

ケミカルタンカー日祥丸乗組員 死傷事故

運輸安全委員会 船舶事故調査官

平成24年9月

(報告書説明資料)

船舶事故の概要

ケミカルタンカー日祥丸は、船長、機関長、一等航海士、一等機関士及び次席一等航海士が乗り組み、名古屋港内の荷主の岸壁において、水硫化ソーダを揚荷後、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人のうち一等航海士、一等機関士及び次席一等航海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。

一等航海士及び一等機関士は死亡し、次席一等航海士と機関長は負傷した。

船舶事故調査の概要

(1) 調査の実施時期

現場調査及び口述聴取(平成23年6月、7月)

口述聴取(平成23年7月、12月)

回答書受領(平成23年8月、9月、10月、11月、平成24年6月)

意見聴取(平成24年8月)原因関係者

(2) 情報提供

平成23年8月4日、その時点までの事実調査結果に基づき、国土交通省海事局に対して事実情報の提供を行った。

(3) 調査の委託

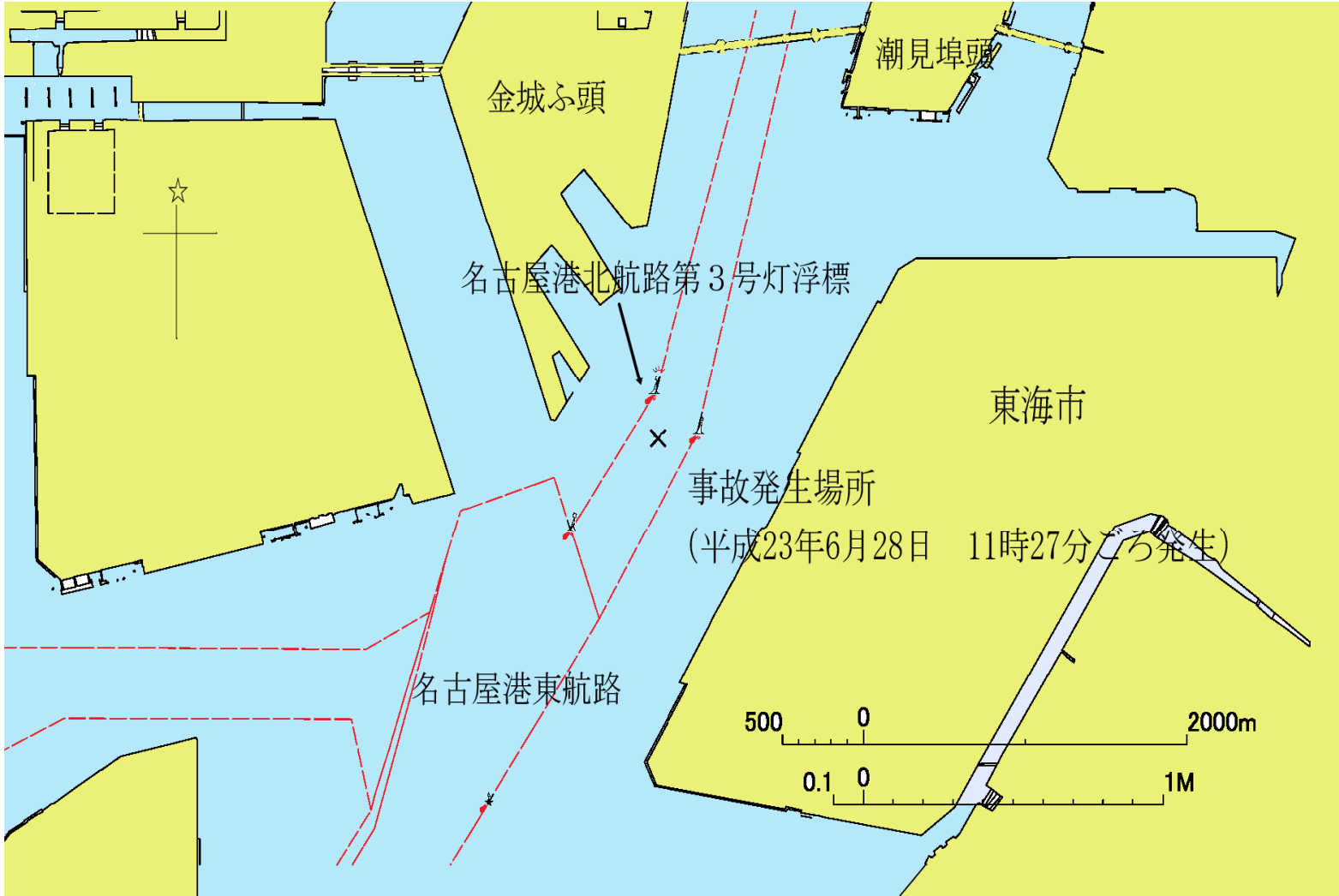
委託先：一般社団法人日本海事検定協会理化学分析センター

スロップタンク内の発生物質及び物質発生状況の解析

：独立行政法人海上技術安全研究所

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

事故の経過 (1/3)



事故の経過 (2/3)

- 11:10頃 2番貨物タンク(右、左)に積載していた水酸化ソーダの揚荷を終了して荷主の岸壁を離岸した。
- 11:17頃 名古屋港北航路を南南西進中、一航士が、清水洗浄ポンプを運転し、バタワース洗浄機を使用してタンククリーニング作業を開始した。
- 11:25頃 機関長は、2番貨物タンク(右、左)のタンク洗浄水をスロップタンク(右、左)に移送するため、貨物ポンプを始動した。
本件船長は、一航士、一機士及び次席一航士が2番貨物タンク付近にいるのを船橋から確認した。
- 11:26頃 排気管放出口から硫化水素ガスが噴出
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、一航士が左舷側スロップタンクのマンホールハッチの蓋を、避難した乗組員のうちの1人が右舷側スロップタンクのマンホールハッチの蓋をそれぞれ開放した。
機関長は、数秒間、排気管放出口から物質が噴出したのを見た後、意識がもうろうとなり、食堂で座りこんだ。

事故の経過 (3/3)

報告書 2-4ページ

11:27頃 一航士、一機士及び次席一航士は、船首楼甲板右舷側で倒れ、機関長は、意識がもうろうとなった。

11:33～

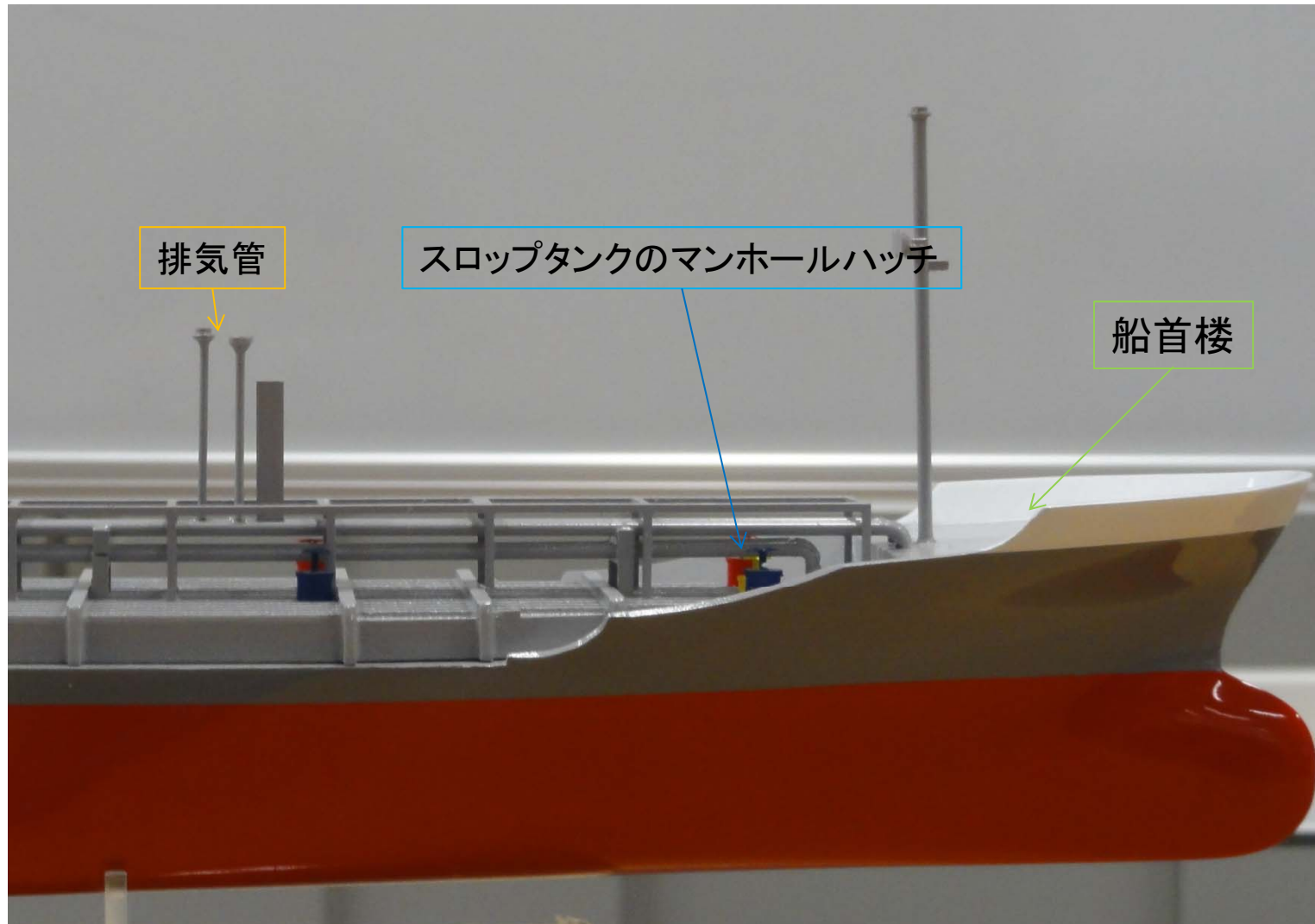
11:37頃 船長は第四管区海上保安本部に通報した。

12:45～

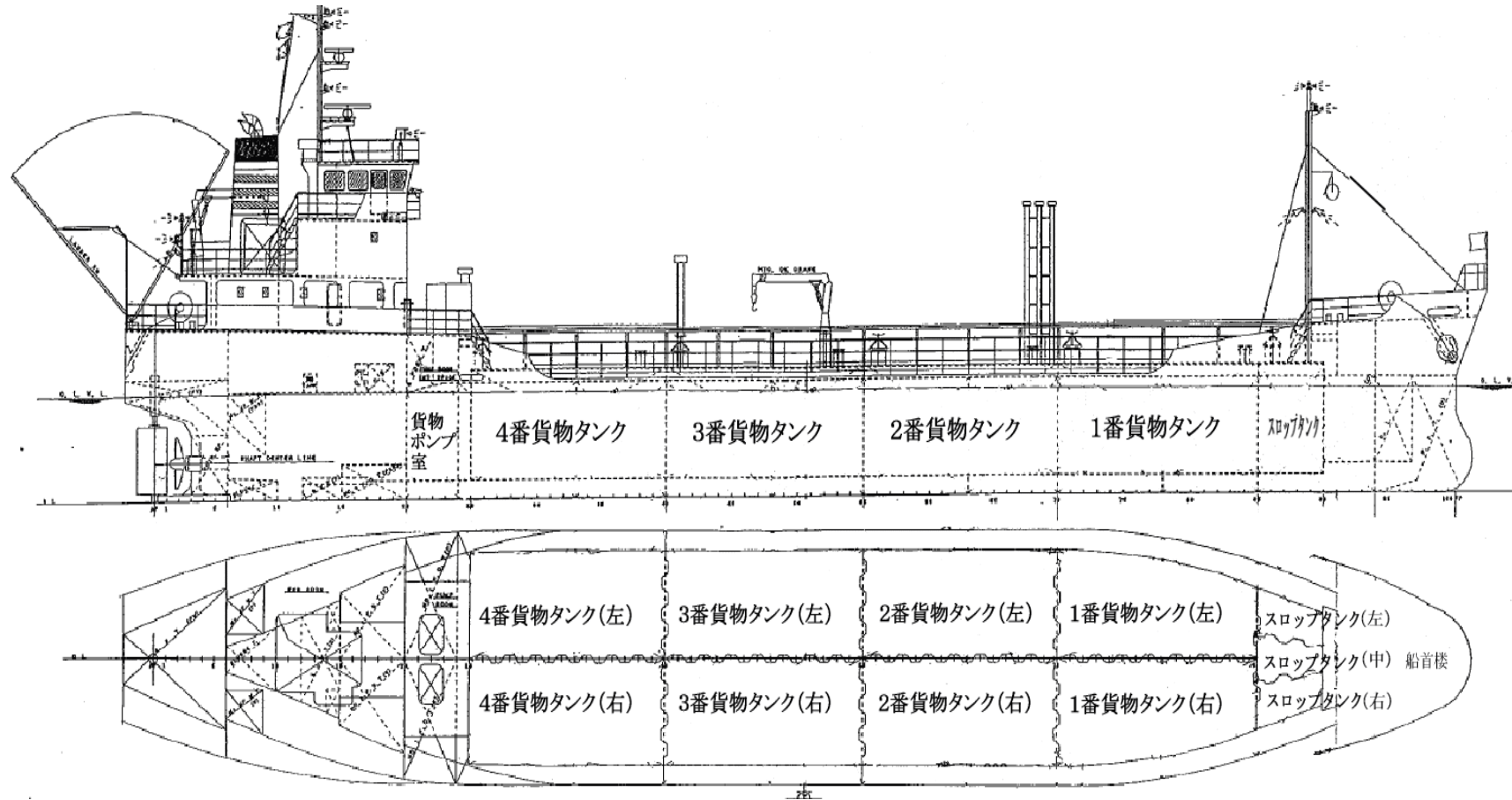
12:55頃 乗組員3人を巡視艇に移して搬送を開始した。

13:26頃 巡視艇は名古屋ガーデン埠頭に到着し、救助者を救急車に引き継いだ。

日祥丸の概要(1/4)



日祥丸の概要(2/4)



日祥丸の概要(3/4)

報告書 10、11ページ等



総トン数 :	499トン
全長 :	64.95m
幅 :	10.00m
深さ :	4.50m
船質 :	鋼
機関 :	ディーゼル機関1基
進水年月 :	平成15年10月



バイパス弁操作ハンドル



排気管



エアーハッチ

日祥丸の概要(4/4)

報告書 10、11ページ等

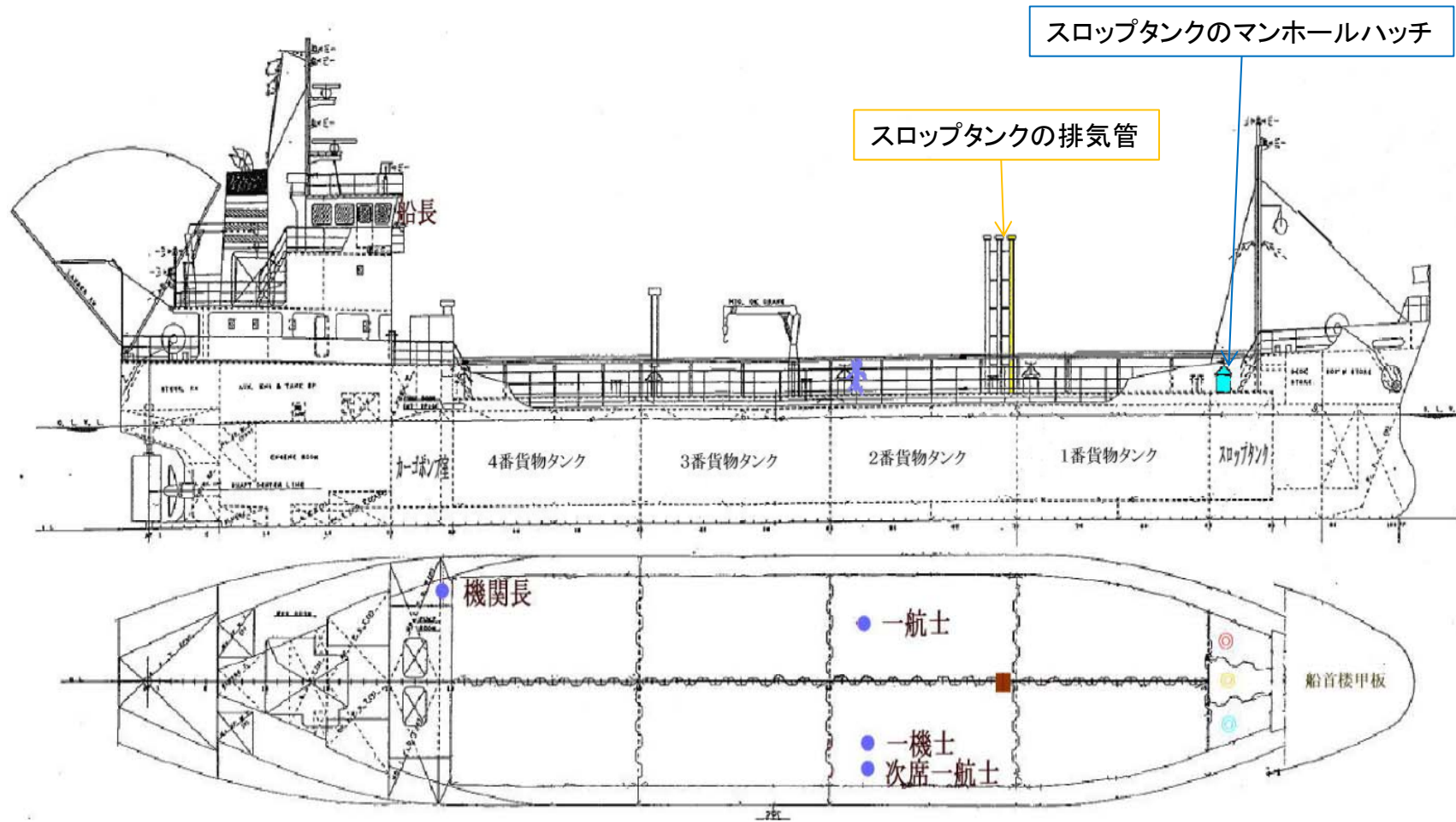
排気管



スロップタンクのマンホールハッチ



乗組員配置等



死傷等の状況

- (1) 機関長、一航士、一機士及び次席一航士は、タンククリーニング作業中、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2番貨物タンク(右、左)の水酸化ソーダ洗浄水が移送されたことから、硫化水素ガスが発生し、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て甲板上で倒れ、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て意識がもうろうとなり、食堂に座り込んだ。
- (2) 一航士及び一機士は、心肺停止状態で本船から救助され、搬送先の病院で死亡が確認された。死因は、硫化水素中毒であった。次席一航士は、歩行が困難な状態で本船から救助されて病院に搬送され、硫化水素中毒で入院した。機関長は、本事故発生当日、病院に行き、硫化水素中毒及び化学性肺炎と診断され、入院した。両人はいずれも重傷であった。

スロップタンクの使用に関する解析（抜粋）

- (1) タンク洗浄水は、日頃からスロップタンク（右、左）に貯留していたものと考えられる。
- (2) 本船は、日頃からスロップタンクに異なった2種類以上の洗浄水を混留していたものと考えられる。
- (3) 本船は、25日にアクリル酸の荷揚げ後のタンククリーニング作業で発生したアクリル酸洗浄水約4.9m³をスロップタンク(右、左)に貯留していたが、本事故時、水酸化ソーダを荷揚げした2番貨物タンク(右、左)のタンククリーニング作業で発生した水酸化ソーダ洗浄水をスロップタンク(右、左)に移送したものと考えられる。
- (6) 本船乗組員は、スロップタンクの排気管放出口からタンク洗浄水が漏れるとタンク洗浄水の人体への影響を考慮し、漏れを止めようとしてスロップタンクのマンホールハッチの蓋をこれまで開放していたものと考えられる。
- (7) 本船は、本事故時、名古屋港内でタンククリーニング作業中、次席一航士は、スロップタンクの排気管放出口から硫化水素ガスが噴出した際、次席一航士等の3人は、風上の船首楼甲板右舷側に避難する途中、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ものと考えられる。

気象及び海象に関する解析

(1) 風向、風力等

天 気： 晴れ

風 向： 南西 風 速： 約3.3m/s

波 高： 約0.3m 気 温： 約32.0℃

(2) 相対風向、風速

本船は、本事故時、右舷船首約5° の方向より約7.4m/sの風を受けていた可能性があると考えられる。

本件船長を含む乗組員等のタンク洗浄水に対する認識の状況

本件船長を含む乗組員及び専任船長は、貨物単体の危険性については認識していたが、(希釈状態の)タンク洗浄水の混合によって危険な化学反応が起こるとは認識していなかったものと考えられる。

本件船長等による乗組員への教育等に関する状況

- (1) 本件船長及び専任船長は、船長及び安全担当者の職務として年間計画表に基づき1か月に1回、船内会議を開催し、説明等を行っていた。
- (2) 本件船長及び専任船長は、船内会議において、静電気対策、荷役設備、係船機等の点検整備、マスク等の使用、作業基準の徹底などの説明を行っていたが、混ぜると化学反応を起こすタンク洗浄水の処理、スロップタンクの使用方法などの危険物取扱規程の内容については、認識がなく、説明を行っていなかった。

本船の安全管理に関する解析(抜粋)

- (1) A社は、タンククリーニング作業中における酸欠、ガス中毒、火災、爆発等の事故を防止するため、貨物タンク、荷役系統ライン、ポンプ等の洗浄方法等についてタンククリーニング作業の手順書を作成して本船に備え付けていたが、手順書には、タンク洗浄を実施した後のタンク洗浄水の移送作業については記載されていなかった。
- (2) A社は、1年に1回以上及び必要な時期に本船に対して安全教育を実施していた。A社が行った平成23年1月31日の安全教育では、タンク洗浄に係る設備の操作手引書の内容、有害液体物質記録簿の記入方法、排出基準、排出作業の分担等の説明が行われていたが、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、教育を行っていなかった。このため、本件船長等の本船乗組員は、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から、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)に水酸化ソーダ洗浄水を移送し、本事故に至ったものと考えられる。

スロップタンク内の発生物質及び物質発生状況に関する調査及び実験(1/3)

(抜粋)

(1) 調査および実験の概要

アクリル酸、45%水硫化ソーダ及びそれぞれの洗浄水を混合

① 計算等による調査

a. 発生物質の推定(化学反応)

b. 発生物質量の算出

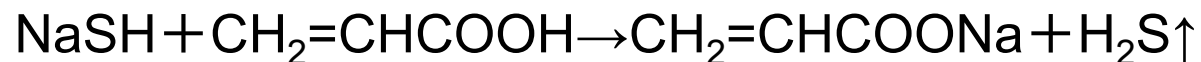
② 実験

発生物質や発生ガス濃度の測定を行った。

(2) 調査及び実験の結果

① 計算等の結果

a. 発生物質の推定



(水硫化ソーダ)

(アクリル酸)

(アクリル酸ナトリウム)

(硫化水素ガス)

硫化水素ガスが発生する。

スロップタンク内の発生物質及び物質発生状況に関する調査及び実験(2/3)

(抜粋)

(2) 調査及び実験の結果

② 計算等の結果

b. 以下の表のとおり

船内タンクの残液と洗浄水		混合実験での条件	
		条 件	
水硫化ソーダ (45%、比重1.3)	タンク残液①	0.117m ³	
	洗浄水②	1.0m ³	
	①+②	1.117m ³	
	溶質濃度	6.3wt%	
		1220mol/g	
	溶質重量	68445g	
アクリル酸 (純度100%)	タンク残液③	0.205m ³	
	洗浄水④	4.7m ³	
	③+④	4.905m ³	
	溶質濃度	4.4wt%	
		2989mol/g	
	溶質重量	215455g	
硫化水素ガス発生値	計算値	27.3m ³	

ガス発生量が残容積約25.3m³(スロップタンク、マンホールハッチ、排気管) より約2.0m³多くなる。

スロップタンク内の発生物質及び物質発生状況に関する調査及び実験(3/3)

(抜粋)

(2) 調査及び実験の結果

③ 実験の結果

以下の表のとおり

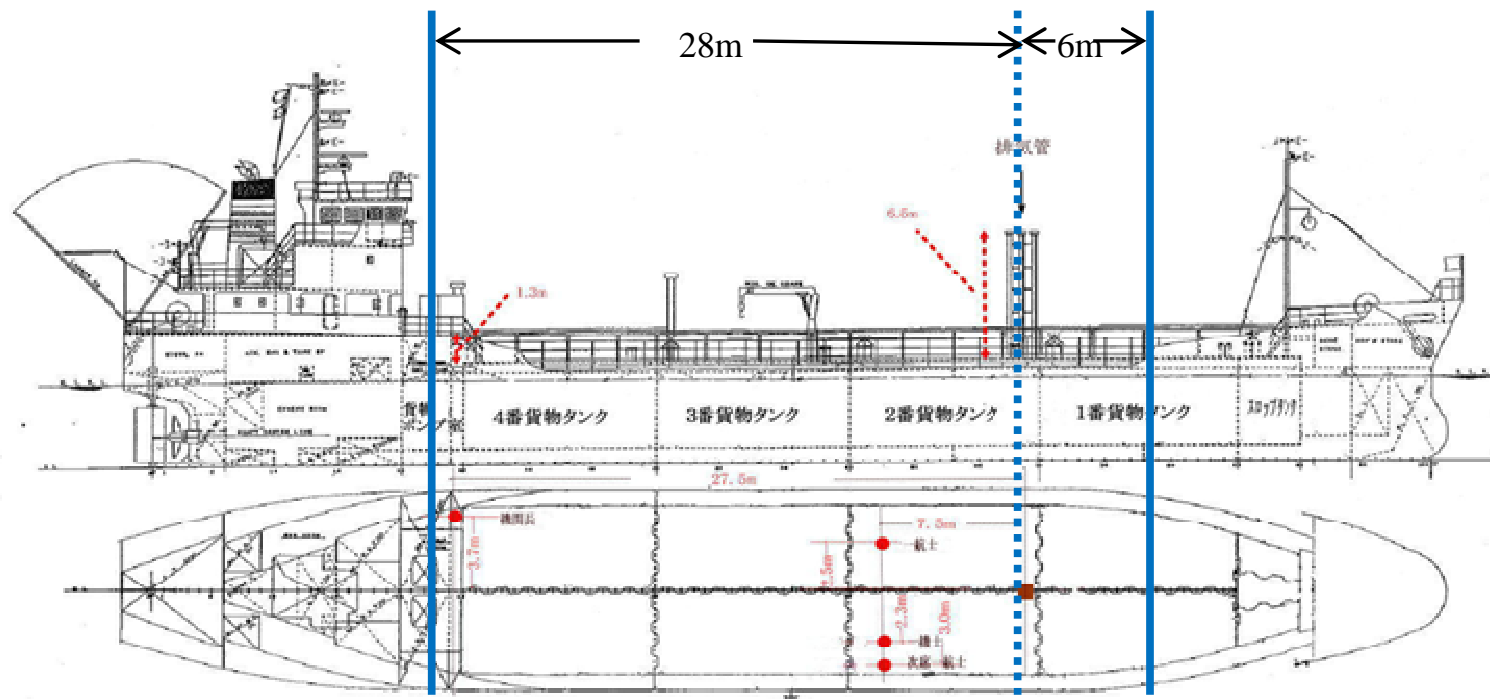
条件	H ₂ S測定値 (採取量12.5ml)(%)	H ₂ S測定値 (採取量100ml換算)(%)
条件1	2.8	22.4
条件2	3.0	24.0
条件3	3.2	25.6
条件4	2.7	21.6

硫化水素ガスが発生することを確認した。また、各洗浄水を混合し、発生したガスの硫化水素ガス濃度を測定した。高濃度の硫化水素ガスが検出された。

スロップタンク内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(抜粋)(1/3)

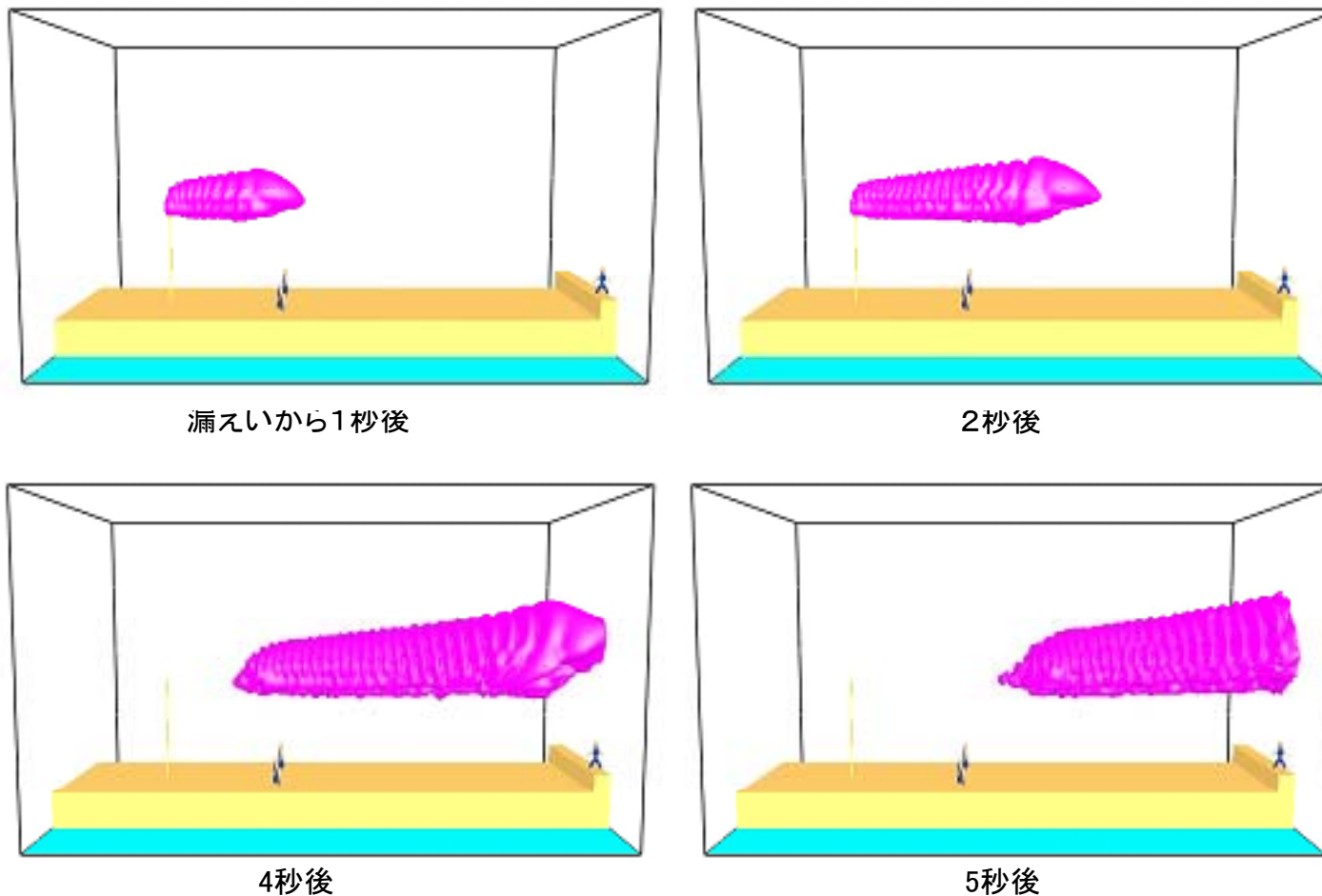
(1) 調査概要

数値流体解析を行い、スロップタンク内の排気管放出口から噴出した硫化水素ガスの拡散状況を計算し、ガス濃度の時空間変化を求めた。



スロップタンク内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(抜粋)(2/3)

(2) 調査結果 硫化水素ガス濃度が10ppmの等値面の時間変化



スロップタンク内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(抜粋)(3/3)

(2) 調査結果

噴出した硫化水素ガスは、船首楼甲板のある風上側に移流拡散する現象は再現されず、また10ppm以上の高濃度の硫化水素ガスが甲板近傍まで拡散する現象は再現されないことが分かった。本解析調査の数値シミュレーションは多くの仮定に基づいていることを考慮しても、スロップタンクの排気管放出口の比較的近傍に配置していた乗組員3人については、仮に避難することなく、各人がその場に留まっていたとしても被害を受ける可能性は極めて低いことから、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る。しかし、スロップタンクの排気管放出口の船尾方にいた乗組員1人については、船の後方で乱れの影響が大きくなること、前方3人の乗務員より位置が高かったこと、貨物ポンプ室コンパニオン等周囲に複雑な形状の構造物があったことなどから、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ない。

原因

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、水硫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)の水硫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、水硫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。

本船が2番貨物タンク(右、左)の水硫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。

再発防止策(事故等防止策)

上記のとおり措置が講じられたが、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る。

(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避難すること。

再発防止策(運輸安全委員会が行った情報提供)

報告書 47ページ

運委船第59号
平成23年8月4日

国土交通省海事局
安全・環境政策課長 殿

運輸安全委員会事務局
首席船舶事故調査官



事実調査で得られた情報の提供について

平成23年6月28日に発生した松田汽船株式会社が運航するケミカルタンカー日祥丸乗組員死傷事故の原因については、現在調査中ではありますが、事実調査の過程で下記の事項が確認されましたので、お知らせ致します。

記

1. 事故の概要

日祥丸(以下「本船」という。)は、船長ほか4人が乗り組み、愛知県東海市の東レ株式会社東海工場C4岸壁において、水酸化ソーダ(硫化水素ナトリウム)を揚荷後、平成23年6月28日11時10分ごろ、和歌山港に向けて出港した。

本船は、11時17分頃より清水によるタンククリーニング作業を開始して11時22分頃同作業を終了し、タンク内の洗浄水をスロップタンクに移送するため、カーゴポンプを運転したところ、排気管から白い煙のような物質が噴出した。

作業をしていた4人のうち3人(一航士、一機士、次席一航士)は、船首方に避難したが、船首楼甲板右舷側のボラード付近で倒れた。

一航士、一機士が硫化水素中毒で死亡し、次席一航士とポンプルームのそばにいた機関長が硫化水素中毒症で負傷した。

2. 事実関係

今後の調査により、事実関係を確定することとしておりますが、現在までの調査の結果、アクリル酸を含む洗浄水が入っていたスロップタンクに水酸化ソーダを含む洗浄水を入れた事実が明らかになっており、このことにより硫化水素ガスが発生した可能性が考えられます。また、本船は、以前からスロップタンクに異なる洗浄水を貯留しており、他の事業者のケミカルタンカーについても同様の事実が認められました。

再発防止策(国土交通省海事局が講じた措置)

報告書 45ページ

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、運輸安全委員会からの情報提供を受け、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発出した。

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た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恐れに注意して対応すること。