

船舶事故調査報告書

船種船名 貨物船 GUANG DA

IMO番号 8859029

総トン数 2,460トン

事故種類 乗組員死亡

発生日時 平成24年1月11日 07時08分ごろ

発生場所 千葉県千葉港葛南区

千葉港葛南市川灯台から真方位095° 2.6海里付近

(概位 北緯35° 39.8' 東経139° 59.2')

平成25年12月19日

運輸安全委員会（海事部会）議決

委員長 後藤昇弘

委員 横山鐵男（部会長）

委員 庄司邦昭

委員 石川敏行

委員 根本美奈

要旨

<概要>

貨物船^{グァンダ}GUANG DAは、船長ほか11人が乗り組み、千葉県千葉港葛南区京葉食品コンビナート南バースに着岸作業中、平成24年1月11日07時08分ごろ、船首楼甲板に設置されたスタンδροーラが甲板から外れ、外れたスタンδροーラ又は係船索が同甲板にいた甲板員に当たり、甲板員が死亡した。

<原因>

本事故は、GUANG DA が千葉港の京葉食品コンビナート南バースに着岸作業中、船長が船尾を岸壁に接近させようとして機関を後進にかけ、岸壁に係止した1本目のヘッドラインに張力が掛かった際、同ラインを掛けた船首楼甲板中央部のスタンド

ローラが甲板から外れたため、甲板員にスタンドローラ又はヘッドラインが当たったことにより発生したものと考えられる。

船首楼甲板中央部に設置されたスタンドローラが甲板から外れたのは、ダブリングプレートと甲板との溶接部にぜい性破壊が生じ、1本目のヘッドラインの破断荷重以下の荷重で同溶接部が破断したことによるものと考えられる。

HK LIWEIDA SHIPPING MANAGEMENT LIMITED が、船首楼甲板中央部のスタンドローラについて、ISTHMUS BUREAU OF SHIPPING による検査及び承認を受けておらず、船舶管理を適切に行っていなかったことは、本事故の発生に関与した可能性があると考えられる。

1 船舶事故調査の経過

1.1 船舶事故の概要

貨物船GUANG DA^{グァンダ}は、船長ほか11人が乗り組み、千葉県千葉港葛南区京葉食品コンビナート南バースに着岸作業中、平成24年1月11日07時08分ごろ、船首楼甲板に設置されたスタンドローラが甲板から外れ、外れたスタンドローラ又は係船索が同甲板にいた甲板員に当たり、甲板員が死亡した。

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24年1月12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指名した。

1.2.2 調査の実施時期

平成24年1月12日、13日、20日、2月1日 現場調査及び口述聴取

平成24年1月27日、2月8日、28日 口述聴取

平成24年2月3日、6日、7日、20日、24日、4月17日、7月13日、8月25日、9月4日、18日、22日、11月5日、22日、12月14日 回答書受領

1.2.3 調査協力

独立行政法人海上技術安全研究所から、スタンドローラの強度及び溶接部の破断に関する解析についての協力を得た。

1.2.4 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。

1.2.5 旗国等への意見照会

GUANG DAの旗国及び利害関係国に対し、意見照会を行った。

2 事実情報

2.1 事故の経過

2.1.1 船舶自動識別装置の情報記録による運航の経過

海上保安庁東京湾海上交通センターが受信した船舶自動識別装置（A I S）^{*1}の情報記録（以下「A I S 記録」という。）によれば、平成24年1月11日05時20分47秒～07時27分40秒の間における GUANG DA（以下「本船」という。）の運航の経過は、次のとおりであった。

なお、対地針路は真方位（以下同じ。）を示す。また、船首方位の情報は記録されていなかった。

時刻 (時:分:秒)	船 位		対地速力 (ノット) (kn)	対地針路 (°)
	北緯 (° -' -")	東経 (° -' -")		
05:20:47	35-35-01.8	139-59-30.2	0.1	021.5
05:26:47	35-35-01.3	139-59-31.2	0.5	185.4
05:27:40	35-35-00.9	139-59-31.3	0.6	180.2
(略)				
06:48:42	35-39-46.4	139-59-15.7	1.0	354.3
06:49:42	35-39-46.9	139-59-15.6	0.8	339.5
06:50:42	35-39-47.6	139-59-15.1	0.6	336.8
06:51:42	35-39-47.8	139-59-15.1	0.6	275.2
06:52:42	35-39-47.6	139-59-14.5	0.6	231.8
06:53:42	35-39-47.3	139-59-14.1	0.4	217.2
06:54:42	35-39-47.0	139-59-14.1	0.2	181.7
06:55:42	35-39-47.0	139-59-14.1	0.1	146.5
06:56:42	35-39-47.0	139-59-14.1	0.1	066.4
06:57:42	35-39-47.2	139-59-14.2	0.2	042.4
06:58:42	35-39-47.4	139-59-14.4	0.2	046.4
06:59:42	35-39-47.4	139-59-14.7	0.2	069.6
07:00:42	35-39-47.9	139-59-14.8	0.4	010.5
07:01:42	35-39-47.8	139-59-14.7	1.0	218.1

^{*1} 「船舶自動識別装置（A I S : 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その他安全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ことができる装置をいう。

07:02:42	35-39-46.9	139-59-14.1	0.7	195.8
07:03:42	35-39-46.6	139-59-14.1	0.7	261.4
07:04:42	35-39-47.6	139-59-13.8	0.9	009.8
07:05:31	35-39-48.1	139-59-13.7	0.8	296.9
07:05:42	35-39-48.2	139-59-13.5	1.0	274.6
07:06:02	35-39-48.2	139-59-13.1	0.8	264.2
07:06:22	35-39-48.1	139-59-12.7	0.8	258.3
07:06:41	35-39-48.0	139-59-12.4	0.8	255.0
07:07:02	35-39-47.9	139-59-12.2	1.0	251.8
07:07:21	35-39-47.8	139-59-11.8	0.8	242.8
07:07:41	35-39-47.9	139-59-11.8	0.8	322.7
07:08:02	35-39-48.2	139-59-12.0	1.2	034.8
07:08:21	35-39-48.5	139-59-12.3	1.2	046.2
07:08:41	35-39-48.6	139-59-12.8	1.1	051.9
07:09:02	35-39-48.8	139-59-13.1	0.9	057.2
07:09:41	35-39-49.3	139-59-13.7	0.6	059.8
07:10:41	35-39-49.1	139-59-14.4	0.2	070.0
07:11:41	35-39-49.4	139-59-13.8	0.6	274.3
(略)				
07:27:40	35-39-49.9	139-59-12.4	0.1	097.4

(図 2.1-1、図 2.1-2、付図 1 参照)

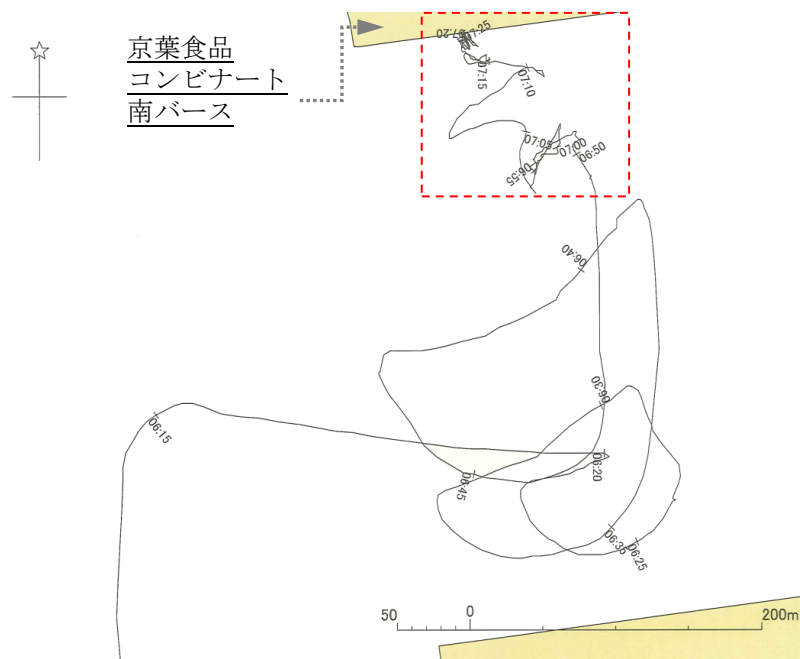


図 2.1-1 AIS 記録による航跡 (バス付近①)

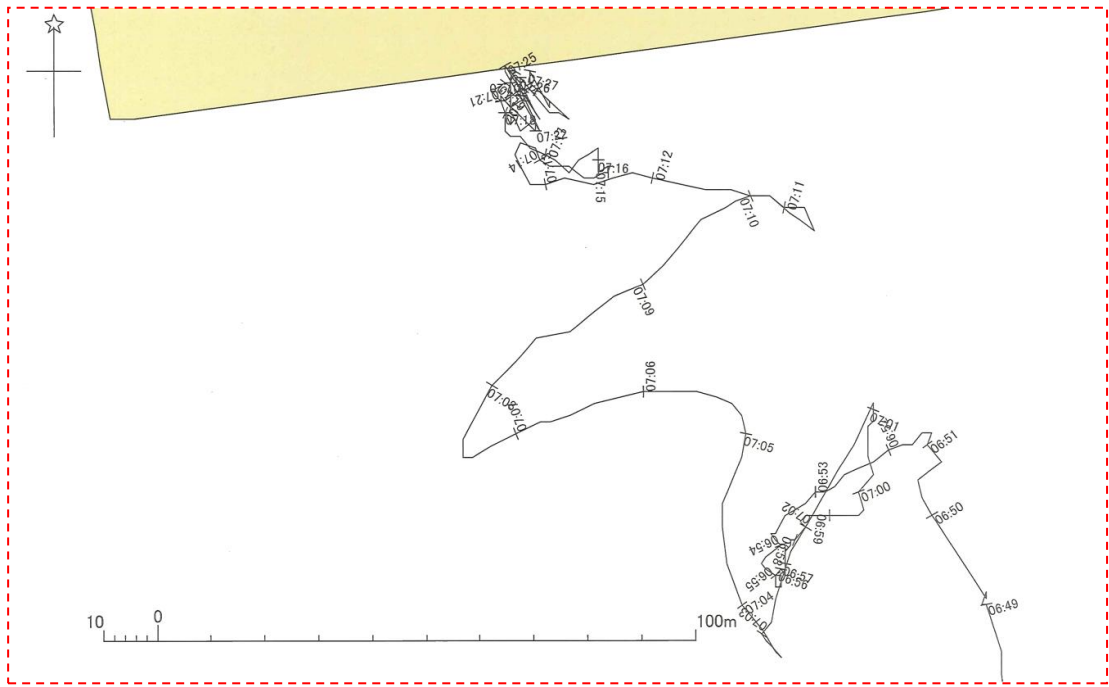


図 2.1-2 AIS 記録による航跡 (バース付近②)

2.1.2 着岸時の画像

民間気象情報会社の定点カメラ*²で撮影された千葉港葛南区の京葉食品コンビナート南バース (以下「本件バース」という。) 付近の画像によれば、本船の着岸時の状況は、次のとおりであった。

- (1) 本船は、06時37分～40分ごろ本件バースに接近したのち、後進して本件バースから離れた。(図 2.1-3 参照)

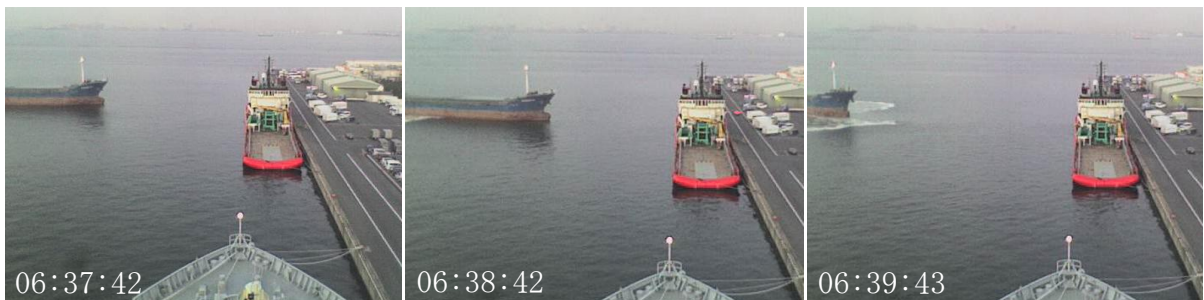


図 2.1-3 本件バース付近の画像 (06:37:42～06:39:43)

- (2) 本船は、06時48分～52分ごろ、再び本件バースに接近し、岸壁に最初の係船索を送ったのち、後進して本件バースから離れた。(図 2.1-4 参照)

*² 「民間気象情報会社の定点カメラ」とは、千葉港葛南区 (本船が着岸した岸壁の東方) に係留されている気象観測船 SHIRASE の上部操舵室に設置された定点カメラをいい、1 分間隔で撮影されていた。

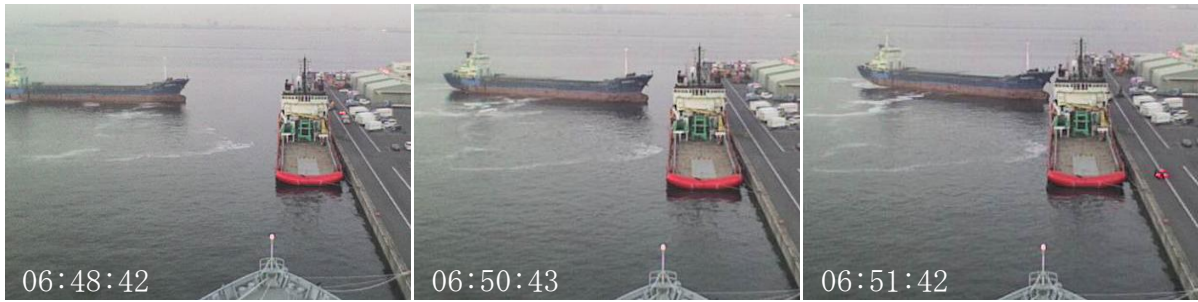


図 2. 1 - 4 本件バース付近の画像 (06:48:42~06:52:42)

- (3) 本船は、06時53分~06時59分ごろの間、本件バースから約30~40mの距離を保ったのち、07時00分ごろ本件バースに接近し、2本目の係船索を送り、後進して本件バースから離れた。(図 2. 1 - 5 参照)

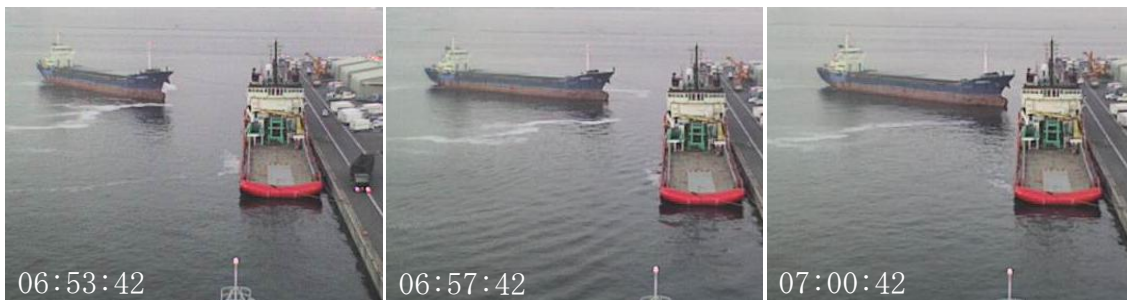


図 2. 1 - 5 本件バース付近の画像 (06:53:42~07:04:42)

- (4) 07時05分ごろ本船の船尾付近の海面に白波が立ち、本船は、同07分42秒、船首右舷側付近から本件バースに取った係船索が張り、同08分42秒、本船の船尾が本件バースに近づいた。(図 2. 1 - 6 参照)



図 2.1-6 本件バース付近の画像 (07:05:42～07:09:42)

- (5) 本船は、07時27分ごろ本件バースに左舷着けした。(図 2.1-7 参照)

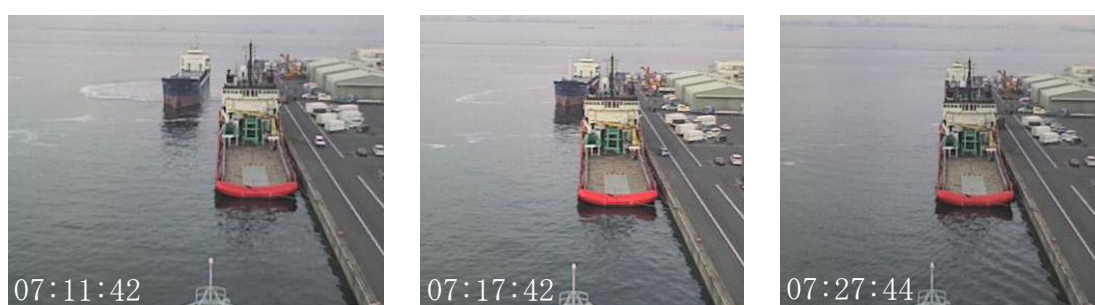


図 2.1-7 本件バース付近の画像 (07:11:42～07:27:44)

2.1.3 乗組員等の口述による事故の経過

本事故が発生するまでの経過は、本船の船長（以下「本件船長」という。）、二等航海士（以下「二航士」という。）、甲板長及び本事故当時に船橋当直に当たっていた甲板手（以下「甲板手A」という。）並びに船舶代理店の担当者の口述によれば、次のとおりであった。

(1) 乗組員

本船は、本件船長及び甲板員（以下「甲板員A」という。）ほか10人（中華人民共和国籍9人、ミャンマー連邦共和国籍2人、インドネシア共和国籍1人）が乗り組み、2011年（平成23年）12月30日中華人民共和国^{いんこう}営口港を出港し、平成24年1月6日京浜港東京区へ入港してコークス約3,150tの揚げ荷役を終え、千葉港において、スクラップ約2,520tを積載するため、10日京浜港を出港したのち、千葉港沖で投錨して待機

した。

本船は、翌11日入港配置を指示し、05時00分～20分ごろ、二航士、甲板長、甲板手（以下「甲板手B」という。）及び甲板員Aがそれぞれ船首配置に就き、本件船長が甲板手Aと共に操舵室で操船に当たり、05時30分ごろ揚錨して本件バースに向かった。

船首楼甲板では、係船索を甲板上に繰り出したのち、いつでも使えるようにホーサドラム^{*3}のクラッチを^{かんごう}嵌合し、ブレーキを緩めていた。

本船は、^{ふなばし}船橋水路を航行して本件バース付近に至ったが、周囲が暗くて着岸予定位置に気付かずに通り過ぎ、前後進を繰り返して岸壁付近まで接近したものの、‘着岸予定位置の東側に係留していた作業船’（以下「係留船」という。）に接近し過ぎたので、後進して本件バースから離れた。

本船は、係船索を送るため、改めてほぼ直角に本件バースに接近し、再度、船首方の係留船に接近したので、機関を後進にかけ、その際に船首配置の乗組員が最初に送る係船索であるフォワードスプリング^{*4}（以下「前部スプリング」という。）を岸壁に送ったが、その次に送る‘1本目のヘッドライン^{*5}’（以下「本件ライン」という。）がなかなか岸壁に届かず、何回かやり直していた。

本件船長は、甲板手Aに船首配置の作業を手伝うように命じ、甲板手Aが船首楼甲板へ赴き、岸壁に送られた本件ラインがビット^{*6}に係止されたことを確認したのち、甲板手Aに操舵室に戻るよう指示した。

船首楼甲板では、二航士、甲板長及び甲板手Aが船首先端付近に、甲板手B及び甲板員Aが同甲板中央部に設置されたスタンドローラ^{*7}（以下「本件スタンドローラ」という。）付近にそれぞれおり、岸壁のビットに本件ラインに係止されたのち、甲板手Bが本件ラインを本件スタンドローラに掛けた。

甲板長は、船首配置の者に船首楼甲板の船尾側へ下がるように指示を行い、甲板長及び甲板手Bがホーサドラムの船尾側へ移動し、甲板手Aが操舵室へ向かい、甲板員Aが船首楼甲板の右舷側船尾方向へ移動していた。（図2.1-8、図2.1-9参照）

*3 「ホーサドラム (hawser drum)」とは、係船索を巻き付けたドラムを回転させて係船索の巻出し及び巻込みを行う装置をいう。

*4 「フォワードスプリング (forward spring)」とは、係留時、船首から後方を取る係船索をいう。

*5 「ヘッドライン (head line)」とは、係留時、船首から前方を取る係船索をいう。

*6 「ビット (bitt)」とは、係船索に係止するために岸壁上などに設置した鉄製の短柱をいう。

*7 「スタンドローラ (stand roller)」とは、係船索の方向を変えるための甲板上に取り付ける台付きローラをいう。

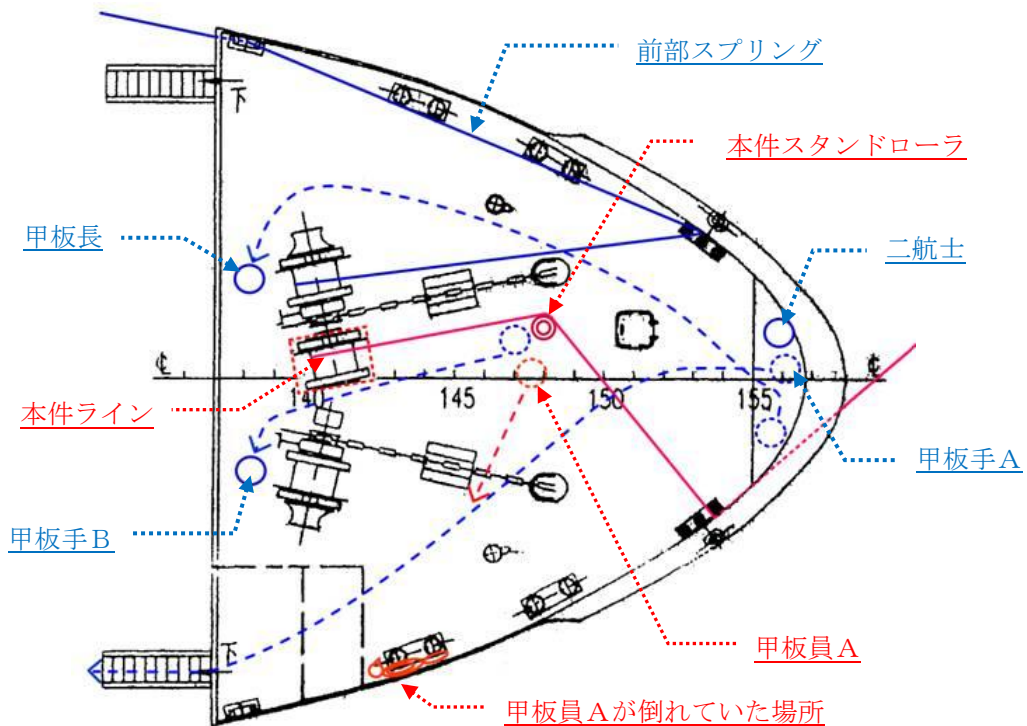


図 2.1-8 本事故発生時の船首配置の状況

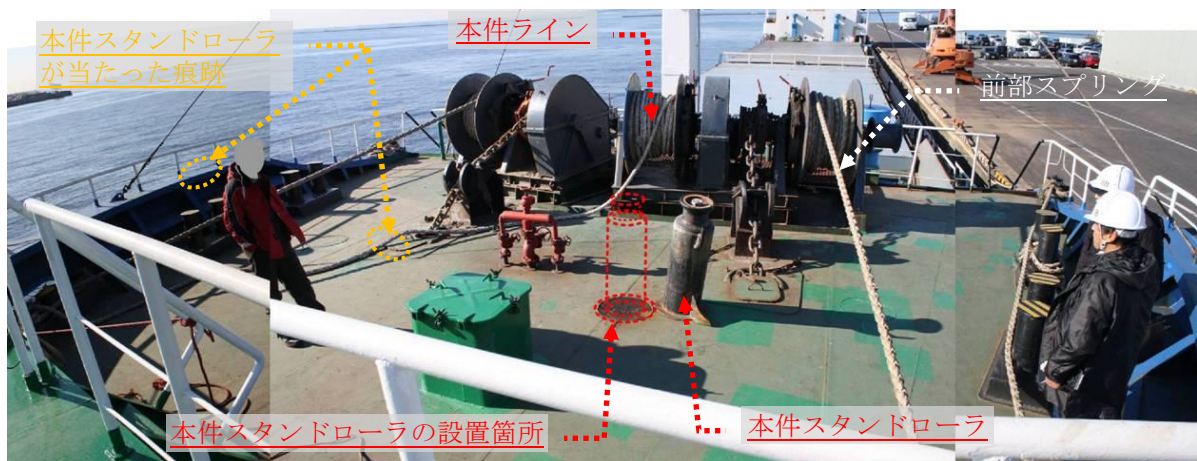


図 2.1-9 船首楼甲板の状況

本件船長は、岸壁と離れていた本船の船尾を機関を使用して岸壁に近づけようとし、短時間しか使用しないので、船首配置及び船尾配置の者に使用する旨を連絡せず、舵を中央にした状態で約5秒間極微速力後進をかけた。

本船は、船尾が岸壁に近づき、船首が右に振れて岸壁と離れた。

甲板手Aは、本件ラインの下をくぐった際、本件ラインが急に張ったことを感じ、船首楼甲板から降りて操舵室に戻る途中に何か折れたような大きな音を聞いたが、その後、何も聞こえなかったので、操舵室に戻った。

本件船長は、本船の船首が右に振れて岸壁から離れた際、本件ラインが張り、本件スタンドローラが甲板上から外れ、上方に約1～2m飛び上がって

船首楼甲板右舷側に落ち、すぐに跳ね上がって右舷側の海に落下したところを見た。

船首配置の乗組員は、甲板員Aが船首楼甲板の右舷側ブルワーク沿いに倒れていることに気付いた。

本件船長は、二航士から甲板員Aが負傷したので、救急車を呼んでほしい旨の報告を受け、船舶代理店及び日本総代理店に電話連絡を行いながら、着岸作業の指揮を続け、本船を着岸させた。

なお、本件スタンドローラは、本事故後、海上保安庁により、海中から引き揚げられた。

(2) 船舶代理店担当者

船舶代理店担当者は、本事故当時、岸壁に着岸時の船橋位置を示す旗を立て、最初に取り予定の前部スプリングを係止するビット付近に綱取り作業員を配置し、岸壁でバース管理者と待機していた。

船舶代理店担当者は、本船に着岸予定場所及び入船左舷着けであることを前日に連絡していたが、本船が岸壁に直角に近づいてきたので、出船右舷着けにするものと勘違いしているのかと思った。

本船は、岸壁に対してほぼ直角の態勢で前部スプリングを送ったのち、本件ラインを岸壁に送ろうとしたが、ヒービングライン^{*8}が岸壁に届かず、2～3回やり直していた。

船舶代理店担当者は、本船が本件ラインを岸壁のビットに取ったのち、短い時間、機関を後進にかけ、船尾が左舷側に振れて岸壁に近づいて本件ラインが張った際、高い金属音を聞いた。

本船は、金属音を発してから、約15～20分後に着岸した。

本事故の発生日時は、平成24年1月11日07時08分ごろで、発生場所は、千葉港葛南市川灯台から095°（真方位、以下同じ。）2.6海里（M）付近であった。

2.1.4 甲板員Aの救助状況

本件船長及び船舶代理店担当者の口述並びに船橋市消防局の回答書によれば、次のとおりであった。

(1) 本件船長及び船舶代理店担当者

船舶代理店担当者は、本船が着岸したのち、操舵室から降りて来た本件船

^{*8} 「ヒービングライン (heaving line)」とは、船上から係船索を岸壁上の作業員に送り出す際、係船索のアイ部に結んで投げる細くて長いロープをいう。

長と共に船首楼甲板に赴いて甲板員Aの状況を確認し、07時39分に119番通報を行った。

甲板員Aは、船首楼甲板の右舷側ブルワークに沿い、頭を船尾側にし、身体の正面を左舷側に向けて倒れており、出血はなく、目を開いて呼吸していたが、呼び掛けても反応がなく、血の気のない顔色であった。

甲板員Aは、その後、血色が戻り、甲板が冷たかったので、コートを敷いた木製の板の上に移されて救急隊を待ち、到着した救急隊員に担架で救急車に搬送されたが、本船から降ろしている間に顔色が真っ青になった。

(2) 救急機関

船橋市消防局は、07時39分に119番通報を受報し、救急隊を出動させ、07時54分救急隊が現場に到着した。

負傷者（甲板員A）は、船首付近甲板上で^{ぎょうが}仰臥位^{*9}の状態であり、呼吸はあったが、意識はなく^{うな}唸っており、口唇部に泡痕が見られた。救急車へ収容するために布担架で^{げんてい}搬送中、^{かがく}舷梯上で^か下顎呼吸^{*10}となり、心肺停止状態になった。

救急隊は、特別救急隊（ドクターカー）の出動を要請するとともに、救急車内において、甲板員Aに対し、気道確保、人工呼吸、酸素吸入、静脈路確保等の心肺蘇生法を実施した。

特別救急隊は、08時25分現場に到着し、08時27分甲板員Aに自動心臓マッサージ器を装着して使用するとともに、気管挿管、薬剤投与等を実施した。

救急隊は、医師の指示により、心肺蘇生法を継続して行い、08時50分医師及び特別救急隊員が同乗して現場を出発し、09時08分甲板員Aを医療機関へ収容した。

2.2 人の死亡に関する情報

甲板員Aが搬送された医療機関の担当医師の情報によれば、次のとおりであった。

甲板員Aは、搬送されてきたとき、心肺停止状態であり、09時10分死亡が確認された。

甲板員Aは、上半身に皮下気腫^{*11}が生じ、CT検査では、胸部に両側外傷性血気

*9 「仰臥位」とは、上を向いて寝た状態をいう。

*10 「下顎呼吸」とは、^{あご}下顎の上下の動きを伴った不規則な呼吸運動をいい、瀕死の状態に出現する。

*11 「皮下気腫」とは、皮下組織内に空気が入り、柔らかく弾性のある^{しゅりゅう}腫瘤となった状態をいい、皮膚を強く打ったときなどに生じる。

胸^{*12}及び皮下気腫が、腰部に骨盤骨折がそれぞれ生じており、両側外傷性血気胸及び骨盤骨折による出血性ショック死であった。

2.3 船舶の損傷に関する情報

- (1) 本件スタンドロウラは、ダブリングプレート（二重張板）の周縁部分及びブラケットが甲板上に溶接されていたが、ダブリングプレートと甲板との溶接部（以下「ダブリングプレート周縁溶接部」という。）及びブラケットと甲板との溶接部（以下「ブラケット溶接部」という。）が破断しており、本件スタンドロウラ及びダブリングプレートには亀裂、曲損等の損傷がなく、ブラケットは先端が緩やかに曲損していた。また、本件スタンドロウラの溶接痕周辺に甲板の盛り上がりや凹みはなかった。

船首楼甲板の右舷側甲板及び右舷側ブルワーク上部に擦過傷があった。

本件船長の口述によれば、前記の擦過傷は、本事故時、本件スタンドロウラが当たったことによって生じたものであった。（図2.1-9、図2.6-1参照）

- (2) 本件船長、二航士及び船舶代理店担当者の口述によれば、本事故直後、本件スタンドロウラの溶接部の破断箇所には光沢があり、錆は生じていなかった。

2.4 乗組員に関する情報

- (1) 性別、年齢、海技免状等

本件船長 男性 38歳 国籍 中華人民共和国

暫定締約国資格受有者承認証 船長（パナマ共和国発給）

交付年月日 2011年11月22日

（2012年2月21日まで有効）

甲板員A 男性 58歳 国籍 中華人民共和国

- (2) 主な乗船履歴等

- ① 本件船長

本件船長の口述によれば、次のとおりであった。

20歳から船員として乗船しており、船員の教育機関を卒業したのち、三等航海士として乗船した。船長職で5年間乗船しており、大きな船舶では5,000トンクラスの貨物船に乗り組んだ経験があった。

本船には、半年間の契約で2011年9月26日から乗船しており、船橋

*12 「血気胸」とは、気胸と血胸が同時に存在した状態をいい、胸膜腔に気体が貯留した状態が気胸であり、胸膜腔に血液が貯留した状態が血胸である。

(千葉港葛南区)への寄港は、本船では初めてであったが、他の船舶では船長として何回か寄港したことがあった。

健康状態は、本事故当時、良好であった。

② 甲板員A

本件船長、甲板長及び甲板手Aの口述によれば、次のとおりであった。

甲板員Aは、司厨員を兼任しており、20～30年の乗船経験があるが、その間、司厨業務を担当していた。本船では、入出港の際、船首に配置されていた。

甲板員Aは、本事故当時、上下に分かれた作業服、ヘルメット、手袋等を着用しており、事故後、ヘルメットが上甲板上に落ちていた。また、本事故当日の体調は良好であったと思われた。

2.5 船舶に関する情報

2.5.1 船舶の主要目

IMO 番号	8859029
船籍港	パナマ共和国パナマ
船舶所有者	HK LIWEIDA SHIPPING MANAGEMENT LIMITED (以下「A社」という。)(中華人民共和国香港特別行政区)
船舶管理会社	A社
船級	ISTHMUS BUREAU OF SHIPPING (以下「本件船級協会 ^{*13} 」という。)(パナマ共和国)
総トン数	2,460トン
L×B×D	89.85m×12.80m×7.30m
船質	鋼
機関	ディーゼル機関1基
出力	1,471kW
推進器	3翼固定ピッチプロペラ1個
進水年月	1991年7月

2.5.2 船体構造及び改造

(1) 船体構造

本船の一般配置図によれば、本船は、国際航海に従事する船尾船橋型のば

^{*13} 「船級協会」とは、機関、船体及び艀装品などを国際条約又は独自ルールに基づいて検査し、証明する第三者機関をいう。

ら積み貨物船であり、船首側から1番及び2番貨物倉を有しており、船尾の上甲板に航海船橋甲板、船長甲板及び端艇甲板の3層を、船首の上甲板に船首楼甲板をそれぞれ設けていた。(図2.5-1参照)

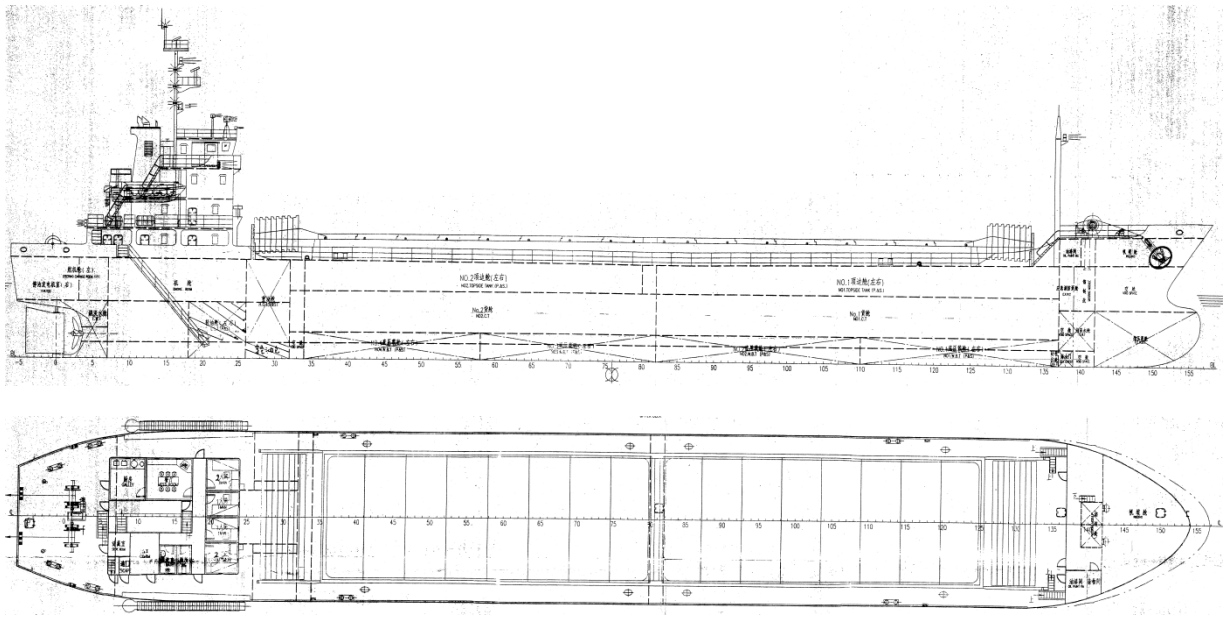


図2.5-1 側面図及び上甲板平面図

(2) 改造工事

① 国土交通省の回答書によれば、次のとおりであった。

- a 本船は、日本国内の造船所(以下「建造造船所」という。)において、総トン数が495トン、 $L \times B \times D$ が63.62m \times 12.80m \times 6.20mで建造された日本船籍の内航船(以下「改造前本船」という。)であった。
- b 改造前本船は、船尾船橋型の石材、砂及び砂利の運搬船であり、中央に貨物倉を有しており、船尾の上甲板に航海船橋甲板及び端艇甲板の2層を設けていた。
- c 改造前本船は、中華人民共和国香港特別行政区の企業へ平成20年5月に売却された。

② A社の回答書によれば、本船は、2008年4月～10月に中華人民共和国福建省福安市の造船所において、船体中央部で船体の長さを延長するなどの改造工事が施工された。

2.5.3 船首楼甲板の係留設備

- (1) 船尾側に電動油圧式の片舷型ウインドラス^{*14}2基が設置され、左舷側ウインドラスの舷側側にホーサドラム及びワーピングエンド^{*15}が、センターライン側にホーサドラム（以下「本件ホーサドラム」という。）が、右舷側ウインドラスの舷側側にホーサドラム及びワーピングエンドがそれぞれ装備されていた。

ホーサドラムは、^{かんだつ}嵌脱式のクラッチによって個別に駆動することができ、手動操作によるブレーキを設けていた。また、係船索を上巻きにしており、甲板上の高さ約1.5mの位置から係船索が繰り出されていた。

- (2) 船首両舷のブルワーク開口部及び船尾側両舷にフェアリーダ^{*16}を設け、両舷のブルワーク沿いにボラード^{*17}を2組設けており、センターラインから約1m左舷側に本件スタンドローラの溶接痕があった。

また、本件スタンドローラの溶接痕と同じ形状の溶接痕が左舷及び右舷の中央付近に1箇所あった。

- (3) 一般配置図には、本件スタンドローラの溶接痕付近に係留設備等は記載されておらず、左舷及び右舷の中央付近に係留設備が記載されていた。また、本件ホーサドラムについても記載されていなかった。本件スタンドローラ及び本件ホーサドラムを図2.1-8及び図2.5-2に示した。

(図2.1-8、図2.1-9、図2.5-2参照)

*14 「ウインドラス (windlass)」とは、通常、船首甲板に装備され、錨の投入、巻き込みその他係船索の巻き込みなどに用いる甲板機械をいう。

*15 「ワーピングエンド (warping end)」とは、摩擦力を利用してロープなどを巻く、ウインドラスの鼓型回転部をいう。

*16 「フェアリーダ (fairlead)」とは、係船索などに損傷を与えずに任意の方向に導くためのローラ等のガイドをいう。

*17 「ボラード (bollard)」とは、船に係留させるときに係船索を巻き付けて係止させる甲板上に設置した柱をいう。一般に2本一組に作られたものをボラードといい、1本のをビットという。

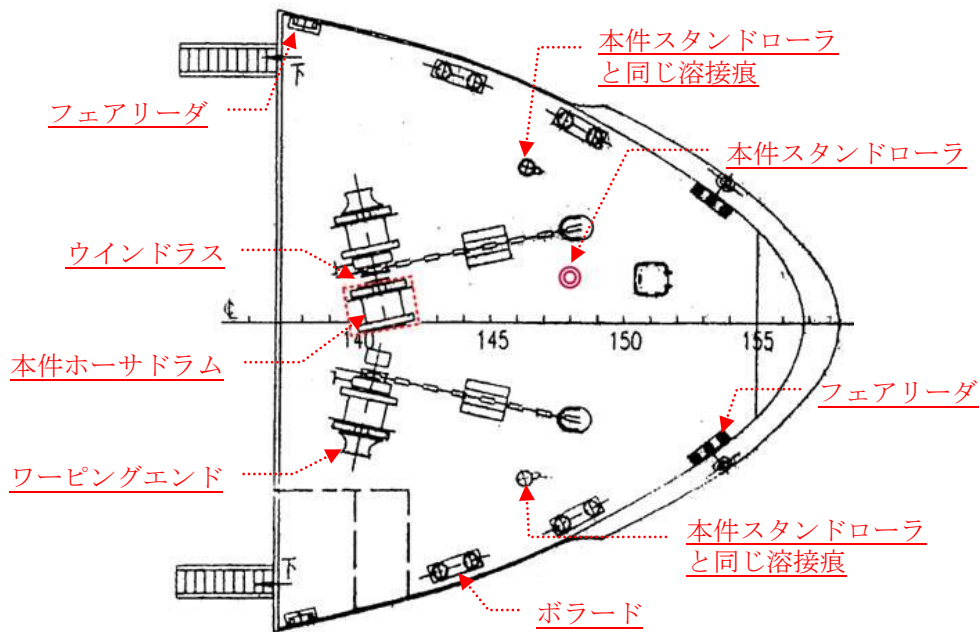


図 2.5-2 船首楼甲板の係留設備

2.5.4 係船索

- (1) 本件ラインは、破断していなかった。
- (2) 本件船級協会の回答書によれば、本船の艀装数^{*18}は 5 5 1. 7 5 1 であった。

なお、国際海事機関の MSC/Circ.1175^{*19}によれば、艀装数 5 5 0 以上～6 0 0 未満の船舶が備えなければならない係船索の最小破断荷重は 1 3 2 kN である。

- (3) A社の回答書によれば、本件ラインは、8ストランドのポリプロピレン繊維製ロープであり、直径が 5 2 mm、長さが 2 2 0 m、破断荷重が 1 6 7 kN であった。

2.5.5 その他

- (1) 操舵室の中央にコンソールを設け、コンソールの中央に舵輪及び自動操舵装置を、左舷側にレーダー、GPSプロッター、AIS等を、右舷側にエンジンテレグラフ、主機遠隔操縦装置、航海灯制御盤等をそれぞれ装備していた。

A社の回答書によれば、主機関の回転表 (REVOLUTION TABLE) は、次のと

^{*18} 「艀装数」とは、船舶に設備される錨、錨鎖、係船索等の大きさ、数量、強度を決めるため、船の長さ、幅、深さ、上部構造物の大きさなどから計算された値をいう。

^{*19} 「MSC/Circ.1175」とは、GUIDANCE ON SHIPBOARD TOWING AND MOORING EQUIPMENT (曳航設備及び係留設備のガイドライン) をいう。

おりであった。

速力表示	回転数毎分 (rpm)	速力 (kn)	速力表示	回転数毎分 (rpm)	速力 (kn)
Dead slow ahead	195	4.0	Dead slow astern	195	3.0
Slow ahead	215	6.0	Slow astern	215	4.0
Half ahead	235	8.0	Half astern	235	5.5
Full ahead	255	10.0	Full astern	255	8.0

- (2) GPS受信アンテナは、操舵室上部の船首左舷側に設置されていた。
- (3) 船尾甲板の船尾ブルワーク左舷側の開口部に設けたフェアリーダは、3個のローラ中、1個が欠損していた。
- (4) 本件船長の口述によれば、千葉港入港時、空船であり、喫水が船首約1.5m、船尾約3.1mであった。また、プロペラの回転方向は、右回りであった。

2.5.6 ポートステートコントロールの検査

国土交通省の回答書によれば、本船は、本事故後、管海官庁の外国船舶監督官の検査及び監督を受け、消火設備に関する不備に係る技術基準適合命令が発出されたほか、本件スタンドローラを含め、係留設備、条約証書、風雨密性、ISMコードなどに関する12点の不備が指摘され、是正措置を求められた。

2.6 スタンドローラの施工等に関する情報

2.6.1 本件スタンドローラ

(1) 本件スタンドローラの形状等

- ① 本件スタンドローラは、円柱のスタンド部の上にローラ部を取り付けたものであり、甲板上に溶接されたダブリングプレートの上にスタンド部が設置され、ブラケット1枚を取り付けていた。また、ダブリングプレートは、円盤状であった。
- ② 本件スタンドローラには、安全使用荷重（SWL）^{*20}が表示されていなかった。また、ローラ部は、固着しておらず、人の手で回すことができる状態であった。
- ③ 本件スタンドローラに関する計測値は、次のとおりであった。

^{*20} 「安全使用荷重（SWL：safe working load）」とは、係留設備等の設計荷重の0.8倍以下の荷重をいい、2007年1月1日以降に起工する国際航海に従事する500トン以上の船舶は、当該設備に溶接ビード又はそれと同等の方法で明示しなければならない。

- a 本件スタンドローラの寸法等：図2.6-1のとおり
- b ダブリングプレートの板厚：約10mm
- c ブラケットの板厚：約12.5mm
- d スタンド部の傾斜：ブラケット施工側に約13°



図2.6-1 本件スタンドローラ

(2) ダブリングプレート及びブラケットの溶接状況

ダブリングプレートの溶接痕は、所々欠損していたが、山形の痕跡がほぼ連なって円形をなし、ブラケットの溶接痕が船首方向に残っていた。溶接痕の幅の計測値は、図2.6-2のとおりであり、溶接痕の高さは、高い箇所では約6mmであった。

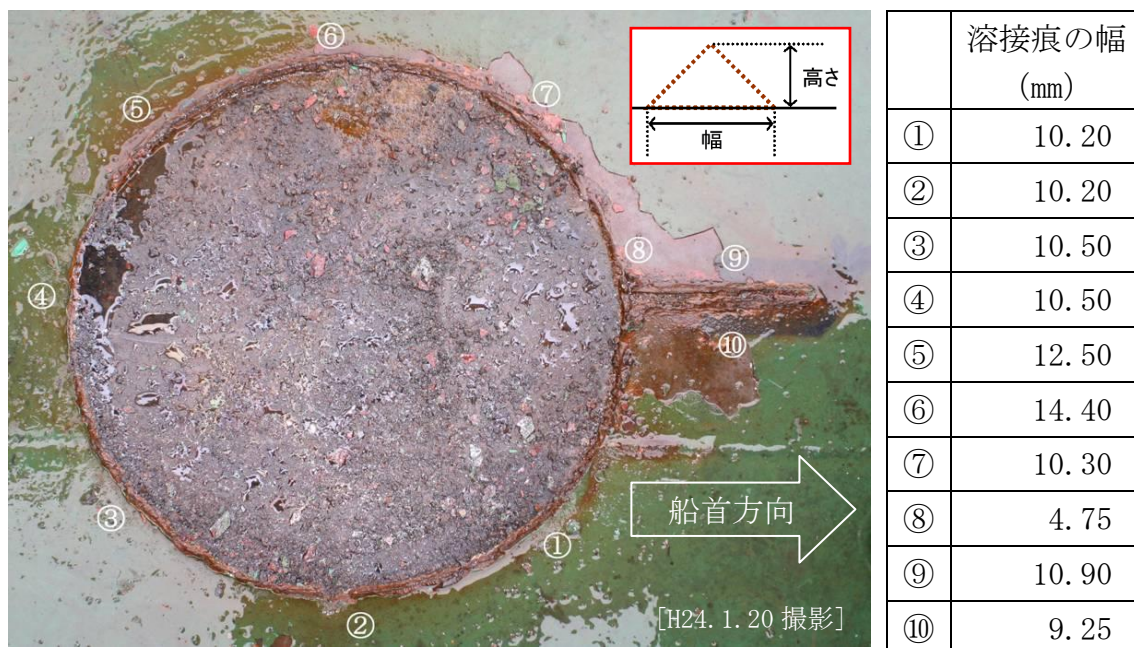


図 2.6-2 溶接痕の計測値

(3) 本件スタンドローラの設置

- ① 本件船長の口述によれば、本件スタンドローラは、乗船時から設置されており、乗組員から不具合についての報告を受けたことはなく、日頃、異常を感じたこともなかったが、一般配置図での配置場所と異なることに違和感があった。
- ② A社の回答書によれば、次のとおりであった。
 - a A社は、船首楼甲板の左舷及び右舷の中央付近に設置されていたスタンドローラのうちの1つを2011年に同甲板のセンターライン付近（本件スタンドローラの設置位置）に移設した。
 - b A社は、移設当時に本船の保守整備を担当していた者が退職しており、また、移設工事に関する書類が残っていないので、移設の経緯、取付施工者及び施工状況については分からなかった。なお、A社では、経費を節減するため、規模の小さい工事については、造船所や修理施工会社に依頼していなかった。

2.6.2 係留設備に適用される規定

MSC/Circ. 1175 及び IACS*²¹の統一規則（UR A2）において、係留のための設備及びそれを支持する船体構造に対する強度要件が規定されており、2007年1月1

*²¹ 「IACS (International Association of Classification Societies: 国際船級協会連合)」とは、主要な船級協会が加盟している国際団体をいう。各船級協会の統一規則（UR: Unified Requirement）や国際条約についての統一解釈（UI: Unified Interpretation）を策定している。

日以降に起工する国際航海に従事する500トン以上の船舶に対し、係留設備及びその支持構造の設計荷重とし、次の要件のうち、大きな方を満たすように求めている。

- (1) 想定する最大使用荷重の1.25倍
- (2) 艀装数に応じて定められる係船索の切断荷重の1.25倍

また、係留設備及びその支持構造の設計荷重は、係船索の引張方向に作用する設計荷重（艀装数に応じて定められる係船索の切断荷重の1.25倍）の合力を考慮しなければならない。

2.6.3 本件船級協会による検査及び承認

本件船級協会の回答書及び本船の貨物船安全構造証書（CARGO SHIP SAFETY CONSTRUCTION CERTIFICATE）によれば、次のとおりであった。

- (1) 本船は、2009年本件船級協会により、改造に係る検査及び承認が行われた。なお、係留設備の要件については、IACSの統一規則に基づいており、大幅な改造工事により、2008年6月1日を建造年月日とした規則が適用されていた。
- (2) 本件船級協会が承認した船首楼甲板のスタンドローラ（以下「承認済スタンドローラ」という。）は、左舷及び右舷の中央付近に設置され、設計荷重が202kN、SWLが162kNであり、円盤状のダブリングプレート及び船首方向にブラケット1枚が取り付けられていた。
- (3) 承認済スタンドローラの船首方向にブラケットが施工されていたのは、同スタンドローラが、主に前部スプリングを船首楼甲板船尾側両舷に設けたフェアリーダから陸上に送るために使われることを想定したものであり、設計荷重202kNは、船尾方向に作用する力に対する強度であった。
- (4) 承認済スタンドローラは、本件船級協会が認知することも、承認することもなく、A社によって本件スタンドローラとして移設された。

2.6.4 スタンドローラの一般的な施工方法及び本件スタンドローラの施工に関する所見

- (1) 国内の造船所の艀装担当者及び船舶管理事業会社の建造及び保守担当者からの情報によれば、次のとおりであった。
 - ① スタンドローラの一般的な施工方法
スタンドローラを設置する場合、通常、次の補強工事のいずれか一つ、又は幾つかを組み合わせる。

a 甲板の補強

甲板裏に桁補強部材を施すカーリング、甲板に増厚鋼板を挿入するインサートプレート又は甲板上に施すダブリングプレートにより、スタンδροローラを設置する甲板の補強を行う。

ダブリングプレートは、主に中央をくり抜いた形状を用いて内周と外周を甲板上に溶接したのち、同プレート上にスタンδροローラを溶接する。

b ブラケット

ブラケットは、少なくとも前後左右の4方向に施工する。また、ブラケットとスタンδροローラの支柱との接触長さを長くするとともに、応力の集中を考慮してブラケットと甲板の接地面にダブリングプレートを施工する。

c スタンδροローラの形状等

ホーサドラムでの係船索の巻き方を下巻きにして繰出し位置を低くする、又はスタンδροローラの設置位置をフェアリーダに近づけるなどにより、スタンδροローラの高さをできるだけ抑える。

スタンδροローラの高さを低くできない場合は、荷重を分散できるようにスタンδρο部の形状を円柱ではなく円錐台とし、甲板との接地面積を広げる。

② 本件スタンδροローラの施工に関する所見

a 船首側に施工されたブラケットは、本件スタンδροローラの高さに対し、支柱との接触長さが足りないと感じている。

b 板厚が10mmの場合、溶接脚長^{*22}は6～7mmが相当であるが、ダブリングプレートの溶接痕から、溶接脚長が足りず、すみ肉溶接^{*23}ののど厚^{*24}が不足していたように見える。

c 適切に施工された係留設備に許容強度を超える荷重が掛かった場合、通常、係留設備と甲板の溶接箇所が破断するのではなく、溶接箇所が付いた状態で甲板が盛り上がる又は曲損するなどの現象が生じる。

d 本件スタンδροローラは、しかるべき強度計算が行われず、技術者による施工が行われていない可能性があり、入渠せずに停泊中又は航海中に

*22 「溶接脚長」とは、溶接される二つの母材の溶接面の交点からすみ肉溶接の止端（母材面と溶接表面との交点）までの距離をいう。

*23 「すみ肉溶接」とは、重ね継手、T継手、角継手^{かど}などにおいて、ほぼ直交する二つの母材の面に対して三角形の断面をもつ溶接をいう。

*24 「のど厚」とは、すみ肉溶接において、溶接される二つの母材の溶接面の交点から溶接表面までの最短距離をいう。

乗組員等によって施工された可能性がある。

(2) 建造造船所の担当者の口述によれば、次のとおりであった。

- ① ダブリングプレートを施工する場合は、ドーナツ状にしたり、適当な箇所
所にスロットを設けたりして溶接していた。また、スタンドローラは左右
方向への荷重が大きいので、ブラケットを施工する場合、4方向に施工し
ていた。(図2.6-3参照)

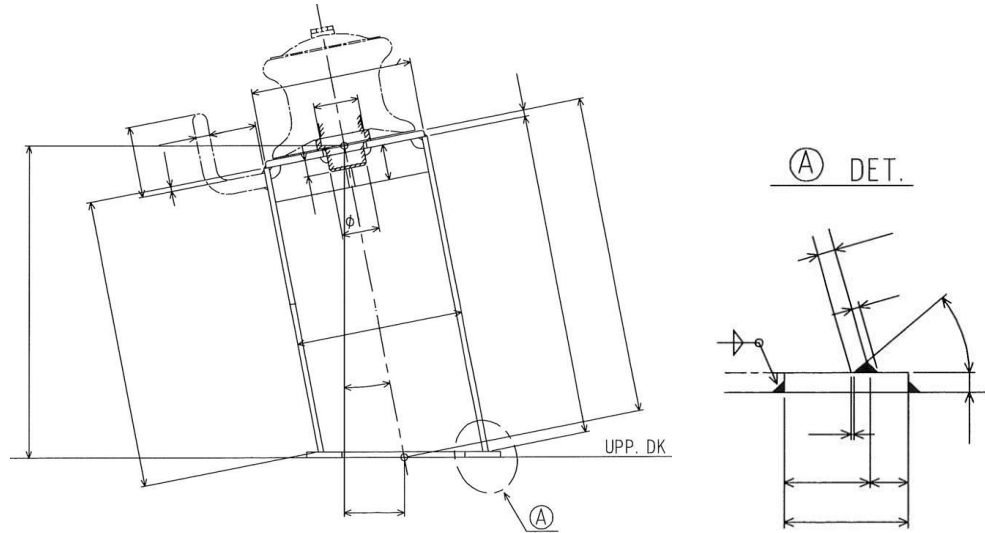


図2.6-3 スタンドローラ施工例

- ② 本件スタンドローラは、改造前本船で使用していたスタンドローラと形
状やアーム部が似ており、改造前本船のスタンドローラを流用しているか
もしれない。改造前本船のスタンドローラは、ローラ部を外注し、スタン
ド部については、そのローラ部に適合した外径及び厚さのパイプを購入し
て製作していた。

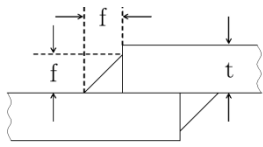
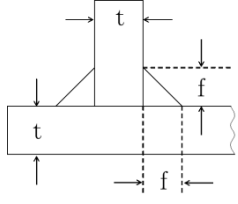
2.6.5 溶接脚長

- (1) 文献^{*25}によれば、次のとおりである。

本報告では、ある適当な水準の脚長を基準として定めておけば、計算によ
り一々確かめなくても実用上十分な強度を保証できると考えて、艀装品部材
の板厚をベースとした脚長基準を示している。

板厚に基づいた脚長寸法表(抜粋)は、次のとおりであり、デッキローラ
台(スタンドローラ)を含む揚錨係留装置などの機能上外力の大きく掛かる
艀装品に適用する脚長 f_0 は、艀装品の板厚が10mmの場合、7mmであった。

*25 「艀装溶接設計指針(脚長基準)」(日本造船学会誌 第611号、第618号、昭和55年)

すみ肉溶接の種類と寸法	 		
	脚長 f (連続溶接) [単位 : mm]		
艀装品の板厚 t	f ₀	f ₁	f ₂
8	6	5	4
9			
10	7	6	5
11	8		
12			

f₀ : 機能上外力の大きく掛かる艀装品に適用する。

f₁ : 機能上の外力は掛からないが、波浪等による外力や振動に考慮を払う必要のある一般艀装品やその組み立て溶接に適用する。

f₂ : ほとんど外力が掛からない艀装品に適用する。

(2) 文献*26によれば、次のとおりである。

船体艀装工作編

2.2 艀装品隅肉溶接脚長 (連続)

強度を有する部材の溶接脚長は、設計より指示の通り行う必要があるが、一般的に次表が一つの目安となる。

母材板厚 t (mm)	5 以下	6	7	8	9	10
フェアリーダ、ボラードの製作及び各種台取付	脚長 (f) 4 mm	5	5	5.5	6.5	7

フェアリーダ、ボラード等の係留設備の製作及び各種台取付に適用する脚長は、母材板厚が10mmの場合、7mmであった。

2.7 安全管理等に関する情報

2.7.1 適合認定書等

A社の適合認定書 (DOCUMENT OF COMPLIANCE) 及び本船の船舶安全管理認定書 (SAFETY MANAGEMENT CERTIFICATE) によれば、A社は、安全管理システムを構築し、その他の貨物船 (Other cargo ship) についての国際安全管理規則 (ISMコード) の要件に適合していることを認定され、本件船級協会から適合認定書が発

*26 「通信教育造船科講座テキスト 艀装」 (日本小型船舶工業会、平成12年)

給されていた。また、同協会から本船に対し、船舶安全管理認定書が発給されていた。

2.7.2 安全管理マニュアル

A社の安全管理マニュアルで定めた離着岸時の安全規則（Safety regulation for Ship berthing and unberthing）には、配置部署、連絡体制等について、概略、次のように記載されていた。

- (1) 係船索の運用は、船長の命令に従わなければならない。
- (2) 一等航海士を船首配置部署の指揮及び安全監督の担当者とし、また、二等航海士を船尾配置部署の指揮及び安全監督の担当者とする。
- (3) 作業前にトランシーバーのチャンネルを合わせ、各部署間で連携した作業が行えるよう、船首配置、船尾配置及び船橋間における連絡体制を保つこと。
- (4) 離着岸作業に携わる乗組員は、係船索の延長線上や係船索の上を避け、適切な位置で作業に当たること。

2.7.3 船内言語

本件船長の口述によれば、中華人民共和国籍の乗組員同士では中国語を、ミャンマー連邦共和国籍の一等航海士（以下「一航士」という。）及び機関長並びにインドネシア共和国籍の一等機関士（以下「一機士」という。）との間では英語をそれぞれ用いており、ほとんどの乗組員は、業務上必要な最低限の英語を話すことができた。

2.7.4 着岸作業

(1) 作業配置

本件船長の口述によれば、次のとおりであった。

- ① 入港配置部署は、操舵室配置が本件船長及び甲板手A、船首配置が二航士、甲板長、甲板手B及び甲板員A、船尾配置が一航士、機関長、一機士及び機関員、機関室配置が二等機関士及び機関員であった。
- ② 一般的には一等航海士が船首配置の指揮を執るが、言語の問題もあり、本件船長が本船に乗船する以前から、中華人民共和国籍の乗組員を船首に、他の国籍の乗組員を船尾にそれぞれ配置していた。

(2) 船首配置の役割等

本件船長及び甲板長の口述によれば、次のとおりであった。

- ① 船首配置では二航士が指揮を執り、他の乗組員には特に配置が決められてはならず、各人の判断で適宜作業を行っていた。ただし、ホーサドラム

の操作については甲板長及び甲板手Bが行っており、本件船長からの指示によって使用していた。

② 操舵室と船首配置及び船尾配置の間の連絡は、操舵室の本件船長、船首配置の二航士及び船尾配置の一航士がトランシーバーを使用して行っていた。

(3) 係船索の使用計画等

① 本件船長及び甲板長の口述によれば、次のとおりであった。

本船は、本事故時、入船左舷着けであり、係船索は、船首楼甲板から前部スプリング、本件ライン、2本目のヘッドラインの順に送り、続いて船尾甲板からアフトスプリング、スタンライン2本の順に送る予定であり、他の港でも同様の手順で行っていた。

また、本件ラインは、本件ホーサドラムから本件スタンドローラ及び船首右舷側のフェアリーダを経由して岸壁に送っていた。

② 本件ホーサドラムから船首両舷のフェアリーダに直接係船索を送れば、ドラムのフランジに係船索が触れるため、本件ラインは本件スタンドローラを経由する必要があった。

2.8 気象及び海象に関する情報

2.8.1 気象観測値及び潮汐等

(1) 気象観測値

本事故発生場所の北東方約7.2kmに位置する船橋地域気象観測所における事故当日の観測値は、次のとおりであった。

07時00分 風向 北西、風速 1.2m/s、気温 1.9℃

07時10分 風向 北北西、風速 1.3m/s、気温 2.2℃

07時20分 風向 北北西、風速 1.6m/s、気温 2.4℃

(2) 潮汐

海上保安庁刊行の潮汐表によれば、本事故当時、船橋における潮汐は高潮時であり、潮高は約1.8mであった。

(3) 日出時刻

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出時刻は06時50分であった。

2.8.2 乗組員等の観測

(1) 本件船長の口述によれば、天気は曇り、風力は3、風向は北～北北東、海面はとても平穏であり、気象及び海象が操船に影響することはなかった。

- (2) 船舶代理店担当者の口述によれば、風は気にならず、5m/s もなかったと思った。波もなく、海面は静かな感じであった。

2.9 本件スタンドローラの強度及び溶接部の破断に関する算定

独立行政法人海上技術安全研究所の協力を得て本件スタンドローラの強度及び溶接部の破断について、次の計算を行った。

2.9.1 計算の条件

- (1) 本件スタンドローラ、ダブリングプレート及びブラケットの形状及び寸法は、現場調査における測定値とした。
- (2) 鋼材は、本件スタンドローラのスタンド部を J I S 規格 G 3 4 5 4 で規定する S T P G 4 1 0^{*27} のスケジュール 4 0 (外径 3 1 8. 5 mm、板厚 1 0. 3 mm) と、ダブリングプレートを同規格 G 3 1 0 1 で規定する S S 4 0 0^{*28} とそれぞれ仮定した。
- (3) 溶接脚長は、すみ肉溶接の断面を直角二等辺三角形と仮定し、前記 2. 6. 5 から、ダブリングプレート周縁溶接部及びスタンド基部とダブリングプレートとの溶接部 (以下「スタンド基部溶接部」という。) では、7 mm を基準値として 6 mm、7 mm 及び 8 mm、ブラケット溶接部では、8 mm を基準値として 7 mm、8 mm 及び 9 mm とそれぞれ仮定した。

2.9.2 延性破壊を仮定した破断荷重等の算定

本件スタンドローラが外れた要因として延性破壊^{*29}を仮定し、強度算定は、標準的な艀装品に対して通常行われる梁理論による計算で行った。

なお、係船索が本件スタンドローラを介して約 1 2 0° の角度で引き合う配置にあることから、力の釣合い条件により、ローラ部に作用する水平力と索張力は等しいと想定できる。また、同水平力は、船首方向から約 1 1 0° の方向に作用していたものと想定した。

また、溶接部から破断する条件とし、次の式を想定する。

$$\sigma_{eq} = (\sigma^2 + 3\tau^2)^{1/2} \geq \sigma_B$$

ここで、 σ_{eq} : 等価応力、 σ : 曲げ応力、 τ : せん断応力、 σ_B : 引張強さである。

^{*27} 「S T P G 4 1 0」とは、圧力配管用炭素鋼鋼管の種類をいい、引張強さが 4 1 0 N/mm² 以上である。

^{*28} 「S S 4 0 0」とは、一般構造用圧延鋼材の種類をいい、引張強さが 4 0 0 ~ 5 1 0 N/mm² 以上である。

^{*29} 「延性破壊」とは、引張り力を加えた場合の伸びや絞りなどの塑性変形を伴う破壊をいう。

(図 2.9-1 参照)

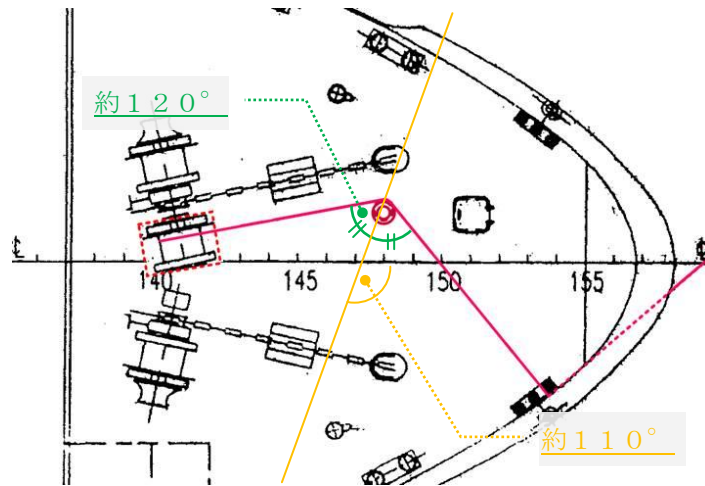


図 2.9-1 ローラ部に作用する水平力の方向と船首方向との関係

(1) ブラケットを考慮しない場合の破断荷重の算定

① スタンド基部溶接部

スタンド基部溶接部のすみ肉溶接は、ダブリングプレート周縁溶接部が破断しないものと仮定すれば、表 2.9-1 に示すとおり、溶接脚長 7 mm の場合、185 kN 以上の索張力で破断すると推測された。

表 2.9-1 スタンド基部溶接部の破断荷重 (ブラケット無し)

引張強さ [N/mm ²]	溶接脚長 [mm]	破断時の索張力 [kN]	破断時の応力 [N/mm ²]	
			曲げ応力	せん断応力
410	8	212	405	37
	7	185	405	37
	6	158	405	37

② ダブリングプレート周縁溶接部

ダブリングプレート周縁溶接部のすみ肉溶接は、スタンド基部溶接部が破断しないものと仮定すれば、表 2.9-2 に示すとおり、溶接脚長 7 mm の場合、393～501 kN の索張力で破断すると推測された。

表 2.9-2 ダブリングプレート周縁溶接部の破断荷重（ブラケット無し）

引張強さ [N/mm ²]	溶接脚長 [mm]	破断時の索張力 [kN]	破断時の応力 [N/mm ²]	
			曲げ応力	せん断応力
400～510	8	450～574	390～497	53～67
	7	393～501	390～497	53～67
	6	337～429	390～497	53～67

③ 前記①及び②の結果を比較すれば、スタンド基部溶接部のすみ肉溶接の方が、ダブリングプレート周縁溶接部のすみ肉溶接よりも低い荷重で破断する可能性が高く、スタンド基部溶接部から先に破断する事象が実際に起こりやすい破断状況であることを示唆している。

(2) ブラケットを考慮した場合の破断荷重の算定

① 船首方向にブラケットを設置し、ダブリングプレート周縁溶接部のすみ肉溶接から破断する場合の結果が表 2.9-3 である。最大応力が発生する位置を船首方向から反時計回りに測った角度 ϕ で示した。最大応力が生ずるのは、船首方向から反時計回りに $77.9^\circ \sim 80.0^\circ$ の位置であり、船首方向のブラケットが曲げモーメントに対して有効に働かなかつたことが分かる。

表 2.9-3 ダブリングプレート周縁溶接部の破断荷重（ブラケット有り）

引張強さ [N/mm ²]	ダブリング プレート周 縁溶接部の 溶接脚長 [mm]	ブラケット 溶接部の 溶接脚長 [mm]	最大応力 発生位置 ϕ [deg]	破断時 の 索張力 [kN]	破断時の応力 [N/mm ²]	
					曲げ 応力	せん断 応力
400	8	9	78.9	502	392	46
		8	78.4	499	392	47
		7	77.9	496	391	48
	7	9	79.4	441	392	45
		8	78.9	439	392	46
		7	78.4	436	392	47
	6	9	80.0	380	393	44
		8	79.5	378	392	45
		7	79.0	376	392	46

② 表 2.9-3 の結果から、ダブリングプレート周縁溶接部のすみ肉溶接から破断するときの索張力は、ダブリングプレート周縁溶接部及びブラケット溶接部の溶接脚長がいずれも基準値の場合で 439 kN であると算定され、この時のダブリングプレート周縁溶接部の応力変化を図 2.9-2 で示した。

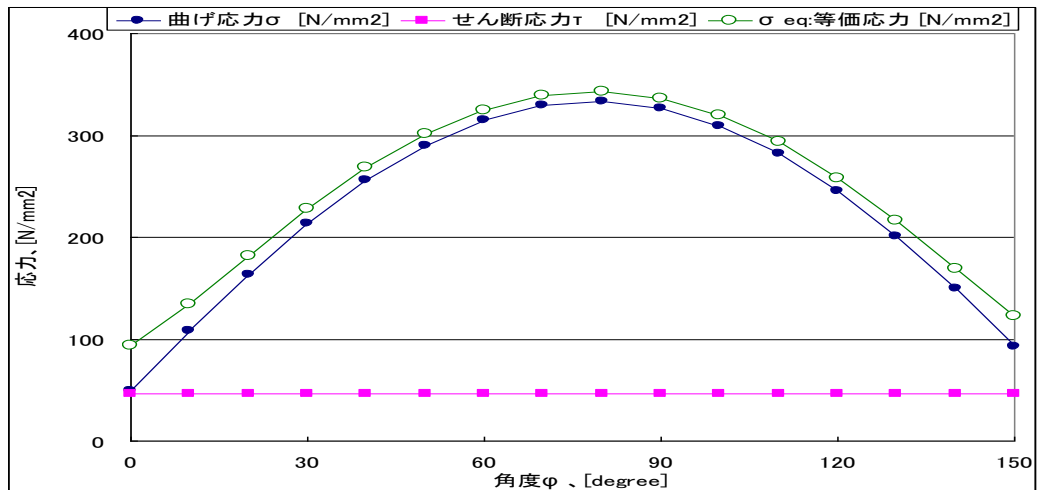


図 2.9-2 ダブリングプレート周縁溶接部の応力変化

(3) ダブリングプレート周縁溶接部以外の箇所における破断の可能性

ダブリングプレート周縁溶接部以外に破断する可能性がある部分の強度を検討する。図 2.9-3 に示す N_1-N_2 断面（ブラケット上端の溶接部を含む）及び N_3-N_4 断面が考えられ、前記(2)②の推測が有意であるためには、これらの断面が前記(2)②に示す索張力により、破断しないことを確認する必要がある。

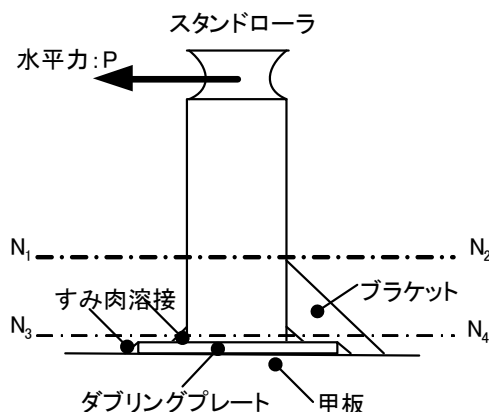


図 2.9-3 ダブリングプレート周縁溶接部以外の破断面の候補

前記(2)②で得られた索張力を想定し、 N_1-N_2 断面及び N_3-N_4 断面の応力変化を求めたところ、次の結果を得た。

- ① N_1-N_2 断面における最も大きな等価応力は、 N_3-N_4 断面が破断しないものと仮定すれば、索張力が439kNに達した時点で約611N/mm²に達すると推測され、スタンド部の引張強さ410N/mm²を超え、ダブリングプレート周縁溶接部よりも先に N_1-N_2 断面からの破断が起こる結果となった。
- ② N_3-N_4 断面（スタンド基部溶接部の溶接脚長は7mm）における最も大きな等価応力は、 N_1-N_2 断面が破断しないものと仮定すれば、索張力が439kNに達した時点で約823N/mm²に達すると推測され、索張力が439kNに達するより前に N_3-N_4 断面からの破断が起こる結果となった。

(4) 計算結果からの考察

- ① 前記(3)の結果は、前記(1)で示した点と基本的に同じ状況を示しており、スタンド部とダブリングプレートが一体化した状態で甲板から外れた本事故の状況とは、最弱部位が異なる。
- ② この推測結果と実際の破断状況の違いから、本件スタンドローラが外れたのは、前提条件として仮定したすみ肉溶接の延性破壊ではないものと考えられ、また、ダブリングプレートや甲板に永久変形（塑性変形）が乏しい事実も延性破壊ではないことを補強している。

2.9.3 ぜい性破壊（低応力破壊）を仮定した破断荷重等の算定

すみ肉溶接のルート部から亀裂がスタートし、のど断面に沿ってぜい性破壊^{*30}が発生して伝播したと仮想した場合、破断が起こる条件は、次の式で表現される。

$$\text{応力拡大係数}^{*31} \geq \text{破壊靱性値}^{*32} \quad [\text{N/mm}^{1.5}]$$

(1) 応力拡大係数の算定

- ① 応力拡大係数は、既存の公式集^{*33}から算定することとし、図2.9-4で模式的に示すようにすみ肉溶接ルート部を亀裂とみなして既存の亀裂モデルに置換し、スタンド基部溶接部及びダブリングプレート周縁溶接部の溶接脚長7mmにおいて、索張力167kN（本件ラインの破断荷重）当たりのすみ肉溶接ルート部の応力拡大係数を算定した結果は、表2.9-4

*30 「ぜい性破壊」とは、固体材料に力を加えたとき、変形がほとんど生じず、割れが広がって破壊に至ることをいう。

*31 「応力拡大係数」とは、亀裂先端近傍の応力分布こう配の激しさ（応力状態）を表す値をいい、ぜい性破壊判定の基準として使用される。

*32 「破壊靱性値」とは、材料に切り欠きがある場合の材料強度を表す指標をいう。

*33 「公式集」とは、Hiroshi Tada: The Stress Analysis of Cracks Handbook 2nd.edition, Paris Productions Inc. St. Louis, Missouri, 1985をいう。

のとおりである。

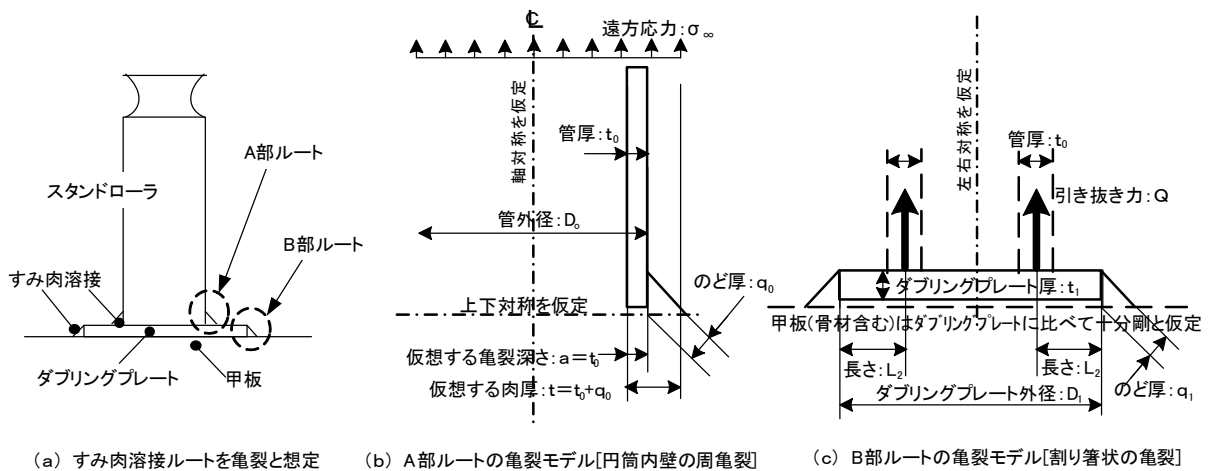


図 2.9-4 すみ肉溶接ルート部の亀裂モデル

表 2.9-4 応力拡大係数の比較

	応力拡大係数 $[N/mm^{1.5}]$
スタンド基部溶接部	1, 3 1 8
ダブリングプレート周縁溶接部	3, 8 1 7

② この結果から、同じ索張力 (167 kN) に対し、ダブリングプレート周縁溶接部のすみ肉溶接ルート部の方が大きな応力拡大係数を示しており、急速破断が起こる位置がダブリングプレート周縁溶接部のすみ肉溶接ルート部であり、発生した破断状況に合致する。

(2) 破壊靱性値の算定

① 破壊靱性値は、シャルピー衝撃値^{*34}との実績相関を経験式化した式を用いて算定する。シャルピー衝撃値については、旧社団法人日本造船研究協会の報告書に記載される衝撃値データとシャルピー遷移特性に関するマスターカーブの考え方をを用いた。

これらから、すみ肉溶接部の温度とシャルピー衝撃値の関係は、図 2.9-5 中の実線となり、縦軸にシャルピー衝撃値、横軸の枠内に温度 $[^{\circ}C]$ とし、横軸の原点を $15^{\circ}C$ としている。

*34 「シャルピー衝撃値」とは、切り欠きをつけた試験片をハンマーで破壊し、破壊に要したエネルギーを試験片の断面積で割った値をいい、靱性 (ねばり強さ) を表わすのに用いられる値であり、数字が大きいかほど靱性が高い。

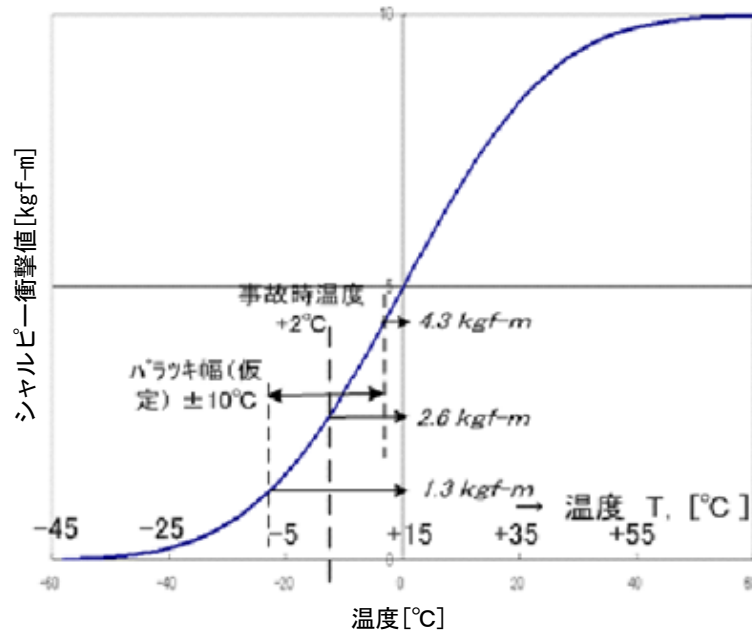


図 2.9-5 すみ肉溶接部の温度とシャルピー衝撃値の関係

② 図 2.9-5 から、本事故時の温度条件（約 2℃）におけるシャルピー衝撃値が、25.5 N-m（2.6 kgf-m）と推測され、バラツキ幅を ±10℃ と仮定すれば、12.7～42.1 N-m（1.3～4.3 kgf-m）と推測された。

このシャルピー衝撃値から破壊靱性値が推測され、前記(1)①の応力拡大係数との照合により、ぜい性破壊が生ずる索張力が算定できる。算定結果をまとめて表 2.9-5 に示すが、破断発生時の索張力は約 106 kN と推測された。

表 2.9-5 ダブリングプレート周縁溶接部の破壊靱性値及びぜい性破壊が生ずる索張力

シャルピー衝撃値 [N-m]	破壊靱性値 [N/mm ^{1.5}]	索張力 [kN]
2℃の時	25.5	106
バラツキ幅の上限	42.1	155
バラツキ幅の下限	12.7	63

2.9.4 まとめ

本件スタンドローラが外れたのは、ダブリングプレート周縁溶接部のすみ肉溶接ルート部から生じたぜい性破壊（低応力破壊）の可能性が高い。その要因としては、溶接脚長の不足、すみ肉溶接の施工条件（溶材選定、電流電圧などの条件選択ミス）

などが考えられ、また、事故時の温度条件（約2℃）についても、破壊発生を助長したものと考えられる。

また、ブラケットの設計施工が適正になされていれば、すみ肉溶接部への負担は軽減されたものと考えられる。

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、2.2及び2.3(1)から、次のとおりであった。

- (1) 本船は、二航士、甲板長、甲板手B及び甲板員Aが船首配置に就き、本件船長が甲板手Aと共に操舵室で操船に当たり、1月11日05時27分ごろ揚錨して千葉港の本件バースに向けて航行を始め、06時15分ごろ本件バース付近に至ったものと考えられる。
- (2) 本船は、係船索を送るため、本件バースに対して直角状態で接近し、06時52分ごろ、係留船に接近したため、後進をかけて岸壁から離れ、その際に前部スプリングを岸壁に送ったものと考えられる。
- (3) 本船は、続いて本件ラインを岸壁に送るため、甲板手Aが操舵室から船首楼甲板に赴き、また、前進して船首を岸壁に接近させ、07時01分ごろ本件ラインを岸壁に送ったのち、後進して岸壁から離れたものと考えられる。
- (4) 本船の船首楼甲板では、本件ラインが岸壁のビットに係止されたのち、甲板手Bが本件ラインを本件スタンドローラに掛け、二航士を除き、甲板長及び甲板手Bが同甲板の船尾側へ移動し、甲板手Aが操舵室へ向かい、甲板員Aが同甲板の右舷側船尾方向へ移動していたものと考えられる。
- (5) 本件船長は、07時05分ごろ、岸壁と離れていた船尾を岸壁に接近させるため、約5秒間、機関を極微速力後進としたものと考えられる。本船は、07時05分31秒～42秒ごろの間、約275°～297°の対地針路及び約0.8～1.0knの対地速力であったものと推定される。
- (6) 本船は、07時06分～07分ごろの間、約252°～264°の対地針路及び約0.8～1.0knの対地速力で後進し、07時07分42秒ごろ本件ラインに張力が掛かったのち、07時08分～09分ごろの間、約035°～057°の対地針路及び約0.9～1.2knの対地速力で前進し、船尾が岸壁に接近したものと推定される。
- (7) 本件スタンドローラは、甲板から外れ、上方に約1～2m飛び上がって船

首楼甲板右舷側に落ちたのち、すぐに跳ね上がって同甲板右舷側ブルワークに当たって海中に落下したものと考えられる。

- (8) 船首配置の乗組員は、船首楼甲板の右舷側ブルワーク沿いに倒れている甲板員Aに気付いたものと考えられる。
- (9) 甲板員Aは、救急隊によって医療機関に搬送されたが、09時10分ごろ死亡が確認されたものと考えられる。

3.1.2 事故発生日時及び場所

- (1) 2.1.2(4)及び3.1.1から、07時07分42秒に本件ラインが張り、07時08分42秒に船尾が岸壁に接近していることから、本事故の発生日時は、平成24年1月11日07時08分ごろであったものと考えられる。
- (2) 2.1及び3.1.1から、本事故の発生場所は、千葉港葛南市川灯台から095°2.6M付近であったものと考えられる。

3.1.3 本事故発生前後の状況

- (1) 本船の姿勢
 - 2.1.1、2.1.2、2.5.1、2.5.5及び3.1.1から、次のとおりであったものと考えられる。
 - ① 本船は、本件ラインを岸壁に送ったのち、本件バースの着岸予定の岸壁から船首を約30～40m隔て、北東に向首した姿勢で機関を約5秒間、極微速力後進とした。
 - ② 本船は、西南西方へ約40～50m後進したのち、船首が岸壁から離れるようにして右転しながら、北東方へ約70m前進し、船尾が岸壁に接近した。
- (2) 本件ライン
 - 2.1.3、2.5.3、2.5.4及び2.7.4(3)から、次のとおりであった。
 - ① 本件ラインは、本件ホーサドラムから船首楼甲板上に繰り出しており、本件ホーサドラムのブレーキを緩めてクラッチを嵌合していたものと考えられる。
 - ② 本件ラインは、本件ホーサドラムから本件スタンドローラを経由し、船首右舷側のフェアリーダから船外に送られ、本件バースの岸壁のビットに係止されていたものと考えられる。
 - ③ 本件ラインは、本事故発生時、破断していなかった。
- (3) 甲板員A
 - 2.1.3及び3.1.1から、次のとおりであったものと考えられる。

- ① 甲板員Aは、本件ラインが本件スタンドローラに掛けられたのち、本件スタンドローラ付近から船首楼甲板の右舷側船尾の方向へ移動していたが、本事故発生時の所在を目撃した者はいなかった。
- ② 甲板員Aは、本事故発生後、船首楼甲板の右舷側ブルワーク沿いに倒れており、本件スタンドローラが甲板から外れた際、右舷側ブルワーク付近又は本件ホーサドラムと船首右舷側フェアリーダを結ぶ線と本件ラインとの間にいた。

3.1.4 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) 本件スタンドローラは、ダブリングプレート周縁溶接部及びブラケット溶接部が破断しており、ブラケットの先端に一部塑性変形が生じていたが、本件スタンドローラ及びダブリングプレートには塑性変形が生じていなかった。
- (2) 本件スタンドローラの溶接痕周辺には、甲板の盛り上がりや凹み等の塑性変形が生じていなかった。

3.1.5 死傷者の状況

2.1.4、2.2、3.1.1及び3.1.3から、次のとおりであった。

- (1) 甲板員Aは、船首楼甲板の右舷側ブルワークに沿い、頭を船尾側にし、身体を左舷側に向けて倒れており、担架によって救急車へ搬送中に心肺停止状態となったものと考えられる。また、死因は、両側外傷性血気胸及び骨盤骨折による出血性ショック死であった。
- (2) 甲板員Aは、本件スタンドローラが甲板から外れたことから、本件スタンドローラ又は本件ラインが当たったものと考えられる。

3.2 事故要因の解析

3.2.1 乗組員の状況

2.4から、次のとおりであった。

- (1) 本件船長は、適法で有効な暫定締約国資格受有者承認証を有していた。また、本件船長は、船長として約5年間の経験があり、千葉港葛南区へ何回か寄港したことがあったものと考えられる。
- (2) 甲板員Aは、主に司厨部乗組員としての乗船経験を有しており、本船では司厨員を兼任し、入出港の際、船首作業に配置されていたものと考えられる。また、本事故当時、体調は良好であった可能性があると考えられる。

3.2.2 船舶の状況

2.3(1)、2.5.2、2.5.4～2.5.6、2.6.1 及び 2.6.3 から、次のとおりであった。

- (1) 本船は、1991年に日本で建造されたのち、2008年4月～10月に船体長さの延長、船尾部の甲板の増築、船首楼甲板の新設等の改造工事が施工され、2009年に本件船級協会により、改造に係る検査及び承認が行われたものと考えられる。
- (2) 本船は、本事故当時、消火設備、係留設備、風雨密性等に関する不備が生じていたものと考えられる。
- (3) 本件スタンドローラは、円盤状のダブリングプレートの上に設置され、船首方向にブラケットを1枚施工しており、SWLが表示されていなかった。また、ダブリングプレートは、周縁部分のみが甲板上に溶接されており、板厚は約10mmであった。
- (4) 本船の艀装数から求められる係船索の最小破断荷重は132kNであり、本件ラインの破断荷重は167kNであったものと考えられる。

3.2.3 気象及び海象の状況

2.1.2 及び 2.8 から、本事故当時の天気は曇り、北～北北東の風、風力3であり、海面は平穏であったものと考えられる。また、気温は約2℃であったものと考えられる。

3.2.4 本件スタンドローラの設置に関する解析

- (1) 本件スタンドローラに適用される要件等

2.6.2 及び 2.6.3 から、次のとおりであったものと考えられる。

- ① 本件船級協会は、本船の係留設備の要件について、2008年を建造年として IACS の統一規則を適用しており、本船の係留設備には、想定する最大使用荷重又は艀装数に応じて定められる係船索の切断荷重の1.25倍の設計荷重が求められていた。
- ② 承認済スタンドローラは、船首楼甲板の左舷及び右舷の中央付近に設置され、設計荷重が202kN、SWLが162kNであった。同スタンドローラには、円盤状のダブリングプレート及び船首方向にブラケットが1枚取り付けられ、主に前部スプリングに使用されることを想定しており、設計荷重202kNは、船尾方向に作用する力に対する強度であった。

- (2) 本件スタンドローラの設置

2.6.1(3) 及び 2.6.3(4) から、次のとおりであった。

- ① A社は、2011年に承認済スタンドローラのうちの1つを船首楼甲板

の中央付近に移設し、本件スタンドローラとしたものと考えられる。また、A社は移設に際し、本件船級協会に通知しておらず、本件スタンドローラは、本件船級協会による検査及び承認を受けていなかったものと考えられる。

② A社が承認済スタンドローラを移設して本件スタンドローラとした経緯、取付施工者及び施工状況については、明らかにすることができなかった。

③ A社は、規模の小さい工事については、経費を節減するために造船所や修理施工会社に施工させていなかったものと考えられる。

(3) 2.6.4(1)並びに前記(1)及び(2)から、次のとおりであった可能性があると考えられる。

① 本件スタンドローラは、本件船級協会の検査及び承認を受けていなかったことから、強度の確認が行われず、また、適切な設計及び施工が行われていなかった。

② 本件スタンドローラは、本件船級協会が適用した規則で求められた要件を満たしていなかった。

3.2.5 ブラケットの有効性

2.9.2、3.2.2(3)及び3.2.4(1)から、次のとおりであった。

(1) 本件スタンドローラは、係船索の引張方向に作用する荷重の合力を考慮せず、承認済スタンドローラと同様に船首方向にブラケットを施工した状態で移設された可能性があると考えられる。

(2) 本件スタンドローラの船首方向に施工されたブラケットは、本事故当時に生じた曲げモーメントに対して有効に働いていなかったものと考えられる。

3.2.6 本件スタンドローラの強度及び破断に関する解析

(1) 2.9.2及び3.2.2(4)から、延性破壊を仮定した場合、スタンド基部溶接部とダブリングプレート周縁溶接部の破断荷重を比較すれば、スタンド基部溶接部から先に破断するものと考えられる。また、本件ラインの破断荷重である167kNの索張力では、いずれの溶接部も破断しないものと考えられる。

(2) 2.9.3及び3.2.2(4)から、脆性破壊を仮定した場合、ダブリングプレート周縁溶接部の方が、スタンド基部溶接部よりも大きな応力拡大係数を示し、ダブリングプレート周縁溶接部から先に破断するものと考えられる。また、本件ラインの破断荷重である167kN以下の索張力で破断するものと考えられる。

(3) 2.6.4(1)、3.1.3(2)及び3.1.4から、本件ラインは、本事故発生時、破断

しておらず、また、本件スタンドローラ、ダブリングプレート及び本件スタンドローラの溶接痕周辺に塑性変形が生じていなかったものと考えられる。なお、適切に施工された係留設備に許容強度を超える荷重が掛かった場合、通常、係留設備と甲板の溶接箇所が破断するのではなく、溶接箇所が付いた状態で甲板が盛り上がる又は曲損するなどの現象が生じるものと考えられる。

(4) 2.6.4、2.9.4及び3.2.5から、次のとおりであった。

- ① 本件スタンドローラは、係船索の引張方向に作用する荷重の合力を考慮せずに移設された可能性があると考えられ、ブラケットが本事故当時に生じた曲げモーメントに対して有効に働いていなかったものと考えられる。
- ② ブラケットが適切な位置に施工されていれば、ダブリングプレート周縁溶接部への負担が軽減されたものと考えられる。

(5) 2.9.4、3.2.4(3)及び前記(1)～(4)から、次のとおりであった。

- ① 本件スタンドローラは、ダブリングプレート周縁溶接部にぜい性破壊が生じ、本件ラインの破断荷重以下の荷重でダブリングプレート周縁溶接部が破断したことから、甲板から外れたものと考えられる。
- ② ダブリングプレート周縁溶接部のぜい性破壊は、溶接脚長、すみ肉溶接の施工条件等について、適切な施工が行われていなかったことから、発生した可能性があると考えられ、また、本事故発生時の温度条件についても、ぜい性破壊の発生を助長したものと考えられる。

3.2.7 A社の安全管理

2.5.6、2.6.1(3)②、3.2.4(2)及び3.2.5(1)から、次のとおりであった。

(1) A社は、次のことから、船舶管理が適切でなかったものと考えられる。

- ① A社は、承認済スタンドローラを移設し、本件スタンドローラとするに当たり、本件船級協会に通知せず、本件船級協会による検査及び承認を受けていなかったものと考えられること。
- ② A社は、本件スタンドローラの移設に関する経緯、取付施工者及び施工状況についての記録を残していなかったものと考えられること。
- ③ 本件スタンドローラは、係船索の引張方向に作用する荷重の合力を考慮せずに移設された可能性があると考えられること。
- ④ 本船は、本事故当時、消火設備、係留設備、条約証書、風雨密性、ISMコードなどに関する不備が生じていたものと考えられること。

(2) A社が承認済スタンドローラを移設して本件スタンドローラとした際、本件船級協会の検査及び承認を受け、適正な強度が確保されていれば、本事故の発生を防止できた可能性があると考えられる。したがって、A社が、本件

スタンドローラについて、本件船級協会による検査及び承認を受けておらず、船舶管理を適切に行っていなかったことは、本事故の発生に関与した可能性があると考えられる。

3.2.8 操舵室と船首配置との連絡状況

2.1.3、2.7.2、2.7.4、3.1.1及び3.1.3から、次のとおりであった。

- (1) 本件船長は、本件ラインを岸壁に送ったのち、岸壁と離れていた船尾を岸壁に接近させるために機関を極微速力後進とする際、短時間しか機関を使用しないので、船首配置の者に機関を使用することを連絡しなかったものと考えられる。
- (2) 本件船長が機関を極微速力後進としたとき、船首側の係船索が岸壁に係止されており、機関の使用によって係船索に張力が掛かり、不測の事態が生じる虞があることから、機関を使用することを船首配置の者へ連絡していれば、甲板長及び甲板手Bが船首楼甲板の船尾側へ移動していたので、甲板員Aが同様な位置へ移動するように促され、本事故の発生を防止できた可能性があると考えられる。

3.2.9 事故発生に関する解析

3.1.1、3.1.3～3.1.5、3.2.2及び3.2.4～3.2.7から、次のとおりであった。

- (1) 本船は、千葉港の本件バースに着岸作業中、前部スプリングに続いて本件ラインを岸壁に送り、本件ラインが岸壁のビットに係止されたのち、船首楼甲板において、甲板手Bが本件ラインを本件スタンドローラに掛け、二航士を除き、甲板長及び甲板手Bが、同甲板の船尾側へ移動し、甲板手Aが操舵室へ向かい、甲板員Aが同甲板の右舷側船尾方向へ移動していたものと考えられる。
- (2) 本船は、本件船長が岸壁と離れていた船尾を岸壁に接近させようとし、約5秒間、機関を極微速力後進にかけ、約0.8～1.0knの対地速力で後進して本件ラインに張力が掛かった際、本件スタンドローラが甲板から外れたものと考えられる。
- (3) 甲板員Aは、本件スタンドローラが甲板から外れたことから、本件スタンドローラ又は本件ラインが当たり、両側外傷性血気胸及び骨盤骨折による出血性ショック死に至ったものと考えられる。
- (4) 本件スタンドローラは、ダブリングプレート周縁溶接部にぜい性破壊が生じ、本件ラインの破断荷重以下の荷重でダブリングプレート周縁溶接部が破断したことから、甲板から外れたものと考えられる。

- (5) ダブリングプレート周縁溶接部のぜい性破壊は、溶接脚長、すみ肉溶接の施工条件等について、適切な施工が行われていなかったことから、発生した可能性があると考えられる。
- (6) A社が、本件スタンドローラについて、本件船級協会による検査及び承認を受けておらず、船舶管理を適切に行っていなかったことは、本事故の発生に関与した可能性があると考えられる。

4 結 論

4.1 原因

本事故は、本船が千葉港の本件バースに着岸作業中、本件船長が船尾を岸壁に接近させようとして機関を後進にかけ、岸壁に係止した本件ラインに張力が掛かった際、本件ラインを掛けた本件スタンドローラが甲板から外れたため、甲板員Aに本件スタンドローラ又は本件ラインが当たったことにより発生したものと考えられる。

本件スタンドローラが甲板から外れたのは、ダブリングプレート周縁溶接部にぜい性破壊が生じ、本件ラインの破断荷重以下の荷重でダブリングプレート周縁溶接部が破断したことによるものと考えられる。

A社が、本件スタンドローラについて、本件船級協会による検査及び承認を受けておらず、船舶管理を適切に行っていなかったことは、本事故の発生に関与した可能性があると考えられる。

4.2 その他判明した安全に関する事項

本件船長は、本件ラインを岸壁に送ったのち、岸壁と離れていた船尾を岸壁に接近させようとして機関を極微速力後進とする際、短時間しか機関を使用しないので、船首配置の者に機関を使用することを連絡しなかったものと考えられるが、船首側の係船索が岸壁に係止されており、機関の使用によって係船索に張力が掛かり、不測の事態が生じる虞があることから、機関を使用することを船首配置の者へ連絡していれば、甲板長及び甲板手Bが船首楼甲板の船尾側へ移動していたので、甲板員Aが同様な位置へ移動するように促され、本事故の発生を防止できた可能性があると考えられる。

5 再発防止策

本事故は、本船が千葉港の本件バースに着岸作業中、本件船長が船尾を岸壁に接近

させようとして機関を後進にかけ、岸壁に係止した本件ラインに張力が掛かった際、本件ラインを掛けた本件スタンドローラが甲板から外れたため、甲板員Aに本件スタンドローラ又は本件ラインが当たったことにより発生したものと考えられる。

本件スタンドローラが甲板から外れたのは、ダブリングプレート周縁溶接部にぜい性破壊が生じ、本件ラインの破断荷重以下の荷重でダブリングプレート周縁溶接部が破断したことによるものと考えられる。

A社が、本件スタンドローラについて、本件船級協会による検査及び承認を受けておらず、船舶管理を適切に行っていなかったことは、本事故の発生に関与した可能性があると考えられる。

本件船長は、本件ラインを岸壁に送ったのち、岸壁と離れていた船尾を岸壁に接近させようとして機関を極微速力後進とする際、短時間しか機関を使用しないので、船首配置の者に機関を使用することを連絡しなかったものと考えられるが、船首側の係船索が岸壁に係止されており、機関の使用によって係船索に張力が掛かり、不測の事態が生じる虞があることから、機関を使用することを船首配置の者へ連絡していれば、甲板長及び甲板手Bが船首楼甲板の船尾側へ移動していたので、甲板員Aが同様な位置へ移動するように促され、本事故の発生を防止できた可能性があると考えられる。

したがって、同種事故の再発防止のため、船舶所有者、船舶管理会社及び船舶の運航に従事する者は、以下の措置を講じることが必要なものと考えられる。

- (1) 船舶所有者及び船舶管理会社は、係留設備などの荷重の掛かる設備の取付けを行う場合、適用される規則に基づき、適切な設計及び施工を行い、補強工事を含め適正な強度を確保するとともに、船級協会等の検査機関の検査を受けること。
- (2) 船舶の運航に従事する者は、着岸作業を行う場合、各部署間で連携した作業が行えるよう、機関を使用することを含め、操船者と船首尾配置の者との間で緊密な連絡を行うこと。

付図1 A I S記録による航跡

