

# 船舶事故調査報告書

船種船名 油タンカー兼ケミカルタンカー EIWA MARU 3  
IMO番号 9073323  
総トン数 740トン

事故種類 爆発  
発生日時 平成28年9月9日 18時40分ごろ  
発生場所 和歌山県御坊市南方沖  
紀伊日ノ御埼灯台から真方位163° 9.1海里付近  
(概位 北緯33° 44.2' 東経135° 06.9')

平成29年9月21日

運輸安全委員会(海事部会)議決

委員長 中橋和博  
委員 庄司邦昭(部会長)  
委員 小須田敏  
委員 石川敏行  
委員 根本美奈

## 要旨

### <概要>

油タンカー兼ケミカルタンカー<sup>エイワ マル</sup> EIWA MARU 3は、船長ほか9人が乗り組み、和歌山県和歌山下津港で潤滑油等の基材となるベースオイルの揚げ荷を終えて三重県四日市市四日市港に向けて出港し、貨物タンクの洗浄作業を行いながら和歌山県御坊市南方沖を南東進中、平成28年9月9日18時40分ごろ貨物タンクで爆発が発生した。

EIWA MARU 3は、乗組員1人が死亡し、乗組員2人が重傷等を負い、2番及び3番貨物タンクの頂部及び隔壁に曲損等を生じた。

### <原因>

本事故は、夜間、EIWA MARU 3が、和歌山下津港で1番及び3番貨物タンクのペー

スオイルの揚げ荷を終えて出港し、貨物タンクの洗浄作業を行いながら御坊市南方沖を南東進中、貨物ポンプを使用してバタワース洗浄機による海水を使った貨物タンクの洗浄作業を始め、No. 2 貨物ポンプ、1 番及び3 番タンク底部並びに同タンク用荷役配管に残っていたベースオイルが3 番貨物タンク内に噴射され、右舷3 番貨物タンクの通気管内にまで飛散した状況下、EIWA MARU 3の機関長が右舷3 番貨物タンクの通気管に管を溶接する作業を行ったため、右舷3 番貨物タンクの通気管及び右舷3 番貨物タンク内のベースオイルが気化及び着火して爆発が発生したものと考えられる。

EIWA MARU 3の機関長が右舷3 番貨物タンクの通気管に管を溶接する作業を行ったのは、引火点が高いベースオイルを積載したタンクの洗浄中であるが、溶接部が小さく短時間で終了するので危険はないと思ったことによる可能性があると考えられる。

ベースオイルが3 番貨物タンク内に噴射され、右舷3 番貨物タンクの通気管内にまで飛散した状況となったのは、貨物タンクの洗浄作業前に貨物タンク底部、貨物ポンプ及び荷役配管の内部を水で洗い流す作業を行っていなかったことが関与したものと考えられる。

# 1 船舶事故調査の経過

## 1.1 船舶事故の概要

油タンカー兼ケミカルタンカー<sup>エイワ マル</sup> EIWA MARU 3は、船長ほか9人が乗り組み、和歌山県和歌山下津港で潤滑油等の基材となるベースオイルの揚げ荷を終えて三重県四日市市四日市港に向けて出港し、貨物タンクの洗浄作業を行いながら和歌山県御坊市南方沖を南東進中、平成28年9月9日18時40分ごろ貨物タンクで爆発が発生した。

EIWA MARU 3は、乗組員1人が死亡し、乗組員2人が重傷等を負い、2番及び3番貨物タンクの頂部及び隔壁に曲損等を生じた。

## 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28年9月10日及び20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それぞれ指名した。

### 1.2.2 調査の実施時期

平成28年9月11日～16日 現場調査及び口述聴取

平成28年10月27日、28日、31日、11月4日、24日、12月16日、22日、平成29年2月7日 回答書受領

平成28年11月7日 口述聴取及び回答書受領

### 1.2.3 調査の委託

本事故の調査に当たり、一般社団法人日本海事検定協会に対し、本船から採取した試料の成分分析に関する調査を委託した。

### 1.2.4 調査協力等

独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所研究員から爆発発生メカニズムについて、また、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所研究員から貨物タンクの損傷から見た爆発の状況について助言及び協力を得た。

### 1.2.5 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。

### 1.2.6 旗国への意見照会

EIWA MARU 3の旗国（大韓民国）に対し、意見照会を行った。

## 2 事実情報

### 2.1 事故の経過

#### 2.1.1 船舶自動識別装置による本船の船位等

民間情報会社が受信したEIWA MARU 3（以下「本船」という。）の船舶自動識別装置（AIS）<sup>\*1</sup>の情報記録によれば、平成28年9月9日15時40分15秒～19時10分14秒の間における本船の船位等は、表2.1のとおりであった。

表2.1 AISの情報記録（抜粋）

時刻 (時:分:秒)	船位 <sup>*</sup>		対地針路 <sup>*</sup> (°)	船首方位 <sup>*</sup> (°)	対地速力 (ノット(kn))
	北緯 (° ′ ″)	東経 (° ′ ″)			
15:40:15	34-07-14.9	135-07-20.6	302.6	295	8.1
15:50:14	34-07-30.8	135-05-20.1	278.1	280	10.3
16:00:17	34-07-43.2	135-03-15.3	270.9	263	10.2
16:09:55	34-06-15.6	135-02-36.2	190.6	190	10.7
16:19:34	34-04-32.9	135-02-15.6	186.9	187	10.9
16:30:13	34-02-36.9	135-01-57.9	187.8	187	10.8
16:40:24	34-00-48.0	135-01-40.8	187.9	187	10.8
16:50:14	33-59-00.8	135-01-22.3	188.0	186	11.0
17:00:14	33-57-10.3	135-01-01.4	188.7	186	10.9
17:10:15	33-55-21.2	135-00-44.3	185.7	185	10.8
17:20:14	33-53-39.0	135-00-32.0	187.2	186	9.4
17:30:13	33-52-06.6	135-00-15.4	190.8	189	9.2
17:40:13	33-50-41.8	135-00-16.0	138.5	133	8.8
17:50:15	33-49-35.3	135-01-24.0	140.2	134	8.6
18:00:14	33-48-29.0	135-02-31.1	139.3	135	8.6
18:10:14	33-47-23.6	135-03-37.2	139.3	135	8.5
18:20:13	33-46-17.0	135-04-43.2	142.8	134	8.5
18:30:13	33-45-12.3	135-05-48.7	141.1	134	8.3

<sup>\*1</sup> 「船舶自動識別装置（AIS: Automatic Identification System）」とは、船舶の識別符号、種類、船名、船位、針路、速力、目的地及び航行状態に関する情報を各船が自動的に送受信し、船舶相互間、陸上局の航行援助施設等との間で情報を交換する装置をいう。

18:39:44	33-44-12.1	135-06-50.3	141.9	135	7.9
18:39:55	33-44-11.1	135-06-51.1	141.4	135	7.8
18:40:04	33-44-10.3	135-06-51.8	142.2	135	7.8
18:40:15	33-44-08.6	135-06-53.4	142.1	134	7.8
18:50:13	33-43-33.9	135-07-55.6	047.8	029	6.3
19:00:14	33-44-21.6	135-06-40.5	314.8	320	8.9
19:10:14	33-45-28.1	135-05-25.1	317.1	320	10.6

※船位は、船橋上方に設置されたGPSアンテナの位置であり、また、対地針路及び船首方位は、真方位（以下同じ。）である。

## 2.1.2 乗組員の口述等による事故の経過

本事故が発生し、救助に至るまでの経過は、本船の船長（以下「本件船長」という。）、一等航海士（以下「本件一航士」という。）、三等航海士（以下「三航士」という。）、甲板長、甲板手、一等機関士（以下「一機士」という。）及び二等機関士（以下「二機士」という。）の口述並びに航海日誌によれば、次のとおりであった。

### (1) 大韓民国蔚山港<sup>ウルサン</sup>での揚げ荷役から大韓民国温山港<sup>オンサン</sup>出港までの経過

本船は、本件船長（大韓民国籍）ほか9人（大韓民国籍2人、インドネシア共和国籍6人、中華人民共和国籍1人）が乗り組み、2016年9月5日（現地時間）蔚山港で1番から4番までの貨物タンク（以下番号を付記した貨物タンクについては、「貨物」を省略する。）のターシャリーブチルアルコール（以下「ブチルアルコール」という。）全量を揚げたのちに温山港に向けて出港し、その後、全ての貨物タンクの洗浄作業を行った。

本船は、7日、温山港に入港し、潤滑油等の基材となるベースオイルを1番及び3番タンクに積み、和歌山県和歌山下津港に向けて出港した。

### (2) 和歌山下津港入港から本事故発生までの経過

本船は、平成28年9月9日10時25分ごろ和歌山下津港に入港し、ベースオイル全量を揚げ、15時35分ごろ空船状態で三重県四日市市四日市港に向けて出港した。

本船は、本件一航士が貨物タンクの洗浄作業（以下「タンク洗浄」という。）の指揮をとり、16時00分ごろ「1番及び3番タンク並びに同タンク用の貨物ポンプ及び荷役配管」（以下「1番及び3番系統」という。）内を換気するためのガスフリー作業<sup>\*2</sup>を始めた。

<sup>\*2</sup> 「ガスフリー作業」とは、閉鎖された区画において、発生した引火性ガス等の濃度が特定目的、例えば、高熱作業、立入りなどのために要求される濃度以下になるように発生ガスを空気と置換する作業をいう。

本件船長は、17時20分ごろ～30分ごろ船長室に向かっていた際、機関長（以下「本件機関長」という。）が溶接用器具を運んでいるのを見掛け、溶接作業は船舶管理会社等の許可手続きが必要な作業であり、また、タンク洗浄中に溶接作業を行うのは危険であると思い、本件機関長に溶接作業を行わないよう指示したところ、本件機関長から同作業は実施しない旨の返答を聞いた。

本船は、17時30分ごろ、ガスフリー作業を終えて1番及び3番タンクの‘壁面に付着したベースオイルを洗い落としやすくする目的で貨物タンク内の雰囲気温度が60℃となるよう貨物タンクに蒸気を入れる作業’（以下「スチーミング作業」という。）を始めた。

二機士は、18時00分ごろ本件機関長から溶接作業の補助を行うよう指示を受け、溶接部に穴を空けるためのドリルを運んだものの、タンク洗浄中に溶接作業を行うのは危険であると思い、タンク洗浄後に溶接作業を行うよう本件機関長に進言したところ、溶接部が小さく、短時間で終了するので危険はないとの返答を聞いた。

本船は、18時20分ごろスチーミング作業を終えて1番及び3番タンクを海水を使って洗浄する作業を約2時間40分間実施する予定で始めた。

本船は、本件機関長が右舷3番タンクの通気管（以下「右舷3番通気管」という。）に圧力計を設置する目的でドリルで通気管に穴を開けたのち、18時30分ごろしゃがんだ姿勢で溶接棒ホルダを持ち、二機士が本件機関長の隣に立って懐中電灯で照らして‘右舷3番通気管に管を溶接する作業’（以下「右舷3番通気管の溶接作業」という。）を始め、甲板手及び一機士が付近に立っていたところ、18時40分ごろ貨物タンクで爆発が発生した。

本船は、本件機関長が、右舷3番通気管の溶接作業場所に倒れ、二機士が、飛ばされて右舷側の手すりに打ちつけられ、本件機関長の船首側に立っていた甲板手が、飛ばされて船首方の甲板上に落ちた。

本船は、甲板手が、右舷3番タンク後部にあるマンホールハッチ<sup>\*3</sup>（以下「ハッチ」という。）辺りから火柱が上がるのを、一機士が、船首側に倒れたのちに右舷3番タンクのハッチから黒煙が上がるのをそれぞれ見たほか、船尾楼甲板船尾部にいた本件一航士が、大きな音を聞いた。

本船は、1回目の爆発から約30秒～約1分後、2回目の爆発が発生した。

一機士は、本件機関長を助けようと船尾方に向かっていたところ船首方に飛ばされ、船首側に倒れた甲板手の体の上に落ちた。

---

<sup>\*3</sup> 「マンホールハッチ」とは、主として貨物タンク内への人の出入りに使用されるハッチをいう。

本船は、一機士が2回目の爆発が発生した際、右舷2番タンクのハッチから火柱が上がるのを、本件一航士が、右舷2番タンクのハッチの方向から火柱及び黒煙が上がるのをそれぞれ見たほか、二機士が、右舷船尾方に向かう爆風を感じた。

(写真2.1、図2.1 参照)



写真2.1 右舷3番通気管の溶接作業場所付近

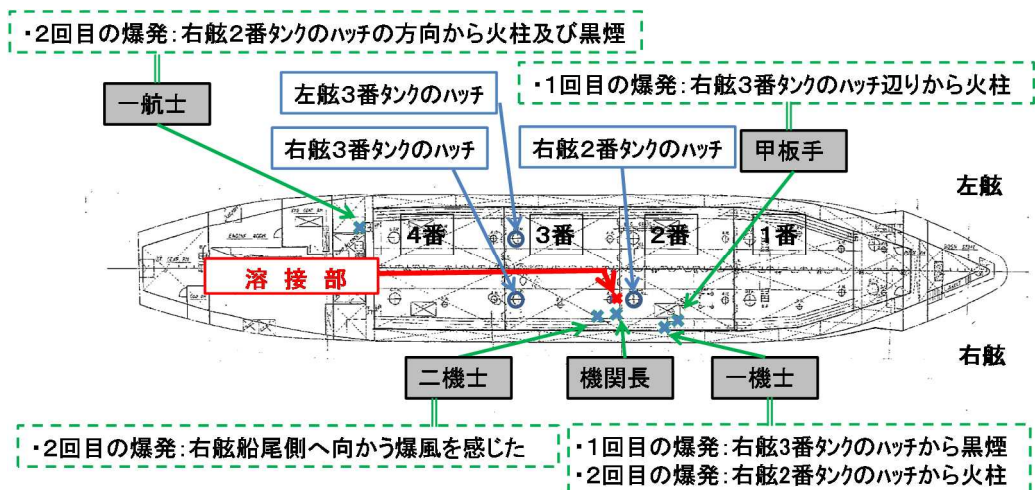


図2.1 本事故現場付近にいた乗組員の配置及び事故時の状況

### (3) 本事故発生後の経過

一機士は、本件機関長が倒れており、二機士が歩くことができない状態であったので大声で助けを求め、本件一航士及び左舷1番タンク付近にいた甲板長と共に本件機関長を食堂まで運んだのち、二機士を食堂まで運び、また、甲板手は、歩いて船尾楼甲板船尾部に移動した。

本件船長は、自室で大きな音を聞いたのちに昇橋し、貨物タンクから昇る黒煙を見て爆発の発生を知り、18時45分ごろ船舶代理店に本事故発生の連絡をしたのち、本件一航士に消火作業に当たるよう指示した。

甲板長及び一機士は、本件一航士の指示により消火ホースを甲板上の消火栓に接続し、大量の黒煙が上がっていた右舷3番タンク及び左舷3番タンクのハッチからタンク内へ射水を行った。

本船は、和歌山下津港に再び入港し、本件機関長、二機士及び甲板手が、船舶代理店から通報を受けて来援した巡視艇により和歌山県海南市の岸壁まで運ばれ、救急車により和歌山市内の病院に搬送されたが、本件機関長の死亡が確認された。

本事故の発生日時は、平成28年9月9日18時40分ごろであり、発生場所は、紀伊日ノ御埼灯台から163°9.1海里(M)付近であった。

(付図1 航行経路図 参照)

## 2.2 人の死亡及び負傷に関する情報

搬送された病院の回答書によれば、本件機関長の死因は外傷性脳挫傷及び外傷性くも膜下出血であり、二機士は左膝蓋骨骨折により、約2か月の加療を要し、甲板手は右鼠径部皮下血腫等を負った。

## 2.3 船舶の損傷に関する情報

現場調査並びに和歌山市消防局及び船舶所有者であるKEOYOUNG SHIPPING CO., LTD (以下「A社」という。)の回答書によれば、船体の損傷は、次の(1)～(5)のとおりであり、また、本船は、2016年12月20日に解撤された。

- (1) 右舷2番タンクの船尾側、右舷3番タンク及び左舷3番タンクの頂部に膨らむような曲損等があった。また、右舷2番タンクのハッチカバー支持部及びハッチカバー閉鎖用ボルト取付け部、並びに右舷3番タンクのハッチカバーの支持部に折損を生じていた。
- (2) 右舷2番タンクと左舷2番タンクとの間の縦隔壁(以下「2番中心線隔壁」という。)の船尾側上部に右舷側への曲損等を生じていた。
- (3) 左舷2番タンクと左舷3番タンクとの間の横隔壁(以下「左舷2-3横隔壁」という。)に船首側に膨らむような曲損、溶接線(下端の右舷側)の破断等を生じていた。
- (4) 右舷2番タンクと右舷3番タンクとの間の横隔壁(以下「右舷2-3横隔壁」という。)に船首側への傾斜、船首側に膨らむような曲損、溶接線(上下端及



び左端)の破断等を生じていた。

- (5) 右舷3番タンクと左舷3番タンクとの間の縦隔壁(以下「3番中心線隔壁」という。)に右舷側への傾斜、右舷側に膨らむような曲損、溶接線(上下端及び前端)の破断等を生じていた。

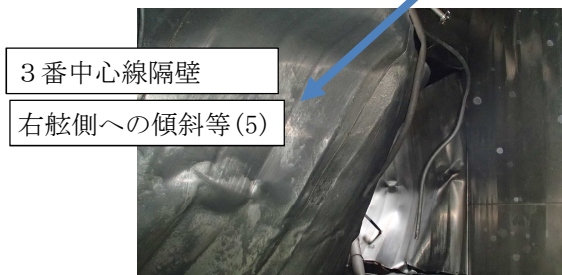
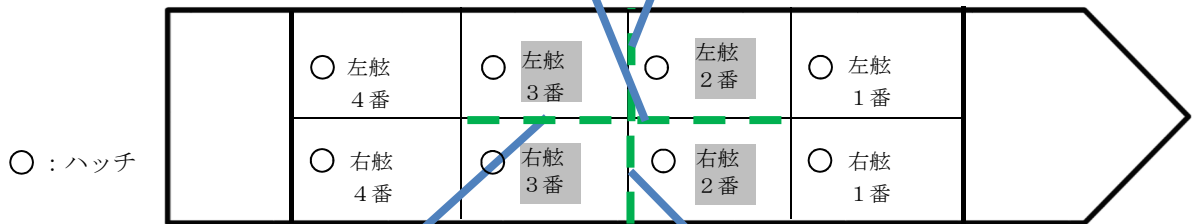
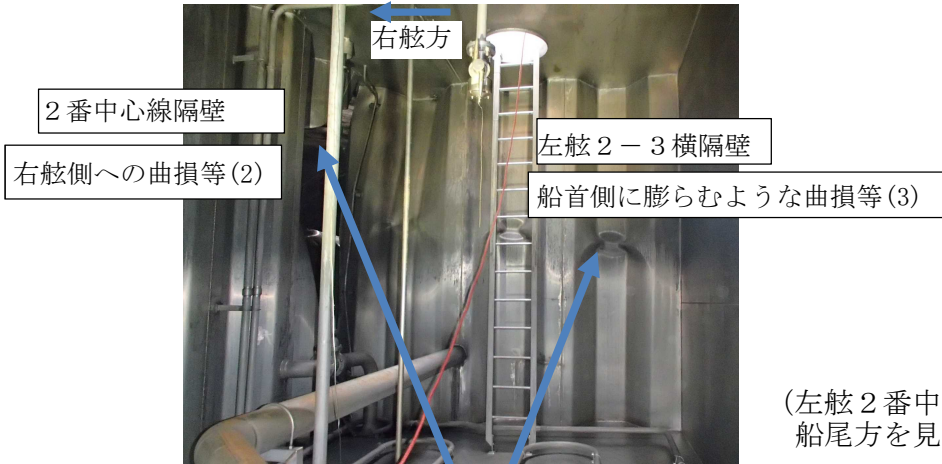
(写真2.3 参照)



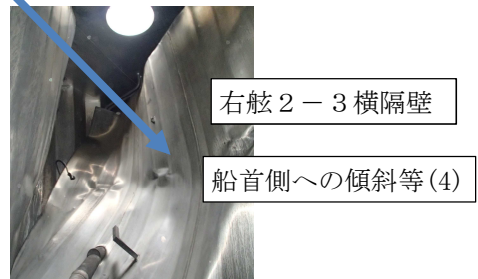
(右舷側の貨物タンク頂部の損傷状況)



(右舷2番タンクのハッチの損傷状況)

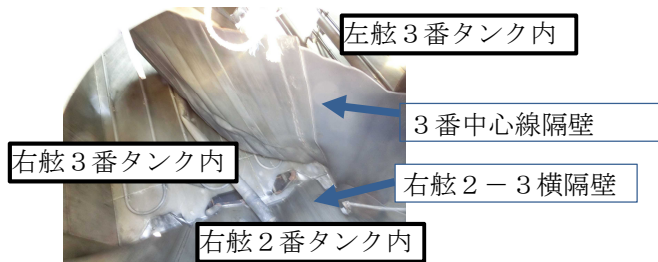


(右舷3番タンク後部から船首方を見た状況)



(右舷3番タンク前部から船首方を見た状況)

注：写真中の(1)～(5)は、2.3(1)～(5)に対応する番号を示す。



(右舷2番タンクのハッチから見下ろした状況)

写真2.3 船体の損傷状況

## 2.4 乗組員に関する情報

### (1) 性別、年齢、海技免状

本件船長 男性 61歳

一級航海士（商船限定）免状（大韓民国発給）

交付年月日 2016年6月10日

（2021年6月9日まで有効）

本件一航士 男性 69歳 国籍 大韓民国

二級航海士（商船限定）免状（大韓民国発給）

交付年月日 2016年5月24日

（2021年9月5日まで有効）

本件機関長 男性 60歳 国籍 大韓民国

二級機関士（外航船の場合は出力6,000kW未満限定）免状（大韓民国発給）

交付年月日 2015年4月16日

（2020年7月19日まで有効）

二機士 男性 30歳 国籍 インドネシア共和国

甲板手 男性 27歳 国籍 インドネシア共和国

### (2) 主な乗船履歴等

#### ① 本件船長

本件船長の口述によれば、1984年から約30年間、主にケミカルタンカーに乗り組み、2015年5月から本船に乗船しており、本事故当時の健康状態は良好であった。

#### ② 本件一航士

本件一航士の口述によれば、1986年から約30年間、主にケミカルタンカーに乗り組み、2016年8月から本船に乗船しており、本事故当時の健康状態は良好であった。

#### ③ 本件機関長

A社及び本件船長の回答書によれば、約16年間のケミカルタンカー及び油タンカー並びに約10年間の一般貨物船等の乗船経験があり、このうち約2年6か月はケミカルタンカー及び油タンカーの機関長職をとり、2016年6月から本船に乗船しており、本事故当時の健康状態は良好のように見えた。

#### ④ 二機士

二機士の口述によれば、2010年から油タンカーに乗船し、2016年6月から本船に乗船しており、本事故当時の健康状態は良好であった。

⑤ 甲板手

甲板手の口述によれば、2010年から油タンカーに乗船し、2016年5月から本船に乗船しており、本事故当時の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 0 7 3 3 2 3
船 籍 港	大韓民国 <sup>チェジュ</sup> 濟州
船 舶 所 有 者	A社 (大韓民国)
船 舶 管 理 会 社	A社
船 級	Korean Register of shipping
総 ト ン 数	7 4 0 トン
L × B × D	6 3 . 8 2 m × 1 0 . 0 0 m × 4 . 5 0 m
船 質	鋼
機 関	ディーゼル機関1基
出 力	1, 1 7 7 kW
推 進 器	4翼固定ピッチプロペラ1個
進 水 年 月	1 9 9 3 年 6 月

2.5.2 本船の構造等

本船を設計した造船所担当者及び本件一航士の口述並びにA社の回答書によれば、次のとおりであった。

(1) 構造

船首尾楼付一層甲板型の油タンカー兼ケミカルタンカーであり、船首楼に甲板長倉庫、船首ポンプ室等が、その下方に船首水タンク（以下「FPT」という。）、各舷に‘貨物タンクの洗浄水及びタンク洗浄後の汚水（以下「洗浄汚水」という。）用のタンク’（以下「CWT」という。）、清水タンク（以下「FWT」という。）等が、その後方に船首側から順に各舷に1番から4番までの貨物タンク、貨物ポンプ室、機関室等が配置され、船尾楼上に3層からなる船橋甲板室が設けられていた。

船橋甲板室には、船尾楼甲板上に食堂等が、端艇甲板上に居室等が、航海船橋甲板上に操舵室がそれぞれ配置されていた。

(図2.5-1 参照)

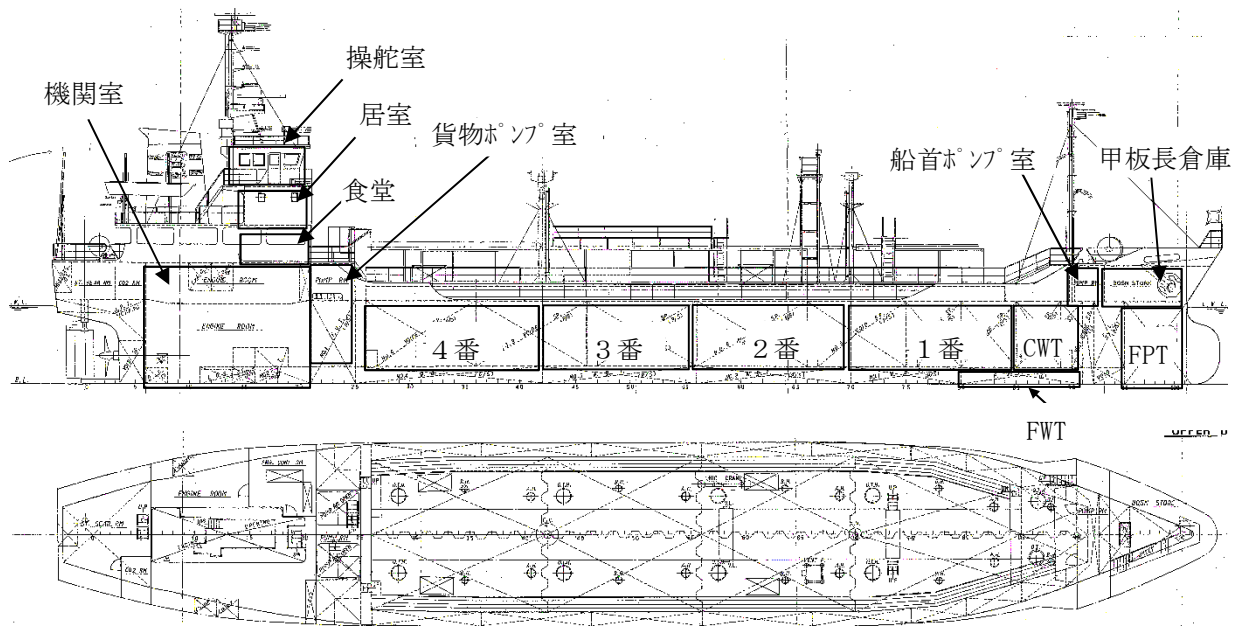


図 2.5-1 一般配置図

(2) 貨物タンク、荷役配管等

- ① 貨物タンクの容量は、表 2.5 のとおりであり、また、CWTの容量は、各舷 2 1.7 2 6 m<sup>3</sup>であった。(図 2.5-2 参照)

表 2.5 貨物タンク容量

貨物タンク名	右舷側の容量 (m <sup>3</sup> )	左舷側の容量 (m <sup>3</sup> )
1 番タンク	1 3 8 . 9 3 6	1 3 8 . 9 3 6
2 番タンク	1 5 5 . 6 3 9	1 5 5 . 6 3 9
3 番タンク	1 5 5 . 9 2 2	1 5 5 . 9 2 2
4 番タンク	1 6 9 . 4 2 8	1 6 9 . 4 2 8
合計	1, 2 3 9 . 8 5 0	

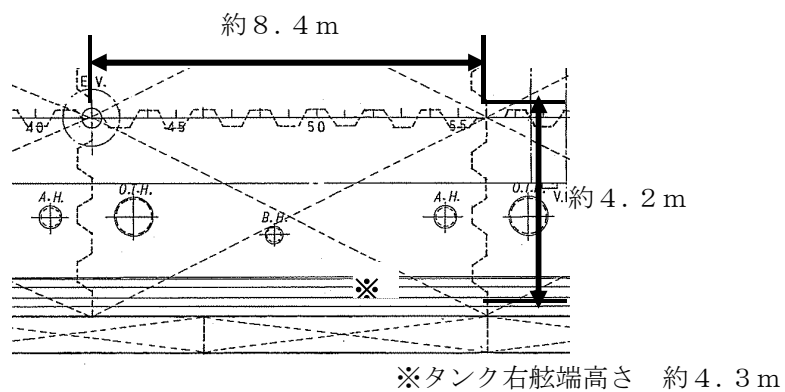


図 2.5-2 右舷 3 番タンク主寸法

各貨物タンク上には、前部に空気口（エアハッチ）（直径0.30m、高さ0.60m）が、後部にハッチ（直径0.76m、高さ0.60m）が設けられ、各貨物タンク内の中央部には、バタワース洗浄機<sup>\*4</sup>が備え付けられていた。

貨物タンク上及び貨物タンク内には、荷役配管、タンク洗浄水配管、通気管等が設置され、通気管はエアハッチに接続されていた。（写真2.5参照）

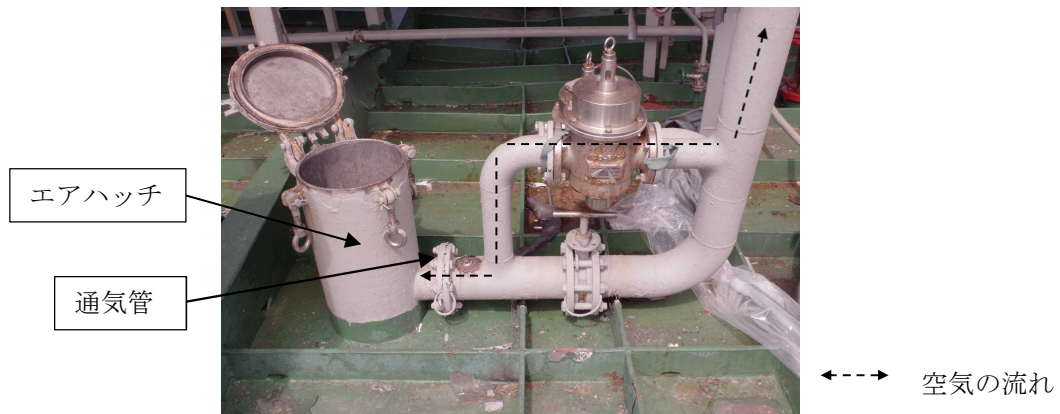
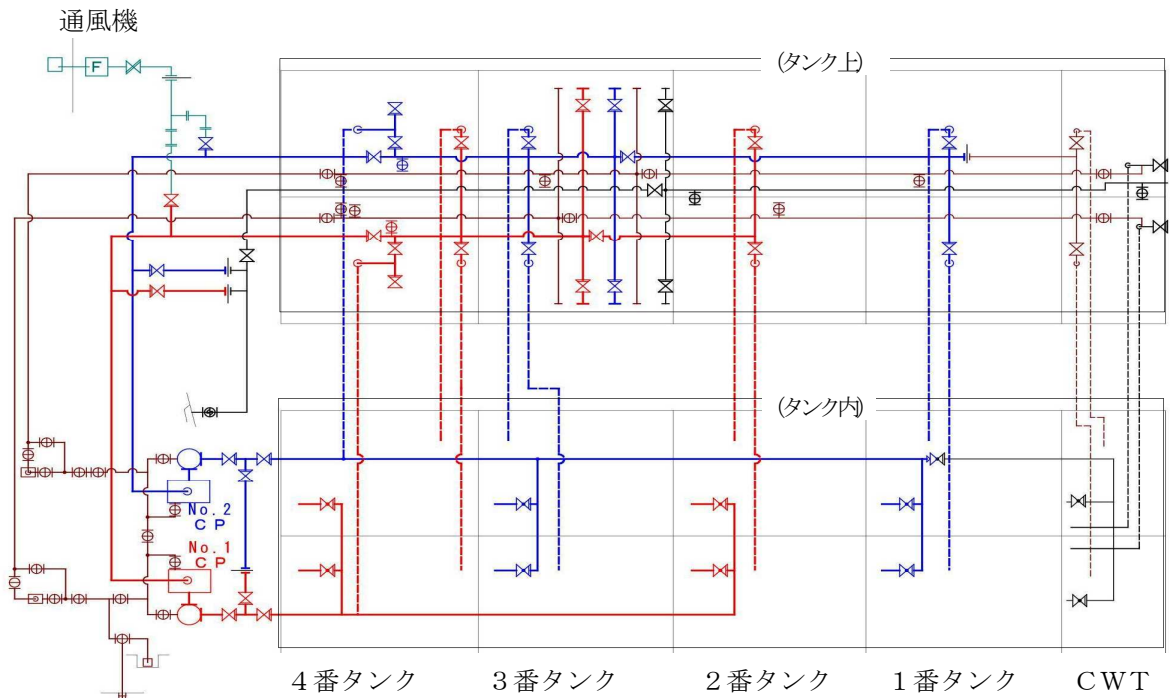


写真2.5 エアハッチ及び通気管

船首ポンプ室には、貨物タンク洗浄ポンプ（以下「TCポンプ」という。）等が、貨物ポンプ室には、2番及び4番タンク揚げ荷用のNo.1貨物ポンプ（No.1CP）、1番及び3番タンク揚げ荷用のNo.2貨物ポンプ（No.2CP）等が設置されていた。（図2.5-3、図2.5-4、図2.5-5参照）

<sup>\*4</sup> 「バタワース洗浄機」とは、貨物タンク内に装備され、回転しながら高圧の水をタンク内にまんべんなく噴射して内壁を洗浄する装置をいう。



青線：1番及び3番タンクの荷役配管系統

赤線：2番及び4番タンクの荷役配管系統

茶線：貨物ポンプ内残液移送配管系統

黒線：CWT内残液移送配管系統

注：点線は、タンク上方からタンク底部に向かう配管である。

図 2.5 - 3 荷役等配管系統

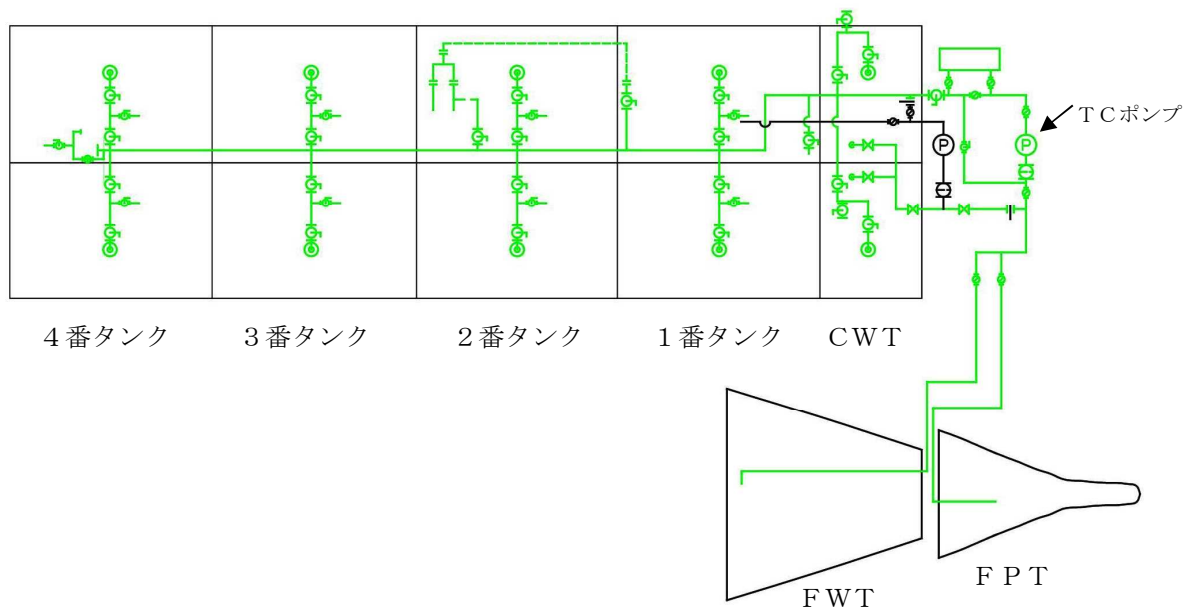
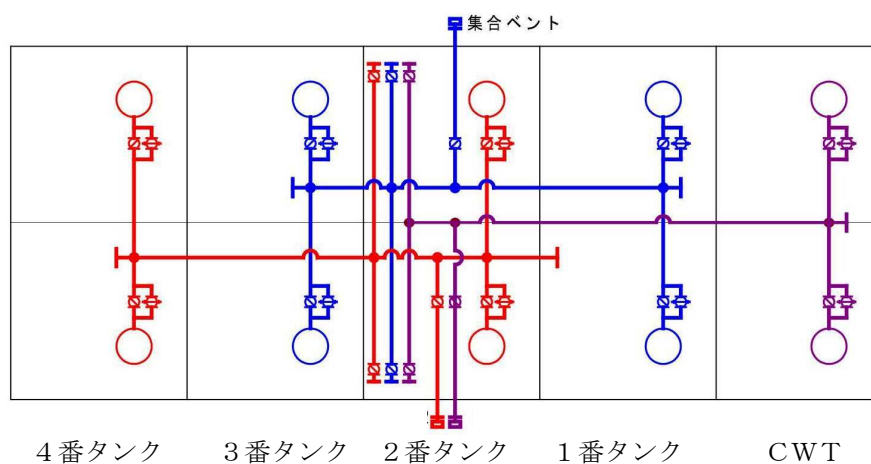


図 2.5 - 4 タンク洗浄水配管系統



青線：1 番及び3 番タンクの通気管系統  
 赤線：2 番及び4 番タンクの通気管系統  
 茶線：CWTの通気管系統

図 2.5-5 通気管系統

- ② タンク洗浄時には、TCポンプを使ってCWT、FWT又はFPTから給水できるようになっており、そのうちCWTからはタンク内の加熱装置により温水を供給できるようになっていた。(図 2.5-4、図 2.5-6 参照)

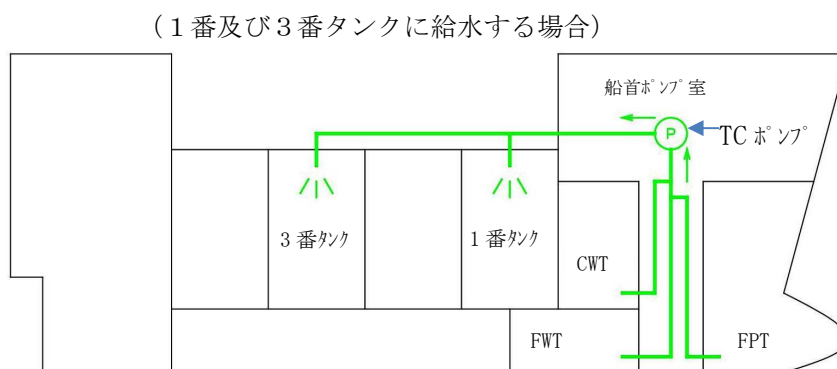


図 2.5-6 タンク洗浄時の給水ライン

### 2.5.3 通気管の材質等に関する情報

「ステンレス鋼データブック」(ステンレス協会編、日本工業新聞社、平成12年2月発行)によれば、右舷3番通気管の材質であるステンレス鋼(SUS304)の融点は、1,398~1,453℃である。



## 2.6 本事故前の本船の積荷に関する情報

- (1) 荷主の回答書によれば、本船に積載されていたベースオイルの一般的な性状は、原油から精製され、潤滑油等の基材であって炭素数が13～25付近のパラフィン炭化水素の集合体であり、引火点<sup>\*5</sup>が150℃以上の液体である。
- (2) 本船に積載されていたベースオイルの製造者の分析結果によれば、同ベースオイルの引火点は164℃である。

## 2.7 船舶に関するその他の情報

- (1) 本件一航士の口述によれば、本事故当時の喫水は、船首約0.70m、船尾約3.90mであった。
- (2) 本件船長及び本件一航士の口述並びにA社の回答書によれば、TCポンプが2016年の初め頃から故障していたほかには、船体、機関及び機器類に不具合又は故障はなかった。

## 2.8 タンク洗浄等に関する情報

### 2.8.1 本船に関する情報

- (1) 現場調査並びに本件船長、本件一航士及び甲板長の口述によれば、次のとおりであった。

- ① 本事故当時に実施中及び実施予定のタンク洗浄手順

- a ガスフリー作業

揚げ荷終了後、図2.8-1のとおり仕切板を外して弁を開け、1番及び3番系統内を喚気する目的で通風機により通風を行ったのち、可燃性ガスを検知するガス検知器の警報が鳴らないことを確認する。

---

<sup>\*5</sup> 「引火点」とは、可燃物（主に液体）を加熱してこれに火炎を近づけたときに瞬間的に引火するのに必要な濃度の蒸気を発生する最低温度をいう。

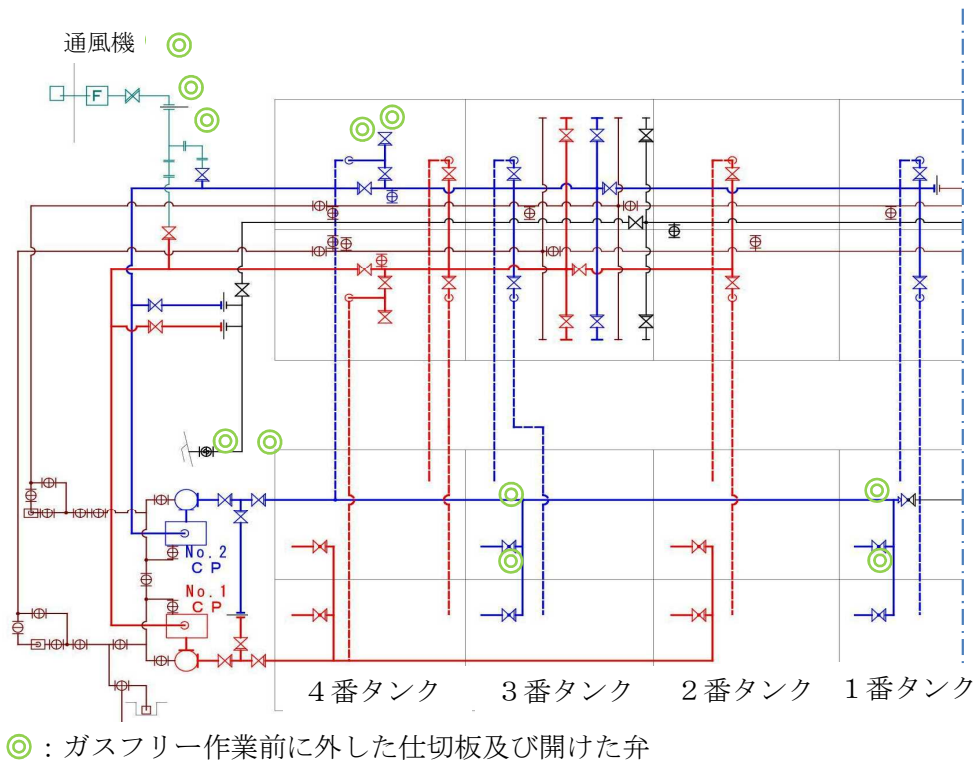


図 2. 8 - 1 ガスフリー作業前に開けた弁等の位置

- b スチーミング作業
- c 海水による洗浄

次のとおり海水を使った貨物タンクの洗浄作業（以下「海水洗浄」という。）を行う。

- (a) 故障中のTCポンプの代わりに雑用水ポンプを使って雑用水ラインの海水を1番及び3番タンクに入れる。
- (b) 1番及び3番タンクに溜まった海水をNo. 2貨物ポンプでバタワース洗浄機に送って同タンク内の壁面に噴射し、タンク内に落ちて溜まる海水を更に同ポンプでバタワース洗浄機に送ることを繰り返しながら洗浄を行う。

(図 2. 8 - 2 参照)

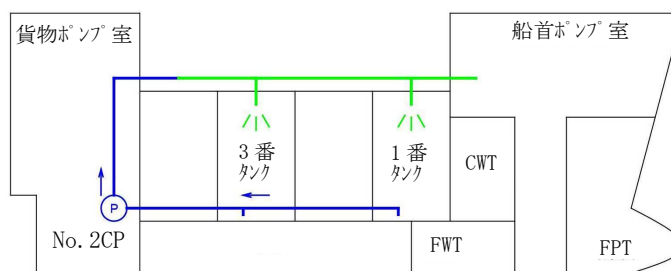


図 2. 8 - 2 本事故当時の海水洗浄

- (c) 洗淨汚水をその貯蔵タンクとして使用していたCWTに移送する。
  - d 清水による洗淨
    - 次のとおり清水を使った貨物タンクの洗淨作業（以下「清水洗淨」という。）を行う。
    - (a) TCポンプの代わりに可搬式のポンプを使ってFWTから清水を1番及び3番タンクに入れる。
    - (b) 上記c(b)及び(c)と同じ方法でタンク洗淨を行う。
  - e ガスフリー作業
    - 1番及び3番系統内に新たに発生した可燃性ガスを排除するとともに同系統内を乾燥させる目的で通風機により通風を行ったのち、可燃性ガスを検知するガス検知器の警報が鳴らないことを確認する。
- ② タンク洗淨時のハッチの状態
- a 1番及び3番タンクのハッチは、海水洗淨を開始した頃には、両舷とも25%程度の開度であり、本事故時には、同タンクに溜まっている海水の水位の状況を確認するために左舷側が完全に開けられていた。
  - b 両舷2番及び4番タンクのハッチは、本事故時、閉じられていた。
- ③ その他
- a 1番及び3番タンクに溜まっていた洗淨汚水と本事故直後に消火のために入れた海水との混合液は、本事故後にCWTに移送された。
  - b A社のタンク洗淨に関するマニュアルは、貨物が化学製品の場合と石油製品の場合とに区分され、それぞれ次の作業を実施することとされていた。
    - (a) 化学製品の場合
      - タンク洗淨機を使用せずに、貨物タンク底部、貨物ポンプ及び荷役配管（以下「貨物タンク等」という。）の内部を水で洗い流す作業（以下「フラッシング」という。）を行う。
    - (b) 石油製品の場合
      - 貨物タンク底部のフラッシングを行う。
- (2) 検量員の口述によれば、本事故直前にベースオイルを揚げ荷した際のサンプリング時に1番及び3番タンクにおいてベースオイル以外の臭いはしなかった。
- (3) 和歌山市消防局担当者の口述によれば、9月11日午前にはガス検知を行った結果、左舷1番タンクに爆発下限界の6%（可燃性ガスの爆発下限界濃度を100%としたときの可燃性ガスの濃度）の可燃性ガスが検知され、他の貨物タンクでは検知されなかった。

- (4) 本事故後にCWT内の洗浄汚水の上辺から採取した試料の成分分析に関して一般社団法人日本海事検定協会に委託した調査結果によれば、試料には、表2.8のとおりベースオイル、海水、キシレン、トルエン等が含まれていた。

表2.8 試料の成分分析結果

成分	重量%
ベースオイル	48.0
キシレン※ <sup>1</sup>	5.3
トルエン※ <sup>1</sup>	4.3
ブチルアルコール※ <sup>1</sup> ※ <sup>3</sup>	0.1
水分※ <sup>2</sup>	41.0
塩分※ <sup>2</sup>	1.3
その他※ <sup>3</sup>	0.1

※1 引火点及び臭い  
 キシレン 27℃、芳香臭  
 トルエン 4℃、芳香臭  
 ブチルアルコール 11℃、樟脳臭<sup>しょう</sup>

※2 水層中の塩分濃度は海水中の濃度と合致している。

※3 小数第2位を四捨五入している。

## 2.8.2 海運関係団体等の情報

- (1) 「オイルタンカーとターミナルに関する国際安全指針<sup>\*6</sup> 第5版 (International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals Fifth Edition)」(INTERNATIONAL CHAMBER OF SHIPPING、OIL COMPANIES INTERNATIONAL MARINE FORUM、INTERNATIONAL ASSOCIATION OF PORTS AND HARBORS 編、WITHERBY & CO., LTD.、2006年発行)(以下「ISGOTT」という。)によれば、次のとおりである。

- ① 貨物タンク内の酸素の体積濃度が8%未満の状態であることが確認できない雰囲気であるとき、タンク洗浄前に貨物タンク等のフラッシングを行わなければならない。
- ② 貨物タンクに蒸気を入れる際にノズルから粒子又は水滴を噴射すること、及び水を使用してタンク洗浄を行うことなどによりその粒子等は帯電する。帯電して電荷が蓄積され、放電すると引火性混合ガスに着火する危険性がある。

<sup>\*6</sup> 「オイルタンカーとターミナルに関する国際安全指針」とは、船主、石油会社、港湾関係の国際的な業界団体が作成したオイルタンカー及びターミナルでの安全な運用に関する標準参考書である。

- (2) 国内に拠点を置く外航及び内航タンカー運航会社の安全管理責任者の口述によれば、同社においては、石油製品の揚げ荷後に行うタンク洗浄では、タンク洗浄を行う前に貨物タンク等のフラッシングを行うこととしている。

## 2.9 気象及び海象に関する情報

### 2.9.1 気象観測値等

- (1) 本事故現場の南東方約13M付近に位置する和歌山県白浜町南紀白浜航空気象観測所における平成28年9月9日の気象観測値は、表2.9のとおりであった。

表2.9 気象観測値

時刻 (時)	降水量 (mm)	気温 (°C)	風速 (m/s)	風向
18	0.0	26.2	4.8	北西
19	0.0	25.5	3.7	北西

- (2) 海上保安庁海洋情報部ホームページの「日月出没時刻計算」によれば、本事故発生場所付近における本事故当日の日没時刻は18時15分であった。

### 2.9.2 乗組員の観測

航海当直中の三航士の口述によれば、本事故当時、風力3の北東の風が吹き、海上平穏であり、天気は晴れであった。

航海日誌によれば、平成28年9月9日の気温は、16時に29°C、20時に26°Cであった。

## 2.10 船舶の運航管理に関する情報

### 2.10.1 運航状況

本件船長の口述及びA社の回答書によれば、次のとおりであった。

- (1) 本船は、主として日本と大韓民国との間を行き来し、中華人民共和国を含めた三国間を不定期に運航していた。
- (2) 2016年1月から本事故前までの間に8回ベースオイルを積載して運航したことがあった。

### 2.10.2 甲板上での高熱作業に関する安全管理に関する情報

- (1) 本船における状況

本件船長及び二機士の口述並びにA社の回答書によれば、次のとおりであった。

- ① A社は、2016年8月中旬ごろに本件船長及び本件機関長に対し、窒素封入の必要がある化学製品を積む際に使用する圧力計を設置するよう指示し、9月5日蔚山港入港時に圧力計を本船に届けた。また、窒素封入の必要がある化学製品を積む予定は10月5日までなかった。
- ② A社の甲板上での高熱作業に関するマニュアルでは、作業内容を記載した書類を船長が承認したのちにA社に提出し、その許可を受けなければならないことになっていた。
- ③ A社は、船長、一等航海士及び機関長を所有船に初めて乗船させる際、及び数か月間の休暇後に乗船させる際、甲板上で高熱作業を行う場合にはA社による許可手続きが必要であることについて指導を行っていた。
- ④ 本事故当時、高熱作業の内容が記載された書類は、本件船長及びA社には提出されていなかった。

(2) ISGOTTの情報

ISGOTTによれば、危険区域（爆発性の雰囲気が存在する可能性がある船上等）での高熱作業は、荷役、タンク洗浄等の実施中、禁止すべきこととされていた。

## 2.1.1 爆発に関する情報

(1) 独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所研究員による爆発発生メカニズムに関する見解は、次のとおりであった。

- ① タンク（長さ約8.4m×幅約4.2m×高さ約4.3m）内で、引火点164℃のベースオイルが微小な液体の粒状態となって空気中に一定程度の濃度で飛散し、写真2.5に示したとおりにタンク上のエアハッチに接続された通気管内にも「引火点164℃のベースオイルの微小な粒」（以下「液滴」という。）が飛散している状態の下、通気管で溶接（溶接部温度約1,400℃以上）を行っていたときに爆発が発生した場合、爆発発生メカニズムに関しては、次のa及びbの2つの場合が考えられる。

a 飛散した液滴が溶接部付近の高熱部に触れ、気化及び着火して燃焼し、次の(a)及び(b)により爆発する。

(a) 燃焼によって放出される熱により、隣接する液滴が気化及び着火して燃焼する。

(b) 上記(a)の燃焼が次々に伝播する。

b 飛散した液滴が通気管内で熱せられて気化し、滞留した可燃性混合ガスが溶接部付近の高熱部に触れ、着火して燃焼し、上記a(a)及び(b)により爆発する。

(図 2.12 参照)

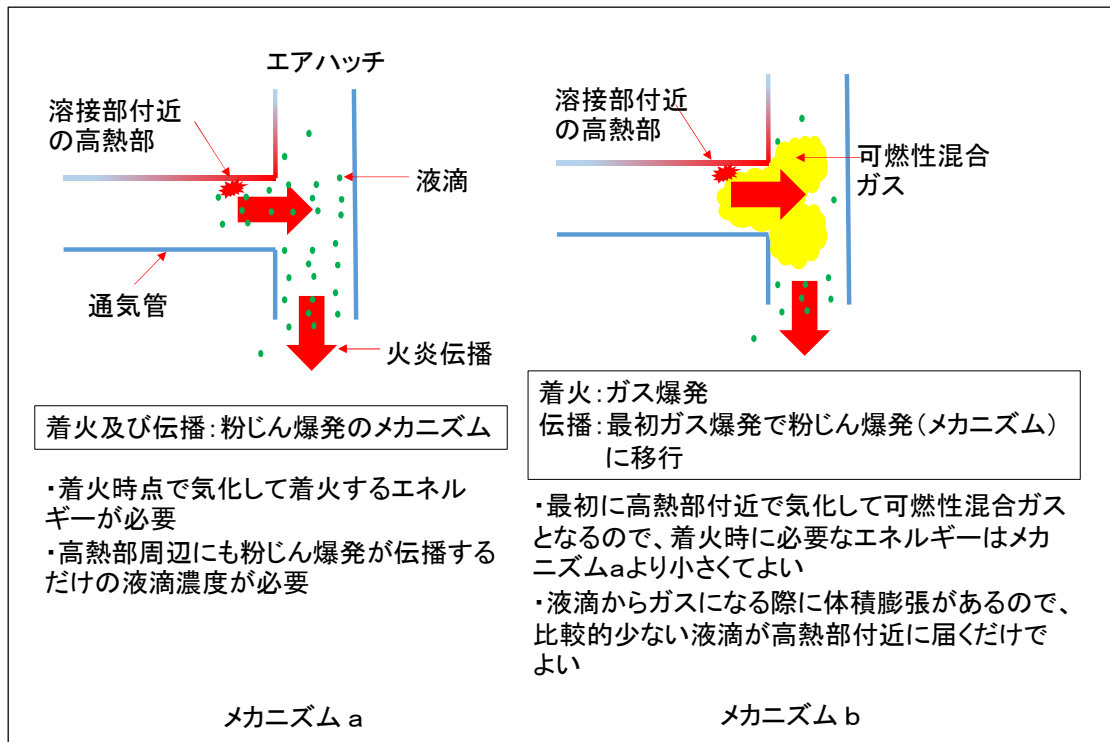
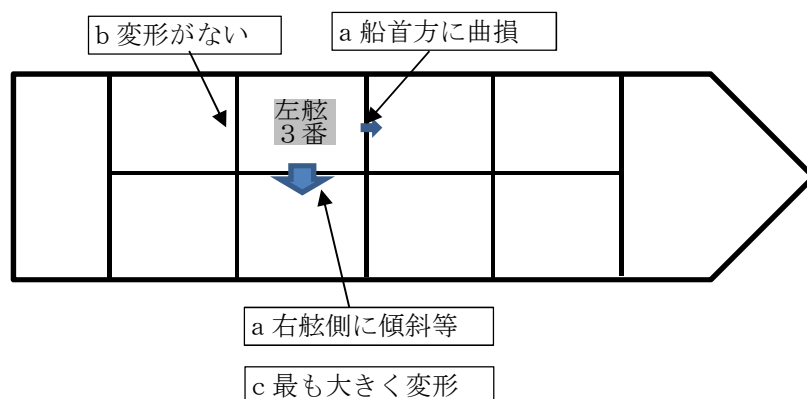


図 2.12 爆発発生メカニズム

- ② タンク内で爆発が発生した場合、タンクの壁面は、爆発のエネルギーにより、瞬時に（爆発が終わる頃には）高温となる。
- ③ 引火点が 164℃程度の油が空気と共に一定量タンク内にあり、タンク壁面が瞬時に高温となったのちに約 30 秒～約 1 分経過した状態で爆発が発生する可能性があるか否かに関しては、次のとおりである。  
 爆発は発生しうる。この場合の爆発発生メカニズムは、次の a 及び b のように考えられる。
  - a 壁面付近の油が熱せられて気化したのちに可燃性混合ガスを形成する。
  - b 油が引火点以上の温度となって更に口火があれば、可燃性混合ガスに着火してガス爆発が発生する。
- ④ タンク内で爆発が発生して黒煙が出ている場合、不完全燃焼しながら炎が保たれている可能性があると考えられる。
- ⑤ 上記①の状態、溶接部付近に液滴が触れる場合、及びタンク内に静電気が発生する場合に着火する可能性に関しては、発火点は不明ながら溶接部が約 1,400℃ 以上あるので、その付近では容易に着火しうるが、静電気の発生によって着火する可能性は、当該状況で静電気をどれだけ蓄電できるかに依存するものと考えられる。

- ⑥ 上記①のタンク内で爆発が発生する際、タンク上のハッチ（直径約0.76 m、高さ0.60 m）が全開の状態であっても、タンクの大きさに比べ開口はないに等しく、爆発の圧力放散（穴径の増加に伴う爆発による圧力の低下）が小さいと考えられるので、タンク壁面に損傷を与えうる。
- (2) 「安全工学講座2 爆発」（安全工学協会編、海文堂出版株式会社、昭和58年3月発行）によれば、粉じん爆発は、可燃性固体の微粉が空中に浮遊している際に何らかの着火源からエネルギーが与えられたときに爆発する現象であり、発生する過程は、次のとおりである
- ① 粒子表面に熱エネルギーが与えられ、表面温度が上昇する。
  - ② 粒子表面の分子が気体となって粒子の周囲に放出する。
  - ③ 上記②の気体が空気と混合して可燃性混合ガスを形成し、着火して火炎を生ずる。
  - ④ 上記③の火炎により生じた熱は、更に粒子の分解を促進し、次々と可燃性ガスが放出され、空気と混合して着火伝播する。
- (3) 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所研究員による爆発状況に関する見解は、次の①の状況を前提として②のとおりであった。
- ① 爆発は2回発生し、損傷状況は2.3のとおりである。
  - ② 次のa～cのことから、2回の爆発のうち1回は左舷3番タンクで発生したものと考えられ、また、左舷3番タンクでの爆発が最も大きなものであった可能性があると考えられる。
    - a 3番中心線隔壁が右舷側に向けて傾斜するとともに曲損し、左舷2－3横隔壁が船首方に曲損していること。
    - b 左舷4番タンクで爆発したことを示唆する隔壁の変形が見当たらないこと。
    - c 3番中心線隔壁が貨物タンク内の中で最も大きく傾斜する等の変形をしていること。





## 3 分析

### 3.1 事故発生の状況

#### 3.1.1 事故に至る経過

2.1.1、2.1.2(2)及び2.8.1(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、1番及び3番タンクのベースオイル全量を揚げ、15時35分ごろ空船状態で四日市港に向けて和歌山下津港を出港し、御坊市南方沖を南東進した。
- (2) 本船は、16時00分ごろ～17時30分ごろ1番及び3番系統内を換気するためのガスフリー作業を行い、17時30分ごろ～18時20分ごろ1番及び3番タンクのスチーミング作業を行い、18時20分ごろから同タンクへの給水を行い、その後、No. 2貨物ポンプを使用してバタワース洗浄機による海水洗浄を始めた。
- (3) 本船は、18時30分ごろ本件機関長が右舷3番通気管の溶接作業を始めたのち、18時40分ごろ爆発が発生した。

#### 3.1.2 爆発の状況

2.1.2から、次のとおり貨物タンク内で爆発が2回発生したものと考えられる。

- (1) 右舷3番通気管の溶接作業が始まってから約10分後に、1回目の爆発が発生して右舷3番タンクのハッチから火柱が上がった。
- (2) 1回目の爆発から約30秒～約1分後に2回目目の爆発が発生して右舷2番タンクのハッチから火柱が上がった。
- (3) 2回の爆発が発生して右舷2番タンク、右舷3番タンク及び左舷3番タンクのハッチから黒煙が上がった。

#### 3.1.3 事故発生場所

2.1.1、2.1.2(2)及び3.1.1(3)から、本事故の発生場所は、紀伊日ノ御埼灯台から163° 9.1M付近であったものと考えられる。

#### 3.1.4 死傷者等の状況

2.2から、次のとおりであったものと考えられる。

- (1) 本件機関長は、外傷性脳挫傷及び外傷性くも膜下出血によって死亡した。
- (2) 二機士は、左膝蓋骨骨折の重傷を負い、甲板手は、右腹部の打撲等の軽傷を負った。

### 3.1.5 損傷の状況

2.3から、次のとおりであったものと考えられる。

- (1) 1番及び4番タンクでは、爆発が発生しなかった。
- (2) 両舷2-3横隔壁及び3番中心線隔壁に図3.1のとおり<sup>つな</sup>の曲損等があった。
- (3) 上記(2)の損傷により、右舷2番タンク、右舷3番タンク及び左舷3番タンク内上部の空間が繋がった。

(図3.1 参照)

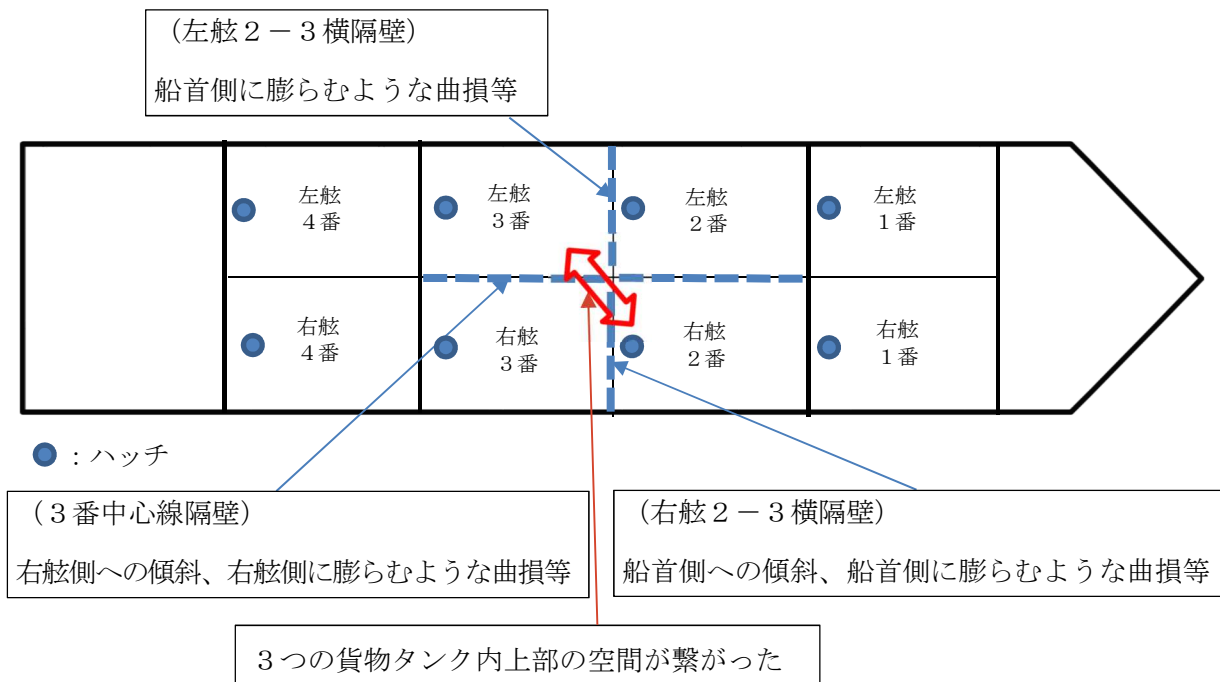


図3.1 貨物タンク隔壁の損傷状況

## 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

2.4から、本件船長、本件一航士及び本件機関長は、適法で有効な海技免状を有しており、長年の油タンカー又はケミカルタンカーの乗船経験を有していたものと考えられる。

#### (2) 船舶

2.7(2)から、TCポンプが故障していたほかには、船体、機関及び機器類に不具合又は故障はなかったものと考えられる。

### 3.2.2 気象及び海象の状況

2.9から、本事故時には、風力3の北東の風が吹き、海上平穏であり、天気は晴れ、気温は、26～29℃であったものと考えられる。

### 3.2.3 燃焼物に関する解析

(1) 2.1.2(1)、2.6、2.8.1(4)及び3.1.1から、爆発時の燃焼物としては、次の3つの可燃物が考えられる。

- ① ベースオイルを積載する前に揚げ荷したブチルアルコール（引火点11℃）
- ② CWT内の洗浄汚水中の可燃物（洗浄汚水の成分のうち最も引火点が低いのはトルエンの4℃）
- ③ 1番及び3番タンクに積載されていたベースオイル（引火点164℃）

(2) 2.1.2、2.5.2(2)①及び2.8.1から、上記(1)の各可燃物が貨物タンクにあった可能性については、次のとおりである。

#### ① ブチルアルコール

次のa～cのことから、ブチルアルコールは、貨物タンクにはなかったものと考えられる。

- a 揚げ荷後、1番～4番タンクの洗浄が行われたこと。
- b 1番及び3番タンクにおいて、本事故直前にベースオイルを揚げ荷した際のサンプリング時にベースオイル以外の臭いがしなかったこと。
- c 2番及び4番タンクにおいて、本事故後に可燃性ガスが検知されなかったこと。

#### ② CWT内の汚水中の可燃物

CWTと貨物タンクとの間の配管は複数の弁によって仕切られていること並びに上記①b及びcのことから、CWT内の汚水中の可燃物は、貨物タンクに流入していなかったものと考えられる。

#### ③ ベースオイル

- a 本事故当時、海水洗浄を始めて間もない頃であったことから、ベースオイルは、1番及び3番タンク内の壁面に付着していたものと考えられる。
- b ‘No.2貨物ポンプ、1番及び3番タンク底部並びに同タンク用荷役配管’（以下「No.2貨物ポンプ系統」という。）のフラッシングをしていない状態で同ポンプを使用して海水洗浄を始めたことから、No.2貨物ポンプ系統に残っていたベースオイルがバタワース洗浄機により1番及び3番タンク内に噴射され、その液滴が同タンク上の通気管内にまで

飛散したものと考えられる。

- (3) 上記(1)及び(2)から、爆発時の燃焼物は、1番又は3番タンク内にあったベースオイルであったものと考えられる。

#### 3.2.4 着火源及び爆発発生場所に関する解析

##### (1) 着火源

2.1.2(2)、2.5.3、2.6、2.8.1(1)①、2.8.2(1)②、2.10.1(2)、2.11(1)⑤、3.1.5(1)及び3.2.3(3)から、次のとおりであったものと考えられる。

- ① 右舷3番通気管の溶接部の温度が1,400℃以上であったことから、溶接部付近にベースオイルが触れば着火する。
- ② 1番及び3番タンクで実施したスチーミング作業及び海水洗浄により静電気が発生した可能性があったものの、次のa～cのことから、静電気による着火はなかった。
- a 1番タンクにおいて、爆発が発生していないと考えられること。
- b 3番タンク内の静電気及びベースオイルの状態が、爆発が発生しなかった1番タンクと同様であったと考えられることから、3番タンクにおいても、静電気によって着火した可能性が低いと考えられること。
- c 過去8回のベースオイル積載後のタンク洗浄において、本事故当時と同様に、スチーミング作業及び海水洗浄を行ったことによって静電気が発生し、かつ、ベースオイルが存在したと考えられるものの、貨物タンクで爆発が発生していないこと。
- ③ 上記①及び②のことから、1回目の爆発における着火源は、右舷3番通気管の溶接部付近であった。

##### (2) 爆発発生場所

2.11(3)、3.1.2、3.2.3(3)及び上記(1)③から、2回の爆発は、1回目右舷3番タンクで、2回目左舷3番タンクで発生したものと考えられる。  
(図3.2-1 参照)

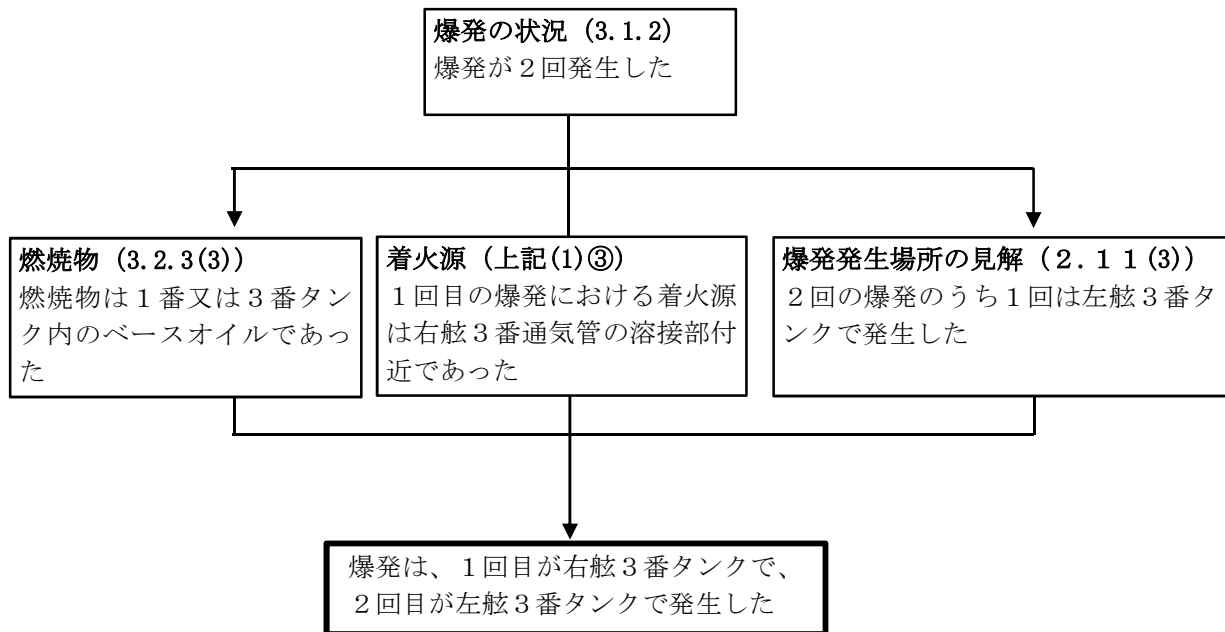


図 3.2-1 爆発発生場所

### 3.2.5 爆発発生メカニズムに関する解析

2.3、2.5.2(2)①、2.5.3、2.6、2.11(1)、3.1.1(3)、3.2.3(2)③及び(3)並びに3.2.4から、2回の爆発発生メカニズムは、1回目は次の(1)又は(2)のとおりであり、2回目は次の(3)のとおりであったものと考えられる。

#### (1) メカニズム1

- ① 飛散した液滴が溶接部付近の高熱部に触れ、気化及び着火して燃焼した。
- ② 燃焼によって放出される熱により、隣接する液滴が気化及び着火して燃焼し、この燃焼が次々に伝播した。

#### (2) メカニズム2

- ① 飛散した液滴が右舷3番通気管内で熱せられて気化し、滞留した可燃性混合ガスが溶接部付近の高熱部に触れ、着火して燃焼した。
- ② 上記(1)②と同じ。

#### (3) メカニズム3

- ① 1回目の爆発によって3番中心線隔壁が熱せられ、左舷3番タンクの3番中心線隔壁付近のベースオイルが気化したのちに可燃性混合ガスを形成して滞留した。
- ② 滞留した可燃性混合ガスが、3番中心線隔壁の破口等を通じて右舷3番タンクに残っていた火炎に触れて着火した。

### 3.2.6 爆発の発生過程に関する解析

3.1.1、3.1.2、3.1.5及び3.2.3～3.2.5から、爆発の発生過程は、次のとおりで

あったものと考えられる。

- (1) ベースオイルの揚げ荷後、No. 2 貨物ポンプ系統に残っていたベースオイルが貨物ポンプ及びバタワース洗浄機によって3番タンク内に噴射され、右舷3番通気管内にまで飛散した液滴が溶接の熱によって気化及び着火し、同タンク内で燃焼が伝播して1回目の爆発が発生した。
- (2) 上記(1)の爆発により、右舷3番タンク内に火炎が広がるとともに3番中心線隔壁が熱せられた。
- (3) 3番中心線隔壁が熱せられたことにより、左舷3番タンクの3番中心線隔壁付近のベースオイルが気化して滞留し、3番中心線隔壁の破口等を通じて右舷3番タンクに残っていた火炎に触れて着火し、2回目目の爆発が発生した。
- (4) 上記(3)の爆発により、貨物タンク内の上部で左舷3番タンクから右舷2番タンクまで繋がった空間に沿って火炎が右舷2番タンクのハッチ付近まで広がった。

(図3.2-2 参照)

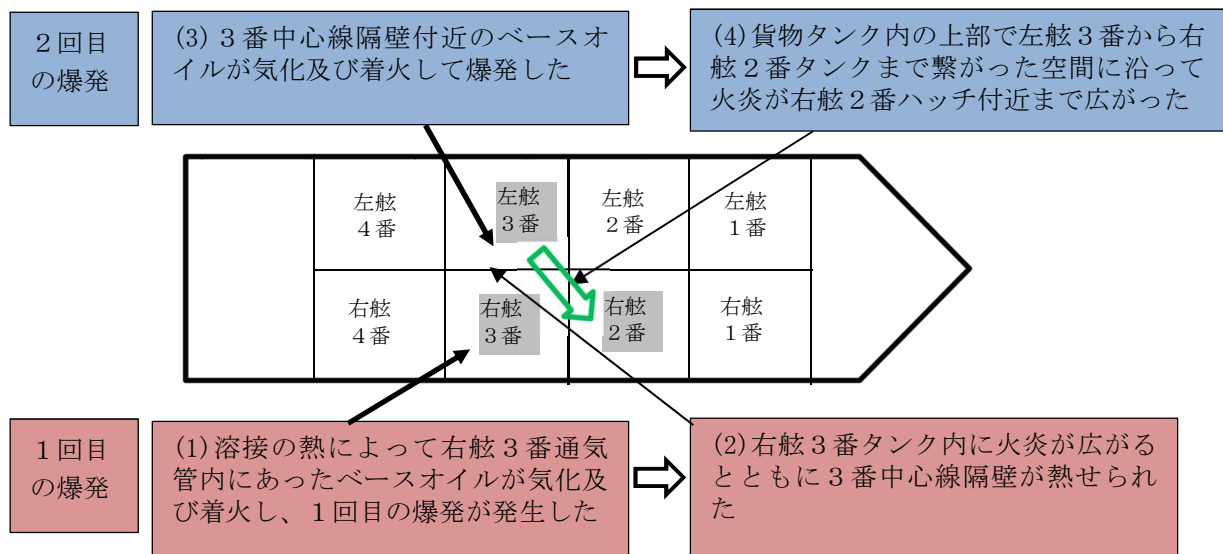


図3.2-2 爆発の発生過程

### 3.2.7 甲板上での高熱作業等における安全管理に関する解析

2.1.2(2)、2.6、2.8.1(1)、2.8.2及び2.10.2(1)から、次のとおりであった。

#### (1) 高熱作業

- ① 本船では、本件船長、本件一航士及び本件機関長が本船に初めて乗船する際、又は数か月間の休暇後に乗船する際、甲板上で高熱作業等を行う場合には許可手続きが必要であることについて指導を受けていたものの、本事故当時、許可手続きは取られていなかったものと考えられる。

- ② 本件機関長は、引火点が高いベースオイルを積載していたタンクの洗浄中であるが、溶接部が小さく短時間で終了するので危険はないと思ったことから、右舷3番通気管の溶接作業を行った可能性があると考えられる。

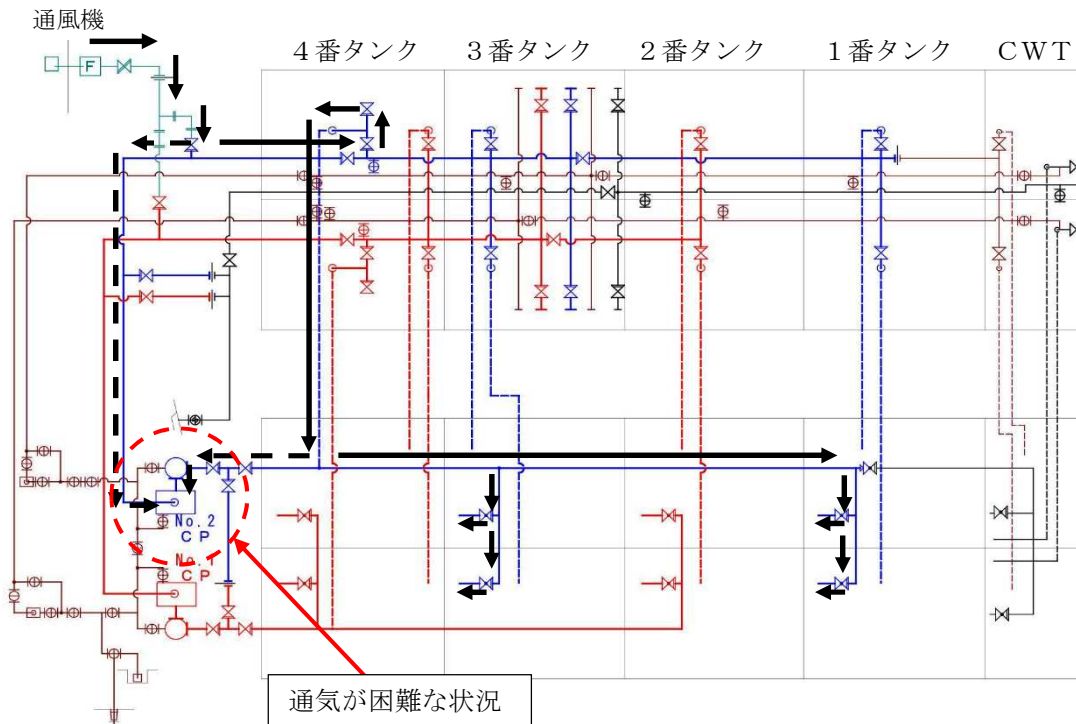
(2) タンク洗浄

① 石油製品の揚げ荷後に行うタンク洗浄

A社のタンク洗浄に関するマニュアルでは、タンク洗浄を行う前に貨物タンク等のフラッシングを行うこととしていなかったものと認められる。

② ガスフリー作業

本船は、ガスフリー作業を行った際、図3.2-3のとおり貨物ポンプに通気して可燃性ガスを除去することが困難な状況となっていたことから、貨物ポンプ内が換気される通気ラインを作った上で同作業を行う必要があったものと考えられる。



注：図中の矢印は、空気の流れを示す。

図3.2-3 ガスフリー作業時の通風ライン

3.2.8 事故発生に関する解析

3.1.1、3.1.2、3.2.3(2)③、3.2.6及び3.2.7から、次のとおりであった。

- (1) 本船は、1番及び3番タンクのベースオイル全量を揚げ、四日市港に向けて空船状態で和歌山下津港を出港したのち、1番及び3番系統内を換気するためのガスフリー作業、及びスチーミング作業を行ったものと考えられる。

- (2) 本船は、タンク洗浄を行いながら御坊市南方沖を南東進中、貨物ポンプを使用してバタワース洗浄機による海水洗浄を始め、No. 2 貨物ポンプ系統に残っていたベースオイルが貨物ポンプ及びバタワース洗浄機により 3 番タンク内に噴射され、右舷 3 番通気管内にまで飛散した状況となったものと考えられる。
- また、タンク洗浄前に貨物タンク等のフラッシングを行っていなかったことは、No. 2 貨物ポンプ系統に残っていたベースオイルが 3 番タンク内に噴射され、右舷 3 番通気管内にまで飛散した状況となったことに関与したものと考えられる。
- (3) 本船は、本件機関長が、右舷 3 番通気管の溶接作業を行ったことから、右舷 3 番通気管及び右舷 3 番タンク内のベースオイルが気化及び着火して 1 回目の爆発が発生したものと考えられる。このとき、本件機関長は、引火点が高いベースオイルを積載したタンクの洗浄中であるが、溶接部が小さく短時間で終了するので危険はないと思っていたことから、溶接作業を行った可能性があると考えられる。
- (4) 本船は、1 回目の爆発の約 30 秒から約 1 分後に、熱せられた 3 番中心線隔壁付近で左舷 3 番タンク内のベースオイルが気化及び着火して 2 回目の爆発が発生したものと考えられる。

## 4 結 論

### 4.1 原因

本事故は、夜間、本船が、和歌山下津港で 1 番及び 3 番タンクのベースオイルの揚げ荷を終えて出港し、タンク洗浄を行いながら御坊市南方沖を南東進中、貨物ポンプを使用してバタワース洗浄機による海水洗浄を始め、No. 2 貨物ポンプ系統に残っていたベースオイルが 3 番タンク内に噴射され、右舷 3 番通気管内にまで飛散した状況下、本件機関長が右舷 3 番通気管の溶接作業を行ったため、右舷 3 番通気管及び右舷 3 番タンク内のベースオイルが気化及び着火して爆発が発生したものと考えられる。

本件機関長が右舷 3 番通気管の溶接作業を行ったのは、引火点が高いベースオイルを積載したタンクの洗浄中であるが、溶接部が小さく短時間で終了するので危険はないと思ったことによる可能性があると考えられる。

ベースオイルが 3 番タンク内に噴射され、右舷 3 番通気管内にまで飛散した状況となったのは、タンク洗浄前に貨物タンク等のフラッシングを行っていなかったことが関与したものと考えられる。



#### 4.2 その他判明した安全に関する事項

本船は、貨物ポンプ内から可能な限り可燃性ガスを除去するために貨物ポンプ内が換気される通気ラインを作った上でガスフリー作業を行う必要があったものと考えられる。

### 5 再発防止策

本事故は、夜間、本船が、タンク洗浄中、No. 2 貨物ポンプ系統に残っていたベースオイルが1番及び3番タンク内に噴射された状況下、右舷3番通気管の溶接作業を行ったため、爆発が発生したものと考えられる。

ベースオイルが3番タンク内に噴射され、右舷3番通気管内にまで飛散した状況となったのは、タンク洗浄前に貨物タンク等のフラッシングを行っていなかったことが関与したものと考えられる。

また、本船は、ガスフリー作業を行う際、貨物ポンプから可能な限り可燃性ガスを除去するよう作業を行う必要があったものと考えられる。

したがって、同種事故の再発防止及び爆発発生リスクの低減のためには、次の措置を講じる必要があると考えられる。

- (1) A社は、同社及び船長の管理の下で甲板上での高熱作業が行われることが確保されるよう作業手順等を改めること。
- (2) タンカー所有者は、石油製品の揚げ荷後にタンク洗浄を行う際、タンク洗浄を行う前に貨物タンク等のフラッシングを行うことを作業手順とすること。
- (3) タンカー所有者は、乗組員に対し、貨物ポンプ内が換気される通気ラインを作った上でガスフリー作業を行うよう指導すること。

#### 5.1 事故後に講じられた事故等防止策

A社により講じられた措置は、次のとおりである。

- (1) 2016年9月28日に新たに次の作業停止手続きに関するマニュアルを策定した。
  - ① 乗組員が不安全な状態、行為、エラー、手抜き又は望ましくない結果をもたらす理解不足を認めた場合、時間的余裕があれば、船長及び安全担当者と共に、また、時間的余裕がなければ、自らが作業停止措置を採らなければならない。
  - ② 作業停止又はその解決策の妥当性に関して意見が食い違った場合、船長が最終決定を行い、記録する。

- (2) 2016年10月17日に高熱作業に関するマニュアルを改正し、次のことを追加した。

溶接用器具並びに酸素及びアセチレン容器は、船長の許可がなければ使用できないように船長の管理のもと保管庫に施錠及びシールをして保管し、使用する際には、船長が解錠及び記録を行い、船舶管理会社に報告しなければならない。

## 5.2 今後必要とされる事故等防止策

タンカー所有者は、次の措置を講じる必要があると考えられる。

- (1) 石油製品の揚げ荷後にタンク洗浄を行う際、タンク洗浄を行う前に貨物タンク等のフラッシングを行うことを作業手順とすること。
- (2) 乗組員に対し、貨物ポンプ内が換気される通気ラインを作った上でガスフリー作業を行うよう指導すること。

付図1 航行経路図

