

船舶事故調査報告書

船種船名 旅客船 フェニックス

船舶番号 140031

総トン数 124トン

事故種類 火災

発生日時 平成24年10月10日 17時10分ごろ

発生場所 三重県津市津松阪港北東方沖

津港岩田川南防波堤灯台から真方位043° 5.7海里付近

(概位 北緯34° 46.6′ 東経136° 36.4′)

平成27年1月22日

運輸安全委員会（海事部会）議決

委員長 後藤昇弘

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>

旅客船フェニックスは、船長及び機関長ほか1人が乗り組み、旅客18人を乗せ、三重県津市津松阪港北東方沖を航行中、平成24年10月10日（水）17時10分ごろ左舷機関室内で火災が発生した。

フェニックスは、乗組員による消火作業等で鎮火し、左舷主機等に焼損を生じたが、死傷者はいなかった。

<原因>

本事故は、フェニックスが、津松阪港北東方沖を航行中、左舷主機の燃料2次フィルタのエア抜きボルトがエア抜きボルトのねじ受け接続管から抜け落ちたため、主機

直結燃料供給ポンプにより加圧された燃料油が噴出して機関室天井に衝突した後、静電気を帯びた油滴や噴霧粒子となって下方にある主機駆動発電機等に降り掛かり、静電気放電によって引火したことにより発生した可能性があると考えられる。

エア抜きボルトがエア抜きボルトのねじ受け接続管から抜け落ちたのは、乗組員が燃料2次フィルタの交換整備を行い、復旧した際に生じた燃料2次フィルタのエア抜きボルトの締付け力の不足及び航海速力付近の主機等の振動による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

旅客船フェニックスは、船長及び機関長ほか1人が乗り組み、旅客18人を乗せ、三重県津市津松阪港北東方沖を航行中、平成24年10月10日（水）17時10分ごろ左舷機関室内で火災が発生した。

フェニックスは、乗組員による消火作業等で鎮火し、左舷主機等に焼損を生じたが、死傷者はいなかった。

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10月11日、本事故の調査を担当する主管調査官ほか1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10月11日、12日 現場調査及び口述聴取

平成24年11月6日 口述聴取

平成24年12月3日、4日 現場調査

平成25年4月10日、平成26年7月4日 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 事故の経過等

2.1.1 本事故が発生するまでの経過

フェニックス（以下「本船」という。）の船長及び機関長の口述によれば、次のとおりであった。

本船は、三重県津市津松阪港津港区の津なぎさまち旅客船ターミナル（以下「津港ターミナル」という。）と愛知県常滑市の中部国際空港旅客船ターミナル（以下「空港ターミナル」という。）を約45分で結ぶ、1日13往復の旅客定期航路に就航する高速船3隻のうちの1隻であり、平成24年10月10日は、午前と午後それぞれ3往復の運航が予定されていた。

機関長は、10日午前の運航を終え、係留中の本船において、12時30分ごろから500時間ごと（おおむね1か月ごと）に定期交換を行っている両舷主機の主機直結燃料供給ポンプ（以下「燃料供給ポンプ」という。）に接続されている燃料2次フィルタ（以下「燃料フィルタ」という。）を新品に交換し、15時30分ごろ燃料フィルタのエア抜きボルト（以下「エア抜きボルト」という。）を緩め、燃料油を通してエア抜き管からエア抜き作業を行った。

機関長は、緩めたエア抜きボルトを手で締め、いつものとおりにスパナで増し締めした後、両舷主機を回転数毎分（rpm）約1,000として試運転を行い、エア抜きボルト周辺に燃料油漏れ等がないことを確認した。

船長、機関長及び甲板員は、16時30分ごろから出港準備及び各種の点検を行い、16時40分ごろ両舷主機を始動して出港に備え、17時00分ごろ旅客18人を乗せ、船長が操舵室内の中央座席で操船に、機関長が右舷側座席で機関監視に、甲板員が左舷側座席で見張りにそれぞれ当たり、本船は、津港ターミナルの浮き桟橋を離れ、空港ターミナルに向かった。

船長は、両舷主機を約1,000rpmとし、約10ノット（kn）の速力（対地速力、以下同じ。）で防波堤出口まで航行し、17時02分ごろ、両舷主機を航海速力（約28kn）の約1,600rpmとした後、船首を北東に向けた。

本船は、17時10分ごろ、津港岩田川南防波堤灯台から043°（真方位、以下同じ。）5.7海里（M）付近を航行中、船長が船体の左舷後方に衝撃を感じ、左舷主機の回転数が低下するとともに、機関警報が発生したため、両舷主機の遠隔操縦レバーを中立位置としたところ、右舷主機はアイドリング運転を続けたが、左舷主機は停止した。

船長は、操舵室左舷の扉を開けて船尾方を見たところ、白煙が立ち昇るのが見えたので、客室及び機関室内を同時に監視できるカラーモニターテレビ（以下「監視用モニター」という。）により左舷機関室内の映像を拡大すると、白煙が立ち込めた中にぼんやりとした赤い炎のようなものを認め、火災が発生したと思った。

船長は、直ちに主機遠隔操縦盤上の各舷主機の非常停止ボタンを押すとともに、機関長及び甲板員に指示し、両舷機関室の給排気ファンの遠隔停止及び客室内の遠隔操作レバーによる燃料緊急遮断弁の閉鎖を実施させた。

本事故の発生日時は、平成24年10月10日17時10分ごろで、発生場所は、津港岩田川南防波堤灯台から043° 5.7M付近であった。

（付図1 事故発生経過概略図 参照）

2.1.2 旅客の避難誘導状況

船長及び機関長の口述によれば、次のとおりであった。

船長は、操舵室の後方にある2階客室（以下「特別室」という。）を通り、螺旋階段を下って1階客室（以下「客室」という。）に入ったところ、^{らせん}‘客室後方の床にある機関室に通じる出入口蓋’（以下「出入口蓋」という。）が、左舷側は船首側に1 m程蓋枠から外れ、右舷側は蓋枠からずれた位置にあり、機関室から煙が客室内に流れ込んでいる状況を確認した。

船長は、機関長及び甲板員と共に、客室の船首側に移動していた旅客18人全員を特別室に避難誘導した。

（写真2.1-1～写真2.1-4参照）



写真2.1-1 特別室（右舷前側）



写真2.1-2 螺旋階段（客室側）



写真2.1-3 客室（船首側）



写真2.1-4 出入口蓋

その後、機関長及び甲板員は、煙で気分を悪くした旅客のうち希望する8人を船首甲板に誘導することとし、特別室から操舵室を通り抜け、17時30分ごろ避難誘導を終えた。（写真2.1-5、写真2.1-6参照）



写真 2. 1 - 5 避難場所（船首部）



写真 2. 1 - 6 避難場所（船首甲板）

2. 1. 3 消火活動の状況

船長及び機関長の口述によれば、次のとおりであった。

船長は、操舵室に戻り、再度、監視用モニタで左舷機関室内を見たところ、炎が鮮明に映っているのが見え、火勢の状況から消火は可能と判断し、機関長及び甲板員に消火作業を行うよう指示した。

本船は、機関長及び甲板員が、客室の入口付近に備付けの持運び式粉末消火器 3 本（室内側 2 本、室外側 1 本）を使用して左舷機関室の 2 か所の出入口から、主機駆動発電機（以下「オルタネータ」という。）及び過給機エアフィルタ周辺に認められた火炎に向けて消火作業を行い、17時45分ごろ鎮火した。

2. 1. 4 旅客の救助状況

船長及び津エアポートライン株式会社（以下「A社」という。）運航管理者の口述によれば、次のとおりであった。

船長は、17時20分ごろ、本船に火災が発生した旨をA社へ報告し、A社は海上保安部へ通報した。

A社は、津港ターミナルに係船していた僚船を救助に向かわせた。

僚船は、18時00分ごろ本船の右舷側に左舷着けし、右舷船尾の舷門から旅客を1人ずつ移乗させ、18時20分から18時30分ごろにかけて旅客全員を収容し、18時45分ごろ津港ターミナルに到着した。（写真 2. 1 - 7 参照）

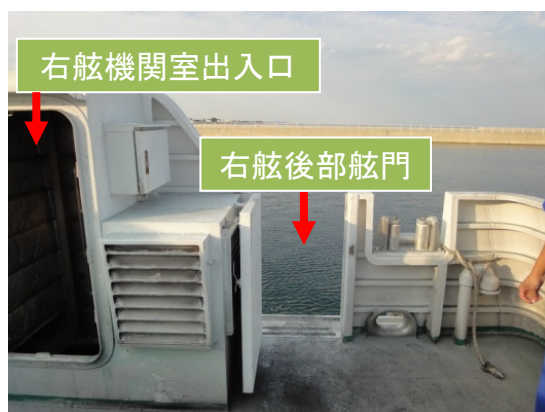


写真 2.1-7 右舷後部舷門

本船は、船長が僚船の離船を確認した後、右舷主機を 500rpm の極微速力前進とし、巡視艇に伴走されて 19 時 10 分ごろ津港ターミナルに戻った。

(付図 2 事故の経過等 参照)

2.2 人の負傷等に関する情報

船長及びA社運航管理者の口述によれば、死傷者はいなかった。

2.3 乗組員に関する情報

(1) 性別、年齢、海技免状

船長 男性 33歳

三級海技士（航海）

免 許 年 月 日 平成12年11月30日

免 状 交 付 年 月 日 平成22年5月17日

免 状 有 効 期 間 満 了 日 平成27年11月29日

機関長 男性 39歳

五級海技士（機関）

免 許 年 月 日 平成14年11月22日

免 状 交 付 年 月 日 平成19年6月15日

免 状 有 効 期 間 満 了 日 平成24年11月21日

(2) 主な乗船履歴等

船長の口述によれば、船長は、学校を卒業後、平成20年7月にA社に入り、3年間甲板員として乗船したのち、平成23年8月から本船の船長職に就き、勤務体制である3労2休^{*1}のうち、2日は船長、1日は甲板員として1年1か

^{*1} 「3労2休」とは、労働基準法に規定される変形労働時間制に類似するもので、基準労働期間内で、船員の一週間当たりの労働時間を平均40時間以内とする勤務形態（3日間の乗船、2日間の休日）をいう。

月乗り組んでいた。

機関長の口述によれば、機関長は、観光船会社に入社後、海技免状を取得し、平成23年2月にA社に入り、勤務体制である3労2休のうち、2日は機関長、1日は甲板員として1年3か月乗り組んでいた。

(3) 健康状態

船長及び機関長の口述によれば、共に健康状態は良好であった。

2.4 船舶等に関する情報

2.4.1 船舶の主要目

船舶番号	140031
船籍港	三重県津市
船舶所有者	三重県津市
運航者	A社
総トン数	124トン
L×B×D	31.45m×8.30m×2.65m
船質	軽合金
機関	ディーゼル機関2基
出力	1,320kW/基 合計2,640kW
推進器	固定ピッチプロペラ2個
進水年月	平成16年6月
用途	旅客船
最大搭載人員	旅客110人、船員4人計114人

(写真2.4-1参照)



写真2.4-1 本船

(付図3 一般配置図 参照)

2.4.2 旅客の乗船状況と喫水

船長の口述及び旅客名簿によれば、津港ターミナル出港時、旅客18人が乗船し、喫水は、船首約1.8m、船尾約1.7mであった。

2.4.3 船舶に関するその他の情報

(1) 操舵室

操舵室は、双胴船型船体の船橋甲板の船首側に配置され、前面の操作卓に向かって中央に船長用、右舷側に機関長用、左舷側に甲板員用の座席が設けられていた。操作卓には、船長用座席前に操舵装置が、船長用座席及び機関長用座席間の前面に主機遠隔操縦盤、諸元監視ディスプレイ、監視用モニター等が、船長用座席及び甲板員用座席間の前面に操舵室スイッチ盤、レーダー、綱取機操作盤等が、それぞれ設置されていた。(写真2.4-2、写真2.4-3参照)



写真2.4-2 操舵室（左舷）



写真2.4-3 操舵室（右舷）

(2) 特別室

特別室は、定員5人分のソファが各舷に備えられ、特別室前方にある壁中央の扉で操舵室と、後方の螺旋階段で客室とそれぞれ連絡していた。

(3) 客室の座席配置

客室は上甲板にあり、座席は、客室の左舷側には、舷側付近に2人掛けが11列、中央付近の左舷側前部に3人掛けが6列及び左舷側後部に2人掛けが3列あり、右舷側には、舷側付近に2人掛けが15列、中央付近の右舷側前部に3人掛けが6列及び右舷側後部に2人掛けが3列あり、合計100席設置されていた。

(付図4-1 座席配置図 参照)

(4) 機関室

① 機関室配置

機関室は、客室後方の上甲板下の左右各胴部にあり、各舷機関室には船尾側から主機、減速機が据付けられ、減速機にプロペラ軸及びプロペラが接続されており、排気管が減速機の上方を通り、船体中心側の外板の内面に沿って船尾外板に導かれ、船外に貫通していた。(写真2.4-4参照)

各舷機関室は、減速機の前中央寄り及び主機の後方舷側寄りの2か所

に出入口があり、それぞれに垂直梯子^{はしご}が備え付けられていた。また、各舷機関室には自然通風筒が設けられているほか、給排気ファンが2台ずつ装備されており、各舷機関室共、前方のものは給気ファン、後方のものは排気ファンとして使用されていた。

燃料油タンクは、各舷機関室の船首側に隔壁を挟んで設置されており、隔壁の機関室側に燃料緊急遮断弁が設けられていた。

また、左舷機関室の船首側に清水タンク、消防ポンプ及び蓄電池、船尾側に非常用発電機が、右舷機関室の船首側に主配電盤及び蓄電池、船尾側に常用発電機がそれぞれ設置されていた。

各舷機関室は、天井部が高さ約65cmの空所につながっており、内壁面には断熱材が施され、装備品の多くに不燃又は難燃材が使用されていた。

(写真2.4-5参照)



写真2.4-4 右舷機関室（減速機）



写真2.4-5 天井部空所

さらに、消防設備として、自動拡散型消火器（粉末消火剤質量5kg入り、公称作動温度95℃）が、左舷機関室に7本、右舷機関室に8本備え付けられていた。

(付図4-2 機関室配置図及び燃料油系統図 参照)

② オルタネータの構造

a オルタネータは、ホルダーアッシ（電源端子台）、ケーシング（軸受部及び固定子）、ロータ（回転子）、フロントカバー（軸受部）、冷却ファン、カップリング（動力伝達軸継手）等で構成されていた。

b オルタネータは、冷却ファンにより、ホルダーアッシの外表面に装着されている金属製通風カバー（以下「金属カバー」という。）から空気を吸引して内部冷却が行われる構造であった。

c ホルダーアッシの外表面には、正極側及び負極側の各出力電源端子（以下「正極端子」及び「負極端子」という。）並びに金属カバーのほか、直流正極出力予備端子、固定子巻線引出端子、スリップリング端

子、コンデンサ及び電源安定装置受け台が装着されていた。

d ホルダーアッシは絶縁材料で形成され、正極端子及び負極端子間の公称電圧は直流24V、出力電流の最大値は150Aであった。また、各端子間の空間距離は、正極端子及び負極端子と金属カバー間が最小で5mmあり、絶縁距離の日本工業規格（直流12Vを超え30V以下、定格通電電流65A超過の場合の空間距離：3mm）^{*2}に適合するものであった。

e コンデンサは、静電容量が2.2μFであり、電極板が正極端子及び直流正極出力予備端子とケーシング（対地）間に挿入（対地間電圧約12V）され、本体が円筒金具で覆われ、同金具の固定部が金属カバーにねじ止めされていた。（写真2.4-6参照）

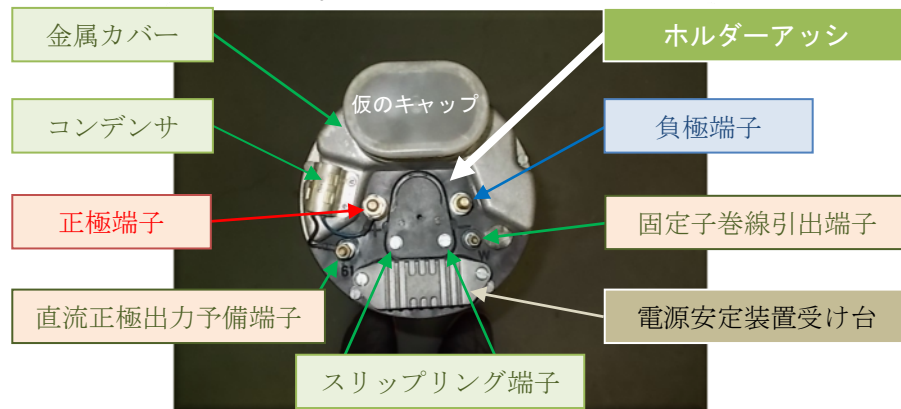


写真2.4-6 オルタネータ（新品）

(5) その他

船長、機関長及び主機販売整備業者（以下「B社」という。）担当者の口述によれば、次のとおりであった。

① 船舶の不具合又は故障情報

本事故時、船体、機関及び機器類に不具合又は故障はなかった。

② エア抜きボルト、燃料供給ポンプ等に関する情報

a 本船と同型式の主機関は、国内で100台以上の出荷実績があるが、A社の旅客定期航路事業に就航する高速船3隻及び予備船1隻を含め、エア抜きボルトが‘エア抜きボルトのねじ受け接続管’（以下「アダプタ」という。）から抜け落ちた事例はなかった。

（付図5 エア抜きボルト構造詳細図 参照）

b 機関整備作業のマニュアルには、エア抜きボルトの締付けに関する作業方法の具体的な記述はなかった。

^{*2} 文献：「制御機器の絶縁距離・絶縁抵抗及び耐電圧」（JIS C 0704-1995）

- c 燃料供給ポンプの最大吐出量（主機回転数約1,800rpm時）は約17.8ℓ/minであり、主機が約1,600rpmで運転時の燃料消費量は約4.0ℓ/minであった。
- d 燃料供給ポンプによりアダプタ部に供給される燃料油の圧力（主機回転数約1,600rpm）は0.6MPa以上であった。
- e エア抜き管から流れ出た燃料油は、エア抜き管出口に取り付けられたビニールホースを伝って主機台直下の船底部に流れ落ちるようになっていた。エア抜き作業時は、可搬型のポリ容器で受けるようにしていた。（写真2.4-7参照）

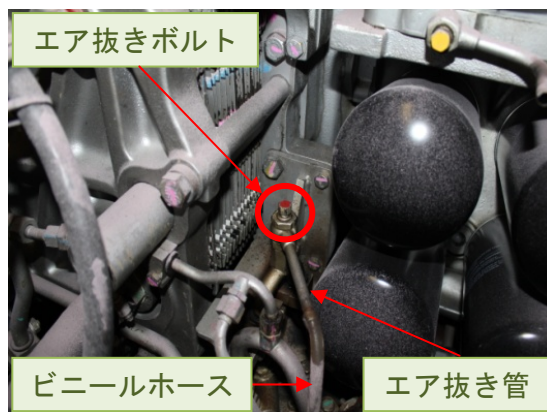


写真2.4-7 エア抜きボルト及びエア抜き管（右舷主機）

- f 本船が使用していた燃料油の引火点は、約64℃であった。また、本事故時の機関室内の温度は、約23℃であった。

2.5 船舶の損傷等に関する情報

2.5.1 鎮火後の機関室の状況

乗組員等の調査によれば、次のとおりであった。

- (1) 左舷主機のエア抜きボルトが、燃料フィルタの受け台上で発見された。
- (2) エア抜きボルト及びアダプタの各ねじ山には、亀裂、摩耗等の異常は認められなかった。
- (3) 左舷主機のオルタネータ及びその周辺部が、著しく焼損していた。（写真2.5-1、写真2.5-2参照）

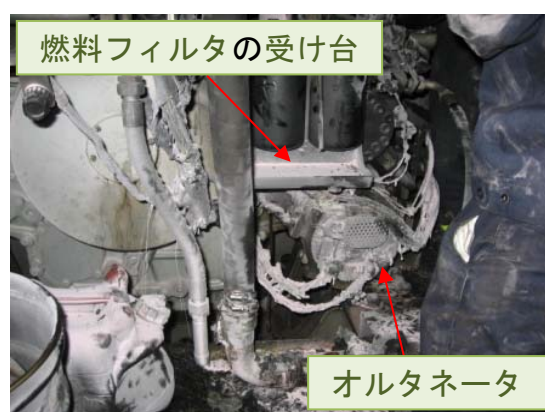
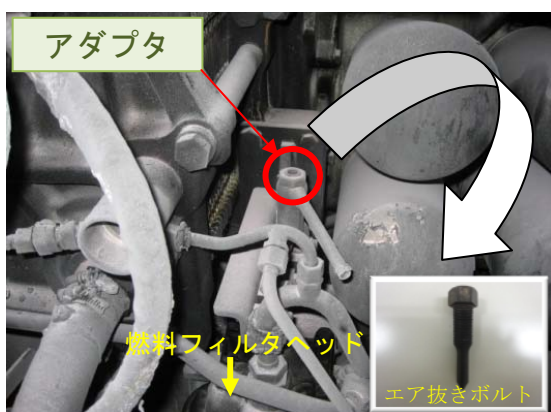


写真 2.5-1 左舷主機のアダプタ

写真 2.5-2 オルタネータ及び周辺部

- (4) 自動拡散型消火器は、左舷機関室の 7 本全て及び右舷機関室の 8 本のうち中央左舷側の 1 本が粉末消火剤を自動放出していた。
- (5) 消火の際及び鎮火後、燃料油が噴出しているような状況は認められなかった。
- (6) 旅客より、「バン」という爆発音と共に、右舷側の出入口蓋が 1 m ほど吹き上がるのを認める口述があった。

2.5.2 各舷機関室内、各舷主機等の焼損等の状況

本船は、左舷主機船尾側下部付設のオルタネータ及びその周辺部（主機制御監視装置（機側操作盤を含む）及び付属ケーブル、敷設電線被覆、主機陸揚げ用甲板ハッチカバー（以下「ハッチカバー」という。）及び断熱材の一部等）、左舷主機中央上部付設の過給機エアフィルタ（紙製）及びクランクケースブリーザーミストフィルタ（以下「ミストフィルタ」という。）、左舷機関室船尾側の自動拡散型消火器 1 本の外表面並びに右舷機関室船尾側及び中央に設置された船内電話機等非金属機器及び天井灯カバーが焼損し、左舷機関室船尾側及び中央に設置された船内電話機等非金属機器及び天井灯カバーが焼失したほか、両舷機関室内壁面の断熱材等が煤により汚損した。

焼損等の状況は、次表のとおりであった。

(1) 左舷機関室の焼損等の状況（主機を除く）

船尾側	中央	船首側
オルタネータ周辺部の敷設電線被覆、ハッチカバー及び断熱材の一部焼損	煤による断熱材等の汚損	煤による断熱材等の汚損

機側操作盤固定用フレーム及び自動拡散型消火器1本の外表面焼損	敷設電線被覆の一部焼損
船内電話機等非金属機器焼失	天井灯カバー1個焼失

(写真2.5-3～写真2.5-8参照)



写真2.5-3



写真2.5-4



写真2.5-5

ハッチカバー焼損（切替え補修中）天井灯カバー焼失

敷設電線被覆焼損



写真2.5-6



写真2.5-7



写真2.5-8

機側操作盤固定用フレーム焼損 船内電話機等非金属機器焼失 自動拡散型消火器

(2) 右舷機関室の焼損等の状況（主機を除く）

船尾側	中央	船首側
煤による断熱材等の汚損	煤による断熱材等の汚損	煤による断熱材等の汚損
船内電話機等非金属機器焼損	天井灯カバー1個焼損	

(3) 左舷主機の焼損等の状況

主機上部	主機内部	付属品
過給機エアフィルタ及びミストフィルタ焼失、外表面の汚損	排気弁1本の黒色化	オルタネータ、主機制御監視装置（機側操作盤含む）及び付属ケーブル焼損、電子部品等の熱劣化

(写真2.5-9～写真2.5-12参照)

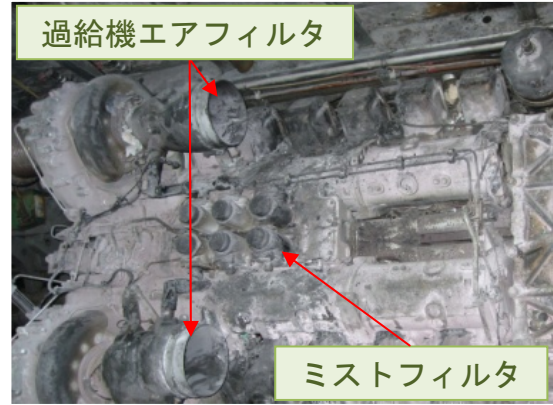
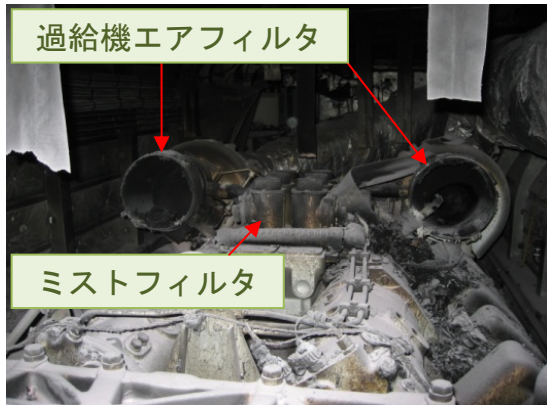


写真 2.5-9 左舷主機上部



写真 2.5-10
過給機エアフィルタ（新品）



写真 2.5-11
左舷主機内部



写真 2.5-12
主機制御監視装置

(4) 右舷主機に焼損及び汚損はなかった。

2.5.3 左舷機関室内機器の焼損状況等

(1) 機関警報

焼損した左舷主機の主機制御監視装置本体（ECUパネル）のデータ解析によれば、機関警報の発生履歴は、次のとおりであった。

- ① 主機の危急停止（潤滑油圧力低下、過速度又は制御装置故障で作動）の作動履歴は記録されていなかった。
- ② 主機の運転諸元（冷却清水温度上昇、燃料油圧低下、給気圧力低下など）の警報履歴は記録されていなかった。
- ③ 記録されていた警報履歴は、全てが通信エラーを示す「通信及び断線異常」警報であった。警報の発生は、主機制御監視装置本体（ECUパネル）と運転諸元の各計測センサー間を結ぶ付属ケーブルの焼損によるものであり、警報の発生により主機を停止するものではなかった。

(2) 主機排気管

主機のシリンダヘッドから過給機までの排気管は二重構造で、主機運転中の外表面の温度が燃料油の発火点（約 250℃）以下に清水冷却されており、また、主機の過給機以降の船外に導かれる排気管には断熱材が施され、それぞれに着火の痕跡は認められなかった。（写真 2.5-13 参照）



写真 2.5-13 左舷主機排気二重管

(3) 電気系統

電気系統には、火災に関連した警報及び不具合は発生していなかった。

(4) オルタネータ

オルタネータは、エア抜きボルト及びアダプタの下方にあり、分解した状態は、次のとおりであった。

- ① ホルダアッシは、外表面と比較して内表面の焼損が軽微であった。
- ② ホルダアッシの負極端子は、焼損が著しく、溶損及び脱落していた。
- ③ コンデンサは焼損していたが、リード（引出し）線被覆の焼損は軽微であった。
- ④ 正極端子及び負極端子の緩み及び内部配線に異常は認められず、ホルダアッシの内表面に装着されている整流装置、電源安定装置等の電子部品は外形をとどめていた。
- ⑤ ロータ、スリップリング及びブラシに焼損はなかった。

(写真 2.5-14～写真 2.5-16 参照)

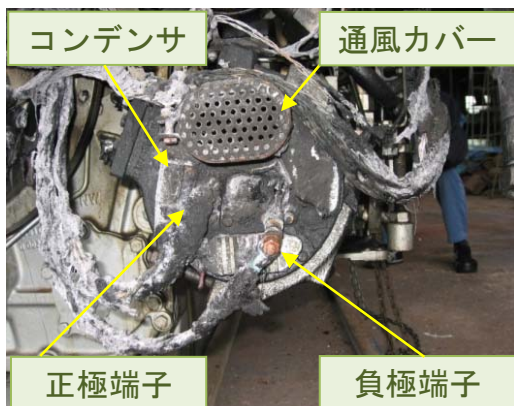


写真 2.5-14 オルタネータ



写真 2.5-15 ホルダアッシ (内表面)

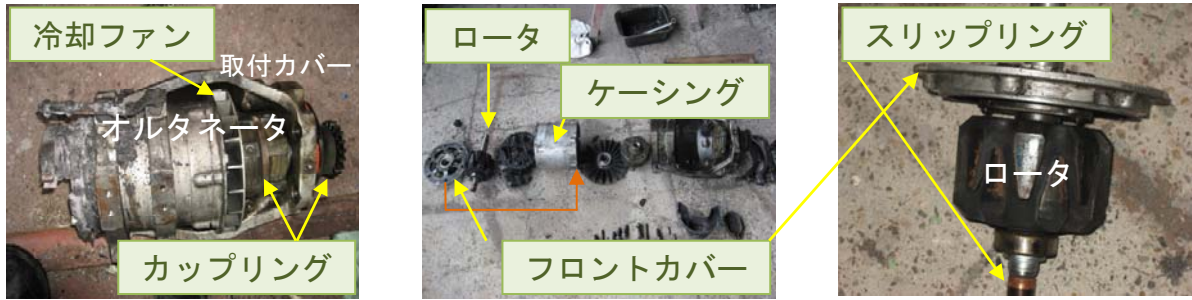


写真 2.5-16 オルタネータの取り外し／分解／ロータ、スリップリング

2.6 気象及び海象に関する情報

2.6.1 気象観測値及び潮汐

(1) 気象観測値

事故現場の南西約 9.4 km に位置する津地方気象台の観測値は、次のとおりであった。

17時00分 風向 南東、風速 5.1m/s、気温 22.5℃

(2) 潮汐

海上保安庁刊行の潮汐表によれば、津松阪港における本事故時の潮汐は、下げ潮の初期であった。

2.6.2 乗組員の観測

船長の口述によれば、天気は晴れで、風速約 7～8m/s の東南東の風が吹き、波高約 0.5～1.0m の波浪があり、視界は良好であった。

2.7 A社の事業内容及び安全管理に関する情報

A社運航管理者及び船長の口述並びに安全管理規程によれば、次のとおりであった。

(1) A社

A社は、津市が所有する本船を含む高速船 2 隻を裸用船^{*3}し、船舶の運航及び管理業務を行い、自社の船員を配乗させ、平成 17 年 2 月 17 日から津港ターミナル～空港ターミナル間で一般旅客定期航路事業を営んでいた。

(2) 安全管理体制

A社は、安全管理規程に基づき、作業基準、事故処理基準等を定めていた。

① 作業基準

第 1 章～第 4 章 (略)

^{*3} 「裸用船」とは、船主が船舶だけを提供し、船員の配乗は用船者としての船舶運航者が行う契約をいう。

第5章 旅客の遵守事項等の周知

第16条 (略)

(乗船旅客に対する遵守事項等の周知)

第17条 船長は、旅客が乗船している間適宜の時間に次の事項を放送等
(ビデオ放送その他の方法を含む。)により周知しなければならない。

(1)、(4)～(6) (略)

(2) 救命胴衣の格納場所、着用方法

(3) 非常の際の避難要領 (非常信号、避難経路等)

2 船長は、船内の見やすい場所に前項各号の事項を提示しておかなければならない。

② 事故処理基準

第1章～第2章 (略)

第3章 事故の処理等

(船長のとるべき措置)

第6条 事故が発生したときに、旅客の安全、船体の保全のために船長が
講ずべき必要な措置はおおむね次のとおりである。

(1) 海難事故の場合

① 損傷状況の把握及び事故局限(拡大)の可否の検討

② 人身事故に対する早急な救護

③ 連絡方法の確立(船内及び船外)

④ 旅客への正確な情報の周知及び状況に即した適切な旅客の誘導

⑤ 二次災害及び被害拡大を防止するための適切な作業の実施

(2) (略)

第7条～第10条 (略)

(3) 安全教育、訓練等

安全統括管理者及び運航管理者は、安全管理規程第14章第50条～第52条に基づき、安全教育を定期的の実施するとともに、事故処理に関する訓練を計画し、年1回以上これを実施していた。

第1章～第13章 (略)

第14章 安全に関する教育、訓練及び内部監査等

(安全教育)

第50条 安全統括管理者及び運航管理者は、運航管理員、陸上作業員、乗組員、安全管理に従事する者、内部監査を担当する者に対し、安全管理規程(運航基準、作業基準、事故処理基準及び地震防災対策基準を含む。)、船員法及び海上衝突予防法等の関係法令その他輸送の安全を確保するため

に必要と認められる事項について理解しやすい具体的な安全教育を定期的
に実施し、その周知徹底を図らなければならない。

2 運航管理者は、航路の状況、海難その他の事故及びインシデント（事故
等の損害を伴わない危険事象）事例を調査研究し、随時又は前項の教育に
併せて乗組員に周知徹底を図るものとする。

（操練）

第51条 船長は、法令に定める操練を行ったときは、その実施状況を運航
管理者に報告するものとする。

（訓練）

第52条 安全統括管理者及び運航管理者は、経営トップの支援を得て事故
処理に関する訓練を計画し、年1回以上これを実施しなければならない。

訓練は、全社的体制で処理する規模の事故を想定した実践的なものとする。
この場合、前条の操練は当該訓練に併せて実施することができる。

2（略）

第53条、第54条、第15章（略）

2.8 各種調査

2.8.1 エア抜き管及びエア抜きボルト側への液体の流出及び噴出状況

図2.8-1に示すU字管装置及び燃料油の代替として水道水を用いて、B社が
行ったエア抜き管及びエア抜きボルト側への液体の流出及び噴出状況の調査*結果
は、次のとおりであった。

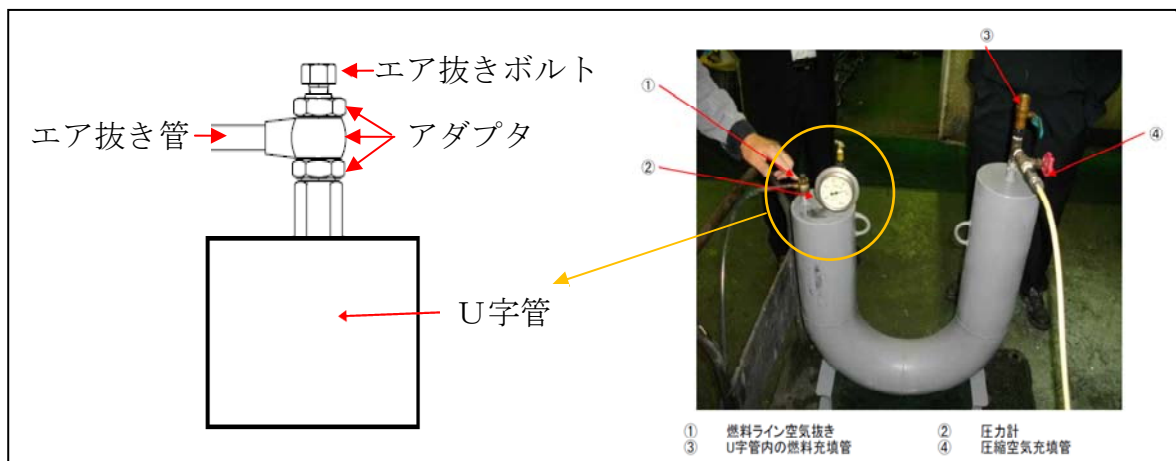


図2.8-1 U字管装置

※ 実施年月日：平成24年12月3日

実施要領：U字管内部に水道水を充填し、約0.6 MPa に常時加圧（燃料供
給ポンプにより加圧された燃料油の圧力と同じ）してエア抜きボルトを
緩め、取り外した場合の水道水の流出及び噴出状況を確認

使用器具（エア抜きボルト（アダプタを含む））：本船主機に使用されているものと同型、同材質の部品を使用

(1) 流出状況

エア抜きボルトを適正トルクで締められた位置から 30° 以上（エア抜きの作業手順では、ねじ山を左に 180° ）回転させて緩めれば、エア抜き管側から水道水が流出し始め、その流出量は緩める角度に応じて増大した。

また、エア抜きボルトがアダプタから抜け落ちていなければ、ほとんどの水道水がエア抜き管側から流出し、エア抜きボルト側への流出は^{にじ}滲む程度であった。

(2) 噴出状況

水道水が、エア抜きボルト側から流出するのは、同ボルトを取り外した場合であり、流出した場合は、アダプタのエア抜きボルトのねじ穴径（約 10mm ）を保持し、高さ 2m 以上噴出する状況であった。

また、噴出口から機関室天井の高さに等しい約 1.2m の高さに金属平板（縦 0.5m 、横 1m ）を^{かさ}翳すと水道水が同平板に当たって噴霧（ミスト）化し、半径約 2.5m の釣鐘状に飛散する状況であった。

（写真2.8-1、写真2.8-2参照）

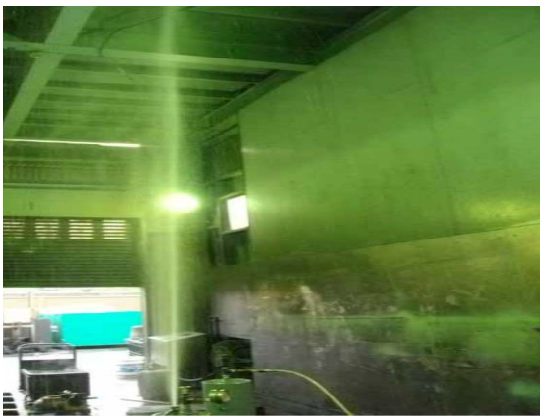


写真2.8-1
水道水の噴出状況



写真2.8-2
水道水の飛散状況

2.8.2 エア抜きボルトの緩み状況

B社が行った工場試験及びA社が行った実船試験における主機の運転状況に応じたエア抜きボルトの緩みに関する調査結果は、次のとおりであった。

(1) 工場試験（実施年月日：平成24年12月3日）

修復を終えた左舷主機を使用し、整備工場の試運転台及び燃料油を用いて行った。

試験条件		試験結果
エア抜きボルトの締付け状況	主機の運転状況	エア抜きボルトの緩み状況等
適正トルク (20N・m)	約500rpmで約10分間 運転後、約1,520rpm (航海速力付近)で約 10分間運転	緩みなし 漏油なし
手で締めた場合		緩みあり(約30°) エア抜き管側から漏油なし

(2) 実船試験 (実施年月日：平成24年12月7日)

本船と共に旅客定期航路事業に就航する同型及び同主機の高速船3隻のうち、基地で待機中であった1隻の僚船を用いて行った。

試験条件		試験結果
エア抜きボルトの締付け状況	主機回転数 (各回転数で約10分間 運転)	エア抜きボルトの緩み状況等
手で締めた場合	約500rpm	緩みなし 漏油なし
	約1,000rpm	微少の緩みあり エア抜き管側から微量の漏油あり
	約1,300～1,400rpm	連続した微少回転の緩みあり エア抜き管側から少量の漏油あり
	約1,640rpm (航海速力付近)	連続した一定回転の緩みあり* エア抜き管側から漏油あり エア抜きボルト側から漏油なし

*挿入部のねじ山数14のうち、70秒間で約3山の緩み

2.8.3 主機各部の温度計測

A社が行った着火源となる主機各部の温度状況に関する計測結果は、次のとおりであった。

試験条件	
実施年月日：平成26年7月4日／平成24年11月30日 航海速力(約1,600rpm)で運転時の左舷主機(本船及び僚船)の各部温度を放射温度計により計測	
計測箇所	試験結果(本船／僚船)

機関室温度	約 35℃ / 約 23℃
過給機ケーシング (排気ガス側)	約 76℃ / 約 68℃
過給機ケーシング (ブロワ側)	約 52℃ / 約 47℃
過給機と排気ガス入口管の接続部	約 159℃ / 約 171℃
シリンダヘッドカバー付近 (3番、6番)	約 71℃ / 約 79℃
冷却清水膨張タンク上部 (主機船尾側)	約 69℃ / 約 63℃

2.8.4 静電気放電等に関する情報

文献^{*4*5*6*7*8}によれば、次のとおりであった。

(1) 噴霧帯電

- ① 液体がミスト状に噴出されると、液体ミストによる帯電粒子雲が空気中に形成される。空気が絶縁性の高い気体であるため、液体の固有抵抗の大小にかかわらず液体は帯電する。
- ② 油をノズルから激しく噴霧した場合、泡の分離及び飛沫が発生した場合又はガス体の中で霧状の油が動く場合、強力な静電気が発生する。ガソリン、灯油、軽油、ジェット燃料などは、固有抵抗が $10^{12} \sim 10^{13} \Omega \cdot m$ であり、静電気の発生しやすい液体である。

(2) 噴霧帯電した燃料油の放電条件

- ① 帯電電荷の半減する時間が 0.012 sec 以上である場合、放電の可能性がある。また、燃料油の帯電電荷の半減時間 T は、次式より約 1.1 sec であり、放電の可能性がある。

a 半減式 $Q = Q_0 \exp^{-t/\tau}$

Q_0 : 帯電電荷

t : 時間

τ : 時定数

$$\tau = \epsilon_r (\text{物質の比誘電率}) \times \epsilon_0 (\text{真空の誘電率}) \times \rho (\text{固有抵抗}) \\ = 1.8 (\text{軽油}) \times 8.85 \times 10^{-12} (\text{F/m}) \times 1.0 \times 10^{12} (\Omega \cdot m)$$

b 半減時間 T (sec) = $\tau (=15.93) \times \ln 2 (=0.693) \approx 11 \text{sec}$

(上式は、 $Q_0/2 = Q_0 \exp^{-T/\tau}$ より求められる。)

^{*4} 「新版 防火・防爆対策技術ハンドブック」(株)テクノシステム (2004年9月29日初版)

^{*5} 「火災原因調査の要点」全国加除法令出版株式会社 (昭和60年6月15日初版)

^{*6} 「化学火災」全国加除法令出版株式会社 (昭和49年3月1日初版)

^{*7} 「静電気放電による噴霧液体の着火特性」(労働安全衛生総合研究所特別研究報告) (平成20年12月8日)

^{*8} 「一般基礎知識 No. 93 燃焼と爆発」(財)石油エネルギー技術センター (2006年)

② 燃料油の最小着火エネルギーは、約0.2mJである。オルタネータ装着のコンデンサによる放電エネルギーEは、次式より約0.16mJであり、燃料油を着火させるエネルギーを有していない。

$$\text{放電エネルギー } E \text{ (mJ)} = (1/2) C V^2 \times 10^3$$

C：回路又はコンデンサの容量 (F)

V：電圧又は充電電圧 (V)

$$= 1/2 \times 2.2 \times 10^{-6} \text{F} \times 12\text{V} \times 12\text{V} \times 10^3 \approx 0.16 \text{ mJ} < 0.2 \text{ mJ}$$

(3) 噴霧爆発

可燃性固体の微粉又は可燃性液体の霧滴が、ある濃度以上に空気などの支燃性ガス中に分散した状態にあるときは、爆発性混合ガスと同様にエネルギーを与えることにより爆発を起こす。この場合の着火性は引火点とは関係せず、数 mJ 程度（人体帯電や電子ライターのスパーク程度）の静電気放電エネルギーで着火する可能性がある。

(4) 燃焼現象

燃焼とは、熱と光を発生する酸化反応であり、火災現象も燃焼現象の一つである。物質が酸素と化合しても、熱と光を発生しなければ燃焼とはいわない。

燃焼は、燃焼熱によって可燃物と酸化剤（酸素）が存在する限り自動的に継続する。燃焼熱が一時に発生して高温度となり、燃焼によって発生したガスや、周囲の空気が急激な膨張を起こして音響を発生し、さらに破壊を生じたりする。このような急激な燃焼を特に爆発と呼んでいる。

(5) 爆風

爆風とは、爆発によって生じる急激な風圧である。爆発生成ガスの高速膨張、それに伴う周辺空気の流れ及び周囲へ伝搬する衝撃波を総称して爆風と呼んでいる。爆風の圧力が構造物や施設に与える被害の目安は、次のとおりである。

圧力 (kPa)	被害
1	ガラスが破壊される一般的な圧力
2.1	「安全限界」（この値以下では0.95の確率で大きな被害はない）
2.8	建物の小さな被害の限界
5	家屋が多少の被害を被る。
7	住めなくなる程度に家屋の一部が破壊される。
9	建物のスチール製フレームが多少曲げられる。
17	レンガ造家屋の50%が破壊される。

3 分析

3.1 事故発生の状況

3.1.1 事故発生に至る経過

2.1.1 から、次のとおりであったものと考えられる。

- (1) 機関長は、平成24年10月10日午前の運航を終え、係留中の本船において、12時30分ごろから両舷主機の燃料フィルタを新品に交換し、15時30分ごろエア抜きボルトを緩め、燃料油を通してエア抜き管からエア抜き作業を行った。
- (2) 機関長は、緩めたエア抜きボルトをいつものとおりに締め直し、復旧した後、両舷主機を約1,000rpmとして試運転を行い、エア抜きボルト周辺に燃料油漏れ等がないことを確認した。
- (3) 本船は、16時40分ごろ両舷主機を始動し、17時00分ごろ両舷主機を約1,000rpmとして出港後、17時02分ごろ両舷主機を航海速度(約28kn)の約1,600rpmとし、船首を北東に向けた。
- (4) 本船は、17時10分ごろ、津松阪港北東方沖を航行中、船長が船体の左舷後方に衝撃を感じ、左舷主機の回転数が低下するとともに、機関警報が発生したため、両舷主機の遠隔操縦レバーを中立位置にしたところ、右舷主機はアイドリング運転を続けたが、左舷主機は停止した。
- (5) 船長は、監視用モニタにより左舷機関室内の映像を拡大すると、白煙が立ち込めた中にぼんやりとした赤い炎のようなものを認め、火災が発生したと思った。
- (6) 船長は、主機遠隔操縦盤上の各舷主機の非常停止ボタンを押すとともに、機関長及び甲板員に指示し、両舷機関室の給排気ファンの遠隔停止及び遠隔操作レバーによる燃料緊急遮断弁の閉鎖を実施させた。

3.1.2 事故発生日時及び場所

2.1.1 から、本事故の発生日時は、平成24年10月10日17時10分ごろで、発生場所は、津港岩田川南防波堤灯台から043° 5.7M付近であったものと考えられる。

3.1.3 救助等の状況

2.1.2～2.1.4 から、次のとおりであったものと考えられる。

- (1) 船長は、出入口蓋が2個とも蓋枠から外れた位置にあり、機関室から煙が客室内に流れ込んでいる状況を確認した。

- (2) 船長は、機関長及び甲板員と共に、旅客18人全員を特別室に避難誘導した。
- (3) 船長は、17時20分ごろ、本船に火災が発生した旨をA社経由で海上保安部に通報するとともに、機関長及び甲板員は、煙で気分を悪くした旅客のうち希望する8人を船首甲板へ誘導した。
- (4) 船長は、監視用モニタに映る火勢の状況から消火は可能と判断して機関長及び甲板員に消火作業を行うよう指示し、本船は、持運び式粉末消火器3本を使用してオルタネータ及び過給機エアフィルタ周辺に認められた火炎に向けて消火作業を行い、17時45分ごろ鎮火した。
- (5) A社が救助に向かわせた僚船は、18時00分ごろ本船の右舷側に接舷して旅客を移乗させ、18時20分から18時30分ごろにかけて旅客全員を収容し、18時45分ごろ津港ターミナルに到着した。
- (6) 本船は、右舷主機を極微速力前進にかけて航行し、19時10分ごろ津港ターミナルに戻った。

3.1.4 人の負傷の状況等

2.2から、本船に死傷者はいなかった。

3.1.5 船舶の損傷等の状況

2.5.2から、本船は、左舷主機船尾側下部付設のオルタネータ及びその周辺部（主機制御監視装置（機側操作盤を含む）及び付属ケーブル、敷設電線被覆、ハッチカバー及び断熱材の一部等）、左舷主機中央上部付設の過給機エアフィルタ及びミストフィルタ、左舷機関室船尾側の自動拡散型消火器1本の外表面並びに右舷機関室船尾側及び中央に設置された船内電話機等非金属機器及び天井灯カバーが焼損し、左舷機関室船尾側及び中央に設置された船内電話機等非金属機器及び天井灯カバーが焼失したほか、両舷機関室内壁面の断熱材等が煤により汚損した。

3.2 事故要因の解析

3.2.1 乗組員及び船舶等の状況

(1) 乗組員の状況

2.3から、船長及び機関長は、適法で有効な海技免状を有しており、健康状態は良好であったものと考えられる。

(2) 船舶等の状況

2.4.3(5)①、2.5.1(1)及び2.5.3(1)から、本船は、本事故時、エア抜きボルトが外れていたこと以外には、船体、機関及び機器類に不具合又は故障

はなく、左舷主機の回転数の低下及び停止は、爆発を伴う火災によって新鮮な空気が不足したことにより発生した可能性があると考えられる。

3.2.2 気象及び海象に関する解析

2.6.2 から、本事故時、天気は晴れで、風速約7～8m/sの東南東の風が吹き、波高約0.5～1.0mの波浪があったものと考えられる。

3.2.3 A社の安全管理状況に関する解析

2.7(2)、(3)、3.1.3及び3.2.2から、次のとおりであった。

- (1) A社は、安全管理規程を定め、同規程に基づき、作業基準、事故処理基準等を定めていた。
- (2) 安全統括管理者及び運航管理者は、安全管理規程に基づき安全教育を定期的に実施するとともに、事故処理に関する訓練を計画し、年1回以上これを実施していたものと考えられる。
- (3) 前記(2)から、風速約7～8m/sの風が吹き、波高約0.5～1.0mの波浪が生じていた状況下、火災発生から約1時間20分で旅客全員を僚船に無事救助することができたものと考えられる。なお、事故処理に関する訓練では、旅客が多数である場合を想定しておくことが必要と考えられる。

3.2.4 火災発生に関する解析

(1) エア抜きボルトの締付け状態

2.4.3(5)②a、2.5.1(1)、(2)、2.8.2及び3.1.1(1)～(3)から、次のとおりであった。

- ① 機関長が両舷主機の燃料フィルタの交換整備を行い、復旧した際、左舷主機のエア抜きボルトの締付け力が不足していたものと考えられる。
- ② 左舷主機のエア抜きボルトは、出港後、両舷主機が航海速力付近に増速された頃から主機等の振動により緩みが拡大し、アダプタから抜け落ちた可能性があると考えられる。
- ③ エア抜きボルトの締付けが手で締めた状態であった場合、主機の回転数を航海速力付近としてから、エア抜きボルトがアダプタから抜け落ちるまでの時間は、5分30秒程度（実船試験結果より、挿入部のねじ山数14のうち、70秒間で約3山の緩みが発生したことから、14山/3山×70秒≒330秒と推定）であった可能性があると考えられる。

(2) 着火源

2.4.3(4)②、2.5.3、2.8.1(2)、2.8.3、2.8.4及び3.2.1(2)から、次のと

おりであった。

- ① 機関火災の着火源として、可燃物の発火点を超える高温部との接触による発火、漏電又は短絡による電気火災、オルタネータのブラシの汚損又は摩耗による電気火花などが考えられるが、これらが着火源となった痕跡はなかった。
- ② 燃料油は、固有抵抗が高く、静電気の発生しやすい液体であること、燃料油が機関室天井との衝突により噴霧化し、静電気を帯びる状況であったこと、燃料油の帯電電荷の半減時間が長く、滞留して帯電電荷が蓄積される状況であったこと及び前記①から、本事故は、静電気放電による着火であった可能性があると考えられる。

(3) 着火の状況

2.4.3(5)②f、2.8.1(2)及び2.8.4から、次のとおりであった可能性があると考えられる。

- ① エア抜きボルト側から噴出した燃料油は、左舷機関室の天井に衝突した後、釣鐘状に飛散する過程で静電気を帯びた油滴や噴霧粒子となって帯電粒子雲を形成し、主機や周辺機器類に降り掛かり、これらの外表面を伝って主機台直下の船底部に流れ落ちた。
- ② 静電気を帯びた油滴や噴霧粒子の一部（以下「油滴等」という。）が、オルタネータの負極端子の周囲に降り掛かり、負極端子と金属カバー間の間隙が狭く、油滴等が滞留して帯電電荷が蓄積した。
- ③ 油滴等の帯電電荷と放電エネルギーを供給する敷設電線が接続される負極端子間の電界強度が空気の絶縁破壊電界強度（約3kV/mm）を超える状況となり、油滴等と負極端子間で静電気が放電した。
- ④ 本事故時の機関室内の温度は、燃料油の引火点よりも低い温度であったが、油滴等に引火し、帯電粒子雲による噴霧爆発を伴う火災が発生した。
(付図6 静電気の放電モデル 参照)

(4) 火災の状況

2.5.1(3)、(6)、2.8.4(5)、3.1.3(1)、3.1.5及び前記(3)から、次のとおりであった可能性があると考えられる。

- ① 火災は、着火源となったオルタネータ及びその周辺から同室中央において発生した。
- ② 火災は、左舷機関室から両舷機関室を結ぶ天井の空所を介して右舷機関室中央まで及んだ。
- ③ 爆風は両舷機関室全体に及んだが、両舷機関室内にある自然通風筒及び出入口蓋から機関室内の圧力が逃がされ、爆風に伴う被害が軽減された。

- ④ 出入口蓋の鉛直方向への吹上げが 1 m であった場合、両舷機関室全体の爆風の圧力 P は、次の近似式より約 6.3 kPa となり、家屋の一部が破壊される風圧（約 7 kPa）に近い値であった。

$$\text{爆風の圧力 } P \text{ (kPa)} = F / S \times 10^{-3}$$

F : 出入口蓋の吹上げ力

S : 出入口蓋の開口面積

$$= \rho \times V_0^2 \times 10^{-3} \doteq 6.3 \text{ kPa}$$

(F は、次式より求められる。)

$$\begin{aligned} F \text{ (力)} \times t \text{ (時間)} &= m \text{ (質量)} \times V_0 \text{ (速度)} \\ &= (\rho \times S \times V_0 \times t) \times V_0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho : \text{出入口蓋の密度} &= \text{出入口蓋の(質量/体積)} \\ &= 7.5 \text{ (kg)} / 0.023 \text{ (m}^3\text{)} (0.62\text{m} \times 0.62\text{m} \times 0.06\text{m}) \\ &\doteq 326 \text{ (kg/m}^3\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_0 : \text{出入口蓋の吹上げ速度} \\ &= \sqrt{2} \times \sqrt{g} \text{ (g : 重力加速度)} \\ &\doteq 4.4 \text{ (m/s)} \end{aligned}$$

(V₀ は、次式より求められる。)

$$1/2 \times m \times V_0^2 = m \times g \times H (= 1 \text{ m}) \text{ (m : 質量)}$$

(5) 消火の状況

2.4.3(4)①、2.5.1(4)、3.1.1(4)、3.1.3(4)及び前記(4)から、次のとおりであった。

- ① 爆発を伴う火災により、自動拡散型消火器は、直ちに左舷機関室の 7 本全て及び右舷機関室の 8 本のうち中央左舷側の 1 本が粉末消火剤を自動放出したものと考えられる。
- ② 爆風発生後の両舷機関室全体の温度 T は、次の近似式より約 41 °C となり、自動拡散型消火器の作動温度未満であったことから、自動拡散型消火器は、爆発を伴う火災の燃焼熱が直接作用したことにより作動したものと考えられる。また、燃焼熱の拡散は、前記①から、左舷機関室全体及び右舷機関室中央に及んだものと考えられる。

$$\text{機関室温度 } T \text{ (}^\circ\text{C)} = T_2 - 273 = (P_2 \times T_1 / P_1) - 273 \doteq 41 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

P₁ : 爆風発生前の両舷機関室全体の圧力(大気圧) = 101.33 (kPa)

P₂ : 爆風発生後の両舷機関室全体の圧力 = 107.63 (kPa)

T₁ : 爆風発生前の両舷機関室全体の絶対温度 = 296 (273 + 23) (K)

T₂ : 爆風発生後の両舷機関室全体の絶対温度 = 273 + T (K)

V : 両舷機関室全体の空気の容積 (一定)

- ③ 爆発を伴う火災によって燃焼ガス等がシリンダ内に取り込まれ、新鮮な空気が不足したことにより不完全燃焼を起こして左舷主機が停止し、エア抜きボルト側の燃料油の噴出も止まった可能性があると考えられる。
- ④ 焼失した紙製の過給機フィルタを除き、機関室内の装備品に不燃又は難燃材が使用されていたことが、延焼の軽減に効果があったものと考えられる。
- ⑤ 自動拡散型消火器の作動、燃料油の噴出の停止等により、火勢が衰え、火炎の残存していた箇所（オルタネータ及び過給機エアフィルタ周辺）は、乗組員の持運び式粉末消火器による消火作業で鎮火したのと考えられる。

(付図7 火災発生フロー 参照)

3.2.5 事故発生に関する解析

3.2.4 から、次のとおりであった。

- (1) 本船は、出港前、機関長が両舷主機の燃料フィルタの交換整備を行い、復旧した際、左舷主機のエア抜きボルトの締付け力が不足していたものと考えられる。このため、エア抜きボルトの締付けが適切に行われるよう作業方法を見直し、具体化することが必要と考えられる。
- (2) 本船は、出港後、航海速力付近に増速された頃から主機等の振動により、締付け力が不足していたエア抜きボルトの緩みが拡大したのと考えられる。このため、機関整備後の復旧作業が適切に行われていることを、航海中の機関室内の見回り点検を含め、再確認することが必要と考えられる。
- (3) 本船は、エア抜きボルトがアダプタから抜け落ちると同時に、燃料供給ポンプにより加圧された燃料油が、エア抜きボルト側から噴出し、左舷機関室の天井に衝突した可能性があると考えられる。このため、機関室内に発生した異状を早期に発見するための監視体制の強化が必要と考えられる。
- (4) 本船は、天井に衝突した燃料油が、静電気を帯びた油滴や噴霧粒子となって下方にあるオルタネータ等に降り掛かり、静電気放電によって引火したことにより爆発を伴う火災が発生した可能性があると考えられる。このため、機関整備等を行う者に対し、火災及び爆発の危険性の周知、防火等の安全に対する教育及び指導を徹底することが望まれる。

3.3 被害の軽減措置に関する解析

3.1.1 及び 3.1.3 から、次のとおりであった。

- (1) 機関室内の異状等の早期発見のための改善策
操作卓にある監視用モニタは、機関室内の被害状況を確認する上で有益で

あったものと考えられるが、監視用モニタが有する望遠機能等を活用し、機関整備箇所を重点的に監視して燃料油の噴出等の異状を早期に発見できていれば、被害を軽減できた可能性があると考えられる。

(2) 火災の早期発見のための改善策

本事故は、爆発を伴う火災の発生により直ちに粉末消火剤が自動放出されたが、燃料油の噴出状況等によっては火災のみの発生となり、自動拡散型消火器が作動するまでの間に被害が拡大する可能性があったと考えられる。

このため、本船には火災探知装置が設けられていないが、火災の早期発見に寄与する火災探知装置と前記(1)の監視用モニタを組み合わせれば、機関室内の監視機能がより強化され、被害を軽減できる可能性があると考えられる。

(3) 事故処理に関する訓練では、旅客が多数である場合を想定しておくことが必要と考えられる。

4 結 論

4.1 原因

本事故は、本船が、津松阪港北東方沖を航行中、左舷主機のエア抜きボルトがアダプタから抜け落ちたため、燃料供給ポンプにより加圧された燃料油が噴出して機関室天井に衝突した後、静電気を帯びた油滴や噴霧粒子となって下方にあるオルタネータ等に降り掛かり、静電気放電によって引火したことにより発生した可能性があると考えられる。

エア抜きボルトがアダプタから抜け落ちたのは、乗組員が燃料フィルタの交換整備を行い、復旧した際に生じたエア抜きボルトの締付け力の不足及び航海速力付近の主機等の振動による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

操作卓にある監視用モニタの望遠機能等を活用し、機関整備箇所を重点的に監視して燃料油の噴出等の異状を早期に発見できていれば、被害を軽減できた可能性があると考えられる。

また、本船には火災探知装置が設けられていないが、火災の早期発見に寄与する火災探知装置と監視用モニタを組み合わせれば、機関室内の監視機能がより強化され、被害を軽減できる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、津松阪港北東方沖を航行中、左舷主機のエア抜きボルトがアダプタから抜け落ちたため、燃料供給ポンプにより加圧された燃料油が噴出して機関室天井に衝突した後、静電気を帯びた油滴や噴霧粒子となって下方にあるオルタネータ等に降り掛かり、静電気放電によって引火したことにより発生した可能性があると考えられる。

エア抜きボルトがアダプタから抜け落ちたのは、乗組員が燃料フィルタの交換整備を行い、復旧した際に生じたエア抜きボルトの締付け力の不足及び航海速力付近の主機等の振動による可能性があると考えられる。

したがって、A社においては、B社の協力を得て、乗組員によるエア抜きボルトの締付けが適切に行われるよう作業方法を見直し、具体化するとともに、機関整備後の復旧作業が適切に行われていることを、航海中の機関室内の見回り点検を含め、再確認することが必要である。

また、機関整備等を行う者に対し、火災及び爆発の危険性の周知、防火等の安全に対する教育及び指導を徹底することが望まれる。

被害の軽減の観点からは、操作卓にある監視用モニタの望遠機能等を活用し、機関整備箇所を重点的に監視して燃料油の噴出等の異状を早期に発見できていれば、被害を軽減できた可能性があると考えられる。

さらに、本船には火災探知装置が設けられていないが、火災の早期発見に寄与する火災探知装置と監視用モニタを組み合わせれば、機関室内の監視機能がより強化され、被害を軽減できる可能性があると考えられる。

加えて、事故処理に関する訓練では、旅客が多数である場合を想定しておくことが必要と考えられる。

5.1 事故後に講じられた事故等防止策

5.1.1 A社によって講じられた措置

A社は、安全管理規程に基づき、事故調査委員会を設置し、本船の船舶火災に対する安全対策をまとめ、次の再発防止策を講じた。

- (1) 主機製造業者が指定する適正トルクによりボルトの締付けが行われるようメガネスパナで行っていた作業をトルクレンチによる作業に変更した。
- (2) エア抜きボルトに回り止め（エア抜きボルトの頭部に約2mmの孔を開け、ワイヤを通して付近の配管に固縛）を施した。（写真5.1-1参照）

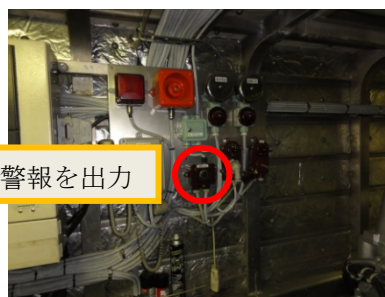


写真5.1-1 エア抜きボルトの回り止め対策

- (3) 機関整備作業は、原則として機関士免状を受有する2人が乗船する日に合わせて実施することとした。機関整備作業後には、船長及び機関長による二重点検を行うこととした。

また、航海速力に増速した後、原則として機関整備作業の実施箇所を少なくとも1回は見回り点検することとし、見回り困難な荒天時等は、監視用モニタ及び各計器類による点検を行うこととした。

- (4) 消火設備の場所及び非常時の避難経路を見やすい場所に追加して掲示するとともに、防火に関する関係機関等の文書を供覧し、情報の共有を図ることとした。また、火災、退船等の旅客合同訓練を含む実践的な技能訓練を実施することとした。
- (5) 各舷機関室内に火災探知装置を設けた。(写真5.1-2 参照)



機関室連絡用ベルに火災警報を出力

写真5.1-2 同型船における火災探知装置の設置状況

5.1.2 B社によって講じられた措置

B社は、エア抜きボルトの脱落に関する社内検証試験を行い、本事故の発生原因をとりまとめ、次の再発防止策を講じた。

- (1) 本船のエア抜きボルトの回り止め対策(5.1.1(3)と同じ)を施し、試験運転を行って安全性を確認した。
- (2) エア抜き作業をエア抜きプラグで行うこと及び締付けを適正トルク(8 N・m)で行うことなどの再発防止策を含む本事故の内容を技術レターにまとめ、本船と同形式の主機のユーザーに通報した。(図5.1-1 参照)

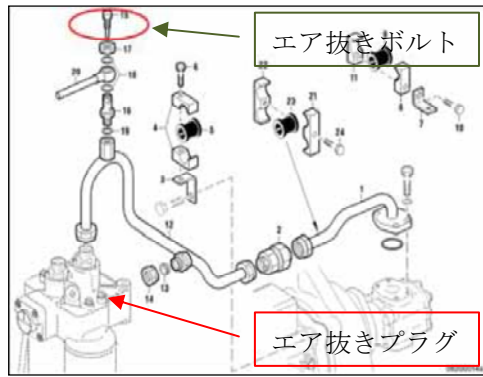
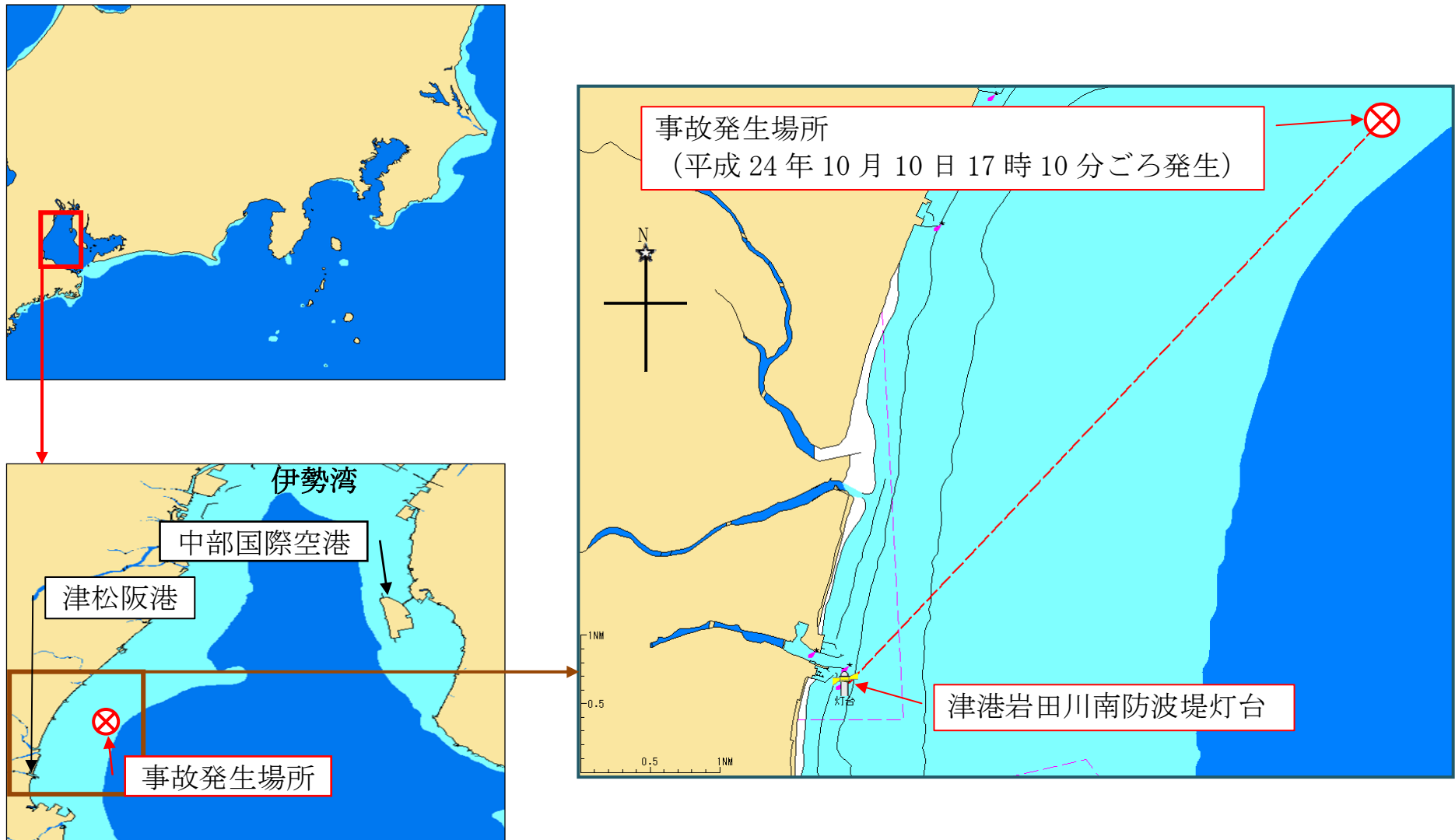


図5.1-1 エア抜きプラグ取付け位置

- (3) 本事故の内容を主機製造業者に通知し、今後の設計及び製造に反映させるとともに、乗組員による機関整備に関して必要な技術指導を積極的に行うこととした。

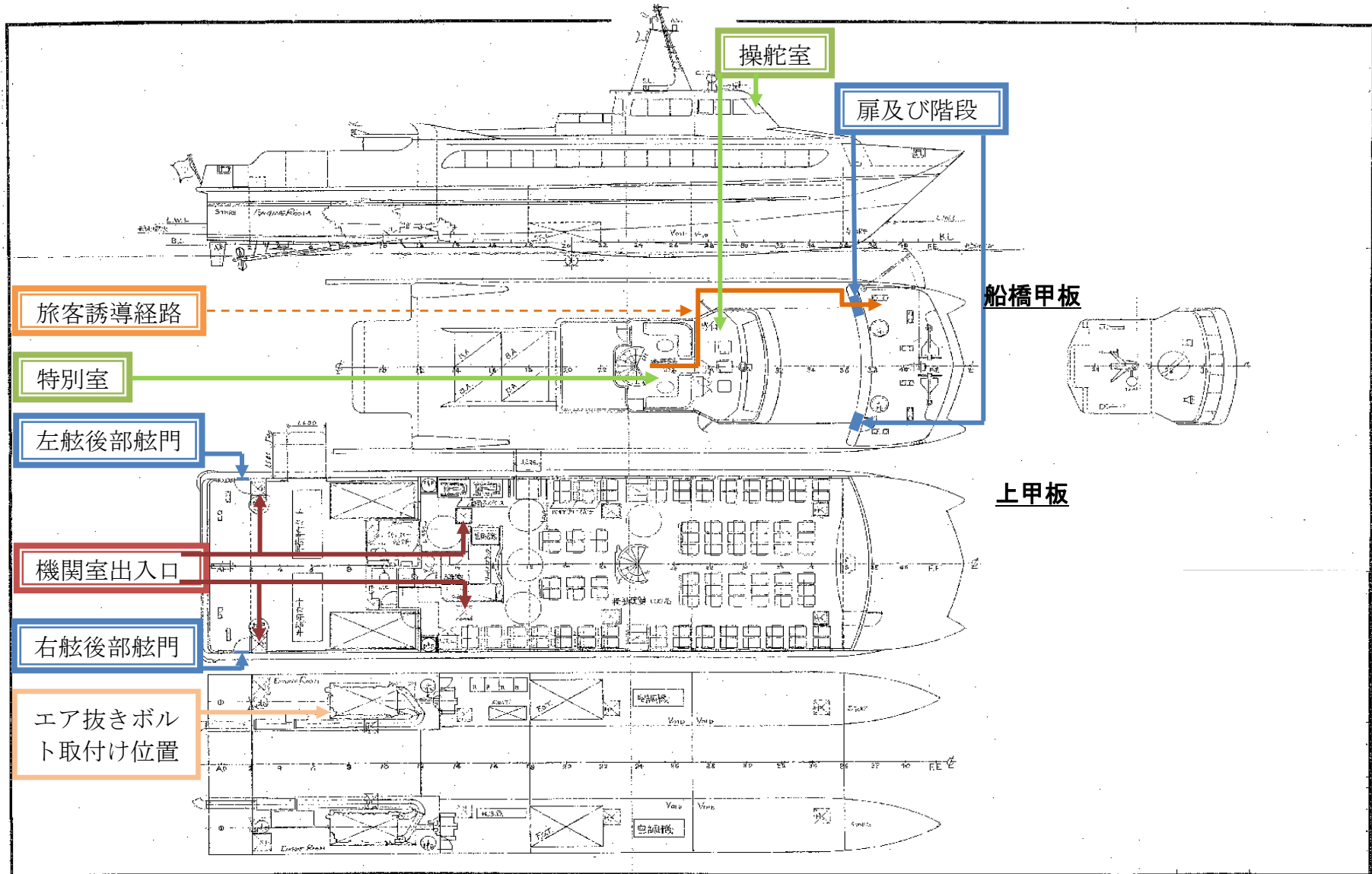
付図1 事故発生経過概略図



付図2 事故の経過等

時刻	経過の概要	備考
12時30分～ 15時30分ごろ	○機関長が燃料フィルタを新品に交換し、エア抜きボルトを緩め、エア抜き作業を実施 ○機関長がエア抜きボルトを締め直し、試運転を行い、燃料油漏れ等がないことを確認	試運転時の 主機回転数 約1,000rpm
16時30分～ 16時40分ごろ	○乗組員（船長、機関長及び甲板員）による出航準備完了（両舷主機を始動）	アイドル運転 ／クラッチ断
17時00分ごろ	○旅客を乗せ、空港ターミナルに向けて津港ターミナルを出港	主機回転数 約1,000rpm
17時02分ごろ	○両舷主機を航海速力（約28kn）に増速	主機回転数 約1,600rpm
17時10分ごろ	○航行中、船長が船体の左舷後方に衝撃を感じ、船尾方に白煙が立ち昇るのを確認 ○同時に左舷主機の回転数が低下し、機関警報が発生 ・両舷主機の遠隔操縦レバーを中立位置としたが、左舷主機は停止 ○船長が監視用モニターで白煙が立ち込めた中にぼんやりとした赤い炎のようなものを確認 ○船長が各舷主機を非常停止、給排気ファンの遠隔停止及び燃料緊急遮断弁の閉鎖を実施	右舷主機関は アイドル運転 を維持
17時20分～ 17時30分ごろ	○船長が本船に火災が発生した旨をA社経由で海上保安部に通報 ○船長が機関長及び甲板員と共に、旅客全員を特別室に誘導 ○機関長及び甲板員が煙で気分を悪くした旅客のうち希望する者を船首甲板へ誘導	
17時45分ごろ	○機関長及び甲板員が持運び式粉末消火器3本を使用して消火作業を行い、鎮火	
18時20分～ 18時30分ごろ	○A社が救助に向かわせた僚船に旅客全員を収容	
18時45分ごろ	○旅客全員を乗せた僚船が津港ターミナルに到着	
19時10分ごろ	○本船が右舷主機を極微速力前進にかけて航行し、津港ターミナルに到着	

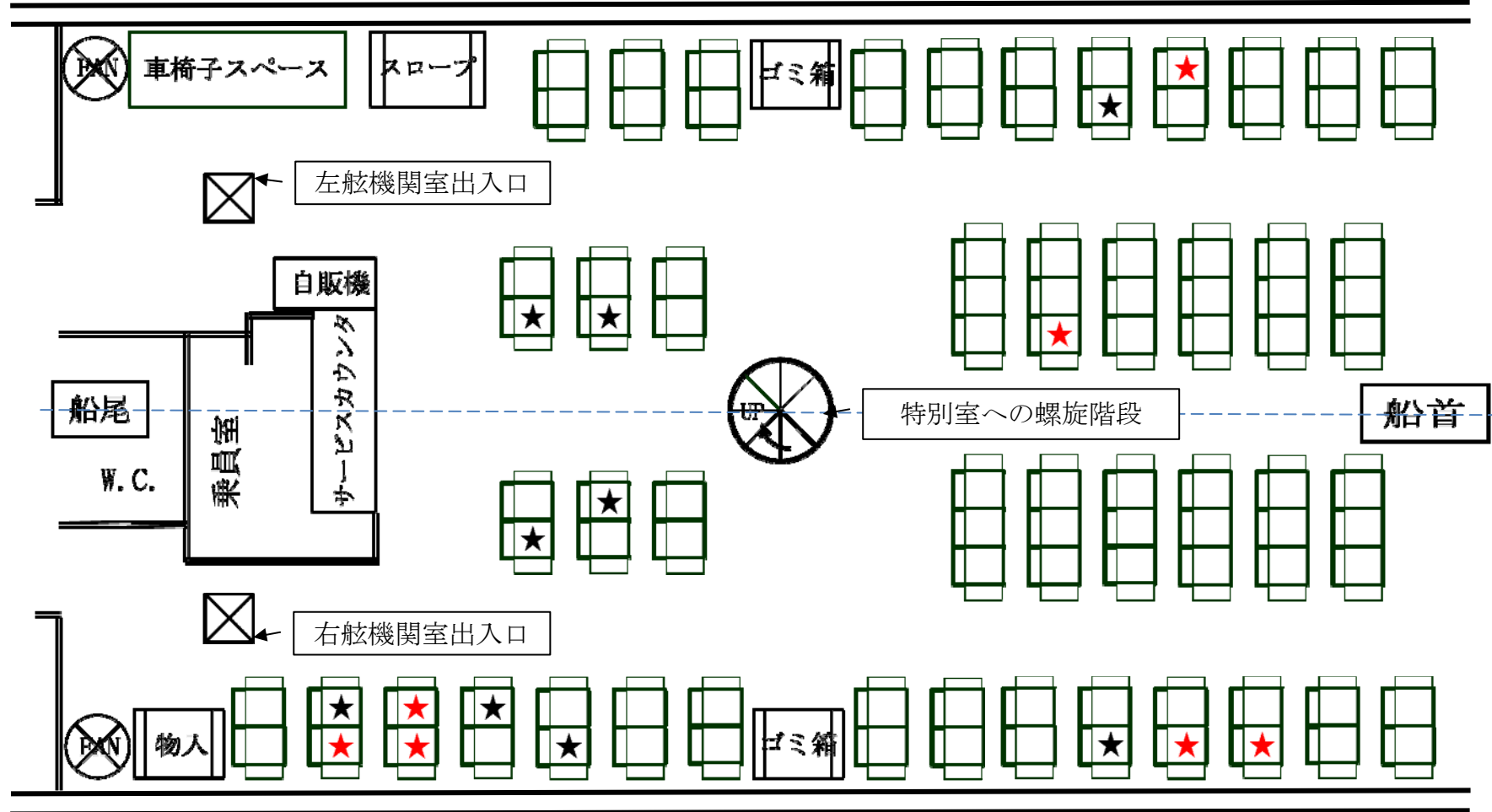
付図3 一般配置図



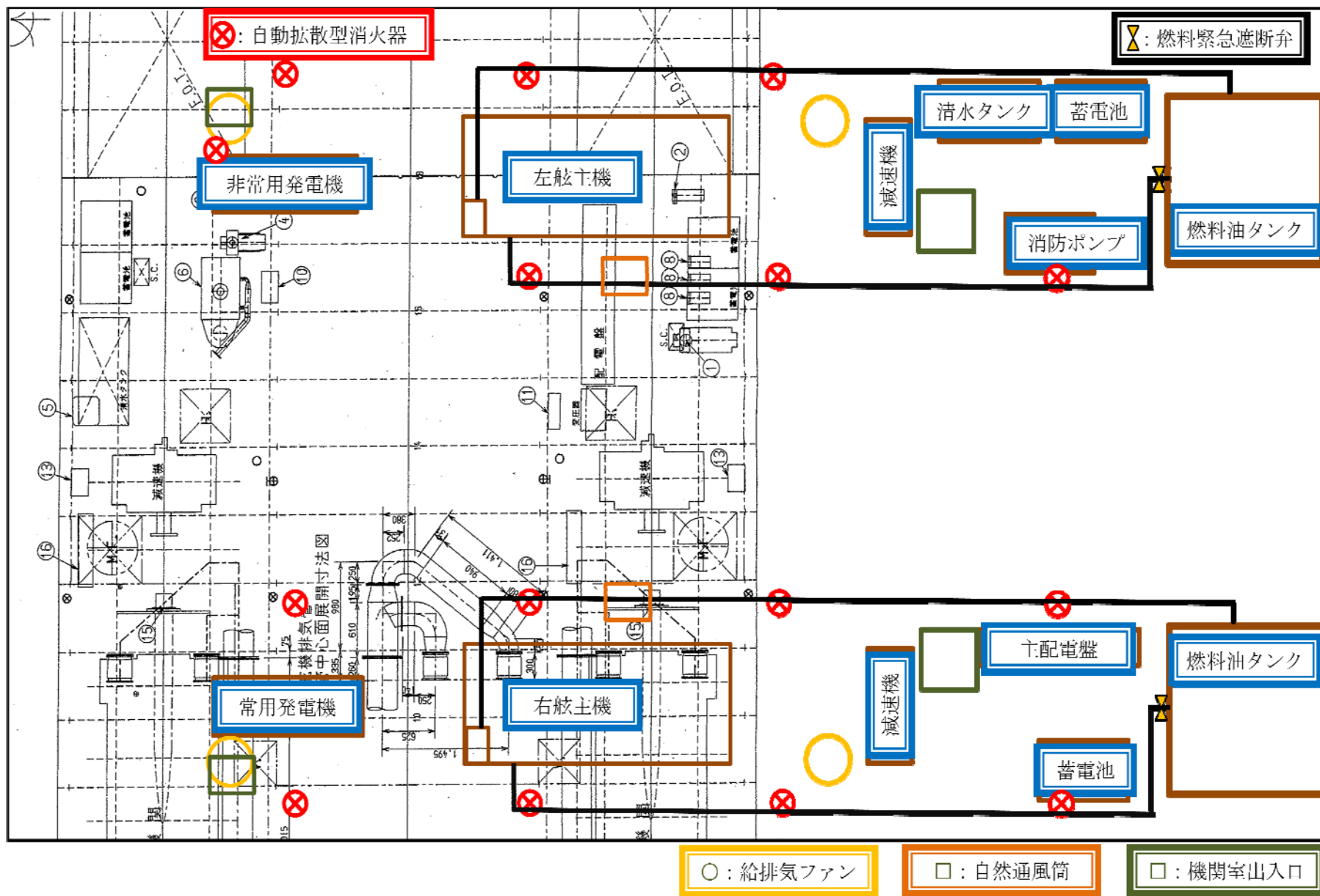
付図4-1 座席配置図

★：男性9人(その他座席不明者1人)

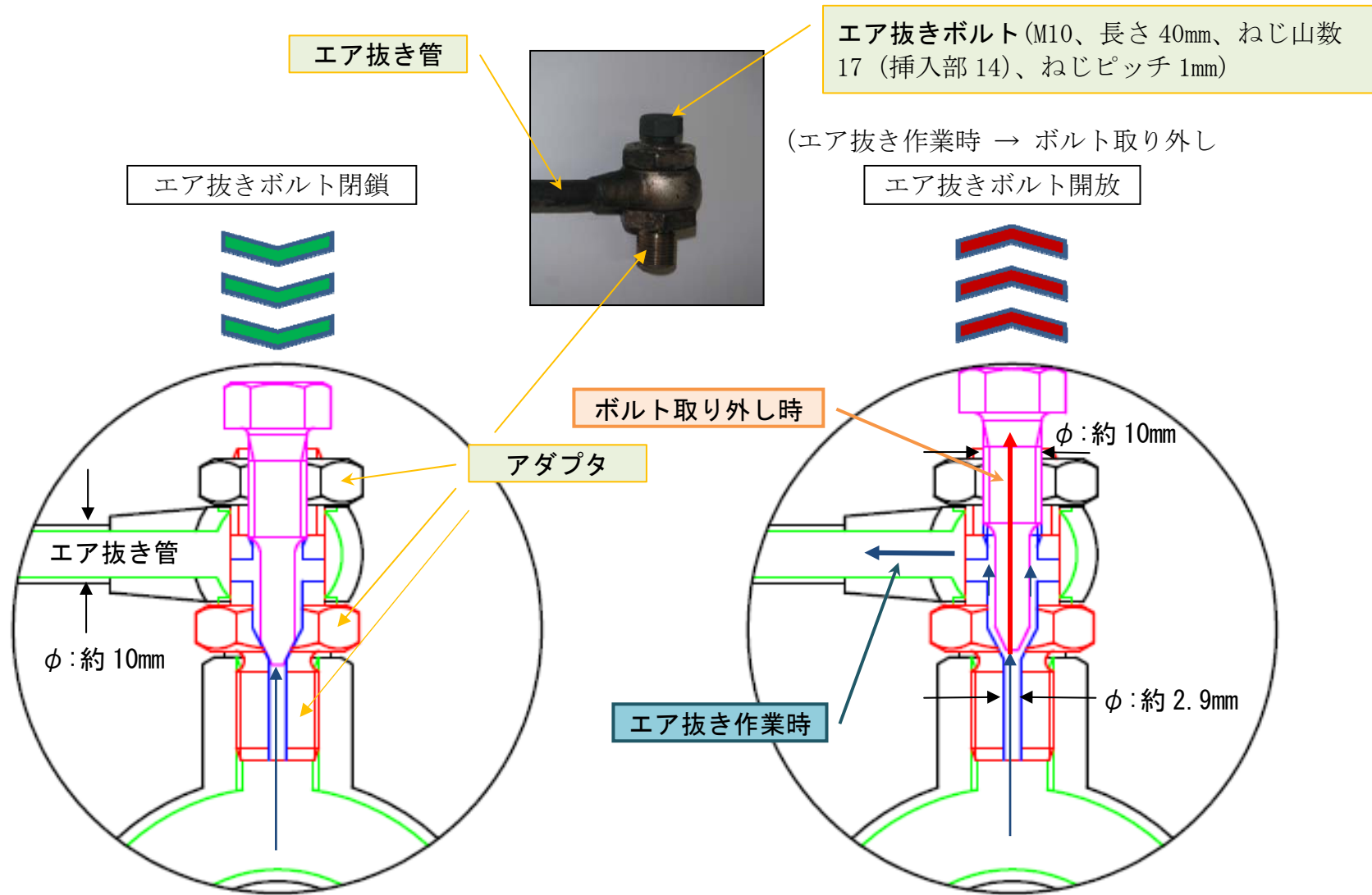
★：女性7人(その他座席不明者1人)



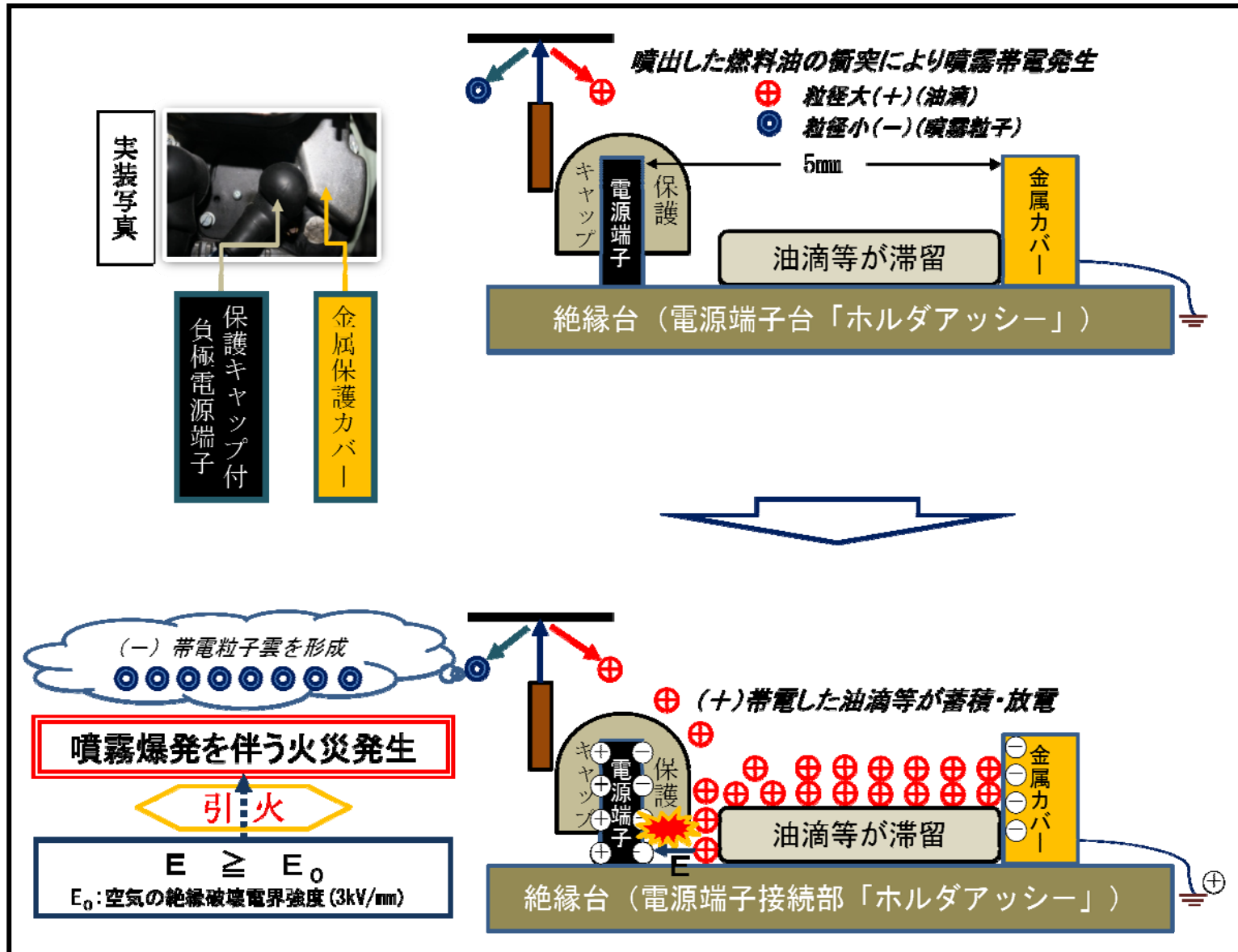
付図4-2 機関室配置図及び燃料油系統図



付図5 エア抜きボルト構造詳細図



付図6 静電気の放電モデル



付図7 火災発生フロー

17時02分 ~ 17時10分ごろ

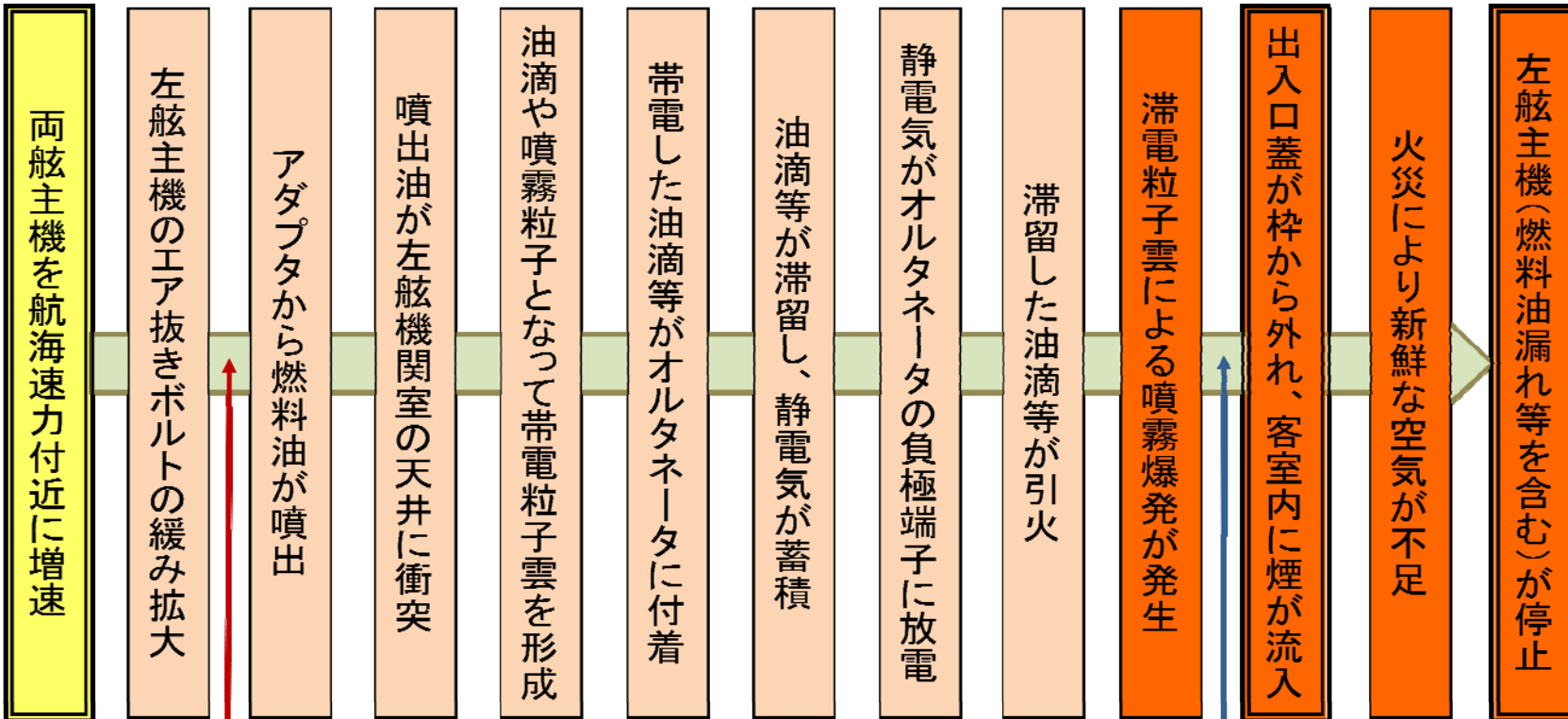
02分ごろ

(08分ごろ)

10分ごろ

・両舷主機の回転数：
約1,000rpm→約1,600rpm

・船体の左舷後方に衝撃を感じる。
・船尾に白煙が立ち昇る。
・左舷主機の回転数が低下後、停止
・機関警報発生



エア抜きボルトが抜け落ちる

二重枠線：口述内容、括弧：実船試験結果より推定

自動拡散型消火器が作動