

船舶事故調査報告書

船種船名 ケミカルタンカー 第二旭豊丸

船舶番号 137077

総トン数 388トン

事故種類 乗組員死亡

発生日時 平成22年3月10日 13時55分ごろ

発生場所 京浜港川崎区

神奈川県川崎市旭化成ケミカルズ2号栈橋

川崎北防波堤灯台から真方位317°3,020m付近

(概位 北緯35°31.7′ 東経139°45.4′)

平成23年7月7日

運輸安全委員会(海事専門部会)議決

委員 横山 鐵 男 (部会長)

委員 山本 哲 也

委員 石川 敏 行

委員 根本 美 奈

1 船舶事故調査の経過

1.1 船舶事故の概要

ケミカルタンカー第二旭^{きよくほう}豊丸は、船長ほか4人が乗り組み、京浜港川崎区の旭化成ケミカルズ専用栈橋で約380tのターシャリーブチルアルコールを揚荷中、平成22年3月10日13時55分ごろ、揚荷作業に従事していた一等航海士が、左舷2番貨物タンクに入り、酸素欠乏による窒息で死亡した。

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、平成22年3月11日、本事故の調査を担当する主管調査官

(横浜事務所) ほか2人の地方事故調査官を指名した。

1.2.2 調査の実施時期

平成22年3月11日、12日、17日 現場調査及び口述聴取

平成22年3月15日 現場調査

平成22年3月15日、16日、18日、26日、4月1日、6日、5月10日、12日、21日、6月2日、11日、平成23年2月16日 回答書受領

平成22年3月16日、4月1日、5月10日、12日、6月2日、9日～11日、平成23年2月15日 口述聴取

1.2.3 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は、第二旭豊丸（以下「本船」という。）の船長、機関長、一等機関士（以下「一機士」という。）、二等航海士（以下「二航士」という。）及び荷受会社から陸上荷役作業を請け負っていた会社（以下「A社」という。）の作業員3人（以下「作業員A₁」、「作業員A₂」及び「作業員A₃」という。）の口述並びに神奈川県川崎市臨港消防署の回答書によれば、次のとおりであった。

本船は、平成22年3月10日08時30分～50分ごろの間、京浜港川崎区の大師運河沿いにある荷送会社の専用栈橋で化学液体貨物ターシャリーブチルアルコール（以下「TBA」という。）の積荷作業に備え、本船側の荷役作業責任者である一等航海士（以下「一航士」という。）の立ち会いのもと、検査団体検査員による、貨物管、貨物タンク等の清掃状態など船積前検査を受けた。

一航士は、船積前検査の際、全貨物タンクに順に入り、貨物管のドレン孔からドレンプラグを取り外し、検査員がドレン孔に指を当てて残水がないかを確認したのち、ドレンプラグを復旧していた。

本船は、船長ほか4人が乗り組み、約380tのTBAの積荷を終え、11時35分ごろ揚荷のため専用栈橋を出航した。

本船は、11時45分ごろ、大師運河の奥に位置する荷受会社の2号栈橋（以下

「本件棧橋」という。)に着棧し、一航士が、本船左舷側マニホールド*1付近で、作業員A₁と船舶荷役チェックリストに従って荷役前の確認事項のチェックを行った。

本船は、12時ごろ、揚荷圧力を約0.5MPaに調整して両舷の1番貨物タンクから揚荷を開始し、約1時間後に両タンクの揚荷を終え、両舷の2番貨物タンクの揚荷を開始したが、その後、貨物ポンプが空気を吸い込むような音をたて、揚荷圧力が0.2～0.3MPaに下がり、TBAが移送できなくなった。

機関長は、一旦右舷2番貨物タンクのバルブを閉鎖して左舷2番貨物タンク（以下「本件タンク」という。）からの移送を試みたが、移送できなかったため、本件タンクのバルブを閉鎖し、右舷2番貨物タンクのバルブを開放したところ、TBAを移送することができたので、本件タンクに原因があると考え、本件タンクのプロト式液面計でTBAが船底から0.29mまで残っていることを確認した。

13時45分ごろ、本船は、一航士の指示で本件タンクの揚荷を後回しにして両舷の3番貨物タンクの荷役を開始した。

機関長は、本件タンクから移送できない原因を調べるため、貨物ポンプ室に入り、貨物ポンプに漏えいがないことを確認したのち、本件タンクのハッチを開放し、ハッチ上面から本件タンク内を点検したところ、ステージ（架台）の上にドレンプラグが置かれているのに気付いた。

右舷3番貨物タンクのバルブ付近にいた一航士は、機関長から呼ばれて本件タンク内を確認してドレンプラグが取り付けられていないことに気づき、自ら本件タンク内に入ってドレンプラグを復旧する旨を機関長に伝え、保護具収納場所から走って持って来た防毒マスクを装着し、ハッチを飛び降りるようにして本件タンクの船底に至る垂直梯子を降り、ステージに置いてあったドレンプラグを手にとって同梯子の船尾方に設けられた貨物管に乗り移った。

一航士は、貨物管に設けた貨物液吸入吐出元弁（以下「貨物元弁」という。）の底部にドレンプラグを取り付けるため、本件タンクの天井に至る貨物元弁の遠隔操作桿を右手でつかみ、プラグを持った左手を伸ばし、貨物管の上にしゃがんだ姿勢で作業を開始した。

機関長は、一航士がドレンプラグを取り付ける作業を開始してから10秒程度経過した頃、一航士の体がうつ伏せにぐったりとなった状態で動かなくなったことに気づき、大声で一航士に呼びかけたが、応答がなかったため、船橋にいた船長に、一航士が本件タンクに入って動かなくなったことを報告した。

作業員A₂は、陸上タンクのTBAの計量を終え、監視室にあった作業日誌に読取

*1 「マニホールド」とは、陸上の配管と接続するため、各貨物タンクに通ずる荷役用貨物管等を甲板上に集めて配管している場所をいう。

り値を記入し、圧力計の値を読み取るために本件栈橋に行ったところ、13時55分ごろ、船長から、救急車を呼ぶように依頼された。

作業員A₂は、付近で作業をしていた作業員A₃に協力を求め、13時59分ごろ、作業員A₃が携帯電話で荷受会社担当者に本事故が発生したことを連絡し、荷受会社担当者が消防署に通報した。

作業員A₃は、事故現場が気になって本件栈橋に行ったところ、3人ぐらいの本船乗組員が腰にロープを巻いて本件タンクに入ろうとしていたので、二次災害のおそれがあると制して乗組員が本件タンクに入るのを思い止まらせ、本船は荷役を中断して救急車の到着を待った。

川崎市臨港消防署救急隊は、14時07分ごろ本船に到着し、次いで同署救助隊が到着したが、14時23分ごろ本件タンク内の酸素濃度が16%であったことから、空気ボンベの弁を開放し、本件タンクに投入して換気を行い、14時29分ごろ酸素濃度が16～20%となったのを確認の上、救助隊員が本件タンクに入った。

14時44分ごろ、一航士は、救助隊によって救出されて病院に搬送されたが、死亡が確認された。

本事故の発生日時は、平成22年3月10日13時55分ごろで、発生場所は、京浜港川崎区の川崎北防波堤灯台から真方位317°3,020m付近の本件栈橋であった。

(付図1 推定事故発生場所図 参照)

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷に関する情報

死体検案書によれば、一航士は酸素欠乏による窒息で死亡した。

2.3 船舶の損傷に関する情報

船体に損傷はなかった。

2.4 乗組員に関する情報

(1) 性別、年齢、海技免状等

船長 男性 47歳

五級海技士（航海）

免許年月日 昭和59年7月30日

免状交付年月日 平成21年5月8日

免状有効期間満了日 平成26年7月29日

一航士 男性 63歳

五級海技士（航海）

免 許 年 月 日 昭和52年7月22日

免 状 交 付 年 月 日 平成17年5月10日

免状有効期間満了日 平成22年12月12日

(2) 主な乗船履歴等

船長

船長の口述によれば、昭和54年に甲板員として漁船に乗船し、約31年の船員歴（大半がケミカルタンカーの乗船経験）を経て、平成21年9月に本船の船長として乗船した。

船長は、平成元年度海上防災訓練消防実習コースを修了していた。

一航士

船長、機関長、一機士及び二航士の口述によれば、次のとおりであった。

一航士は、昭和58年に松栄海運合資会社（以下「B社」という。）を設立して同社の代表社員に就き、本船の船長又は一航士が休暇の時は、その代わりに乗り組み、ケミカルタンカーへは延べ約25年間の乗船履歴を有していた。本船には、平成22年2月26日から一航士として乗船していた。

一航士は、昭和60年2月にタンカー安全担当者講習会の全課程を修了し、同年3月に海上防災訓練消防実習コースを修了した。

2.5 船舶に関する情報

2.5.1 船舶の主要目

船舶番号	137077
船籍港	大阪府大阪市
船舶所有者	B社及びアスト株式会社（以下「C社」という。）
船舶管理人	B社
総トン数	388トン
L×B×D	53.71m×8.90m×4.40m
船質	鋼
機関	ディーゼル機関1基
出力	736kW（連続最大）
推進器	固定ピッチプロペラ1個
進水年月	平成13年4月

2.5.2 積載等の状況

船長の口述によれば、本船は、京浜港川崎区でTBA約380tを積荷したとき、

喫水は、船首約1.60m、船尾約3.60mでほぼ満載状態であった。

2.5.3 船舶に関するその他の情報

船長及び機関長の口述等によれば、次のとおりであった。

本船は、TBAのほか種々の化学液体物質の国内輸送に従事するケミカルタンカーで、特にゴムの原材料であるラテックスと称する粘度の高い特殊貨物の輸送も行っており、ラテックス専用の貨物用配管がその他の貨物用配管と平行に敷設され、貨物ポンプも一般貨物用とは別に専用のポンプを備えていた。

(1) 貨物タンク

本船は、船体中央の縦通隔壁で左右に仕切られた1番から3番までの合計6個の貨物タンクを備えており、船首側から順に右舷1～3番、左舷1～3番と呼称され、各貨物タンクにハッチが1個設けられていた。

貨物タンクのハッチカバーには、直径約14cmののぞき窓が約26cm隔てて2個設けられ、片方の窓からライトを照らし、他方の窓を通して貨物タンクの中をのぞき、液面等を観察するようになっていた。各貨物タンクには、ハッチから貨物タンクの底に至る垂直梯子を約2m降りたところに、ラテックスの揚荷役の際に使用するステージが設けられていた。

ドレン孔は、貨物管系にタンククリーニングの洗浄液等が残らないように設けられた排出孔であり、各貨物タンク内の一般貨物用配管及びラテックス用配管の貨物元弁底部に1個ずつ、合計12個設けられ、本件タンクのドレン孔は、梯子から船尾方向に約94cm、船底からの高さ約57cmのところに設けられていた。

ドレンプラグは、ネジ部の直径が約2.7cmであり、本事故発生後、乗組員が本件タンクのドレンプラグを確認したところ、ドレン孔のネジの途中まで約3回転ねじ込まれていた。

(2) 貨物管及び弁

本船は、貨物ポンプ室が船尾楼甲板の前部に設置されており、上甲板中央部にマニホールドが設けてあり、上甲板上には、マニホールドから貨物ポンプに通ずる貨物管や各貨物タンクまで直接導かれたリターンガス（荷役時、陸上から船舶又は船舶から陸上に送られる貨物の方向と逆方向に送り返されるガスをいう。）用配管が、船首尾方向に設置されていた。

事故当時、荷役設備に不具合又は故障はなかった。

(3) 計測装置

各貨物タンクの液面の高さは、各貨物タンク船尾側に設置されたフロート式液面計で計測され、各タンク毎に備えたタンクテーブルを用いて計測され

た液位を容量に換算するようになっていた。

また、貨物管の揚荷又は積荷圧力は、マニホールドの貨物液出入口主管に設置された圧力計で読み取っていた。

(付図2 本件タンク内、写真1 本船の状況、写真2 梯子付近、写真3 本件タンク内、写真4 一航士の状況(事故発生時の再現)、写真5 ドレンプラグの取付け状況(再現) 参照)

2.5.4 荷役に関する情報

船長、機関長、一機士及び二航士の口述によれば、次のとおりであった。

乗組員は、荷役開始時、終了時及びタンク切り替え時には、全員が配置に就き、一航士がバルブ調整を行い、一機士がポンプ調整を行っていた。それら以外の荷役時には、最低2人が、甲板上で、液漏れ及び圧力計等の確認を行っていた。

貨物を積み込むときは、前の積載貨物が同種類の場合であっても、荷役前にタンククリーニングを行っていた。

引火性液体物質等の危険な貨物であるTBA、アクリロニトリル等の揚荷役時には、荷受会社からの指示があれば、本船と陸上側の貨物管及びリターンガス管をそれぞれ接続して密閉サイクルを形成し、リターンガスには窒素ガスが使用されていた。

TBAの荷役の際は、タンク内の気体は空気でも問題はなかったことから、荷受会社によっては、窒素を使用しない会社もあった。

2.6 気象及び海象に関する情報

事故発生場所の南西方約7.5海里に位置する横浜地方気象台の事故当日の観測値は、次のとおりであった。

13時00分 天気 曇り、気温 8.4℃、風向 南南東、風速 6.4m/s

14時00分 天気 曇り、気温 12.9℃、風向 南西、風速 8.8m/s

機関長の口述によれば、本事故当時、天気は晴れで、風はなかった。

2.7 TBA揚荷時の窒素ガス注入に関する情報

2.7.1 窒素ガス注入

荷送会社担当者並びに本件荷受会社荷役責任者及び担当者の口述によれば、次のとおりであった。

荷受会社は、TBAが引火性物質であることから、爆発防止のため、燃焼の三要素の一つ、支燃物の混入を防ぐことを目的としてTBA専用タンクに窒素ガスを封入しており、TBA揚荷時には、本船に対しても貨物タンクにリターンガスとして

窒素ガスを注入し、酸素濃度を下げている。

また、TBA揚荷時には、揚荷される陸上タンクに封入されている窒素ガスが、揚荷したTBAと同容量のリターンガスとして貨物タンクに送られることになるが、リターンガスの配管の径が細く、揚荷に伴って貨物タンク内の圧力が大気圧と比べて小さくなるのを防止するため、別の陸側窒素ガスラインからも貨物タンクに窒素ガスを送っていた。

陸上タンクからの窒素ガス及び追加された窒素ガスは、本件棧橋において合流し、本船マニホールドを経て貨物タンクに注入されていた。

なお、TBA積荷時には、貨物タンク内の酸素含有率を低くするための窒素ガスの注入は行わなかったが、積荷終了後、陸上の貨物管に残ったTBAを陸上側から本船貨物タンクに押し流すため、窒素ガスを用いていた。

2.7.2 窒素ガス注入に関する乗組員、C社及び荷受会社の認識

窒素ガスの注入を行っていたことについて、本船乗組員、運航管理を行っていたC社の安全統括管理者、荷受会社荷役責任者及び作業員A₁の口述並びに荷受会社荷役責任者の回答書によれば、次のとおりであった。

- (1) 一機士を除き、船長、機関長及び二航士は、窒素ガスが貨物タンクに注入されていることは認識していなかった。
- (2) C社の安全統括管理者は、貨物によっては、揚荷するときに窒素ガスを貨物タンクに注入することを知っていたが、本事故発生時に窒素ガスを注入していたかどうか分からなかった。
- (3) 荷受会社荷役責任者は、本船が荷受会社へのTBAの揚荷を何回も行っていたので、TBAの揚荷の際、一航士を含め乗組員全員が窒素ガスを貨物タンクに注入していることを知っていると思っていた。

本船は、平成22年1月から本事故発生時までの間、本件棧橋で9回の揚荷を行い、直近では2月5日にTBAの揚荷を行っていた。

2.8 荷役開始前の荷受会社と本船間のチェックリスト確認等に関する状況

作業員A₁の口述及び荷受会社荷役責任者の回答書によれば、次のとおりであった。

2.8.1 チェックリストの確認等の状況

一航士は、本船マニホールド付近において、本件棧橋にいた作業員A₁と揚荷量及び揚荷時間の確認、積地で発行された分析表の確認並びに船舶荷役チェックリスト及びTBA船受け入れチェックリストによる確認を約15分間実施した。

船舶荷役チェックリストは、一航士が荷役作業前に作成し、船長が署名押印をし

た後、荷受会社作業員A₁に提出していた。

TBA船受け入れチェックリストは、作業員A₁が作成し、作業員A₁及び作業員A₁の上司が荷役終了後に押印していた。

作業員A₁は、荷役中における本船の点検事項をまとめたTBA船舶荷役安全確認事項を一航士に渡したが、荷役終了後に返却されなかった。

2.8.2 窒素ガス注入に関する情報

(1) 船舶荷役チェックリスト

一航士は、船舶荷役チェックリストの各項目を荷役前に確認して記入し、作業員A₁に提出したが、その船舶荷役チェックリストには、着棧前実施・着棧後確認の点検確認項目として「乗組員に対して棧橋繫留規則及び取扱物質の防災等注意は行き届いたか」、荷役前確認の点検確認項目として「荷役責任者及び監視員の配置はよいか、注意事項を指示したか」があり、○印が記入されていた。

(2) TBA船受け入れチェックリスト

荷受会社は、作業員A₁が確認した受入前作業の作業項目として「赤旗を揚げ本船にアースを渡し、荷役チェックリスト・送り状・分析表を受け取り確認したか」、受入中作業の作業項目として「N₂ライン「N4」弁を開けN₂をガスラインに30Nm³/hr流したか」、「圧送終了後ベントラインのN₂を停止し、液側「6」弁・ガス側「18」弁を閉止したか」があり、レ印が記入されていた。

(3) TBA船舶荷役安全確認事項

荷受会社は、荷役前、本船が荷役中に行う点検事項として一航士にTBA船舶荷役安全確認事項を渡し、そのTBA船舶荷役安全確認事項には、荷役作業連絡事項として「窒素パージ 有 無」、「ガスリターン 有 無」があった。

2.9 安全管理に関する情報

2.9.1 安全管理規程

内航海運業者であるC社が、内航海運業法第9条に従って定めた安全管理規程によれば、次のとおりであった。

第11章 輸送に伴う作業の安全の確保

(危険物の取扱い)

第32条 危険物その他の乗組員等の安全を害するおそれのある物品の取扱いは、法令の定めるところによる。

第14章 安全に関する教育、訓練及び内部監査等

(安全教育)

第48条 安全統括管理者は、(中略) 船舶所有者等、乗組員、(中略) に対し、安全管理規程(中略)、船員法及び海上衝突予防法等の関係法令その他輸送の安全を確保するために必要と認められる事項について理解しやすい具体的な安全教育を定期的に実施し、その周知徹底を図らなければならない。

2.9.2 本船の教育及び訓練に関する情報等

安全統括管理者及び乗組員の口述によれば、乗組員は消防実習を受講し、安全統括管理者は他社で発生した事故発生事例の紹介資料を本船に送り、事故防止のために注意を喚起していた。C社は、荷役中にハッチ口を開放してはならないことは、ケミカルタンカーの乗組員として常識だと思っていたので、マニュアル等にその旨を規定していなかった。

2.10 TBA等に関する情報

2.10.1 TBAに関する情報

TBAは、アクリル樹脂の原材料となる無色透明の有害液体物質であり、引火点18℃、濃厚な蒸気は目、鼻、のどを刺激する。船舶安全法では、第5引火性液体類に分類され、また、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律では、Z類物質に分類されている。

また、危険物運送及び貯蔵規則を根拠とする「船舶による危険物の運送基準等を定める告示」の別表8の3によると、TBAは、引火点が61℃以下の引火性液体物質であるが、運送要件としては不活性化ガスを満たすなどの環境制御は不要となっている。

なお、荷受会社のTBAに関する製品安全データシートによれば、TBAは、引火点11℃の無色透明の液体で、呼吸器への刺激のおそれ等があり、取扱いの際には防毒マスク等の保護具の使用が求められていた。

2.10.2 空気の成分等に関する情報

空気の成分は、主に窒素と酸素で構成され、それぞれの体積比は約78%と約21%である。また、窒素及び空気の密度(0℃、1気圧)は、1.251kg/m³と1.293kg/m³であり、空気の方が窒素より重い。

2.10.3 酸素濃度と酸素欠乏症の症状

中央労働災害防止協会発行「新酸素欠乏症等の防止」によれば、酸素濃度18%

が安全下限界とされ、酸素濃度 10～6%で意識喪失の症状を引き起こすとされている。

(付表1 酸素濃度と酸素欠乏症の症状等 参照)

2.1.1 適用される法規等

船員労働安全衛生規則

船員法第5条により、共有船である本船の場合、船員法における船舶所有者の義務は船舶管理人であるB社が負い、B社は、船員法第81条に従い、船内作業による危害の防止のために、船員労働安全衛生規則等を遵守しなければならない。

船員労働安全衛生規則第50条（有害気体等が発生するおそれのある場所等で行う作業）により、船舶所有者は、酸素が欠乏するおそれのある場所において作業を行わせる場合は、作業を開始する前に、酸素の量について検知を行うこと、作業に従事する者に呼吸具等を使用させることなどの措置を講じなければならない。

2.1.2 被害の拡大防止に関する情報

作業員A₂及び作業員A₃の口述によれば、次のとおりであった。

作業員A₃は、荷受会社の教育訓練で、本事故の類似事例を学んでおり、貨物タンク内が酸素欠乏状態であると予測できたので、乗組員が防毒マスクを装着しただけで同タンクに入ると酸素欠乏で死亡すると考え、入ることを制止した。

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、2.5.3及び2.7から、次のとおりであったものと考えられる。

- (1) 本船は、京浜港川崎区の荷送会社専用栈橋において、検査団体検査員の貨物タンク清掃状態などの船積前検査を受検した際、取り外した本件タンク内のドレンプラグを復旧せずにTBAを積み込み、京浜港川崎区の本件栈橋に向かった。
- (2) 本船は、本件栈橋に着栈し、一航士が、作業員A₁と船舶荷役チェックリストやTBA船受け入れチェックリスト等の確認を行ったのち、TBAの揚荷を開始した。
- (3) 本船は、揚荷役中、爆発防止及び負圧防止のため、リターンガスとして窒

素ガスが本件タンクを含む貨物タンクに注入された。

- (4) 一航士は、本件タンクのTBAが途中から揚荷できなくなったことから、開放したハッチ上面から本件タンク内を点検したところ、本件タンク内のステージにドレンプラグが置かれており、ドレンプラグが取り付けられていないことに気付いた。
- (5) 一航士は、ドレンプラグを復旧するため、本件タンク内の酸素濃度を測定せずに防毒マスクを走って取りに行き、その防毒マスクを装着した後、本件タンクに飛び降りるように入った。
- (6) 一航士は、ドレンプラグをドレン孔に約3回転ねじ込んだ後、動かなくなった。

3.1.2 事故発生の日時及び場所

2.1から、本事故の発生日時は、平成22年3月10日13時55分ごろで、発生場所は、川崎北防波堤灯台から真方位317°3,020m付近の本件栈橋であったものと考えられる。

3.1.3 死傷者等の状況

2.1、2.2及び2.5.3から、一航士は、本件タンクに防毒マスクを装着して入り、酸素濃度が低下していた空気を吸入し、ドレンプラグをドレン孔に約3回転ねじ込んで、13時55分ごろ動かなくなったものと考えられる。その後、一航士は、14時44分ごろ、救助隊によって本件タンクから救出されて病院に搬送されたが、死亡が確認されたものと考えられる。

一航士の死因は、酸素欠乏による窒息であった。

3.2 事故要因の解析

3.2.1 乗組員及び船舶の状況

(1) 乗組員の状況

2.4から、船長及び一航士は、適法で有効な海技免状を有していた。

(2) 本船荷役設備の状況

2.1及び2.5.3から、荷役設備に不具合又は故障はなかったものと考えられる。

本件タンクの揚荷は、途中で不能となったが、その際、本件タンクのフロート式液面計の表示は0.29mであり、船底から約57cmの位置にあった本件タンク内の貨物管のドレン孔にドレンプラグが取り付けられていなかったことから、揚荷を行っていた間にドレン孔から空気を吸入し、TBA

が移送できなくなったものと考えられる。

3.2.2 気象及び海象の状況

2.6から、事故発生当時の気象及び海象は、天気曇り、気温約12.9℃、風向南西、風速約8.8m/sであったものと考えられる。

3.2.3 本件タンクの状況

(1) 貨物タンクへの窒素ガスの注入

2.5.4、2.7、2.8.2(2)及び2.10.2から、法令ではTBAの輸送時に貨物タンクへの窒素ガスの注入は要求されず、TBA積荷時、荷送会社は窒素ガスは注入しなかったが、本件荷受会社は、TBA揚荷時、引火性物質なので爆発防止及び負圧防止のため、貨物タンクに窒素ガスを注入していたものと考えられる。

したがって、TBAを積載していた貨物タンクには、常に窒素ガスが注入されている状況ではなく、本船は、平成22年1月から事故発生時までの間、本件棧橋で9回の荷役を行っていたが、一航士及び一機士を除く乗組員及び安全統括管理者は、爆発防止及び負圧防止のための揚荷中における窒素ガスの注入を知らなかったものと考えられる。

一航士は、ドレンプラグをドレン孔に取り付けるため、走って防毒マスクを取りに行き、防毒マスクを装着し、本件タンクに飛び降りるようにして入ったことから、急ぐあまり、また、リターンガスを使用することは荷役会社によって異なっていたこともあり、本件荷役会社でのTBA揚荷時にリターンガスとして窒素ガスが使用されていることを失念した可能性があると考えられる。

(2) 酸素濃度の測定及び呼吸具の装着

2.1及び2.10.1から、一航士は、酸素濃度を測定することなく、防毒マスクを装着して本件タンクに入ったものと考えられる。

(3) 本事故時の酸素濃度

2.1、2.2、2.5.3(1)及び2.10.3から、14時23分ごろ本件タンクの酸素濃度は16%であったが、13時55分ごろ、一航士がドレンプラグを手にとりドレン孔に3回転ねじ込んで動かなくなったことから、ドレン孔付近の酸素濃度は、人間が即死に至る程度ではなく、短時間で意識不明状態に陥る程度(10%以下)であった可能性があると考えられる。

3.2.4 事故発生に関する解析

2.1、2.5、2.8及び2.10から、次のとおりであった。

- (1) 本船は、京浜港川崎区の荷送会社専用栈橋において、TBA積荷の前に、貨物タンク等の清掃状態などの船積前検査を行った後、本件タンク内のドレンプラグを復旧せずにTBAを積み込み、京浜港川崎区の本件栈橋に向かったものと考えられる。
- (2) 本船は、本件栈橋に着栈して一航士が作業員A₁と船舶荷役チェックリストやTBA船受け入れチェックリストの確認を行った後、揚荷を開始し、爆発防止及び負圧防止のため、リターンガスとして窒素ガスが本件タンクを含む貨物タンクに注入されていたが、一航士及び一機士以外の乗組員は窒素ガスが注入されていることを認識していなかったものと考えられる。
- (3) 一航士は、揚荷中、本件タンクのTBAの揚荷ができなくなったことから、開放したハッチ上面から本件タンク内を点検したところ、本件タンク内のステージにドレンプラグが置かれており、ドレンプラグが取り付けられていないことに気付いたものと考えられる。
- (4) 一航士は、ドレンプラグが取り付けられていないことに気付いた際、その取付けを急いだことなどから、本件タンクに窒素ガスが注入されていたことを失念し、ドレンプラグを取り付けようとして本件タンクに入った可能性があると考えられる。
- (5) 一航士は、揚荷に伴って窒素ガスが注入されて本件タンク内の酸素濃度が低下していたが、酸素濃度を測定することなく、防毒マスクを装着して本件タンクに入り、酸素濃度の低下した空気を吸入し、ドレンプラグを手にとりドレン孔に3回転ねじ込んで動かなくなったものと考えられる。
- (6) 上記(5)から、ドレン孔付近の酸素濃度は、短時間で意識不明状態に陥る程度（10%以下）であった可能性があると考えられる。
- (7) 荷受会社は、荷役終了後、本船からTBA船舶荷役安全確認事項の返却を受けていないことから、その内容を明らかにすることはできなかった。

3.3 被害拡大防止に関する解析

2.12から、作業員A₃が、酸素欠乏による事故事例を知っていたため、防毒マスクのみを装着した乗組員が貨物タンク内に入ることを制止し、二次災害の発生を防止できたものと考えられる。

4 原因

本事故は、本船が、京浜港川崎区の本件棧橋においてT B Aの揚荷中、一航士が、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本件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ことにより発生したものと考えられる。

一航士が、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本件タンクに入ったのは、本件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いた際、その取付けを急いだことなどから、本件タンクに窒素ガスが注入されていたことを失念し、ドレンプラグを取り付けようとしたことによる可能性があると考えられる。

5 所見

本事故は、ケミカルタンカーの乗組員が、T B Aの揚荷中に窒素ガスが貨物タンクに注入されていたものの、貨物タンク内の酸素濃度を測定せずに入ったため、酸素欠乏による窒息で死亡したものと考えられる。

したがって、船舶所有者等は、ケミカルタンカーの乗組員に対し、取り扱う貨物の性状、荷役の方法等により、酸素が欠乏するおそれがあることについて安全教育を実施し、酸素が欠乏するおそれがある場合には、貨物タンクに入る前に酸素濃度の計測を必ず行うように指導する必要がある。

また、本事故当時、揚荷中に窒素ガスが貨物タンクに注入されていたことは、一航士及び一機士以外の乗組員は認識しておらず、一航士も失念していた可能性があることから、陸上の荷役作業者は、酸素濃度を低下させるガスを貨物タンクに注入するときには、その旨をケミカルタンカーの乗組員に対して周知徹底するべきである。

6 参考事項

本事故後、A社は、船舶荷役チェックリストに、確認項目として「着棧中は、船倉内に入らないことを周知させたか」を追加し、荷役作業連絡事項の欄に窒素を含むリターンガスがあることを記入するようにした。

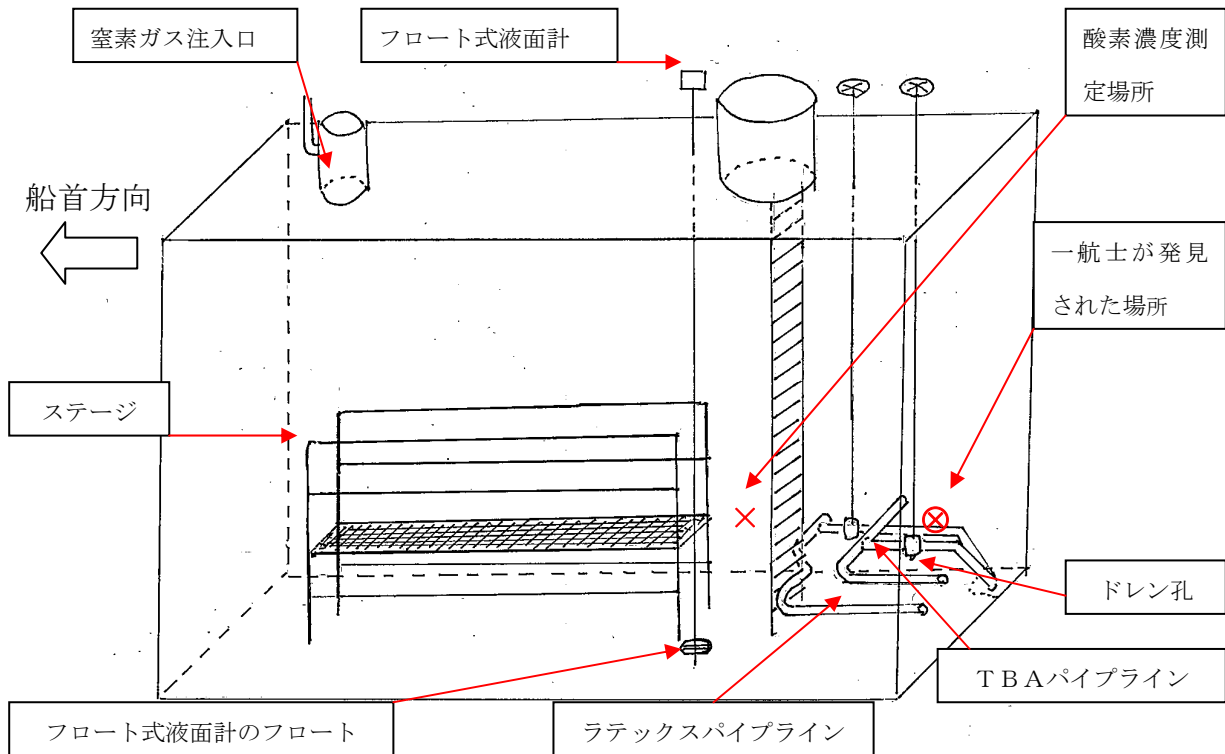
本事故後、C社は、貨物タンクに入るときの注意事項及びドレンプラグ取付けの確

認方法を策定し、船舶安全衛生推進計画、訪船時の教育及び船内教育に酸欠、ガス中毒事故防止の項目を追加するなどの事故防止策を講じた。

付図1 推定事故発生場所図



付図2 本件タンク内



付表 1 酸素濃度と酸素欠乏症の症状等

空気中酸素濃度 (%)	酸素欠乏症の症状
18	安全下限界だが、作業環境内の連続換気、酸素濃度測定、安全带等、呼吸用保護具の用意が必要
16～12	脈拍・呼吸数増加、精神集中力低下、単純計算間違い、精密筋作業拙劣化、筋力低下、頭痛、耳鳴り、悪心、吐き気、動脈血中酸素飽和度85～80%（酸素分圧50～45mmHg）でチアノーゼ（顔面蒼白）が現れる
14～9	判断力低下、発揚状態、不安定な精神状態（怒りっぽくなる）、ため息頻発、異常な疲労感、酩酊状態、頭痛、耳鳴り、吐き気、嘔吐、当時の記憶なし、傷の痛み感じない、全身脱力、体温上昇、チアノーゼ、意識もうろう、階段・梯子から墜落死・溺死の危険性
10～6	吐き気、嘔吐、行動の自由を失う、危険を感じても動けず叫べず、虚脱、チアノーゼ、幻覚、意識喪失、昏倒、中枢神経障害、チェンストークス型の呼吸出現、全身けいれん、死の危機
6以下	数回のあえぎ呼吸で失神・昏倒、呼吸緩徐・停止、けいれん、心臓停止、死

出典：中央労働災害防止協会発行「新酸素欠乏症等の防止」

写真 1 本船の状況

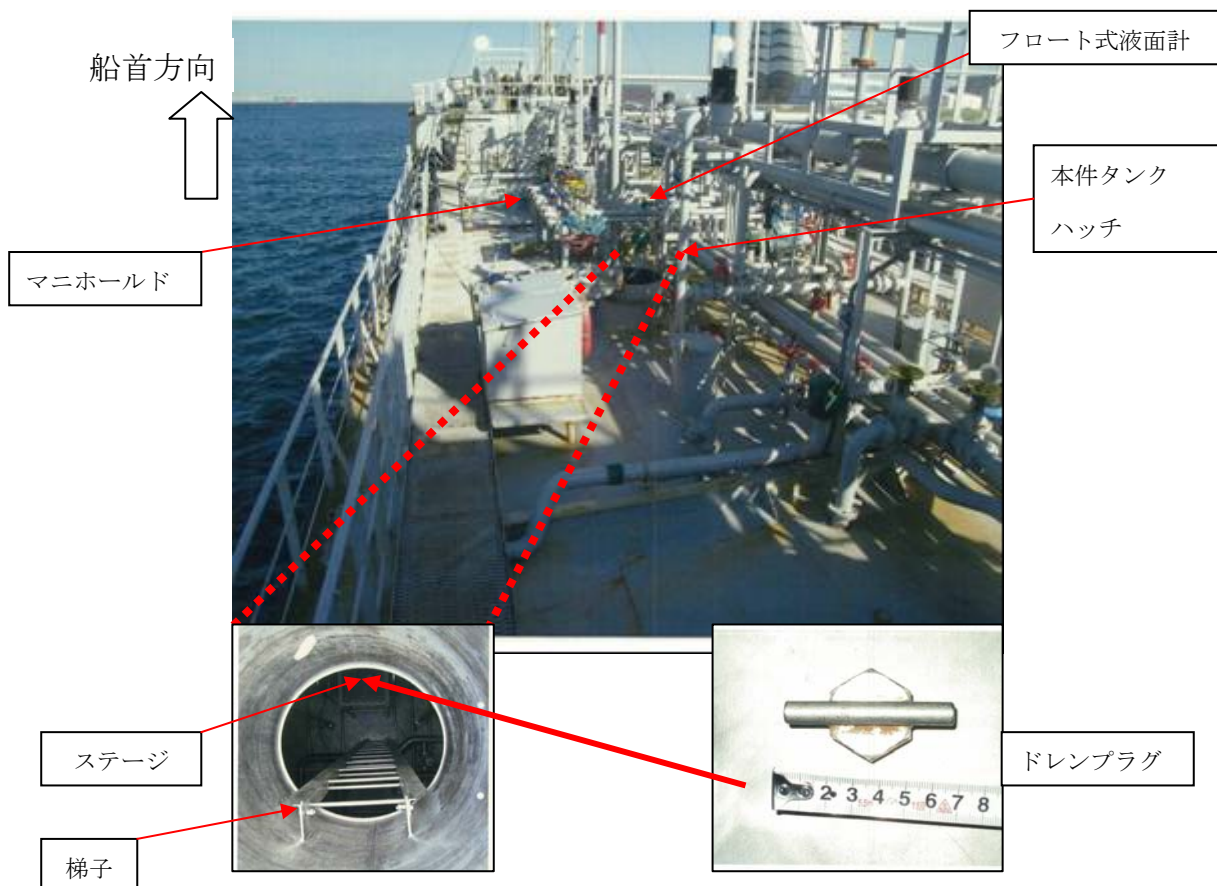


写真2 梯子付近

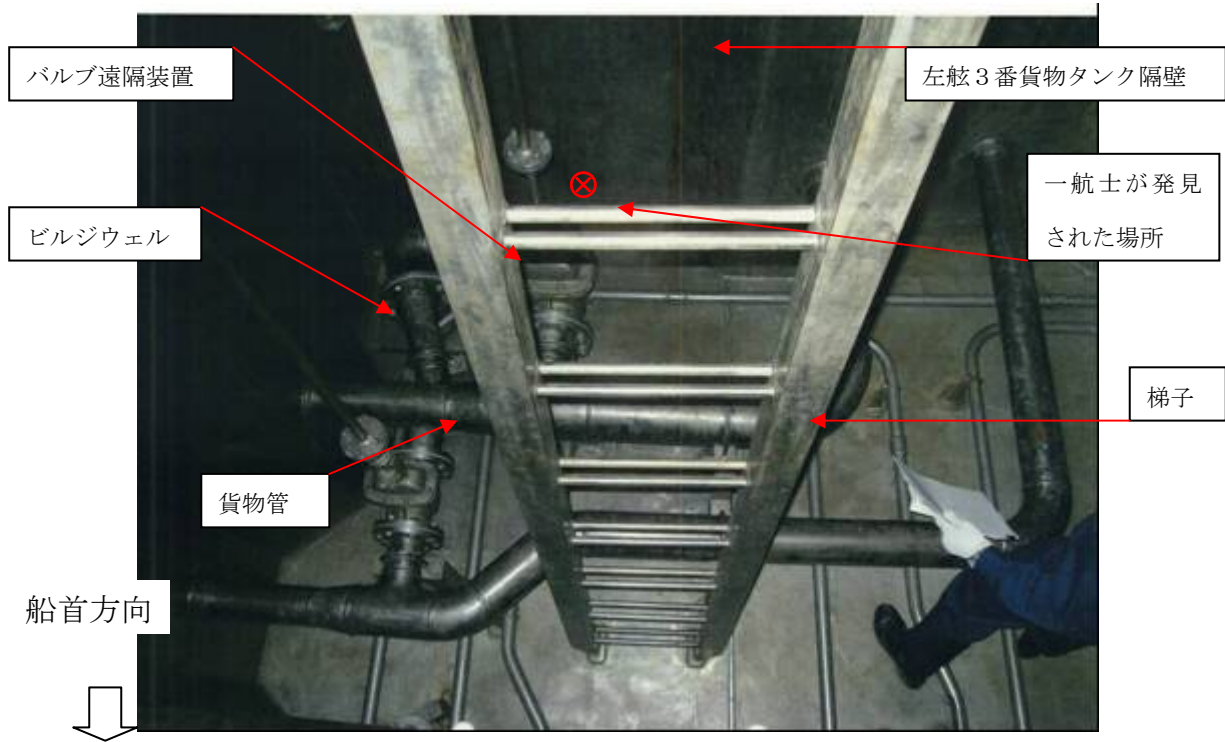


写真3 本件タンク内

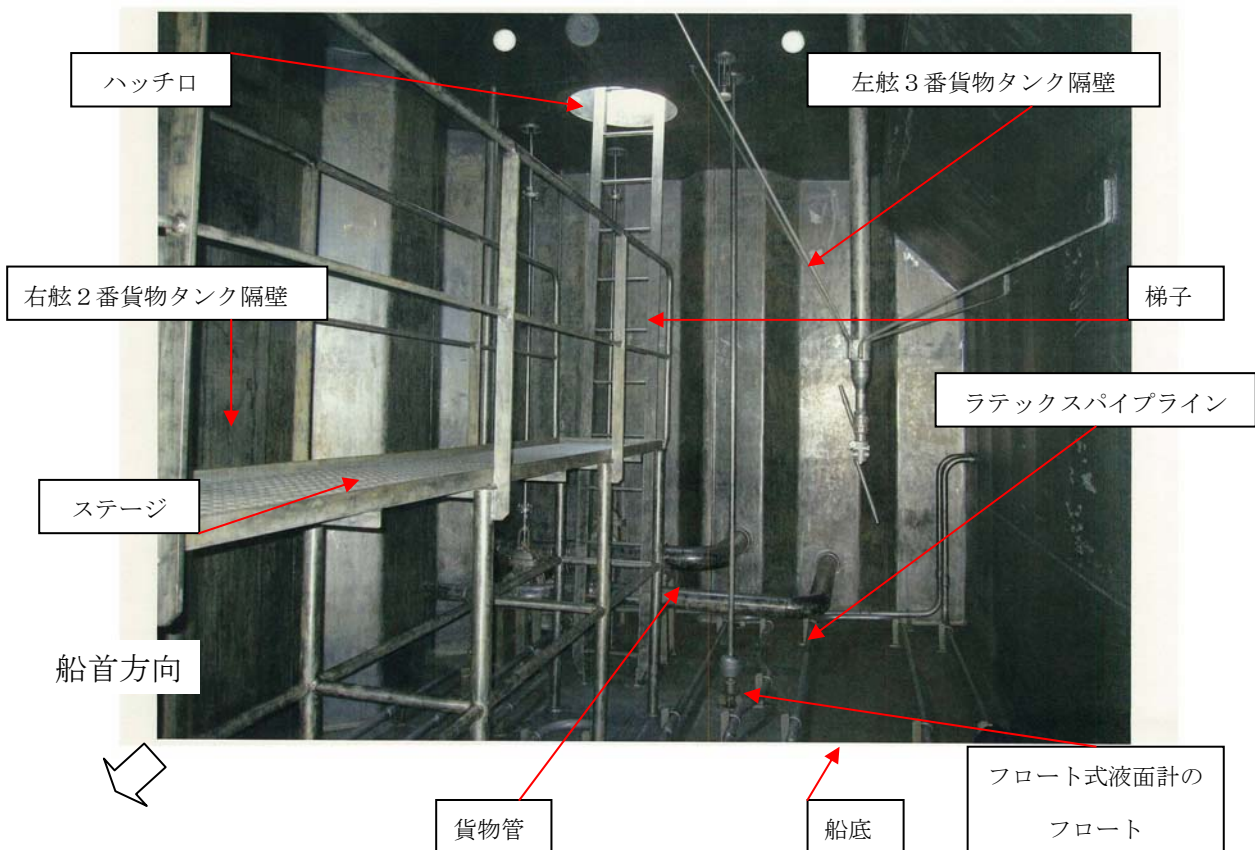


写真4 一航士の状況（事故発生時の再現）



写真5 ドレンプラグの取付け状況（再現）

