

船舶事故調査報告書

船種船名 ばら積み貨物船 EVER FELICITY

IMO番号 9379856

総トン数 9,589トン

事故種類 陸上作業員死傷

発生日時 令和6年5月20日 07時35分ごろ

発生場所 宮城県石巻市石巻港^{ひばりの}雲雀野北ふ頭

石巻港雲雀野指向灯から真方位346.7° 960m付近

(概位 北緯38°24.4' 東経141°16.9')

令和7年3月19日

運輸安全委員会(海事部会)議決

委員長 武田展雄

委員 伊藤裕康(部会長)

委員 上野道雄

委員 早田久子

委員 岡本満喜子

要旨

<概要>

ばら積み貨物船^{エバー フェリシティ}EVER FELICITY(以下「本船」という。)は、宮城県石巻市石巻港の^{ひばりの}雲雀野北ふ頭において、荷役作業中、令和6年5月20日07時35分ごろ陸上作業員2人が船倉内で意識を失って倒れ、病院に搬送されたが、1人が死亡し、1人が負傷した。

<原因>

本事故は、本船が、石巻港の雲雀野北ふ頭で^{やし}パーム椰子殻(以下「PKS」(Palm Kernel Shell)という。)の積荷役作業中、事前に第1船倉の作業環境測定が行われなかったため、同船倉内に入った2人の陸上作業員が、標準大気よりも酸素濃度が低

く、二酸化炭素濃度が高い空気を吸引して意識を失い、PKS上に倒れたことにより発生したものと考えられる。

事前に第1船倉の作業環境測定を行われなかったのは、日本通運株式会社仙北支店が、PKSの積荷役作業の実施に当たり、船倉内の作業環境測定を含むリスクアセスメントを記載した安全作業手順書を作成せず、陸上作業員に対し、船倉内作業の関連法令に基づく安全管理を行わなかったことによるものと考えられる。

PKSの積荷役作業の実施に当たり、安全作業手順書が作成されなかったのは、次のことによるものと考えられる。

- (1) 日本通運株式会社仙北支店担当者は、本船が空船で入港することで船倉に危険性がなく、揚げ荷役と逆の手順で作業を行えばよいと考え、PKSの積荷役作業が日本通運安全衛生マネジメントシステムに示す作業方法等を新規に採用するなどの作業に当たるものではないと判断した。
- (2) 日本通運株式会社仙北支店では、前記(1)の日本通運株式会社仙北支店担当者の判断に対し、新たな安全作業手順書を作成しなければならないとの指示、指摘等はなく、PKSの積荷役作業の実施に当たり、ばら積貨物の積荷役に関する経験や手順を基に従来の方法で安全に作業ができると考え、作業計画表による作業実施を作業員に指示した。
- (3) 日本通運株式会社仙北支店担当者及び作業員は、船倉にPKSの積載が進む過程において、作業環境が変化することに思い至らず、船倉で作業環境測定を行う必要があることを定める労働安全衛生法（昭和47年法律第57号）、労働安全衛生法施行令（昭和47年政令第318号）、酸素欠乏症等防止規則（昭和47年労働省令第42号）等に該当する認識がなかった。

1 船舶事故調査の経過

1.1 船舶事故の概要

ばら積み貨物船^{エバー フェリシティ}EVER FELICITYは、宮城県石巻市石巻港の^{ひばりの}雲雀野北ふ頭において、荷役作業中、令和6年5月20日07時35分ごろ陸上作業員2人が船倉内で意識を失って倒れ、病院に搬送されたが、1人が死亡し、1人が負傷した。

1.2 船舶事故調査の概要

1.2.1 調査組織

運輸安全委員会は、令和6年5月23日、本事故の調査を担当する主管調査官ほか2人の船舶事故調査官を指名した。

1.2.2 調査の実施時期

令和6年5月23日、12月27日 口述聴取及び回答書受領

令和6年5月24日、25日、7月25日、26日 現場調査、口述聴取及び回答書受領

令和6年5月30日、6月4日、5日、13日、14日、21日、7月3日、20日、22日、23日、8月2日、21日、28日、10月2日、18日、23日、11月12日、13日 回答書受領

1.2.3 調査協力等

公益社団法人日本農芸化学会及び一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会から、パーム椰子殻^{やし}の発酵プロセスに関する情報提供を受けた。

1.2.4 原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

2 事実情報

2.1 事故の経過

本事故が発生するまでの経過及び本事故発生後の救助活動の経過は、現地調査、EVER FELICITY（以下「本船」という。）の船長、航海士2人（以下「航海士A」、「航海士B」という。）、本船の荷役を請け負っていた日本通運株式会社（以下「A社」という。）仙北支店（以下「A₁支店」という。）の担当者、本船の第1船倉内に入った

2人の陸上作業員（以下「作業員A」、「作業員B」という。）のうち負傷した作業員B、作業員A及び作業員Bを救助した救助隊員の口述並びにA₁支店、作業員A及び作業員Bが搬送された病院の回答書によれば、次のとおりであった。

2.1.1 本船の運航及び本事故発生までの経過

本船は、船長ほか17人（中華人民共和国籍5人、インドネシア共和国籍4人、ミャンマー連邦共和国籍6人、ベトナム社会主義共和国籍2人）が乗り組み、パーム椰子殻（以下「PKS^{*1}」という。）を積載する目的で、令和6年5月15日07時00分ごろ、宮城県石巻市石巻港の雲雀野北ふ頭（以下「本件ふ頭」という。）に船首を西に向けて右舷着けで着岸した。

本船は、着岸時には空船の状態であり、荷役契約に基づき、本件ふ頭に野積みされたPKS 10,000MT^{*2}を第1船倉及び第2船倉に分けて積載する計画であった。同PKSの積荷役作業（船舶等に貨物等を積み込む作業、以下「本件積荷役作業」という。）は、着岸した当日の15日から18日まで（悪天候により17日は本件積荷役作業を中止）行い、18日夕刻にハッチカバーを閉鎖し、本事故発生の前日である19日は休日で行わなかった。（表1、図1及び図2参照）



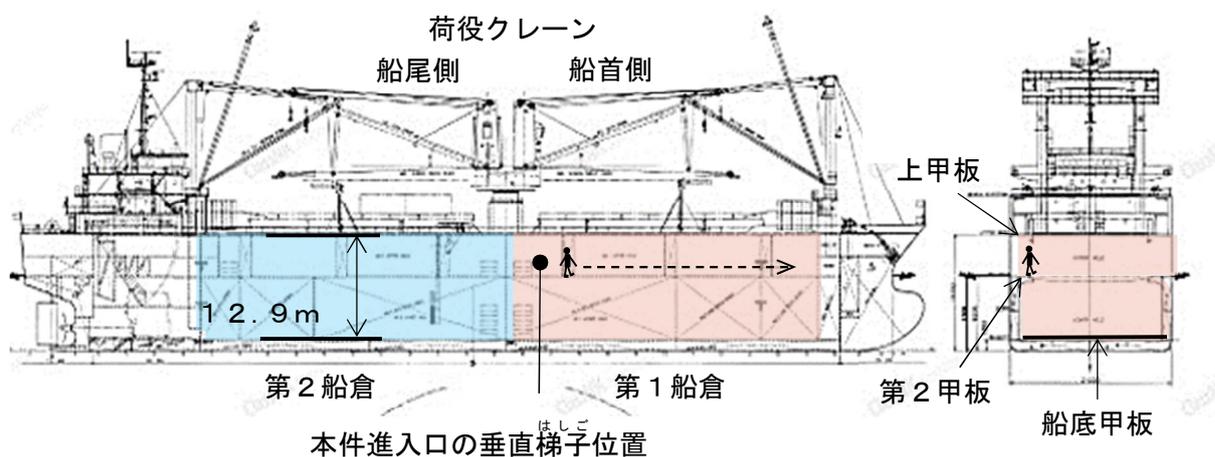
図1 PKS

*1 「PKS (Palm Kernel Shell)」とは、アブラ椰子の実からパーム油を搾り取った後の殻を乾燥させたものをいい、繊維状の物質で粒径は5～20mmほどとなる。

*2 「MT (メトリックトン)」とは、kg (キログラム) を基準に定義された質量の単位をいう。1 MT は、1,000kg (1Mg) に等しいと定義される。

表1 本件積荷役作業の経過（5月15日～19日）

日付	第1船倉 積載量累計 (MT)	第2船倉 積載量累計 (MT)	天気、相対湿度 ハッチカバーの開閉状況
5月15日	1,104	1,182	晴れ後曇り、81% 荷役中のみハッチカバー開放
16日	2,430	2,490	曇り時々雨、86% 荷役中のみハッチカバー開放
17日 悪天候のため荷役中止	2,430	2,490	曇り時々雨、61% 終日ハッチカバー閉鎖
18日	3,576	3,390	晴れ、66% 荷役中のみハッチカバー開放
19日 (休日)	3,576	3,390	晴れ、74% 終日ハッチカバー閉鎖



※船倉内の第2甲板は歩行可能である

図2 船体構造の概要

本船は、荷役中の甲板当直となる航海士B、甲板長及び甲板員が、20日07時05分ごろ、事前にA₁支店から指示を受けていたとおり、本件積荷役作業に備え、閉鎖していた第2船倉ハッチカバーを開放し、続いて第1船倉ハッチカバーを開放した。

上甲板左舷中央部にある第1船倉出入口（以下「本件出入口」という。）は、第1船倉の最船尾側に位置し、その下部付近では上甲板と第2甲板との半ば程度（船底甲板から約10.3m、本件出入口ハッチの下約3.2m、上甲板の下約2.6m）の高さまでPKS（以下「本件PKS」という。）が積載されていた。また、第1船倉の中央部付近から船首側にかけては第2甲板のステージが見える程度（船底甲板から約7.7m）の高さまで積載されていた。（図3参照）

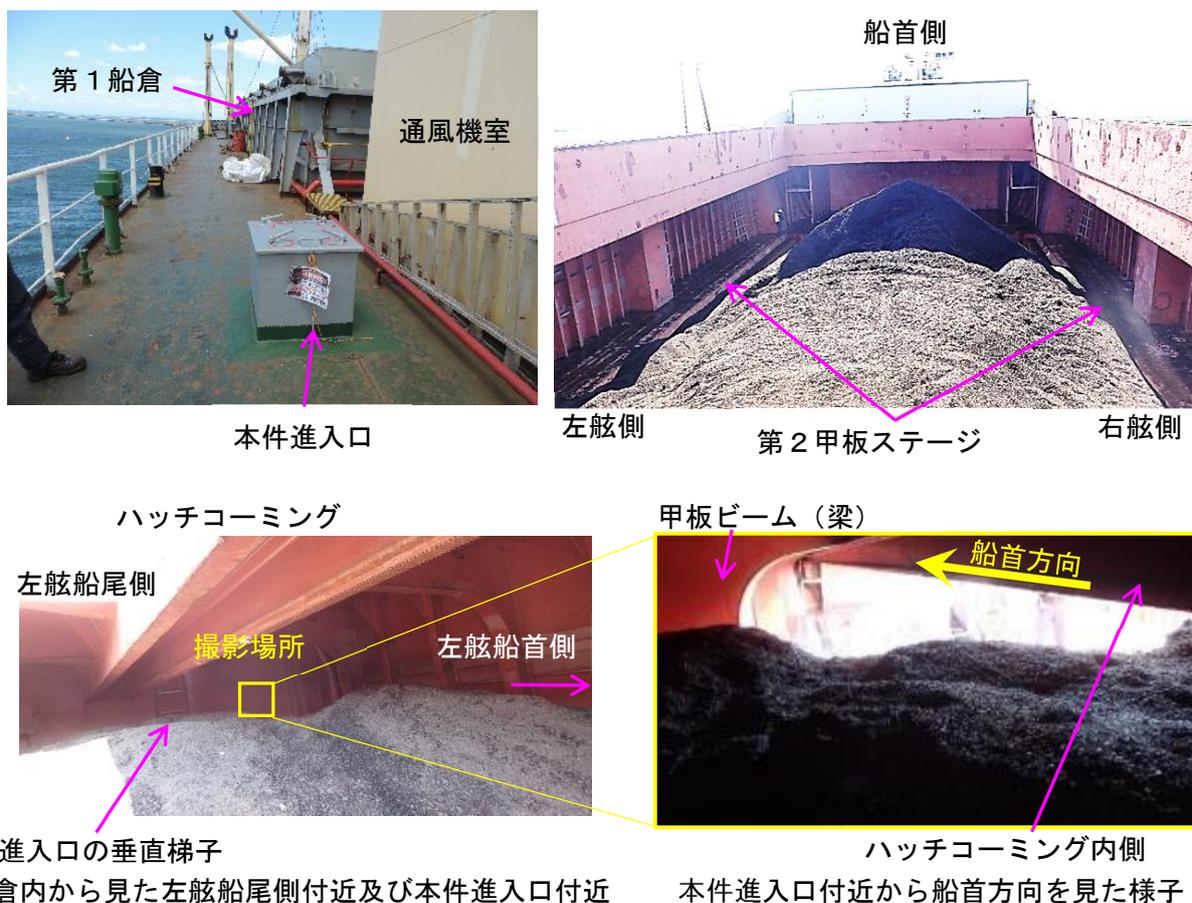


図3 第1船倉内及び本件進入口の状況

本件積荷役作業を担当するA₁支店の陸上作業員（以下「作業員」という。）9人（作業員A及び作業員Bを含む。）は、07時15分ごろ、本件ふ頭において、作業指揮者が中心となって本件積荷役作業の流れを口頭で確認し、危険予知活動等を含む作業前ミーティングを実施した。しかし、同ミーティングの際、船倉内の作業環境測定^{*3}の打合せは行っていなかった。なお、本件積荷役作業は、A₁支店の作業員が主体となって実施し、本船側は、必要に応じてハッチカバーの開閉操作等を行うのみであった。

作業員らは、07時20分ごろから、それぞれの配置に分かれ、作業員Aは、本件PKSの飛散防止用ネットの展張作業を、作業員Bは、バックホウ^{*4}と称する重

^{*3} 「作業環境測定」とは、作業環境の実態を把握するため空気環境その他の作業環境について行う、諸条件に即した測定計画、サンプリング及び分析（解析を含む。）という。本報告書では、ガス・蒸気・粉じん等の有害物質に関する気中有害物質濃度の平均な状態を把握するための測定をいう。

^{*4} 「バックホウ」とは、油圧ショベルの一種で、ショベル（バケット）を操縦者側向きに取り付けた自走式の重機をいう。

機を船倉内に搬入する準備として吊り上げ治具^{*5}を荷役クレーン（以下単に「クレーン」という。）に取り付ける作業を行った。

作業員A及び作業員Bは、07時30分ごろ、本件ふ頭から本船の上甲板に移動し、作業員Aは、バックホウの吊り上げ治具を取り外す目的で、また、作業員Bは、バックホウの操縦者として、本件進入口から垂直梯子^{はしご}を伝って第1船倉内へ入ることとした。

作業員Bは、本件進入口のハッチ下に積載された本件PKSが間近に見えて進入しにくいと思い、本件進入口とは別の進入口を探したが見当たらなかったため、本件進入口から垂直梯子を伝って降り始め、作業員Aも作業員Bの後に続いた。

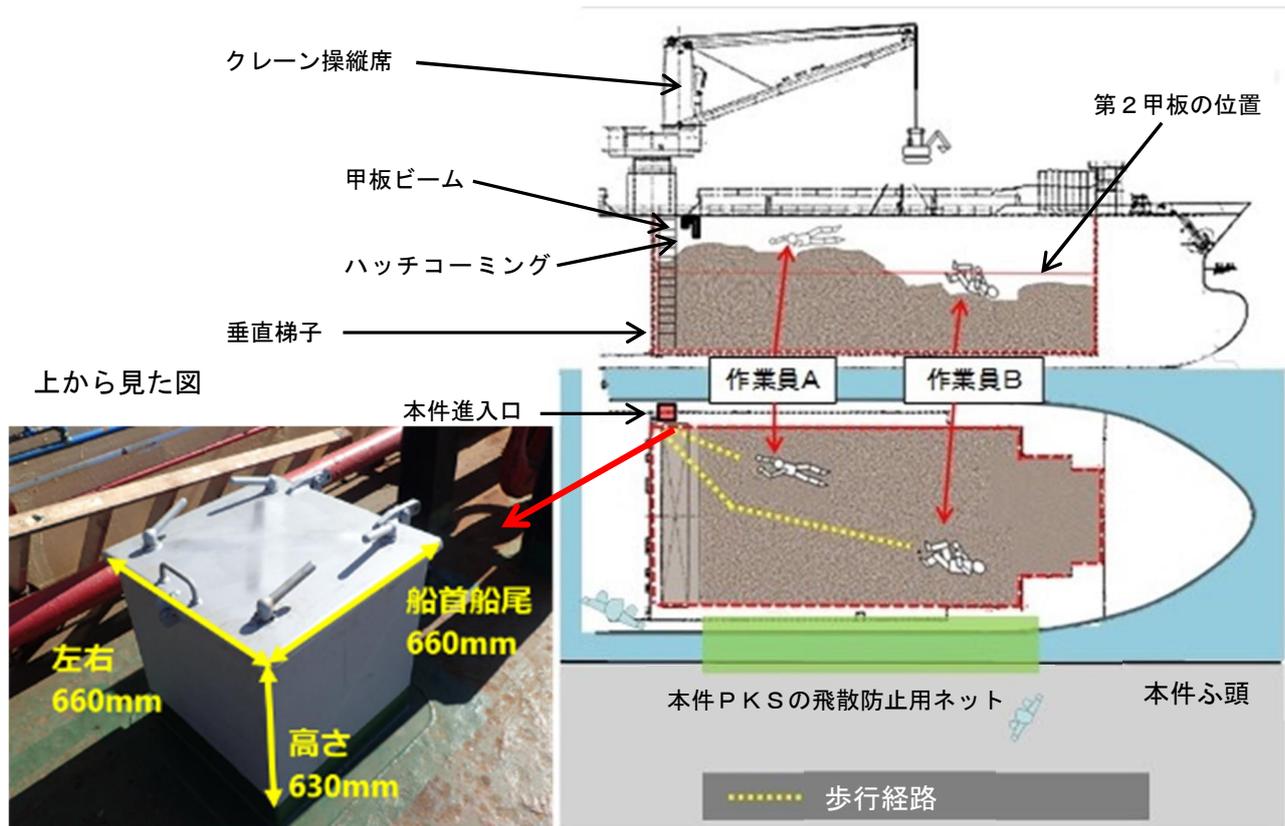
作業員Bは、本件PKS上に降り立ったときに違和感を覚え、作業員Aが続いて本件進入口から降りてくるのを見た後、無意識に明るい方向に向かい、前方の頭上を右舷左舷方向に通る甲板ビーム（梁）とハッチコーミング（上甲板下高さそれぞれ約0.6mと約1m）の下を続けて^{かが}屈み込み、第1船倉の船首方に向けて進んだところ、意識が薄れてきていると感じ、その後の記憶がなくなった。

船首側のクレーンを操縦する作業員（以下「クレーン操縦者」という。）は、操縦席に着き、07時35分ごろ、作業員Aへ無線連絡を取ったが、作業員Aからの返答がなかったことから異変を感じ、自身の判断でクレーンを旋回させて第1船倉内を見たところ、作業員Aが左舷船尾側で、作業員Bが右舷船首側で、本件PKS上に倒れているのを発見した。

（図4 参照）

クレーン操縦者は、07時40分ごろ、本件ふ頭にいる作業員に対し、大声で本事故の発生を知らせ、作業指揮者は、すぐにA₁支店及び本件積荷役作業の管理面での責任者であるA₁支店担当者に本事故の発生及び状況を携帯電話で報告した。

^{*5} 「吊り上げ治具」とは 建設用又は作業用クレーンの吊り先（フック）と吊り荷の間に取り付けて、吊り荷を安定させたり、位置を調整したりする吊り荷調整器具をいう。



※作業員A及び作業員Bの歩行経路は、A₁支店が収集した情報によるものである。

図4 第1船倉内における作業員の受傷状況

2.1.2 本事故発生後の救助活動の経過

A₁支店は、本事故発生の報告を受け、07時42分ごろ、119番通報を行った。

甲板員は、本事故の発生を作業員らから告げられ、07時45分ごろ、航海士Bへ本事故の発生を連絡した。甲板員から連絡を受けた航海士Bは、本船側の荷役責任者である航海士A及び船長へ報告するとともに、空気呼吸器2組を上甲板中央部に運んだ。

船長は、作業員らからすぐに救急車が来ることを聞き、乗組員に対し、救助活動の準備を止めて本船内で待機するよう指示した。

119番通報を受けた消防司令センターは、救急車2台等を出動させた。07時50分ごろ、救急車、救助工作車等が本件ふ頭に到着し、救助隊員等15人が現状確認と救助準備を開始した。また、消防司令センターから連絡を受けた警察署及び海上保安署からも、08時10分ごろ、それぞれの署員が本件ふ頭に到着した。

救助隊員等、警察署員及び海上保安署員（以下「救助者」という。）は、上甲板上から第1船倉内を見て、作業員Aが左舷船尾側の本件PKS上に、作業員Bが右舷船首側の本件PKS上に、それぞれが倒れているのを認め、両者に呼び掛けた。

しかし、作業員A及び作業員Bからの反応はなかった。

救助者は、第1船倉内の酸素濃度測定を行い、酸素濃度が標準大気濃度よりも低いことを確認するとともに、救助者のうち2名は空気呼吸器を装着して救助作業を開始した。

救助者は、08時20分ごろ、作業員Bが、周囲の呼び掛けにより意識を取り戻して立ち上がり、本件進入口に向けて左舷中央部付近まで自力で歩行したものの、意識が朦朧^{もうろう}とした様子であり、本件進入口手前で両脚を抱えて座り込んだのを見た。その後、作業員Bは、空気呼吸器を装着して第1船倉に入った救助者に支えられながら本件進入口の垂直梯子を登って上甲板上に脱出し、別の救助者が支援に当たった。

作業員Aは、意識がなく、呼吸及び脈拍共に停止していることが救助者により確認され、バスケットストレッチャー（体を包み込んで固定する搬送用具）に固定され、船首側のクレーンを使用して上甲板上に搬出され、救助者によって上甲板上に降ろされた。

作業員A及び作業員Bは、それぞれ救急車で石巻市に所在する病院に搬送された。搬送中、作業員Aは容体が変わらず、作業員Bは呼吸及び脈拍共に数値が正常に回復し、それぞれ病院に到着して治療を受けた。

作業員Bは、回復後同日中に退院し、作業員Aは、入院治療が継続されたが、翌21日08時06分、医師により死亡と診断された。

A₁支店担当者は、本事故後、作業員B及び別の作業員らから、作業員Aが第1船倉左舷船尾側の本件PKS上で、また、作業員Bが同船倉右舷船首側の本件PKS上で倒れていたとの追加情報を得て、作業員Aは本件進入口から入って同船倉左舷船尾側へ、また、作業員Bは本件進入口から入って同船倉右舷船首側へ移動したところで、それぞれ本件PKS上で倒れたものと判断した。

2.2 人の死傷に関する情報

医師作成の死体検案書、診断書及び回答書によれば、次のとおりであった。

(1) 作業員A

作業員Aの死因は、蘇生後脳症^{*6}であり、その要因は、二酸化炭素中毒の疑いであった。ただし、酸素欠乏症及び他の有毒ガスによる中毒の可能性も否定できない。

(2) 作業員B

作業員Bの負傷は、二酸化炭素中毒の疑い及び誤嚥性肺炎^{ごえんせい}の疑いであった。

^{*6} 「蘇生後脳症」とは、心肺停止の蘇生後に生じる脳の損傷をいう。

ただし、酸素欠乏症及び他の有毒ガスによる中毒の可能性も否定できない。

病院の回答書によれば、酸素欠乏症及び二酸化炭素中毒の症状は、外観から区別することが困難であり、血中ガス分析から判断する。ただし、当該ガスを吸引した直後の採血でなければ、心肺停止によって二酸化炭素濃度が上昇する事象と区別することができないとのことであった。

2.3 船舶の損傷に関する情報

本船には、本事故発生に伴う船体の損傷はなかった。

2.4 乗組員等に関する情報

(1) 年齢、海技免状等

① 船長 54歳

国籍 中華人民共和国

締約国資格受有者承認証管理（船長）レベル（パナマ共和国発給）

交付年月日 2023年5月17日

（2027年12月1日まで有効）

② 作業員A 57歳

③ 作業員B 53歳

④ A₁支店担当者 48歳

(2) 職業歴、健康状態等

① 作業員A

平成16年4月にA社に入社し、以降、港湾荷役業務に従事していた。本事故当日、A₁支店の始業前に行う危険予知活動の記録（以下「危険予知活動表」という。）にある健康欄には、健康状態が良好と記載されていた。

本件積荷役作業には、荷役作業3日目の5月18日及び4日目の20日（本事故当日）に従事していた。

② 作業員B

平成22年11月にA社に入社し、以降、港湾荷役業務に従事していた。本事故当日、危険予知活動表の健康欄には、健康状態が良好と記載されていた。また、酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者^{*7}講習を受講していた。

作業員Bは、令和4年12月頃以降PKSの揚げ荷役作業（船舶等から貨

^{*7} 「酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者」とは、労働安全衛生法（昭和47年法律第57号）第14条の規定に基づき、作業員が酸素欠乏・硫化水素中毒に陥る危険性のある場所の作業において作業主任者として選任され、指揮を行う立場の者をいう。

物等を陸揚げする作業)に従事した経験があり、本件積荷役作業には、荷役作業1日目の5月15日、3日目の18日及び4日目の20日(本事故当日)に従事していた。

③ A₁支店担当者

平成11年4月に入社し、平成26年にA₁支店に着任以降、港湾荷役業務に従事し、その後、令和5年から同業務の責任者となった。本件積荷役作業では管理面での責任者として、作業計画を策定した。本事故当日、健康状態は良好であった。

2.5 船舶等に関する情報

2.5.1 船舶の主要目

I M O 番 号	9 3 7 9 8 5 6
船 籍 港	パナマ (パナマ共和国)
船 舶 所 有 者	SINOWEALTH SHIPPING CO., LIMITED
船 舶 管 理 会 社	EVERTEMPO MARINE CO., LTD
総 ト ン 数	9, 5 8 9 トン
船 級	一般財団法人日本海事協会 (NK)
L × B × D	1 1 9. 9 9 m × 2 1. 2 0 m × 1 4. 3 0 m
船 質	鋼
機 関	ディーゼル機関1基
出 力	3, 9 0 0 kW
推 進 器	4翼固定ピッチプロペラ1基
進 水 年 月 日	2 0 0 6 年 1 0 月 2 4 日
用 途	ばら積み貨物船
最大搭載人員	2 2 人

(写真1 参照)



写真1 本船

2.5.2 喫水に関する情報

本船の現場調査及びA₁支店の回答書によれば、石巻港入港時の喫水は、船首が約2.40m、船尾が約4.80mであり、本事故発生時の喫水は、船首が約7.42m、船尾が約8.00mであった。

2.5.3 船舶の設備等に関する情報

現場調査、船長及び航海士Aの口述、A₁支店の回答書並びに本船の一般配置図によれば、次のとおりであった。

本船は、船尾船橋二層甲板型のばら積み貨物船である。

第1船倉の寸法は、船首船尾方向が約41.5m、右舷左舷方向が約19.0m、高さが船底甲板から船倉コーミング上端まで約14.8mであった。

船倉のハッチカバーは、シングルプルタイプ (Single Pull Type) ハッチカバー^{*8}が採用されており、第1船倉のハッチカバーを開放した際、船首側に格納される構造となっていた。

第1船倉には、強制換気及び湿度管理の目的で、機動通風機が合計3基（船首側に排気用として1基及び上甲板中央部の機械室に給気排気用として2基）設置されていた。給気口又は排気口は、それぞれの機動通風機の下方にある通風箱に設けられていた。

これらの機動通風機は、本件積荷役作業の期間中運転しておらず、本事故当日、

^{*8} 「シングルプルタイプハッチカバー」とは、ハッチカバーが数枚のパネルに分割されており、各々のパネルは鎖で連結され、油圧モーターの巻取りにより船首側又は船尾側に格納される構造のハッチカバーをいう。

船倉内は自然換気の状態であった。

本船は、本事故当時、船体、機関、ハッチカバー等の荷役設備を含むその他の設備に異状はなかった。

(図5 参照)

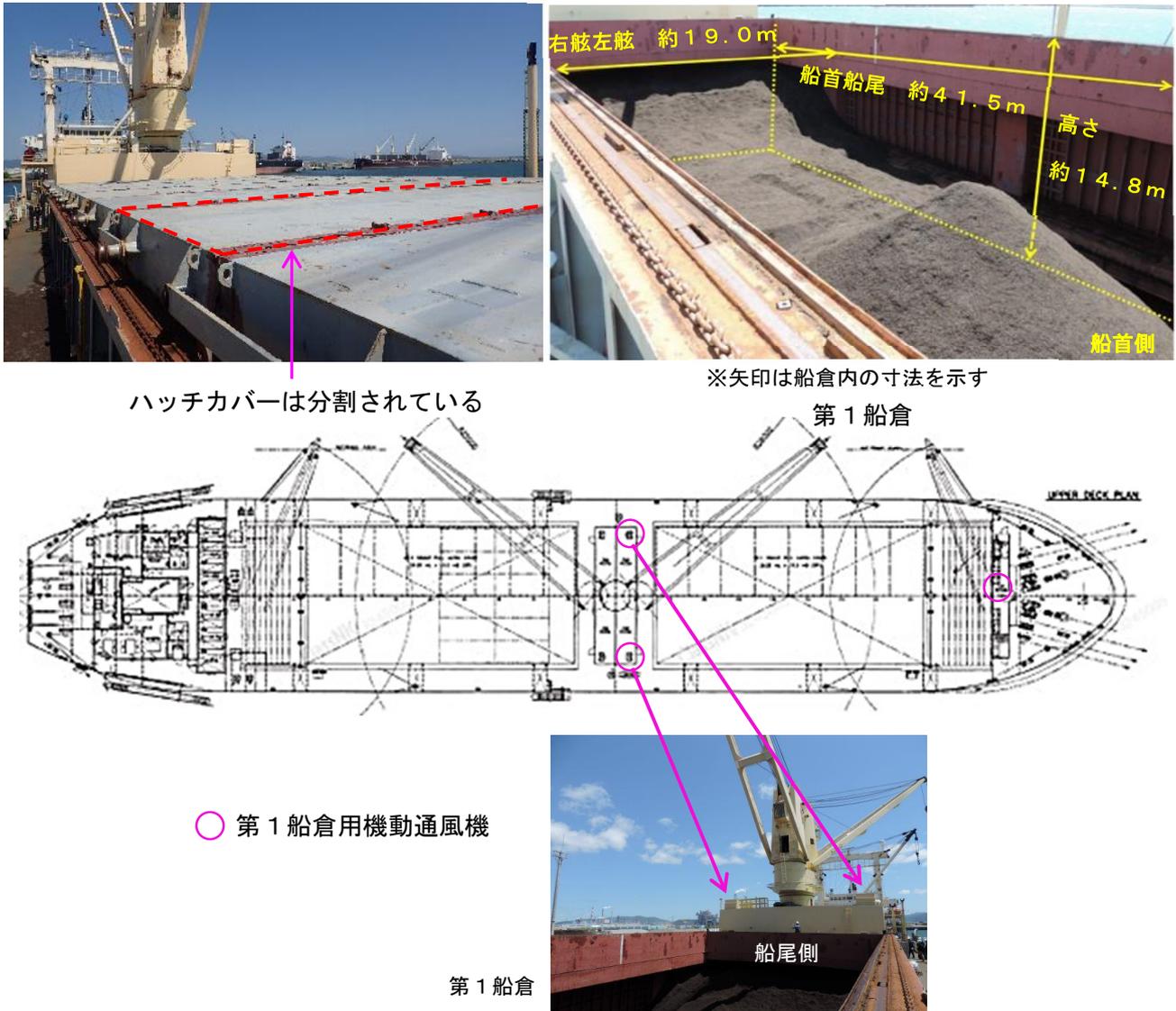


図5 船体構造及び設備

2.6 船倉における作業環境測定等に関する情報

現場調査並びにA₁支店及び救助者の回答書によれば、次のとおりであった。

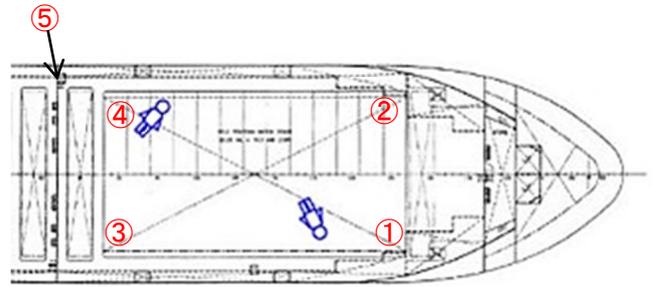
2.6.1 作業環境測定

(1) 救助者による測定結果

救助者は、08時15分ごろ、第1船倉に入って救助活動を行うのに先立ち、同船倉内の倉口隅部及び本件進入口の位置で本件PKSの直上での酸素濃度を測定した。その結果は、次のとおりであった。なお、標準大気の酸素

濃度は、約 21%である。

船倉の測定場所	酸素濃度 (%)
①右舷船首側	17.6
②左舷船首側	17.9
③右舷船尾側	19.9
④左舷船尾側	20.6
⑤本件進入口	19.1



(2) A₁支店等による測定結果

A₁支店等は、本事故発生後の5月22日13時30分ごろ、第1船倉のハッチカバーの開閉状態に応じた内部の酸素濃度の変化を測定する目的で、同船倉の本件進入口から本件PKSの直上で酸素濃度を測定した。その結果は、次のとおりであった。酸素濃度は、ハッチカバーを開放後、時間経過と共に上昇していた。

測定の状態	酸素濃度 (%)
ハッチカバーを全閉	約14.0
ハッチカバーを半開の状態 (約4分後)	約17.0
同上 (約6分後)	約19.5
同上 (約7分後)	約20.1
天気：晴れ 気温：18.0℃ 相対湿度：59% 風向(平均)：南南東 平均風速：5.6m/s 第1船倉における本件PKSの積載状態：表1の5月19日と同じ	

(3) 調査官による測定結果等

① 5月25日11時00分ごろ、ハッチカバーを約1日間閉鎖した状態での第1船倉の酸素濃度を測定する目的で、同船倉の本件進入口から酸素濃度を測定した結果は、次のとおりであった。

測定の状態	酸素濃度 (%)
本件進入口ハッチを微開にした周辺	19.9
本件進入口付近 (ハッチから下方約0.2m)	17.5~18.7
第1船倉内 (ハッチから下方約3.2m、本件PKSの直上)	15.9
天気：晴れ 気温：18.5℃ 相対湿度：44%	

風向（平均）：西北西 平均風速：10.1m/s

第1船倉における本件PKSの積載状態：表1の5月19日と同じ

測定後に第1船倉のハッチカバーを開放したところ、ハッチカバーの裏面には多量の結露した水滴が付着している状態であった。

作業員Aが倒れた第1船倉の左舷船尾側は、本件PKSが比較的高く積載されている上、倉口隅部にあつて船倉壁面に近く、かつ、上甲板から張り出したハッチコーミングによって上方が囲まれた空間なので、船倉ハッチカバーを開放した場合でも風通しが悪かった。5月25日の調査時には、本件PKSの表面から湯気が立ち昇る状態が確認された。

作業員Bが倒れた第1船倉の右舷船首側は、船倉内では開けた状況にあつて、本件PKSが船尾側よりも積載されておらず、表面から湯気の発生もなかった。

(図6 参照)

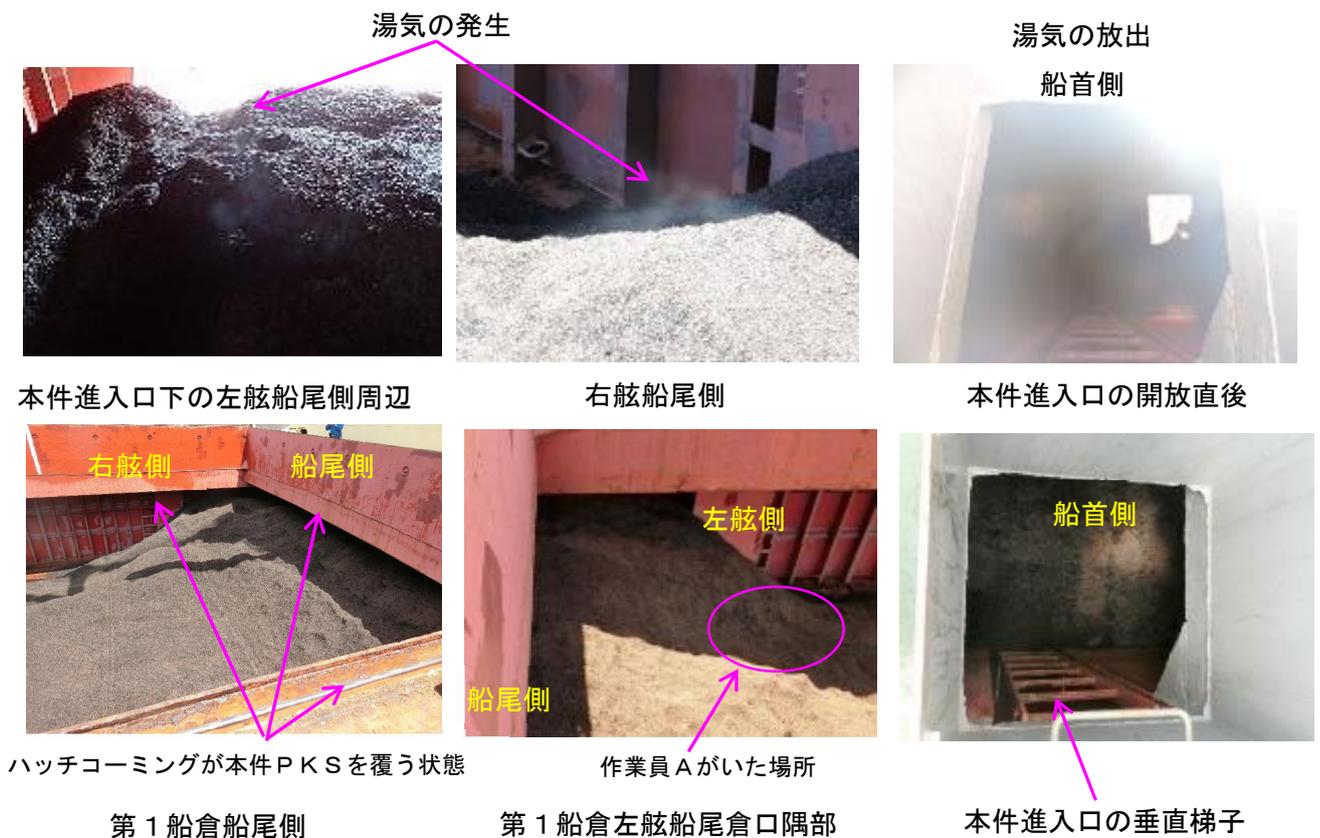


図6 第1船倉内の状態（5月25日）

- ② 7月26日朝、PKSを積載した船倉のハッチカバーの開閉前後における内部の酸素濃度及び二酸化炭素濃度の変化を測定する目的で、本船と類似のばら積み貨物船（以下「類似貨物船」という。）において、第1船倉右舷船首側の進入口直下の第2甲板付近（ハッチから下方約6.5m）で環境測定を行った結果は、次のとおりであった。なお、同測定は、類似貨物船の右舷船首側の進入口で行った。

ハッチカバーの状態	閉鎖		開放	
測定時刻	06時15分		07時06分	07時16分
酸素濃度（％）	16.5		20.9	20.9
硫化水素濃度（％）	0		0	0
一酸化炭濃度（ppm）	2		0	0
二酸化炭濃度（％）	約8.0		0.882	0.050
船倉ハッチカバーの開放時刻 06時40分 測定環境 前日の天気：雨（合計降水量：31.0mm） 当日の天気：曇り（合計降水量：15.0mm） 気温：23.4℃ 相対湿度：97％ 風：風向（平均） 東北東、平均風速：2.1m/s 船倉内温度：26.0℃ 船倉におけるPKSの積載状態：第1船倉の積載予定数量4,540MTのうち、約1,080MTが積載された状態であった。				

船倉のハッチカバーが閉鎖している状態では、船倉内の酸素濃度が約17％、二酸化炭素濃度が約8％であったが、同カバーを開放した状態では、自然換気により酸素濃度が標準大気の数値まで上昇し、二酸化炭素濃度が低下した。

本件ふ頭のPKSは、野積み状態で置かれており、前日の降雨の影響で湿り、内部の発熱により表面から湯気が立ち昇っていた。

2.6.2 酸素欠乏症及び二酸化炭素中毒に関する情報

(1) 厚生労働省は、酸素欠乏症の防止について、次の情報提供^{*9}を行っている。

(図7参照)

- ① 空気の成分は、約78%が窒素で約21%が酸素であり、人間をはじめとする生物の命を支えています。その空気中の酸素濃度が18%未満である状態を酸素欠乏といいます。
- ② 酸素濃度が低い空気を1回吸い込んだだけで死亡することもあり、とても危険です。

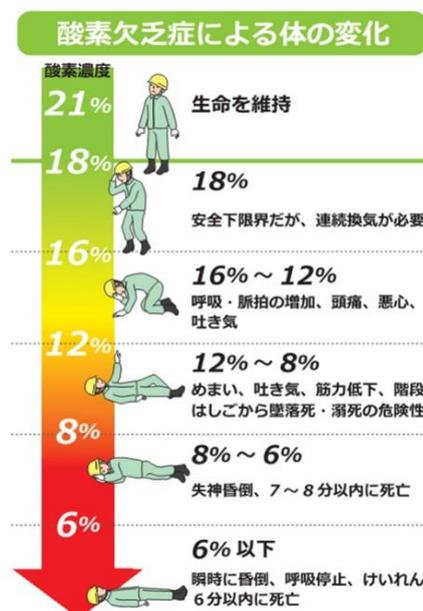


図7 酸素欠乏症による体の変化

(2) 消費者庁は、二酸化炭素中毒について、次の情報提供^{*10}を行っている。

(表2参照)

表2 二酸化炭素濃度と人体への作用

濃度	症状
0.5%	1日8時間、週40時間 ^{ばくろ} 曝露の際の許容濃度
3.0%	短時間曝露許容濃度：呼吸困難、頭痛、めまい、吐き気
4.0%	脱出限界濃度（30分以内に、脱出不能な状態あるいは不可逆的な健康被害をきたすことなく脱出できる限界濃度のこと）
5.0%	めまい、頭痛、錯乱、呼吸困難
8~10%	激しい頭痛、発汗、目のかすみ、ふるえ 5~10分で意識消失
30%	ほとんど即時に意識消失

2.7 気象に関する情報

本事故現場の北東方約2.6kmに位置する石巻特別地域気象観測所における本事故当日の気象観測値は、表3記載のとおりであった。

^{*9} <https://www.mhlw.go.jp/content/11200000/000628946.pdf>、厚生労働省

^{*10} https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_safety/caution/caution_071/assets/consumer_safety_cms205_230921_01.pdf、消費者庁

表3 気象観測値（5月20日）

時分	天気	降水量 (mm)	風向 (平均)	風速 (m/s)		気温 (°C)	相対 湿度 (%)
				平均	最大瞬間		
07時00分	雨	0.0mm	東北東	0.8	1.2	16.9	88
07時10分		0.5mm	北東	1.0	1.6	17.2	89
07時20分		0.0mm	東北東	2.0	2.9	17.2	90
07時30分		0.0mm	北東	1.5	2.5	17.2	88
07時40分		0.0mm	北東	1.7	2.4	17.6	88
07時50分		0.0mm	北東	0.9	2.3	17.8	84
08時00分	曇り	0.0mm	南西	1.1	2.5	18.0	77
《参考》降水量の程度 — : 該当現象による量等がない場合 0.0mm : 降水はあったが0.5mm未満 0.5mm : 霧雨の程度							

石巻特別地域気象観測所における本船入港前から本事故当日までの気象観測値は、表4記載のとおりであった。

A₁支店担当者の口述及びA₁支店の回答書によれば、本事故現場の天気は、本事故当日、本件積荷役作業前から小雨が降り続き、午後から曇りであった。

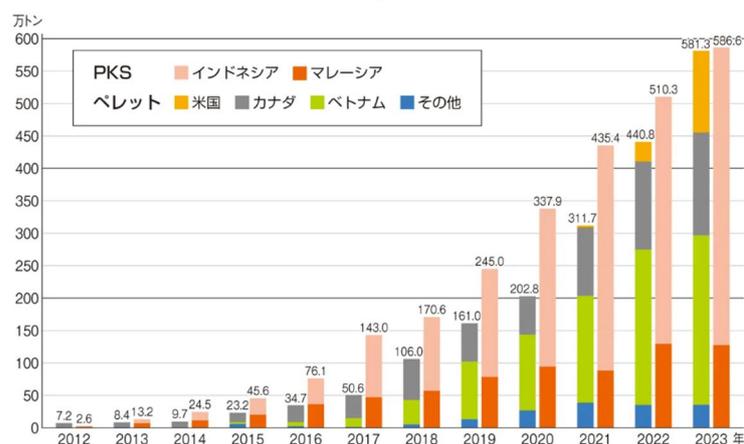
表4 気象観測値（5月13日～20日）

日付	天気	降水量合計 (mm)	相対湿度 平均 (%)	平均風速 (m/s)	備考
5月13日	雨	55.5	92	5.6	
14日	曇り後晴れ	—	73	3.4	
15日 入港日	晴れ後曇り	—	81	3.7	荷役作業1日目
16日	曇り時々雨	1.0	86	4.4	荷役作業2日目
17日	曇り時々雨	0.0	61	5.4	悪天候予想のために 本件積荷役作業が中止
18日	晴れ	—	66	3.2	荷役作業3日目
19日	曇り後晴れ	0.0	74	3.5	休日
20日 本事故当日	雨後曇り	10.0	89	2.4	荷役作業4日目

2.8 PKS等に関する情報

2.8.1 バイオマス燃料の利用

文献^{*11}によれば、PKSは、近年バイオマス発電の燃料として注目されており、我が国ではバイオマス発電所の稼働や今後の建設計画のために安定した購入先の確保が必要とされている。また、バイオマス燃料の輸入量は、図8のとおり2012（平成24）年から2023（令和5）年までの12年間で増加している。PKSの国別輸入量では、インドネシア共和国及びマレーシアが大半を占めている。



出典元：バイオマス白書2024年版

図8 PKS及び木質ペレット^{*12}の輸入量の推移

2.8.2 PKSの輸送に係る現行の取扱い

海上人命安全条約（SOLAS条約：International Convention for the Safety of Life at Sea）及び国際海上固体ばら積み貨物規則^{*13}（International Maritime Solid Bulk Cargoes Code、以下「IMSBCコード」という。）によれば、PKSの輸送条件は、次のとおりであった。

^{*11} 特定非営利活動法人バイオマス産業社会ネットワーク バイオマス白書2024
https://www.npobin.net/hakusho/2024/topix_02.html

^{*12} 「木質ペレット」とは、乾燥した木材を細粉し、圧力をかけて直径6～8mm、長さ5～40mmの円筒形に圧縮成形した木質燃料をいい、バイオマス発電所内でボイラーの燃料として利用される。

^{*13} 「国際海上固体ばら積み貨物規則」とは、SOLAS条約第VI章に基づく規則として、2011年1月1日から国際的に強制化された規則をいう。これにより、IMSBCコードに掲載されたもの及び荷積み国の主管庁の承認を受けたもの（事前査定物質）のみが船舶にばら積みし、海上運送できることとなっている。

PKSは、SOLAS条約の第VI章「貨物の輸送」に基づくIMSBCコードに沿って取り扱われる貨物であるが、IMSBCコードの貨物リスト^{*14}には掲載されていない。IMSBCコードには、未掲載貨物を運送する際の手順が示されており、PKSについては、同手順に従って積載方法等が定められる。海事局のウェブサイト^{*15}には、PKSの積載方法等が以下のとおり掲載されている。

IMSBCコードに記載されていない貨物の性質及び運送条件（一部抜粋）

- 1 ばら積み貨物運送品目名：*Tentative Bulk Cargo Shipping Name*
パーム椰子殻
- 2 貨物の説明：*Description*
 - ・この貨物は植物であるパーム椰子殻の破片であり、黒褐色をしている。
 - ・水に不溶で水分は15～24%含まれている。
- 3 貨物の性状：*Characteristics*
 - 3.1 種別：*GROUP C*
 - 3.2～3.6 （略）
- 4 危険性：*Hazard*
 - ・この貨物は酸欠を引き起こすおそれがある。
 - ・この貨物は不燃性又は火災危険性が低い貨物である。
- 5 運送条件：*Condition*
 - 5.1、5.2 （略）
 - 5.3 天候に係る要件：特段の要件はない。
 - 5.4 （略）
 - 5.5 各種の要件：*Precaution*
 - ・ビルジウエルの閉塞防止措置をする。
 - ・船倉内に立ち入る際、ハッチ内カバーを開け十分な通風を行うこと。
 - 5.6 通風要件：*Ventilation*
 - ・特段の要件はない。
 - 5.7～5.9 （略）

^{*14} 「貨物リスト」では、積載貨物の性状・特徴から、IMSBCコードの下に海上輸送する貨物を、次の種別に分けている。

- ・種別A：運送許容水分値を超える水分値で船積みされると液化化又は動的分離するおそれがある物質
- ・種別B：発火など化学的危険性を有する貨物
- ・種別C：種別A及び種別B以外の貨物

^{*15} <https://www.mlit.go.jp/maritime/content/001583316.pdf>

2.8.3 P K Sの性質と課題

(1) P & I Club^{*16}及び加盟数箇国が、国際海事機関（IMO：International Maritime Organization）の貨物輸送小委員会（CCC：Sub-Committee on Carriage of Cargoes and Containers）に提案した文書（CCC3/5/16及びCCC3/INF.21）（PKSを新規貨物として国際海上固体ばら積み貨物規則（IMSBCコード）に掲載するための共同提案文書）によれば、PKSの課題として以下の点が挙げられている。（以下、仮訳）

- ① PKSは、酸化しやすく、貨物と連絡する空間内の酸素が消費され、一酸化炭素と二酸化炭素が増加する。全体の水分含有量が11%を超えると発酵し、場合によりメタン濃度が可燃レベルを超える。
- ② PKSを積載した船倉のハッチカバーを閉めてから48時間以内に一酸化炭素が990ppmのレベルに達することがあり、また、酸素濃度が1%未満に低下した事例があった。
- ③ PKSは、可能な限り乾燥した状態に保たれなければならないが、降雨時には取り扱わない方がよい。また、隣接する空間では、酸素の消費や一酸化炭素が発生するリスクが高まる。

(2) 微生物の研究機関等^{*17}の調査協力による回答書によれば、本件PKSは、水分を付与される環境に置かれ、次のように状態が変化した可能性があるとのことであった。

- ① 屋外で野積みにされ、降雨による水分含有量が多くなることで菌類の生育最低水分活性^{*18}以上の環境となり、発酵が進行した可能性がある。
- ② 菌類の活動では、椰子殻に易分解性有機物^{*19}が残存していれば、本件PKS表面で好気性菌類^{*20}による有機物の資化^{*21}から酸素が消費され、二酸化炭素が発生する。野積みされたPKSの内部では、嫌気性菌類^{*22}において、有機物の資化による二酸化炭素の発生、同様に船倉のような閉鎖区画でも、酸素濃度の低下により、嫌気性菌類の活動が継続され、付着菌の種類により、乳酸、酪酸、酢酸等が生成される。さらにメタン生成菌による

^{*16} 「P & I Club」とは、船舶所有者等が船舶運航上で発生する事故等において、船舶保険や貨物海上保険及び船員保険などで補填されない船主の責任損害や費用損害を填補するために、船主相互保護の目的で設立された組合をいう。

^{*17} 公益社団法人日本農芸化学会、一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会ほか関係機関。

^{*18} 「水分活性」とは、物質中の微生物が増殖するために利用できる水分の中で自由水の割合をいう。

^{*19} 「易分解性有機物」とは、微生物の作用により容易に分解される有機物をいう。

^{*20} 「好気性菌類」とは、酸素呼吸をしながら有機物を分解する型の菌をいう。

^{*21} 「資化」とは、菌類、微生物がある物質を栄養源として利用し、増殖できる性質をいう。

^{*22} 「嫌気性菌類」とは、生育に酸素を必要としない菌類をいう。

分解が進む場合、メタンガス発生も可能性として考えられる。

③ 船倉内のような閉鎖区画において、発酵等の進行は、畜産用飼料保存として活用されるサイレージ発酵^{*23}に近い状況であった可能性がある。

(3) P K Sを輸入する会社の情報によれば、P K Sを積載した船舶の船倉内の環境記録では、船倉内の酸素濃度が7.4～20.8%の間で変化する状況が見られるとのことであった。

2.9 安全管理に関する情報

2.9.1 A₁支店の業務概要

A₁支店担当者の口述、A₁支店の回答書及びA社のウェブサイトによれば、A₁支店の業務概要は、次のとおりであった。

A₁支店は、総合物流会社であるA社の一部門として、石巻港において輸出入の通関事務、港湾作業、荷役、船積み手配、海外提携先への連絡等及び国内外海上輸送サービスの事業を展開していた。

A₁支店は、令和2年3月、石巻市に所在する発電所（以下単に「発電所」という。）とP K S及び木質ペレットの輸入業務に関する契約を結び、その後、令和4年10月から、本件ふ頭でバイオマス燃料の揚げ荷役作業を開始していた。

一方で、令和6年2月、発電所から我が国で使用できなくなる約20,000MTの未認証のP K S^{*24}を輸出するための一時的な荷役業務の依頼を受け、本件積荷役作業に関する契約を締結した。このP K Sは、令和5年に海外から輸入された後、発電所敷地及び本件ふ頭でシート等により覆われることなく、雨ざらしの野積み状態で置かれていた。本件積荷役作業は、同契約締結後初めての積荷役作業であった。

2.9.2 A社及びA社支店の安全管理

A₁支店担当者、A社仙台支店（以下「A₂支店」という。）担当者及びA社担当者の口述並びにA₂支店の回答書によれば、次のとおりであった。

(1) A社

厚生労働省は、労働安全衛生規則（昭和47年労働省令第32号）第24条の2の規定に基づき、労働安全衛生マネジメントシステムに関する指針

^{*23} 「サイレージ発酵」とは、牧草や飼料などをサイロに詰め、低酸素化と乳酸発酵により腐敗菌やタンパク質分解の活動を抑え長期保存を行う方法をいう。

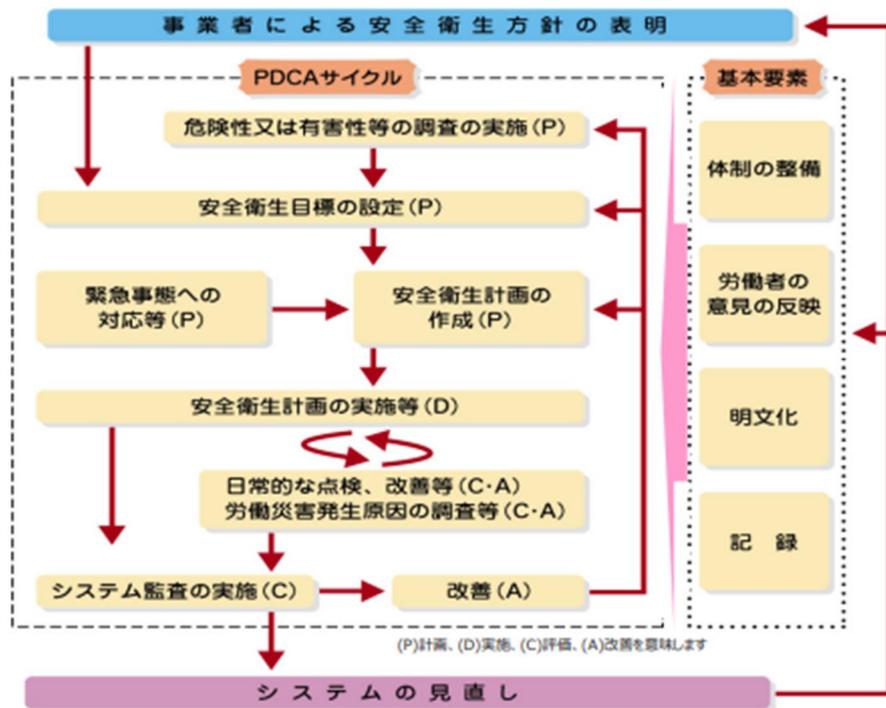
^{*24} 「未認証のP K S」とは、経済産業省資源エネルギー庁が定める「事業計画査定ガイドライン（バイオマス）」における持続可能性基準に対応していないP K Sをいう。2024年4月以降、バイオマス発電所向けに供給されるP K Sは、制度で認められた第三者認証の取得が必要になっている。「バイオマス」とは、動植物由来の再利用可能な有機性の資源をいう。

(平成11年労働省告示第53号)を定め、事業者に対し、労働安全衛生マネジメントシステム^{*25}を導入した安全衛生管理体制の整備を推進している。

A社は、厚生労働省による前記の指針に基づき、‘事業場の安全衛生水準の向上を図るA社安全衛生マネジメントシステム’（以下「安衛システム」という。）を平成22年に導入した。

A社は、安衛システムにおいて、安全衛生方針を表明し、事業内容を明文化し、「PDCAサイクル」の過程を定め、A社の全支店、事業所等へ周知して、作業環境の改善や品質の向上等に取り組んでいた。

(図9 参照)



出典元：厚生労働省 中央労働災害防止協会

図9 労働安全衛生マネジメントシステムのモデル

この安衛システムでは、作業方法若しくは作業手順を新規に採用又は変更するとき、労働安全衛生法第28条の2に基づく‘危険性又は有害性等を調

^{*25} 「労働安全衛生マネジメントシステム」とは、事業者が労働者の協力の下に「計画 (Plan)、実施 (Do)、評価 (Check)、改善 (Act)」という一連のPDCAサイクルを定めて、継続的な安全衛生管理を自主的に進めることにより、労働災害の防止と労働者の健康増進、更に進んで快適な現場環境を形成し、事業場の安全衛生水準の向上を図ることを目的とした安全衛生管理の仕組みをいう。

査し、その結果に基づく措置’の実施に必要なリスクアセスメント^{*26}を実施するよう定めている。

A社の船舶における荷役業務については、港湾運送の担当部署が、国内の港湾運送業務に関わる事故防止と指導及び教育訓練を所管し、また、安全・品質・業務推進の担当部署が、安衛システムを含む安全管理と労働災害及び技能系業務の教育等の業務を所管して、それぞれ国内各地方の支店等との調整を担っている。

(2) A₂支店

A₂支店は、石巻港を含むA社の北海道・東北ブロックを統括する支店であり、その管轄下にA₁支店が位置している。

A₂支店は、管轄下の各支店の船舶における荷役作業を含む各種事業を管理監督している。

(3) A₁支店

① A₁支店は、PKSの揚げ荷役作業については、安衛システムに基づき、作業工程及び内容並びに同作業工程に関するリスクアセスメントの実施結果及び事故防止対策を掲載した安全作業手順書（図9における「安全衛生計画」に当たる。以下「RA作業手順書」という。）を作成し、作業を実施していた。

RA作業手順書は、当該作業の準備から終了までの作業工程を時系列で記し、各作業工程に、作業上の確認事項を記すとともに、危険性又は有害性があると考えられる事項を抽出してリスクの見積もりを数値化して示し、その後、リスクの対策を措置した場合のリスクの見積もりを再度行って記入する書式となっていた。なお、リスクの対策は、当該作業手順に当たる作業員に対して、実行が義務付けられていた。

PKSの揚げ荷役作業では、RA作業手順書に船倉内の作業環境測定を実施することが明記され、酸素濃度及び一酸化炭素濃度の測定を行うこととなっていた。酸素欠乏等のリスクの見積りでは、頻度が^{原文ママ}‘めったにない’と見積もられているものの、重篤度が‘致命傷’と評価されていた。そのため、作業環境測定の確認事項には‘酸素濃度21%以上、一酸化炭素濃度50PPM以下であることを確認する。’と基準値が設けられており、リスクの対策には‘基準値に達しない場合は船倉内に立ち入らない。’と明記されていた。

^{*26} 「リスクアセスメント」とは、職場の潜在的な危険性又は有害性を見付け出し、評価を行う手法をいい、その結果から措置を講じることにより、危険性又は有害性を除去又は軽減する。

PKSの揚げ荷役作業における酸素濃度測定では、これまでに警報（警報設定値約18%）が鳴ることがほとんどなかったため、A₁支店担当者らは、船倉内作業における酸素欠乏等のリスクは低いと考えていた。

② A₁支店担当者は、次の状況を踏まえ、本件積荷役作業が安衛システムにおける‘作業方法若しくは作業手順を新規に採用又は変更する作業’に当たるものではないと判断し、リスクアセスメント及び船倉内作業の作業環境測定を行う必要がないと考えた。その結果、RA作業手順書は作成されなかった。

a 揚げ荷役とは異なり、本船が空船で入港するので、本件積荷役作業の開始時には船倉内に貨物がなく、危険性がないとみなされた。

b 本件積荷役作業は一時的な荷役業務であり、かつ過去に作業員が船倉内に入らず陸上側のクレーンのみを使用して、作業環境測定を行わず、船舶にPKSを積荷役した方法と同じように、揚げ荷役と逆の手順で本件PKSを積載すればよいと考えられていた。

③ A₁支店担当者は、本件積荷役作業の実施に当たり、別の職員に作業内容を説明した上で、作業員及び車両の配置や荷役作業を行う各船の作業内容の記載だけでリスクアセスメント項目の記載がない「作業計画表」と呼ばれる表（以下「本件計画表」という。）を作成させた。

本件計画表には、配置人員、就業時間、作業場所、作業内容、荷役車両配置及びその乗務員が記載されていたが、時系列に沿った作業の手順や詳細な内容は記されておらず、また、船倉内の作業環境測定の実施に関する記載もなかった。

なお、A社では、船倉内作業では、揚げ荷役又は積荷役にかかわらず、酸素濃度測定を含む作業環境測定を確実に実施するものと認識していた。

④ A₁支店では、前記②のA₁支店担当者の判断に対し、新たなRA作業手順書を作成しなければならないとの指示、指摘等はなく、本件積荷役作業の実施に当たり、ばら積貨物^{*27}の積荷役に関する一般的な経験や手順を基に、従来の方法で安全に作業を行えると考え、本件計画表による作業実施を作業員に指示した。

⑤ A₁支店には、安全衛生、品質及び物流経費に関する情報を周知するため、課長、事業所長等の管理職が出席する職場全体会議と称する会議が設置されていたが、本件積荷役作業については、RA作業手順書が作成及び

^{*27} 「ばら積み貨物」とは、鉄鉱石、石炭、穀物、木材、チップ等、粒状、あるいは粉状の貨物をそのままの状態、個別に梱包せずに船倉に積むような貨物のことをいう。

提示されていなかったもので、同会議での議論は為^なされていなかった。

また、本件積荷役作業は、‘作業方法若しくは作業手順を新規に採用又は変更する作業’には当たらないものとされていたために、A₁支店を管理監督するA₂支店にも連絡されていなかった。

- ⑥ A₁支店担当者は、木質ペレットの性質について、過去にほかの事業所で発生したバイオマス発電所の火災事故を受け、発熱、表面からの湯気及びメタンガスの発生等が生じることは知っていたが、PKSが水分を含んだ発酵や酸化により、酸素を消費したり、二酸化炭素を発生したりすることは知らなかった。また、作業員についても、PSKの性質について同様の認識であった。

2.9.3 船倉内作業の法令に関する情報

作業員が船倉内作業を行う際に適用される法令は、労働安全衛生法、労働安全衛生法施行令（昭和47年政令第318号）、酸素欠乏症等防止規則（昭和47年労働省令第42号）等（以下「本件関連法令」という。）があり、船倉内の作業環境測定義務等が次のとおり定められている。

(1) 労働安全衛生法

（事業者の行うべき調査等）

第28条の2 事業者は、厚生労働省令で定めるところにより、建設物、設備、原材料、ガス、蒸気、粉じん等による、又は作業行動その他業務に起因する危険性又は有害性等（中略）を調査し、その結果に基づいて、この法律又はこれに基づく命令の規定による措置を講ずるほか、労働者の危険又は健康障害を防止するため必要な措置を講ずるように努めなければならない。

（以下、略）

（作業環境測定）

第65条 事業者は、有害な業務を行う屋内作業場その他の作業場で、政令で定めるものについて、厚生労働省令で定めるところにより、必要な作業環境測定を行い、及びその結果を記録しておかなければならない。

(2) 労働安全衛生法施行令

（作業環境測定を行うべき作業場）

第21条 法第65条第1項の政令で定める作業場は、次のとおりとする。

（1～8 略）

9 別表第6に掲げる酸素欠乏危険場所において作業を行う場合の当該作業場

(10 略)

別表第6 酸素欠乏危険場所(第6条、第21条関係)

(1~4 略)

5 石炭、亜炭、硫化鉱、鋼材、くず鉄、原木、チップ、乾性油、魚油その他空気中の酸素を吸収する物質を入れてあるタンク、船倉、ホッパーその他の貯蔵施設の内部

(6~55 略)

(3) 酸素欠乏症等防止規則

(作業環境測定等)

第3条 事業者は、令第21条第9号に掲げる作業場について、その日の作業を開始する前に、当該作業場における空気中の酸素(第二種酸素欠乏危険作業に係る作業場にあつては、酸素及び硫化水素)の濃度を測定しなければならない。

2 事業者は、前項の規定による測定を行つたときは、そのつど、次の事項を記録して、これを三年間保存しなければならない。

1 測定日時

2 測定方法

3 測定箇所

4 測定条件

5 測定結果

6 測定を実施した者の氏名

7 測定結果に基づいて酸素欠乏症等の防止措置を講じたときは、当該措置の概要

A₁支店担当者の口述によれば、A₁支店担当者は、本件関連法令に船倉内の作業環境測定を行うことについて記載があることを認識していなかった。船倉内作業を行うに当たり、安衛システムに従って危険性等の有無を確認するために作業環境測定を行う認識もなかった。また、本件PKSの積載が進む過程においても、作業環境が変化することに思い至らず、本件積荷役作業が本件関連法令に該当するとの認識がなかった。

2.9.4 本件積荷役作業等の実施状況

現場調査、A₁支店担当者及び作業員Bの口述並びにA₁支店担当者の回答書によれば、次のとおりであった。

(1) 作業の概要

本件PKSは、本事故当時、本件計画表に従い、発電所にある専用置き場

から車両で本件ふ頭まで運送され、本船のクレーンで船倉へ積載されていた。

(2) P K S の揚げ荷役作業及び本件積荷役作業に関する実施状況

① P K S の揚げ荷役

A₁支店は、P K S の揚げ荷役作業を行う際、R A 作業手順書のリスクアセスメントに基づく船倉内の作業環境測定を行っていた。作業開始前には、船倉内の酸素濃度測定の実施及び結果の確認が行われ、作業前ミーティングでは、船倉内の酸素濃度測定の結果等が確認されるとともに、危険予知活動表内の予知事項に対する評価と対策として、重量物吊り上げ時の注意事項等が確認されていた。

② 本件積荷役作業

A₁支店は、本件計画表に船倉内の作業環境測定が示されていなかったため、酸素濃度測定を行っておらず、危険予知活動表には、重量物吊り上げ時や転倒防止等の注意事項等が記入されたのみであった。

また、A₁支店担当者、作業指揮者及び作業員は、本件積荷役作業が進む過程において、船倉の作業環境が変化することに思い至らなかったため、日常的な点検、改善等において作業環境測定の必要性を指摘することもなかった。

作業員Bは、本事故当時、酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者講習で学習したタンク等の閉鎖区画で酸素欠乏症となる事象が、本件積荷役作業のようなハッチカバーを開放した船倉内作業でも起こり得ると思っておらず、船倉内作業を行う前の酸素濃度測定がなされず、危険予知活動において酸素欠乏に関する注意喚起が行われていないことについて、何ら違和感を持つことはなかった。

2.9.5 本船の安全管理

本船は、国際安全管理規則に適合した船舶の安全運航の確保等のための安全管理システム（Safety Management System、以下「SMS^{*28}」という。）が構築されており、SMSを実行するためのマニュアル（以下「SMSマニュアル」という。）を備え付けていた。

SMSマニュアルには、荷役作業について、‘（仮訳）一等航海士と乗組員は、積

^{*28} 「SMS（Safety Management System）」とは、船舶管理会社の職員が会社の定めた船舶の安全運航、環境保護に関する方針を効果的に実施できるよう構築されたISMコード（International Safety Management Code）により義務付けられた安全管理システムをいう。同コードは、国際航海に従事する高速旅客船を含む客船、500総トン以上の全ての貨物船及び移動式海底資源掘削ユニットとそれらの運航管理を行う会社に適用されている。

荷役作業において、本船、機器類、貨物及び乗組員の安全を監視するべきである’
と記載されているが、乗組員でない作業員に対する安全管理はSMSの適用範囲となっておらず、本件積荷役作業における船倉内の作業環境測定及び作業員の安全管理を行う担務がなかった。

船長及び航海士Aの口述によれば、A₁支店から本船に積荷役計画が手渡されているだけであり、乗組員は、本件積荷役作業中、作業指揮者等の指示によりハッチカバーの開閉操作を行い、その他船体のヒール及びトリム調整、本船側の損傷の有無の監視等を実施するが、本件積荷役作業に直接関与していなかった。

2.10 船倉等における酸素欠乏症等の事故に関する情報

運輸安全委員会が平成20年から令和6年までの間に公表した船舶事故等調査報告書のうち、船上で発生した酸素欠乏症及び有害ガス等による事故事例は、31件である。

この31件のうち、本件と同様に、船倉内の穀物といった植物性の貨物が酸素を消費した状態において、乗組員等が作業環境測定を行っていない同船倉に入り、酸素欠乏症になって死傷した事故が2件あった。

(付表1 穀物積載の船倉における酸素欠乏症の事故事例 参照)

3 分析

3.1 事故発生の状況

3.1.1 事故発生に至る経過

2.1.1から、次のとおりであったものと考えられる。

- (1) 本船は、5月15日07時00分ごろ、空船の状態で、本件ふ頭に着岸し、本件積荷役作業を開始した。
- (2) 本船は、18日までに、本件PKSを第1船倉に3,576MT、第2船倉に3,390MTそれぞれ積載した後、同日17時00分ごろハッチカバーを閉鎖した。19日は作業員の休日により、終日ハッチカバーを閉鎖していた。
- (3) 航海士Bらは、20日07時05分ごろ、第2船倉、第1船倉の順でハッチカバーを開放した。
- (4) 作業員らは、07時15分ごろ、本件積荷作業を開始する前に危険予知活動等を含むミーティングを行っていたが、船倉内の作業環境測定の打合せは行っておらず、同測定を実施していなかった。
- (5) 作業員A及び作業員Bは、07時30分ごろ本船の上甲板に移動し、第1

船倉の本件進入口から同船倉内へ入り、作業員Aは同船倉左舷船尾側に、作業員Bは同船倉右舷船首側にそれぞれ移動した後、本件PKS上に倒れた。

船首側のクレーン操縦者は、07時35分ごろ、第1船倉内で、作業員A及び作業員Bが本件PKS上に倒れているところを発見した。

3.1.2 事故発生日時及び場所

2.1から、次のとおりであったものと考えられる。

- (1) 作業員A及び作業員Bが、07時30分ごろ第1船倉内に入り、その後に移動しており、07時35分ごろクレーン操縦者が同船倉内で作業員A及び作業員Bが倒れているのを発見したことから、事故発生日時は、令和6年5月20日07時35分ごろであった。
- (2) 事故発生場所は、本船が着岸していた石巻港の石巻港雲雀野指向灯から真方位346.7°960m付近（石巻港雲雀野北ふ頭に着岸中の本船の第1船倉内）であった。

3.1.3 死傷者の状況

2.1、2.2、2.6、2.8.2及び2.8.3から、次のとおりであった。

(1) 作業員A

作業員Aの死因は、蘇生後脳症であり、船倉内では本件PKSに起因した標準大気よりも高濃度の二酸化炭素が発生していた可能性も踏まえ、その要因は二酸化炭素中毒の発症であった可能性が考えられる。なお、本事故発生後、第1船倉は酸素濃度が標準大気より低下した状況であったことが確認されており、作業員Aが酸素欠乏症を発症した可能性も考えられるが、事故直後の血中ガス分析が行われていないことから、二酸化炭素中毒と酸素欠乏症のいずれであるかを特定することはできなかった。

(2) 作業員B

作業員Bの負傷は、船倉内では本件PKSに起因した標準大気よりも高濃度の二酸化炭素が発生していた可能性も踏まえ、二酸化炭素中毒及び誤嚥性肺炎の発症であった可能性が考えられる。なお、作業員Bについても、作業員Aと同様、酸素欠乏症を発症した可能性も考えられるが、二酸化炭素中毒と酸素欠乏症のいずれであるかを特定することはできなかった。

3.1.4 損傷の状況

2.3から、本船には、本事故による損傷はなかった。

3.2 事故要因の解析

3.2.1 作業員等の状況

2.4から、次のとおりであった。

作業員Aは約20年、また、作業員Bは約14年の港湾荷役業務の経験があったものと考えられる。作業員Bは、酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者の資格を有していたものと認められる。

A₁支店担当者は、約9年の港湾荷役業務の経験があり、本件積荷役作業の計画を策定するなどの管理面での責任者であったものと認められる。

作業員A、作業員B及びA₁支店担当者は、本事故当日、健康状態は良好であったものと考えられる。

3.2.2 船内設備の状況

2.3、2.5.3及び2.8.2から、本船は、本事故当時、船体、機関、ハッチカバー等の荷役設備を含むその他の設備に異状はなかった。

第1船倉は、本事故当時、機動通風機が運転されておらず、自然換気の状態であったものと考えられる。また、PKSは、IMSBCコードに記載されていない貨物の性質及び運送条件に基づき、船倉で機動通風機による強制換気を必要としなかったものと認められる。

3.2.3 気象及び海象の状況

2.1及び2.7から、次のとおりであったものと考えられる。

(1) 本事故発生時、07時00分から08時00分の天気は雨、同時間帯の風向（平均）は北東から東北東の風、平均風速は0.8～2.0m/sであり、最大瞬間風速の最大値は2.9m/sであった。

(2) 石巻市では、5月13日から本事故当日までの間に降水が観測されており、本件ふ頭に野積みされた本件PKSが降雨にさらされる状況であったものと考えられる。

3.2.4 本件PKS及び第1船倉の環境変化に関する解析

2.1、2.6、2.7、2.8、2.10、3.1.1、3.1.3、3.2.2及び3.2.3から、次のとおりであった。

(1) 本件PKSは、本件ふ頭に野積みされていた間に、降雨等により水分を含む状態で船倉内へ積み込まれ、本件積荷役作業を行っている間にも降雨を受ける環境にあったものと推定される。

(2) 第1船倉内では、5月18日17時00分ごろから本事故当日までの間、

船倉ハッチカバーが閉鎖され、高湿度の状態であったものと考えられる。

- (3) 第1船倉内は、本事故発生後、ハッチカバーを開放してから約1時間経過した状況において、酸素濃度の測定値が17%程度となる標準大気よりも低下した場所が確認された。また、本船や類似貨物船における船倉内は、ハッチカバーの閉鎖状態で、酸素濃度が約14.0～16.5%及び二酸化炭素濃度が標準大気よりも高濃度の約8%となる状態が確認された。
- (4) 第1船倉の本件PKSは、表面から湯気が、本件ふ頭に野積みされたPKSは、内部の発熱により頂部付近から湯気が立ち昇る状態が確認された。
- (5) 前記(1)～(4)の状況を踏まえると、第1船倉は、積載された本件PKSが、水分を含み、発酵及び酸化が進行したことから、酸素が消費されて発熱し、二酸化炭素等が発生するとともに、空気中の酸素濃度が低下し、作業員の体に影響を及ぼす作業環境にあったものと考えられる。
- (6) 船倉内の自然換気による酸素濃度及び二酸化炭素濃度の変化は、船倉ハッチカバーを閉鎖状態から開放状態としたとき、表5記載のとおりであった。

表5 自然換気による酸素濃度及び二酸化炭素濃度の変化

測定実施日	風向（平均） ／平均風速	酸素濃度等（%） （二酸化炭素濃度（%））	
		ハッチカバー閉鎖	ハッチカバー開放
5月22日 本船の第1船倉	南南東 ／5.6m/s	約14.0 (CO ₂ 測定なし)	約7分経過後に約20.1 (同左)
7月26日 類似貨物船の船倉	東北東 ／2.1m/s	16.5 (CO ₂ 約8.0)	約26分経過後に20.9 (CO ₂ 0.882)

※本船の船首方位は西向きであった。

表5に示す船倉では、周辺の風が平均風速2.1m/s及び5.6m/sであり、船倉内の酸素濃度が自然換気で標準大気と同程度になるまでは約7分から約26分を要していた。一方、本事故当時の本船の第1船倉では、周辺の風が平均風速約2.0m/s以下（表3）であったことから、同船倉内の酸素濃度が自然換気で標準大気と同程度になるまでには表5の事例よりも長い時間を要するものと推定される。また、船倉内の二酸化炭素濃度の変化についても酸素濃度と同等にみなすことができるものと考えられる。

これらのことから、PKSを積載した船倉で人が作業を行う場合、自然換気により安全確保ができるが、船倉内の環境が標準大気と同程度になるまでに要する時間は様々であることから、作業環境測定の実施が重要であるものと考えられる。

(7) 本事故当時、作業員Aが倒れた第1船倉の左舷船尾側の場所は、上甲板下面及び船倉壁面に近く、風通しが悪い環境であり、一方、作業員Bが倒れた同船倉の右舷船首側の場所は、本件PKSが船尾側よりも積載されておらず、自然換気が行われやすい環境であった可能性が考えられる。

第1船倉は、左舷船尾側の本件PKSが右舷船首側の本件PKSよりも湯気の発生が多い状態であったことから、二酸化炭素が滞留し、酸素濃度が低下する状態にも違いが生じていた可能性が考えられる。

(8) このような第1船倉内の環境の差は、本事故当時、作業員A及び作業員Bが同じように同船倉に入ったものの、作業員Aが同船倉の左舷船尾側において死亡し、作業員Bが右舷船首側から救出された後に意識を回復したことに関与したものと考えられる。

3.2.5 安全管理に関する解析

2.1.1、2.4、2.6、2.8.2、2.8.3、2.9、3.1.1、3.2.1及び3.2.4から、次のとおりであった。

(1) A社は、自社の業務遂行に当たり、安衛システムを導入しており、A₁支店担当者及び作業員は、安衛システムを理解していたものと考えられる。

安衛システムでは、新たな荷役業務の契約を結び、作業方法若しくは作業手順を新規に採用又は変更するとき、当該荷役業務に関するリスクアセスメントを実行しなければならないと、本件積荷役作業はこれに該当したものと推定される。

(2) A₁支店担当者及び作業員は、PKSの取扱いに当たり、酸素を消費したり二酸化炭素等を発生したりするなどの性質並びに船倉内作業の危険性及び有害性を十分に把握していなかったものと考えられる。

(3) A₁支店担当者は、本船が空船で入港することで船倉に危険性がなく、揚げ荷役と逆の手順で作業を行えばよいと考え、本件積荷役作業が安衛システムに記す作業方法若しくは作業手順を新規に採用又は変更する作業に当たるものではないと判断したものと考えられる。

(4) A₁支店では、前記(3)の判断に対し、新たなRA作業手順書を作成しなければならないとの指示、指摘等はなく、本件積荷役作業の実施に当たり、ばら積貨物の積荷役に関する経験や手順を基に従来の方法で安全に作業を行えると考え、本件計画表による作業実施を作業員に指示した。

(5) (3)及び(4)から、A₁支店は、本件積荷役作業の実施に当たり、船倉内の作業環境測定を含むリスクアセスメントを記載したRA作業手順書を作成せず、作業員に対し、船倉内作業の本件関連法令に基づく、安全管理を行わな

かったものと考えられる。

- (6) A₁支店担当者及び作業員は、船倉に本件PKSの積載が進む過程において、作業環境が変化することに思い至らず、船倉で作業環境測定を行う必要があることを定める本件関連法令が該当する認識がなかったものと考えられる。
- (7) 本件積荷役作業の実施に当たっては、(2)～(6)から、安衛システムにおける安全衛生計画の作成が行われておらず、また、作業指揮者、作業員等から日常的な点検、改善等において作業環境測定の必要性を指摘することなく、システム及びそのPDCAサイクルが機能していなかったものと考えられる。
また、A社は、船倉内作業では、酸素濃度測定を含む作業環境測定を確実に実施するものと認識していたものの、この認識がA₁支店担当者及び作業員には浸透しておらず、本件積荷役作業では酸素欠乏等の可能性がほとんどないとみなされていたものと考えられる。
- (8) また、作業員Bは、酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者講習を受講して資格を有していたものの、同講習で学習したタンク等の閉鎖区画の作業環境測定に関する内容が、本件積荷役作業のようなハッチカバーが開放された船倉内作業とは作業環境が異なるとみなし、その知見を活かしておらず、酸素欠乏症等の危険性に関する認識が低かった可能性があると考えられる。

3.2.6 事故発生に関する解析

2.1、2.2、2.4、2.5.3、2.6、2.8、2.9、3.1.1～3.1.3、3.2.1、3.2.3、3.2.4及び3.2.5から、次のとおりであった。

- (1) 本件PKSは、本件ふ頭に野積みされていた間に、降雨等により水分を含む状態であったものと推定される。
本船は、空船の状態では、本件ふ頭に着岸し、本件積荷役作業を開始した。
- (2) 本件積荷役作業の実施に当たり、次のことから、RA作業手順書が作成されなかったものと考えられる。
 - ① A₁支店担当者は、本船が空船で入港することで船倉に危険性がなく、揚げ荷役と逆の手順で作業を行えばよいと考え、本件積荷役作業が安衛システムに示す作業方法等を新規に採用するなどの作業に当たるものではないと判断した。
 - ② A₁支店では、前記①のA₁支店担当者の判断に対し、新たなRA作業手順書を作成しなければならないとの指示、指摘等はなく、ばら積貨物の積荷役に関する経験や手順を基に従来の方法で安全に作業ができると考え、本件計画表による作業実施を作業員に指示した。

- ③ A₁支店担当者及び作業員は、船倉に本件PKSの積載が進む過程において、作業環境の変化に思い至らず、船倉で作業環境測定を行う必要があることを定める本件関連法令が該当する認識がなかった。
- (3) 本船は、空船の状態で、本件ふ頭に着岸し、本件PKSの本件積荷役作業が開始され、その間にも降雨を受ける環境にあり、その後、船倉ハッチカバーが閉鎖され、休日には本件PKSが高湿度の状態であったものと考えられる。
- (4) 第1船倉は、積載された本件PKSの発酵及び酸化が進行したことから、同船倉内で酸素濃度が低下するとともに二酸化炭素が発生し、作業員の体に影響を及ぼす作業環境にあったものと考えられる。
- (5) 本船は、本事故当日、本件PKSの本件積荷役作業を開始し、第2船倉、第1船倉の順でハッチカバーを開放したものの、風の平均風速が2.0m/s以下で、船倉内の自然換気が行われにくい環境であり、船倉内で標準大気よりも酸素濃度が低下し、二酸化炭素が高濃度となる状況であったものと考えられる。
- (6) A₁支店は、本件積荷役作業の実施に当たり、船倉内の作業環境測定を含むリスクアセスメントを記載したRA作業手順書を作成せず、作業員に対し、船倉内作業の関連法令に基づく、安全管理を行わなかったことから、事前に第1船倉の作業環境測定が行われなかった
- (7) 第1船倉内に入った作業員A及び作業員Bは、標準大気よりも酸素濃度が低く、二酸化炭素濃度が高い空気を吸引して意識を失い、本件PKS上に倒れたものと考えられる。

4 原因

本事故は、本船が、本件ふ頭で本件積荷役作業中、事前に第1船倉の作業環境測定が行われなかったため、同船倉内に入った作業員A及び作業員Bが、標準大気よりも酸素濃度が低く、二酸化炭素濃度が高い空気を吸引して意識を失い、本件PKS上に倒れたことにより発生したものと考えられる。

事前に第1船倉の作業環境測定が行われなかったのは、A₁支店が、本件積荷役作業の実施に当たり、船倉内の作業環境測定を含むリスクアセスメントを記載したRA作業手順書を作成せず、作業員に対し、船倉内作業の関連法令に基づく安全管理を行わなかったことによるものと考えられる。

本件積荷役作業の実施に当たり、R A作業手順書が作成されなかったのは、次のことによるものと考えられる。

- (1) A₁支店担当者は、本船が空船で入港することで船倉に危険性がなく、揚げ荷役と逆の手順で作業を行えばよいと考え、本件積荷役作業が安衛システムに示す作業方法等を新規に採用するなどの作業に当たるものではないと判断した。
- (2) A₁支店では、前記(1)のA₁支店担当者の判断に対し、新たなR A作業手順書を作成しなければならないとの指示、指摘等はなく、本件積荷役作業の実施に当たり、ばら積貨物の積荷役に関する経験や手順を基に従来の方法で安全に作業ができると考え、本件計画表による作業実施を作業員に指示した。
- (3) A₁支店担当者及び作業員は、船倉に本件P K Sの積載が進む過程において、作業環境が変化することに思い至らず、船倉で作業環境測定を行う必要があることを定める本件関連法令に該当する認識がなかった。

5 再発防止策

5.1 必要と考えられる再発防止策

本事故は、本船が、本件ふ頭で本件積荷役作業中、第1船倉の作業環境測定が行われなかったため、同船倉内に入った作業員A及び作業員Bが、標準大気よりも酸素濃度が低く、二酸化炭素濃度が高い空気を吸引して意識を失い、本件P K S上に倒れたことにより発生したものと考えられる。

A₁支店は、本件積荷役作業の実施に当たり、第1船倉内の作業環境測定を含むリスクアセスメントを記載したR A作業手順書を作成せず、作業員に対し、船倉内作業の関連法令に基づく作業手順及び安全管理を示していなかったものと考えられる。

したがって、同種の事故の再発防止を図るため、次の措置を講じることが必要である。

- (1) 作業員を現場に派遣している荷役会社は、荷役作業を安全に実施するために、関係法令を確認しつつ、次の措置を講じること。
 - ① 作業員に対し、船倉内作業を行う場合、法令に定められている作業環境測定の必要性を認識させ、安全確保のため同作業の前には同測定を必ず実施するよう必要な作業手順を示して、指導すること。同測定の結果を踏まえ、標準大気よりも酸素濃度が低下するなどが確認された場合、自然換気だけでなく強制換気等も含めた作業環境の改善を行うこと。

また、作業員が、船倉内作業の手順に疑義が生じた場合には、作業責任者等に申し出るよう、事業場での安全管理に関する体制を構築すること。

- ② 荷役作業において、作業方法若しくは作業手順を新規に採用又は変更が生じたときには、リスクアセスメントを確実に実行するよう、安衛システムに係る運用の仕組みに関して、必要な見直しを行うこと。
 - ③ P K Sのように新たな貨物の取扱いを行う際、事前に有害性等に関する情報収集を行い、リスクを考慮した荷役作業における必要な作業手順を定めること。
- (2) 荷役会社は、前記(1)を実行するため、管理者及び作業員が出席する職場での会議などを有効に活用して、安衛システムを確実に運用すること。
- 荷役会社の各支店等を管理監督する部署は、各支店等において、安衛システムが有効に機能していることを管理し、必要な指導及び支援を実施すること。

5.2 事故後に講じられた事故等防止策

5.2.1 労働基準監督署により講じられた措置

労働基準監督署は、本事故後、A₁支店に対して、本件積荷役作業に関するR A作業手順書が未作成であることを指摘し、二酸化炭素濃度等の測定を含む作業環境測定方法の見直し等を指導した。

5.2.2 A社及びA₁支店により講じられた事故等防止策

A₁支店は、本事故後の労働基準監督署による指摘事項を踏まえ、令和6年5月27日、P K S等貨物の船舶への積荷役作業に関するR A作業手順書を作成するなどの措置をまとめた改善対策書を同監督署に提出し、受理された。

その他A社及びA₁支店が講じた本事故後の措置は、次のとおりである。

(1) 荷役作業安全管理チェックリストの改訂及び運用

A社の安全管理部署は、平成24年に制定していた荷役作業安全管理チェックリストにある指示事項を明確化し、酸欠防止関連規則の内容を記載した見直しを行い、その活用方法を各部・各事業部、支店等に対して次のとおり周知し、運用させている。

- ① 荷役作業を行う船舶の入港時は、原則として、作業場所等ごとにチェックリストを活用した点検を実施し、記録として1年間保管する。

計画的改善を要する項目には、速やかに改善に取り組み、改善内容を点検記録に追記する。

- ② 酸欠等のおそれがある危険作業を実施している作業場所においては、酸欠防止関連規則の遵守状況を確認する。
- ③ 各部・各事業部、支店等における安全衛生担当者等は、安全点検の実施に併せて、前記①及び②の実施状況の確認を行う。また、類似作業を行っ

ている支店には結果を情報共有し、組織全体で不適項目の共有及び改善を図る。

(2) 船倉内作業における作業環境測定等の見直し

- ① 作業環境測定機器を常備し、従来から実施してきた酸素濃度の測定項目に、二酸化炭素濃度、一酸化炭素濃度及び硫化水素濃度を追加している。
- ② 持運び式送風機を使用した強制換気を採用している。

(3) A₁支店従業員に対する労働安全教育の実施

船倉内作業に関連する従業員（事務職・技能職）に対し、次の講習を受講させている。

- ① 酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者技能講習
- ② 港湾貨物運送事業労働災害防止協会による労働災害防止講習
- ③ 酸素欠乏症等の防止に向けた特別教育を実施

(4) その他

- ① 事故及び労災の発生時における初動対応マニュアルの周知、再講習を実施している。
- ② 携帯式酸素濃度測定器及び非常用携帯酸素スプレーを導入している。

(5) A社は、本事故後、船倉内作業に関わる事務職及び経営職に対する安全教育を実施している。

また、安衛システムの‘2025年安全衛生管理方針’における安全の特別推進項目及び強化項目として、次の事項を掲げて実施する予定である。

① 酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者技能講習

酸素欠乏危険作業に関わる部署は、事務・技能職種を問わず積極的に技能講習を受講する。

② 作業開始前ミーティングでの確認指示の徹底

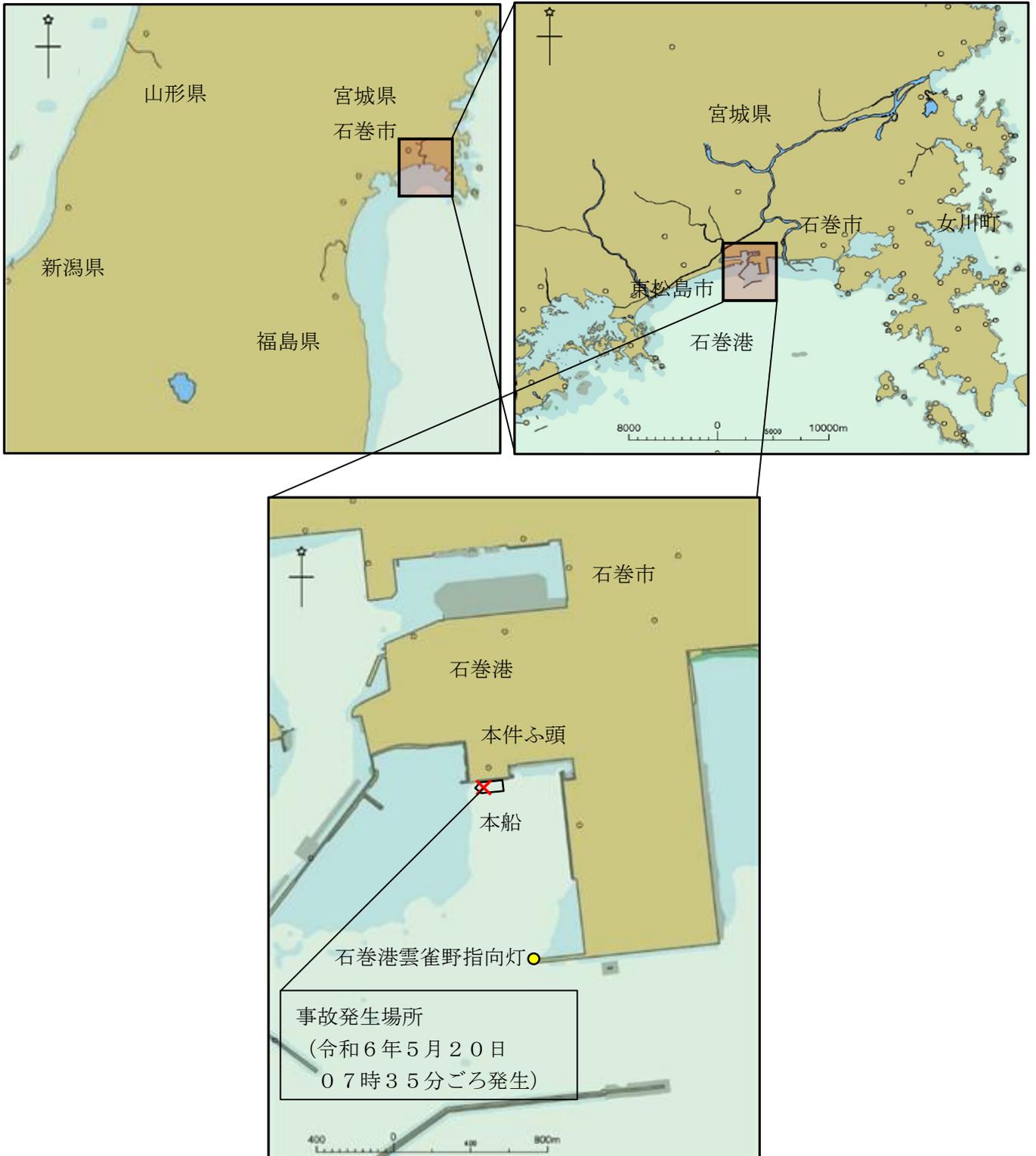
管理者・作業指揮者は、作業開始前、関係者に対し、適切な作業手順の確認、作業指示を確実に実施する。

5.3 今後必要とされる事故等防止策

本事故と同種の事故を防止するため、A社は、管轄下の支店に対し、酸欠事故等に係る技能講習並びに事故事例及びヒヤリハットに関する研修を計画的かつ継続的に実施させ、管理監督者から現場作業員に至るまで、安全意識の向上、維持を図ること。さらに、現場における安全点検には、支店等の担当者のみならずA社の管理監督者も赴くなどして、現場の作業実態を把握し、より安全な作業環境の構築を図ることが望ましい。

運輸安全委員会は、本事故の調査結果を踏まえ、同種事故を防止するため、本報告書の内容を周知することについて、国土交通省港湾局、海事局、厚生労働省労働基準局、港湾貨物運送事業労働災害防止協会などの港湾運送業界団体に協力を依頼する。

付図1 事故発生場所概略図



付表1 穀物積載の船倉における酸素欠乏症の事件事例

番号	発生日	発生時刻	発生場所	事 故 名	事 故 概 要	死傷等
1	H24.10.23	09:10	北海道小樽市 小樽港の岸壁	貨物船 HEILAN BROTHER 乗組員負傷	<p>本事故は、本船が、小樽港の岸壁に着岸し、とうもろこしの揚げ荷作業の準備中、甲板長が腐敗したとうもろこしを揚げようとして3番貨物倉に入り、また、自蔵式空気呼吸器を装着した甲板員Bが、倒れた甲板長を救助しようとして3番貨物倉に入り、マスクを外して甲板長に使わせようとしたところ、3番貨物倉の空気の酸素濃度が低下していたため、両名が酸素濃度が低下していた空気を吸入し、酸素欠乏症になったことにより発生したものと考えられる。</p> <p>3番貨物倉の空気の酸素濃度が低下していたのは、3番貨物倉に積載されていたとうもろこしが、アメリカ合衆国グラマシー港から小樽港まで輸送される間に、密閉されていた3番貨物倉の空気中の酸素を消費したことによるものと考えられる。</p> <p>甲板長が3番貨物倉に入り、また、自蔵式空気呼吸器を装着した甲板員Bが、倒れた甲板長を救助しようとして3番貨物倉に入り、マスクを外して甲板長に使わせようとしたのは、甲板長等が、酸素欠乏症についての正確な知識を有していなかったことによる可能性があると考えられる。</p>	負傷：2人（甲板長及び甲板員）
2	H27.10.19	08:50	阪神港神戸 第2区穀物岸壁	貨物船 TRITON SWAN 穀物検定員死亡	<p>本事故は、本船が、岸壁で荷役作業中、穀物検定員が、酸素濃度の確認が行われる前に3番貨物倉に入ったため、酸素欠乏となっていた空気を吸入したことにより発生したものと考えられる。</p> <p>穀物検定員が、酸素濃度の確認が行われる前に3番貨物倉に入ったのは、穀物検定員が本事故により死亡したことから明らかにすることはできなかったが、一般財団法人日本穀物検定協会が酸素欠乏のおそれのある危険な場所に立ち入る場合の手順を定め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。</p> <p>3番貨物倉が酸素欠乏となっていたのは、本船が3番貨物倉にとうもろこしを積んで約1.5か月間閉鎖状態であったことによるものと考えられる。</p>	死亡：穀物検定員