

# 船舶事故調査報告書

船種 船名 漁船 福良丸

漁船登録番号 NS2-13582

総トン数 9.1トン

事故種類 爆発

発生日時 平成20年9月15日 10時05分ごろ

発生場所 長崎県松浦市御厨町松浦港 同市星鹿町所在の城山山頂  
(128m)から真方位202.5° 2,650m付近  
(概位 北緯33° 21.87' 東経129° 40.25')

平成21年5月14日

運輸安全委員会(海事専門部会)議決

委員長 後藤昇弘

委員 楠木行雄

委員 横山鐵男(部会長)

委員 山本哲也

委員 根本美奈

## 1 船舶事故調査の経過

### 1.1 船舶事故の概要

漁船<sup>ふくよしまる</sup>福良丸は、機関室内に海水が浸入したため、長崎県松浦市<sup>ほしかちょう</sup>星鹿町所在の<sup>じょうやま</sup>城山山頂(128m)から202.5° 2,650m付近の物揚場岸壁に左舷付けして、機関修理業者が修理を行っていたところ、平成20年9月15日10時05分ごろ、機関室内で爆発が発生した。

福良丸の船長ほか乗組員1人及び機関修理業者2人の計4人が火傷を負い、福良丸は、操舵室前面の窓が1ヶ所損壊した。

## 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20年10月1日、本事故の調査を長崎地方海難審判理事所から引き継ぎ、調査を担当する主管調査官（長崎事務所）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20年11月10日 口述聴取及び現場調査

平成20年11月11日、27日及び平成21年1月6日 口述聴取

### 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

本事故に至るまでの経過は、福良丸（以下「本船」という。）船長、機関販売修理会社（以下「本件修理会社」という。）の本船修理担当者（以下「担当A」という。）、別の同担当者（以下「担当B」という。）及び本船運航会社担当の口述によれば、次のとおりであった。

本船は、昭和60年5月に進水し、いけすへの餌まきなど、ぶりやたいなどの養殖業に従事するFRP製漁船で、平成20年9月15日06時00分ごろ、船長が長崎県松浦市青島の船溜まりで本船の主機を始動しようとしたがセルモーターが回らなかったため機関室内を確認したところ、キングストンバルブ<sup>\*1</sup>に接続したホースを止めるバンドが切れて海水が浸入し、機関室の床板付近まで浸水してセルモーターや逆転減速機などが水没しているのが発見された。船長は、バンドを仮止めするとともに、僚船のポンプを使用して海水を排出し、僚船に曳航を依頼して同市御厨町松浦港内の物揚場岸壁に左舷付け係留した後、管理を行っている本船運航会社担当が、本件修理会社に修理を依頼した。

同日09時00分ごろ、修理の依頼を受けた担当Aは、1人で本船に来て修理を開始し、主機に清水をかけて塩分を落とし、持参したスプレー式油脂洗浄剤（以下「ス

---

\*1 船外から機関に冷却水を取り込むための船底弁である。

プレー剤」という。) (840ml 缶入り) を使用して機関室内機器類の洗浄を行った。また、船長及び乗組員は、同修理に立ち会って、機関室内でウエスを使用して拭き掃除を行っていた。

担当Aは、スプレー剤を、2ないし3年前から工場内で機器の汚れ落としや精密部品の洗浄のため、年間100本程度使用していた。

担当Aは、逆転減速機のオイルを検油棒で点検したところ、乳化していたのでオイルを交換するため、09時30分ごろ担当Bに電話で排油ポンプを持参するように指示した。そして、担当Aは、主機の拭き掃除をしたり、セルモーターを外したりしていたところ、09時50分ごろ担当Bが、排油ポンプとスプレー剤2本を持って本船の機関室に入ってきた。

担当Aは、スプレー剤を広い工場内で頻繁に使用していたので、爆発することなどないと思い、担当Bとともに主機ケーシングの下部に吹き付けて洗浄を行っていたところ、オイルパンにも海水が混入していたことから、担当Bにエンジンオイルを抜き出すよう指示した。

担当Aと担当Bは、それまでにスプレー剤をそれぞれ1本及び1本の約半分使っていた。

10時00分ごろ、担当Aは、船長が「一服しようや。」と言ったので、「たばこは危ないけんね。」と注意を促した。その後、担当Bは、海水が混入したエンジンオイルをオイルパンから抜き出すために、排油ポンプの吸入ホースを検油棒横のオイル取出口に差し込み、吐出ホースを空缶に入れて排油ポンプの準備を行った。

担当Aは、排油ポンプ運転準備完了後、同ポンプモーターのスイッチを入れた状態でプラス側端子をセルモーターに接続していたバッテリーコードにクリップで挟み、マイナス側端子を主機排気マニホールドの船尾側ボルトにクリップで挟んだところ、スパークが生じて爆発が発生した。

その結果、たばこを吸い終えて機関室に入ろうとしていた船長が爆風を浴び、主機左舷後部にいた担当Bはすぐさま機関室から脱出し、主機右舷後部にいた担当Aは主機前部にいた乗組員を機関室入口まで引きずり出したのち機関室から脱出したが、4人全員が火傷を負った。

担当Aは、船上から機関室内に海水をかけて火気を消し去り、その後、4人は、来援した4台の救急車により近隣の病院に搬送された。

本事故の発生日時は、平成20年9月15日10時05分ごろで、発生場所は、長崎県松浦市星鹿町所在の城山山頂(128m)から202.5°、2,650m付近であった。

(付図1 事故発生場所図 参照)

## 2.2 人の死亡、行方不明及び負傷に関する情報

担当A、担当B及び船長の口述並びに診断書によれば、船長は顔、両耳、頭部、手首より先の両手の火傷で20日間入院、乗組員は顔面、両手、両足火傷で1ヶ月以上の入院であり、担当Aは両太股と両腕の火傷で全治2ヶ月、担当Bは両太股、両腕と顔面の火傷で全治1ヶ月と、それぞれ診断された。

## 2.3 船舶の損傷に関する情報

船長及び本船運航会社担当の口述並びに本船の損傷写真によれば、操舵室前面の窓が1ヶ所破損し、機関室内面に一部焼け焦げを生じた。

## 2.4 船舶以外の施設等の損傷に関する情報

本船以外の施設等に損傷はなかった。

## 2.5 乗組員等に関する情報

### (1) 性別、年齢及び受有操縦免許証

船長 男性 55歳

一級小型船舶操縦士・特殊小型船舶操縦士

免許登録日 昭和58年12月15日

免許証交付日 平成20年1月11日

(平成25年12月14日まで有効)

乗組員 男性 61歳

一級小型船舶操縦士・特殊小型船舶操縦士

免許登録日 昭和57年3月26日

免許証交付日 平成20年1月11日

(平成25年4月14日まで有効)

担当A 男性 55歳

担当B 男性 23歳

### (2) 主な乗船履歴等

船長

船長の口述によれば、次のとおりであった。

#### ① 主な乗船履歴

船長は、12ないし13年前に本船運航会社に入社して、ぶりやたいの養殖業に従事しており、本船に乗り組んで固形飼料をいけすまで運搬して散布したり、本船の整備作業を行ったりしていた。

② 健康状態

視力は0.3くらいで眼鏡をかけているが、健康状態は良好であった。

乗組員

船長の口述によれば、次のとおりであった。

船長よりも本船運航会社への入社は早く、船長と同様に、本船に乗り組んで固形飼料をいけすまで運搬して散布したり、本船の整備作業を行ったりしていた。

担当A

担当Aの口述によれば、次のとおりである。

① 主な履歴

実父が経営する本件修理会社に入社し、昭和50年代に、本船機関の製造者が実施した講習会に参加した。また、小型船舶操縦士の免許を有していたので修理や販売する船の試運転等のため、週に1ないし2回程度伊万里湾内で乗船していた。その後、社長を継いだ。

② 健康状態

健康状態は良好で、特に異常はなかった。

担当B

担当Bの口述によれば、次のとおりである。

① 主な履歴

平成17年に大学を卒業後、本件修理会社に入社し、一級小型船舶操縦士の免許を取得して漁船の点検や修理で試運転のため乗船し、また、平成19年に、本船機関の製造者が実施した講習会に参加して技術を取得して現在に至る。

② 健康状態

健康状態は良好であった。

## 2.6 船舶等に関する情報

### 2.6.1 船舶の主要目

漁船登録番号	NS2-13582
主たる根拠地	長崎県松浦市
船舶所有者	個人所有
総トン数	9.1トン
L×B×D	13.97m×3.44m×1.18m
船質	FRP
機関	ディーゼル機関1基

出力 90 (漁船法馬力数)  
推進器 3翼固定ピッチプロペラ 1個  
進水年月日 昭和60年5月17日

## 2.6.2 設備等

### (1) 船体の状況

本船は、船体中央後方寄り甲板上に操舵室が、同室甲板下には、船首側から順に機関室及び隔壁を隔ててバッテリー室が配置されていた。

また、操舵室前方には、FRP製の窓が取り付けられていた。

### (2) 機関室等の状況

機関室は、中央部に主機が設置されており、機関室の大きさは、長さ285cm、幅185cm、床面からの高さ160cmで、その両舷に床面からの高さ85cm、長さ150cm、奥行き75cmの空間が設けられていた。また、床面下部に長さ方向に2段の凹部が設けられていて、主機下方となるオイルパン部は、床面からの深さ28cm、長さ285cm、幅135cmで、さらにオイルパン部の中央に、床面からの深さ47cm、長さ285cm、幅47cmの最下段が設けられていた。

(付図2 機関室平面図、付図3 機関室断面図 参照)

また、開口部が操舵室床となる機関室上面に2ヶ所あり、その大きさは、前部のものが幅78cm、長さ59cm、後部のものが幅57cm、長さ39cmで、本事故当時は両開口部ともに開口状態であった。

一方、機関室両舷には、床面から115cm、機関室前壁から110cmの位置に、長さ16cm、幅6cmの通気口が各1個設けられており、本事故当時は、左舷側は全開であったが、右舷側は上方にふたがされていて下方に1cmほどの隙間があった。また、強制通風装置は設置されていなかった。

(写真1 機関室上部の開口部、写真2 通気口内側、写真3 通気口(左舷外側)、写真4 主機(開口部より撮影) 参照)

一方、バッテリー室には、12Vバッテリー2個が直列に接続された状態で設置され、バッテリーのマイナス側は船体に接地されていた。

## 2.7 気象及び海象に関する情報

### 2.7.1 気象観測値

本事故現場の東方約10kmに位置する松浦地域気象観測所の気象観測結果によれば、次のとおりであった。

08時00分 風向 南南東 風速 1.1m/s 気温 21.6℃

09時00分	風向	南南東	風速	4.1m/s	気温	22.1℃
10時00分	風向	南東	風速	3.5m/s	気温	22.8℃
11時00分	風向	南東	風速	2.7m/s	気温	23.9℃

## 2.7.2 乗組員の観測

船長の口述によれば、本事故現場付近の気象及び海象は、次のとおりであった。

天気 曇り、風 なし、波 なし、視界 良好

## 2.8 可燃性ガスについて

### 2.8.1 種類及び使用量

担当A及び担当Bの口述によれば、次のとおりであった。

2人は、爆発事故の前、主機ケーシング下方の洗浄のため、機関室内でスプレー剤を使用しており、使用した量は、担当Aが1本、担当Bが1本の約半分で、合計で約1.5本分であった。

### 2.8.2 スプレー剤の臭いに関する情報

担当A及び担当Bの口述によれば、次のとおりであった。

機関室内に噴射されたスプレー剤は、家庭用プロパンガスに似た臭いがつけてあった。爆発前、その臭いが機関室内に充満していた。

### 2.8.3 スプレー剤の情報

#### (1) 成分等

スプレー剤製造会社（以下「本件製造会社」という。）担当の口述及び製品安全データシート<sup>※2</sup>によれば、次のとおりであった。

容量840mlの缶に液化ガスを封入したスプレー式で、同ガスの成分はLPGが252ml、残り588mlのうち、エタノールが30～40%、イソヘキサンが70～60%であり、いずれも鎖状炭化水素である。

なお、スプレー剤の各成分の分子量は、空気(窒素約78%、酸素約21%、その他約1%)の平均分子量より大きい。

#### (2) 缶本体に記載された注意書き

本件製造会社担当の口述によれば、次のとおりであった。

缶本体には、用途として「自動車用部品及びブレーキの洗浄剤」であるこ

---

<sup>※2</sup> 労働安全衛生法に定められており、危険有害な化学製品について、安全な取扱いを確保するための参考情報として、取り扱う事業者提供されるものである。

と及び高圧ガスを使用した可燃性の製品であるため「火気と高温に注意」「火気厳禁」「室内で大量に使用しないこと」などが記載されていた。

## 3 分析

### 3.1 事故発生の状況

#### 3.1.1 事故発生に至る経緯

2.1、2.6.2(2)及び2.8.3(1)から、担当A及び担当Bが、通風装置のない、また、ポータブルファンなどによる強制換気もできない、狭い機関室内において、主機ケーシング下方の洗浄を行うためスプレー剤を約1.5本分使用したため、いずれも空気より重いスプレー剤の構成成分が可燃性ガスとなって機関室内に滞留したものと考えられる。

その後、海水が混入したエンジンオイルを抜き出すため、主機の左舷後部で同担当Bが排油ポンプの吸入・吐出ホースを準備し、主機の右舷後部に座っていた同担当Aが排油ポンプのプラス側端子を主機セルモーターのプラス側に接続し、マイナス側端子を排気マニホールドの船尾側ボルトにクリップで挟んだところ、バッテリー電流が流れて同クリップ部でスパークを発生し、滞留していた可燃性ガスに着火して爆発が生じたものと考えられる。

#### 3.1.2 発生日時及び場所

2.1から、平成20年9月15日10時05分ごろ、長崎県松浦市星鹿町所在の城山山頂（128m）から202.5°、2,650m付近で発生したものと考えられる。

### 3.2 事故要因の解析

#### 3.2.1 乗組員等及び船舶の状況

##### (1) 乗組員等の状況に関する解析

2.5(1)から、船長、乗組員とも、適法で有効な操縦免許証を有していた。

##### (2) 船舶の状況に関する解析

2.1から、本事故の当日、機器の一部が水没したことにより本件修理業者を依頼したものであり、他の機器に異常はなかった。また、主機が運転されていない状況から、本件修理業者が作業を開始するまでは、機関室内に可燃性ガスはなかったものと考えられる。



### 3.2.2 気象の状況

2.7から、天気曇り、風なし、波なし、気温22.8℃であったと考えられる。

### 3.2.3 事故発生に関する解析

ガスによる爆発が生じる条件として、爆発限界内濃度の可燃性ガスの存在及び着火源の存在がある。これらについて解析する。

#### (1) 可燃性ガスの滞留に関する解析

2.1、2.6.2(2)、2.8.2及び3.2.1(2)から、修理前は可燃性ガスがなく、修理に際してスプレー剤が使用され、またスプレー剤使用後は臭いも認識されており、スプレー剤から噴霧された可燃性ガスが、通風装置のない、また、強制換気も困難な狭い機関室内に滞留したものと考えられる。

#### (2) 噴射された可燃性ガスの濃度に関する解析

各容積を試算すると以下のとおり。(算式については別表1 機関室内の容積、別表2 スプレー剤可燃性ガスの各成分と容積 参照)

##### ① 機関室内の容積

ア 機関室内全容積=約12,055ℓ

イ スパークを生じた箇所から下の機関室容積=約6,897ℓ

##### ② 噴射されたスプレー剤内可燃性ガスの各成分の容量

ア エタノール=110.2～146.9ℓ

イ プロパン=54.1ℓ

ウ ブタン=45.6ℓ

エ イソヘキサン=113.8～97.6ℓ

##### ③ 可燃性ガス濃度

このスプレー剤の可燃性ガスが機関室に噴霧されたものであるが、分散状況は、機関室下部に沈降している場合と全体に分散している場合が考えられるので、それぞれについて解析した。

ア スパークを生じた箇所以下に沈降した場合

着火源付近におけるスプレー剤の可燃性ガスの濃度(vol%)は、以下のとおりと考えられる。

$$\begin{aligned} 323.7 \sim 344.2 / 6,897 &= 0.0469 \sim 0.0499 \\ &4.69 \sim 4.99 \text{ vol\%} \end{aligned}$$

イ 機関室全体に分散した場合

機関室内におけるスプレー剤の可燃性ガスの濃度(vol%)は、以下のとおりと考えられる。

$$323.7 \sim 344.2 / 12,055 = 0.0269 \sim 0.0286$$

## 2.69～2.86 vol%

本事故当時のスプレー剤の可燃性ガス濃度は、その構成成分がいずれも空気より重いことから、機関室上部では薄く、下部では濃い状況であったと考えられる。一方、スプレー剤の爆発限界<sup>※3</sup>は、製品安全データシートから、1.2 vol%～7.7 vol%であり、上記の火花を生じた箇所以下に沈降した場合及び、イ 機関室全体に分散した場合のいずれの場合においても、当時の可燃性ガス濃度は、爆発限界内の雰囲気に入っており、火花など着火源の存在により、爆発が発生する可能性があるものと考えられる。

### (3) スパーク発生（着火源の存在）に関する解析

スパークとは、電位差のある物体が接近したときに電流が流れる放電現象が起こって発生する火花のことである。

2.1から、排油ポンプモーターのスイッチを入れた状態で、プラス側をバッテリーに接続し、続いてマイナス側を主機の一部、つまり、バッテリーのマイナス側が接地された船体につなごうとしたことから条件が整い、電気火花が発生したものと考えられる。

### (4) スパークを生じた箇所に関する解析

2.1から、当時、修理中で全ての機器を停止しており、排油ポンプモーターの端子を接続した主機排気マニホールドの船尾側ボルトの位置から火花が生じたものと考えられる。また、同ボルトの床面からの高さは、付図4記載の各部寸法から、約69 cmと考えられる。

### (5) スプレー剤使用時の危険性の認識に関する解析

2.1及び2.6.2(2)から、担当Aは、「たばこを吸ったら危ない。」と船長に述べていることから、スプレー剤噴霧後に爆発する危険があることは漠然と認識していたものの、強制換気を行わないまま、狭い機関室内でスプレー剤を噴霧して、更に排油ポンプをスパークさせており、工場で何事もなく頻繁に使用しているうち、危険性に対する認識が薄れていた可能性があるものと考えられる。

---

<sup>※3</sup> 可燃性ガス又は蒸気が空気と混合している場合、混合ガスの組成がある濃度の範囲にあるとき、着火源を近づけると爆発が発生する。この最低濃度を爆発下限界、最高濃度を爆発上限界といい、その濃度が薄すぎても濃すぎても爆発しない。

## 4 原因

本事故は、長崎県松浦市御厨町の松浦港内物揚場岸壁において、機関修理のため係留していた本船機関室内で、爆発限界内濃度の可燃性ガスが滞留していたところ、エンジンオイルを抜き出す目的で排油ポンプモーターの端子を電源につないだ際、電気スパークが発生したため、同ガスに着火して爆発したことにより発生したものと考えられる。

爆発限界内濃度の可燃性ガスが滞留していたのは、通風装置のない、また、強制換気も困難な狭い機関室内において、多量のスプレー剤が使用されたことによるものと考えられる。

狭い機関室内で多量のスプレー剤が使用され、また、電気スパークが発生することになったのは、スプレー剤使用時の危険性に対する認識が薄れていたことによる可能性があるものと考えられる。

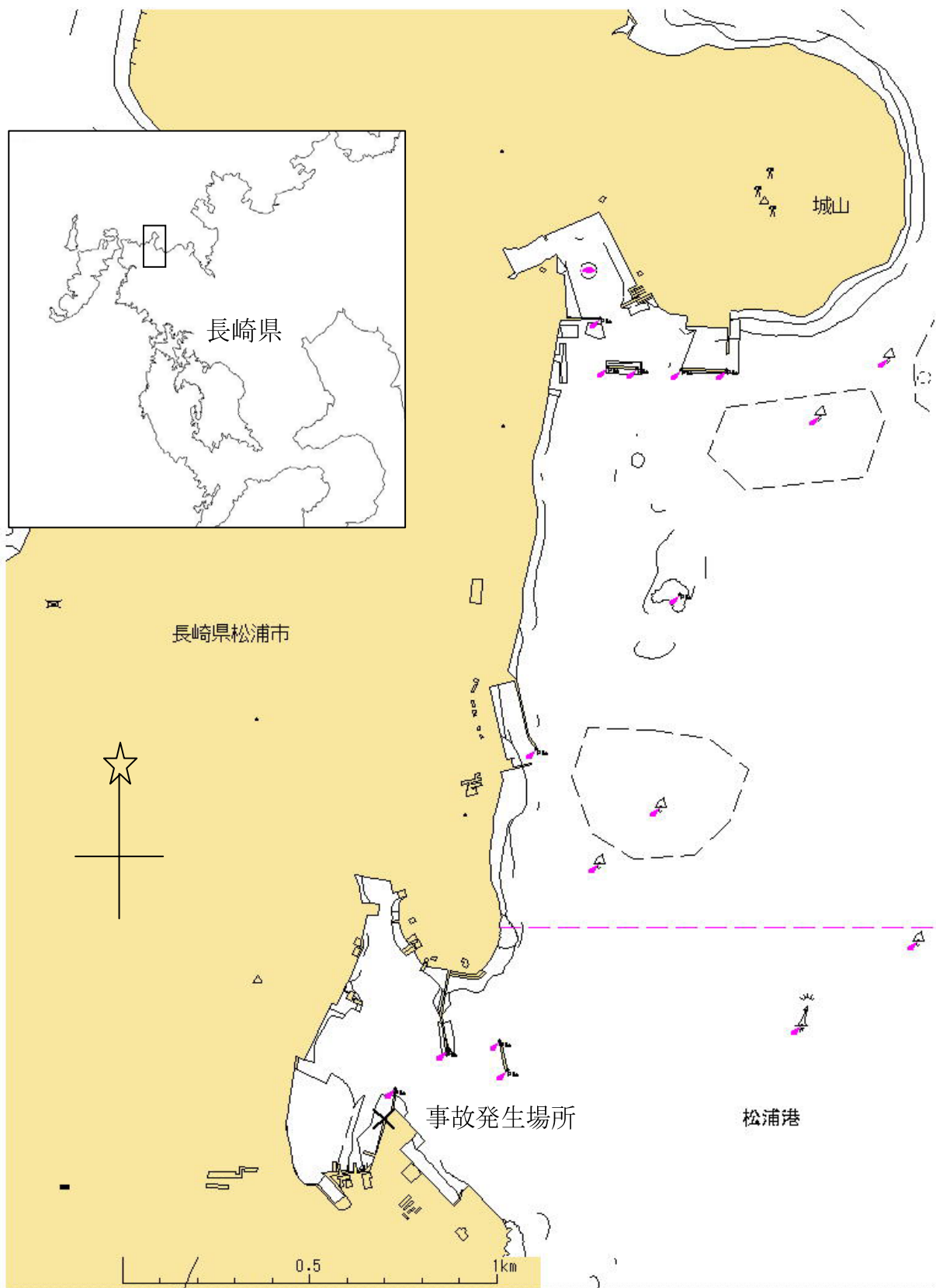
## 5 所見

本事故は、港内で係留していた機関室内において、スプレー剤が使用され、可燃性ガスが滞留していた状況下、排油ポンプモーターの端子を電源につないだ際、電気スパークが発生したため、同ガスに着火、爆発したものである。

スプレー剤などの機械部品の洗浄剤については、自動車用部品やブレーキの洗浄用など、自動車整備用として、大量販売の工具店等で幅広く販売されているが、価格も840mlあたり400円程度と比較的安価であり、かつ、洗浄性に優れていることから、多くの漁船やプレジャーボート関係者にも好んで使用されている。

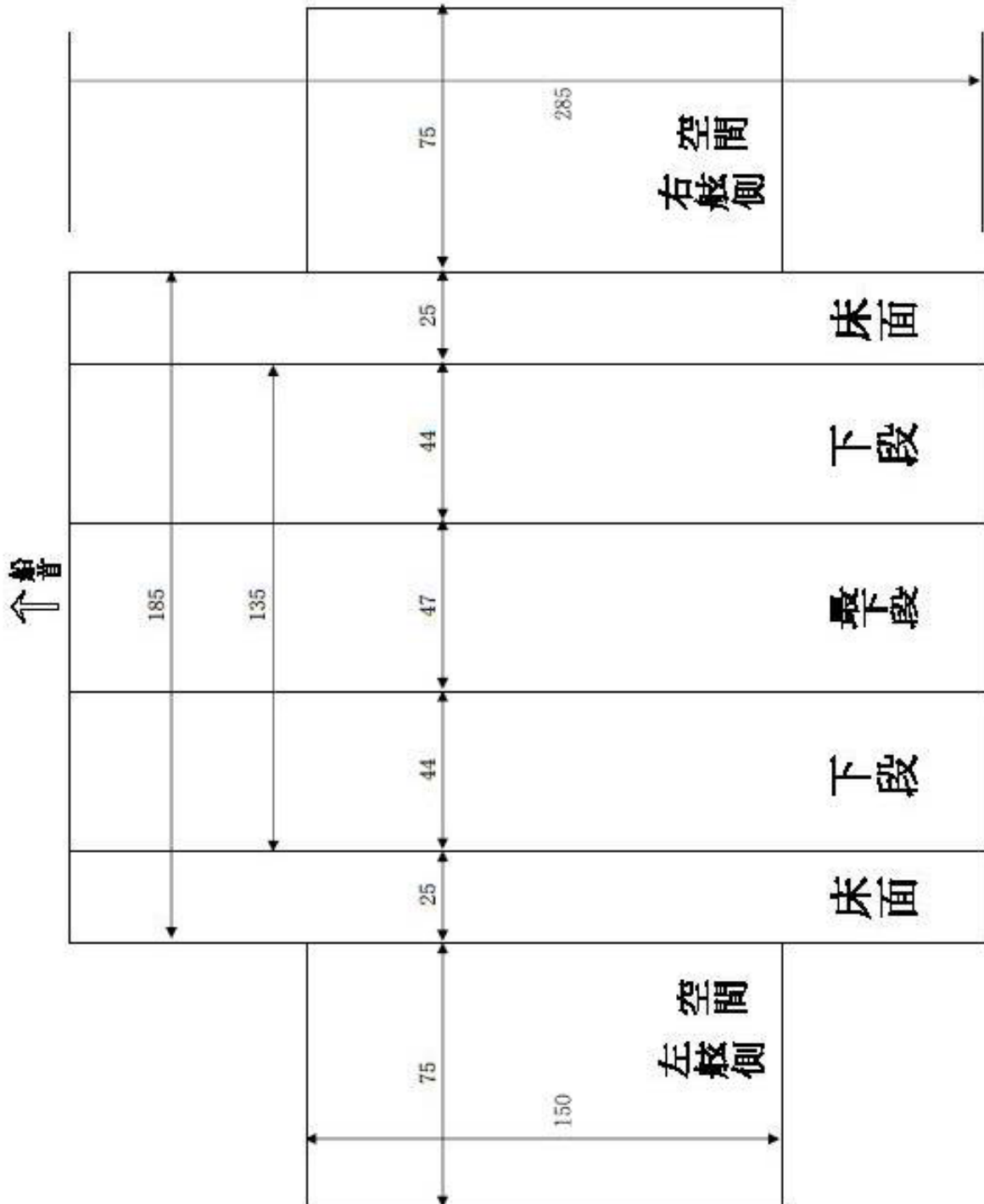
小型船の機関室で、このスプレー剤を多量に使用すれば、成分の可燃性ガスが爆発限界内の濃度となって滞留する可能性が高く、機関始動等に伴う着火源の存在により爆発事故を発生させ、甚大な人身事故を引き起こす可能性があることから、船舶関係者は、スプレー剤を機関室内など狭い室内で、強制換気を行わずに使用することが極めて危険であると注意する必要がある。

付図1 事故発生場所図



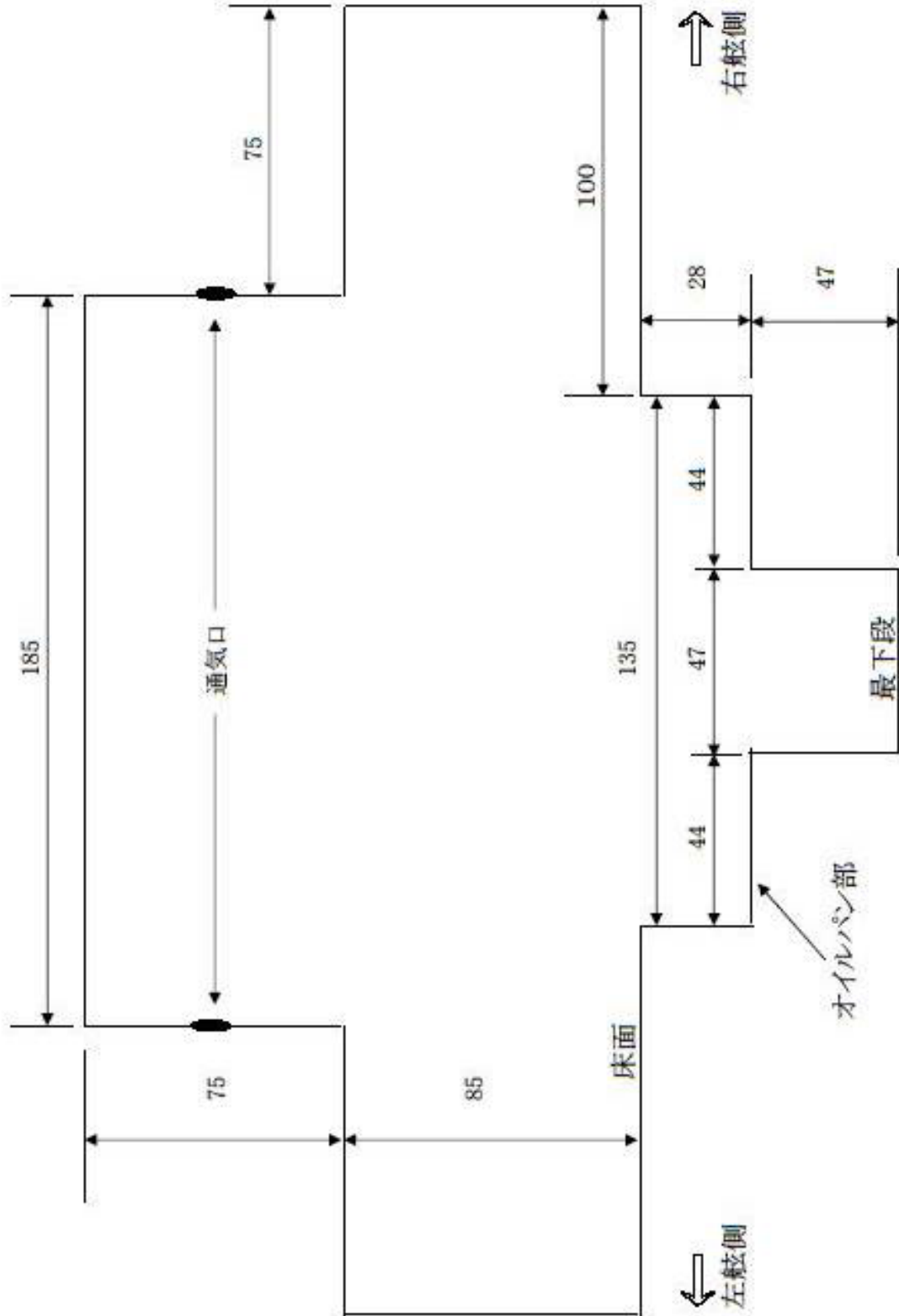
# 付図2 機関室平面図

単位：cm



### 付図3 機関室断面図

単位：cm



付図4 機関図

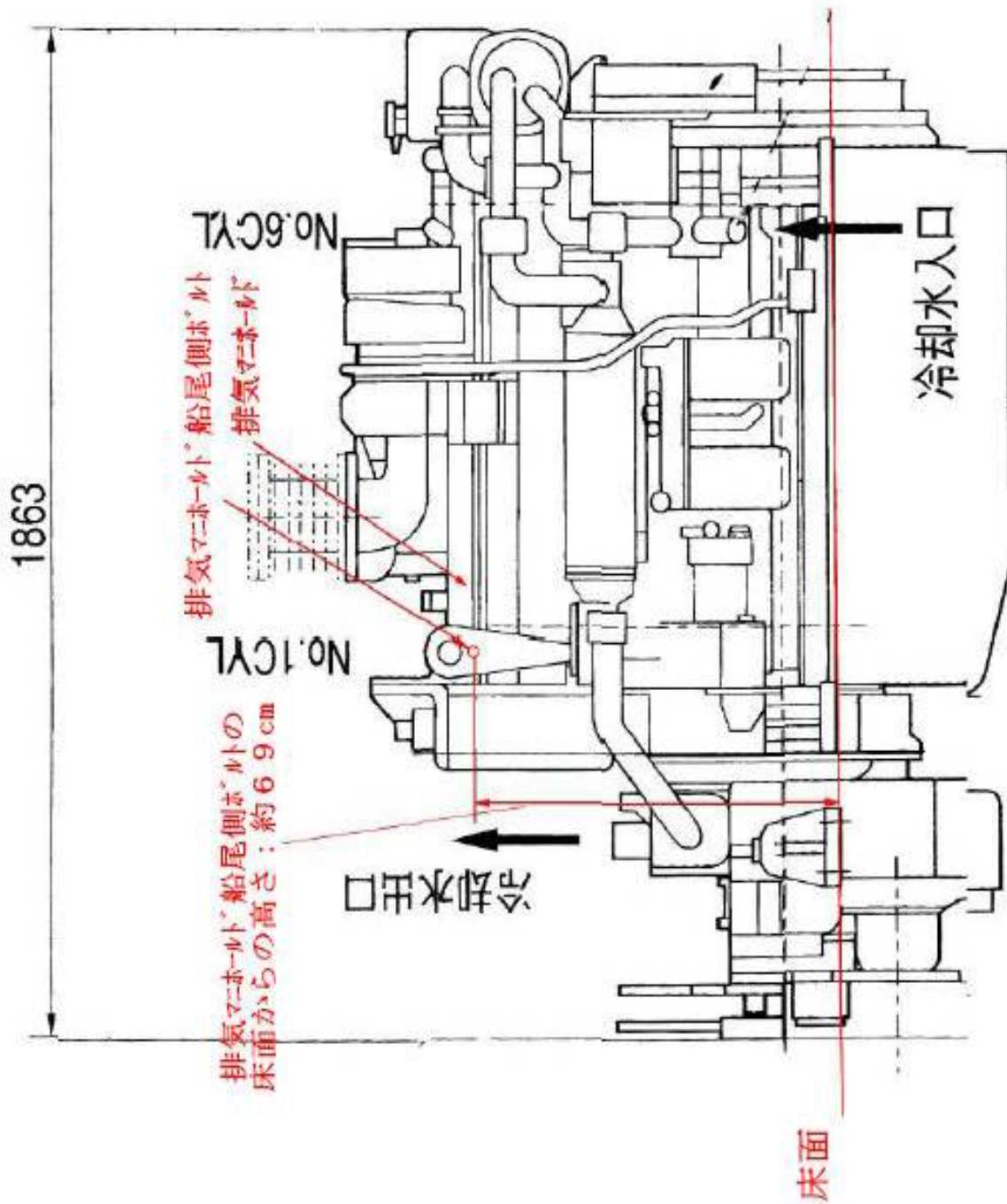


写真1 機関室上部の開口部



写真2 通気口内側

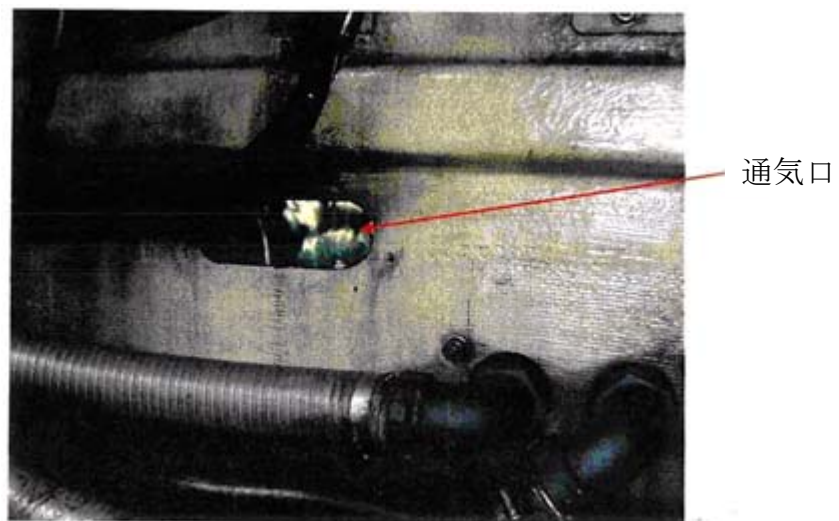




写真3 通気口（左舷外側）

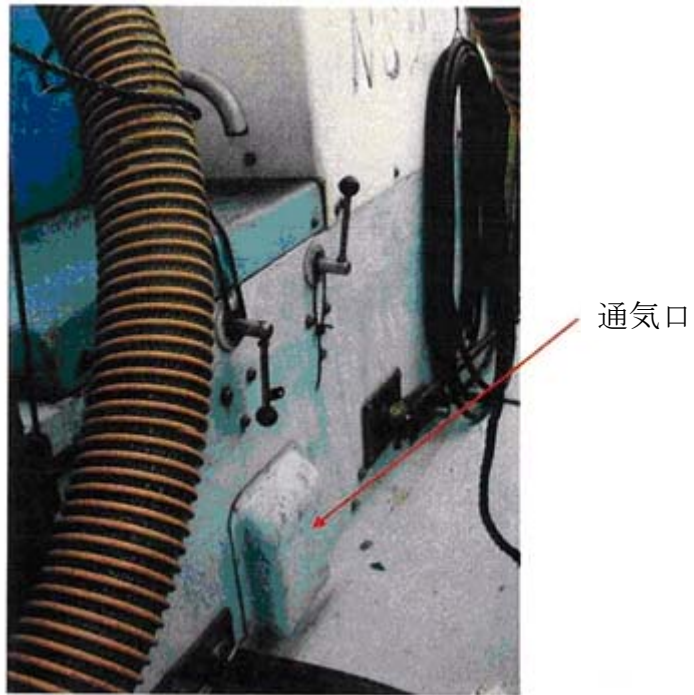


写真4 主機（開口部より撮影）



## 別表1 機関室内の容積

(2.6.2(2)、3.2.3(4)、付図2 機関室平面図、付図3 機関室断面図、付図4 機関図 参照)

			幅(cm)	長さ(cm)	深さ(cm)	容積(cm <sup>3</sup> )	容積(ℓ)
ア	床面から下部の容積	最下段	47	285	47	629,565	
		下段	135	285	28	1,077,300	
		小計				1,706,865	
イ	床面からスパークを生じた箇所までの容積	除く両舷空間	185	285	69	3,638,025	
		左舷空間	75	150	69	776,250	
		右舷空間	75	150	69	776,250	
		小計				5,190,525	
ウ	床面上部の容積	除く両舷空間	185	285	160	8,436,000	
		左舷空間	75	150	85	956,250	
		右舷空間	75	150	85	956,250	
		小計				10,348,500	
エ	機関室内スパークを生じた箇所までの容積				ア+イ=	6,897,390	6,897
オ	機関室内全容積				ア+ウ=	12,055,365	12,055

## 別表2 スプレー剤可燃性ガスの各成分と容積

2.7から、当時の気温は22.8℃、また、LPGは、プロパンとブタンで構成され、通常、それぞれの比率は50%である。

成分	分子式	分子量 (g/mol)	(1) 缶当りの 液量(ml)	(2) 噴霧液量 (ml)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	(3) 噴霧重量 (g)	(4) 噴霧された 可燃性ガス 容積(l)
エタノール	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	46	176.4～ 235.2	264.6～ 352.8	0.7893	208.8～ 278.5	110.2～ 146.9
プロパン	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44	126	189	0.5184	98	54.1
ブタン	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58	126	189	0.576	108.9	45.6
イソヘキサン	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	86	411.6～ 352.8	617.4～ 529.3	0.6532	403.2～ 345.7	113.8～ 97.6

(1) 2.8.2(1)から、840ml中、LPGが252ml

残量中、エタノールが30～40%、イソヘキサンが70～60%

(2) 2.8.1から、スプレー剤を1.5本使用

$$\text{噴霧液量(2)} = (1) \times 1.5$$

(3) 噴霧重量(3) = (2) × 密度

(4) 噴霧された可燃性ガスの容積(4)は、以下の算式によって求められる。

① 気温 22.8℃での成分A蒸気(ガス) 1molの容積

標準状態(0℃、1気圧)で、成分A蒸気(ガス) 1molは 22.4lである。

シャルルの法則<sup>※1</sup>により、 $V_1/T_1 = V_2/T_2$  (1気圧で一定)

$$V_1 = 22.4, T_1 = 273.15, T_2 = 273.15 + 22.8 \text{ を当てはめると}$$

$$22.4 / 273.15 = V_2 / (273.15 + 22.8) \quad V_2 = 24.27l$$

したがって、気温 22.8℃での成分A蒸気(ガス) 1molの容積は、24.27lである。

② 成分A蒸気(ガス) Y(g)の容積X(l)

$$Y(g) : X(l) = \text{分子量}(g) : 24.27(l)$$

したがって、噴霧ガスの容積 $X(l) = (Y(g) \times 24.27(l)) / \text{分子量}(g)$  で求められる。

<sup>※1</sup> 圧力が一定のとき、体積(V)は絶対温度(T)に比例する法則である。