

船舶事故調査報告書

船種船名 LPG船 第十二光新丸

船舶番号 133894

総トン数 999トン

事故種類 乗組員負傷

発生日時 平成26年5月23日 19時35分ごろ

発生場所 宮城県仙台塩釜港仙台区LPG栈橋

宮城県仙台市所在の仙台北防波堤灯台から真方位319°
1,750m付近

(概位 北緯38°16.9' 東経141°01.7')

平成26年12月11日

運輸安全委員会(海事専門部会)議決

委員 庄司邦昭(部会長)

委員 小須田 敏

委員 根本美奈

要 旨

<概要>

LPG船第十二光新丸^{こうしん}は、船長ほか7人が乗り組み、宮城県仙台塩釜港仙台区にある民間会社所有の栈橋において、液化プロパンの積荷役を行った後、ベーパーラインのマニホールドの陸側ローディングアームとの接続部フランジの取外し作業中、平成26年5月23日19時35分ごろ、フランジボルトを取り外した際にローディングアームからガスが噴出してローディングアーム先端が振れ回り、ローディングアームを保持していた甲板手が左大腿骨の骨幹部を骨折した。

同船に損傷はなかったが、ローディングアーム先端部のドレン排出弁、フランジを抑える取っ手の離脱等が生じた。

<原因>

本事故は、夜間、第十二光新丸が、仙台塩釜港仙台区にある民間会社所有の棧橋において、液化プロパンの積荷役終了後、ローディングアームの切離し作業中、ローディングアームのベーパーライン弁を閉止した際、同弁が完全に閉止しておらず、隙間があったこと及びロックが不完全な状態であったため、配管内のガス圧がかかって同弁が開放してベーパーラインからガスが噴出し、ローディングアーム先端が振れ回ってローディングアームを保持していた甲板手に当たり、負傷及び落水したことにより発生した可能性があると考えられる。

ローディングアームのベーパーライン弁が完全に閉止しておらず、隙間があり、また、ロックが不完全な状態であったのは、同弁の閉止時及び閉止後の確認作業が十分に行われていなかったことによるものと考えられる。

1 船舶事故調査の経過

1.1 船舶事故の概要

LPG船第十二光新丸^{こうしん}は、船長ほか7人が乗り組み、宮城県仙台塩釜港仙台区にある民間会社所有の棧橋において、液化プロパンの積荷役を行った後、ベーパーラインのマニホールドの陸側ローディングアームとの接続部フランジの取外し作業中、平成26年5月23日19時35分ごろ、フランジボルトを取り外した際にローディングアームからガスが噴出してローディングアーム先端が振れ回り、ローディングアームを保持していた甲板手が左大腿骨の骨幹部を骨折した。

同船に損傷はなかったが、ローディングアーム先端部のドレン排出弁、フランジを抑える取っ手の離脱等が生じた。

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26年5月26日、本事故の調査を担当する主管調査官（仙台事務所）ほか1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26年5月27日、6月3日 口述聴取

平成26年5月29日、6月28日 現場調査、口述聴取及び回答書受領

平成26年5月30日 回答書受領

平成26年5月31日、6月10日、18日、19日 口述聴取及び回答書受領

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、第十二光新丸（以下「本船」という。）の船長、一等航海士、一等機関士、負傷した甲板手（以下「甲板手A」という。）、近くで作業を行っていた甲板手（以下「甲板手B」という。）、船舶所有者である和光汽船有限会社（以下「A社」という。）の担当者、運航者である新和ケミカルタンカー株式会社（以下「B社」という。）の担当者及び代理店の担当者の口述並びにA社の回答書に

よれば、次のとおりであった。

本船は、船長及び甲板手Aほか6人が乗り組み、平成26年5月23日16時35分ごろ仙台塩釜港仙台区にある民間会社所有の棧橋（以下「本件棧橋」という。）に右舷着けで着棧し、液化プロパン^{*1}の積荷役を開始した。

本船は、19時30分ごろ積荷役を終え、機関長がコンプレッサ室でコンプレッサを運転し、液ラインに残留した液化プロパンを本船のタンクへ回収した後、一等航海士が棧橋係員と共に本船タンク上で貨物タンクの検尺を行い、次席一等航海士が貨物タンク上で片付けを行い、他の乗組員が別の棧橋係員立会いの下でローディングアームの取外し準備作業に取り掛かった。

他の乗組員は、マニホルド^{*2}に繋がる液ライン弁（以下「①弁」という。）、ベーパーライン弁（以下「②弁」という。）、ローディングアームの液ライン弁（以下「③弁」という。）及びベーパーライン弁（以下「④弁」という。）を閉止して①弁及び②弁をロープで固縛した後、液ラインからベントラインに導かれる弁（以下「⑤弁」という。）、ベーパーラインからベントラインに導かれる弁（以下「⑥弁」という。）及び⑤弁、⑥弁からの共通管に取り付けられた弁（以下「⑦弁」という。）を開放して①弁と③弁間及び②弁と④弁間の残圧を排除した。

本船は、船長及び二等航海士が液ラインのローディングアームを、一等機関士、甲板手A及び甲板手Bがベーパーラインの取外し作業に取り掛かった。

一等機関士、甲板手A及び甲板手Bは、ベーパーラインのフランジの取付けボルト8本を緩めて全て抜き取り、ローディングアームをマニホルドから少し離してフランジ間に隙間を開けた際、ローディングアームから少量のガスが漏えいする音がしたものの切離し作業を続け、一等機関士がベーパーラインのマニホルドの船首側に、甲板手Bが船尾側にそれぞれ立ち、甲板手Aが棧橋側を背にしてローディングアームの先端を保持し、一等機関士がローディングアームのフランジに閉止板を取り付けようとしたところ、19時35分ごろ大量のガスがローディングアームから噴出し、ローディングアーム先端が振れ回った。

一等機関士は、仰向けに倒れたが、ガスの噴出が終わって起き上がって周辺を見たところ、甲板手Aが落水していることを認めた。

一等機関士は、直ちにマニホルド周辺にいた乗組員に甲板手Aが落水したことを伝え、ローディングアーム上部に取り付けられていた2本のロープを海面に投げ入れて

^{*1} 「液化プロパン」とは、LP (Liquefied Petroleum) ガスの主成分の一つで、分子式C₃H₈のパラフィン系炭化水素を液化したものをいう。沸点-42℃、引火点-104℃、ガス比重1.6（空気=1）で、極めて可燃性、引火性が高い。

^{*2} 「マニホルド」(Manifold) とは、船舶の貨物タンクに通じる荷役パイプと陸上側の荷役パイプとの接合部をいう。

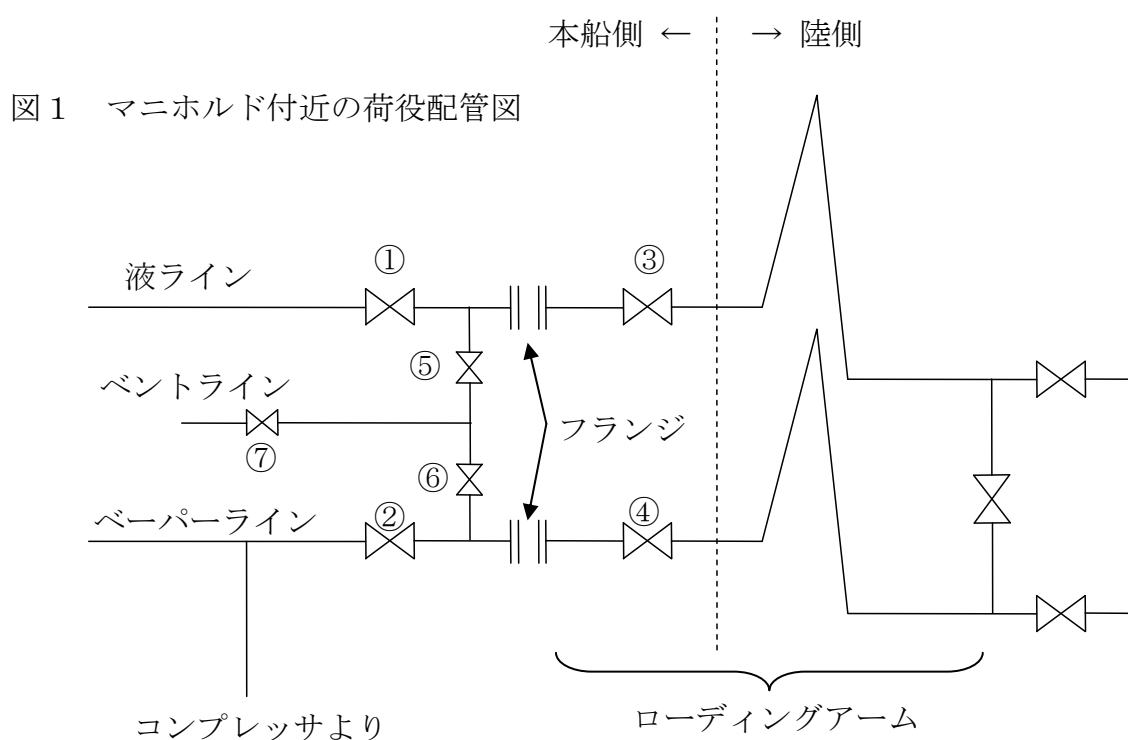
甲板手Aの体に巻かせ、乗組員が上甲板上へ引き上げた。

船長は、甲板手Aの意識がしっかりとしているものの左大腿部が負傷していたため、代理店に対し、救急車の手配を依頼するとともにA社へ事故の発生を連絡した。

甲板手Aは、救急車で仙台市内の病院へ搬送された。

本事故の発生日時は、平成26年5月23日19時35分ごろで、発生場所は、仙台北防波堤灯台から真方位319°1,750m付近の本件栈橋であった。

(図1、付図1 事故発生経過概略図、写真1 本船全景、写真2 マニホルド周辺、写真3 ローディングアーム、写真4 ローディングアーム先端部、写真5 ④弁及びベーパーライン先端部 参照)



2.2 人の死亡、行方不明及び負傷に関する情報

平成26年6月12日付けの整形外科医師作成の診断書によれば、甲板手Aは、左大腿骨骨幹部骨折により、約3週間の入院及び約2か月間の通院加療を必要とすると診断された。

2.3 船舶及び陸上施設の損傷に関する情報

船長及びA社の担当者の口述によれば、本船のマニホルド及び付近の荷役配管にペイントの剥離が認められたものの損傷はなかったが、ベーパーラインのローディングアーム先端部のドレン排出弁の離脱、フランジを抑える取っ手の離脱、モンキーラダー

の曲損等が認められた。

(写真6 ベーパーライン先端部損傷状況 参照)

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 67歳

三級海技士（航海）

免許年月日 昭和49年12月13日

免状交付年月日 平成21年3月9日

免状有効期間満了日 平成26年11月20日

一等航海士 男性 59歳

四級海技士（航海）

免許年月日 昭和51年1月30日

免状交付年月日 平成24年12月5日

免状有効期間満了日 平成30年3月2日

一等機関士 男性 60歳

四級海技士（機関）

免許年月日 平成5年2月8日

免状交付年月日 平成24年6月22日

免状有効期間満了日 平成30年2月7日

甲板手A 男性 64歳

海技免状等 なし

甲板手B 男性 70歳

海技免状等 なし

(2) 主な乗船履歴等

① 船長

船長の口述によれば、学校を卒業後、甲板員としてまき網漁船に約3年半乗船し、その後、A社のグループ会社に入って主にLPG船に乗り、定年退職後、A社に入った。船長は、LPG船に10年以上乗船し、LPG船での船長経験も長く、本船には、約3年前から船長として乗船していた。健康状態は、持病等がなく、良好であった。

② 一等航海士

一等航海士の口述によれば、学校を卒業後、甲板員として内航貨物船を運航する船社に入り、コンテナ船、セメント船、車両運搬船などに乗船した。その後、一時、陸上の仕事をしてしたが、再度、LPG船等に乗船し、LPG

船の乗船経験は、約18年であった。A社には、約6年前に入社し、本船には平成26年4月に乗船した。本船では、荷役を担当していた。健康状態は、良好であった。

③ 一等機関士

一等機関士の口述によれば、10代の後半ごろから北洋のさけ・ます漁船に機関員として乗船した。その後、海技免状を取得し、冷凍運搬船に機関士として4～5年間乗船し、内航のLPG船に乗船するようになった。LPG船の経験は約20年であり、A社に約2年前に入社した。健康状態は、良好であった。

④ 甲板手A

甲板手Aの口述によれば、学校を卒業後、トロール漁船に約45年間、乗船した。その後、内航のLPG船に乗船し、LPG船の乗船経験は、約10年であった。本船には、約4年前から甲板手として乗船していた。健康状態は、良好であった。

⑤ 甲板手B

甲板手Bの口述によれば、学校を卒業後、漁船に乗船し、その後、貨物船に乗船し、LPG船には、24年程前から乗船していた。A社のLPG船には、5～6年前から乗船していた。健康状態は、良好であった。

2.5 船舶に関する情報

2.5.1 船舶の主要目

船舶番号	133894
船籍港	愛媛県今治市
船舶所有者	A社
運航者	B社
総トン数	999トン
L×B×D	69.77m×12.20m×5.50m
船質	鋼
機関	ディーゼル機関1基
出力	1,618kW
進水年月日	平成5年3月11日

2.5.2 船体等に関する情報

(1) 船体構造

本船は、船首尾楼付一層甲板船尾船橋型の液化ガス運搬船であり、船首か

ら順に、前部甲板、コンプレッサ室、貨物タンク 2 基、船橋構造物及び後部甲板で構成され、1 番貨物タンクと 2 番貨物タンクとの間の両舷には、陸上のローディングアームと接続するマニホールドが配置されていた。

(付図 2 一般配置図、写真 1 本船全景 参照)

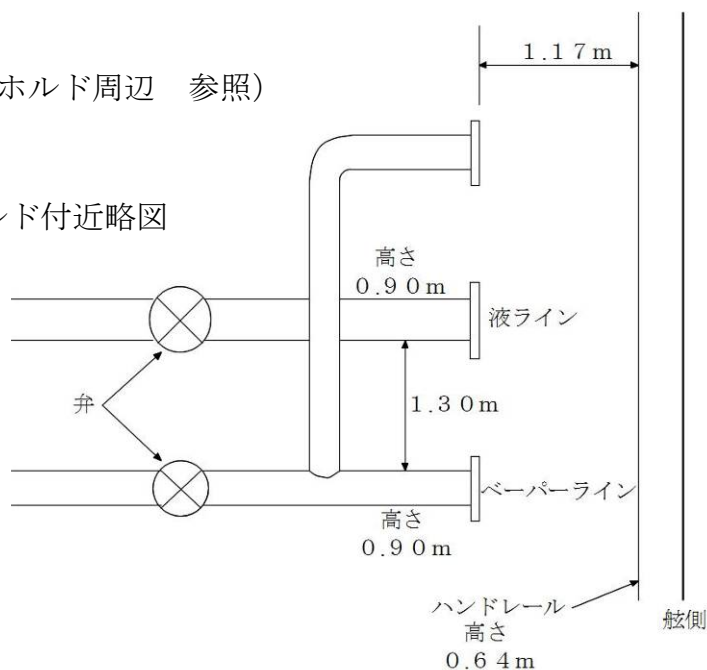
(2) 右舷側マニホールド

右舷側マニホールドは、船首側から、ベーパーライン、液ライン、ベーパーラインの順に配置されており、各フランジからハンドレールまでの距離が約 1.17 m であり、荷役を行わないときは、各フランジに閉止板が取り付けられていた。

ハンドレールは、上段及び中段に横棒が取り付けられていたが、マニホールド付近ではローディングアームを接続するため、上段の横棒の代わりにチェーンが取り付けられており、中段の横棒までの高さが約 0.64 m であった。本事故当時、ローディングアームを取り付けていたため、チェーンは取り外されていた。

(図 2、写真 2 マニホールド周辺 参照)

図 2 右舷側マニホールド付近略図



(3) 本件棧橋における積荷役

一等航海士の口述によれば、本件棧橋における積荷役は次のようにして行われていた。

本船は、着棧後、積荷役として棧橋係員 2 人が立会いの下で、マニホールドにローディングアームを接続し、関係弁の開閉が行われれば、1 番貨物タンクから積荷役が開始される。1 番貨物タンクが終わりに近づき、終了の約 10 m³ 前に棧橋係員に連絡し、2 番貨物タンクの弁を少し開放する。1 番貨物タンクに予定量を積み込んだことを確認後 2 番貨物タンクの弁を全開し、1 番貨物タンクの弁を全閉にして貨物タンクを切り替えたことを棧橋係員に

連絡する。2番貨物タンクが終わりに近づけば、終了の約50m³前から棧橋係員に連絡し、30m³前にレートダウンし、予定量が積み込まれれば、積荷役が終了する。

(4) 液ラインに残留した貨物の回収とローディングアームの切離し

一等航海士の口述によれば、通常、積荷役終了後、次の作業が行われていた。

本船では、2番貨物タンクへの積荷役が終了し、液ラインに残留した貨物を回収した後、一等航海士が棧橋係員と共に検尺を行う。検尺終了後、検尺に立ち会った一等航海士を含め、棧橋係員立会いの下で乗組員が、①弁、②弁、③弁及び④弁を閉止し、⑤弁、⑥弁及び⑦弁を開放してマニホールド前後の残圧を排除し、ローディングアームの切離し作業を行うが、③弁及び④弁から陸側のローディングアーム内では、残圧はかかったままである。

(図1 マニホールド付近の荷役配管図 参照)

2.6 本件棧橋におけるローディングアームに関する情報

2.6.1 ローディングアームの状況

(1) ローディングアーム全般

ローディングアームは、本件棧橋に、液ライン用及びベーパーライン用の2本が本船と並行して設置されており、形状がいずれも逆V字型の起倒式であり、上部にマニホールドと接続する際に使用するロープが取り付けられていた。

ローディングアームの先端部には、液ラインに玉型弁が、ベーパーラインにロック機能付きバタフライ弁が取り付けられており、更に先端のフランジには着脱式の閉止板があり、使用時には取り外すようになっていた。

(写真3 ローディングアーム 参照)

(2) ベーパーラインのバタフライ弁の構造

A社及びバタフライ弁製造会社の回答書によれば、次のとおりであった。

ベーパーラインのバタフライ弁は、ボディ、バルブシート、ディスク、バルブシャフト、バルブハンドル等から構成され、全閉時、ディスクがバルブシートに密着しており、ディスク、バルブシャフト及びバルブハンドルが直結されているレバー式であり、バルブハンドルの開度指示部に弁を固定するロックハンドルが取り付けられている。

レバー式は、ディスクが内圧により動きやすく、また、瞬時に全開から全閉まで操作することができ、ディスクに圧力をかけた場合、全閉となっていれば、ディスクを押し力が働いてバルブシートがより密着しようとするが、

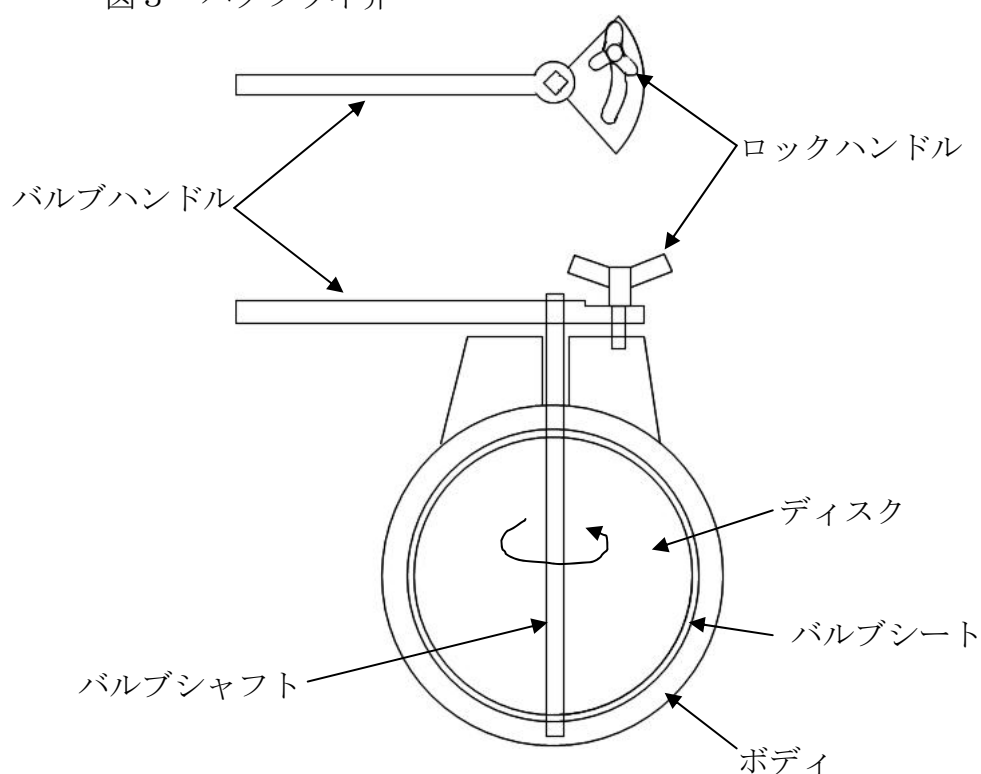
全閉ではなく、少し開放している状態では、完全にロックされていればそれ以上開放することはないが、不完全なロックであればディスクを動かそうとする力が働いて開放する。

また、バルブハンドルは、配管に対して垂直方向で閉止状態、並行方向で開放状態となっていた。

なお、本事故後、バタフライ弁の作動確認を行った結果、閉止状態で漏えいがなく、また、ロックも完全にできることが確認された。

(図3、写真5 ④弁及びベーパーライン先端部 参照)

図3 バタフライ弁



2.6.2 ベーパーラインのローディングアーム切離し状況

一等航海士の口述によれば、次のとおりであった。

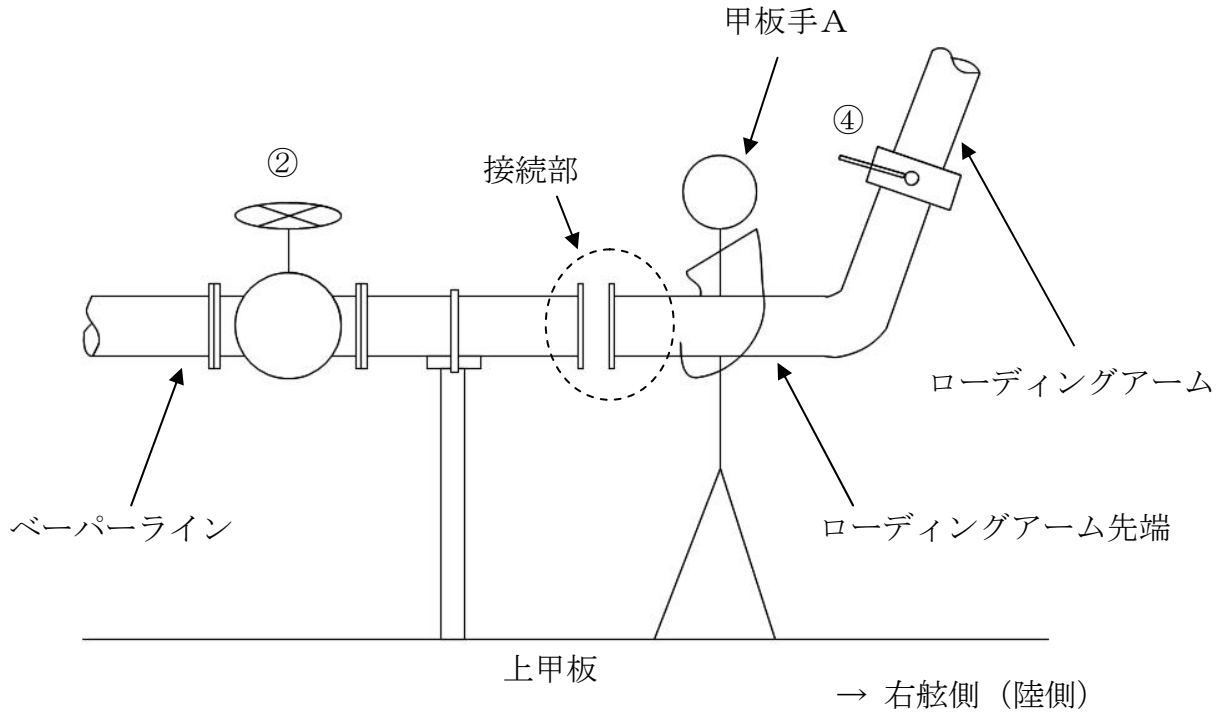
ローディングアームからマニホールドを切り離す作業は、棧橋係員立会いの下で、本船乗組員が行うこととなっていた。

ローディングアームからマニホールドを切り離す際、通常、荷役責任者である一等航海士の指示の下で、マニホールドの船首側及び船尾側に乗組員が配置し、ボルトを緩めて切離しを行うことになっており、切離しが容易になるよう、乗組員がローディングアーム先端を棧橋側を背にして保持し、切り離した後、フランジ部に閉止板を取り付けていた。

本事故発生時、甲板手Aがローディングアーム先端を保持する作業を行っていた

が、一等航海士は、棧橋係員 1 人と共に検尺のため貨物タンク上部におり、マニホルド付近にはいなかった。(図 4 参照)

図 4 ローディングアーム先端保持状況



2.7 本事故発生時の乗組員の動静及び配置

2.7.1 乗組員の動静

(1) 積荷役終了直前

A社の回答書によれば、本船は、一等航海士が貨物タンク上で検尺準備作業を、次席一等航海士が1番貨物タンク上で片付け作業を行い、船長、二等航海士、一等機関士、甲板手A及び甲板手Bがマニホルド付近で弁操作の準備を行い、機関長が船首コンプレッサ室でコンプレッサ操作の準備を行っていた。

(2) 積荷役終了後

A社の回答書によれば、液ラインに残留した貨物を2番貨物タンクへ回収して液ライン内部に残液がないことを確認した後、ローディングアーム取外し準備作業として、船長が液ラインの③弁を、一等機関士が液ラインの①弁を、甲板手Aがベーパーラインの④弁を、二等航海士がベーパーラインの②弁をそれぞれ閉止した上、①弁及び③弁間並びに②弁及び④弁間の残圧を排除した。

(3) ベーパーラインのローディングアーム弁の閉止状況

一等機関士及び甲板手Bの口述並びにA社の回答書によれば、次のとおり

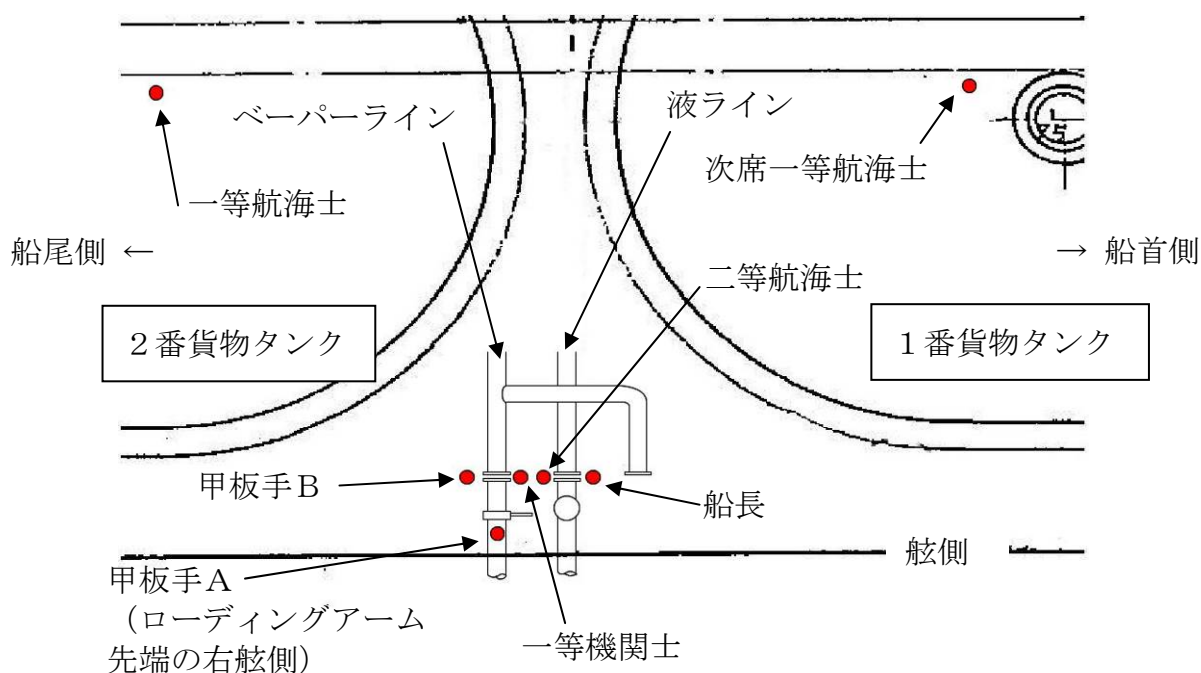
であった。

甲板手Bは、液ラインに残留した貨物を回収して残液が残っていないことを確認した後、船長の指示でベーパーラインの④弁を閉止するため、バルブハンドルを開放状態である配管に対して並行方向から閉止状態となる垂直方向に持ち上げたまま、ロックハンドルを閉めた。そして、残圧排除の作業を行い、二等航海士がマニホールド内の圧力が0となったことを確認した。一等機関士は、その後、マニホールドのフランジを切り離した際、ローディングアームから少量のガスが漏えいする音を認めた。なお、本事故当日の積荷役は、着棧が夕方であり、夜の荷役となったことで作業の終了を急いでいた。

2.7.2 本事故発生時の乗組員の配置

A社の回答書によれば、本事故発生時、ベーパーラインのローディングアーム取外し作業としてベーパーラインマニホールドの船首側に一等機関士が、船尾側に甲板手Bが、ローディングアームの右舷側に甲板手Aが、また、液ラインの取外し準備作業として、液ラインマニホールドの船首側に船長が、船尾側に二等航海士が、検尺作業として、2番貨物タンク上部に一等航海士が、片付け作業として1番貨物タンク上部に次席一等航海士がそれぞれ位置し、機関長がコンプレッサ室からマニホールド部に向かって1番貨物タンク右舷側付近を歩いていた。(図5参照)

図5 乗組員配置図



2.7.3 本事故発生時の状況

甲板手A等の口述によれば、甲板手Aは、本事故時の記憶がなく、また、甲板手

Aの負傷及び落水状況を目撃した者もいなかった。

2.7.4 本事故発生時の乗組員の服装

甲板手B及びA社の担当者の口述によれば、LPG船で荷役作業を行う際、乗組員は、ヘルメット、静電防止の作業服、静電防止の安全靴及び革製の手袋を着用することになっており、本事故発生時もそれらを着用していた。

2.8 船舶の安全管理等に関する情報

2.8.1 組織及び安全管理

A社担当者の口述及びA社の回答書によれば、次のとおりであった。

A社は、本船の船舶所有者となっているが、宮崎海運株式会社（以下「C社」という。）及び豊洋海運株式会社（以下「D社」という。）との3社合同で業務を行い、3社合計で9隻を所有しており、従業員は3社に所属していた。

C社は、安全管理マニュアルを制定し、本船に対し、会社名C社として船舶安全管理認定書が、C社に対して適合認定書が交付されていた。

安全管理マニュアルには、取締役を安全管理システムの管理責任者とすること、荷役作業は荷役手順書に従って実施することなどが規定されており、荷役手順書には、同作業は船長の指揮の下、一等航海士が荷役責任者として現場で指揮を行い、禁止遵守事項及び作業業務を乗組員に周知徹底し、遵守させることと記載されていた。

同手順書による荷役終了の甲板及び貨物タンク上の作業手順として、荷役責任者は、次の事項を実施するよう定められていた。

- ① ローディングアーム内の脱液、脱圧及び離脱作業は、栈橋係員の立会いの下で行い、その指示に従う。
- ② 荷役バルブは、閉止されていることを触手確認し、固縛する。
- ③ アース線はローディングアーム切離し後、陸上ボンディングのスイッチがOFFになっていることを栈橋係員が確認した後、アースターミナルから取り外す。
- ④ 検尺、検温、検圧、貨物タンク内残液等の確認は、栈橋係員立会いの下で行う。

2.8.2 船舶荷役安全確認表（LPG船）

A社担当者の口述及びA社の回答書によれば、次のとおりであった。

A社は、チェックリストとして、船舶荷役安全確認表（LPG船）を作成し、荷役準備、荷役開始前、荷役中及び荷役終了後の確認すべき事項及び確認方法を表に

して書き出し、船側及び陸側でチェックするようにしていた。

船舶荷役安全確認表（LPG船）には、荷役終了後のチェック項目として、ローディングアームを取り外す前に、残液、残ガスの脱液、脱圧の処理を行ったかを指差し確認すること、全ての荷役弁を閉止して固縛したかを触手で確認することなどが記載されていた。

2.8.3 船員の教育

A社担当者の口述によれば、初めてA社、C社又はD社の船舶に乗船する際は、乗船前に会社において研修を行い、また、所有船が会社の近くに入港した際は、担当者が訪船し、安全に関する事項などの教育を行っていた。また、航海士に対しては、全員にBRM研修を受講させていた。

2.9 気象及び海象に関する情報

2.9.1 気象観測値

事故現場の北西方約7.9kmに位置する仙台管区気象台における観測値は、次のとおりであった。

18時00分	天気	晴れ、風向	南南東、風速	3.0m/s、気温	12.3℃
19時00分		風向	南東、風速	4.0m/s、気温	11.7℃
20時00分		風向	南東、風速	2.0m/s、気温	11.5℃
21時00分	天気	晴れ、風向	南東、風速	1.8m/s、気温	11.2℃

2.9.2 乗組員の観測

船長の口述及びA社の回答書によれば、本事故発生時、天気は曇りであり、風力2の南南東風が吹き、海面は穏やか、視界は良好であった。

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及び2.7.1から、次のとおりであったものと考えられる。

- (1) 本船は、平成26年5月23日16時35分ごろ本件棧橋に右舷着けで着棧した後、液化プロパンの積荷役を行い、19時30分ごろ積込みを終えた。
- (2) 本船は、積荷役終了後、機関長がコンプレッサ室でコンプレッサの運転を行って液ラインに残留した液化プロパンの回収を行った後、一等航海士が棧

橋係員 1 人と共に貨物タンク上で積載量の検尺を行い、次席一等航海士が 1 番貨物タンク上で片付けを行った。

- (3) 本船は、マニホールドとローディングアームとの切離し作業を行うため、液ラインの①弁、③弁及びベーパーラインの②弁、④弁を閉止し、ベントラインの⑤弁、⑥弁及び⑦弁を開放して接続部配管内の残圧を排除した。
- (4) 甲板手 B は、船長の指示で④弁を閉止する際、バルブハンドルを開放状態である配管に対して並行方向から閉止状態となる垂直方向に持ち上げたまま、ロックハンドルを閉めた。
- (5) 本船は、①弁及び③弁並びに②弁及び④弁間の残圧を排除した後、船長及び二等航海士が液ラインの、一等機関士、甲板手 A 及び甲板手 B がベーパーラインの切離し準備作業を行った。
- (6) ベーパーラインでは、切離し準備作業を終えた一等機関士がマニホールドの船首側に、甲板手 B が船尾側に、甲板手 A がローディングアームを保持した状態でローディングアームの右舷側にそれぞれ位置し、接続部を切り離れたところ、ローディングアームから少量のガスが漏えいする音が聞こえ、その直後に大量のガスが噴出してローディングアーム先端が振れ回り、甲板手 A が落水した。
- (7) 甲板手 A は、乗組員によって救助され、救急車で病院へ搬送された。

3.1.2 事故発生日時及び場所

2.1 から、本事故の発生日時は、平成 26 年 5 月 23 日 19 時 35 分ごろで、発生場所は、仙台北防波堤灯台から真方位 319° 1,750 m 付近の本件棧橋であったものと考えられる。

3.1.3 損傷の状況

2.3 から、本船は、マニホールド及び付近の荷役配管にペイントの剥離が認められたものの損傷はなく、ベーパーラインのローディングアーム先端部のドレン排出弁の離脱、フランジを抑える取っ手の離脱、モンキーラダーの曲損等が生じたものと考えられる。

3.1.4 死傷者の状況

2.2 から、甲板手 A は、左大腿骨骨幹部骨折により、約 3 週間の入院及び約 2 か月間の通院加療を必要とすると診断された。

3.2 事故要因の解析

3.2.1 乗組員の状況

2.4から、船長、一等航海士及び一等機関士は、適法で有効な海技免状を有していた。船長、一等航海士、一等機関士、甲板手A及び甲板手Bは、LPG船の乗船経験が長期間あり、最も少ない甲板手Aでも約10年あったものと考えられる。

3.2.2 気象の状況

2.9.2から、本事故当時の天気は曇りであり、風力2の南南東風が吹き、海面は穏やかであったものと考えられる。

3.2.3 ローディングアームのベーパーライン④弁

2.6.1から、次のとおりであったものと考えられる。

④弁は、ボディ、バルブシート、ディスク、バルブシャフト、バルブハンドル等から構成されるロック機能が付いたバタフライ弁であり、ローディングアームに取り付けられた状態では、バルブハンドルを配管に対して並行方向に倒すと開放状態となり、また、垂直方向に上げると閉止状態となるものであった。

④弁は、完全にロックされた状態では、弁の前後に圧力差があっても開放することはないが、ロックが不完全な状態であれば、ディスクを動かそうとする力が働いて開放する。

なお、本事故後、④弁の作動確認を行った結果、閉止状態で漏えいはなく、完全にロックがかかったことから、異常はなかった。

3.2.4 ベーパーラインのローディングアーム切離し時の状況

2.1、2.5.2、2.6.2及び2.7から、次のとおりであったものと考えられる。

(1) 通常の切離し作業

本船では、積荷役終了後、液ラインに残留した液化プロパンの回収を終えた後、一等航海士が、棧橋係員と共に積載量の検尺を行い、その後、荷役責任者である一等航海士の指示の下で、液ライン及びベーパーラインにそれぞれ3人ずつ配置して切離し作業を行うこととなっていた。

(2) ④弁の閉止作業

甲板手Bは、液ラインに残液が残っていないことを確認した後、船長の指示で④弁を閉止してロックを行った。

(3) 本事故時の状況

本船は、本事故発生時、一等航海士が検尺のため棧橋係員と共に貨物タン

ク上に、二等航海士が片付けのため貨物タンク上に、機関長が液ラインに残留した液化プロパンガス回収作業を終えてマニホールド付近に向かっており、液ラインに2人及びベーパーラインに3人が配置して荷役責任者である一等航海士が不在の状況で切離し作業を行っていた。

3.2.5 ベーパーライン切離し作業中にローディングアームからガスが漏えいして噴出したことに関する解析

2.6.1 及び 2.7.1 から、本船は、④弁が僅かに開放して隙間があり、また、ロックが不完全な状態であった可能性があると考えられ、その状態で切離し作業が行われたため、④弁より陸側のローディングアーム内に残留しているガスが漏えいする音が聞こえ、その後、ディスクを動かそうとする力に耐えきれず、開放してガスが噴出したものと考えられる。

3.2.6 甲板手Aの負傷及び落水状況

2.1 及び 2.7.3 から、ベーパーラインの切離し作業中、ローディングアームから大量のガスが噴出し、ローディングアーム先端が振れ回って甲板手Aに当たり、落水した可能性があると考えられるが、甲板手Aは、当時の記憶がなく、また、目撃者がいないことから、負傷及び落水の状況を明らかにすることはできなかった。

3.2.7 安全管理マニュアルの遵守状況

2.6.2 及び 2.8 から、安全管理マニュアルには、荷役作業は、荷役手順書に従って実施することが、荷役手順書には、一等航海士が荷役責任者として現場で指示を行い、荷役バルブが閉止されていることを触手で確認することがそれぞれ規定され、また、チェックリストには、荷役弁の閉止の確認が記載されていたが、本事故当時、乗組員は荷役バルブの閉止を触手で確認することも、一等航海士が現場で指示することもなかったものと考えられる。

3.2.8 事故発生に関する解析

2.1、2.5.2、2.6、2.7.1、2.7.3 及び 3.2.5 から、次のとおりであった。

- (1) 本船は、平成26年5月23日16時35分ごろ本件棧橋に右舷着けで着棧した後、液化プロパンの積荷役を行い、19時30分ごろ積込みを終えたものと考えられる。
- (2) 本船は、積荷役終了後、液ラインに残留した液化プロパンの回収を行った後、一等航海士が棧橋係員1人と共に貨物タンク上で積載量の検尺を行っていたものと考えられる。

- (3) 本船は、マニホールドとローディングアームとの切離し作業を行うため、液ラインの①弁、③弁及びベーパーラインの②弁、④弁を閉止し、ベントラインの⑤弁、⑥弁及び⑦弁を開放して接続部配管内の残圧を排除したものと考えられる。
- (4) 甲板手Bは、船長の指示で④弁を閉止する際、バルブハンドルを開放状態である配管に対して並行方向から閉止状態となる垂直方向に持ち上げたまま、ロックハンドルを閉めたが、閉止を触手で確認することも、一等航海士が現場で指示することもなく、作業手順書に沿った手順ではなかったものと考えられる。
- (5) ベーパーラインでは、接続部を切り離れたところ、ローディングアームから少量のガスが漏えいする音が聞こえたことから、④弁が僅かに開放して隙間があり、ロックが不完全な状態であった可能性があると考えられる。
- (6) (5) の直後に大量のガスが噴出してローディングアーム先端が振れ回ったものと考えられる。
- (7) 甲板手Aは、振れ回ったローディングアームに当たって負傷し、落水した可能性があると考えられるが、同人に当時の記憶がなく、また、目撃者がいないことから、負傷及び落水の状況を明らかにすることはできなかった。

3.2.9 本事故の防止に関する解析

2.1、2.7及び2.8から、作業手順書及びチェックリストには、荷役弁を閉止した後、触手により確認することが定められていたが、本事故発生時、乗組員が④弁を閉止した後の確認作業が不十分であったこと及び乗組員がガスの漏えいする音を聞いた際、弁の開閉の確認が不十分であったことから、同弁が僅かに開放して隙間があり、また、ロックが不完全な状態で切離し作業が行われた可能性があると考えられ、作業手順書及びチェックリストに従って作業が行われていれば、本事故を防止できた可能性があると考えられる。

作業手順書及びチェックリストに従って作業が行われなかったのは、夜の積荷役となり、作業の終了を急いでいたことが関与した可能性があると考えられる。

4 原因

本事故は、夜間、本船が、本件棧橋において、液化プロパンの積荷役終了後、ローディングアームの切離し作業中、④弁を閉止した際、同弁が完全に閉止しておらず、隙間があったこと及びロックが不完全な状態であったため、配管内のガス圧がかかっ

て同弁が開放してベーパーラインからガスが噴出し、ローディングアーム先端が振れ回ってローディングアームを保持していた甲板手Aに当たり、負傷及び落水したことにより発生した可能性があると考えられる。

④弁が完全に閉止しておらず、隙間があり、また、ロックが不完全な状態であったのは、同弁の閉止時及び閉止後の確認作業が十分に行われていなかったことによるものと考えられる。

5 再発防止策

本事故は、夜間、本船が、本件棧橋において、液化プロパンの積荷役終了後、ローディングアームの切離し作業中、④弁を閉止した際、同弁が完全に閉止しておらず、隙間があったこと及びロックが不完全な状態であったため、配管内のガス圧がかかって同弁が開放してベーパーラインからガスが噴出し、ローディングアーム先端が振れ回ってローディングアームを保持していた甲板手Aに当たり、負傷及び落水したことにより発生した可能性があると考えられる。

④弁が完全に閉止しておらず、隙間があり、また、ロックが不完全な状態であったのは、同弁の閉止時及び閉止後の確認作業が十分に行われていなかったことによるものと考えられる。

したがって、作業手順書及びチェックリストに従って触手により弁の閉止及びロックの状況を確認することにより、本事故を防止できた可能性があると考えられる。

5.1 事故後に講じられた事故等防止策

A社は、本船に乗船し、乗組員に対して教育を実施し、再発防止のために次の対策を徹底して実行するように指導するとともに、「ローディングアーム接続（切離し）作業手順書」を作成し、所有船舶に対して周知徹底した。

(1) 同時作業の禁止

ローディングアームの取付け及び取外しは、液ライン又はベーパーラインのどちらか片方ずつ作業を行うこと。

(2) 弁の確実な閉止確認

① 触手で確認後、「〇〇閉止ヨシ」の指差し呼称を行い、2人1組で実施して二重チェックを行うこと。

② 閉止した弁にハンドル固縛用のロープが付いていれば、確実に固縛すること。

③ 弁の開度を示すバルブインジケータが付属している弁に対し、その示度を

確認し、バルブハンドルがレバー式の弁については、ハンドルの向きの確認を行うこと。

(3) バルブハンドルのロックハンドル（ロック機構）の取扱い

- ① 作業者は、ロックハンドルを締め付けた際、十分締まっていること及びバルブハンドルが固定されていることを触手により確認した上で、「ロックナットヨシ」の指差し呼称を行い、2人1組で実施して二重チェックを行うこと。
- ② ローディングアームとマニホールドの取付けナットを緩める前に、再度、バルブハンドル及びロックハンドルの触手確認を行うこと。

(4) ローディングアーム内の脱圧確認の徹底及びボルトの取外し

- ① マニホールド先端弁とローディングアーム先端弁との間の脱圧後、圧力計の示度がゼロになっていることを確認すること。
- ② 取付けナットはフランジ下部から緩め、万一、ガス又は残液が漏出しても人体に飛散しないようにすること。
- ③ 作業中は、内部の圧力変化に注意すること。
- ④ 作業中にフランジの隙間からガスが漏えいする際には、再度取付けナットを締め直してガスが漏えいした原因を究明し、弁の確実な閉止及びハンドルのロック状況を確認すること。

(5) ローディングアーム取外し作業における先端の保持方法

- ① 切り離れたローディングアーム先端を保持する際、ローディングアームの背後から保持するのではなく、フランジ部を船首側及び船尾側の横から2人で保持すること。
- ② ローディングアーム内の残圧が噴出した場合に備え、ローディングアームの可動範囲を制限する目的で、ローディングアーム付きのロープを本船構造物に固縛すること。

(6) ローディングアーム切離し作業前の圧力「ゼロ」確認

- ① 脱圧時及びその直後に圧力が「ゼロ」であることを確認すること。
- ② フランジのナットを緩める前に圧力が「ゼロ」であることを確認すること。

(7) ローディングアーム切離し作業中のガス漏えい確認の徹底

- ① フランジのナットを緩めてフランジが開いた際に、ガスの漏えい及び漏えい音の有無を視覚及び聴覚その他の五感を駆使して確認し、「漏れなしヨシ」の指差し呼称を行った後、ナットを取り外すこと。

(8) 荷役前のミーティング

- ① 荷役計画を立案する上では、過充填の回避、トリム調整、ベーパーリターン等の荷役中に注意すべきことのみを意識を向けてしまいがちであることを

理解し、荷役準備の段階からの注意点を考慮しておくこと。

- ② ローディングアームの取付け作業は、船内における危険作業の1つであり、ミーティング時に取扱い方法や二重チェックその他注意事項を周知すること。
- ③ 船長は、船内において総責任者であり、荷役責任者である一等航海士を指揮監督し、荷役計画及びミーティング内容に不備のないことを徹底して確認すること。

5.2 今後必要とされる事故等防止策

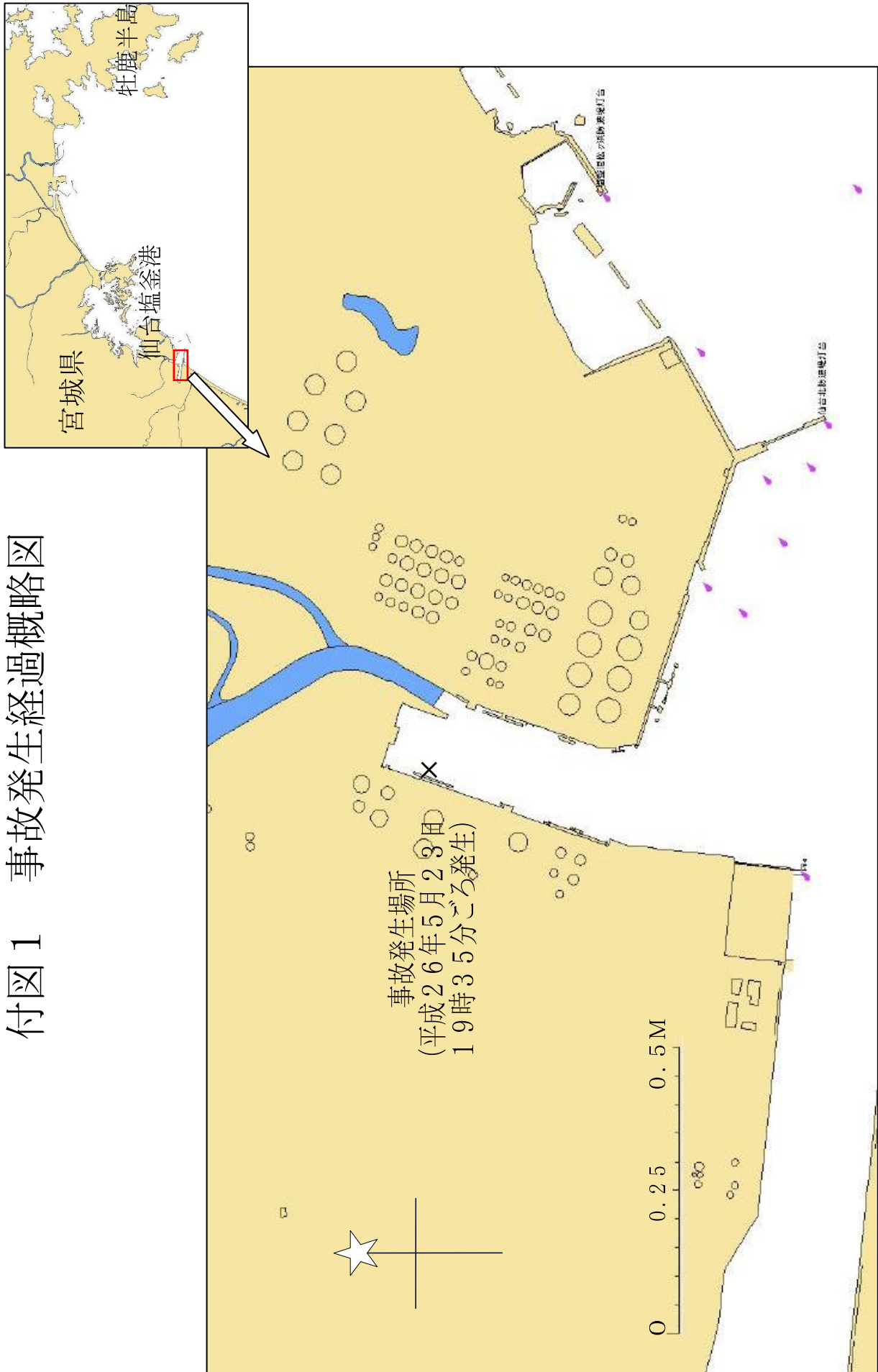
今後、同種事故の再発を防止するため、LPG船の船舶所有者は、乗組員に対し、次の対策を行うことを指導することが望まれる。

- (1) 荷役関係の弁の開閉状態を触手等で確認するとともに、二重のチェックを行うこと。
- (2) 弁の開度を示すバルブインジケータが付属している弁に対し、その示度を確認し、バルブハンドルがレバー式の弁については、ハンドルの向きの確認を行うこと。
- (3) ロック機構がある弁を閉止する際、バルブハンドルが固定されていることを触手等で確認するとともに、二重のチェックを行うこと。
- (4) マニホールド先端弁とローディングアーム先端弁との間の残圧を排除した後、圧力計で「ゼロ」になっていることを確認後、フランジの取付けボルトを緩めて切り離す際、ガス又は残液が漏出しても人体に飛散しないよう注意すること。

また、作業中にフランジの隙間からガスが漏えいした場合は、再度取付けナットを締め直し、ガスが漏えいした原因を究明すること。

- (5) ローディングアーム取外し作業において、先端を保持する際、可能であれば、先端部を船首側及び船尾側から2人で保持し、また、ローディングアームの可動範囲を制限する目的で、先端部を本船構造物に固縛すること。
- (6) ミーティングを行った際、ローディングアームの取付け及び取外し作業が危険作業であることを乗組員に周知し、また、荷役責任者の指揮監督の下で作業を行うこと。

付図1 事故発生経過概略図



付図2 一般配置図

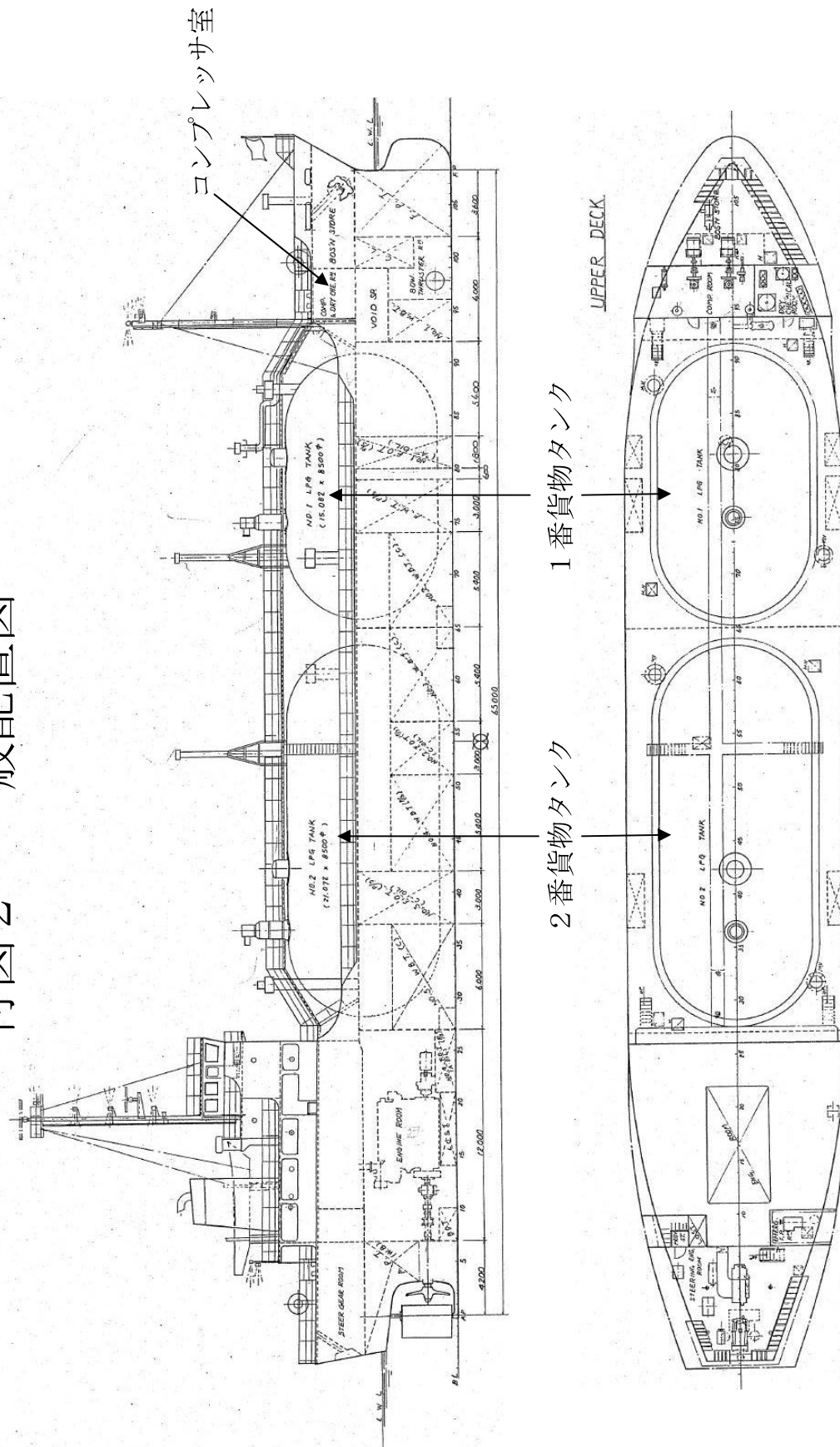


写真1 本船全景



マニホルド部

写真2 マニホルド周辺



液ライン

ベーパーライン

写真3 ローディングアーム



液ライン

ベーパーライン



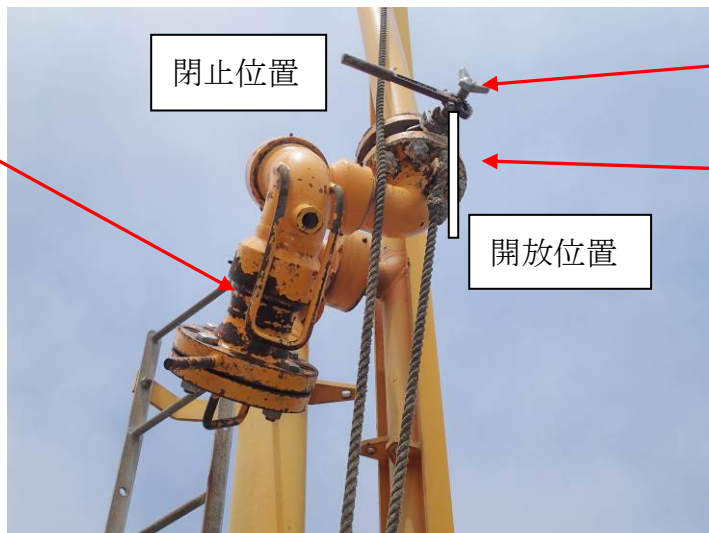
写真4 ローディングアーム先端部



液ライン先端

ベーパーライン先端

写真5 ④弁及びベーパーライン先端部



ロックハンドル

閉止位置

④弁

開放位置

写真6 ベーパーライン先端部損傷状況



モンキーラダー
曲損

ドレン排出弁離脱

取っ手離脱