

運輸安全委員会ダイジェスト

JTSB (Japan Transport Safety Board) DIGESTS

第3号 (2012年8月発行)

船舶事故分析集

「船舶内作業に関連する死傷等事故」の防止に向けて

1. はじめに	1
2. 発生状況	2
3. 重大事故調査事例 (3事例)	6
4. まとめ	16

1. はじめに

近年、船舶内において、船員や外部からの作業員により修繕・荷役・清掃等の作業が行われる場合に、船舶の構造、設備又は運用に関連した死傷等事故が多発しています。これらは、当該船舶に係る積荷等の特殊性、閉所や危険箇所の存在、揚貨装置等の設備の不具合などが主要因と考えられる事故です。

特に、停泊中又は接岸中の船舶内における、爆発や人体への被害等の事故災害を誘発するおそれのある作業に関しては、これらに携わる関係業界の安全確保の状況及び作業環境としての船舶特有の問題点を踏まえた事故防止対策が必要です。これらの事故の発生は、外部の作業員が船舶内の特殊で危険な作業環境を熟知できないまま作業に当たることがあり得ること、作業の危険回避に関する熟練性等が減退している場合があることなどが背景にあるとされていますが、いずれの場合も、危険物などの運搬船に関する事故であり、荷役設備や、タンク内の危険物、船倉内の酸素濃度等船舶の特殊性が関係しているものと考えられます。

このような現状を踏まえ、本号では、船舶内作業に関連する死傷等事故を特集した分析集として、同種事故の再発防止を図る観点から、各種統計資料とともに、当委員会で行った重大事故の調査事例の紹介を行うこととしました。

本号が、各関係者による安全講習会において教材としても活用されること等により、海上交通の安全性の向上に資することとなれば幸いです。



※ 本号における「船舶内作業に関連する死傷等事故」の定義
船舶の構造、設備又は運用に関連した人の死傷等事故のうち、船舶内作業時に発生した事故をいう。ただし、漁ろう中の漁船における事故を除く。

2. 発生状況

※ 掲載のデータには調査中のものが含まれており、変動する場合があります。

事故種別・作業分類別にみた発生状況

平成20年から平成24年6月までに発生し、当委員会が調査、公表した船舶内作業に関連する死傷等事故（船舶内作業中事故）は、95件（95隻）でした。

事故種別別にみると、死亡事故38件（40.0%）、負傷事故57件（60.0%）となっています。（図1参照）

事故発生時における作業分類別では、係留・錨泊作業31件（32.6%）、荷役作業23件（24.2%）、タンク・船倉内作業13件（13.7%）、機関作業5件（5.3%）などとなっており、係留・錨泊作業、荷役作業及びタンク・船倉内作業で全体の約7割を占めています。（図2参照）

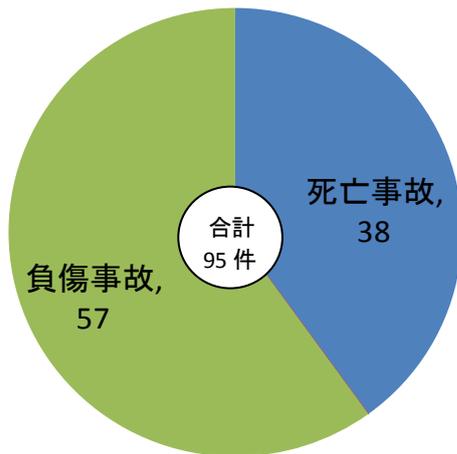


図1 事故種別発生件数

※ 死亡事故には死傷事故を含む

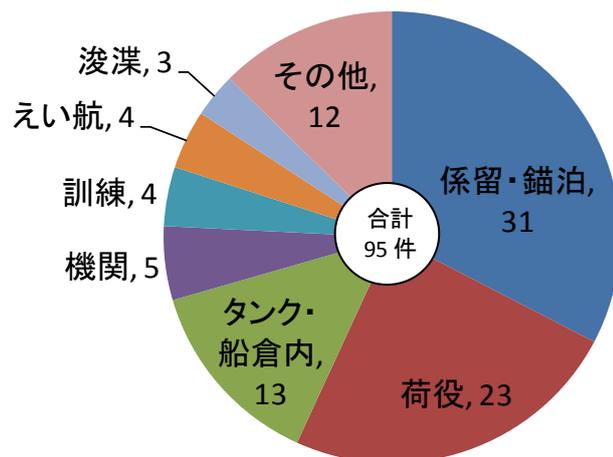


図2 作業分類別発生件数

死傷者の状況

95件の事故による死傷者数は、計116人でした。内訳は、死亡41人（35.3%）、重傷43人（37.1%）、軽傷32人（27.6%）となっています。（図3参照）

死傷者数の種別内訳をみると、乗組員84人（72.4%）、作業員30人（25.9%）、その他2人（1.7%）となっており、乗組員が死傷する事例が多くなっています。（図4参照）

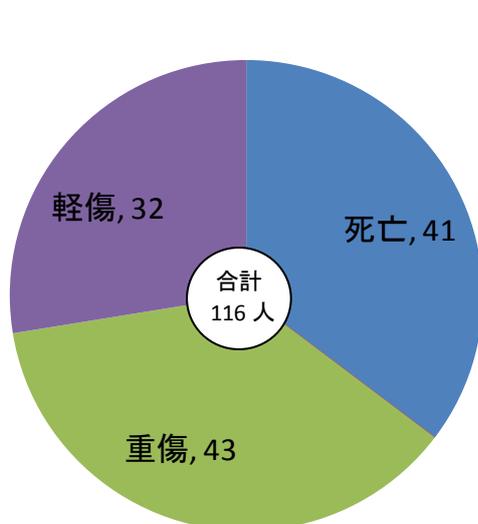


図3 死傷者数

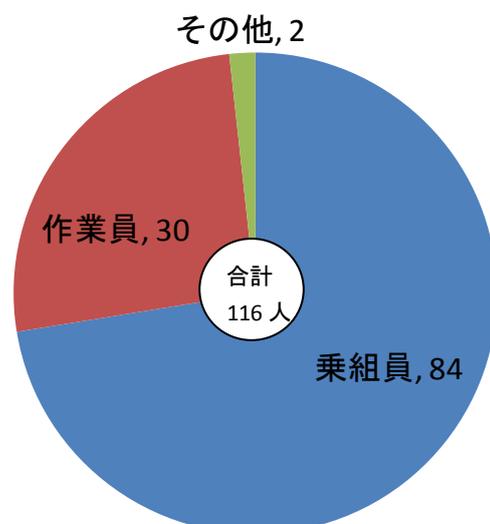


図4 死傷者の種別内訳

船種別・トン数別発生状況

船種別にみると、貨物船が43隻(45.3%)と最も多く、次いで、旅客船13隻(13.7%)、油送船12隻(12.6%)、台船7隻(7.4%)、引船5隻(5.3%)などとなっており、危険物を扱う可能性が高い貨物船、油送船で6割弱を占めています。(図5参照)

トン数別にみると100~200トン18隻(18.9%)、200~500トン17隻(17.9%)、500~1,600トン14隻(14.7%)、1,600~3,000トン9隻(9.5%)などとなっており、100~1,600トンの区分で約5割を占めています。(図6参照)

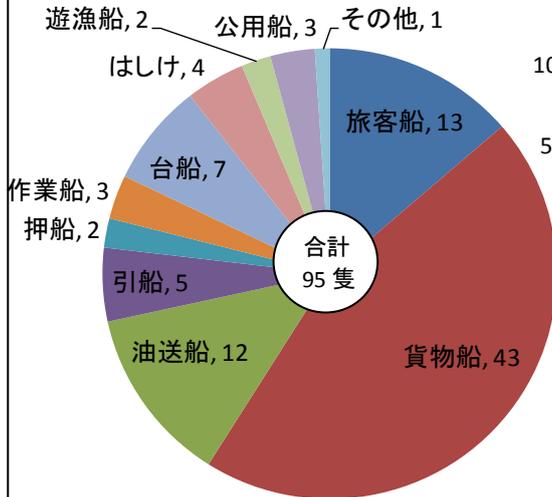


図5 船種別発生隻数

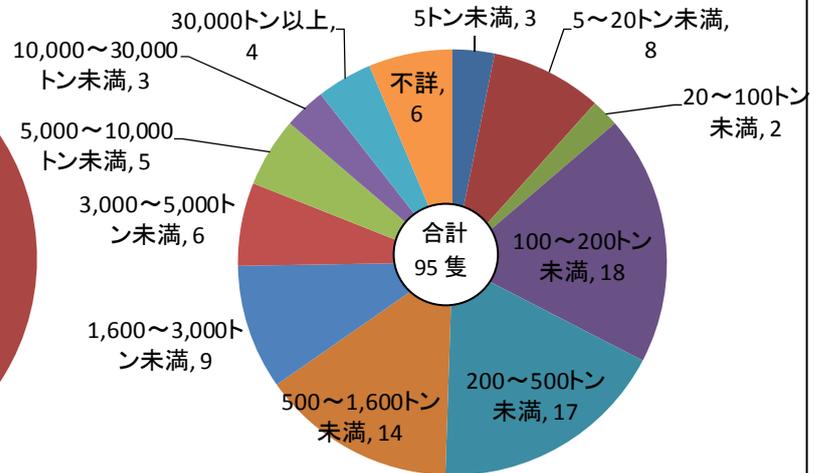


図6 トン数別発生隻数

船舶の船籍別発生状況

船舶の船籍別にみると、日本79隻(83.2%)、パナマ6隻(6.3%)、香港4隻(4.2%)などとなっており、日本籍船の事故が圧倒的に多くなっています。(図7参照)

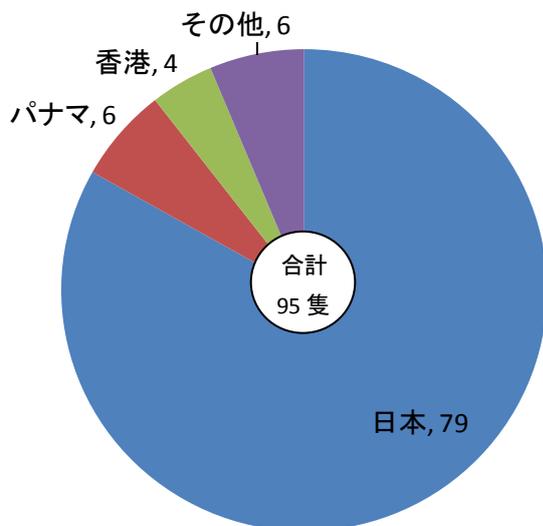


図7 船籍別発生隻数

事故の態様別発生状況

事故の態様別にみると、接触・強打26件(27.4%)、落下・転落24件(25.3%)、挟まれ23件(24.2%)、巻き込まれ7件(7.4%)、酸欠・ガス吸引6件(6.3%)などとなっており、物理的要因による事故が大半を占めています。(図8参照)

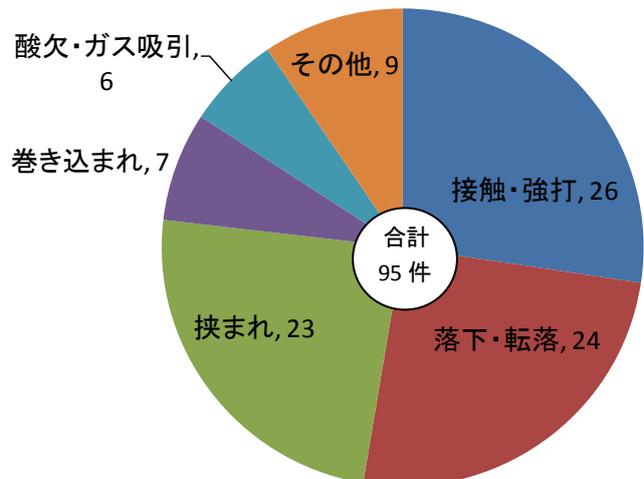


図8 事故態様別発生件数

作業分類別の発生状況比較（事故態様別）

作業分類別発生数の約7割を占める係留・錨泊、荷役及びタンク・船倉内を比較すると、事故の態様別の発生割合は、係留・錨泊作業では接触・強打が35.5%(11件)、荷役作業では落下・転落が39.1%(9件)、タンク・船倉内作業では酸欠・ガス吸引が46.1%(6件)とそれぞれ最多となっています。

また、係留・錨泊作業及び荷役作業においては、挟まれによる事故もそれぞれ25.8%(8件)、34.8%(8件)と高い発生割合となっています。(図9参照)

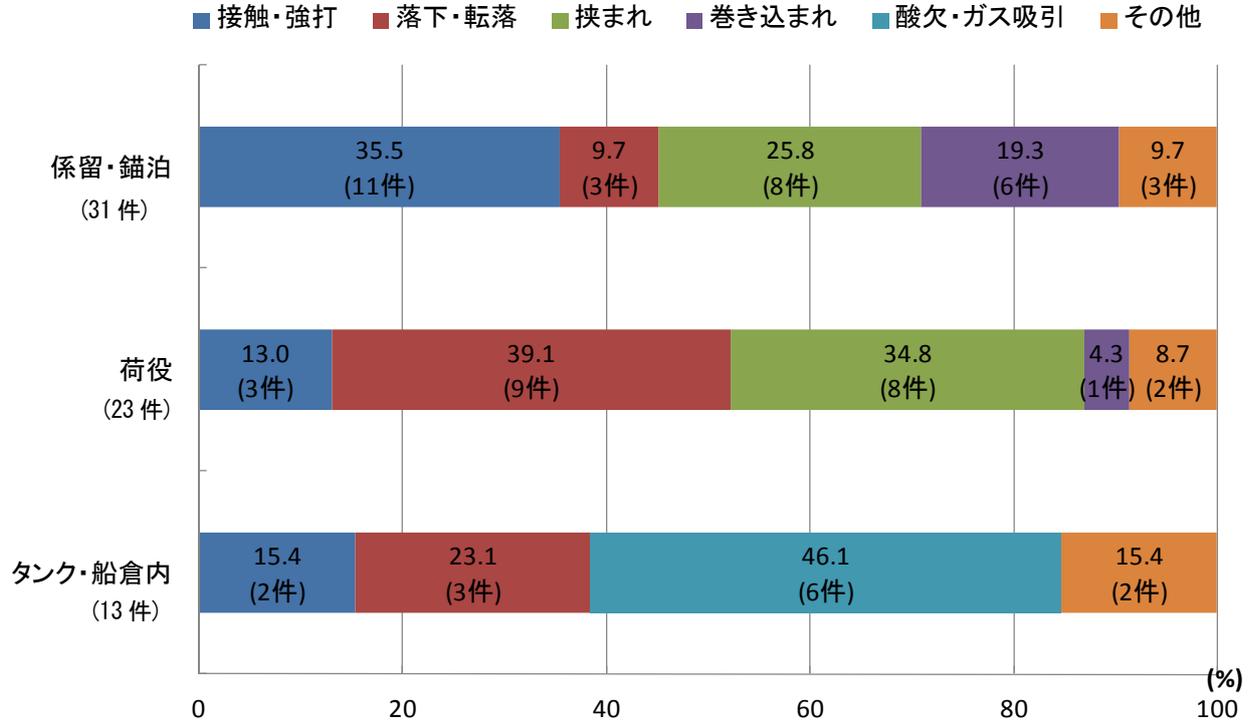


図9 作業分類別の発生割合（事故態様別）

作業分類別の発生状況比較（死傷者数）

死傷者数は、荷役作業で35人と最も多く、係留・錨泊作業では31人、タンク・船倉内作業では17人でした。

死傷者数全体に占める死亡者数の割合は、タンク・船倉内作業では82.3%(14人)と、非常に高い値となっており、発生した場合の危険性の高さを示唆しています。(図10参照)

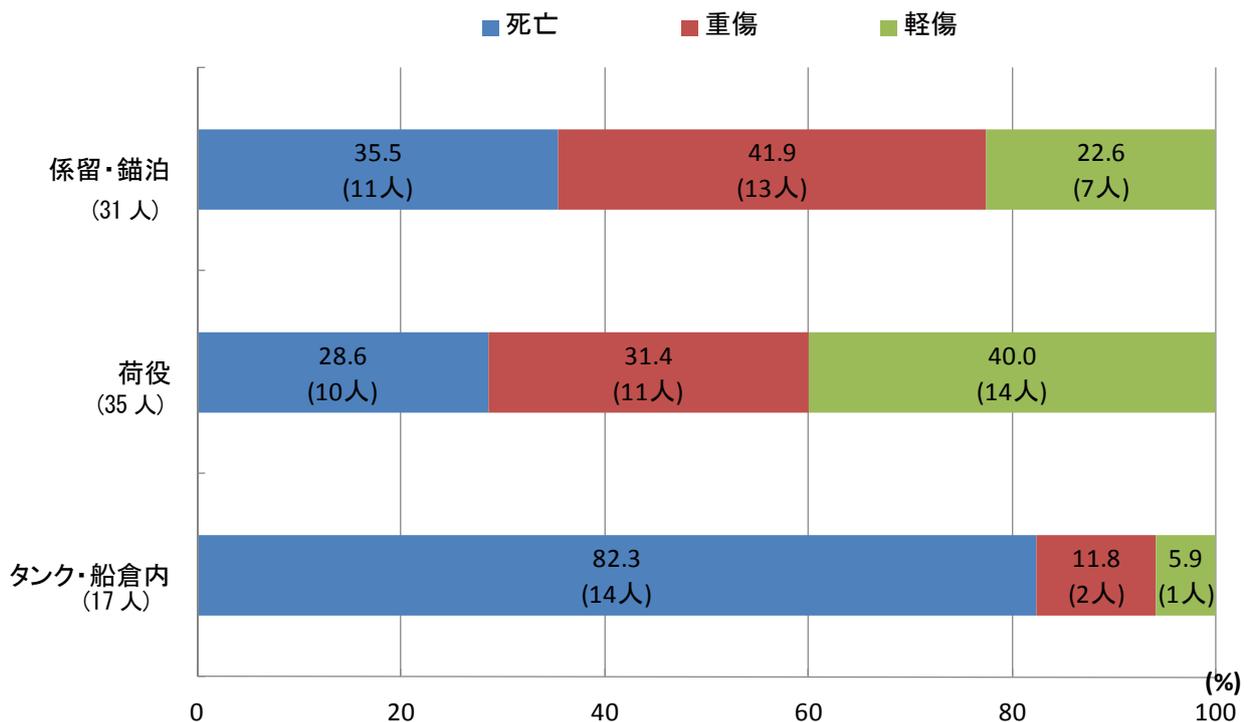


図10 作業分類別の発生割合（死傷者数）

作業分類別の主要な事故態様につき、当委員会の地方事務所が取り扱った代表的な事故調査の事例としては、次のようなものがあります。

係留・錨泊

接触・強打

- ・スパッド（船体を固定するために船体から海底に突き立てる鉄製の角柱で、スパッドの歯車に油圧装置の歯車をかみ合わせて船体の昇降を行う。）を降ろして停泊中、右舷側に傾いたことから、右舷側スパッドを引き揚げようとしたが、油圧装置のみでは引き揚げることができず、業務手順で禁止されていたクレーンによるスパッドの引き揚げ作業を行っていたところ、クレーンのフックに掛けていたワイヤーの一端がフックから外れたため、ワイヤーが甲板員の左側頭部に接触した。甲板員は、脳挫傷、外傷性脳内出血により死亡した

巻き込まれ

- ・離岸作業中、甲板員が、ウインチで係留索の巻取り作業をしているときに、リモコン操作を誤ってドラムの回転が速くなり、係留索を足で踏み付けて止めようとした際に、アイに右足が入ったため、係留索に引きずられてドラムに巻き込まれた。甲板員は、肋骨、骨盤及び大腿骨骨折等を負った

荷 役

落下・転落

- ・揚荷役中、航海士が、貨物倉の床の掃除等を行おうとして縄ばしごを使用する際、縄ばしごの点検を行わなかったため、ハッチ枠に取り付けた縄ばしごのステップに両足を乗せて全体重を掛けたところ、強度が低下していた縄ばしごのステップ両端のロープが切断し、貨物倉の床に転落した。航海士は、左足関節部開放性脱臼骨折等を負った

挟まれ

- ・積荷役中、一等航海士が、コンテナの誘導を完了した際、コンテナ左舷側側面とガードパイプの間に入っていたため、左舷側に寄せて降ろされたコンテナ左舷側側面とガードパイプの間で胸部を挟まれた。一等航海士は圧死した

タンク・船倉内

酸欠・ガス吸引

- ・液体化学物質であるターシャリーブチルアルコールの揚荷役中、一等航海士が、防毒マスクを装着し、揚荷に伴って窒素ガスが注入されて酸素濃度が低下していたタンクに入ったため、酸素濃度が低下していた空気を吸入した。一等航海士が、タンクに入ったのは、タンク内のドレンプラグが取り付けられていないことに気付き、その取付けを急いだことなどから、タンクに窒素ガスが注入されていたことを失念したことによる可能性があると考えられる。一等航海士は、酸素欠乏による窒息で死亡した

落下・転落

- ・貨物タンクの減圧作業中、甲板員が危険区域に立ち入ってガス放出口の前面に立ったため、放出ガス圧により吹き飛ばされて落水した。甲板員が危険区域に立ち入ってガス放出口の前面に立ったのは、危険区域の立入禁止措置が徹底されていなかったことが関与した可能性があると考えられる。甲板員は溺死した

3. 重大事故調査事例（3事例）

公表された事故調査報告書の中から、国内で発生した船舶内作業に関連する重大死傷事故の調査事例を紹介します。

重大事故調査事例①

硫化銅精鉱の揚荷役中、酸素欠乏状態の空気を吸入して酸素欠乏症を発症

概要：本船は、硫化銅精鉱の揚荷役のために大分県大分市佐賀関港の岸壁に係船中、平成21年6月13日08時30分ごろ、作業員の1人が荷役作業に当たるため、3番貨物倉内の梯子を降りている途中で倒れ、救助に向かった他の作業員3人のうち、2人も貨物倉内で倒れた。

倒れた3人の作業員は、3番貨物倉から救助されたが、その後、いずれも死亡が確認された。

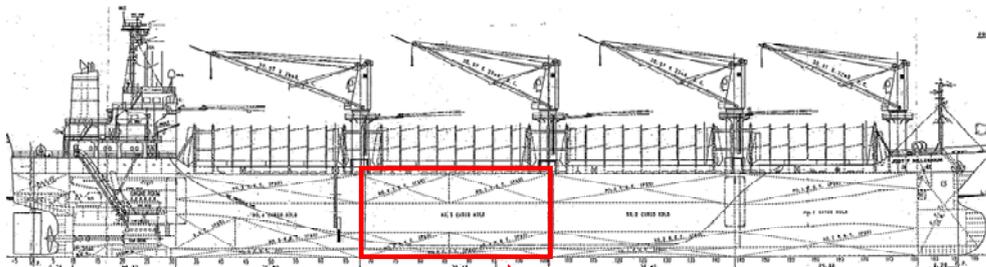
※1：「フォアマン」(Foreman)とは、船会社、代理店又は荷主と出入港日時及び作業予定の打合せを行うとともに、一等航海士と入港後の荷役手順、安全作業などの打合せを行い、荷役を監督する者をいう

【作業班の構成】(以下の7人)

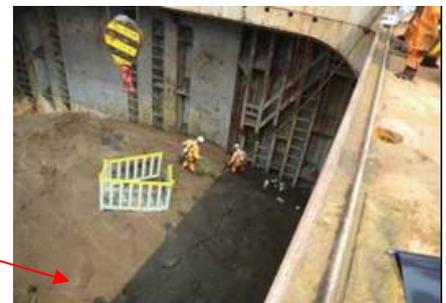
- ① フォアマン(※1)(罹災者。荷役監督)
- ② 3番貨物倉の重機車両運転手(罹災者。運転手B)
- ③ 陸上クレーンの上位職の操作員(罹災者。操作員C)
- ④ A船クレーンの操作員(操作員D)
- ⑤ 1番貨物倉の重機車両運転手(運転手E)
- ⑥ 陸上クレーンの操作員(操作員F)
- ⑦ 重機車両の玉掛け作業などを担当する作業員

本船(貨物船)

総トン数：15,071トン
 L×B×D：159.94m×26.00m
 ×13.50m
 船籍港：香港



3番貨物倉
 上：一般配置図抜粋より
 左：貨物倉内への進入路
 右：救助状況



事故発生に至る経過

本船は、ポートモレスビー港(パプアニューギニア)で銅精鉱を積載し、佐賀関港に向けて航行した

本船は、佐賀関港に係船中、運転手Bが、3番貨物倉に入って同貨物倉底部へ移動していた際、酸素欠乏状態(※4)の空気を吸入したことにより、酸素欠乏症を発症して死亡した

フォアマン、操作員C及びFは、運転手Bを救助しようとして3番貨物倉に入ったことから、フォアマンが、酸素欠乏状態の空気を吸入したことにより、酸素欠乏症を発症して死亡した

事故要因の解析

航行中、積載していた銅精鉱が酸化して密閉されていた3番貨物倉内の酸素を消費し、3番貨物倉の雰囲気(※2)が酸素欠乏状態になるとともに、銅精鉱に付着した浮遊選鉱剤(※3)から、空気より重く人体に有害な臭気ガスが発生し、滞留していた

詳細は「事故発生の要因(一次事故)」(次ページ)を参照

詳細は「事故発生の要因(二次事故)」(次ページ)を参照

※2：「雰囲気」とは、ある特定の気体やそれを主とした混合気体の状態をいう
 ※3：「浮遊選鉱剤」とは、銅の含有率が低い銅鉱石を選鉱して銅精鉱を得る方法の一つであり、銅鉱石の粗鉱を粉状にして水に懸濁(液体中に固体の微粒子が分散した状態)させ、これに油や薬剤を加えてかくはんし、発生させた泡の表面に付着した銅精鉱を集める方法である。このときに用いられる油や薬剤を「浮遊選鉱剤」という

※4： 空気中の酸素濃度が低下することを酸素欠乏といい、酸素欠乏状態の空気を吸入することで、酸素欠乏症にかかる。酸素欠乏症にかかる目まいや意識喪失、更には死に至る場合がある

次ページへ

操作員 F は、フォアマンと操作員 C に続いて 3 番貨物倉に入ったところで、息苦しさを感
じ、操作員 C の戻れの合図を受けて、操作員
C と共に上甲板に戻った

操作員 C 及び F は、運転手 B とフォアマンを
救助しようとして 3 番貨物倉に再び入ったこ
とから、操作員 C が、酸素欠乏状態の空気を
吸入したことにより、酸素欠乏症を発症して
死亡した。操作員 F は、昇降口付近まで戻っ
たところで本船乗組員に救助された

このとき、操作員 F は、フォアマンと操作員 C を制止しようと思
いながらも、自分も救助を行わなければならないと思い、そ
の責任感と焦燥感に駆られて冷静さを欠いていた

本件荷役会社 (B 社) による「酸素濃度測定標準 (船内作業)」

- ✓ 酸素欠乏危険作業主任者は、本船が入港し、各ハッチ口が開放された後、船内に作業員が入る前に船内の酸素濃度を測定する。
- ✓ 船内荷役作業主任者は、酸素欠乏危険作業主任者の測定結果の報告を受け、酸素濃度が 18% 以上なければ作業員を船倉内に入れてはならない

詳細は「事故発生の要因 (三次事故)」(本ページ) を参照

事故発生の要因 (一次事故・運転手 B)

事故発生の要因として、次のことが考えられる。

- ▶ 揚荷役に従事する運転手 B が、雰囲気酸素欠乏状態になっている 3 番貨物倉に入って、酸素欠乏状態の空気を吸入して酸素欠乏症を発症したこと
- ▶ 雰囲気が酸素欠乏状態になっている 3 番貨物倉に入った要因
 - ・ 3 番貨物倉の昇降口に進出許可表示板が掲示されていたこと
 - ・ 1 番貨物倉に他の作業員が入って重機車両の運転を始めていたこと
- ▶ 3 番貨物倉の雰囲気が酸素欠乏状態になっていた要因
 - ・ 3 番貨物倉に積載されていた銅精鉱が、ポートモレスビー港から佐賀関港まで輸送される間に酸化し、密閉されていた 3 番貨物倉内の空気中の酸素を消費したこと
- ▶ その他の要因
 - ・ フォアマンが 3 番貨物倉の雰囲気が酸素欠乏状態になっていることを認識していなかった
 - ・ 酸素濃度計測を定められた方法によらずに行うことが慣行になっていたこと
 - ・ 本件製錬所 (A 社) 及び本件荷役会社 (B 社) が、フォアマンを含む荷役監督が酸素濃度計測を定められた方法によらずに行っていた慣行を把握せず、定められた方法で酸素濃度計測を行うよう指導していなかったこと



進入許可表示板



防毒マスクと吸収缶

事故発生の要因 (二次事故・フォアマン)

事故発生の要因として、次のことが考えられる。

- ▶ 運転手 B が倒れた旨の報告を受けたフォアマンが、3 番貨物倉の雰囲気が酸素欠乏状態になっていることに気付かなかったため、運転手 B を救助しようとして操作員 C 及び F と共に 3 番貨物倉に入り、フォアマンが酸素欠乏状態の空気を吸入して酸素欠乏症を発症したこと
- ▶ フォアマンは、運転手 B を救助することの責任感と焦燥感に駆られて冷静さを欠いたことから、3 番貨物倉の雰囲気が酸素欠乏状態になっていることに気付かなかった可能性
- ▶ ハッチカバーが開放されて時間がたてば、自然換気のみで貨物倉の酸素欠乏状態が解消されると認識していた作業員がいたこと。(浮遊選鉱剤から発生した空気より重い臭気ガスは、貨物倉の下方に滞留し、空気との置換が行われなかった)
- ▶ 4 年前の貨物倉での酸素欠乏による死亡事故以降、本事故発生までの間に酸素欠乏の雰囲気を計測したことはなく、酸素欠乏症による人身事故もなかったこと。
- ▶ 本件荷役会社が、作業員に対して銅精鉱が積載されている貨物倉内で人身事故が発生した場合の対処法を適切に指導及び訓練していなかったこと

事故発生の要因 (三次事故・操作員 C)

事故発生の要因として、次のことが考えられる。

- ▶ 操作員 C が、操作員 F と共に、フォアマン及び運転手 B を救助しようとし、防毒マスクを装着して操作員 F とともに、再び 3 番貨物倉に入ったため、酸素欠乏状態の空気を吸入して酸素欠乏症を発症したこと
- ▶ 装着した防毒マスクで酸素欠乏状態に対応できると思ったこと
- ▶ 責任感と焦燥感に駆られて冷静さを欠いていたこと
- ▶ 一次事故発生後に救助に赴いた際に酸素欠乏症を発症して適切な判断ができなかったこと
- ▶ 本件荷役会社が、作業員に対して銅精鉱が積載されている貨物倉内で人身事故が発生した場合の対処法を適切に指導及び訓練していなかったこと

提言（勧告・安全勧告・意見）

当委員会は、本事故調査の結果を踏まえ、A社及びB社に対し、運輸安全委員会設置法第27条第1項の規定に基づき、以下のとおり勧告しました。

A社に対する勧告

- (1) 荷役に携わる可能性がある全ての従業員に対し、硫化銅精鉱の性状及び危険性を教育すること。
- (2) 荷役に携わる可能性がある全ての従業員に対し、必要に応じて安全、かつ、確実に酸素濃度を計測できるよう、酸素濃度計の取扱いを教育すること。
- (3) 浮遊選鉱剤のMSDS（※5）を荷送人に請求すること。
- (4) 硫化銅精鉱に付着した浮遊選鉱剤によっては、有害なガスを発生し、また、空気より重いそれらのガスが貨物倉に滞留し、空気との置換を妨げる危険性があることを荷役に携わる可能性がある全ての従業員に周知すること。
- (5) 荷役に携わる可能性がある全ての従業員に対し、酸素欠乏及び酸素濃度欠乏症の危険性を周知し、また、硫化銅精鉱が積載されている貨物倉内で人身事故が発生した場合の対処法を適切に指導及び訓練して習熟させること。

B社に対する勧告

- (1) 荷役に携わる可能性がある全ての従業員に対し、硫化銅精鉱の性状及び危険性を教育すること。
- (2) 荷役に携わる可能性がある全ての従業員に対し、必要に応じて酸素濃度を計測できるよう、酸素濃度計の取扱いを教育すること。
- (3) 荷役に携わる可能性がある全ての従業員に対し、酸素欠乏及び酸素濃度欠乏症の危険性を周知し、また、硫化銅精鉱が積載されている貨物倉内で人身事故が発生した場合の対処法を適切に指導及び訓練して習熟させること。

当委員会は、本事故調査の結果を踏まえ、硫化銅精鉱の荷送人であるC社に対し、以下の措置をとることを勧告（安全勧告）しました。

C社に対する安全勧告

C社は、浮遊選鉱剤が硫化銅精鉱に付着している可能性がある場合、その性状や危険性を周知するため、硫化銅精鉱を積載する船舶及び受け荷主に対し、硫化銅精鉱に関する情報（MSDS等）に加え、浮遊選鉱剤に関する情報（MSDS等）を提出すること。

当委員会は、本事故調査の結果を踏まえ、同種事故の再発防止のため、国土交通大臣に対して、運輸安全委員会設置法第28条の規定に基づき、以下のとおり意見を述べました。

国土交通大臣に対する意見

硫化銅精鉱に付着した浮遊選鉱剤によっては、有害なガスが発生し、また、空気より重いそれらのガスが貨物倉に滞留し、空気との置換を妨げる危険性があるため、浮遊選鉱剤の使用上における注意事項を国際海事機関（IMO）を介して広く周知することを要請する。

※5：「MSDS」（Material Safety Data Sheet）とは、製品安全データシートのこと、化学物質や化学物質が含まれる原材料などを安全に取り扱うために必要な情報を記載した資料のことをいう

再発防止に向けて

同種事故の再発を防止するため、銅精鉱の荷役及び運送に携わる皆さんに注意していただきたいこと

- (1) 閉鎖されていた区画の雰囲気を知るためには、酸素濃度及びガス濃度の検知が適正に行われなければなりません。
- (2) 閉鎖されていた区画の雰囲気を把握し、強制換気するなどして安全な雰囲気にならない限り同区画に入ってはなりません。
- (3) 貨物倉に入って罹災者を迅速に救出することは容易ではなく、また、一たび酸素欠乏症を発症すれば、貨物倉内から生還することが困難なことを肝銘すべきです。

また、当委員会は、銅精鉱の荷役及び運送に携わる業界等の皆さんに対し、銅精鉱を取り扱う際に生じる危険性につき、本報告書を関係者に周知し、一層注意を喚起することを要請しています。

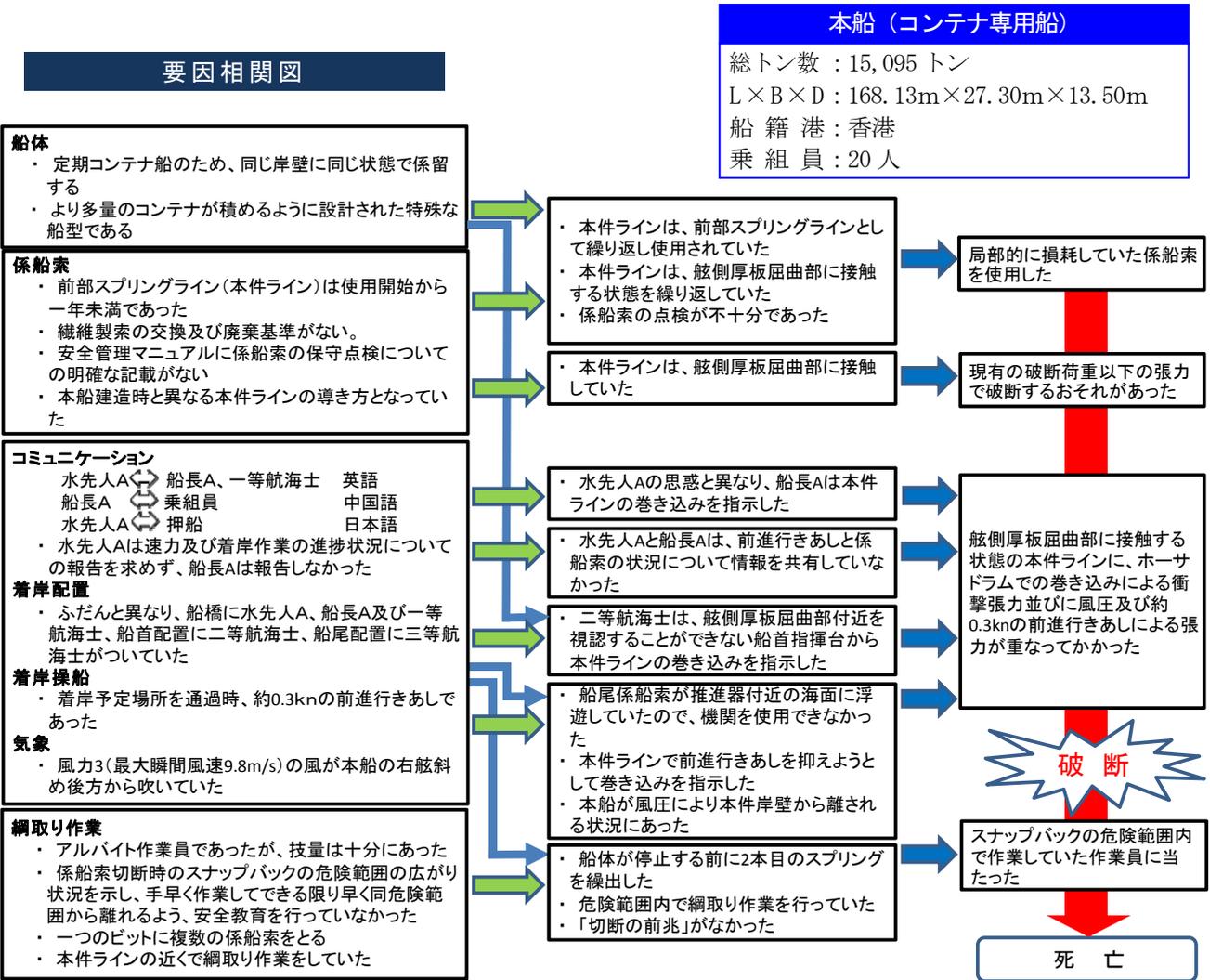
本事例の調査報告書は当委員会ホームページで公表しております。（2012年4月27日公表）

http://www.mlit.go.jp/jtsb/ship/report/MA2012-4-1_2009tk0008.pdf

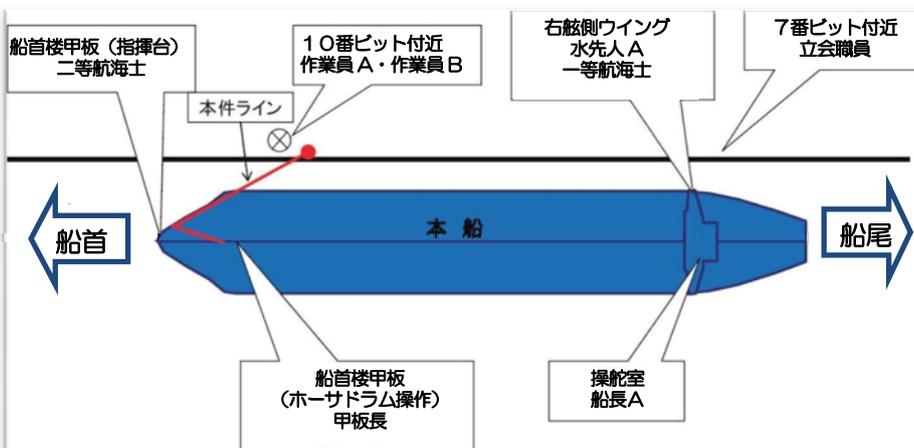
重大事故調査事例②

コンテナ専用船が岸壁に着岸作業中、係船索が破断し、跳ねた係船索が綱取り作業中の作業員に当たり作業員が死亡

概要：コンテナ専用船（本船）は、阪神港神戸区において、ポートアイランドコンテナ岸壁18に着岸作業中、平成21年3月20日07時36分ごろ、同岸壁上のビットに係止していた係船索が破断し、跳ねた係船索が綱取り作業に従事していた作業員2人に当たり、両作業員が死亡した。



本事故当時の関係者の位置



本事故発生時の気象

平均風速：3.6～3.7m/s
 最大瞬間風速：9.8m/s
 風向：北東



係船索の破断状態

■ ホーサドラム：約200mの係船索を巻き付けたドラムを回転させて係船索の巻き出し及び巻き込みを行う装置をいう

■ ボラード/ビット：船に係留させるときに係船索を巻き付けて係止させる甲板に設置した柱をいう。一般に2本一組に作られたものをボラードと言ひ、1本のものをビットという

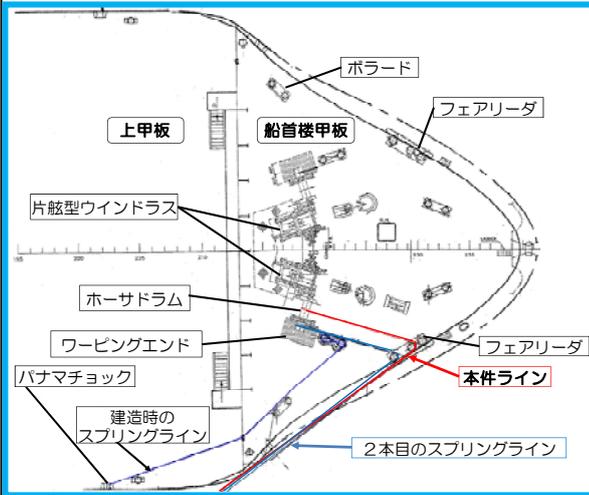
■ スプリングライン：係留時、船首から後方に、又は、船尾から前方にとる係船索をいう

前部スプリングラインに関する解析及び安全管理の状況

購入時期及び強度等

本船は、平成20年6月に、IMOのガイダンスに示された最低破断荷重を上回る強度を有していた、前部スプリングライン（本件ライン）を購入し、同年8月から使用していたものと考えられる

前部スプリングラインの導き方



前部スプリングラインの導き方

本船の建造時、前部スプリングラインは、船首楼甲板にあるボラードから上甲板上のパナマチョックに導き、そこから岸壁上のビットに向けて伸ばすようになっていた

この導き方で前部スプリングラインの長さを調整する場合、通常、少なくともワーピングドラムを操作する者と係船索を取り扱う者の2人を配置する必要がある

本件ラインは、着岸時に船の前方水域に余裕がない場合などに、船の前進力を抑制させるなどの目的で最初に岸壁に送られるため、船の移動状況に応じてその長さを調整する必要がある

本船においては、
 ・着岸場所が決められていた
 ・作業指揮をとる航海士のほか4人の乗組員が船首配置で着岸作業に当たっていた
 ・前部スプリングラインに引き続いてヘッドラインなどを岸壁に送る

作業の効率性を考慮してホーサドラムに巻かれていた本件ラインを前部スプリングラインとして使用していたものと考えられる

使用状況

本件ラインは、前部スプリングラインとして舷側厚板屈曲部に接触する状態で繰り返し使用されていたものと考えられる。このため、アイの先端部から20～34mの範囲において、ヤーンの飛び出し、破断及び毛羽立ちの損耗が生じ、強度が低下していたものと考えられる

本件ラインの使用期間が1年未満であったことから、本件ラインに損耗が生じていたにもかかわらず、使用した可能性があると考えられる

点検状況

船舶管理会社（B社）が定めた安全管理マニュアルのチェックリストには、係船索の保守点検に関する規定がなかったものと考えられる

一等航海士及び甲板長は、ふだんから本件ラインを含めて係船索の目視点検を行っていたが、OCIMF（石油会社国際海事評議会）の「係留設備に関する指針（第2版）」に記載されている「繊維製索の検査と交換」及び「係留設備に関する指針（第3版）」に記載されている「繊維製係船索の点検」を参考にした点検を実施していなかった可能性があると考えられる

係船索の取扱い等に関する情報を参照（11ページを参照）

本事故時の綱取り作業員の状況

- ① アルバイト作業員の作業員A及び作業員Bは、前部スプリングラインが岸壁前面に設置されたフェンダーの下方に入ることを避けるため、10番ビットから13番ビット方向に約10m寄ったところに立ち、2本目の前部スプリングラインにつないだワーピングラインを手繰り寄せていたものと考えられる
- ② 破断した本件ラインが、作業員Aの左顔面に、作業員Bの右顔面及び右頸部にそれぞれ当たったものと推定される

○A社は、アルバイト作業員に対して採用時に基本的な安全教育を行い、同作業員の技術習得状況等をシールで表示し、また、作業責任者などが作業現場において事故事例などを説明して安全教育を行っており、作業責任者は、技術習得状況等に応じてアルバイト作業員に作業を行わせていたものと考えられる

○A社は、綱取り作業員に対し、張力のかかった状態の係船索が破断したときのスナップバックの危険範囲の広がり状況を示し、張力がかかった係船索のそばで作業をしなければならない場合は、手早く作業してできる限り早くスナップバックの危険範囲から離れるよう、安全教育を行っていなかったものと考えられる

▶ パナマチョック：甲板上的の舷側に設けた導索物をいう

▶ ワーピングドラム：摩擦力を利用してロープなどを巻く、ウインドラスの鼓型回転部をいう

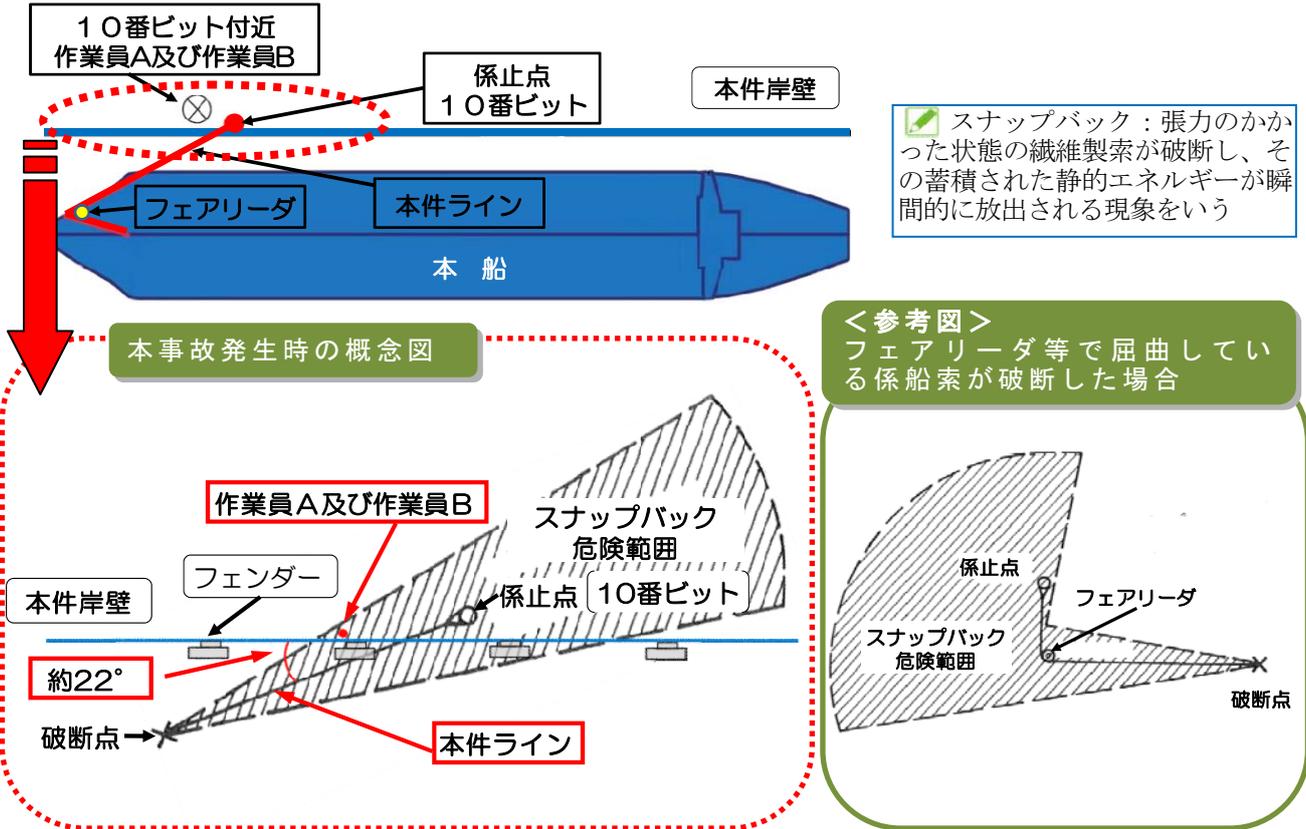
▶ 舷側厚板：上甲板の舷側に取り付ける厚板をいう

▶ 船側外板：舷側厚板を除き、ビルジ上端から乾舷甲板までの船側に取り付ける外板をいう

係船索の取扱い等に関する情報

出典：(OCIMF「係留設備に関する指針（第2版）及び（第3版）」)

本事故発生時の概念図及びスナップバックの危険範囲



※ 本事故発生時の概念図では、破断点が係止点とフェアリーダの間であった場合のスナップバックの危険範囲を示している。
 本船においては、参考図のように、フェアリーダにより係船索が屈曲しており、破断点がフェアリーダとワーピングエンドとの間であった場合には、スナップバックの危険範囲は更に広がる

係船索の危険性

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、スナップバックである

- 繊維製索は、通常、予告もなく破断する。
- ワイヤーロープと違い、完全に切り離される前に差し迫った危険を示す信号音を発することもなく、また、数本の損傷した素線を見いだすこともない

原則として、破断点から繊維製索の周囲約10°の円錐形内のどの位置においても、危険が存在する

破断した繊維製索は、係止点から反対方向へ跳ね返ることになり、おそらく、その距離はほぼその長さと同じである

- スナップバックによる潜在的な危険範囲を全て予測することは不可能である
- 潜在的な危険範囲であることが疑われる場合は、緊張しているロープから十分に離れなければならない

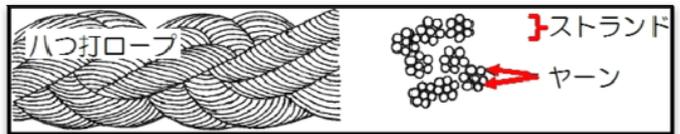
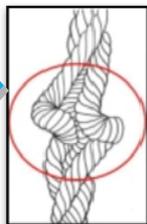
事故防止策

張力がかかった繊維製索のそばで作業をしなければならない場合は、手早く作業してできる限り早くそこから離れること

繊維製索の取扱い

ホーサドラムなどに巻かれた繊維製索は、摩耗箇所を分散させるために、約2年ごとに使用頻度の高い先端部と使用頻度が低い他端部とを振り替えて使用するなどの措置を講じるべきである

ホックリング：通常、撚りロープだけに発生する変形状態をいう



繊維製索の構造

繊維製索の検査と交換

- 繊維製索を使用する前には、劣化の明確な兆候がないかどうかを点検し、また、少なくとも年に1回は総点検すべきである
- ホックリング、切損、表面の摩耗及び溶融などの損傷の兆候は、容易に視認できるが、その他の損傷の兆候については、確認しがたいことから、明確な交換基準を規定することは困難であるが、ロープに生じる損傷と摩耗タイプを以下に述べるとともに、一般的な指針については次のとおり

ロープに生じる損傷と摩耗タイプ及び一般的な指針

① 切損

一般的には、1本又は数本のストランドの断面の25%にわたる切損は、その繊維製索を決定的に弱くする。このような繊維製索は、切損部を切除してスプライス(※)を入れるか又は廃棄すべきである

② 外部摩耗

外部摩耗は、全体に毛羽立った外観を呈することで明らかになる。もし、繊維製索の径が約5%以上摩耗によって減少すれば、廃棄すべきである。どれか1本のストランドの摩耗がストランド断面の15%以上に浸食したら、その部分を切除してスプライスを入れるべきである

③ 内部摩耗

内部摩耗は、周期的な荷重が繊維製索にかかるときにストランドとヤーンのそれぞれが互いに擦れ合うことにより生じるものであり、いくつかのヤーンが擦り切れるまでに進行していたならば、そのロープは廃棄すべきである

係留索の点検・廃棄基準

繊維製係船索の点検

使用中の繊維製係船索に損傷や変形等がない場合、残存強度を目視で判断することは推奨できないが、強度の低下と索断面における繊維の破断量との間には密接な関係がある

繊維製係船索の廃棄

- 繊維製係船索の廃棄の目安を査定する際には、使用頻度、摩耗、曲げ半径、化学物質による浸食等を考慮する必要がある
- 他に廃棄の目安となる情報がない場合、残存強度が最大破断荷重の75%となったときに交換時期である

スプライス：2本の索の端を解いて組みつなぎすることをいう

定期的に外観検査を行い、摩耗、光沢又は艶及び変色の状況並びに索径の変化及び柔軟性等について確認すべきである

通常の繊維製係船索において、索断面における25%のヤーンの損傷は、索強度における25%の低下を意味する

提言（安全勧告）

当委員会は、本事故調査の結果を踏まえ、運航会社兼船舶管理会社（B社）に対し、以下の事項について検討し、必要な措置を講じるよう、また、中華人民共和国香港特別行政区海事局に対しては、同社に対して指導監督に当たるよう勧告（安全勧告）しました。

B社及び中華人民共和国香港特別行政区海事局に対する勧告

本事故では、係船索に損耗が生じていたことに加え、係船索が舷側厚板屈曲部に接触する状態となっていたところに、ホーサドラムでの巻き込みによる衝撃張力並びに本船の前進行きあし及び風圧による張力が重なってかかったことにより、係船索が破断して綱取り作業に従事していた作業員2人に当たり、両作業員が死亡した。

B社が策定した安全管理マニュアルには、係留時において、係船設備が適切な状態にあるかどうかを点検するように定めている。しかしながら、本事故の場合、前部スプリングラインの損耗状態から判断し、当該マニュアルに定めるような「適切な状態」にあったとは言い難い。

したがって、船舶を係留する際には、係船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、安全かつ効果的な係留力が得られるよう、係船索を導く経路及び係止するビットなどに配慮すること、並びに作業指揮者は係船索の状況が把握できる位置で作業指揮をとることを明記し、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。

再発防止に向けて

同種事故の再発を防止するため、係船索製造業及び係離船業の皆様にご注意いただきたいこと

係船索製造業者は、自らが製造した係船索について、その外観から判断できる交換及び廃棄基準を作成し、当該係船索を使用する者に提供することが望めます。

係離船業者は、自らが行う綱取り作業員に対する安全教育において、張力のかかった状態の係船索が破断したときのスナップバックの危険範囲の広がり状況を周知し、同係船索のそばで作業をしなければならない場合は、手早く作業してできる限り早くスナップバックの危険範囲から離れるなど、その範囲内での作業を極力避けるよう指導することが望めます。

また、当委員会は、係船索製造業及び係離船業に携わる皆様に対し、係船索の交換及び廃棄基準並びにその作業における危険性について、本報告書を関係者に周知し、一層注意を喚起することを要請しています。

重大事故調査事例③

デッキクレーンを使用して貨物を巻き上げ中、ワイヤロープが破断し貨物がはしけの船倉に落下

概要: 貨物船 (A 船) は、京浜港横浜第 1 区山下ふ頭 3 号岸壁に右舷着けで係留し、同船の左舷側に接舷しているはしけ (B 船) の船倉から 3 号デッキクレーンを使用して貨物を巻き上げ中、平成 20 年 9 月 1 日 10 時 05 分ごろ、デッキクレーンの巻上用ワイヤロープが破断して貨物が B 船の船倉内に落下した。

B 船上で作業を行っていた作業員のうち、5 人が落水して 1 人が死亡し、救助された 4 人のうち 3 人が打撲傷を負った。

事故発生に至る経過

A 船に乗船した荷役会社の荷役作業員 7 人及びその他の作業員によって 3 号クレーンの 320t 用フックブロック (主フックブロック) に 4 本の吊り上げ用ワイヤロープ (グロメット) が掛けられたのち、ジブ(※1)が左舷側に振り出され、接舷している B 船に積載された貨物の吊上用金具 4 か所にグロメットが掛けられた

※1「ジブ」とは、クレーン本体から突き出した“腕”をいう



A 船は、船長が合図を送り、甲板手が 3 号クレーンを操縦し、320t 巻上用ワイヤロープ (主ワイヤ) 及び 4 本のグロメットのたるみを取り除いたのち、09 時 40 分ごろから貨物の巻き上げを開始した。10 時 00 分ごろ貨物は B 船の船倉底から離れ、10 時 05 分ごろ船倉底から約 7~8m 巻き上げられたとき、3 号クレーンの主ワイヤが破断して貨物が B 船の船倉に落下した



事故要因の分析

ワイヤが破断したことの分析

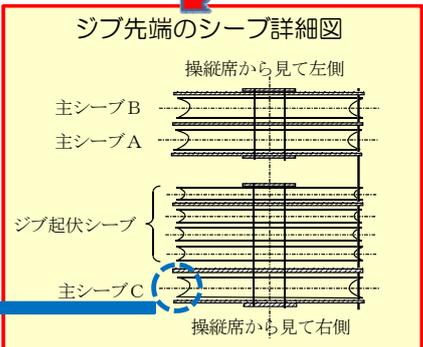
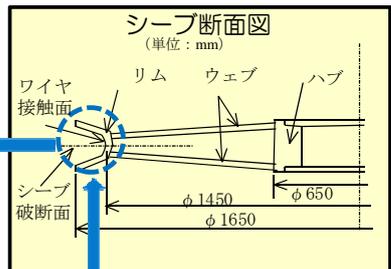
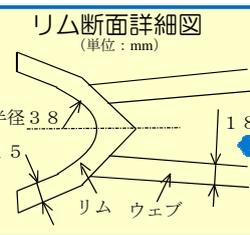
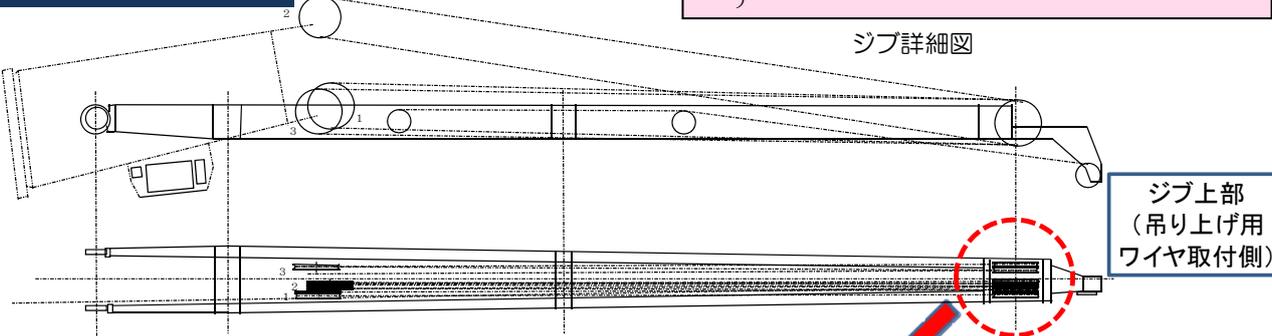
主ワイヤは、主シーブ C (※2) のリムが全周にわたって割損したことにより、主ワイヤに加わっていた張力が急減し、次いで割損したリムの隙間に落ち込んでハブで止まった際、破断荷重を超える衝撃的な過大荷重が加わって破断したものと考えられる。

主シーブ C のリムは、リム材料であるアングル鋼の製造時に生じた微小亀裂がワイヤガイド面の裏面となる部分に存在していたこと、リムの製造過程で、リム表面の硬さが増加して靱性が低下するとともに、リムの残留応力が除去されなかったこと、及び制限荷重に近い重量の貨物を吊り上げたことから、3 号クレーン稼働中にぜい性破壊条件に合致することとなり、破断したものと考えられる。

リムは、リムの製造時に、材料の曲げ加工及び整形が冷間加工で実施され、材料が引き延ばされたり絞られたりしたことから、リム表面の硬さが増加して靱性が低下したものと考えられる

※2「シーブ」とは、ワイヤロープを掛ける滑車をいう

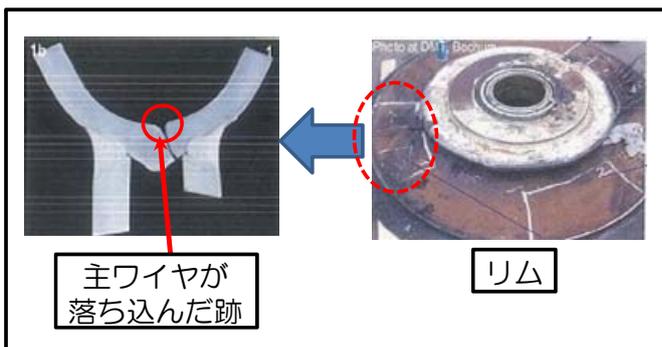
ジブ及びシーブ図





作業を行っていた荷役会社の荷役作業員 7 人及び運航責任者の合計 8 人のうち、3 人は、B 船の左舷船首部に接したはしけに乗り移ったものの、荷役作業員 5 人が落水し、そのうち 4 人は、付近の船舶やはしけに救助されたが、荷役作業員 1 人が行方不明となった。
同日の夕方、捜索を行っていたダイバーにより海底で行方不明になっていた荷役作業員が発見され、死亡が確認された。また、救助された 4 人のうち、3 人が打撲傷を負った。
B 船は、貨物により船倉船底に破口が生じて沈没した

死傷者が発生したことの分析
荷役作業員の 1 人は、落下した主フックブロック又はグロメットが当たったことにより死亡した可能性があると考えられる。また、他の荷役作業員の 3 人は、貨物の船倉内への落下による衝撃を受け、又は落水したことにより、負傷したものと考えられる。なお、いずれの作業員もヘルメット及び安全靴を着用していた



主ワイヤが落ち込んだ跡

リム

リム割損状況

ジブ起伏シーブ キーシーブ C

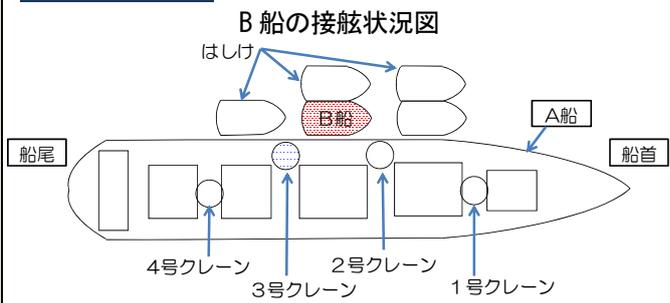


3号クレーンジブ先端のシーブ

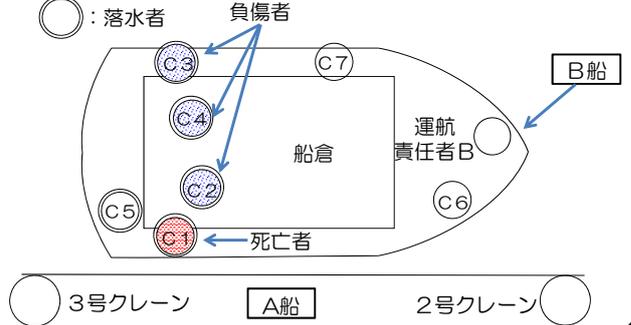
A 船に関する情報

A 船は、平成 20 年 8 月 13 日、上海の造船所において、船級協会(※3)である Germanischer Lloyd(GL)による 4 基のデッキクレーンの定期検査を行い、2 号及び 3 号クレーンについては、GL の規定による制限荷重(※4)の 1.1 倍である荷重 352t の荷重試験が行われ、それぞれ合格した
※3「船級協会」とは、船舶の構造及び設備に関する規則を定め、それに従って船舶を検査して船級を与え、船級証書を発行する非営利の法人をいう
※4「制限荷重」とは、クレーンを安全に使用することができる最大荷重をいい、S. W. L (Safe Working Load) と略され、制限半径(制限荷重で使用することができる最大の旋回半径)と組み合わせて表される

B 船状況図



B 船上の荷役作業員及び運航責任者 B 立ち位置図



1号クレーン 2号クレーン 3号クレーン 4号クレーン



A 船全景（事故後撮影）



船底に破口が生じたB船

貨物に関する情報

荷役管理会社作成の積荷計画書及びA船の船舶管理会社が提出した電機メーカー作成の貨物詳細図によれば、貨物は、電機メーカーが製造した発電所用の蒸気タービン駆動発電機で、長さ約11.4m、幅約5.5m、高さ約4.6m、重量314tであった

吊上用金具 グロメット（吊り上げ用ワイヤーロープ）



事故直前の本件貨物

提言（安全勧告）

当委員会は、本事故調査の結果を踏まえ、クレーン製造会社に対し、以下の措置をとることを勧告（安全勧告）しました。

クレーン製造会社に対する勧告

本事故は、A船の3号クレーンを使用して本件貨物を巻き上げ中、ジブ先端の主シーブCのリムが割損し、主ワイヤが割損したリムの隙間に落ち込んで破断して本件貨物並びに主フックブロック及びグロメットがB船に落下したことにより発生した可能性があると考えられる。

本事故は、事故の約3週間前に3号クレーンの荷重試験が行われて合格したにもかかわらず発生し、割損した主シーブCのリム割損面にぜい性破壊が観察され、また、非損傷の主シーブEのリムに大小の亀裂が観察された。

このことから、クレーン製造会社は、溶接構造のシーブについて、大きな曲げ加工及び整形を伴うリムを製造する際は、材料の選択を含む製造工程の管理を適切に行うべきであると考えられる。

本事例の調査報告書は当委員会ホームページで公表しております。(2011年6月27日公表)

http://www.mlit.go.jp/jtsb/ship/report/MA2011-6-1_2008tk0008.pdf

4. まとめ

本号で紹介した重大事故調査事例（3事例）及びそのほかの調査・公表した「船舶内作業に関連する死傷等事故」から導かれた発生状況及び再発防止に向けての教訓について、以下のとおりまとめました。

「船舶内作業に関連する死傷等事故」の発生状況

◆事故種類別・作業分類別にみた発生状況

事故種類別にみると、死亡事故が38件(40.0%)であり、事故発生時における作業分類別では、係留・錨泊、荷役及びタンク・船倉内で全体の約7割を占めている。

◆死傷者の状況

死傷者数は、死亡41人(35.3%)、重傷43人(37.1%)、軽傷32人(27.6%)であり、死傷者数の種別内訳をみると、乗組員84人(72.4%)、作業員30人(25.9%)、その他2人(1.7%)となっている。

◆船種別・トン数別発生状況

船種別にみると、貨物船が43隻(45.3%)と最も多く、トン数別にみると100～1,600トンの区分で約5割を占めている。

◆事故の態様別発生状況

接触・強打が26件(27.4%)、落下・転落が24件(25.3%)、挟まれが23件(24.2%)と、多く発生している。

係留・錨泊作業時の発生状況

- 事故態様別では、接触・強打が35.5%(11件)、挟まれが25.8%(8件)と多く発生している

荷役作業時の発生状況

- 事故態様別では、落下・転落が39.1%(9件)、挟まれが、34.8%(8件)と多く発生している
- 死傷者数では、計35人と最も多く発生している

タンク・船倉内時作業の発生状況

- 事故態様別では、酸素欠乏・ガス吸引が46.1%(6件)と多く発生している
- 死亡者の発生割合が82.3%(14人)と、非常に高い割合となっている

重大事故調査事例から得られた教訓

◆硫化銅精鉱の揚荷役中、酸素欠乏症を発症（重大事故調査事例①）

教訓① 閉鎖された区画に立ち入る場合には、酸素濃度及びガス濃度の計測を適正に行った上で、危険な値であれば強制換気をするなどして、安全な値になるまで待つこと。

教訓② 硫化銅精鉱が積載されている貨物倉内で酸素欠乏症による人身事故が発生した場合の対処法に習熟すること。

教訓③ 硫化銅精鉱及びこれに付着した浮遊選鉱剤の性状及び危険性を理解すること。

◆係船索が破断し、跳ねた係船索が作業員に当たり作業員が死亡（重大事故調査事例②）

教訓④ 係船索が破断したときのスナップバックの危険範囲を認識し、張力がかかった繊維製索のそばで作業をしなければならない場合は手早く作業して速やかにその範囲から離れること。

教訓⑤ 繊維製の係船索の劣化を確認するのは困難であるが、舷側厚板屈曲部などに繰り返し接触する部分がある場合は、日頃から点検するなど留意すること。

事故防止分析官のひとこと

今回紹介した事故の事例は、船舶の航行に伴って発生したものではなく、係船作業や荷役作業、タンク・船倉内での作業の際に起こったものです。これらは衝突や転覆などの船舶事故に比べると希少な事例かも知れませんが、普段見落としがちな要因が元になって重大な事故が発生しかねないという点で、いずれも示唆に富む事例であると思われます。

同様の事故の再発防止のためには、積載している貨物や船舶の設備・装置の特質や危険性について乗組員や作業員の方々に認識して頂くことが大切で、そしてそれは、常日頃からの安全教育等、事業者の皆様の適切な取組みによって成し得るものであると考えております。

ご意見お待ちしております

〒100-8918 東京都千代田区霞が関2-1-2

国土交通省 運輸安全委員会事務局

担当：参事官付 事故防止分析官

TEL 03-5253-8111(内線54234) FAX 03-5253-1680

URL <http://www.mlit.go.jp/jtsb/index.html>

e-mail jtsb_analysis@mlit.go.jp