

運輸安全委員会ダイジェスト

JTSB (Japan Transport Safety Board) DIGESTS

第9号 (2013年8月発行)

船舶事故分析集

酸欠・ガス中毒関連死傷事故の防止に向けて

1. はじめに	1
2. 発生状況	2
3. 事故調査事例 (4 事例)	4
4. 発出した勧告等に対するフォローアップの状況	14
5. まとめ	16

1. はじめに

船員や外部からの作業員による船舶内作業に関連する死傷者が発生した事故について、当委員会の調査対象となった事故を事故発生時における作業分類別にみると、タンク・船倉内、係留・錨泊及び荷役の各作業時が大半を占めています。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、ふだん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、いずれも教訓とすべき事例であると思われます。特に、タンク・船倉内の事故においては、死亡者の発生割合が非常に高く、当該事故が発生した場合の危険性の高さを示唆しています。

当委員会では、平成24年2月に阪神港堺泉北第7区で発生したケミカルタンカーの貨物タンク内で乗組員がガス吸引により呼吸ができなくなり、酸素が欠乏する状態に至って死亡した事故について、調査報告書を本年4月に公表し、同種事故の再発を防止するため、国土交通大臣及び運航者に対し、勧告を行いました。また、平成23年6月に愛知県名古屋港北航路でケミカルタンカーの乗組員が硫化水素ガスを吸引し、2人が死亡、2人が負傷した事故については、タンク洗浄水の危険性の把握及び取扱方法並びに避難の徹底についての再発防止策を挙げています。

さらに、平成24年7月には、山口県柳井市平郡島北方沖において、外国籍のケミカルタンカーの乗組員2人が、ガスを吸引して死亡した事故も発生しています。

このような状況を踏まえ、本号では、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、当委員会が行った同種事故の事故調査事例及び事故調査の結果、発出した勧告等に対するフォローアップ(改善施策等の実施報告)状況の紹介を行うこととしました。

毎年、9月1日から9月30日までの間、「船員労働安全衛生月間」として船員の災害防止・疾病予防を目的とした全国一斉の運動が、多数の関係団体の協力により実施されます。

関係者のみなさまには、なお一層の安全確保に努めていただくとともに、本号が、安全講習会における教材として活用されることなどにより、同種事故の未然防止に資することとなれば幸いです。



2. 発生状況

要因別・事故種類別にみた発生状況

「酸素又はガス濃度の計測を行っていないかったこと」による発生が大半

運輸安全委員会の船舶事故調査報告書及び旧海難審判庁の裁決書によれば、平成元年以降（運輸安全委員会にあっては平成20年以降）に発生したケミカルタンカー等で酸欠又はガス中毒により死傷した事故は、18件（18隻）であり、これを要因別にみると、

- (1) 酸素又はガス濃度の計測を行っていないかったこと。（15件）
- (2) ポンプ軸シールを整備する措置を採らず、呼吸具を装着せず、立会者を置いていなかったこと。（1件）
- (3) 貨物タンク洗浄水の混合により化学反応したこと。（1件）
- (4) 船内の貨物倉内通風用ダクトが撤去されており、貨物倉内で発生したガスが各船員室に漏れたこと、また、荷送人が、貨物の運送を委託する際、運航管理者に対して危険物であることを通知しておらず、運航管理者が、積荷の危険性について調査を行っていないかったこと。（1件）

によるものであり、「酸素又はガス濃度の計測を行っていないかったこと」による事故が大半を占めています。（図1参照）

事故種類別にみると、死亡事故16件（88.9%）、負傷事故2件（11.1%）となっています。（図2参照）

※ 死亡事故には死傷事故を含む。

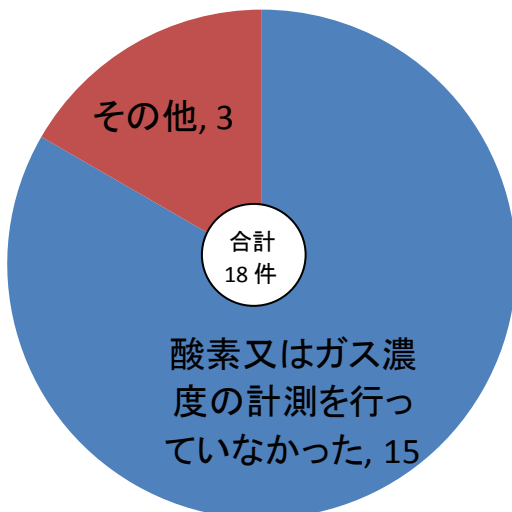


図1 要因別発生件数

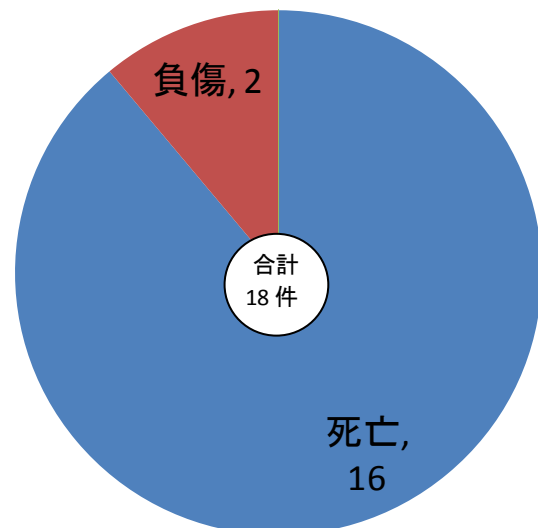


図2 事故種類別発生件数

死傷者の状況

18件の事故による死傷者数は、計41人でした。内訳は、死亡24人（58.5%）、負傷17人（41.5%）となっており、死亡者が過半数を占め、当該事故が発生した場合の危険性の高さを示唆しています。

（図3参照）

死傷者の種別内訳をみると、乗組員38人（92.7%）、作業員3人（7.3%）となっています。（図4参照）

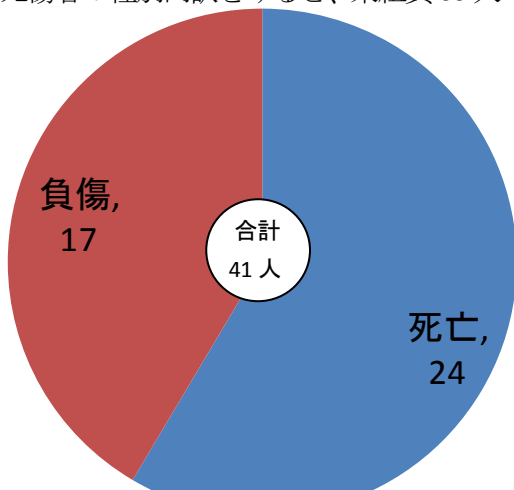


図3 死傷者数

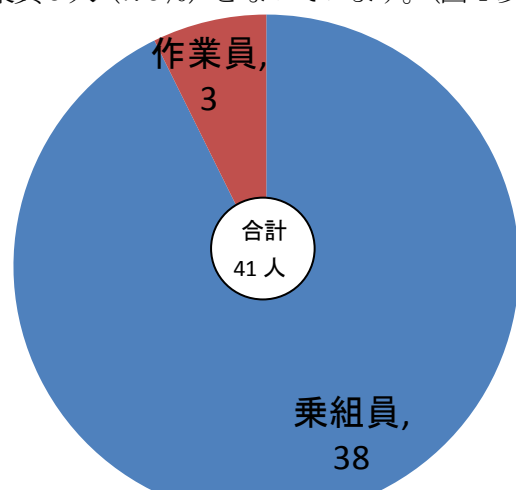


図4 死傷者の種別内訳

船種別・トン数別発生状況

船種別にみると、ケミカルタンカーが9隻(50.0%)と最も多く、次いで、貨物船が5隻(27.8%)、油送船が3隻(16.7%)などとなっており、船倉、密閉された区画等での作業を伴い、危険物を扱う可能性が高いケミカルタンカーにおける発生が目立っています。(図5参照)

トン数別にみると、100~200トン2隻(11.1%)、200~500トン11隻(61.1%)、500~1,600トン3隻(16.7%)などとなっており、100~500トンの比較的小型の船舶での事故が、全体の約7割を占めています。(図6参照)

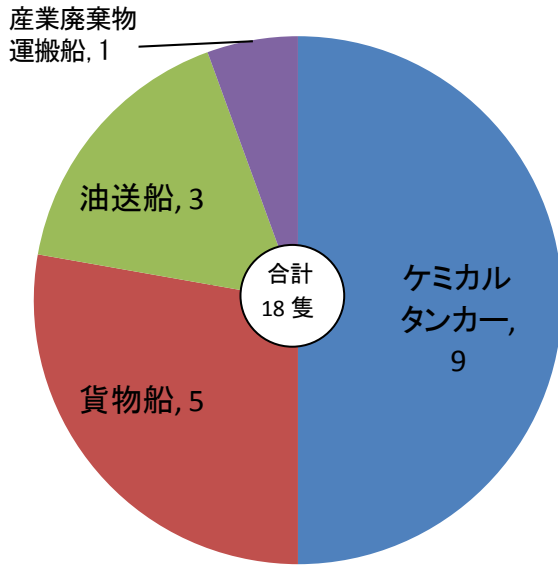


図5 船種別発生隻数

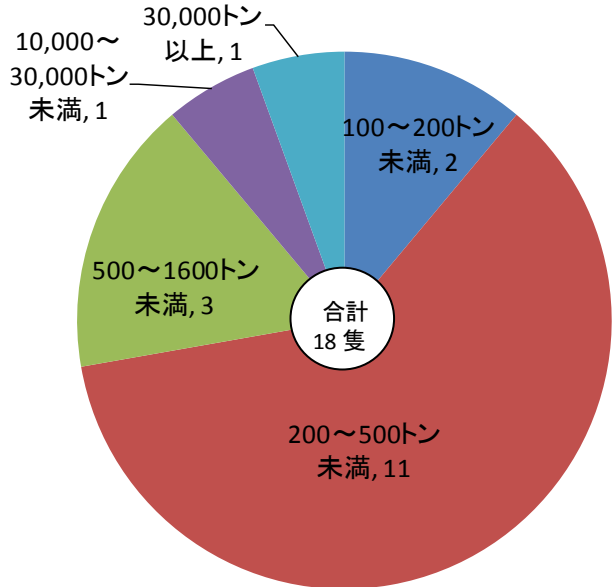


図6 トン数別発生隻数

発生地点図

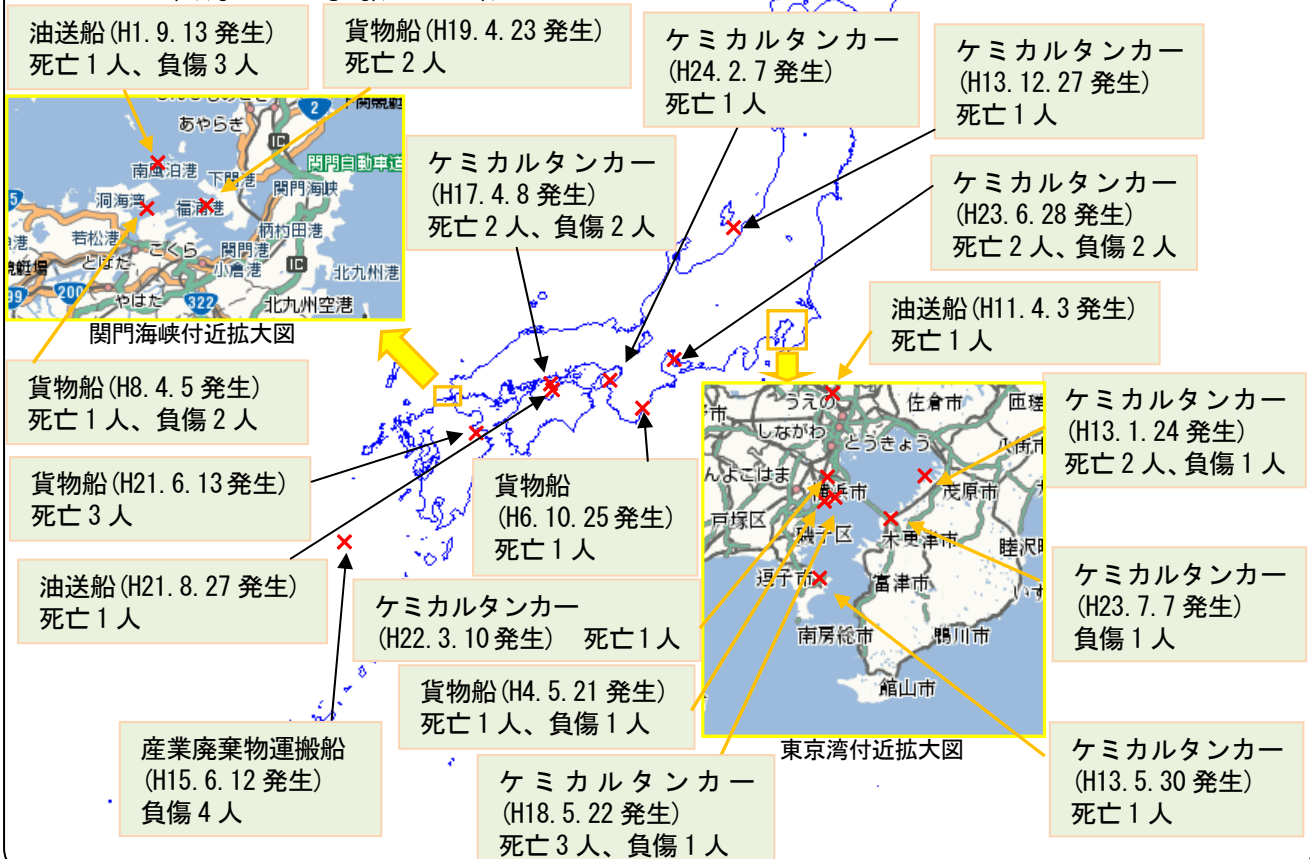
発生地点をみると、東京湾付近における発生が7件(38.9%)を占めています。

また、関門海峡付近における発生が3件(16.7%)となっています。

※ 当委員会では、海域や事故等種類を設定し、事故等の発生状況を地図上で表示することができる「船舶事故ハザードマップ」を提供しています。

併せてご利用ください。

(URL : <http://jtsb.mlit.go.jp/hazardmap/>)



事例1

乗組員が、貨物タンク内の状態を確認する際、クロロホルムガスを吸い込んだことにより呼吸ができなくなり、酸素が欠乏する状態に至って死亡

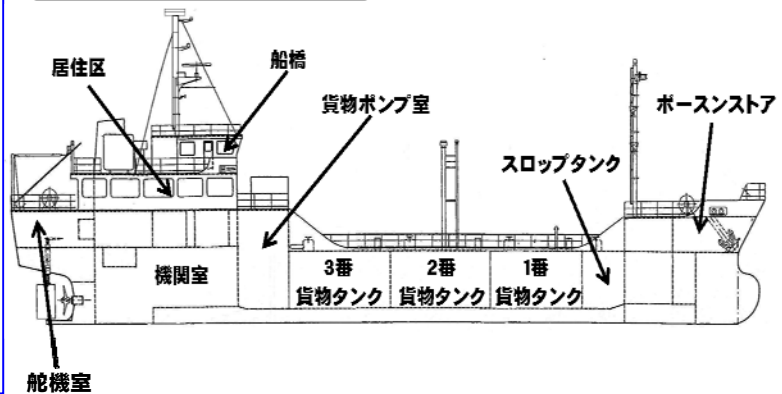
概要：本船は、阪神港堺泉北第7区小松ふ頭を出港し、同港大阪第1区に向けて北進中、平成24年2月7日12時29分ごろ、左舷1番貨物タンク内で倒れていた二等航海士が発見され、救助されたが、ガス吸引により呼吸ができなくなり、酸素が欠乏する状態に至って死亡した。

本船（ケミカルタンカー）

総トン数：388トン
L × B × D：53.71m × 8.90m × 4.40m
運航者（※1）：A社
乗組員：船長、二等航海士（二航士）ほか3人



船体配置



事故発生に至る経過

2月6日14時05分ごろ

本船は、揚げ荷役後、貨物タンク内の洗浄を行い、当該洗浄水をスロップタンクに移送した

その後、貨物タンク内のクロロホルム（※2）洗浄水をさらえ終わっていたので、全貨物タンク内の乾燥とガスフリーのため約13時間ターボファンを運転して送風を行った

7日12時10分ごろ

船長が船橋に、一等航海士（一航士）及び二航士が船首配置に、機関長及び機関員が船尾配置にそれぞれ就いて小松ふ頭を出港した

12時25分ごろ

一航士は、二航士が左舷1番貨物タンク内の状態を確認するため、マンホールハッチの蓋を開けている時、クロロホルムの臭いを感じたので、二航士に対し、クロロホルムガスがあるから同貨物タンクには入らないように伝えた

一航士は、居住区へ酸素及びガス濃度計測器を取りにいき、船首配置には二航士のみとなった

12時29分ごろ

機関長は、左舷1番貨物タンク内の隔壁にもたれかかるように倒れていた二航士を発見した

船長は、二航士を救助するために左舷1番貨物タンクに入ることを4回行ったが、いずれもガス臭に危険を感じ、30秒ほどで同貨物タンクから出てきており、同貨物タンク内にクロロホルムガスが存在していた

本船は、左舷1番貨物タンク内を乾燥及びガスフリーすることとし、同貨物タンク内へ送風した

二航士は病院に搬送されたが、死亡が確認された

事故要因の解析

本事故当時、同貨物タンク内はガス臭く、サクシオンウェルには同洗浄水が残っていたことから、送風した際、配管部分に残っていた同洗浄水が押し出されて同貨物タンク内に戻った可能性があると考えられる

サクシオンウェル

貨物や洗浄水を効率的に吸引できるよう、貨物タンク内の船尾側に設けた凹んだ区画をいい、貨物や洗浄水の吸引管が設備される



機関長が、二航士を発見したときの状況（左舷1番貨物タンク内）

二次災害が発生するおそれがあったものと考えられる
事故発生などの緊急時における対応方法について、訓練等を通じて確立しておく必要があったものと考えられる

詳細は「その他判明した安全に関する事項」（6ページ）を参照

※1：荷主より集荷した貨物を運送するため、スケジュール管理等を行い、運航する船舶及び船舶借入人に対して輸送の安全確保に関する指示を出す。

※2：揮発性を有する無色透明の液体であり、蒸気には甘い臭いがある。不燃性の液体で有毒である。

左舷1番貨物タンク内



通常の作業手順

ストリップング(※3)をして洗浄水をスロップタンクに移送し、その後、戻ってくる洗浄水がサクシオンウェルに溜まるので、再度ストリップングを行い、10時間以上の送風を行った後、乗組員が貨物タンクに入って残水をさらえる

※3: 貨物タンク内や貨物管系に残留している貨物や洗浄水を吸引し、余計な物を全て取り除くことをいう。

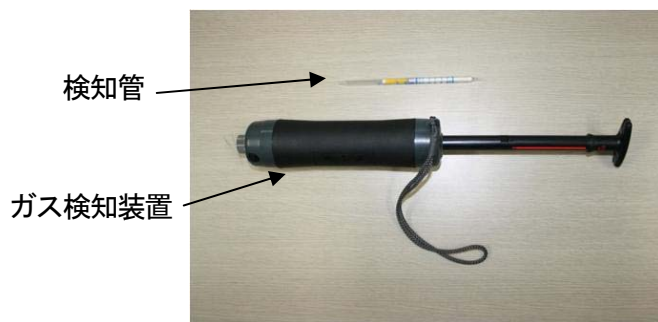
事故要因の解析

貨物タンクに入る際の酸素及びガス濃度計測の有無

- ・二航士は、一航士から左舷1番貨物タンクに入らないように言われ、返事をしたが、同貨物タンクのサクシオンウェルにクロロホルム洗浄水が残っていたことから、一航士の指示に従わず、一航士が、酸素及びガス濃度計測器(ポータブル式及びポケット式)(以下「両計測器」という。)を居住区へ取りに行っている間に同洗浄水の除去作業を行うため、独自の判断で同貨物タンクに入ったものと考えられる
- ・二航士は、左舷1番貨物タンクに入る際、一航士が、両計測器を居住区へ取りに行っており、両計測器がなかったことから、酸素及びガス濃度計測を行っていなかったものと認められる



ポータブル式計測器



貨物タンクに入る際の注意並びに酸素及びガス濃度計測の指導等

- ①A社は、貨物タンクに入る際の注意事項において、残液、残臭がないことを確認するなどを示しているが、貨物タンク内に洗浄水が残っていた場合のタンククリーニングに関する作業手順を明確にしていなかった
- ②A社は、船長及び一航士に対し、ポータブル式計測器では不燃性及び難燃性のガス濃度を計測できない旨を説明していたが、本船乗組員は、酸素濃度の計測ができ、ガス濃度についても不燃性ガスを含めた全てのガス濃度を計測できていると思っていたことから、本船乗組員の理解が得られるまでの説明を行っていなかったものと考えられる
- ③A社は、不燃性及び難燃性のガス濃度計測について、ガス検知装置等を使用しなければならないことを知っていたが、本船乗組員に対し、検知管を貨物タンクごとに取り換えるのは手間を要するので、ガス検知装置等を使用することを指導せず、不燃性及び難燃性のガスの有無は、酸素濃度の低下をもって判断するように指導していたことから、船舶による危険物の運送基準等を定める告示や内航タンカー安全指針などの定めに基づいた指導を行っていなかったものと考えられる

乗組員の死傷事故発生に至る要因

貨物タンク又はバラストポンプ室へ入る際に酸素及びガス濃度計測を行っていないこと

死傷者は、酸素及びガス濃度計測をしなくても支障がないと思っていた可能性があると考えられる

独自の判断で貨物タンクに入っていること

死傷者は、上甲板から貨物タンク等の作業場所までの距離が近く、短時間で作業ができることから、多少ガス臭がしても、単独で作業が可能と判断して貨物タンク等に入ったものと考えられる

A社は、平成22年の事故（次ページ～事例2参照）を機に訪船活動などを実施し、再発防止のための対応策について、運航する船舶に対して教育及び指導を実施していたものの、現場においては、貨物タンク又はバラストポンプ室に入る際に酸素及びガス濃度計測が行われておらず、独自に判断して単独で貨物タンクに入っており、過去の事故の教訓や再発防止策が徹底されず、本事故が発生したものと考えられる

その他判明した安全に関する事項

閉鎖区域における人命救助については、

- ▶ 衝動的な行動をとらず、また、独自の判断で行動せず、直ちに船橋に通報し、救助に必要な人員が集まるまで支援を待つこと
- ▶ 有害な雰囲気となった閉鎖区域に進出し、要救助者を救助することが容易ではないこと
- ▶ 貨物タンクでクロロホルムガスを吸引すれば呼吸ができなくなり、酸素が欠乏する状態に至って生還が困難であること

これらを教育する必要があることから、事故発生などの緊急時における対応方法について、訓練等を通じて確立しておく必要があったものと考えられる

再発防止に向けて（勧告）

当委員会は、本事故調査の結果を踏まえ、国土交通大臣に対し、運輸安全委員会設置法第26条第1項の規定に基づき、以下のとおり勧告しました。

国土交通大臣に対する勧告

国土交通大臣は、以下の事項について、ケミカルタンカーを運航する内航海運業者に指導すること。

- (1) 閉鎖区域へ入る際の酸素及びガス濃度計測の実施について、乗組員に指導を行い、徹底させるとともに、定期的に訪船し、酸素及びガス濃度計測が確実に実施されていることを確認すること。
- (2) 船長に対し、酸素及びガス濃度計測の実施状況を記録させるとともに、ガス濃度計測について、ガス検知装置等を使用する場合は、検知管の購入数、使用数及び残数を記録させること。
また、定期的に訪船を行い、実施状況の記録、検知管に係る記録を調査し、適正に酸素及びガス濃度計測が実施されていることを確認すること。
- (3) 内航タンカー安全指針、P&A マニュアルなどに記載のとおり、洗浄水の有無の確認、洗浄水がある場合のストリップングによる除去、乾燥及びガスフリーの実施等のタンククリーニングに関する作業手順について、乗組員が確認でき、理解しやすいように簡易な様式にまとめるなどして明確にし、作業を行う見やすい場所に掲示すること。
- (4) 事故発生などの緊急時において、衝動的な行動を取らず、独自の判断で行動しないことなどの注意事項を踏まえ、事故発生などの緊急時における対応方法について、教育及び訓練を継続的に実施すること。

また、国土交通大臣は、船舶等に立ち入る際、上記(1)～(4)を乗組員等に指導するとともに、検知管の記録等を調査して適正に酸素及びガス濃度計測が実施されていることを確認し、事業者が輸送の安全確保に努め、業務運営の改善を図っているかなどについて、引き続き監査等を通じて確認すること。

また、当委員会は、本事故調査の結果を踏まえ、A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

A社は、同種事故の再発防止のため、次の措置を講じること。

上記、国土交通大臣に対する勧告(1)～(4)に同じ

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。(2013年4月26日公表)
http://www.mlit.go.jp/jtsb/ship/rep-acci/2013/MA2013-4-2_2012tk0002.pdf

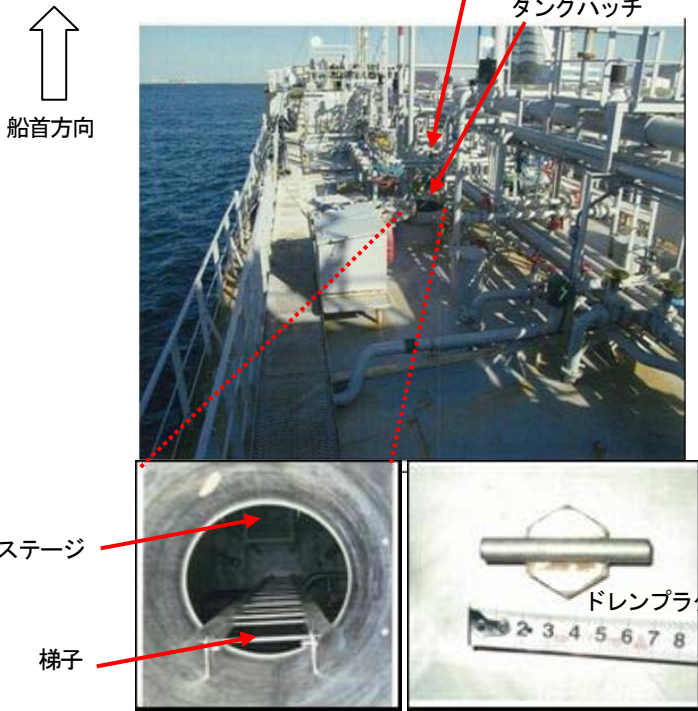
事例2

揚げ荷作業に従事していた乗組員が、貨物タンクに入り、酸素欠乏による窒息で死亡

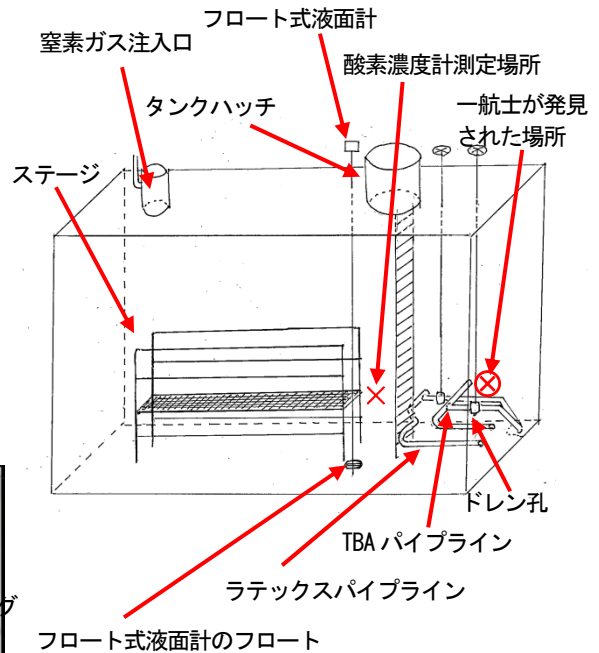
概要：本船（事例1と同船）は、京浜港川崎区の荷受会社の2号棧橋（本件棧橋）で約380tの化学液体貨物ターシャリーブチルアルコール(TBA)を揚げ荷中、平成22年3月10日13時55分ごろ、揚げ荷作業に従事していた一等航海士が、左舷2番貨物タンク（本件タンク）に入り、酸素欠乏による窒息で死亡した。

本船乗組員：船長、機関長、一等航海士（一航士）、一等機関士（一機士）、二等航海士（二航士）
荷役作業請負会社作業員：作業員 A1、作業員 A2、作業員 A3

本船の状況



本件タンク内



事故発生に至る経過

本船は、京浜港川崎区の荷送会社専用棧橋において、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棧橋に向かった

12時00分ごろ

本船は、本件棧橋に着棧し、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の揚げ荷を開始した

一航士は、本件タンクのTBAが途中から揚げ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

事故要因の解析

本船は、揚げ荷を開始し、爆発防止及び負圧防止のため、リターンガス（※1）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

※1：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。

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、揚げ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

✔ ドレンプラグ：船積前検査受検のため、ドレンプラグが取り外されたが、TBAの揚げ荷の際には、空気を吸入させないように、ドレン孔にドレンプラグを取り付ける必要があった

次ページへ

前ページから

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、本件タンクに入った

13時55分ごろ

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

作業員 A3 は、3人ぐらいの本船乗組員が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、救急車の到着を待った

14時44分ごろ

一航士は、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

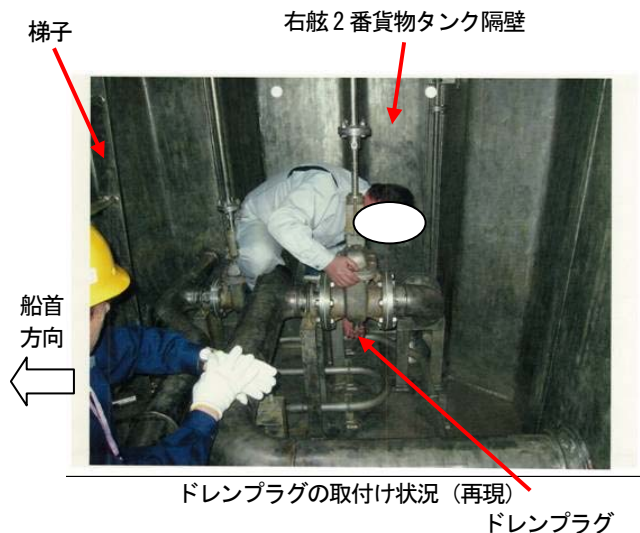
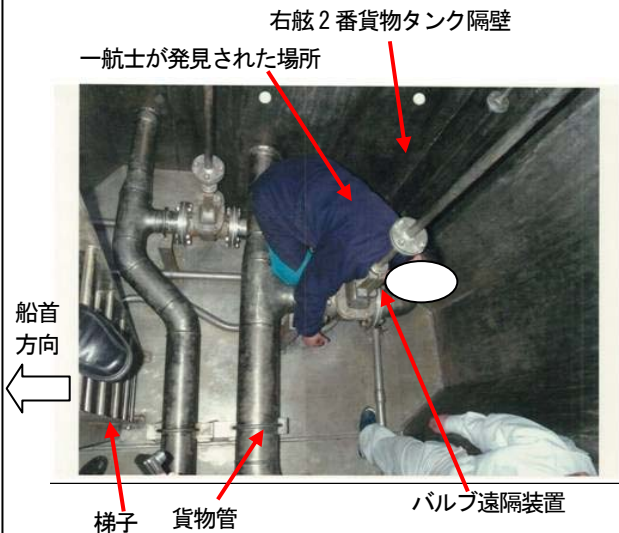
一航士は、酸素濃度を測定することなく、防毒マスクを装着して本件タンクに入った

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

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

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

事故発生時の再現



再発防止に向けて

本事故は、ケミカルタンカーの乗組員が、TBAの揚げ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ます。

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ります。

また、本事故当時、揚げ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。(2011年7月29日公表)
http://www.mlit.go.jp/jtsb/ship/rep-acci/2011/MA2011-7-11_2010yh0032.pdf

事例3

クロロホルムの揚げ荷終了後、乗組員が、クロロホルムガスを吸入してバラストポンプ室で意識不明になった

概要：本船は、千葉港千葉区の荷役岸壁で約 50t のクロロホルムの揚げ荷終了後、同港を出港して東京湾アクアライン海ほたる付近の錨地に向けて北進中、平成 23 年 7 月 7 日 16 時 40 分ごろ、一等機関士が、バラストポンプ室で意識不明になっている機関員を発見した。機関員は、救助されたのちに意識を取り戻した。



バラストポンプ

海水取入弁

本船（液体化学薬品ばら積み船）

総トン数：498トン

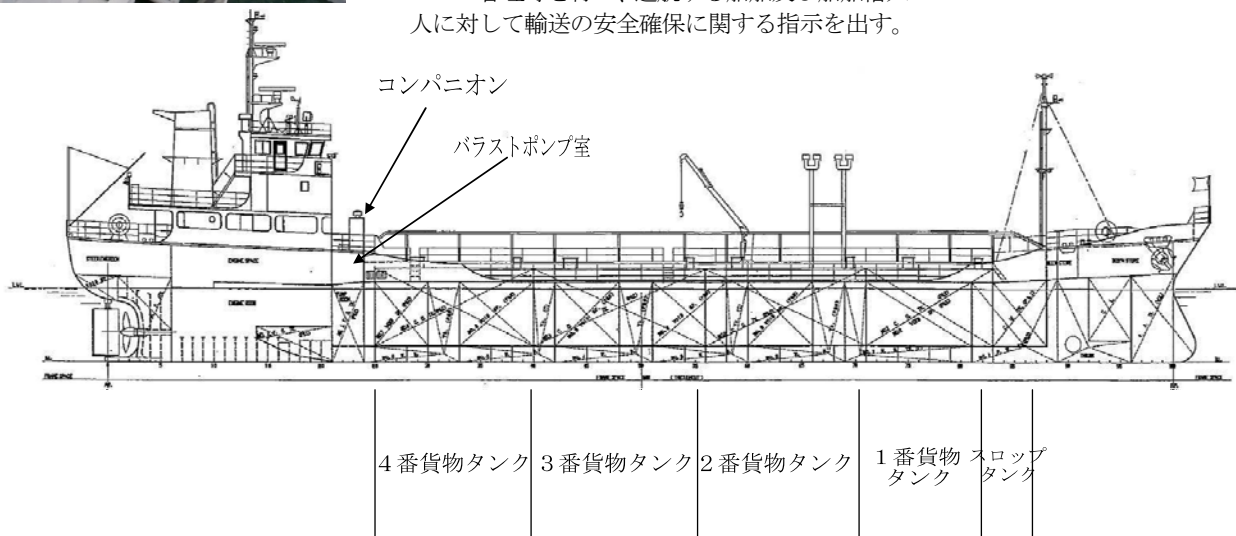
L × B × D：64.47m × 10.00m × 4.50m

運航者（※1）：B社

乗組員：船長、一等機関士（一機士）、機関員ほか3人

※1：荷主より集荷した貨物を運送するため、スケジュール管理等を行い、運航する船舶及び船舶借入人に対して輸送の安全確保に関する指示を出す。

一般配置図



事故発生に至る経過

16時25分ごろ

千葉港千葉区の荷役岸壁で4番貨物タンクの約50tのクロロホルムの揚げ荷終了後、同港を出港した

本船は、喫水を調整するため、バラストタンクへの注水作業を行っていた際、両舷の4番貨物タンクの貨物配管と送風配管との間を区切っている仕切り板及び仕切り弁が開放された

16時35分ごろ

機関員は、バラストタンクのエア抜き管から海水が甲板にあふれているのを認め、バラストポンプ室底部にあるバラストポンプの海水取入弁を閉鎖しようとして同室に入った

事故要因の解析

両舷の4番貨物タンクの貨物配管とバラストポンプ室にある送風ファンの吸入口との間は送風配管を経て通気できる状態となり、貨物配管中のクロロホルムガスが、同室で運転中の排気ファンによって吸引され、送風ファンの吸入口からバラストポンプ室に入り、空気より重いクロロホルムガスが同室の底部に滞留することとなった

機関員は、バラストポンプ室に入る際、B社からの指示がなかったことから、有害ガスの検知を行わなかったものと考えられる

B社は、貨物タンクや貨物ポンプ室に入る際には、酸素濃度の計測及び有害ガスの検知を行い、記録するように指示していたが、本船のバラストポンプ室には貨物ポンプが設置されていないため、有害ガスは存在しないものと思い、有害ガスの検知を行うように指示していなかった
また、貨物タンクの洗浄及び送風作業に関する要領書の作成も行っていなかった

次ページへ

前ページから

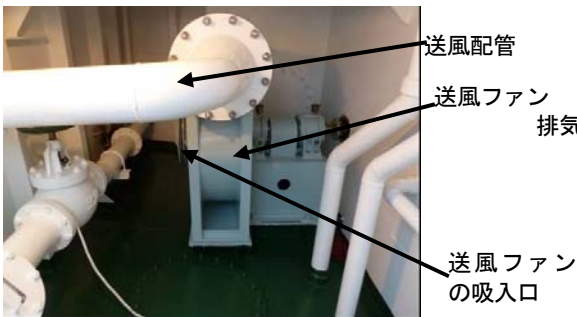
その後、機関員は、通常と異なった臭いに気づき、甲板上に上がって一機士にその旨を伝えたが、風の影響でバラストポンプ室に異臭があるのではないかとわれ、再度、バラストポンプ室に入り、同室底部に滞留していたクロロホルムガスを吸入して意識不明になった

クロロホルムガスは、空気より重くて低いところに滞留しやすいため、バラストポンプ室に流入したクロロホルムガスが同室底部に滞留したものと考えられる

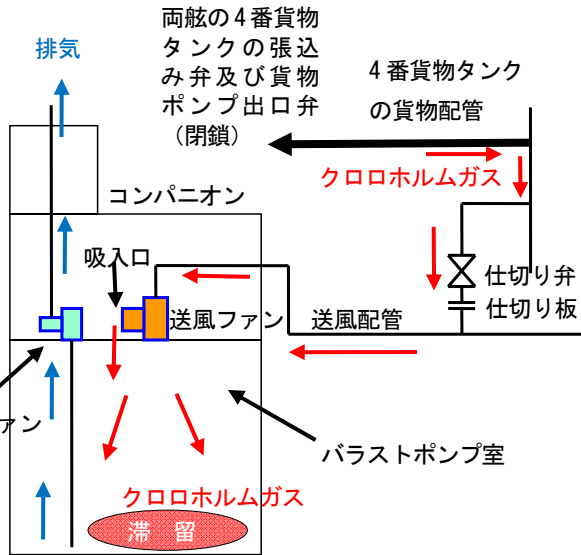
16時40分ごろ

一機士は、機関員が戻ってこないで、バラストポンプ室に入ったところ、海水取入弁付近で倒れて意識不明になっている機関員を発見した

機関員は、乗組員によって救助され、来援した海上保安庁のヘリコプターで病院に搬送された



クロロホルムガス流入経路図



貨物配管と送風配管との間で通気できる状態となった状況

一機士が、バラストタンクへの注水のため、バラストポンプを運転したのち、両舷の4番貨物タンクの貨物配管と送風配管との間を区切っている仕切り板及び仕切り弁を開放した

本事故当時の貨物配管中の張込み弁及び貨物ポンプ出口弁の開閉状態は、通常、荷役が行われていないときは閉鎖されている

貨物配管中のクロロホルムガスが排気ファンによって吸引され、送風ファンの吸入口からバラストポンプ室に流入したものと考えられる

再発防止に向けて

危険物を輸送する船舶においては、危険物に係る貨物タンクの洗浄や送風、弁の開閉等が適切に行われるよう、作業手順等を定めて乗組員に遵守させるとともに、バラストポンプ等が設置され、配管等の状況から有害ガスの流入が予測される場所に入る場合には、酸素濃度の計測及び有毒ガスの検知を徹底することが必要です。

船舶所有者又は運航者は、貨物ポンプ室がなく、バラストポンプが設置してある場所（バラストポンプ室）に貨物タンクへ送風する送風ファンの吸入口がある構造の危険物を輸送する船舶について、以下の対策を採ることが望めます。

- (1) バラストポンプ室に入室する際は、有害ガスが存在する可能性がある貨物タンクや貨物ポンプ室に入る場合と同様に酸素濃度の計測及び有毒ガスの検知を行うよう乗組員に徹底すること。
- (2) 乗組員の危険が予想される船内作業については、作業内容を把握するとともに、作業時における安全確認及び作業に係る手順を定め、乗組員に対して同手順を指導し、遵守させること。

事例4

スロップタンク内で発生した硫化水素ガスを吸引し、乗組員2人が死亡

概要：本船は、船長、機関長、一等航海士（一航士）、一等機関士（一機士）及び次席一等航海士（次席一航士）が乗り組み、名古屋港内の荷主の岸壁において、水酸化ソーダを揚げ荷後、離岸して名古屋港北航路を航行中、平成23年6月28日11時27分ごろ、タンククリーニング作業に従事していた乗組員4人のうち一航士、一機士及び次席一航士が船首楼甲板右舷側で倒れ、機関長は船尾方で意識もうろうとなった。

一航士及び一機士は死亡し、次席一航士と機関長は負傷した。

本船



用途：ケミカルタンカー
総トン数：499トン
L×B×D：64.95m×10.00m×4.50m

※船主であるA社は、本船の運航を担当し、本船のタンククリーニング作業等における具体的な管理を行っていた

事故発生に至る経過

事故発生3日前

本船は、四日市港の岸壁でアクリル酸を全量揚げ荷後、離岸してタンククリーニング作業で発生したアクリル酸洗浄水をスロップタンク（右、左）（※1）に貯留していた

※1 貨物タンクのクリーニングの際に発生した洗浄水を貯留しておくためのタンク

事故当日11時10分ごろ

本船は、名古屋港内の岸壁で水酸化ソーダを全量揚げ荷後、積荷のために和歌山県和歌山下津港に向けて出港

本船は、名古屋港内を航行中、一航士が、機関長、一機士及び次席一航士と共に清水洗浄ポンプを運転し、2番貨物タンク（右、左）のタンククリーニング作業を開始した

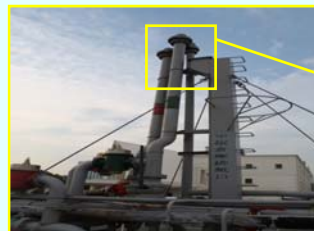
本船は、2番貨物タンク（右、左）の洗浄が終了し、機関長が、貨物ポンプを運転して同タンク（右、左）の水酸化ソーダ洗浄水をスロップタンク（右、左）に移送した

11時26分ごろ

スロップタンク内で、水酸化ソーダ洗浄水とアクリル酸洗浄水が化学反応を起こして硫化水素ガスが発生し、スロップタンクの排気管放出口から音と共に同ガスが噴出した

→硫化水素ガス噴出

スロップタンクの排気管



スロップタンクの排気管放出口

スロップタンクのマンホールハッチの蓋



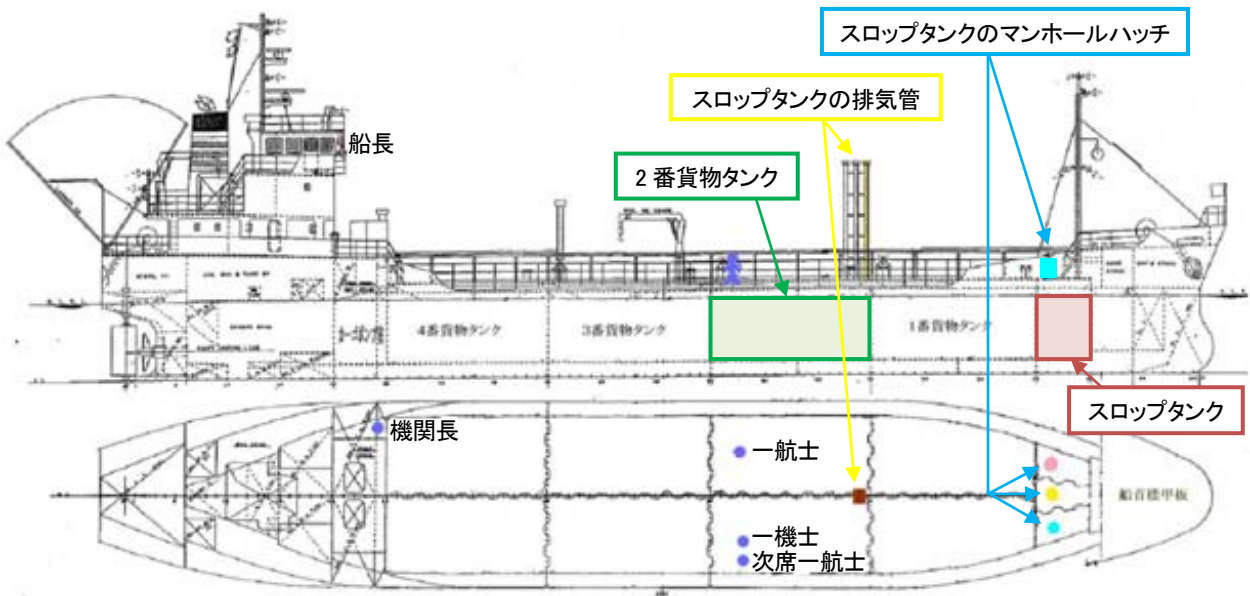
一航士、一機士及び次席一航士は、風上の船首楼甲板右舷側に避難する途中、スロップタンクの排気管放出口からの噴出を止めようとしてスロップタンク（右、左）の各マンホールハッチの蓋を開放した

→硫化水素ガス噴出

一航士、一機士及び次席一航士は、11時27分ごろ船首楼甲板右舷側で倒れ、機関長は、食堂でしばらくの間、意識がもうろうとしていた

一航士、一機士及び次席一航士は、来援した名古屋保安部職員等に救助されて病院に搬送されたが、一航士及び一機士は、死亡が確認された。次席一航士は硫化水素中毒で、機関長は硫化水素中毒及び化学性肺炎でそれぞれ入院した

【 スロップタンク等及び本事故発生当時の乗組員の配置 】

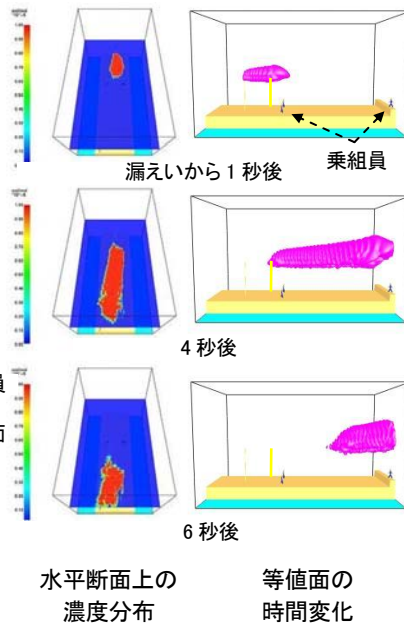
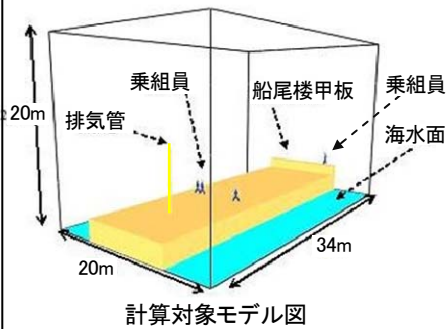


スロップタンクの排気管放出口から噴出した硫化水素ガスが乗組員に与えた影響についての調査

スロップタンクの排気管放出口から噴出した硫化水素ガスが乗組員に与えた影響について、独立行政法人海上技術安全研究所に委託して調査した結果（概要）は以下のとおりであった。

【計算条件(抜粋)】

- 乗組員の配置: スロップタンク排気管放出口から船尾方に約 7.5m(一航士、一機士、次席一航士)、同約 27.5m(機関長)
- スロップタンク排気管放出口の高さ: 6.5m
- 相対風向: 右舷船首 5°
- 相対風速: 7.4m/s



【調査結果と解析(抜粋)】

スロップタンク排気管放出口から噴出した硫化水素ガスの影響について、

- 一航士、一機士及び次席一航士については、本死傷事故の発生は別の原因によるものと考えるのが妥当であり、スロップタンク(右、左)の各マンホールハッチから噴出した硫化水素ガスを吸引したものと考えられる
- 機関長については、スロップタンクの排気管放出口から噴出した硫化水素ガスの一部が到達した可能性を完全に否定はできず、同放出口及びスロップタンク(右、左)の各マンホールハッチから噴出した硫化水素ガスを吸引したものと考えられる

原因①

本事故は、本船が名古屋港を航行しながらタンククリーニング作業中、水酸化ソーダを荷揚げした2番貨物タンク(右、左)の洗浄を終了し、2番貨物タンク(右、左)の水酸化ソーダ洗浄水をアクリル酸洗浄水が貯留されていたスロップタンク(右、左)に移送したため、水酸化ソーダ洗浄水とアクリル酸洗浄水が化学反応を起こして硫化水素ガスが発生した際、タンククリーニング作業に従事していた一航士、一機士及び次席一航士が、開放されたスロップタンク(右、左)の各マンホールハッチから噴出した硫化水素ガスを吸引し、また、機関長が、スロップタンクの排気管放出口及び開放されたスロップタンク(右、左)の各マンホールハッチから噴出した硫化水素ガスを吸引したことにより発生したものと考えられる

本船の安全管理に関する解析

A社は、タンク洗浄水の混合による危険性についての認識がなく、タンク洗浄水の移送作業についてタンククリーニング作業の手順書に記載せず、また、混ぜると化学反応を起こすタンク洗浄水の危険性やスロップタンクの使用法について乗組員に教育を行っていなかった

次ページへ

本船では、日頃からタンク洗浄水をスロップタンク（右、左）に貯留し、また、同タンクに異なった2種類以上の洗浄水を混留していた

※国土交通省海事局長通達「船舶検査心得」において、以下のとおり定められている
スロップタンクの要件は次に掲げるところによること

- (4) 危険な相互反応をする物質を2種類以上同時積載する場合には、これらの物質を含んだタンクの洗浄水及びビルジは同一のスロップタンクに積載してはならない。従って、危険な相互反応をする物質で同時積載されるものと同じ数のスロップタンクを設けなければならない

本船の乗組員は、タンク洗浄水の混合によって化学反応が起こり危険な物質が発生することを知らず、また、危険物取扱規程の内容についての認識がなかった

原因②

本船が2番貨物タンク（右、左）の水酸化ソーダ洗浄水をアクリル酸洗浄水が貯留されていたスロップタンク（右、左）に移送したのは、A社が、タンク洗浄水の混合による危険性についての認識がなく、タンク洗浄水の移送作業についてタンククリーニング作業の手順書に記載せず、また、混ぜると化学反応を起こすタンク洗浄水の危険性やスロップタンクの使用方法について乗組員に教育を行っていなかったことから、本船乗組員は、タンク洗浄水の混合によって化学反応が起こり危険な物質が発生することを知らず、また、危険物取扱規程の内容についての認識がなかったことによるものと考えられる

再発防止に向けて

運輸安全委員会は、平成23年8月4日、同種事故の再発が懸念されるため、運航者及び船舶所有者に対する注意喚起を目的として国土交通省海事局に対し、情報提供（事故概要及び事実関係）を行いました。

これを受け、国土交通省海事局（安全・環境政策課、運航労務課、検査測度課）は、平成23年9月26日、日本内航海運組合総連合会に対し、ケミカルタンカーにおけるタンククリーニング洗浄水の取扱いについて注意喚起するため、以下の点を含む通達を发出了しました。

スロップタンクにおいて異なる貨物の洗浄水を保管する場合は、洗浄水の混合によって人体に有害な物質が発生する可能性があることに留意し、適切な管理、運用を行うことが必要であること

このため、ケミカルタンカーの洗浄水の保管等に関し、以下の事項に留意し適切な管理、運用を行うよう、貴会傘下のケミカルタンカーの運航事業者及び船舶所有者に対して周知徹底を図ること

- ・「スロップタンク内に貯留されている洗浄水にどのような物質が含まれているか」を正確に把握できるよう、洗浄水の性状管理を適切に行うこと。
- ・有害物質の発生の危険性を確認できるよう、「危険物取扱規程」や「製品安全データシート（MSDS）」などにより物質の反応性に関する情報を船舶に提供すること
- ・「既に貯留されている洗浄水に新たな洗浄水を加える場合に有害物質が発生する危険がないか」を「危険物取扱規程」や「製品安全データシート（MSDS）」などを用いて確認を行うこと
- ・洗浄水を海洋に排出できる場合には、こまめな排出を行うこと
- ・万一、タンク内で何らかの反応が発生した際には、人命に対する危害のおそれに注意して対応すること

事故の再発を防止するためには、内航海運業者、船舶所有者及び船長は、継続して以下の事項を乗組員に周知し、遵守させる必要があります。

(1) タンク洗浄水の危険性の把握及び取扱方法

タンク洗浄水には積載されている貨物が含まれ、貨物と同様の性状特性を有していることを認識し、危険な化学反応を起こすタンク洗浄水を混ぜないため、危険物取扱規程、製品安全データシートの内容を参考に混ぜると危険な貨物の相互反応表を作成するなどして危険なタンク洗浄水を把握し、乗組員に周知するとともに、当該洗浄水を混留させないようにタンク洗浄水の処理方法、スロップタンクの使用方法についてマニュアルなどを作成して乗組員に周知し、遵守させること

(2) 避難の徹底

スロップタンク内の状況を確認せずタンク洗浄水を移送し、化学反応により硫化水素ガス等の物質が発生した場合には、スロップタンクマンホールハッチの蓋の開放は行わず、スロップタンクの排気管放出口付近にいる乗組員は、排気管放出口の風上側に、居住区付近にいる乗組員は、速やかに閉鎖された居住区にそれぞれ避難すること

4. 発出した勧告等に対するフォローアップの状況

■ 貨物船 SINGAPORE GRACE 作業員死亡に係る勧告に基づく措置の完了報告について

※ 本事例紹介については、運輸安全委員会ダイジェスト第3号6ページ~をご参照ください。

(URL : http://www.mlit.go.jp/jtsb/bunseki-kankoubutu/jtsbdigests/jtsbdigests_No3/No3_pdf/jtsbdi-03_0608.pdf)

概要：本船は、硫化銅精鉱の揚げ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酸素欠乏状態の空気を吸入して酸素欠乏症を発症し、救助に向かった他の作業員3人のうち、2人も貨物倉内で酸素欠乏症を発症した。

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。

当委員会は、本事故調査の結果を踏まえ、本件製錬所（A社）及び本件荷役会社（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（※1）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。

A社から提出された完了報告

- (1) A社の関係者に対して硫化銅精鉱の性状及び危険性を教育した。

▶ 教育要点

- 銅精鉱は微粉のため、表面積が大きく、船倉内の空気中の酸素と反応し、酸化発熱しやすい（銅精鉱は酸素を消費する）
- 輸送船は外国から運搬されてくるうちに船倉内の酸素濃度は18%以下に低下することが多い（酸素欠乏状態）
- 特に、船のハッチを開放した際、結露水が多い時は、酸化発熱が多いことを示しており、船倉内の酸素濃度は極端に低い可能性があり、要注意である

- (2) B社が実施した酸素濃度計の取扱教育をA社の関係者も受講した。
- (3) 各銅精鉱の山元に対して浮遊選鉱剤のMSDSを請求し、A社の関係者に対して入手したMSDSの教育をした。
なお、B社には入手したMSDSを提供した。
- (4) 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、A社の関係者に対して教育した。
- (5) ① (1)の教育と併せて、酸素欠乏及び酸素濃度欠乏症の危険性を、A社の関係者に対して周知した。

▶ 教育要点

- 酸素欠乏症発症のメカニズムと原因
- 酸素欠乏の症状
- 銅精鉱の性状と危険性
- 酸素欠乏症の発生しやすい場所と注意事項

- ② B社が実施した、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を想定した救助訓練にA社の関係者も参加した。
なお、B社が実施した救助訓練にも参加している。

※1：「MSDS」（Material Safety Data Sheet）とは、製品安全データシートのことであり、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。

B社から提出された完了報告

(1) B社の関係者に対して硫化銅精鉱の性状及び危険性を教育した。

▶教育要点

- 銅鉱石は船倉内の空気中の酸素と反応し酸化発熱しやすい
- 外国から運搬されてくるうちに酸素濃度は18%以下に低下することが多い
- 結露水が多いときは、酸素濃度は極端に低い可能性がある
- 浮遊選鉱剤には有毒ガスが含まれ酸欠状況を発生させる
- 浮遊選鉱剤のMSDSについて

(2) B社の関係者に対して酸素濃度計の取扱方法を教育した。

▶教育要点

- 機器の種類
- 操作方法
- 機器保全方法
- 測定箇所
- 記録方法
- 着装保護具
- 危険時の退避方法



酸素濃度計測器

(3) ① B社の関係者に対して酸素欠乏及び酸素濃度欠乏症の危険性を教育した。

▶教育要点

- 発症のメカニズムと原因
- 酸素欠乏の症状
- 銅鉱石の性状と危険性
- 発生しやすい場所と注意事項

② B社の関係者に対し、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についての教育及び訓練を行った。

▶教育要点

- 酸欠事故か非酸欠事故かの判断基準
- 災者発見時の通報
- 二次災害の防止
- 救護の準備
- 酸素濃度の測定
- 災者への空気の供給
- 状況確認及び災者救出のために入倉する場合の判断基準
- レスキュー隊との連携

また、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、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。

国土交通省海事局の対応

平成24年9月に開催された国際海事機関（IMO）第17回危険物、固体貨物及びコンテナ小委員会（DSC17）において、当該事故情報及び運輸安全委員会の調査により得られた注意事項を同小委員会に周知した。

当委員会では、事故等調査の結果、報告書を取りまとめ公表するとともに、必要と認めるときは、関係行政機関の長や事故等の原因関係者等に対し、事故等の防止又は事故が発生した場合における被害の軽減のため必要な施策又は措置について、勧告（安全勧告を含む）又は意見を述べることにより改善を促し、安全性の向上を図っています。各事故等における発出した勧告等に対するフォローアップの状況については、当委員会ホームページで公表しております。

http://www.mlit.go.jp/jtsb/kankokuiken_ship.html

5. まとめ

本号で紹介した事故調査事例（4事例）及びそのほかの調査・公表した酸欠・ガス中毒関連死傷事故の事故調査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。

■ 酸欠・ガス中毒関連死傷事故の発生状況

◆要因別にみた発生状況

「酸素又はガス濃度の計測を行っていないかったこと」による発生が大半

ケミカルタンカー等で酸欠又はガス中毒により死傷した事故は、18件（18隻）発生しており、「酸素又はガス濃度の計測を行っていないかったこと」（15件）による事故発生が大半を占めています。

◆死傷者の状況

死亡者が過半数を占め、事故が発生した場合の危険性が高い

18件の事故による死傷者数は、計41人であり、内訳は、死亡24人（58.5%）、負傷17人（41.5%）となっており、死亡者が過半数を占め、事故が発生した場合の危険性の高さを示唆しています。

■ 事故調査事例から得られた教訓

◆閉鎖区域での作業について

教訓① 閉鎖区域に入る前に、**適正に酸素及びガス濃度計測を実施すること**

教訓② 乗組員の危険が予想される船内作業については、作業内容を把握するとともに、作業時における安全確認及び作業に係る手順を定め、乗組員に対して同手順を指導し、遵守させること

◆タンク洗浄水の取扱いについて

教訓③ タンク洗浄水には積載されていた貨物が含まれ、貨物と同様の性状特性を有していることを認識し、危険な化学反応を起こすタンク洗浄水を混ぜないため、危険物取扱規程、製品安全データシートの内容を参考に混ぜると危険な貨物の相互反応表を作成するなどして危険なタンク洗浄水を把握し、乗組員に周知するとともに、当該洗浄水を混留させないようにタンク洗浄水の処理方法、スロップタンクの使用方法についてマニュアルなどを作成して乗組員に周知し、遵守させること

教訓④ スロップタンク内の状況を確認せずタンク洗浄水を移送し、化学反応により硫化水素ガス等の物質が発生した場合には、スロップタンクマンホールハッチの蓋の開放は行わず、スロップタンクの排気管放出口付近にいる乗組員は、排気管放出口の風上側に、居住区付近にいる乗組員は、速やかに閉鎖された居住区にそれぞれ避難すること

事故防止分析官のひとこと

今号でご紹介したケミカルタンカー等における酸欠又はガス中毒により死傷した事故の大半は、「酸素又はガス濃度の計測を行っていないかったこと」によるものであり、これらの計測を適時適切に行うことが、最初に挙げられる大変重要な再発防止策となります。

酸欠・ガス中毒による事故は、事前の酸素・ガス濃度計測やガス検知器の使用により防ぐことができることとなりますので、これらを適確に実施することが望まれます。

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

『どこで、どんな船の事故が起きているか』を地図上で簡単に探せるようになりました。ぜひご活用ください。



～地図から探せる事故とリスクと安全情報～

<http://jtsb.mlit.go.jp/hazardmap/>

(5月29日～ 公開開始)