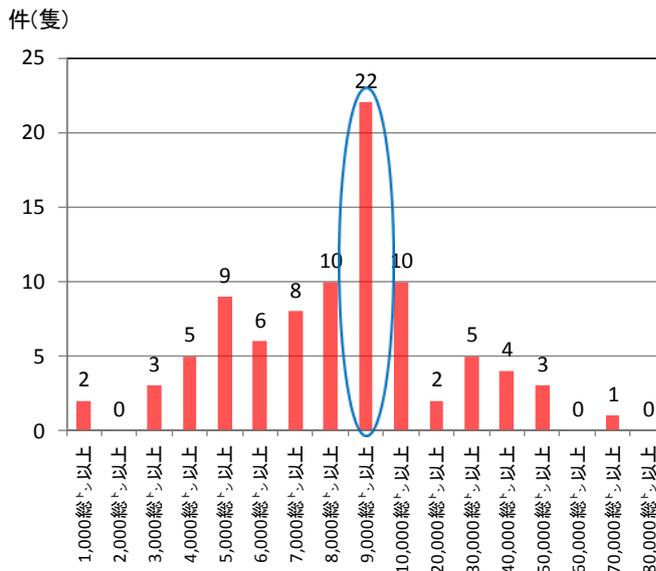


図 3.1 破断事故件数（全90件）¹²⁾

※総トン数10,000GT以上は10,000GT刻み

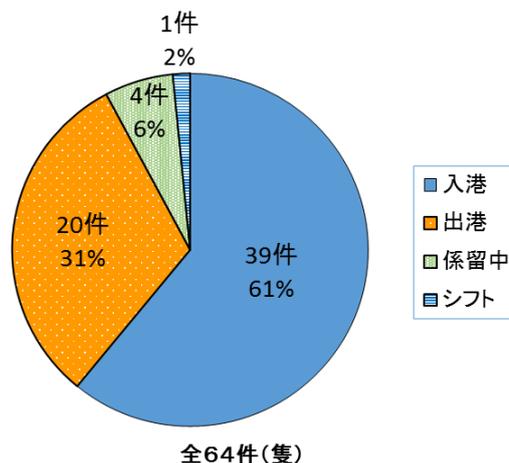


図 3.2 破断事故件数（総トン数10,000GT未満）¹²⁾

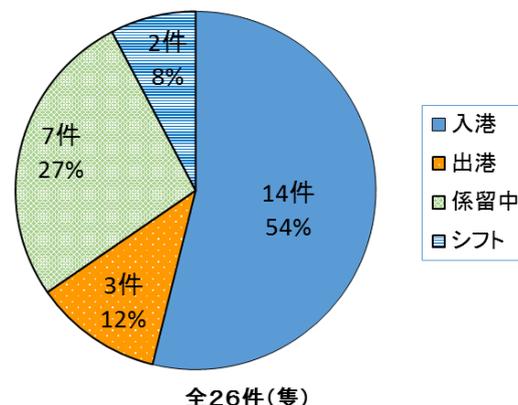


図 3.3 破断事故件数（総トン数10,000GT以上）¹²⁾

図3.2及び図3.3より、どちらも入港時での事故が多い。また、総トン数10,000GT未満では入港時の次に、出港時で

の事故が多いが、10,000GT以上では入港時に次いで係留中での事故が多くなる。

続いて、どの係留索で破断事故が発生しているかについて分析を行った。図3.4は総トン数5,000GTから20,000GT未満の船舶で、係留索ごとの破断事故の件数となっている。図3.4より船首側の係留索（FSP及びHL）での事故の割合が高く、全体の74%となっており、特にFSPの事故が多い。

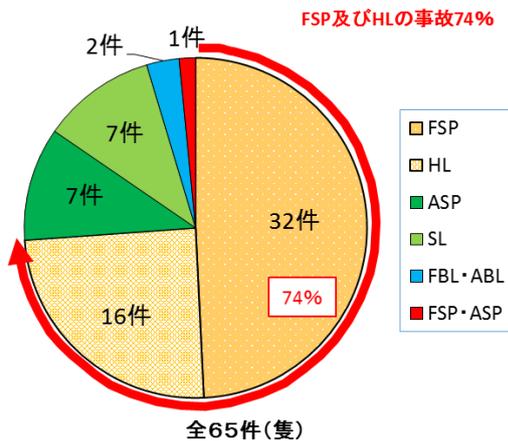


図3.4 係留索ごとの破断事故件数¹²⁾
(総トン数5,000GTから20,000GT未満)

以上の分析結果より、総トン数9,000GTから10,000GTクラスの入出港時において対策を行うことが重要となる。その際に、FSP及びHLに対する対策を行うことが、破断事故の減少に繋がることになると考えられる。

3.2 事故事例に対する要因分析及び対策

(1) 繋離船作業時の係留索の破断事故の特徴

係留索の破断事故について、前述の3.1より船首側の係留索（FSP及びHL）の破断が多くなっており、「検討会」³⁾において日本繋離船協会²⁾から提供があった事故の事例から、係留索の位置ごとに第2章で紹介した繋船時の船の体勢等によりいくつか特徴があることがわかった。

全ての係留索で破断事故は起こり得るが、ここでは船首側の係留索（FSP及びHL）の破断、及び係留施設の附帯設備等の影響による係留索の破断に焦点を絞って事故の特徴について分析を行う^{11)・21)}。

a) FSPの破断について

FSPは繋船時に最初にとられることが多く、離船時も最後までつながっていることが多い。そのため、繋離船作業中にFSPがつながった状態で船体が動くことが多く、その動きも大きいいため、前述の通り最も破断事故が多くなっていると考えられる。

FSPの破断事故の事例からいくつかのケースに分けられることが分かった。

- ①入船で接岸する時に、速度が十分に落ちていない状態でFSPを取り、FSPをブレーキとして使用する際に過度の張力が働き、破断する（図3.5）。これは第2章2.1(3)b)の①の接岸方法（旧操船方法による入船接岸）において、発生しやすい。
- ②入港時にFSPをとった状態で、船尾を係留施設に寄せる場合等で、プロペラを使用して船体移動を行い、過度の張力が働き、破断する。これは、出港時にFSPがつながった状態で、船尾を離岸させるためにプロペラを使用して船体移動を行う場合も同様となる（図3.5）。
- ③入出港時にFSPをとった状態で、スラスターやタグボートを使用して船体移動を行い、過度の張力が働き、破断する。主に、出港時にFSPがつながった状態で、船首を離岸させるためにスラスターやタグボートを使用し、発生する（図3.5）。これは第2章2.1(3)b)の⑤の離岸方法（入船係留からの係留索を利用した離岸）において、発生しやすい。

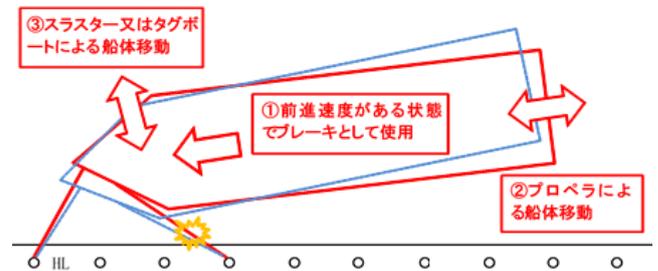


図3.5 FSPの破断事故のケース（①～③）

- ④入港時に船体を係留施設に寄せるためにFSP等をとった状態で、係留索を巻き締めていく際に、過度の張力が働き、FSPが破断する（図3.6）。これは他の係留索（HL、SL）でも、同様に発生し得るケースとなる。

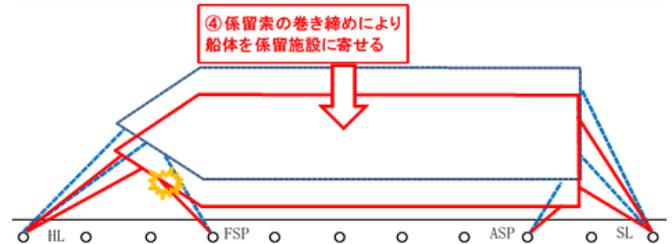


図3.6 FSPの破断事故のケース（④）

- ⑤入港時に係留索をとって係留施設に船体を寄せた状態で、船体の位置合わせのために前後進し、FSPに過度の張力が働き、破断する（図3.7）。これは主にFSP・

ASPで起こりやすく、ASPでも同様に発生し得るケースとなる。

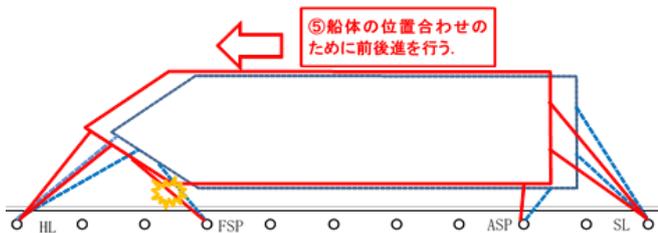


図 3.7 FSP の破断事故のケース (⑤)

b) HLの破断について

HLもFSPと同様に繋船作業の早い段階でとられることが多く、FSPの次に破断事故が多い傾向がある。また、HLは出船での係留で最初にとられることが多く、破断事故のケースとしては以下ようになる。

- ①入港時に船体を係留施設に寄せるため、HL等をとった状態で係留索を巻き締めていく際に、スラスタやタグボートの使用、及びSLの巻き締めとのバランス等で過度の張力が働き、HLが破断する(図3.8)。これはFSPの④と同様であり、HLの破断事故で最も多くみられるケースとなる。

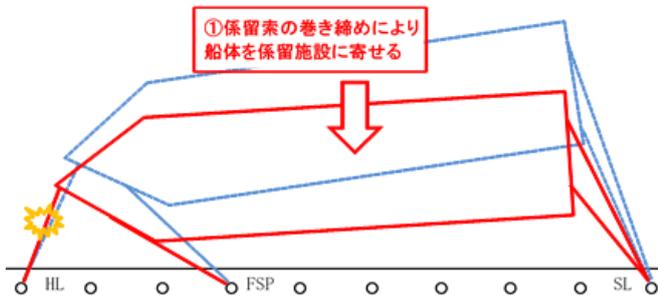


図 3.8 HL の破断事故のケース (①)

- ②出船で着岸する時に、HLがつながった状態で船体を反転させ、船尾を係留施設に寄せていく際に、HLに過度の張力が働き、破断する。(図3.9) これは第2章 2.1(3)b)の③の接岸方法(アンカー使用による出船接岸)において、発生しやすい。

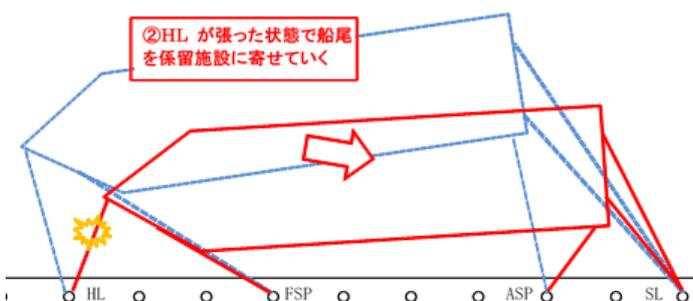


図 3.9 HL の破断事故のケース (②)

上記のa)・b)に挙げた係留索の位置ごとの破断事故の特徴は、主に操船や配索、損傷した係留索の使用により係留索に過度の張力が働いたことが問題であるが、その他の特徴として、以下のように係留施設の附帯設備等(防舷材)が問題となるケースもある。

c) 附帯設備等によるFSPの破断について

FSPは、入港時は船体の前後移動の制御、出港時は船尾を離すためのブレーキとして使用され、その際に防舷材に引っ掛かる等して破断することがあり、以下のようなケースがある。

- ①入港時にFSPをとってブレーキとして使用し、前方に出過ぎた場合に、後進する必要がある。その際にFSPが緩んで防舷材に引っ掛かり、そのままFSPを巻いて過度の張力やせん断力が働き、FSPが破断する(図3.10)。これは第2章 2.1(3)b)の①の接岸方法(旧操船方法による入船接岸)において、発生しやすい。

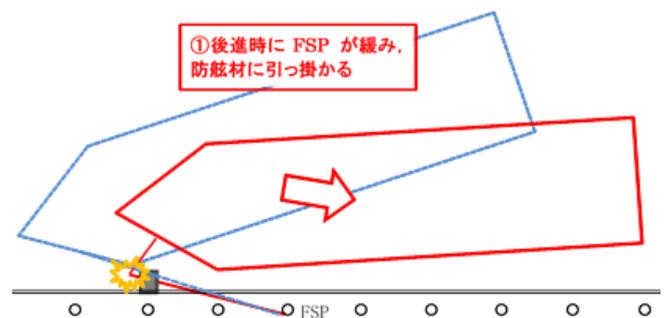


図 3.10 防舷材による FSP の破断事故のケース (①)

- ②出港時に船尾を離すためのブレーキとして使用したFSPを係船柱から放した時に、潮流やスラスタの影響で防舷材の下に潜り込むことがある。その際にFSPが防舷材に引っ掛かり、そのままFSPを巻いて過度の張力が働き、FSPが破断する(図3.11)。これは第2章 2.1(3)b)の⑤の離岸方法(入船係留から係留索を利用しての離岸)において、発生しやすい。

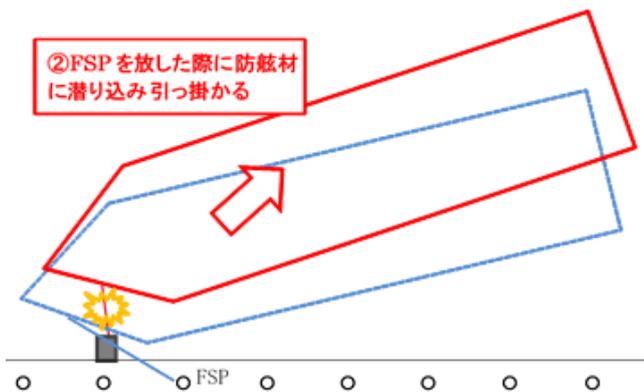


図 3.11 防舷材による FSP の破断事故のケース (②)

d) 附帯設備等による ASP の破断について

ASP は FSP と同様に、入港時は船体の前後移動の制御、として使用され、その際に防舷材に引っ掛かる等して破断することがあり、以下のようなケースがある。

- ①入港時に ASP をとった後で、前方または後方に出過ぎた場合に、船体を戻す必要がある。その際に ASP が緩んで防舷材に引っ掛かり、そのまま ASP を巻いて過度の張力やせん断力が働き、FSP が破断する (図 3.12)。

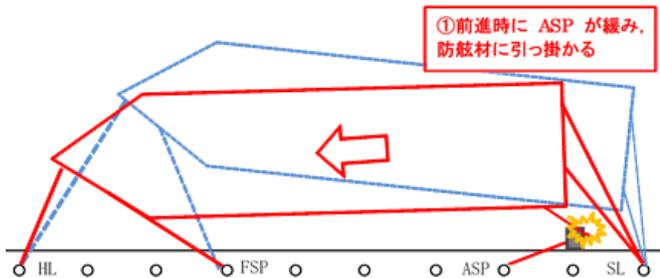


図 3.12 防舷材による ASP の破断事故のケース (①)

3.3 繋離船作業時の係留索の破断事故の要因と対策

係留索の破断事故は、索に過度の張力やせん断力が働き発生する。それを引き起こす要因として船側の問題と陸側の問題が挙げられる。

船側の問題では、操船の技術や船上係留設備の配置、係留索の保守管理等がある。

陸側の問題では、綱取り作業員の技術や係留施設の附帯設備等の形状や配置等がある。

ここでは繋離船作業に係る船側と陸側の問題に対してこれまで検討されている対策や、今後検討が必要となる対策についてまとめる。

(1) 船側の問題と対策

a) 操船の技術

係留索の破断事故に関して主たる要因は船側にあり、その中でも操船の技術が大きい。入港時に速度が十分

に落ちていないことや、出港時にサイドスラスタを使用するタイミングに不備があること等によって、係留索に過度の張力等が働き、破断している。

操船の技術には、操船者自身の技術もあるが、風や潮流等の気象海象の影響が大きく、サイドスラスタの有無等が影響する。また、入港時のパイロットの乗船の有無やタグボートの使用の有無等も影響する。

これらについては操船者の技術の向上や水先法によるパイロットの乗船義務等、ソフト面での対策が必要となる。

b) 船上係留設備の配置

係留索の破断事故に関して、船上係留設備の配置も 1 つの要因となっている。フェアリーダーやムアリングホール等の係留設備の配置やそれらを使用する際の係留索の配索によって、繋離船作業時の係留索の曲げが急角度となり、破断している。

船上係留設備の配置については、第 2 章の記述の通り、現在デンマークを中心に IMO において議論されており、国際的なソフト面での対策が検討されているところである。

c) 係留索の保守管理

係留索の破断事故に関して、係留索の保守管理も大きな要因となっている。係留索の劣化・損傷によって破断強度が低下し、大きな張力が作用することなく破断している。

係留索は使用状況や頻度にもよるが、紫外線や海水等による劣化、附帯設備や船上係留設備等との擦れによる損傷が起こる。これらの劣化・損傷に対する強度低下や交換の判断は、一律の基準を設けることは困難であり、係留索を運用している船側に委ねられているのが現状である。

係留索の保守管理についても、第 2 章の記述の通り、現在日本を中心に IMO において議論されており、国際的なソフト面での対策が検討されているところである。

(2) 陸側の問題と対策

a) 陸上作業員の技術

陸上作業員は係留する船から係留索を受取り、係留柱に掛ける作業を行う。船が係留索を張る際に防舷材等に引っ掛からないよう、船の最終的な位置を把握し、係留索を掛ける必要がある。

また、係留索は係留中に破断する恐れがあるため、船から受取った係留索の状態を確認し、係留索を掛けた

後は速やかにスナップバックゾーンから退避を行わなければならない。

このように繋船作業は、作業の経験と危険性への知識が必要となるので、陸上作業員の管理会社は日々の打合せや定期的な安全教育を行うこと等、ソフト面での対策が重要になる。

b) 係留施設の附帯設備等の形状や配置

係留索の破断事故では、防舷材等の係留施設の附帯設備等への引っ掛かり等も破断の要因となる。これは、繋船作業中のサイドスラスタの使用により係留索が防舷材の下に流されて引っ掛かることや、引っ掛かった後で船側に係留索の巻き締めを中断するよう注意したにもかかわらず、巻き締め続け破断することなど船側の問題もあるが、附帯設備等の配置や形状において係留索が引っ掛かりやすいという附帯設備側の問題もある。

附帯設備等に関しては、繋離船作業の従事者から防舷材への係留索の引っ掛かりだけでなく、車止めや岸照灯への係留索の引っ掛かり、係船柱周りの足場が不安定、及びフェンス等により作業スペースが不十分等、繋離船作業の安全に影響するいくつかの問題が挙げられている。

これらの問題点に関しては、係留施設の附帯設備等の整備についてハード面での対策が必要となる。

4. 係留施設の附帯設備等における繋離船作業の安全性向上に向けた課題と安全性向上案

繋離船作業は、作業中の係留索の破断によるスナップバック等危険を伴う作業であり、その要因として操船や係留索の管理等船側にあるものについては、ソフト面での対策が必要である。その中で、係留索が防舷材に引っ掛かる等、係留施設の附帯設備等の要因についてはハード面での対策が必要となる。

そこで第4章及び第5章では、係留施設の附帯設備等についてハード面での問題点や安全性向上案、繋離船作業の安全性向上への配慮事項の検討について述べる。

本章では、日本繋離船協会²⁾から提供された情報や、神戸港での現地調査及び意見交換から得られた情報を基に繋離船作業の危険要因を減らすべく、繋離船作業の従事者から挙げられた係留施設の附帯設備等の問題点とその安全性向上案について分析し、整理を行う。

なお、写真は日本繋離船協会²⁾より提供されたものである。

4.1 現状の附帯設備等の繋離船作業の安全性向上への影響

係留施設の附帯設備等に対して繋離船作業の従事者から挙げられている問題点について、繋離船作業の安全性向上への影響に着目して分析を行う。

分析の結果から、附帯設備等が繋離船作業の安全性向上に影響していることとして大きく2項目が考えられる。1つは附帯設備等の係留索への干渉であり、もう1つは繋離船作業の作業環境への影響である。また、これら以外の影響については、その他として分類するものとする。

(1) 附帯設備等の係留索への干渉

附帯設備等の係留索への干渉は、附帯設備等に係留索が引っ掛かることや係留索が擦れて損耗すること等である。これにより、係留索が破断して跳ね上がり作業員に当たることや損傷した附帯設備の一部が飛来し作業員に当たること等の危険性がある。

要因となっている附帯設備は主に係船柱より海側にある設備で、防舷材、車止め、岸照灯や電源ボックス及び給水設備、はしご等が挙げられる。

(2) 繋離船作業の作業環境への影響

繋離船作業の作業環境への影響については、係船柱周りの足場に段差があることや構造物が係船柱に近接していること等である。これにより、作業員が躓いて転倒することや作業員が足を取られて海中転落すること等の危険性がある。

要因となっている附帯設備等は主に係船柱の周りにあるもので、係船柱の基礎、荷役機械のレールやケーブル用の側溝や箱抜き、フェンス等が挙げられる。

4.2 繋離船作業の安全性向上に対する附帯設備等の問題点と安全性向上案

係留施設の附帯設備等に対して日本繋離船協会²⁾から挙げられた繋離船作業の安全性向上に対する問題点と安全性向上案を、附帯設備の種類ごとに整理する。

(1) 係船柱

係船柱の繋離船作業の安全性向上への問題点は、a) 附帯設備等の係留索への干渉、b) 繋離船作業の作業環境への影響、及びc) その他の3つに分類される。

a) 附帯設備等の係留索への干渉について、係船柱が陸側に入り過ぎているため、係留索が車止めに引っ掛かるという問題点が挙げられている(図4.1)。



図 4.1 係船柱の配置

それに対して安全性向上案は、係船柱をできる限り岸壁の海側に配置することが挙げられた。

b) 繋離船作業の作業環境への影響について、係船柱の周囲の段差で作業足場が不安定、係船柱の周囲の構造物で作業スペースが不十分、係船柱の基礎の嵩上げで作業足場が不安定の3つの問題点が挙げられた。

係船柱の周囲の作業足場が不安定の原因として、係船柱部分の基礎が下がっていて段差があることが挙げられている(図 4.2・図 4.3)。

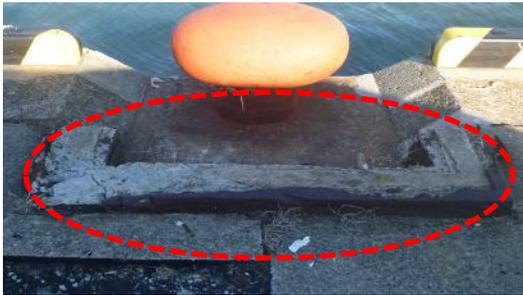


図 4.2 係船柱周りの段差①



図 4.3 係船柱周りの段差②

係船柱の周囲の構造物で作業スペースが不十分の原因としては、フェンスや荷役機械用の溝や箱抜きが近接して設置されていることが挙げられている(図 4.4・図 4.5)。

上記2つに対する安全性向上案は、係船柱の周囲の岸壁上に平場を確保することが挙げられた。平場としては複数人で作業するために係船柱の陸側に最低限 2m 以上、

係船柱の横方向に同程度の離隔の平場が必要なことや、係留索を引き上げる際に使用する車両が通行するためのスペースが必要ということが挙げられている。使用されなくなった荷役機械の溝等を充填し平場を確保することも、安全性向上案として挙げられている(図 4.6)。

また、冬場の岸壁上の凍結に対して滑り止めの対策を行うことも、安全性向上案として挙げられている。



図 4.4 フェンスの近接



図 4.5 荷役機械用の溝や箱抜きの近接

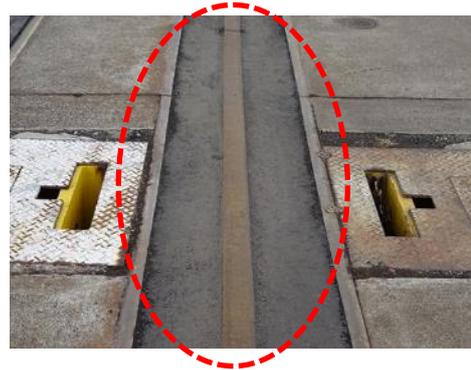


図 4.6 使用されなくなった荷役機械の溝を充填し平場を確保(安全性向上事例)

係船柱の基礎の嵩上げで作業足場が不安定の原因として、嵩上げにより段差ができることが挙げられている。岸壁補強等の改良工事で構造上嵩上げせざるを得ない場合に、荷役機械等の影響により嵩上げのスペースが十分でないことがあり、繋離船作業をするための天端の平場

が狭く、基礎天端の端部から転落する危険性もある（図 4.7・図 4.8）。



図 4.7 係船柱の嵩上げ①



図 4.8 係船柱の嵩上げ②

それに対する安全性向上案は、嵩上げ天端の係船柱の周囲に平場を確保することが挙げられた。嵩上げの場合は転落の危険性があるため、2～4名作業するスペースとして係船柱の陸側に3mは平場が必要なことや、4～5名作業するスペースとして水際線から5m、岸壁と平行に8mは平場が必要なこと等が挙げられている。また、昇降設備の必要性や転落防止対策として嵩上げ周囲を傾斜にするという案も挙げられている。

c)その他について、係船柱の形状及び係船柱の基礎の形状によって係留索の掛け外しが困難という問題点がある。

係船柱の形状によって係留索の掛け外しが困難となる原因として、係船柱頭部の出幅が小さい、胴部の高さが



図 4.9 係船柱の頭部の出幅

低過ぎる、及び係船柱が高過ぎることが挙げられている（図 4.9・図 4.10・図 4.11）。

それに対する安全性向上案は、係船柱頭部は係留索が上に抜けないよう十分に出幅を確保する、係船柱胴部の高さは係留索が複数本掛かる高さを確保することが挙げられた。係船柱胴部の高さについて、径φ60～70mmの係留索が擦り減り防止の補強がされて4本掛けられる高さとして、最低450mmは必要という案が挙げられている。

係船柱の基礎の形状によって係留索の掛け外しが困難となる原因として、係船柱が基礎の箱抜きの中に設置されていることが挙げられている（図 4.12）。

それに対する安全性向上案は、係船柱は岸壁上に突出した形状にすることが挙げられた。



図 4.10 係船柱の胴部の高さ



図 4.11 係船柱の高さ



図 4.12 係船柱の箱抜きの中への設置（通常は通行に支障がないよう鋼製の蓋がされている）

(2)防舷材

防舷材の繋離船作業の安全性向上への問題点は、a)附帯設備等の係留索への干渉に分類される。

a) 附帯設備等の係留索への干渉について、防舷材の受衝板の突起物等に係留索が引っ掛かる、及び防舷材の受衝板下部や防舷材の鋼製またはコンクリート製の台座の下に係留索が引っ掛かる等の問題点がある。

防舷材の受衝板の突起物等に係留索が引っ掛かることへの原因として、受衝板の上部や側面に吊フック等の突起物がある、受衝板の上部に岸壁側への傾斜がついている等が挙げられている（図 4.13）。

それに対する安全性向上案は、受衝板上部や側面の吊金具等の突起物を撤去する、受衝板上部や側面に突起物がないようカバーをする、防舷材上部に係留索が入り込まないよう受衝板と岸壁をチェーン等でつなぐなどが挙げられた（図 4.14・図 4.15）。

防舷材の受衝板下部や防舷材の鋼製及びコンクリート製の台座の下に係留索が引っ掛かることへの原因として、干潮時に受衝板や台座が海面上に出るため、潮流やスラスタからの水流により係留索が潜り込むことが挙げられる（図 4.16・図 4.17）。

それに対する安全性向上案は、受衝板や台座の下部に係留索の潜り込み防止用の柱等を海中まで伸ばす（図 4.15）、係留索が引っ掛からないよう台座の下部に傾斜をつける等が挙げられた。

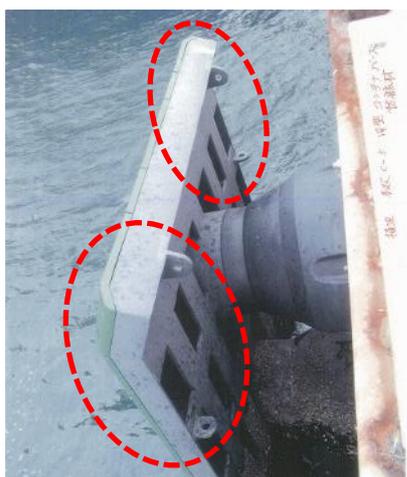


図 4.13 受衝板の突起物と傾斜

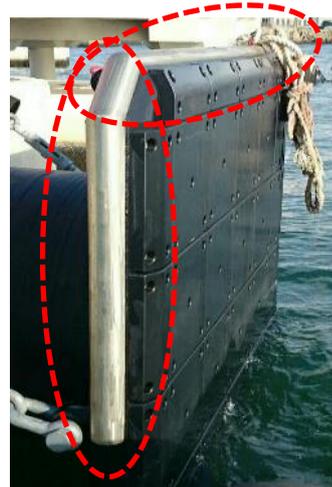


図 4.14 受衝板上部及び側面のカバー
(安全性向上事例)



図 4.15 受衝板上部への係留索の引っ掛かり防止
及び受衝板下部への係留索の潜り込み防止
(安全性向上事例)



図 4.16 防舷材の鋼製の台座



図 4.17 防舷材のコンクリート製の台座

(3) 車止め

車止めの繫離船作業の安全性向上への問題点は、a) 附帯設備等の係留索への干渉、及び b) 繫離船作業の作業環境への影響に分類される。

a) 附帯設備等の係留索への干渉について、車止めの配置によって係留索が引っ掛かる、車止めの形状によって係留索が引っ掛かる、車止めの間隔に係留索が引っ掛かる等の問題点がある。

車止めの配置によって係留索が引っ掛かることへの原因として、車止めの設置箇所の係船柱からの離隔が不十分で車止めが係船柱と船の間で係留索の通る区域に入っていることが挙げられている (図 4.18)。

それに対する安全性向上案は、車止めの配置を係船柱より陸側にする、係船柱と車止めの離隔を 1.5m 程度確保するなどが挙げられた (図 4.19)。

車止めの形状によって係留索が引っ掛かることへの原因として、車止めの高さが高い、車止めの端部が角張っていることが挙げられている (図 4.20)。

それに対する安全性向上案は、車止めの端部を曲線や傾斜にして係留索が引っ掛かりにくいようにすることが挙げられた。

車止めの間隔に係留索が引っ掛かることへの原因として、車止めに雨水排水用の間隔があることが挙げられている (図 4.20)。

それに対する安全性向上案は、車止めの天端をつないで係留索が入り込まないようにすることが挙げられた (図 4.21)。

b) 繫離船作業の作業環境への影響について、岸壁の一部に車止めがない状態で海中転落する恐れがあるという問題点がある。

岸壁の一部に車止めがないことへの原因として、荷役を行う本船からのランプウェイが下りてくる箇所

で外されたままになっていることが挙げられている (図 4.22)。



図 4.18 車止めの係船柱からの離隔



図 4.19 車止めを係船柱の陸側に配置 (安全性向上事例)



図 4.20 車止めの高さ及び端部の角張り・車止めの間隔

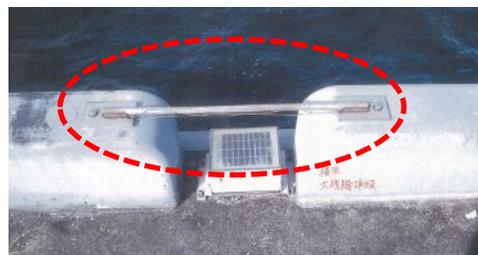


図 4.21 車止めの天端の連結 (安全性向上事例)

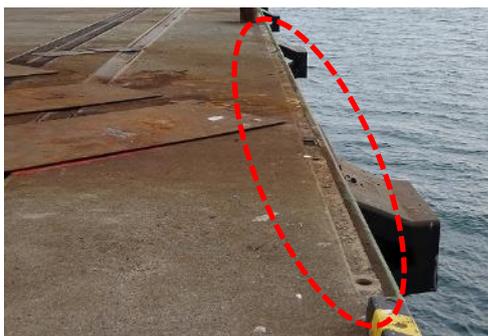


図 4.22 荷役作業のために撤去された車止め

(4) 岸照灯、電源ボックス及び給水設備

岸照灯、電源ボックス及び給水設備の繋離船作業の安全性向上への問題点は、a) 附帯設備等の係留索への干渉、及び b) 繋離船作業の作業環境への影響に分類される。

a) 附帯設備等の係留索への干渉について、岸照灯に係留索が引っ掛かる、電源ボックスに係留索が引っ掛かる、給水設備に係留索が引っ掛かる等の問題点がある。

岸照灯に係留索が引っ掛かることへの原因として、岸照灯が岸壁上や側面に突出して設置されていることが挙げられている (図 4.23)。

それに対する安全性向上案は、岸壁天端海際を箱抜きし、その中に岸照灯を設置する、車止めの間隔に岸照灯を設置し、係留索が引っ掛からないようにするなどが挙げられた (図 4.24)。

電源ボックスに係留索が引っ掛かる原因として、電源ボックスが岸壁上に突出して設置されていることが挙げられている (図 4.25)。

それに対する安全性向上案は、車止めの間隔に電源ボックスを設置し、車止めと一体化させることが挙げられた (図 4.26)。

給水設備に係留索が引っ掛かる原因として、給水設備が岸壁上に突出して設置されていることが挙げられている (図 4.27)。

それに対する安全性向上案は、給水設備が岸壁上に突出しないよう岸壁内に埋め込む構造にすることが挙げられた。

a) 附帯設備等の係留索への干渉、及び b) 繋離船作業の作業環境への影響の両方に関する問題点として、岸照灯の箱抜きに係留索が引っ掛かる、箱抜きで作業足場が不安定である。

箱抜きに係留索が引っ掛かることや足場が不安定であることの原因として、箱抜きに角がある、箱抜きに段差

があることが挙げられている (図 4.28)。

それに対する安全性向上案は、箱抜きをカバーで覆い、角や段差をなくすことが挙げられた (図 4.24)。



図 4.23 岸壁上や側面に突出した岸照灯



図 4.24 岸壁箱抜き部への岸照灯及びカバーの設置 (安全性向上事例)



図 4.25 岸壁上に突出した電源ボックス



図 4.26 車止めと一体化した電源ボックス (安全性向上事例)



図 4.27 岸壁上に突出した給水設備



図 4.28 岸照灯の箱抜き

(5)はしご

はしごの繋離船作業の安全性向上への問題点は、a) 附帯設備等の係留索への干渉に分類される。

a) 附帯設備等の係留索への干渉について、はしごに係留索が引っ掛かるといった問題点がある。

はしごに係留索が引っ掛かることへの原因として、はしごが岸壁側面に突出して設置されていることが挙げられている (図 4.29)。

それに対する安全性向上案は、岸壁側面を切り込んではしごを設置し、はしごが岸壁側面に突出しないようにする (図 4.30)、はしごの設置位置を見直すなどが挙げられた。



図 4.29 岸壁側面に突出したはしご



図 4.30 岸壁側面の切込み部に設置されたはしご (安全性向上事例)

(6)フェンス等

フェンス等の繋離船作業の安全性向上への問題点は、b) 繋離船作業の作業環境への影響に分類される。

b) 繋離船作業の作業環境への影響について、係船柱周囲の構造物で作業スペースが不十分、係船柱周囲の構造物で作業時通路がないという問題点がある。

係船柱周囲の構造物で作業スペースが不十分への原因として、係船柱に近接してフェンスが設置されていることが挙げられている (図 4.4)。

それに対する安全性向上案は、係船柱からの隔離を確保してフェンスを設置する、係船柱の移設を検討するなどが挙げられた。

また、係船柱周囲の構造物で作業通路がないことへの原因として、係船柱の間にフェンスが設置されていることが挙げられている (図 4.31)。

それに対する安全性向上案は、岸壁の海側から近い位置のフェンスに扉を設置することが挙げられた。

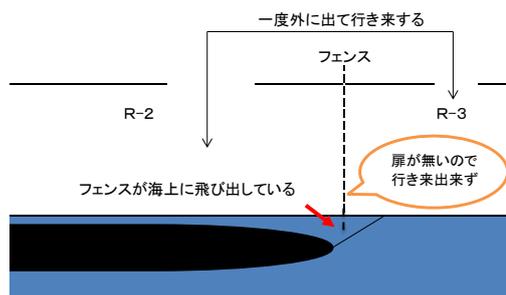


図 4.31 作業通路を確保できないフェンス

(7)岸壁形状

岸壁形状の繋離船作業の安全性向上への問題点は、c) その他に分類される。

c) その他について、岸壁形状によっては繋船ボートが岸壁の下に潜り込むという問題点がある。

繋船ボートが岸壁の下に潜り込むことへの原因として、岸壁が栈橋構造で上部工の前面に繋船ボートを押し当てるための構造物がないことが挙げられている(図 4.32)。

それに対する安全性向上案は、栈橋上部工前面に例えば壁状の構造物を設置することが挙げられた。



図 4.32 繋船ボートの潜り込み防止がない岸壁

(8) 附帯設備等の損傷・老朽化

附帯設備等の損傷・老朽化の安全性向上への問題点は、
a) 附帯設備等の係留索への干渉に分類される。

a) 附帯設備等の係留索への干渉について、裂けた防舷材に係留索が引っ掛かる、車止めの天端の欠けた部分で係留索が擦れる等の問題点がある。

裂けた防舷材に係留索が引っ掛かる、車止めの天端の欠けた部分で係留索が擦れる等の原因として、防舷材や車止めだけでなく附帯設備等の一部に損傷・老朽化したものがあることが挙げられている(図 4.33・図 4.34・図 4.35・図 4.36・図 4.37)。

それに対する安全性向上案は、損傷・老朽化した附帯設備等の補修を行う、補修が容易でない場合は最低限撤去を行うことが挙げられた。



図 4.33 腐食した受衝板



図 4.34 外れかかった防舷材



図 4.35 天端が欠けた車止め



図 4.36 鋼材が腐食した車止め



図 4.37 損傷した縁金物

5. 係留施設の附帯設備等の整備における繋離船作業の安全性向上への配慮事項

第4章では繋離船作業の安全性向上に対する係留施設の附帯設備等の課題と安全性向上案について、繋離船作業の従事者からの意見を基に整理した。

ここでは、係留施設の附帯設備等の整備において計画・設計・施工・維持に関わる機関や関係者が、繋離船作業の安全性向上に向けて配慮すべき事項について検討を行う。

表5.1は検討を行った配慮事項をまとめたものである。表の項目ごとの配慮事項は以下の通りである。

5.1 附帯設備等の整備全般に関する配慮事項

係留施設の附帯設備等は、危険防止の徹底、環境の整備、港湾施設の効率的な運用を図るために設置される²²⁾。

船舶の係留、繋離船作業、荷役作業や旅客の乗降等、係留施設の利用の効率性や安全性などにとって、重要な設備となっている。

附帯設備等の配置や形状、材質等は係留施設の整備側、管理側、荷役作業や旅客の乗降等の利用側、船舶側、繋離船作業側など、様々な立場の利害が関係するので、それらの利害関係者が早期に調整し、係留施設に係る活動の効率性や安全性を少しでも向上できるように配慮することが望ましい。

特に繋離船作業に関しては、船舶の係留のために必要な作業であるにもかかわらず作業の安全性等に対して、附帯設備の整備において今まであまり目を向けられることがなかった。そのため、繋離船作業への配慮により、附帯設備等の設置費用や利害関係者との調整が必要となってくることから、計画や設計等附帯設備等の整備の初期段階での対応が重要になる。

表 5.1 係留施設の附帯設備等の整備における繋離船作業の安全性向上への配慮事項

(1)附帯設備等	(5)岸照灯, 電源ボックス及び給水設備
※整備全般 ○利害関係者が早期に調整し、係留施設に係る活動の効率性や安全性を少しでも向上できるように配慮する。	※岸照灯 ○岸照灯が岸壁上や岸壁側面に突出しない箇所や形状で設置する。 ○岸照灯設置箇所には係留索の引っ掛かりがないような対策を行う。
(2)係船柱	※電源ボックス ○電源ボックスが岸壁上に突出しない形状で設置する。
※曲柱 ○曲柱は出来る限り海側に設置する。 ○曲柱の形状は、胴部の高さや頭部の出幅を十分に確保する。 ○曲柱の形状は、繋離船作業のしやすさを考慮した大きさとする。	※給水設備 ○給水設備が岸壁上に突出しない形状で設置する。
※係船柱全般 ○係船柱は岸壁天端より上に設置する。 ○係船柱の周囲には十分な平場を確保する。 ○係船柱の高上げには十分な平場を確保する。 ○係船柱の周囲のコンクリート天端は、滑り止めの対策を行う。	(6)はしご ※はしご ○はしごを岸壁端部や棧橋側面等に設置することを検討する。 ○はしごが岸壁側面に突出しないように設置する。
(3)防舷材	(7)フェンス等 ※フェンス等 ○係船柱からの離隔を取ってフェンスを設置する。 ○係船柱に近接する場合はフェンスを開閉可能にすることや係船柱を移設すること等の検討を行う。 ○フェンスに扉の設置することや海側への張り出しを開閉式にすること等の検討を行う。
※受衝板付防舷材 ○受衝板の上部及び側面への係留索の引っ掛かり防止や、係留索の入り込み防止の対策を行う。 ○受衝板の下部への係留索の潜り込み防止の対策を行う。 ○受衝板の形状の変更や防舷材の設置高さの調整を検討する。	(8)荷役機械 ※荷役機械 ○係船柱からの離隔を取って荷役機械に必要な溝や箱抜きを配置する検討を行う。 ○荷役機械の係止に必要なフック等の箱抜きを岸壁の端部に寄せて配置することについて検討を行う。
※鋼製やコンクリート製の防舷材の台座 ○防舷材の台座の下部への係留索の引っ掛かり防止の対策を行う。	(9)岸壁形状 ※岸壁形状 ○棧橋前面に壁状の構造物を設置する。
※防舷材全般 ○係船柱に対する防舷材の配置を検討する。	(10)附帯設備の損傷・老朽化 ※附帯設備の維持 ○損傷・老朽化した附帯設備については補修を行う。 ○計画・設計段階で繋離船作業を含めた供用時の実態について検討を行い、維持管理計画を基に点検・補修を行う。
(4)車止め	
※車止め ○車止めを係船柱より陸側に配置する。 ○係船柱からの離隔を確保して車止めを設置する。 ○係船柱の周囲の車止めの端部の形状を曲線や傾斜にする。 ○車止めの間隔をつなぐ等により、一体化する。	

5.2 係船柱に関する配慮事項

係船柱に関する繋離船作業の安全性向上への配慮は、a)係船柱の配置、b)係船柱周囲の作業空間、c)係船柱周囲の嵩上げ、d)係船柱の形状が挙げられる。

a)係船柱の配置についての配慮事項としては、特に曲柱に関して、できる限り係留施設の海側に設置することが望ましい。これは、係船柱と船舶の間に係留索の支障となるものができるだけ入らないようにするためであり、係留索の引っ掛かりがないようにすることを目的としている。

また、係船柱の設置高さについては、係船柱を岸壁天端より上に設置することが望ましい。これは、係船柱が岸壁の箱抜きにより天端より低い位置に設置されている場合、岸壁の箱抜きの角に係留索が擦れることや、係留索の掛け外しが困難になるということがないようにするためである。

その他の係船柱の配置については、車止めとの位置関係についての配慮もあるが、これは車止めに関する配慮事項において述べる。

b)係船柱周囲の作業空間についての配慮事項としては、係船柱の周囲に繋離船作業を行うために十分な平場を確保することが望ましい。これは、繋離船作業は複数人で行われることが多く、係留索の引き上げに車両を使用することもあるため、係船柱の周囲には段差や支障物がない十分な作業スペースが必要となるからである。

さらに、係船柱周囲の作業空間についての配慮事項として、係船柱周りのコンクリート天端は雨天時や冬場の凍結時の滑り止めとして、ほうき目仕上げ等の対策を行うことが望ましい。

また、係船柱周囲の作業空間には、フェンス等や荷役機械との位置関係について配慮もあるが、これはフェンス等や荷役機械に関する配慮事項において述べる。

c)係船柱周囲の嵩上げについての配慮事項としては、嵩上げ天端の係船柱周囲に繋離船作業中の転落の危険性を考慮した十分な平場を確保することが望ましい。これは、近年、岸壁の改良工事において係船柱アンカー等の構造上の問題で、係船柱の嵩上げが行われることがあり、その際に作業員の転落防止への配慮も必要となるからである。係船柱周りの嵩上げには、荷役機械等の係留施設の利用状況が嵩上げ範囲の制約となるため、その制約の範囲内での天端の平場の確保の検討が必要となることもある。

また、嵩上げ天端への通路として、昇降設備の設置を検討する必要がある。

嵩上げ天端のコンクリート仕上げについても前述のように滑り止めとして、ほうき目仕上げ等の対策を行うことが望ましい。

d)係船柱の形状についての配慮事項としては、特に曲柱に関して、繋離船作業中や係留中に係留索が係船柱から抜けることがないように胴部の高さや頭部の出幅とすることが望ましい。これは、1つの係船柱に複数本の係留索を掛けることがあり、海際に設置してある曲柱の場合は船型や潮位等によっては上方へのけん引力が働くため、その場合に係留索が抜けられないような形状が必要となるためである。胴部の高さを確保することは、係船柱の海側に設置してある車止めへの係留索の引っ掛かりの危険性を減少させることにもなる。

その他の係船柱の形状についての配慮事項として、大型の係船柱の場合は係留索を掛けるために係留索を持ち上げる高さや係船柱に掛けるための係留索のアイ部の大きさを考慮した全体の高さや頭部の出幅とすることが望ましい。これは係船柱が大きすぎる場合に、繋離船作業の支障となるためである。係船柱の形状は、稲垣らによる「けい船柱の標準設計(案)(1970年)」²⁰⁾を参考に、対象となる船舶や、使用される係留索の径や係船柱に掛けられる係留索の本数を考慮して、設計されることが望ましい。

5.3 防舷材に関する配慮事項

防舷材に関する繋離船作業の安全性向上への配慮は、a)防舷材の形状、b)防舷材の台座の形状、c)防舷材の配置が挙げられる。

a)防舷材の形状についての配慮事項としては、特に繋離船作業時の係留索の状態が大きく影響している。繋離船作業時の係留索は、まず係船柱に係留索が掛けられた時点で係留索は緩んでいる。その後船を係留施設に寄せるためにウインチを巻くことにより係留索が張った状態になるが、船の動きによっては再度係留索が緩むことになる。船が岸壁に着くまでの間、係留索は張ったり緩んだりを繰り返すことがあるため、その際に受衝板付防舷材の上部に緩んだ係留索が入り込むことや、下部に緩んだ係留索が流されて潜り込むことにより、係留索が防舷材に引っ掛かる。

そこで配慮事項の1つ目として、受衝板上部及び側面に係留索の引っ掛かり防止や、係留索の入り込み防止の

ための対策を行うことが望ましい。例としては、受衝板の吊金具等の突起物を撤去することや、受衝板上部と岸壁をチェーン等でつなぐことなどである。

配慮事項の2つ目は、受衝板下部への係留索の潜り込み防止の対策を行うことが望ましい。例としては、受衝板下端に鋼材を取り付け海中まで伸ばすことや、受衝板の形状の変更や取り付け高さの調整で防舷材下端が干潮時でも海面上に出ないようにすることなどである。

また配慮事項の3つ目として、受衝板の形状の変更や防舷材の設置高さの調整を検討することが望ましい。受衝板の形状の変更や防舷材の設置高さの調整は、費用の増大や要求性能に係る対策となるので、計画・設計段階から十分に検討を行う必要がある。

b) 防舷材の台座の形状についての配慮事項としては、防舷材に海側に突出している鋼製やコンクリート製の台座がある場合に、台座の下部に係留索の引っ掛かり防止の対策を行うことが望ましい。例として、台座の下端に傾斜をつけることや、台座を海面下まで伸ばして海面上に出ないようにすることなどである。

c) 防舷材の配置についての配慮事項としては、各港の繫離船作業の実態を考慮して防舷材の配置の検討を行うことが望ましい。これは、繫船ボートから係留索を岸壁上に渡す方法として、例えば手渡しで行う場合に係船柱の近くまで繫船ボートが近寄る必要があるが、係船柱の真下に防舷材があると繫船ボートが係船柱に近付くのに支障となるため、そのような港では係船柱から離して防舷材を設置の方が作業し易いからである。

ただし、防舷材の配置については船舶の接岸エネルギーを吸収することが重要となるため、それに支障がない範囲で検討する必要がある。

5.4 車止めに関する配慮事項

車止めに関する繫離船作業の安全性向上への配慮は、a) 車止めの配置、b) 車止めの形状、c) 車止めの間隔が挙げられる。

a) 車止めの配置についての配慮事項としては、車止めと係船柱の位置関係が大きく影響している。そこで配慮事項の1つ目として、荷役等の岸壁上の利用に支障がない範囲で、車止めを係船柱の胴部の中心より陸側に配置することが望ましい。これは、係留索は係船柱より陸側に入ることがほとんどないため、車止めが係船柱より陸側であれば係留索の引っ掛かりは起こらないからである。

配慮事項の2つ目は、車止めを係船柱の海側に設置する場合は、繫離船作業中の係留索の移動範囲を考慮して係船柱からの離隔を確保することが望ましい。

ただし、係船柱と車止めの離隔からの車両の海中転落がないよう、対象となる車両の車幅より小さくする必要がある。

b) 車止めの形状についての配慮事項としては、係船柱周囲の車止めの端部の形状を傾斜や曲線にして係留索との干渉が少なくなるようにすることが望ましい。これは、係船柱の海側に配置してある車止めにとって係留索の引っ掛かりをなくすために有効な配慮事項である。

c) 車止めの間隔についての配慮事項としては、雨水排水を塞ぐことがないように、車止めの天端を連結することやカバーを設置すること等によって、車止めを一体化することが望ましい。これは車止めを一体化することによって、係留索が車止めの間隔に入り込まないようにするためである。

5.5 岸照灯、電源ボックス及び給水設備に関する配慮事項

岸照灯、電源ボックス及び給水設備に関する繫離船作業の安全性向上への配慮は、a) 岸照灯の設置、b) 電源ボックスの形状、c) 給水設備の形状が挙げられる。

a) 岸照灯の設置についての配慮事項としては、岸照灯を岸壁上や岸壁側面に突出しない箇所や形状で設置することが望ましい。例として、岸照灯を岸壁天端海際の箱抜き部や車止めの間隔に設置する等である。これは、岸壁上や岸壁側面から突起物をなくし、係留索が引っ掛かることがないようにするためである。

また、岸照灯を岸壁天端海際の箱抜き部や車止めの間隔に設置した場合は、箱抜き部や車止めの間隔にカバーや補強金物を取り付ける等、係留索の引っ掛かりや作業足場の不安定に対する対策を行うことが望ましい。

b) 電源ボックスの形状についての配慮事項としては、電源ボックスを繫離船作業に係る範囲内の岸壁上に突出しないような形状にすることが望ましい。電源ボックスは漏電防止のための排水の問題もあり、地面に埋め込む構造にすることが難しいため、車止めと一体化することや車止めより高くならない構造で角張らない形状にすることなどの対策が必要である。

c) 給水設備の形状についての配慮事項としては、電源ボックスと同様に、繋離船作業に係る範囲内の岸壁上に突出しないような形状にすることが望ましい。ただし、給水設備については電源ボックスのような排水の問題はあまり関係ないので、地面に埋め込む構造とすることなどの対策が必要である。

5.6 はしごに関する配慮事項

はしごに関する繋離船作業の安全性向上への配慮は、a) はしごの配置が挙げられる。

a) はしごの設置についての配慮事項としては、まず、岸壁端部や棧橋側面等の係留索の干渉がない箇所に設置することが望ましい。

ただし、これについては岸壁延長が長いや連続バースである等により対応が難しい場合がある。

そこで次の配慮事項として、岸壁側面に突出しないよう岸壁上部工を切り込んで設置することが望ましい。これは、係留索の干渉だけでなく、船舶の接触による損傷を防ぐための配慮でもある。

5.7 フェンス等に関する配慮事項

フェンス等（柵、扉、ロープ等）に関する繋離船作業の安全性向上への配慮は、a) フェンス等の配置、b) 扉の配置が挙げられる。

a) フェンス等の配置についての配慮事項としては、係船柱からの離隔をとって配置することが望ましい。これは係船柱での既述のように、繋離船作業には十分な作業スペースが必要となるため、フェンス等の計画・設計段階でフェンスを通す位置を十分に検討する必要がある。

また、フェンス等が係船柱に近接する場合は、係船柱の周りでフェンス等の通りを迂回するや、係船柱に近接するフェンス等を開閉可能にするなどのフェンスの加工を行うことにより、繋離船作業に必要な作業スペースを確保することや係船柱を移設する等の検討を行うことが望ましいということも、配慮事項として挙げられる。

b) 扉の配置についての配慮事項としては、フェンスを跨いで係留索の掛け外しが生じる箇所において、岸壁海際から近い位置に扉を配置することやフェンスの張り出し部を開閉式にすることが望ましい。これは、繋離船作業時の移動を容易にするためである。

5.8 荷役機械に関する配慮事項

荷役機械に関する繋離船作業の安全性向上への配慮は、a) 荷役機械に必要な溝や箱抜き配置が挙げられる。

a) 荷役機械に必要な溝や箱抜き配置についての配慮事項としては、係船柱からの離隔をとって配置する検討を行うことが望ましい。これは、フェンス等と同様に、係船柱周囲には繋離船作業を行うための十分な作業スペースが必要となるためである。ただし、荷役機械に関する設備の係船柱からの離隔の確保のためには、荷役機械を陸側に寄せて設置する必要があり、荷役機械の大きさや基礎を含めた岸壁の構造形式の検討等も実施することになり、早期の計画段階から係留施設全体に係る検討が必要となってくる。

また、荷役機械に必要な係止用のフック等の箱抜きを岸壁端部に寄せて配置することについて検討を行うことが望ましい。ただし、この場合も荷役機械の係止位置を岸壁の端部に寄せる必要があり、早期の計画段階から係留施設全体に係る検討が必要となってくる。

5.9 岸壁形状に関する配慮事項

岸壁形状に関する繋離船作業の安全性向上への配慮は、a) 岸壁前面の形状が挙げられる。

a) 岸壁前面の形状についての配慮事項としては、係留施設への小型船舶の潜り込みの危険性がある場合は、壁状の構造物等の設置などの潜り込み防止の対策を行うことが望ましい。これは繋離船作業において、繋船ボートで係留索を岸壁上手渡しする際に岸壁前面で繋船ボートを係止する必要があり、壁状の構造物がない場合は繋船ボートが岸壁の下に潜り込む危険性があるためである。

ただし、繋離船作業における岸壁前面への壁状構造物の必要性は、繋船ボートの使用方法によるので、計画・設計段階で繋離船作業の実態に即した検討を行う必要がある。また、係留施設の維持において、点検等のための小型船舶が進入する場合に、潜り込み防止の対策が点検作業の支障とならないよう、開口部を設ける等の検討を行う必要がある。

5.10 附帯設備の損傷・老朽化に関する配慮事項

附帯設備の損傷・老朽化に関する繋離船作業の安全性向上への配慮は、a) 附帯設備の維持が挙げられる。

a) 附帯設備の維持についての配慮事項としては、附帯設備等は係留施設の供用により、損傷・老朽化していき、

これらの損傷・老朽化は、係留索への干渉等繋離船作業の安全性を阻害することになるため、早急に補修を行うことが望ましい。

ただし、供用中の施設や附帯設備の種類や大きさ、材質等によっては補修が困難な場合があるため、係留施設の附帯設備等の整備について計画・設計の早期の段階で、供用や維持に関する検討を行う必要がある。

そこで、計画・設計段階で繋離船作業を含めた供用時の実態について検討を行い、それらの検討結果を盛り込んだ維持管理計画を維持段階まで引継ぎ、その維持管理計画を基に点検・補修が行うことが望ましいということも、配慮事項として挙げられる。

6. 結論

本検討では、「繋離船作業に係る安全問題検討会」³⁾の資料や現地調査から得た、繋離船作業の従事者からの意見を基に、繋離船作業に係る安全対策の取り組み、事故要因の分析を行い、それらから操船や係留索の劣化、パイロットの乗船等ソフト面に対応すべき問題点と、係留施設の附帯設備等に係留索が引っ掛かる、作業スペースや作業足場が不安定といったハード面に対応すべき問題点があることが明らかになった。

ハード面の問題点に関しては、繋離船作業の従事者が考える問題点及び安全性向上案の内容を基に、附帯設備の種類ごとに配置や形状等における繋離船作業の安全性向上への配慮事項について検討し、提案をとりまとめることができた。

7. おわりに

本国総研資料で示した安全性向上への配慮事項や安全性向上事例を基に、今後実施される附帯設備等の整備や改良・補修等において繋離船作業への配慮がなされ、繋離船作業における安全性の向上に寄与できれば幸いである。

(2017年2月14日受付)

謝辞

本検討を行うにあたり、日本繋離船協会、国土交通省海事局安全政策課船舶安全基準室、国土交通省港湾局技術企画課技術監理室の3者が構成員となる、「繋離船作業に係る安全問題検討会」³⁾の検討内容を活用させていただきました。これまでこの検討に係ってこられた方々、

及び資料の活用にあたり、アドバイスをいただいた港湾局のご担当の方々に感謝申し上げます。

また、日本繋離船協会には、繋離船作業の現地調査や、繋離船作業の従事者のご意見のとりまとめ等、貴重な情報を提供していただきました。この場を借りて深く感謝致します。

参考文献

- 1) 国土交通省港湾局：「第5回繋離船作業に係る安全問題検討会」の開催 報道発表資料 別紙1（繋離船作業について）、2016、
http://www.mlit.go.jp/report/press/port05_hh_00139.html.
- 2) 日本繋離船協会：日本繋離船協会とは、2008、
<http://www.keirisen.com/kyokai.html>.
- 3) 国土交通省港湾局：繋離船作業に係る安全問題検討会（案）、第1回繋離船作業に係る安全問題検討会 資料1、2014、
<http://www.mlit.go.jp/common/001034296.pdf>.
- 4) 矢野吉治：14. 船にはどうしてたくさんの綱が積まれているのですか？、関西造船協会 らん 第65号、2004、
http://ci.nii.ac.jp/els/110003880740.pdf?id=ART0005207435&type=pdf&lang=jp&host=cinii&order_no=&ppv_type=0&lang_sw=&no=1489469915&cp=.
- 5) 日本船主責任相互保険組合：港湾設備損傷防止と港内操船パート2、P&Iロス・プリベンション。ガイド 第32号、2014、
https://www.piclub.or.jp/joi9kucgr-367/?action=common_download_main&upload_id=4392.
- 6) 矢吹英雄：繋離船時の係留索の取扱いの安全について、第3回繋離船作業に係る安全問題検討会 資料1、2015、
<http://www.mlit.go.jp/common/001068402.pdf>.
- 7) 国土交通省運輸安全委員会：運輸安全委員会ダイジェスト 第3号、2012、
https://www.mlit.go.jp/jtsb/bunseki-kankoubutu/jtsbdigests/jtsbdigests_No3/No3_pdf/jtsbdi-03_all.pdf.
- 8) 国土交通省海事局：係留索の基準について、第1回繋離船作業に係る安全問題検討会 資料2、2014、
<http://www.mlit.go.jp/common/001034301.pdf>.
- 9) 国土交通省運輸安全委員会：船舶事故調査報告書、MA2012-7、2012、
http://www.mlit.go.jp/jtsb/ship/rep-acci/2012/MA2012-7-4_2011tk0002.pdf.

- 10) 国土交通省運輸安全委員会：船舶事故調査報告書，
MA2016-9，2016，
http://www.mlit.go.jp/jtsb/ship/rep-acci/2016/MA2016-9-20_2016kb0047.pdf.
- 11) 高木鋼業株式会社：最近のロープの技術動向について，
第3回繋離船作業に係る安全問題検討会 資料2，2015，
<http://www.mlit.go.jp/common/001068403.pdf>.
- 12) 国土交通省港湾局：過去の事例に基づく索切断事故の
要因分析について，第2回繋離船作業に係る安全問題
検討会 資料2，2014，
<http://www.mlit.go.jp/common/001056560.pdf>.
- 13) 国土交通省運輸安全委員会：運輸安全委員会，2016，
[http://www.mlit.go.jp/jtsb/images/leaflet\(H28.8\).pdf](http://www.mlit.go.jp/jtsb/images/leaflet(H28.8).pdf).
- 14) 国土交通省運輸安全委員会：船舶事故調査報告書，
MA2011-4，2011，
http://www.mlit.go.jp/jtsb/ship/rep-acci/2011/MA2011-4-3_2009tk0006.pdf.
- 15) 日本海事協会：PSCとは，2017，
http://www.classnk.or.jp/hp/ja/info_service/psc/index.aspx.
- 16) 国土交通省港湾局：ICHCA・ISP71について，第1回繋
離船作業に係る安全問題検討会 資料3，2014，
<http://www.mlit.go.jp/common/001034303.pdf>.
- 17) 国土交通省海事局：国際海事機関（IMO）における係
船オペレーション安全対策の動向，第5回繋離船作業
に係る安全問題検討会 資料3，2016，
<http://www.mlit.go.jp/common/001149037.pdf>.
- 18) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，
2007.
- 19) 国土交通省港湾局：港湾工事共通仕様書，2016，
<http://www.mlit.go.jp/common/001128014.pdf>.
- 20) 稲垣紘史，山口孝市，片山猛雄：けい船柱の標準設計
（案），港湾技研資料，No.102，1970，
<http://www.mlit.go.jp/common/001128014.pdf>.
- 21) 日本繋離船協会：第5回繋離船作業に係る安全問題検
討会 資料1，2016，
<http://www.mlit.go.jp/common/001149035.pdf>.
- 22) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，
1999.

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 957

March 2017

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは
〔〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019〕
E-mail:ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp