

船舶事故調査報告書

令和4年4月13日

運輸安全委員会（海事専門部会）議決

委員 佐藤 雄二（部会長）

委員 田村 兼吉

委員 岡本 満喜子

事故種類	作業員負傷
発生日時	令和3年3月14日 07時25分ごろ
発生場所	京浜港東京第4区（新海面処分場） 東京東第1号灯標から真方位196°1,100m付近 （概位 北緯35°35.0′ 東経139°50.0′）
事故の概要	石材運搬船正清は、係留作業中、左舷船首の係留索が破断し、甲板上の作業員が破断した係留索に当たって負傷した。
事故調査の経過	令和3年5月6日、本事故の調査を担当する主管調査官（横浜事務所）ほか1人の地方事故調査官を指名した。 原因関係者から意見聴取を行った。
事実情報 船種船名、総トン数 船舶番号、船舶所有者等 L×B×D、船質 機関、出力、進水等	石材運搬船 正清、734トン 134261、株式会社正清海運（A社） 75.99m×15.50m×7.65m、鋼 ディーゼル機関、1,471kW、平成9年4月
乗組員等に関する情報	船長 60歳 四級海技士（航海） 免許年月日 昭和60年7月19日 免状交付年月日 令和2年3月19日 免状有効期間満了日 令和7年7月18日 航海士A 65歳 五級海技士（航海） 免許年月日 平成18年3月31日 免状交付年月日 令和3年3月1日 免状有効期間満了日 令和8年3月30日 作業員A 69歳
死傷者等	重傷 1人（作業員A）
損傷	なし
気象・海象	気象：天気 曇り、風向 北西、風力 5～6、視界 良好 海象：波向 南南東、波高 約0.3m、潮汐 下げ潮の初期
事故の経過	本船は、船長及び航海士Aほか5人が乗り組み、捨て石約1,300m ³ を積載し、新海面処分場Dブロック南側護岸建設工事（以下「本件工事」という。）での石材投入作業の目的で、令和3年3月1

4日06時25分ごろ同処分場東方沖の錨地を出航した。(写真1参照)



写真1 本船

本船は、船長が単独で操船に当たり、工事区域の南東方沖で作業員Aを含む本件工事施工会社の作業員7人が交通船から移乗し、搭載艇を海上に降ろした後、07時00分ごろ工事区域に入域し、工事現場の四方に設置されたシンカーブロック（海底に沈着されたコンクリート製ブロック、以下「シンカー」という。）に接続されたワイヤーに係留作業を開始した。

船長は、本船から繰り出した係留索を、左舷船尾方、右舷船尾方、右舷船首方及び左舷船首方の各シンカーに搭載艇を用いて順次係止した後、主機の停止を指示して船橋から船首甲板へ移動し、他の乗組員及び作業員と共に、係船ウインチを操作して捨て石の投入場所（以下「投入位置」という。）に船体の位置を合わせる作業を始めた。(図1参照)

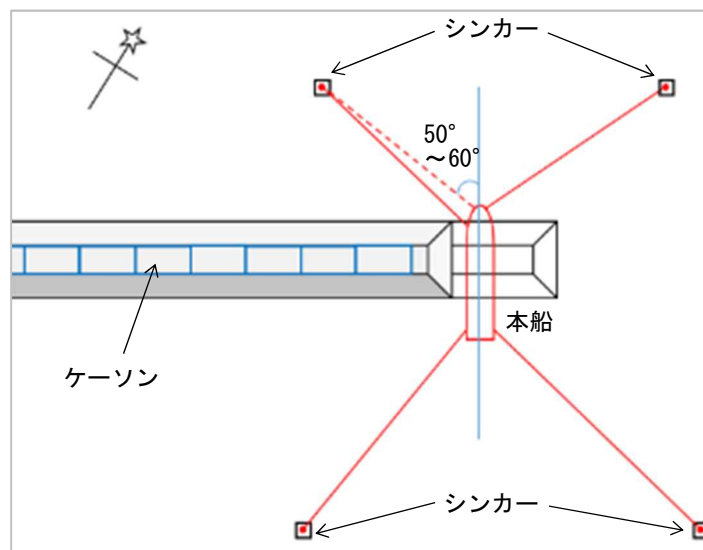


図1 石材投入作業時の係留状況（イメージ）

本船は、北西方に船首を向け、船首甲板左舷側では、作業員Aが他の作業員と共に既設のケーソンとの距離を計測して船体の移動方向を船長に伝え、船長が船内マイクを使用して船首及び船尾甲板のウイン

チ操作を指示し、航海士Aが船首ブルワーク上の指揮台で遠隔操縦装置（リモコン）により係船ウインチを操作していた。（写真2参照）



写真2 船首甲板左舷側の状況

本船は、左舷船首方のシンカーに係止した係留索（以下「本件係留索」という。）を最も船首側のフェアリーダから船外に出していたが、本件係留索の角度が正船首から $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ となり、北西方からの風が強かったこともあり、船体を船首方向に移動させて投入位置に合わせるができなかった。

船長は、本件係留索を係船ウインチ横のフェアリーダから船外に出るように架け替えたものの、投入位置に合わせるができなかったため、次にクレーン横のフェアリーダ（以下「本件フェアリーダ」という。）に架け替えるよう指示した。（図2参照）

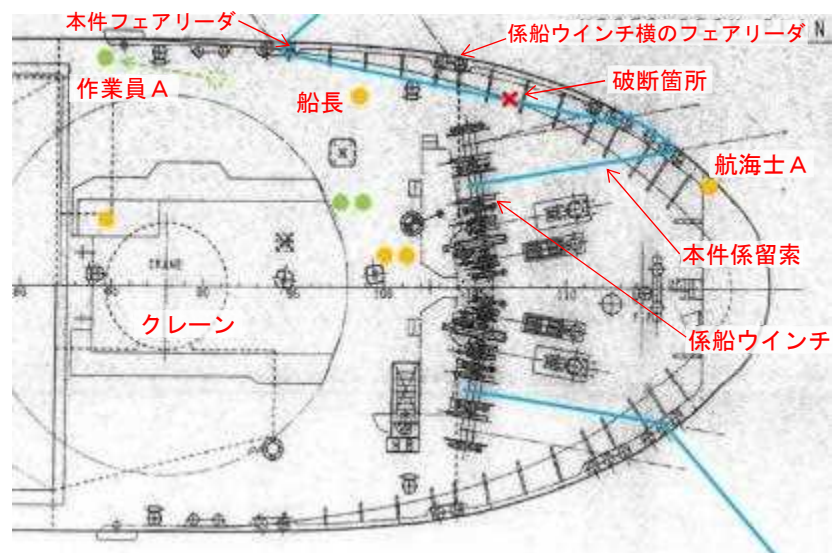


図2 船首甲板の乗組員等の配置及び係留索の導き方

航海士Aは、左舷側の係船ウインチを操作して本件係留索を甲板上に繰り出して緩め、他の乗組員2人が本件係留索を本件フェアリーダに架け替えた後、本件係留索を係船ウインチで巻き上げ始めた。

作業員Aは、船外に出された本件係留索の延長線上に立っているこ

	<p>とに気付いて、本件フェアリーダの約5m船尾側のブルワーク沿い（以下「被災位置」という。）に移動した。</p> <p>本船は、北西方からの風を左舷船首方から受けて船尾方向に圧流されており、本件係留索が張り始めたので航海士Aが係船ウインチを停止し、本件係留索が張った後も船尾方向への圧流が続き、07時25分ごろ本件係留索が破断した。</p> <p>作業員Aは、被災位置で左舷側を向いてケーソンの位置や本件係留索の張り具合を見ながら待機していたところ、破断して跳ねた本件係留索が当たって甲板上に倒れた。</p> <p>他の作業員は、海上保安庁や消防に通報し、船長等の乗組員が圧流防止の措置を行っていたものの、作業中止を指示し、本船は他の係留索を回収して工事区域内に投錨した。</p> <p>作業員Aは、08時45分ごろ消防のヘリコプターで搬送された後、新木場ヘリポートから東京都中央区所在の病院に搬送され、右大腿骨大転子骨折、右臀部捻創、右前腕表皮剥離と診断された。</p> <p>（付図1 事故発生場所概略図 参照）</p>
<p>その他の事項</p>	<p>(1) 本件工事</p> <p>本件工事における石材投入作業は、護岸となるケーソンを設置するための基礎を整備するもので、捨て石を投入後、作業員Aを含む潜水士5人による捨て石の均し作業を円滑に行うために投入位置が決められていた。</p> <p>本船は、主に建設工事現場に石材を投入する作業に従事しており、令和3年3月1日から本件工事に従事し、本事故時が3回目の投入作業であり、過去2回の作業では、いずれも風力3（風速3.4～5.4m/s）の北寄りの風であった。</p> <p>本件工事の中止基準は、新海面処分場建設工事の協議会で定められており、風及び波に関する中止基準が風速15m/s以上、波高1.5m以上であった。</p> <p>(2) 係留索</p> <p>本船は、工事現場で係留作業を行う際、各係船ウインチに400m程度の係留索を備える必要があり、納品時に長さ200mのロープ2本をスプライス（縫り継ぎ）でつなぎ、係留時に張力が掛かる先端側に新しいロープを使用し、それまで先端側に使用していたロープを係船ウインチ側で使用していた。</p> <p>本船は、平成27年6月から係留索の直径を45mmから50mmに順次交換しており、本件係留索を含む各係留索が、8ストランドのポリエチレン繊維製ロープで、直径45mm（メーカー規格：引張張力292kN）又は50mm（同356kN）であった。</p> <p>本件係留索は、平成27年3月に購入した直径45mmのロープ（以下「本件ロープ」という。）を係船ウインチ側に、平成27年</p>

6月に購入した直径50mmのロープを先端側にそれぞれ使用しており、本事故時、本件ロープが破断した。

(3) 係留索の点検状況

本船は、航海士Aが船首側、他の乗組員が船尾側の係留索の点検を担当しており、係留作業時、係留索を係船ウインチで繰り出す又は巻き上げる際、摩耗や毛羽立ち、素線（ヤーン）の切断等を目視で確認し、摩耗等の著しい箇所があれば、その前後で切断してスプライスでつなぐなどの補修を施していた。

船長は、各点検担当者からの報告に基づき、甲板部、機関部、荷役設備等、全ての設備を網羅的に記載する設備点検表に点検結果を記載していたが、同表は各係留索それぞれの状況や補修内容を記載する様式とはなっていなかった。

船長及び航海士A等の係留索の点検担当者は、係船ウインチ側のロープが、係留作業の際、余裕を持った長さとするために係留索に足しているものであり、係留索を係止して巻き上げ、最終的な係留状態としたときには、全て係船ウインチのドラムに収まることになるので、張力が掛かる状態で使用することを想定していなかった。

航海士A等の係留索の点検担当者は、ふだん作業中に係船ウインチ側のロープについても目視点検を行っていたものの、先端側のロープを重点的に点検していた。

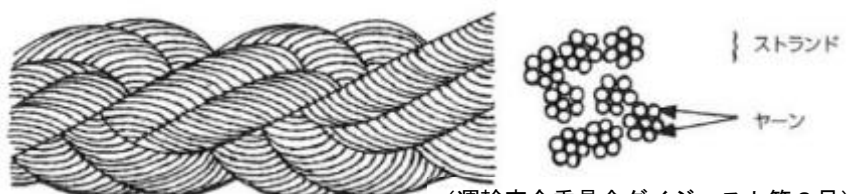
(4) 本件ロープに関する鑑定結果

本事故後、本件工事の元請会社（以下「B社」という。）からの委託により、合成繊維索の製造業者が行った本件ロープに関する鑑定結果は、概略、次のとおりであった。

① 外観調査

a 破断箇所に近い部分

ロープ全体に摩耗が生じ、ヤーン切れが散見されたが、顕著な損傷は見られなかった。しかし、ストランド間の内部摩耗が進行しているため、比較的高い荷重下で使用されていた可能性がうかがえる。（図3参照）



八つ打ちロープ

図3 繊維製索の構造

切断箇所には、ヤーンの長さがそろったストランド4本と、同長さが不均一なストランド4本が確認された。次の(a)、(b)などを総合すると、ヤーンの長さがそろった4本のストランド

が先に切断に至り、その後残った4本が連続的に切断に至ったと推測される。

(a) エッジや鋭利な物によるせん断ではなく、過荷重による状態に近似していること

(b) 長さの揃ったストランドの切断箇所先端では汚れが見られ、他方では汚れが見られないこと

b 破断箇所から離れた部分

目立った外傷はなく、全体的に擦れ・毛羽立ちが見られた。ロープ内部ではストランド間の繊維が摩耗により粉を吹き、この状態が全体的に見られたことから、内部で劣化が進行していることがうかがえる。

このストランド間の摩耗は、テンションが繰り返し掛かることによりストランド同士が接触し、徐々に疲労したものと推測される。

② 引張試験

a 破断箇所に近い部分

試料1 切断箇所（海側）から5～10m付近

試料2 切断箇所（船側）から5～10m付近

試料3 切断の影響の少ない中央部

	試料1	試料2	試料3
実際破断荷重(kN) (残存強度)	167	187	194
強度保持率(%)	57.2	64.0	66.4
伸び率(%)	16.4	19.4	19.6

破断箇所は、いずれもスプライスエンド（サツマ加工（索端にアイ（環）を作ること）部末端）であった。

規格値の50%付近の荷重から「ピチピチ」という異音が生じ、破断に至るまでロープ表面の単糸が切れながら破断が進行していることから、紫外線劣化による繊維の硬化と表面の摩耗によって性能低下を起こしていたことが推測される。

加えて、新品時の伸び率曲線と比べ、試験結果では伸びが少なかったことから、経年劣化によって繊維の柔軟性が低下していたことが推測される。

b 破断箇所から離れた部分

試料4～7 適宜の箇所を切り取り4本採取

	試料4	試料5	試料6	試料7
実際破断荷重(kN) (残存強度)	141	155	174	154
強度保持率(%)	48.3	53.1	59.6	52.7

破断箇所は、いずれもスプライスエンドであった。

	<p>上記の結果より、局所的な損傷劣化ではなく、全体的に強度低下しているものと推測される。</p> <p>(付図2 本件ロープに関する鑑定 参照)</p> <p>(5) 安全管理等</p> <p>B社は、石材投入作業の手順書を定めており、同手順書では、石材運搬船の係留及び移動時における危険要因として係留索の破断を挙げ、災害防止対策として、係留索の内角及び延長方向に立たないように記載されていた。</p> <p>作業員Aは、作業前のミーティング等で係留索を含めた災害防止対策に関する指示や注意喚起が行われていたため、係留索の危険性について認識しており、本事故当時、本件係留索が本件フェアリーダよりも海側（先端側）で破断した場合に危険だと思って被災位置に移動していた。</p> <p>作業員Aは、被災位置が、本件フェアリーダよりも係船ウインチ側で本件係留索が破断した場合でも、本件係留索が跳ね返ってくる角度ではないと思っていた。</p> <p>全乗組員及び全作業員は、ヘルメット、救命胴衣、安全靴等を着用していた。</p> <p>(6) スナップバック</p> <p>運輸安全委員会ダイジェスト第3号（2012年8月発行）によれば、係船索の取扱い等に関する情報について、概略、次のとおり記載されている。</p> <p>係船索の取扱いは、他の船上作業に比して潜在的な事故の危険性が高い作業である。その中で最もシリアスな危険は、スナップバック^{*1}である。（図4参照）</p> <div data-bbox="699 1361 1284 1720" data-label="Diagram"> </div> <p>図4 スナップバックの危険範囲</p>
<p>分析</p> <p>乗組員等の関与</p> <p>船体・機関等の関与</p> <p>気象・海象等の関与</p>	<p>あり</p> <p>あり</p> <p>あり</p>

*1 「スナップバック」とは、張力の掛かった状態の繊維製索が破断し、その蓄積されたエネルギーが瞬間的に放出される現象をいう。

判明した事項の解析

(1) 事故発生に至る経過

本船は、京浜港東京第4区において、風力5～6の北西風を左舷船首方から受ける状況下、シンカーに係留作業中、本件係留索が破断したことから、跳ねた本件係留索が作業員Aに当たり、作業員Aが負傷したものと考えられる。

本件係留索は、係船ウインチ側に使用していた本件ロープが破断したものと推定される。

本船は、本件係留索を本件フェアリーダに架け替えた際、風による船尾方向への圧流により本件係留索が緊張し、残存強度以上の張力が掛かったことから、本件ロープが破断したものと考えられる。

(2) 本件係留索及び本件ロープ

本件係留索は、係留時に張力が掛かる先端側に直径50mmのロープを使用し、係留作業時の係留索の長さを延ばす必要から、係船ウインチ側に本件ロープを使用していたものと考えられる。

本件ロープは、メーカー規格で引張張力が292kNであったが、本事故後の引張試験において、残存強度が141～194kNであったものと考えられる。

本件ロープは、経年使用によるストランド間の内部摩耗、紫外線劣化等が進行していたことから、経年劣化による強度低下（強度保持率約48～66%）が生じていたものと考えられる。

(3) 係留索の点検状況等

本船は、係留作業時、係留索を係船ウインチで繰り出す又は巻き上げる際、摩耗や毛羽立ち、ヤーンの切断等を目視で確認しており、本件ロープについても目視による点検を行っていたものの、先端側のロープを重点的に点検していたものと考えられる。

船長及び航海士A等の点検担当者は、係船ウインチ側のロープが、係留作業の際、最終的な係留状態としたときに、全て係船ウインチのドラムに収まることになることから、係船ウインチ側の本件ロープについて、張力が掛かる状態で使用することを想定していなかったものと考えられる。

本件係留索は、本事故時、本件ロープを全て係船ウインチのドラムに巻き上げる前に風による船尾方向への圧流により緊張したことから、本件ロープに張力が掛かる状態となったものと考えられる。

(4) 危険範囲への立入り

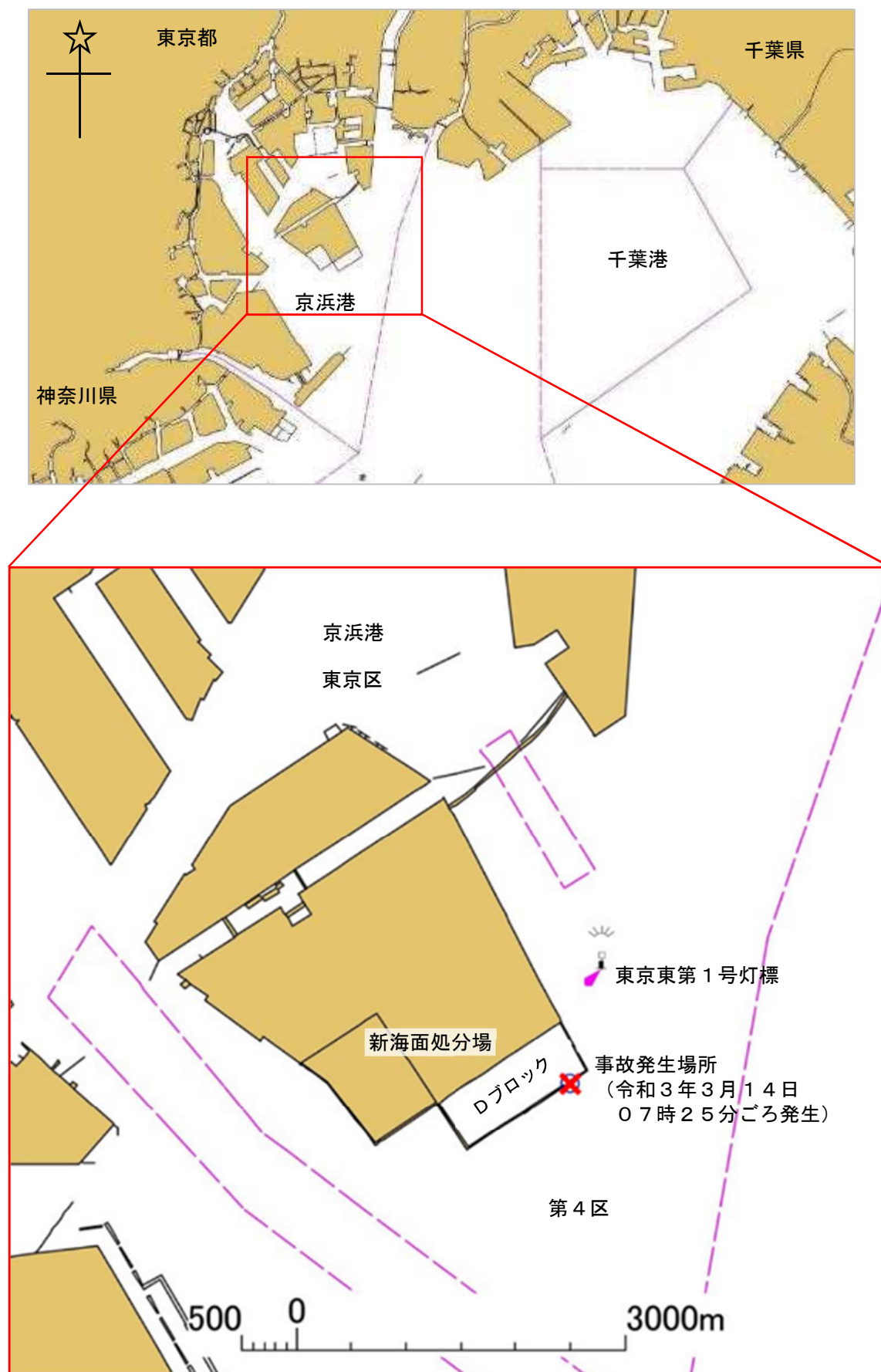
被災位置は、本件係留索が破断した際、スナックバックの危険範囲内であったものと推定される。

作業員Aは、本件ロープが破断したとき、スナックバックの危険範囲内である被災位置で待機していたことから、破断してスナ

	<p>ツップバックした本件ロープが当たったものと考えられる。</p> <p>作業員Aは、係留索の危険性について認識していたものの、被災位置が、本件フェアリーダよりも係船ウインチ側で本件係留索が破断した場合でも、本件係留索が跳ね返ってくる角度ではないと思っていたことから、スナップバックの危険範囲内である被災位置で待機していたものと考えられる。</p>
原因	<p>本事故は、京浜港東京第4区において、本船が、風力5～6の北西風を左舷船首方から受ける状況下、シンカーに係留作業中、本件係留索を本件フェアリーダに架け替えた際、風による船尾方向への圧流により本件係留索が緊張し、本件係留索のうち、経年劣化による強度低下が生じていた係船ウインチ側の本件ロープが破断したため、跳ねた本件ロープがスナップバックの危険範囲内の作業員Aに当たったことにより発生したものと考えられる。</p>
再発防止策	<p>A社は、本事故後、本船の全ての係留索について、係船ウインチ側のロープを廃棄し、それまで先端側に使用していたロープを係船ウインチ側に使用して、先端側のロープを新品に交換した。また、従前の設備点検表に加えて係留索に特化した点検表を作成し、係船ウインチごとの係留索の状況及び補修内容を記載することとした。</p> <p>B社は、本事故後、次の対策を講じるとともに、現場作業員に対し、スナップバックの危険範囲、係留索の破断危険性及び点検廃棄基準等に関する安全教育を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 本件工事に従事する全ての石材運搬船は、基地港を出港する前に使用予定の係留索を全て甲板上に引き出し点検すること、工事区域に入域する前に係留索の先端部約10mを甲板上に引き出し点検すること、船長及びB社担当者が各点検を実施し記録すること。 ・ 施工会社の担当者は、作業開始前、石材運搬船の乗組員に対し、注意喚起パンフレットを示して係留索の危険範囲を周知し、甲板上にマグネットポールを設置してスナップバックの危険範囲を明示すること。 <p>今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 船長は、定期的に係留索を全て甲板上に引き出し、外観点検による摩耗、毛羽立ち、素線の切断等を確認すること。 ・ 船舶所有者は、係留索におけるストランド間の内部摩耗、紫外線劣化等、外観点検では判断できない経年劣化を考慮し、一定の期間を定めて係留索を交換することが望ましい。 ・ 船舶所有者及び船長は、複数のロープをつないで係留索として使用する必要がある場合、風による圧流などで係船ウインチ側のロープにも張力が掛かる状況が生じることを認識し、係留索の先端

	<p>側、係船ウインチ側に限らず、全ての箇所が十分な強度を有する状態とすること。</p> <ul style="list-style-type: none">・ 船長は、風による圧流が予想される状況下、工事現場など比較的広い水域で係留作業を行う場合、係留索に過度な張力が生じないように、状況に応じ、甲板作業を行う乗組員と連携して主機やスラストによる圧流防止の措置を行うこと。・ 船長は、風による圧流が予想される状況下で係留作業を行う場合、風向及び係留索の角度を考慮して使用するフェアリーダを選定すること。・ 甲板作業を行う乗組員又は作業員は、緊張した係留索付近において、スナックバックの危険範囲に留意して作業を行うこと。
--	--

付図1 事故発生場所概略図



付図2 本件ロープに関する鑑定



破断箇所に近い部分（全景）



ストランド間の状態



切断箇所（船側）



ストランドごとに分けた状態



引張試験（試料1）



試料1の破断状況