

無人の機関室における消火システムの 調査研究報告書

平成22年4月

日本小型船舶検査機構

「無人の機関室における消火システムの調査研究報告書」

目 次

1.	調査研究の目的及び実施方法	
1-1	調査研究の目的	1
1-2	調査研究の内容及び実施方法	1
1-3	「無人の機関室における消火システムの検討委員会」等について	
1-3-1	委員会の構成	1
1-3-2	委員会の経過	2
2.	無人の機関室における火災についての現状の考察	
2-1	関係規則	
2-1-1	機関室火災に対する現行の消火基準の考え方	7
2-1-2	関係規則条文等	7
2-2	小型船舶の無人の機関室火災の評価	
2-2-1	小型船舶機関室火災・爆発事故例の調査	13
2-2-2	火災安全対策の検討	33
2-2-3	火災探知器の種類・設置場所に関する調査	38
2-3	機関室火災防止用整備・点検指針の検討	
2-3-1	目的等	40
2-3-2	調査対象事故例	40
2-3-3	各事故例の概要	42
2-3-4	事故例の分類	46
2-3-5	出火燃焼物分類毎の事故例の検討	50
2-3-6	機関室出火防止のための整備・点検指針案	55
2-4	複数の自動拡散型消火器を備え付けた場合の課題	
2-4-1	現在の自動拡散型消火器の実情	56
2-4-2	有効に消火するための条件について	57
2-4-3	消火システムが備えるべき性能要件の整理	58
2-4-4	今後の消火システムの考え方	59
3.	火災実験	
3-1	実験の目的及び前提	60
3-2	実験の概要	
3-2-1	初田製作所屋内消火実験場	60
3-2-2	機関室	61
3-2-3	エンジン模型	62
3-2-4	火源	62
3-2-5	消火器	63

3-2-6	換気条件	64
3-2-7	温度測定	65
3-2-8	消火タイミング	65
3-2-9	安全対策	66
3-3	実験条件（実験パターン）	66
3-4	計測内容	
3-4-1	実験時の測定項目	68
3-4-2	実験時の観察事項	68
3-5	実験結果	68
3-6	実験結果の考察	
3-6-1	改善案（「機関停止」と「消火剤の同時放出」）の期待 効果について	70
3-6-2	実験の再現性について	71
3-6-3	消火器近傍の温度と自動拡散起動タイミングについて	72
3-6-4	エンジン模型（遮蔽物）による影響について	72
3-6-5	今回の実験と型式承認試験との換気条件の違い	74
3-7	今後の改善案に関する考察	
3-7-1	容積 8 m ³ 以上の機関室の防護に関して今後検討すべき 事項について	74
3-7-2	消火剤量について	75
4.	無人の機関室における有効な消火システムについて	
4-1	無人の機関室における有効な消火システム	
4-1-1	実験から得られた結果	76
4-1-2	実験結果から考えられる推奨システム	76
4-1-3	自動拡散型消火器を前提とした現行の消火システム	79
4-2	今後の対応策	80
5.	まとめ（要約）	82
6.	結言	84

[付録]

付録 1	H6「小型船舶の機関室火災の防止に関する調査研究報告書」の概要	87
付録 2	漁船火災事故防止のための点検・整備上の注意	93
付録 3	小型船舶の総トン数、用途、漁業種類別の機関室の容積 及び開口面積一覧	103
付録 4	火災実験結果の詳細説明	105
付録 5	火災実験報告_付記	141

1. 調査研究の目的及び実施方法

1-1 調査研究の目的

小型船舶の無人の機関室に対しては小型船舶安全規則第71条の規定により自動拡散型の消火装置の設置が義務付けられているところである。しかし、平成19年9月末から2週間の間に、機関室が出火元とみられる火災が4件立て続けに発生し、4隻すべてに自動拡散型の消火器が備え付けられていたにも係わらず、消火に至らず、当該船舶が全損する事案が発生した。

このため、再発防止の観点からこれらの原因を究明しつつ、小型船舶の機関室火災における、より合理的な消火システムについての方向性を示すことを目的とする。

1-2 調査研究の内容及び実施方法

「無人の機関室における消火システムの検討委員会」を設置し、次の検討、調査等を行なった。

- ①小型船舶の無人の機関室火災の評価
- ②機関室模型を利用した自動拡散型消火器の火災実験
- ③小型船舶の無人の機関室における有効な消火システムの検討

1-3 「無人の機関室における消火システムの検討委員会」等について

1-3-1 委員会の構成

委員長	矢吹 英雄	東京海洋大学 海洋工学部 海事システム工学科教授
委員	内野 一弘	ヤマハ発動機株式会社 国内マリン事業部 第一事業推進部 第一製造グループ グループリーダー
委員	太田 進	独立行政法人 海上技術安全研究所 運航・物流系 上席研究員
委員	久保 忠之	トヨタ自動車株式会社 マリン事業部 開発・生産室 ユニット開発グループ 主幹
委員	小泉 瞬	宮田工業株式会社 技術本部 商品技術部 消火装置グループ
委員	阿南 修市 (前任者:正一 喜男)	ヤンマー株式会社 東京支社 企画室 専任課長 ヤンマー船用システム株式会社 舟艇開発部 専任部長)
委員	永田 隆夫	ヤマトプロテック株式会社 技術部 課長
委員	柳樂 泰久 (前任者:松村 純一)	社団法人 日本船舶電装協会 技術部長 社団法人 日本船舶電装協会 常務理事)
委員	平岡 達弘	社団法人 日本船舶品質管理協会 製品安全評価セ

ンター 火災安全研究グループ グループ長 主任
 研究員
 委員 古田 文隆 漁船保険中央会 船舶審査部 次長
 (前任者:小柳 俊明 同上)
 委員 三井田 朗 株式会社初田製作所 営業開発部 課長
 (前任者:有光 幸崇 株式会社初田製作所 営業本部 首都圏MB第一グル
 ープ長)
 (前々任者:片岡 亮 株式会社初田製作所 商品開発部 課長)
 委員 粕田 直樹 能美防災株式会社 エンジニアリング本部 エンジ
 ニアリング部 課長
 委員 吉識 雄二 日産マリーン株式会社 営業グループ 技術担当部
 長
 関係省庁 平原 祐 国土交通省 海事局 安全技術調査官
 (同上前任者:吉海 浩一郎)
 久保田 秀夫 国土交通省 海事局 安全基準課 課長
 (同上前任者:秋田 務)
 (同上前々任者:安藤 昇)
 秋田 務 国土交通省 海事局 検査測度課 課長
 (同上前任者:森 雅人)

日本小型船舶検査機構 理事 多田 次男
 検査検定課長 山澤 時廣
 検査検定課 千原 光輝

事務局 日本小型船舶検査機構 企画部長 浅野 光司
 企画課長兼技術課長 平野 智巳
 (前任者:技術課長 川田 忠宏)
 技術課 課長代理 佐々木 紀弘
 (前任者:技術係長 岡田 栄利)

1-3-2 委員会の経過

第1回 委員会

①開催年月日 平成20年6月24日(火)

②開催場所 日本小型船舶検査機構 第1会議室

③出席者(敬称略。以下同様)

委員:内野 一弘、太田 進、有光 幸崇(代理:片岡 亮)、久保 忠之、
 小泉 瞬、古田 文隆(代理:小柳 俊明)、正一 喜男、永田 隆

夫、平岡 達弘、柳樂 泰久（代理：松村 純一）、粕田 直樹、矢吹 英雄（委員長）

関係省庁：神谷船舶検査官（代理：海事局安全技術調査官）、北林専門官（代理：海事局安全基準課長）、小田原係長（代理：海事局検査測度課長）

オブザーバー：香川（初田製作所）、南（ヤマトプロテック）、山内（宮田工業）

日本小型船舶検査機構（以下「JCI」という。）：多田理事、山澤（業務部検査検定課長）

事務局：浅野（JCI 企画部長）、川田（同部技術課長）、岡田（同課係長）

- ④主な審議事項
- ・ 事業計画について
 - ・ 小型船舶機関室火災事故における初期消火失敗の原因究明について
 - ・ 本調査研究事業の今後の進め方について

第2回 委員会

①開催年月日 平成20年9月17日（水）

②開催場所 日本小型船舶検査機構 第1会議室

③出席者

委員長：矢吹 英雄

委員：有光 幸崇、太田 進、久保 忠之、小泉 瞬、正一 喜男、永田 隆夫、平岡 達弘、古田 文隆、柳樂 泰久（代理：松村 純一）、粕田 直樹、吉識 雄二

関係省庁：高松統括船舶検査官（代理：海事局安全技術調査官）、沖本専門官（代理：海事局安全基準課長）、野中係長（代理：海事局検査測度課長）

オブザーバー：香川（初田製作所）、南（ヤマトプロテック）

JCI：多田理事、山澤（業務部検査検定課長）、千原（同課第二係長）

事務局：浅野（JCI 企画部長）、川田（同部技術課長）、岡田（同課技術係長）

- ④主な審議事項
- ・ 小型船舶の機関室火災の海難概要
 - ・ 自動拡散型粉末消火器の不奏功について

第3回 委員会

①開催年月日 平成20年12月17日（水）

②開催場所 日本小型船舶検査機構 第1会議室

③出席者

委員長：矢吹 英雄

委員：三井田 朗（代理：有光 幸崇）、内野 一弘、太田 進、久保 忠

之、小泉 瞬、正一 喜男、南 達也（代理：永田 隆夫）、平岡 達弘、古田 文隆、柳樂 泰久（代理：松村 純一）、初田 直樹、吉識 雄二

関係省庁：沖本専門官（代理：海事局安全基準課長）、小田原関東運輸局東京運輸支局海事技術専門官（代理：海事局検査測度課長）

オブザーバー：香川（初田製作所）

JCI：多田理事、山澤（業務部検査検定課長）、千原（同課第二係長）

事務局：浅野（JCI 企画部長）、川田（同部技術課長）、岡田（同課技術係長）

- ④主な審議事項
- ・日本船舶電装協会の報告書について
 - ・無人の機関室における火災と消火及び防火について

第4回 委員会

①開催年月日 平成21年2月12日（木）

②開催場所 日本小型船舶検査機構 第1会議室

③出席者

委員長：矢吹 英雄

委員：太田 進、久保 忠之、小泉 瞬、正一 喜男、永田 隆夫、柳樂 泰久、平岡 達弘、古田 文隆、三井田 朗

関係省庁：高松統括船舶検査官（代理：海事局安全技術調査官）、沖本専門官（代理：海事局安全基準課長）、小田原関東運輸局東京運輸支局海事技術専門官（代理：海事局検査測度課長）

オブザーバー：南（ヤマトプロテック）

JCI：多田理事、山澤（業務部検査検定課長）、千原（同課第二係長）

事務局：浅野（JCI 企画部長）、川田（同部技術課長）、岡田（同課技術係長）

- ④主な審議事項
- ・小型船舶の機関室火災の評価について
 - ・小型船舶の機関室火災の消火方法に関する検討

第5回 委員会

①開催年月日 平成21年5月14日（木）

②開催場所 日本小型船舶検査機構 第1会議室

③出席者

委員長：矢吹 英雄

委員：太田 進、久保 忠之、小泉 瞬、正一 喜男、柳樂 泰久、平岡 達弘、古田 文隆、三井田 朗、初田 直樹、吉識 雄二

関係省庁：高松統括船舶検査官（代理：海事局安全技術調査官）、小田原関東運輸局東京運輸支局海事技術専門官（代理：海事局検査測度課長）

オブザーバー：南（ヤマトプロテック）

JCI：多田理事、山澤（業務部検査検定課長）、千原（同課第二係長）

事務局：浅野（JCI 企画部長）、平野（同部技術課長）、佐々木（同課課長代理）

- ④主な審議事項
- ・平成 21 年度調査研究項目
 - ・小型船舶の機関室閉鎖装置について
 - ・自動拡散型消火器の火災実験（案）について

第 6 回 委員会

①開催年月日 平成 21 年 10 月 1 日（木）

②開催場所 日本小型船舶検査機構 第 1 会議室

③出席者

委員長：矢吹 英雄

委員：太田 進、久保 忠之、柳樂 泰久、平岡 達弘、古田 文隆、三井田 朗、笏田 直樹、吉識 雄二

関係省庁：山口専門官（代理：海事局安全基準課長）、小田原関東運輸局東京運輸支局海事技術専門官（代理：海事局検査測度課長）

オブザーバー：北村（初田製作所）、南（ヤマトプロテック）

JCI：多田理事、山澤（業務部検査検定課長）

事務局：浅野（JCI 企画部長）、平野（同部企画課長兼技術課長）、佐々木（同部技術課課長代理）

- ④主な審議事項
- ・火災実証実験の結果報告及び考察について
 - ・無人の機関室における消火システムのあり方について
 - ・報告書の骨子について

第 7 回 委員会

①開催年月日 平成 21 年 11 月 27 日（金）

②開催場所 日本小型船舶検査機構 第 1 会議室

③出席者

委員長：矢吹 英雄

委員：阿南 修市、内野 一弘、太田 進、久保 忠之、小泉 瞬、柳樂 泰久、平岡 達弘、古田 文隆、三井田 朗、笏田 直樹、吉識 雄二

関係省庁：山口専門官（代理：海事局安全基準課長）、小田原関東運輸局東京運輸支局海事技術専門官（代理：海事局検査測度課長）

オブザーバー：南（ヤマトプロテック）

JCI：多田理事、山澤（業務部検査検定課長）

事務局：浅野（JCI 企画部長）、平野（同部企画課長兼技術課長）、佐々木（同部技術課課長代理）

- ④主な審議事項
- ・無人の機関室における消火システムのまとめについて

・ 報告書の素案について

第8回 委員会

- ①開催年月日 平成22年3月11日(木)
- ②開催場所 日本小型船舶検査機構 第1会議室
- ③出席者
- 委員長：矢吹 英雄
- 委員：阿南 修市、太田 進、久保 忠之、小泉 瞬、平岡 達弘、古田 文隆、三井田 朗、粕田 直樹、吉識 雄二
- 関係省庁：山口専門官(代理：海事局安全基準課長)、小田原関東運輸局東京運輸支局海事技術専門官(代理：海事局検査測度課長)
- オブザーバー：南(ヤマトプロテック)
- JCI：多田理事、山澤(業務部検査検定課長)
- 事務局：浅野(JCI企画部長)、平野(同部企画課長兼技術課長)、佐々木(同部技術課課長代理)
- ④主な審議事項 ・ 報告書(案)について

2. 無人の機関室における火災についての現状の考察

2-1 関係規則

2-1-1 機関室火災に対する現行の消火基準の考え方

機関室に定期的に船員が入り監視できる状態であれば、火災の認知が早いため消火活動が迅速に行われる。しかしながら、小型船舶では機関室の容積、機器の配置等の物理的な制約から機関室を定期的に監視できないケースが多い。そのため、小型船舶に関しては、無人の機関室を想定し規則（小型船舶安全規則）において、消火設備の設置要件を定めている。その基準としては火災の認知と同時に消火できること、すなわち、初期消火を最優先としたものとなっている。

火災探知と消火の条件を同時に満たす機能を備えているものとして、自動拡散型消火器を規定している。その消火能力（消火剤の量）としては、個々の船舶の機関室により、形状、容積及び機器の配置等が異なるため、一律に設置本数を定めることは適切でないことから、現在の設置要件である「・・・当該機関室の容積、機関の配置等を考慮して、十分な数の自動拡散型の・・・」となっていると考えられる。

十分な数の考え方としては、現状では機関室の容積が設置する自動拡散型消火装置の有効防護容積を超える場合は、機関室の容積を有効防護容積で除した数（端数切り上げ）の消火器を設置することとしている。

2-1-2 関係規則条文等

無人の機関室の消防設備の基準は、小型船舶安全規則及び日本小型船舶検査機構検査事務規程細則「第1編 小型船舶安全規則に関する細則」において、次のように規定されている。

（無人の機関室の消防設備）

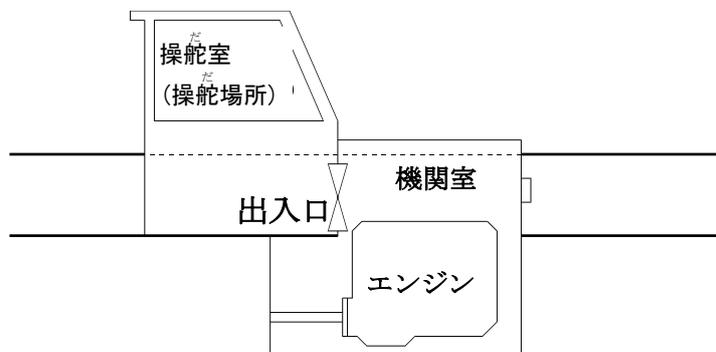
第71条 遠隔操作装置により操作される主機を設置した通常乗組員が近づかない機関室には、当該機関室の容積、機関の配置等を考慮して、十分な数の自動拡散型の液体消火器若しくは粉末消火器又は検査機関が適当と認める消火装置を備え付けなければならない。

2 前項の規定により自動拡散型の液体消火器若しくは粉末消火器又は消火装置を備え付けた場合は、第70条第1項から第3項までの消火器1個を減ずることができる。

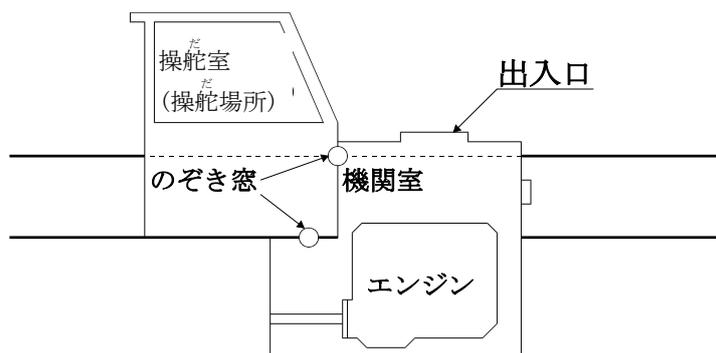
2項…一部改正[昭和53年6月運輸令38号]、1・2項…一部改正[平成4年1月運輸令5号・6年5月19号]

71.0 (a)(1) 「通常乗組員が近づかない機関室」には、操船中に目視等により火災発生を速やかに発見でき、かつ、小型船舶用粉末消火器等により有効な消火活動が行える機関室を含めないものとする。この場合、「有効な消火活動が行える」とは機関

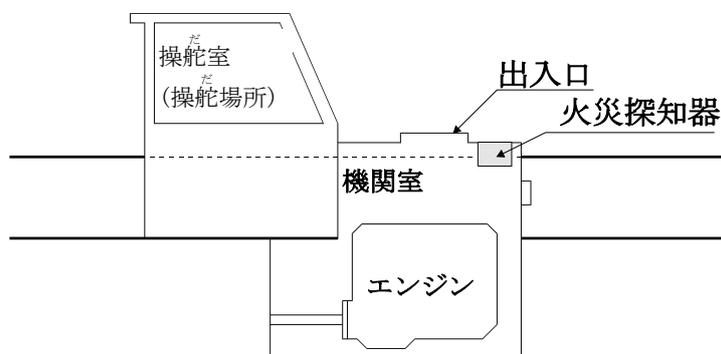
室の側方から消火活動が行えること等をいい、機関室の上方から以外に消火活動が行えないものは含まない。(図71.0<1>参照)



(A) 自動拡散型の消火器を備え付けなくても差し支えない機関室



(i)



(ii)

(B) 自動拡散型の消火器を備え付けなければならない機関室

図71.0<1>

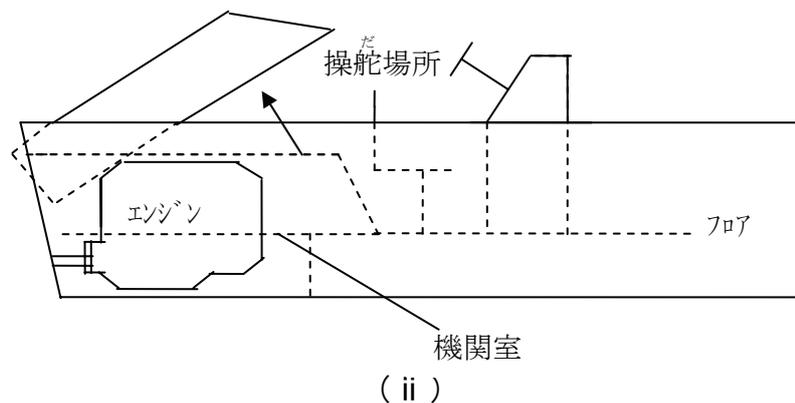
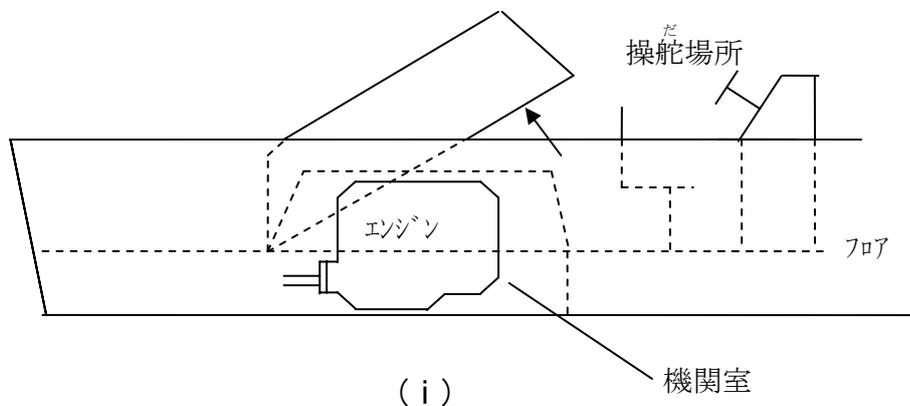
(2) 機関を覆う FRP 等のカバー(以下「機関室カバー」という。)により機関室の上部が構成されている船舶であって、次の要件のすべてを満足する場合は、「通常乗組員が近づかない機関室」には該当しないものとして取扱って差し支えない。(図 71.0<2>参照)

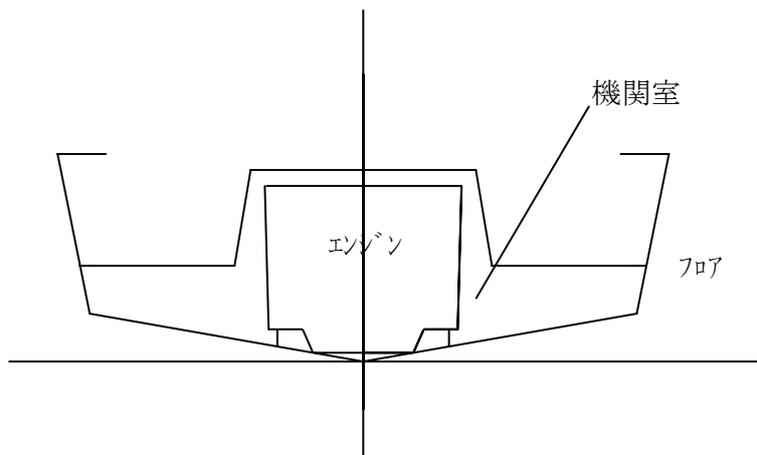
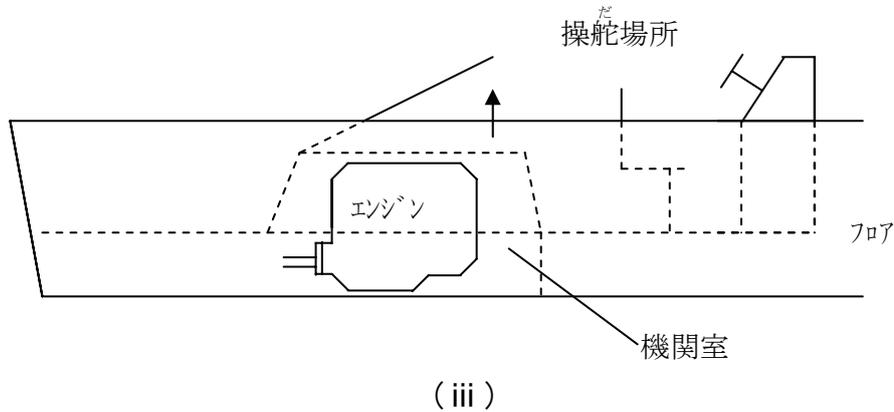
(i) 機関と操舵場所とが至近距離(手を伸ばせば届く程度の距離)にある構造であり、機関の異状を速やかに感知できること。

(ii) 搭載される機関のほとんどの部分が艇体のフロアよりも上方に配置され、かつ、次のいずれかの構造を有するものであること。

(イ) 機関室カバーの下部(フロアとの取合い部)から容易に開放し得る構造であり、かつ、フロアより上方の機関室隔壁のうち少なくとも3方向の隔壁の外側に容易に接近できるフロア上十分な空間を有する構造

(ロ) フロアより上方の機関室隔壁の外側全周から機関室カバーの上部開口部に容易に接近できるフロア上十分な空間を有する構造





(iv) (i)、(ii)及び(iii)の機関室付近の横断面

図 71.0<2>

(b) 自動拡散型の消火器を備え付ける場所の選定にあたっては以下の事項を考慮すること。

- (1) 自動拡散型の消火器は消火器の周囲の空気温度が熱感知部と消火器本体が分離型の消火器にあつては摂氏90度から150度、その他のものにあつては摂氏90度から110度にならなければ作動しないため、熱感知部の空気温度が上昇する前に火災が拡大し、消火が困難となることのないよう熱感知部を内燃機関の排気管等火災発生の確率が高いと思われる場所

の近傍に取り付けること。

(2) 自動拡散型の消火器は消火剤の性状及び拡散方式によりその有効範囲が異なるので、メーカーの仕様書等により有効範囲を確認し、火災発生の確率が高いと思われる範囲が有効範囲内にあることを確認すること。

(c) 「検査機関が適当と認める消火装置」とは、次のいずれかとする。なお、これにより難しい場合であって、機関室の構造及び配置等から有効な消火活動が行われると思われるものにあっては資料を添えて本部に伺い出ること。

(1) 次の全ての装置を備えるもの。

(i) 機関室に火災が発生した場合において、容易にかつ迅速に利用できるように設けられた機関室の外部の注入口(図71.0<3>参照)、機関室外部から内部に通じるバルブ付固定配管等を利用して、当該機関室外部から小型船舶用消火器を用いて機関室内に消火薬剤を有効に拡散して注入する装置(図71.0<4>参照)

(ii) 機関室内で火災が発生した場合に操舵^だ場所で警報を発生する火災探知機

(iii) 小型船舶安全規則第70条第1項から第3項の規定により備え付ける小型船舶用消火器に加えて1個の小型船舶用消火器

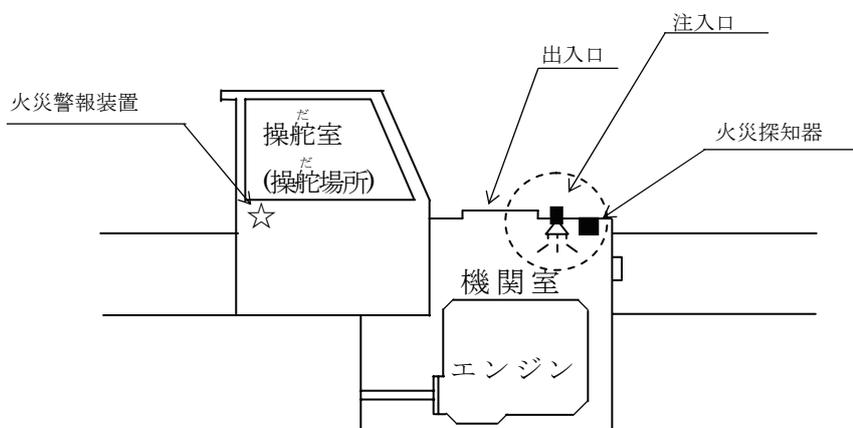


図 71.0<3>

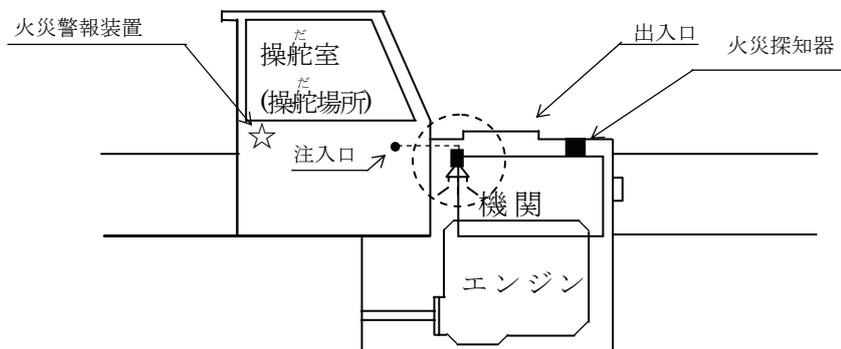


図 71.0<4>

(2) 次のいずれかのISO規格の「fixed fire-extinguishing system(固定式消火装置)」の要件に適合するもの。

ただし、「manual system(手動装置)」の要件に適合するものについては、機関室内で火災が発生した場合に操舵場所で警報を発する火災探知機を備えること。

- (i) ISO 9094-1:2003「Small craft - Fire protection - Part 1: Craft with a hull length of up to and including 15 m (舟艇 - 防火 - 第1部: 船体の長さ15m以下の舟艇)」
- (ii) ISO 9094-2:2002「Small craft - Fire protection - Part 2: Craft with a hull length of over 15 m (舟艇 - 防火 - 第2部: 船体の長さ15m超の舟艇)」

(消防設備の迅速な利用)

第72条 消防設備は、常に良好な状態に保ち、かつ、直ちに使用することができるようにしておかなければならない。

2-2 小型船舶の無人の機関室火災の評価

2-2-1 小型船舶機関室火災・爆発事故例の調査

2-2-1-1 自動拡散型消火装置による消火失敗事例

参考のため、本調査研究を開始する契機となった平成 19 年 9 月の 4 件の火災事故例を以下に示す。いずれの事故例においても、自動拡散型消火装置による消火は奏功しなかった。

(1) 事故の概要

平成 19 年 9 月 23 日から 2 週間の間に機関室火災による海難が 4 件頻発した。概要を表 2-2-1-1 に示す。

表 2-2-1-1 自動拡散型消火装置消火失敗事例

発生年月日	発生場所	船名	GRT	用途	出火場所	消火剤	機関室総容積 [m ³]	第 1 回定期検査
H19. 9. 23	静岡県 浜松市沖	A 丸	18	プレジャーモーター ボート	機関室	粉末	19	H5. 1. 20
H19. 9. 27	北海道 根室市沖	B 丸	19	小型第 1 種漁船	発電 機室	粉末	14	S49. 2. 2 (新規適用船)
H19. 9. 29	広島県 呉市沖	C 丸	13	プレジャーモーター ボート	機関室	粉末	13	H2. 3. 5
H19. 10. 6	東京湾	D 丸	15	遊漁船兼作業船	機関室	液体	19	S57. 3. 5

これら火災の原因は特定されていないが、いずれの船舶も自動拡散消火装置が設置されており、結果的には十分な消火性能を発揮していなかった。現在、小型船舶用として使用される主な自動拡散消火装置と製造者並びに火災探知温度を表 2-2-1-2 に示す。

表 2-2-1-2 主な自動拡散消火装置の製造者並びに火災探知温度

消火装置	製造者	探知温度
プロマリン	初田製作所	95 度
ボンペット*	科防工業株式会社	90 度から 110 度
SSA-1G	ヤマトプロテック	96 度

注：ボンペットは、液状の消火剤を円筒形に貯蔵しているタイプであるが、型式承認が取り消され、新たな同類の製品は製造されていない。

これら事故に加えて、さらに 2 隻の小型船舶の事故について調査した。これら船舶を M 丸、N 丸と呼ぶ。

(2) 事故の経緯等

今回の調査研究で調査した A 丸、D 丸、M 丸及び N 丸の事故の経緯等を、それぞれ表 2-2-1-3～表 2-2-1-6 に示す。また、C 丸の事故については、海難審判庁で結審したため、広島海難審判所を訪れ、事故の経緯等について調査したことで、事故の内容が他の例に比較してより詳細に判明した。なお、B 丸については、事故の詳細は明らかではない。結果を表 2-2-1-7 に示す。

表 2-2-1-3 A 丸事故の経緯等

用途	プレジャーボート
航行区域	沿海
総トン数	18 トン
L×B×D	11.98×4.67×1.44
船質	FRP
進水年月	平成 5 年 1 月
船体の改造	大出力の主機に換装
事故発生日	平成 19 年 9 月 23 日
事故時海気象	晴れ、海上は穏やか
事故発生場所	天竜川河口南西 8km
事故概要	<ul style="list-style-type: none"> ● 中古で購入した 2 機 2 軸のプレジャーボートを操船し、釣り場に向けて航行中、同乗者がキャビン内で異臭がすることに気がつき、キャビン内の絨毯を取り外したところ、機関室天井に当たるキャビン床材が約 6cm 程丸く黒く焦げているのを発見。 ● 黒く焼け焦げた部分を取り除いて穴を開け、粉末消火器で消火した後、水をかけながら、帰港することとして、回転数を 1300rpm 程に落として航行していた。 ● 船尾にいる同乗者が排気管から真っ黒な排気が多量に噴出するのを見ると同時に、最初に開けた穴から火が見え、機関室火災が発生したことを認識したため、逃げる準備をし、海上保安部とマリーナへ救援を要請した。 ● 沈没した。
考えられる事故の原因 (理事官の見解を含む。)	<ul style="list-style-type: none"> ● 建造時のものよりかなり大出力の機関に換装されおり、排気管等の高温部と機関室天井との間隔が狭くなっていた可能性が大きく、事故発生当時、高温に曝された天井部材の炭化が相当に進行していたものと推察される。(当事者は、事故原因については、機関室天井の材料不良あるいは排気管と天井との間隔が狭く、運転が続けられているうちに、天井が炭化したのではないかと考えている。) ● 従って、再発防止策として、機関換装に際しては、高温部の断熱を完璧に行うとともに、船体との間隔を十分にとること、機関室天井等の高温部に接する部材については耐火材の使用を義務づけるなどの対策が必要と考える。
NKKK 事故報告 (その 1)	<ol style="list-style-type: none"> (1) 火災発生時にエンジンが停止していないことから、過給機軸作動油漏洩による作動油への引火の可能性は低い。 (2) 軽油臭が報告されていないことから燃料油漏洩による火災ではない。 (3) 該艇のメンテナンス適宜実施されており、また使用頻度は高くない。また、出火時にエンジンオーバーヒートを示す警告はなく、エンジンは出火後も作動していた。これらのことから、エンジン直接出火の可能性は低い。 (4) 発電機やバッテリーの異常による火災は電氣的異常を示す警報が発せられていないため、その可能性は低い。 (5) エンジンルーム内の主な熱を発生する機器は過給機出口(概ね 600~800° C)であるが、過給機タービンプレード付近は水冷却により除熱され、また排気管は断熱材が巻かれており断熱材表面は 100° C 程度になっている。それらの状態が適切に保持されていれば問題ではないが、何らかの不具合があり、排熱で船体や天井の FRP が熱せられ受熱し FRP を燃やした可能性は想定される。

<p>NKKK 事故報告 (その 2)</p>	<p>マリーナによれば：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 出火が確認された部位は直下がエンジンルームであるキャビンフロアで、エンジンルームにはエンジン、発電機、燃料タンク、ビルジポンプ、バッテリーなどが設備されている。しかし、出火確認部位直下付近にはそのような主だった機器は設備されていない。 ● エンジン配線は、側壁を張り巡らせて前部壁中央に至り、操舵機に連結されている。また、該艇は当日は、航行を開始してから 30 分程度で白煙が確認され、さらに 30 分の間にエンジン過給機出口より排気管の途中で僅かなクラック若しくは破損が発生した。 ● 次に、キャビン床面より発したものは白煙であった事及び第一発見よりポート炎上までに約 1 時間が経過していることなどより火災は、じわじわと燻る様に大きくなっていった。 ● 次に、排気管などにクラックなどが発生した場合はエンジン音が異常な音に変化するが、その穴の程度が微小でエンジニアでない素人の契約者には、その異常音を感じるまでに至らなかった。 ● 次に、排気管を覆っている断熱シートに排気に混じって火の粉がかかり断熱材を燃焼させ船体 FRP に延焼し火災を引き起こした。(FRP の火災では白煙が発せられるという) ● 上述のバックグラウンドとして該艇はマリーナより火災発生時まで約 3 時間程度連続してエンジンを作動しており、エンジンルーム内は相応に高温になった。上記より、該艇は良好な整備状態にあるも、偶発的なエンジンルーム内における上述考察(5)の内容の如くエンジン機器類に起きた異常事態により火災が発生した可能性はあると思料される。
<p>参考情報</p>	
<p>船舶の来歴について</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 船主が購入したのは、H16 年 9 月 JCI 福岡支部で登録している。 ● 購入時、主機は換装されており約 3000 時間使用した状態で、事故発生時の総運転時間は両舷機共に 3700 時間程度使用。
<p>購入後の使用状況</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 毎年使用するのは 3 月～4 月頃から 12 月か 1 月中旬くらいの天気の良い休日。 ● 3 年間で 60 回程度使用し、内 50 回は浜名湖を出て外洋を航行している。
<p>本船購入後に増設したものについて</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 左舷機の船首側にベルトをかけ、クラッチを介してスラスタの油圧ポンプを増設した。 ● 同クラッチは安全回路を設け、主機回転数が 700～800rpm になると、切れるようになっていた。
<p>機関室天井の素材</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 約 60mm の厚さで素材はハッキリしないが、機関室側から穴開き吸音ボード、断熱材、キャビンフロア材で構成されており、燃えた状況から見ても、防熱材と言うよりはベニア合板のような材質である。
<p>最初の異臭がして、黒い焼け焦げを発見した時の警報について</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 警報は、何も作動していない。 ● また、計器盤も確認したが、潤滑油圧力や冷却水温度は異常無かった。 ● 冷却海水の船尾排出口からも、いつも見ているが異常は無かった。 ● また、警報装置はいつも始動時に確認している。
<p>自動消火装置について</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 機関室前部には自動拡散型粉末消火装置が、船尾側には自動拡散型液体消火器が装備されていたが、火災時に作動したかどうかは分からない。 ● しかしながら、初期の段階で作動していれば、この様な事態にはならなかったであろうと思う。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 救命胴衣について、自動膨脹式の胴衣を常備していたが、いざ使用してみると故障して膨脹せず、胴衣としては役に立たなかったことから、従来の固形式胴衣が確実にバランスが良いと感じた。 ● 膨脹しない場合、膨脹のさせ方を知る人は少なく、メーカーあるいは販売店の説明が十分でないと思う。

表 2-2-1-4 D 丸事故の経緯等

用途	遊魚船兼作業船
航行区域	限定沿海 1本釣り
総トン数	15トン
L×B×D	11.98×3.50×1.07
船質	FRP
進水年月	昭和57年2月
船体の改造	H9年に1回目の換装、H10年末に2回目の換装
事故発生日	平成19年10月6日
事故時海気象	晴れ、北東の風3~4m/s、波浪は穏やか
事故発生場所	城南島大井信号所から真方位140度0.6海里
事故概要	<ul style="list-style-type: none"> ● 遊漁船で、船長1名が乗船し、釣り客15人を乗せて、1800rpmで航行中、突然主機が減速停止し、潤滑油異常の警報ランプが点灯し、警報が鳴った。 ● バッテリーの警報ランプは点かなかった。 ● 機関室のハッチを開けたところ、火災で息が吸えない状況であった。 ● 前部客室にあった消火器を持ち、再び息を止めて機関室に入り、火を見た。 ● この時、プラスチックが焦げるような臭いで、油の燃える臭いではなかった。排気管越しに火炎に直接消火剤をかけた。 ● この時、見えた火炎の位置は、インタークーラー後部左舷側、インタークーラーと過給機の間くらいの位置で、排気管の真下ではなかった。 ● 火災は一度消えたように見えたが、勢いが激しく、思ったより早く火が回った。 ● 船長及び釣り客は、来援した救助船に乗り移ったが、本船は水線上が全焼し、沈没寸前の状態で台船に引き揚げられた。
考えられる事故の原因 (理事官の見解を含む。)	<ul style="list-style-type: none"> ● 主機の排気管はFRP製で、排気と同機の熱交換機を冷却した海水とを混合し、船尾から排出する構造で、燃焼の状況は、機関室右舷後部に配置された排気管付きの冷却海水流入金具から後方のゴム製継手、FRP製排気管が激しく燃え、同ゴム継手は頂部が破孔し、FRPはグラスウールだけが残存していた。 ● 船長は火災発見時、FRPが燃える臭いがして、主機の右バンクと左バンク中央の過給機より少し前方辺りに火を見たとしており、同部には、機関前部の熱交換機左舷側から主機上部を通り、右舷側主機後方の排気管接続部までゴム製の冷却海水管が天井に沿わせて配管されている。(同管に冷却海水が十分に流れていれば問題ないが、不足するとFRP製排気管、ゴム製継手はもとより、排気熱逆流によりゴム製冷却海水配管も損傷し、天井から垂れて排気管高温部に接触するおそれがある。) ● さらに船長は、火災発生時に冷却海水ポンプのインペラが破損していたので自分で交換したが、破損して冷却海水系統内に残っているインペラの破片を取り除いていなかったとしており、この破片が空気冷却部の入口に詰まって冷却海水量の不足を生じさせ、排気管を焼損するとともに、ゴム製の冷却海水管が排気管上に垂れ下がって発火した可能性が考えられる。火災発生時、主機の冷却温度上昇の警報装置は作動していない。 ● 一方、主機は平成10年に、より高出力の機関に換装されており、排気管高温部と船体構造物との距離が狭くなっていて、高温に曝され、炭化が進行していた箇所から出火した可能性も考えられる。
参考情報	
海上保安庁の見解	<ul style="list-style-type: none"> ● 過給機の断熱材と、同機軸受部への注油管を押収された。 ● 火災発生の4日前に、試運転として、お台場まで航走した際、左舷側過給機への給油管が腐食破孔していたために、業者に修理してもらった。 ● 保安庁は、この時過給器の断熱材に溜まっていた潤滑油が運転状態で加熱され発火したのではないかとの見解を持っている。

操舵室について	<ul style="list-style-type: none"> ● 潮の干潮対策として油圧を使って操舵室が上下出来るようになっている。 ● また、排気管の上辺りに操舵室があり、計器盤等を取付けたパネルを外すと機関室が見えるようになっている。 ● 操舵室を上下する油圧の配管は、排気管の集合部の前くらいの位置にある。 ● 火災を発見し、消火器を使用して消火剤が無くなり、手に負えないと感じて、保安部に電話連絡している時、操舵室の隙間から機関室の火が見えていた。
主機停止時、冷却水温度異常の警報について	<ul style="list-style-type: none"> ● 冷却水温度異常の警報ランプは点灯しなかった。 ● 主機始動時、潤滑油異常とバッテリー異常のランプは点灯するが、冷却水のランプは点灯しない。
消火活動について	<ul style="list-style-type: none"> ● 消火器を1本使用して消えなかったこと、機関室内にある消火器が取りに行けないこと、散水ポンプが運転出来ないこと、出入口が1カ所しかなく、バケツで水をかけるような状況ではなく、火の回りが思ったより早かったため、消火活動を断念。
機関室の通風機の運転について	<ul style="list-style-type: none"> ● 機関室前部左右に1台ずつ、吸排気兼用の電動ファンを装備している。しかし、火災発生時運転していたかどうかははっきりしない。

表 2-2-1-5 M丸事故の経緯等

用途	小型遊魚兼用船
航行区域	限定近海 1本釣り漁業
総トン数	9.7トン
L×B×D	10.99×3.37×1.34
船質	FRP
進水年月	平成元年12月
船体の改造	平成8年8月に主機換装
事故発生日	平成19年12月6日
事故時海気象	晴れ、北の風1m/s
事故発生場所	下田市白浜沖
事故概要	遊漁中、機関室からの出火により火災が発生し、巡視船等による消火作業中、沈没した。
備考	ボンベット 主機の中心天井、バッテリー上部に設置 船長は、機関整備に気を使っていた。
参考情報	
事故発生時の状況	<ul style="list-style-type: none"> ● 須崎漁港を朝6時に発港、7時に最初の釣り場に到着、約30分間釣りをした後、5～6分移動して別の場所に行き、主機をニュートラルにした。 ● 船橋にいた釣り客が移動し釣りを開始し、魚群探知機を覗いた直後に違和感を感じ、操舵席左舷側にある機関室の蓋を開けようとしたところ、煙が充満していて蓋を開けられない状況になっていた。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ● 火災発見の6分前に機関室に入った時には、特に異常がなかった。 ● 機関室には、右舷側に吸気送風機、左舷側に廃棄送風機があり、両舷の座席の下を通風トランクとし換気を行っている。 ● 火災発見直前に釣り客が排気送風機のすぐそばを通過していたにもかかわらず、何の臭いもせず、排気は出ている。

表 2-2-1-6 N 丸事故の経緯等

用途	小型兼用船 (JG 船)
航行区域	限定近海
総トン数	19 トン
L×B×D	—
船質	軽合金 (アルミ)
進水年月	—
船体の改造	—
事故発生日	平成 20 年 9 月 1 日
事故時海気象	雨、北東の風 8~10m、波浪 1m
事故発生場所	石廊埼灯台から西北西 13km
事故概要	<ul style="list-style-type: none"> ● 遊漁の目的で、船長ほか 1 名が乗り込み、釣り客 3 名が乗船。 ● 3 : 22 主機回転数 1200 対地速力 12 ノットで航行中、左舷主機の回転数が 1000 回転に低下した。 ● 機関室ハッチカバーを開けたところ、機関室内の火災を認め、釣り客を船首付近に避難させるとともに海上保安部に救助を求め、火の勢いが増したことから救命胴衣を着用して全員、海に飛び込んだ。 ● その後、救助に駆けつけた巡視船に救助された。
参考事項	
事故発生時の状況	● 出港して 45 分後に主機の回転数が急に落ちたため、船員が機関室に確認しに行ってみると、火の海状態だった。
火災発見前の点検について	● 出港前に機関室内を点検したが、異常なし。
自動消火装置の設置について	● 粉末式だと思われるが、持ち運び出来ない大きな消火器が 3 本と、泡消火器が右舷と左舷に 2 個ずつ、合計 4 個。総計 7 個を設置。
消火器の使用方法について	● 温度があるところまで上昇すると自動的に噴くもので、5 年程前に設置し、薬品もルール通りに取り替えている。
自動拡散型消火器について	● 噴いたと思う。と言うのも、船長が操舵室で連絡を取っている時、一時、火の勢いが下火になったので、自動拡散型消火器は消火器が作動して火が消えたと思った。そのうちにダクトから火が出るようになった。一時、下火になったのを考えると、消火装置が効いたものと思う。
火の燃え方について	● 一気に燃えた、そして、拡大したと思う。燃え方として、バッテリーからではなく、オイルからでもなく、考えられるのは、燃料が霧状になり排気管にかかって燃えたのではないかと思う。

表 2-2-1-7 C 丸事故の経緯等

船舶の用途	プレジャーボート
総トン数	13 トン
Lr×Br×Dr	11.92m×4.08m×1.91m
船質	FRP
航行区域	沿海区域
最大搭載人員	旅客 12 人、船員 2 人、その他 0 人、合計 14 人
主機の種類/馬力	船内機、169 kw×2
進水年月	平成 2 年 3 月
消火装置	プロマリン、ボンベット、NZ 製消火器
機関室総容積	13 m ³
最近の受検	第一種中間検査 平成 17 年 4 月 5 日
事故発生の日時	平成 19 年 9 月 29 日 12:00 頃
事故発生箇所	機関室 左舷主機後部

事故の内容	<p>11:20 出航前点検良好。</p> <p>11:26 広島県江田島秋月東沖約 1km を航行中、出航後の目視点検も異常なし。</p> <p>11:34 その少し後に、左舷主機から黒煙が出ているのを確認。主機停止を試みたが停止不可。黒煙が増えていたと同時に消火活動を試みるが消火器が上手く作動せず。船内の他の消火器は黒煙のため使えず。F ブリッジから主機停止を再度試み成功。</p> <p>11:35 さらに黒煙の勢いが増してきたため、船首に避難。</p> <p>11:45 さらに勢いが増したため海上へ避難し救助された。</p> <p>12:05 頃、消防艇が到着し消火活動開始。</p> <p>12:47 沈没。</p>
事故原因と思われる事項	左舷冷却水ポンプのインペラ破損と思われる。
事故発生時の船舶の状況等	天候は晴れ、乗組員 2 人、試運転中。
事故の概要	<ul style="list-style-type: none"> ● 広島県呉市を船籍とし、航行区域は限定沿海区域であるプレジャーボートで、操舵室は船体中央部甲板上で FB（フライングブリッジ）の 2 ヶ所、機関室は操舵室の下に配置されていた。機関は、169kW/2450rpm×2 基 2 軸で、排気については、過給機→ミキシングエルボにて排気と主機冷却後の海水を混合→ゴム継手→FRP 製排気管→船外との流れである。 ● 具体的な流れは、左舷主機冷却海水ポンプのインペラが全翼欠損し、海水が吐出されず排気ガスにより FRP 排気管過熱、排ガスにより排気管が破孔し、噴出した排気がバッテリー配線にかかる。被覆が溶けたバッテリー配線とクラッチ遠隔装置のワイヤーコードが短絡し、火花が燃え広がって火災となった。 ● 事故当時、乗組員は 2 名で消火活動は行わずであった。
事故に至る経緯	<ul style="list-style-type: none"> ● H18 年 2 月。両舷主機冷却海水ポンプのゴム製インペラと取り替え後、事故まで、点検せず、インペラに亀裂が生じて進行していることに気付かなかった。 ● 平成 19 年 9 月 29 日。呉出港 11:15：両舷主機始動 11:20：同マリーナ出港 20 knots 2000 RPM でマリーナ沖を航走 11:30：小麗女島灯台から南西方向に 1,500 m 地点で火災となった。 ● 当日は晴れ、風力 3、南風、さざ波程度
参考情報	
左舷主機冷却海水の排出量について	<ul style="list-style-type: none"> ● （機関始動直後）海水が排気管より排出されているのを確認。しかし、本件後のインペラ状況（全翼欠損）では、海水は殆ど排出されないと思われる。よって、出港後に何らかの原因でインペラが欠損したのではないかと思う。
本件前の該船の運航日時	<ul style="list-style-type: none"> ● H19 年 8 月初旬に運航。その際、右舷主機に燃料漏れがありマリーナに修理に出した。その後、マリーナが 9 月 17 日に確認のため試運転をした。運航時は海水が出ているか確認している。その際には、燃料漏れ以外に異常は無かった。
キングストーン弁について	<ul style="list-style-type: none"> ● 逆止弁でなく、コック式である。また常時開放してあった。開放したままマリーナへ上げると、下架した時に海水ポンプが揚水不良になることはなかった。 ● 逆止弁ではないとすると、下架毎に、海水ポンプが揚水するまで短時間とはいえ空運転することになり、インペラの寿命に影響すると思われる。
煙発見について	<ul style="list-style-type: none"> ● 出港後約 10 分後、機関室内を点検するために、右舷主機上の床板を開けて内部を点検中、左舷機後方から、たばこの煙程度のふわっとした煙に気付いた。
出航後約 15 分後の状況	<ul style="list-style-type: none"> ● 左舷主機後部あたりから大量の黒煙が出て、黒煙の下に炎があるような感じで、赤いものがチラチラ見えた。

船舶の消火設備について	<ul style="list-style-type: none"> ● 操舵室運転席後部のソファ下の収納スペースに、消火器2本。 ● 運転席下の物入れに消火器一本（注：自動拡散型（プロマリン）は運転席の下に置かれていた。）。 ● 部屋（キャビン）の出入口に外国（ニュージーランド）製の小さい消火器一個。消火ポンプは、無し。
インペラの整備について	<ul style="list-style-type: none"> ● 前回の取替えは、H18年2月に両舷同時に交換。取替え間隔は、2年を目途に出航回数などを勘案して決定していた。
バッテリーの用途、容量、前回取り替え時期について	<ul style="list-style-type: none"> ● 左舷4個：ハウスパッケージ用（照明、冷房、航海機器等） ● 右舷側：主機用2個、発電機用1個。 ● ハウスパッケージはH14年5月交換。 ● エンジンバッテリーはH12年6月に交換。
主機冷却清水温度警報について	<ul style="list-style-type: none"> ● 本船では、冷却清水の温度警報が作動したことはない。スタートスイッチを入れた時点で、潤滑油圧力警報が鳴り、始動すると同警報が止まるので、警報装置自体は正常であると言える。
本件発生の防止について	<ul style="list-style-type: none"> ● 主機冷却海水ポンプのインペラを本件前に点検、交換していれば、発生しなかったと思う。 ● 排出海水の流量は、見た目では判断し難いので、もっと頻りにインペラの点検をすべきであった。 ● 但し、本件時は海水が出ているのを確認しているし、暖気運転中、冷却清水の温度が両舷機とも徐々に同じように上昇しているのを確認している。 ● また、出港時から海水が不足していれば、本件時には冷却清水温度警報が作動すると思うので、前述のように、出港後にインペラが破損した可能性があると思う。 ● 同型船で海水が不足して、冷却清水の温度警報が作動したことがあるが、その時には排気管（ゴム及びFRP）の損傷は無かった。 ● 海水ストレーナが詰まったり、インペラに亀裂が生じていて、出港後に欠損したことが考えられる。
損傷状況について	<ul style="list-style-type: none"> ● 甲板より上は全て焼け落ちた状態 ● 右舷側及び左舷側前部の甲板下はあまり燃えていないが、左舷後部は船底近くまで燃えていた。 ● 左舷機関後部の過給器は燃えた形跡があるが、機関自体は殆ど燃えていない。 ● ミキシングチューブに接続された排気管は、約200mm後方で切れており、その後方は下に落ちていて、切断部からさらに約200mm後方にも破孔が認められた。 ● ミキシングチューブに接続した状態で残っていた排気管を取り外したところ、同管はグラスウールを積層したもので、簡単に崩れる状態であった。 ● 主機後方に鋼製のタンク（燃料タンク）があり、同タンクの左前方上部に長さ約50mm、径約10mmの管が付いていた。また、同タンクはやや凹みが生じており、後方の左上部には、開口が生じていた。 ● 左舷主機後部の排気管等の残渣物を取り除くと、バッテリー4個、バッテリー上部は激しく焼けており、配線は被覆が燃えて裸線の状態であった。 ● 前から2個目のバッテリーの左側端子に接続された配線に、溶けて丸くへこんだところが認められた。 ● 主機後部のクラッチ操作部に繋がった遠隔操作ワイヤーケーブルが途中で切断しており、同ワイヤーケーブル切断部の素線先端は溶けて丸くなっていた。

<p>呉市消防局の見解</p>	<p>(1) 火災の概要：(抄)</p> <p>(2) 実況見分状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 左舷の焼損が強い。 ● 左舷側エンジンの排気口が焼損している。 ● 船尾部側からの焼損である。 ● 左舷エンジン側の焼損が強い。 ● 本火災の出火場所は、左舷エンジン周辺と判定する。 <p>(3) 出火原因の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 電気関係—スタータについて ワイヤー等の接触による短絡及び圧着不良による過熱等の出火は考えられない。 ● 電気関係—バッテリーについて バッテリーを固定した蝶ねじに緩みは無く、ターミナル及びバッテリー固定不良もないことから、バッテリーの短絡等による出火の可能性は低い ● 左舷エンジン関係 実況見分状況からすると、インペラが全翼欠損していることから、冷却海水を吸引していない状態であったことが考えられる。 排気管内部が高温になったことが考えられる。 ● ミキシングエルボと排気管はゴム製のもの（継手）で固定されていたことから、融解離脱する可能性があり、高温の排気がバッテリー付近に噴出する可能性は十分考えられる。 <p>(4) 出火原因の判定</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 冷却海水ポンプの破損により、排気管温度が上昇し、出火した可能性が高い。 ● 着火物については、周辺に多数の芯線が剥き出しの配線が認められることのみで、確たる証拠は得られない。 ● しかし、排気温度は絶縁体の耐熱温度より高く、発火点を超えているため、配線被覆が発火することは充分考えられる。 ● 以上より、出火原因はゴム製品である冷却海水ポンプのインペラは破損欠落し、冷却海水の供給が途絶える状況から排気管が高温となり、排気管を固定したゴム管（継手）が融解離脱して、高温の排気が直接室内に噴出したため、周囲の配線被覆等が輻射を受けて発火し、出火したものと推定する。
-----------------	---

2-2-1-2 海難審判庁裁決録の調査

海難審判庁裁決録に基づく事故例調査結果を以下に示す。

(1) 調査範囲

調査の範囲は、地方海難審判庁（第一審）の裁決のうち、平成 17 年～19 年の三年分とした。火災及び爆発事故の件数は、各年 18, 19, 13 件、計 50 件であった。抽出した事故例の一覧を表 2-2-1-8 に示す。

(2) 小型船舶機関室火災・爆発事故例の抽出

表 2-2-1-8 に示した通り、上記 50 件の事故例のうち、小型船舶のものは 25 件であった。小型船舶火災・爆発事故例を表 2-2-1-9 に示す。表において、機関室火災はゴシック体の斜体で示しており、12 件であった。以下、これら 12 件について検証する。

(3) 小型船舶機関室火災・爆発事故例

各事故例における被害の程度、着火源及び出火燃焼物等、各事故の概要を表 2-2-1-10 に示す。

(4) 考察

原因不明を除く 11 件の事故のうち、主な原因が「不適切な操作」であると考えられるものは、8 番（主機を始動しようとして失敗し、蓄電池に電線を接続したまま放置。）33 番（機関室を換気せずに主機（ガソリン）を始動した。）、42 番（充電による水素ガスの滞留）及び 50 番（溶接作業）である。一方、主な原因が整備不良と考えられるのは、2 番、5 番、27 番、28 番、32 番 38 番及び 41 番の 7 件であった。このことから、整備不良は主たる事故原因の一つと言える。

各事故例における事故時の船舶の船齢を表 2-2-1-11 に示す。整備不良が主たる事故原因と考えられる 7 件の事故における船齢は、順に、13 年 8 箇月、16 年 10 箇月、13 年 5 箇月、15 年 2 箇月、20 年 5 箇月、15 年 11 箇月以上、21 年 11 箇月であった。このことから、建造から一定期間を経過した船舶の点検・保守を呼びかけることは、安全上有効な手段となり得ると考えられる。

表 2-2-1-8 火災・爆発事故一覧表（海難審判庁裁決録平成 17 年～19 年）

ID	審判庁	年度	発生年月日	船舶種類	総トン数／長さ
1	函館	H17	16.12.16	小型兼用船	4.8t
2	函館	H17	16.5.17	漁船	19t
3	函館	H17	16.2.21	底びき網漁船	160t
4	函館	H17	15.12.12	いか一本釣り漁船	9.96t
5	函館	H18	16.6.23	さけます・さんま流し網漁船	7.3t
6	函館	H19	18.5.16	ヤリイカ敷網等漁船	9.7t
7	仙台	H17	16.6.23	いか一本釣り漁船	138t
8	仙台	H17	17.3.26	底びき網漁船	9.7t
9	仙台	H17	16.3.7	底びき網漁船	17t
10	仙台	H18	17.1.8	沖合底びき網漁船	19.60t
11	仙台	H18	16.12.28	沖合底びき網漁船	75t
12	仙台	H19	17.12.1	押船兼交通船、バージ	146t, 3,360t
13	仙台	H19	17.9.1	沖合底びき網漁船	18t
14	横浜	H18	16.4.16	大中型まき網船団の網船	135t
15	横浜	H19	18.2.23	いか一本釣り漁船	349t
16	神戸	H17	15.8.5	油送船	2,991t
17	神戸	H18	15.11.27	旅客船	9,711t
18	神戸	H18	16.10.19	コンテナ船（パナマ共和国）	52,090t
19	神戸	H19	19.1.29	遠洋まぐろはえ縄漁船	349t
20	神戸	H19	18.8.23	油送船	699t
21	神戸	H19	17.11.26	沖合底びき網漁船	82t
22	広島	H17	17.5.20	底びき網漁船	4.16t
23	広島	H17	17.5.5	油送船	999t
24	広島	H17	17.4.27	はしけ	400t
25	広島	H17	15.11.4	貨物船	499t
26	広島	H18	18.1.6	貨物船	414t
27	広島	H18	17.9.3	漁船（はまち養殖業に従事）	13t
28	広島	H18	17.6.4	旅客船（屋形船型）	18t
29	広島	H18	17.5.21	砂利採取運搬船	499t
30	広島	H18	17.1.18	活魚運搬船	199.95t
31	広島	H18	16.11.17	いか一本釣り漁船	19t
32	広島	H18	16.7.17	かき養殖漁船	18t
33	広島	H18	17.10.10	モーターボート	5.04m
34	広島	H18	16.12.15	オイル兼ケミカルタンカー	4,386t
35	広島	H18	16.8.26	ばら積船（建造中）	39,727t
36	広島	H19	18.10.8	引船	19t
37	広島	H19	18.9.30	小型兼用船（木製）	3.72t
38	広島	H19	18.4.8	モーターボート	10t
39	広島	H19	17.11.24	沖合底びき網等漁船	95t
40	門司	H17	16.12.12	活魚運搬船	324t
41	門司	H17	16.9.30	底びき網漁船	4.98t
42	門司	H17	16.3.14	一本釣り漁船	12t
43	門司	H18	17.12.17	ヨット、モーターボート×2	9.56m, 9.07m, 9.36m
44	門司	H18	17.5.30	貨物船	496t
45	長崎	H17	15.7.19	一本釣り漁船	78.91t
46	長崎	H17	16.5.9	カーフェリー	16,810t
47	長崎	H18	17.3.4	一本釣り漁船	4.94t
48	長崎	H19	18.1.19	はえ縄漁船	4.67t
49	那覇	H17	15.6.6	旗流及び一本釣り漁船	18.06t
50	那覇	H19	18.3.3	漁船（養殖施設での投餌船）	19.95t

表 2-2-1-9 小型船舶火災・爆発事故一覧表（海難審判庁裁決録平成 17 年～19 年）

ID	審判庁	年度	発生 年月日	火災（爆発） 発生場所	船舶種類	総トン数 ／長さ
1	函館	H17	16.12.16	操舵室	小型兼用船	4.8t
2	函館	H17	16.5.17	機関	漁船	19t
4	函館	H17	15.12.12	集魚灯用安定器 （舵機室）	いか一本釣り漁船	9.96t
5	函館	H18	16.6.23	機関室	流し網漁船	7.3t
6	函館	H19	18.5.16	安定器室	ヤリイカ敷網等漁船	9.7t
8	仙台	H17	17.3.26	機関室等	底びき網漁船	9.7t
9	仙台	H17	16.3.7	操舵室	底びき網漁船	17t
10	仙台	H18	17.1.8	賄室	沖合底びき網漁船	19.60t
13	仙台	H19	17.9.1	船員室（爆発）	沖合底びき網漁船	18t
22	広島	H17	17.5.20	操舵室	底びき網漁船	4.16t
27	広島	H18	17.9.3	機関室	漁船（はまち養殖業）	13t
28	広島	H18	17.6.4	機関室	旅客船（屋形船型）	18t
31	広島	H18	16.11.17	操舵室	いか一本釣り漁船	19t
32	広島	H18	16.7.17	主機	かき養殖漁船	18t
33	広島	H18	17.10.10	機関室（爆発）	モーターボート	5.04m
36	広島	H19	18.10.8	船員室	引船	19t
37	広島	H19	18.9.30	調理室	小型兼用船（木製）	3.72t
38	広島	H19	18.4.8	機関室	モーターボート	10t
41	門司	H17	16.9.30	機関室	底びき網漁船	4.98t
42	門司	H17	16.3.14	機関室	一本釣り漁船	12t
43	門司	H18	17.12.17	船室	ヨット、モーターボート×2	9.56m, 9.07m, 9.36m
47	長崎	H18	17.3.4	操舵室	一本釣り漁船	4.94t
48	長崎	H19	18.1.19	船室	はえ縄漁船	4.67t
49	那覇	H17	15.6.6	機関室	旗流及び一本釣り漁船	18.06t
50	那覇	H19	18.3.3	機関室	漁船（養殖施設投餌船）	19.95t

表 2-2-1-10 各事故の概要

ID: 2	函館審判庁	H16. 5. 17 発生	漁船	19t
着火源：過給機出口伸縮継手の露出部			出火燃焼物：燃料油	
被害：機関室内の焼損。船内濡れ損。			備考：主機燃料噴射ポンプ燃料入口管折損	
ID: 5	函館審判庁	H16. 6. 23 発生	流し網漁船	7. 3t
着火源：過給機出口側の伸縮継手部			出火燃焼物：燃料油	
被害：機関室内の焼損。乗組員 2 名火傷			備考：機関室燃料油小出しタンクからの漏油防止措置不十分	
ID: 8	仙台審判庁	H17. 3. 26 発生	底びき網漁船	9. 7t
着火源：蓄電池からの配線短絡			出火燃焼物：ケーブルの絶縁被覆	
被害：操舵室、機関室、船員室等焼損。廃船			備考：停泊中。機関始動作業中に一時放置し、短絡のため出火。	
ID: 27	広島審判庁	H17. 9. 3 発生	漁船（はまち養殖業）	13t
着火源：短絡による火花			出火燃焼物：電線被覆等	
被害：機関室、操舵室焼損。修理			備考：電線の劣化が原因	
ID: 28	広島審判庁	H17. 6. 4 発生	旅客船（屋形船型）	18t
着火源：主機始動電動機用電気回路の手動開閉式ナイフスイッチ部からの火花			出火燃焼物：スイッチ部の木製板	
被害：機関室一部焼損			備考：以前からスイッチが火花を発生して異常発熱を繰り返していた	
ID: 32	広島審判庁	H16. 7. 17 発生	かき養殖漁船	18t
着火源：機関の排気（海水が途絶えた。）			出火燃焼物：塩化ビニール製排気管	
被害：機関室、操舵機室等焼損			備考：警報スイッチが切られていた。	
ID: 33	広島審判庁	H17. 10. 10 発生	モーターボート	5. 04m
着火源：高温の排気ガス			出火燃焼物：機関室内の未燃ガス	
被害：子供 3 人が熱風で両足に熱傷			備考：排気ホースに亀裂あり。	
ID: 38	広島審判庁	H18. 4. 8 発生	モーターボート	10t
着火源：電源コードの過電流			出火燃焼物：電源コード	
被害：機関室、操舵室ほぼ全焼。廃船			備考：電源コード芯線が F0 タンクに接触	
ID: 41	門司審判庁	H16. 9. 30 発生	底びき網漁船	4. 98t
着火源：電線の劣化による加熱			出火燃焼物：電線	
被害：上部構造物の焼損。廃船			備考：充電機から蓄電池に至るキャプタイヤケーブルの劣化	
ID: 42	門司審判庁	H16. 3. 14 発生	一本釣り漁船	12t
着火源：蓄電池のケーブル端からの火花			出火燃焼物：水素（蓄電池から発生）	
被害：機関室、乗組員室等焼損			備考：蓄電池充電中の換気不十分	
ID: 49	那覇審判庁	H15. 6. 6 発生	旗流及び一本釣り漁船	18. 06t
着火源：不明			出火燃焼物：不明	
被害：操舵室等焼損、上部構造物焼失。廃船			備考：	
ID: 50	那覇審判庁	H18. 3. 3 発生	漁船（養殖施設投餌船）	19. 95t
着火源：溶接のスパッタ			出火燃焼物：機関室床板下の V ベルト等可燃物	
被害：機関室、操舵室後部焼損。			備考：停泊中の溶接作業による事故	

表 2-2-1-11 事故時の船齢

ID	事故発生年月日	建造年月（定期検査）	船齢
2	2004年5月17日	1991年7月	13年8箇月
5	2004年6月23日	1987年8月	16年10箇月
8	2005年3月26日	1982年12月	22年9箇月
27	2005年9月3日	1992年4月	13年5箇月
28	2005年6月4日	1990年4月	15年2箇月
32	2004年7月17日	1984年2月	20年5箇月
33	2005年10月10日	第一回定期検査：2000年4月	(5年6箇月)
38	2006年4月8日	第一回定期検査：1990年5月	(15年11箇月)
41	2004年9月30日	1982年10月	21年11箇月
42	2004年3月14日	1988年9月	15年6箇月
49	2003年6月6日	1979年3月	24年3箇月
50	2006年3月3日	1981年4月	24年11箇月

2-2-1-3 漁船保険記録の調査

漁船保険中央会のご協力により、資料を調査した。

(1) 調査範囲

漁船保険請求に係る資料の概要は以下の通り。

- (a) 火災事故件数は計数可能であるが、機関室というデータの区分は無い。そのため、機関室火災の件数は不明。
- (b) 年間6万件処理している。
- (c) 今回は平成19年の火災データをまとめていただいた。20トン未満の漁船の火災事例だけを取り出したところ92件であった。
- (d) これらのうち、9トン以上20トン未満の船舶に係る事故例を抽出したところ35件であった（段ボール20箱ほど）。
- (e) データには、以下の項目がある。

漁業種類、総トン数、船質、船齢、馬力（漁船法）、機関種類、機令、事故発生場所、事故当時の漁業種類、事故の発生場所、事故の要因、事故種類

上記(d)、即ち、9トン以上20トン未満の漁船の火災事故例の一覧を表2-2-1-12に示す。（航海中の機関室火災事故17件をゴチック体の斜体で、停泊中の機関室火災事故2件をゴチック体の太字で示している。）

(2) 機関室火災の抽出及び事故の概要

これらの記録を調査し、機関室火災と判断されたものは19件であった。

これら機関室火災19件について、概要をまとめたものを表2-2-1-13に示す。なお、IDは整理のため仮に割り振ったものである。この表（表2-2-1-13）では、事故例の順序は、表2-2-1-12においてゴチック体の斜体で示した航海中の事故17件を先、ゴチック体の太字で示した停泊中の事故2件を後に記載していることに留意されたい。なお、いずれの事

故においても、人的被害は無かった。

(3) 考察

表 2-2-1-13 に示した通り、19 件中 10 件では原因不明であった。残る 9 件のうち電気系統によるとされたものは 5 件であり、着火源でみると、残りの 4 件は過給器等機関室内高温部が原因であったと言える。

表 2-2-1-12 漁船（9 トン以上 20 トン未満）の火災事故例

組合	出火場所等	トン数	事故発生 年月日	事故要因名	船 齢	
1	南後志	機関室	19	H19. 6. 28	漏電	21
1	南後志	機関室	9. 99	H19. 11. 9	漏電	25
2	根釧	発電補機室	19	H19. 9. 26	その他	21
3	小樽湾	操舵室	9. 98	H19. 9. 14	漏電	29
3	小樽湾	安定機故障	19	H19. 9. 26	その他	18
7	日振勝	機関室	18	H19. 9. 5	船体の一部の経年損耗	18
8	道南	機関室	9. 99	H18. 12. 21	漏電	26
8	道南	機関室	9. 78	H19. 12. 3	その他	28
8	道南	機関室	19. 93	H20. 2. 3	漏電	32
10	青森県	配電盤短絡	9. 7	H19. 8. 5	漏電	15
11	岩手県	右舷賄室	19	H18. 8. 5	その他	11
12	宮城県	船室	19	H18. 11. 4	その他の設備故障	4
14	広域（山形県）	発電機不良	19	H19. 7. 21	その他の設備故障	18
22	神奈川県	発電機故障	9. 38	H19. 7. 19	設備の一部の経年損耗	29
23	新潟県	安定機室	14. 53	H19. 5. 9	漏電	28
25	石川県	機関室	11. 2	H19. 2. 11	漏電	33
25	石川県	発電機焦損	9. 7	H19. 5. 25	設備の一部の経年損耗	6
25	石川県	発電機不良	19	H19. 7. 23	設備の一部の経年損耗	6
26	福井県	機関室	9. 7	H19. 7. 10	設備操作不適	16
28	愛知県	機関室	9. 87	H19. 4. 6	その他の機関故障	29
28	愛知県	機関室	9. 97	H19. 8. 25	その他の機関故障	26
30	広域（京都府）	機関室	18. 62	H19. 9. 13	漏電	26
31	広域（大阪府）	機関室	9. 94	H19. 5. 17	火気取扱不適	24
33	兵庫県内海	機関室	9. 99	H19. 5. 25	その他	26
33	兵庫県内海	機関室	11	H19. 11. 17	その他	10
36	島根県	発電機不良	14	H19. 9. 4	設備の一部の経年損耗	11
36	島根県	機関室	15	H19. 11. 8	設備の一部の経年損耗	14
38	広島県	全船	16	H19. 3. 23	第三者の（不法）行為	12
43	高知県	機関室	9. 14	H19. 1. 23	漏電	24
43	高知県	機関室	17	H19. 9. 3	漏電	24
49	長崎県	発電機不良	18	H18. 10. 20	設備の一部の経年損耗	16
49	長崎県	安定機故障	9. 7	H19. 6. 25	その他の設備故障	12
49	長崎県	漏水・短絡	12	H19. 7. 22	その他の設備故障	18
50	大分県	機関室	9. 1	H19. 5. 22	設備の一部の経年損耗	5
54	沖縄県	機関室	17	H19. 3. 16	その他	10

表 2-2-1-13 各機関室火災の事故の概要 (1/4)

ID	組合	船質	事故発生日	船種	船舶の状態
1	1 南後志	FRP	H19. 6. 28	いか一本釣り	操業中
2	1 南後志	FRP	H19. 11. 9	いか一本釣り	港内移動中
3	7 日振勝	鋼	H19. 9. 5	定置網	港内 (帰港中)
4	8 道南	FRP	H18. 12. 21	いか一本釣り	操業中
5	8 道南	FRP	H19. 12. 3	刺し網 (すけそう)	沖合 (0.5 nm。帰港中)
6	8 道南	FRP	H20. 2. 3	刺し網 (たら)	操業中 (沖合)
7	28 愛知県	FRP	H19. 4. 6	引き網 (しらす)	操業中
8	28 愛知県	FRP	H19. 8. 25	引き網	沖合 (漁場に行く途中)
9	30 広域 (京都府)	FRP	H19. 9. 13	定置網	港内 (帰港中)
10	31 広域 (大阪府)	FRP	H19. 5. 17	底引き網	操業中
11	33 兵庫県内海	アルミ	H19. 5. 25	引き網	操業中
12	33 兵庫県内海	FRP	H19. 11. 17	一本釣り	沿岸 (漁場に行く途中)
13	36 島根県	FRP	H19. 11. 8	旋網灯船	沖合 (漁場に行く途中)
14	43 高知県	FRP	H19. 1. 23	一本釣り (クエ)	沖合 (漁場に行く途中)
15	43 高知県	FRP	H19. 9. 3	旋網	港内 (漁場に行く途中)
16	50 大分県	FRP	H19. 5. 22	引き網 (モジャコ漁)	沖合 (帰港中)
17	54 沖縄県	FRP	H19. 3. 16	マグロ延縄	沖合 (漁場に行く途中)
A1	25 石川県	FRP	H19. 2. 11	定置網	係船中 (港内)
A2	26 福井県	FRP	H19. 7. 10	遊漁	係船中 (港内)

表 2-2-1-13 各機関室火災の事故の概要 (2/4)

ID	着火源	出火燃焼物	考えられる対策
1	不明	不明	不明
2	発電機・バッテリー系統漏電	電路	電線・電気器具の保護等
3	過給器	油圧モーター作動油	油圧配管健全性確保。 排気管系統のラギングの改善。
4	安定器	電路	電線・電気器具の保護等
5	過給器 (異物混入→摩擦熱)	エアクリナー	過給器等整備
6	不明	不明	不明
7	機関室内高温部	燃料油	燃料油配管の健全性確保。 排気管系統のラギングの改善。
8	不明	不明	不明
9	短絡	電路	電線・電気器具の保護等
10	不明	不明	不明
11	短絡	電路	電線・電気器具の保護等
12	過給器	不明	排気管系統のラギングの改善。
13	不明	不明	不明
14	不明	不明	不明
15	不明	不明	不明
16	短絡	電路	電線・電気器具の保護等
17	不明	不明	不明
A1	不明	不明	不明
A2	不明	不明	不明

表 2-2-1-13 各機関室火災の事故の概要 (3/4)

ID	事故概要
1	異臭に気付いて機関室を開けたら煙が放出。直後に炎が発生。
2	機関室上部右舷冷却ファンより煙が出ているのを発見。機関停止を試みたが失敗。機関室前方操舵機のリザーブタンクから出火しているのを確認。
3	機関室より煙が上がっていたので点検したら、タービン付近より炎が出ていた。油圧モーター配管が亀裂・損傷。作動油が漏洩しタービンに降りかかり着火。
4	機関室換気口からの煙を確認。右舷の扉を開けたところ、炎が吹き出した。扉閉鎖。船員室床にあるトランス室より煙が吹き出していた。船員室に通じる機関室扉（開放状態）より、炎が吹き出していた。消火器で消火を試みるも失敗。僚船に避難。
5	機関室より異臭がしたので確認したところ、過給器より煙が上がっていた。消火器により消火。帰港・修理。
6	機関室からゴムが焼けたような臭いがして、右舷側引き戸を開けたところ、黒煙が大量に出てきた。機関室内に炎を確認。消火を諦め、扉を閉めて、救命浮環を持って船首部に避難。その後僚船に避難。
7	機関室が燃えていたため、海水にて消火。燃料配管から漏れた燃料が高温部に降りかかって出火したものと思われる。
8	出航後暫くしたら、操舵室内に配管を通して、異常煙が入ってきたので、機関室に入ったところ、火災が生じていた。僚船に連絡して、接舷後消火作業を行い、僚船に曳航されて帰港。
9	帰港中操舵機付近より煙が出てきた。機関室を開けたら黒煙が出てきたので、直ぐに扉を閉めたら、船橋上部から炎が立ち上がった。機関を停止し、惰性で着岸。消火を試みたが消火できず。消防署を呼んで、鎮火。出火原因は、配電盤の配線の短絡。
10	機関室で爆発音がして、上の蓋が飛んで、火柱が上がった。雑用ポンプのスイッチを入れて消火しようとしたが海水が出ず、バケツで海水をかけたが火勢は衰えず。続けて爆発音がしたため、船尾へ避難。僚船に救助された。
11	機関室より煙が出ていることに気づき確認すると、炎が上がっていたため、僚船に連絡するとともに、消火活動し、僚船に曳航され帰港。マグネットスイッチから操舵室まで燃えていることにより、配線の留め具が外れ、煙突に接触し、絶縁ビニルが熱で溶けたため、ショートしたと推定される。
12	船橋床下より異臭と煙があり、機関室ハッチを開けたところ、大量の煙があり、出火を確認。船橋横の消火器を取った時には、船内に煙が充満しており、消火活動を諦めて、僚船に救助を依頼し、船首部に移動。付近の船により救助。その後、多数の船が集まって消火活動を行い、鎮火。
13	異臭に気付いて、停船し、機関室を開けたところ煙が出ており、消火器 4 本で消火したが鎮火失敗。僚船を呼んだ。僚船の雑用水ポンプで放水し、鎮火。
14	エンジン回転数が下がったので、機関室に向かった際に、パンという音がしたのでエンジンを停止し、機関室に行くと、機関室前方の発電機付近より炎が出ていた。バケツで海水を掛け消火成功。その後僚船により曳航。
15	出港 2 分後に、煙が見えたので、機関室を見ると炎が出ていたので、僚船に曳航され、帰港した後、消火した。
16	異音とともにエンジン停止。点検すると、黒煙が発生しており、出火もしていた。僚船に連絡して、消火活動を行った。持ち運び式一本では消えず、機関室内の空気を遮断することにより鎮火。僚船に曳航されて帰港。 バッテリーケーブルを船橋の主配電盤まで通す途中、船室内のステイに引っかけた状態で配線を這わせているため、その部分が経年の振動及び配線自体の重みにより被服が破れ短絡したと推定される。（短絡痕有り。）
17	機関室から異音がしたので、左舷の扉を開けたところ、内部の様子が確認できないほど、炎が噴き出していた。僚船に連絡の上、救命筏に移乗・漂流し、海上保安部に救助された。
A1	近所の人が当該漁船より出火しているのを発見。原因不明。

A2	本船から煙が上がっているとの連絡があり、確認しに行くと機関室及び船橋より煙があがっており、火災になっていた。消火器等により消火。
----	--

表 2-2-1-13 各機関室火災の事故の概要 (4/4)

ID	対応	備考	船舶の被害
1	引き戸を閉めた。ゴムボートで避難。	漏電が疑われるが、事故原因は不明。	沈没・全損
2	機関停止を試みたが、停止せず。メインスイッチをオフにして機関停止。陸上に避難。消防署が消火。		機関室等焼損
3	消火器にて消火した。低速で帰港して修理。		機関室一部焼損
4	消火器消火を実施し、失敗。僚船に避難。	機関室の後方よりバンバンという破裂音発生。そのため確認に行き、煙を現認。	沈没・全損
5	持ち運び式消火器により消火。帰港・修理。	ターボコンプレッサー側、羽に異物が混入し、羽とハウジングが摩擦して、エアクリナーに引火。	過給器焼損
6	消火は断念（実施していない）。扉を閉めて船首部に避難。その後僚船に避難。	漏電が推定されるが、原因不明	沈没・全損
7	海水にて消火。僚船に曳航されて帰港。		機関等焼損（機関室一部焼損）
8	僚船に連絡して、接舷後消火作業を行い、僚船に曳航されて帰港。	セルモータとアース端子の接触不良により、機関始動時にスパークが発生し、エンジンワイヤーハーネスに着火したと推定される。	機関等焼損（機関室一部焼損）
9	機関停止。着岸。消火失敗。消防署が消火にあたり鎮火。		機関室等焼損
10	雑用ポンプ作動失敗。バケツ消火失敗。避難。僚船に救助された。	バッテリーが三機あり、爆発音が三回であったことから、バッテリーが原因と推定されるが、原因は不明。	全損
11	僚船に連絡するとともに、消火活動し、僚船に曳航され帰港。		電気系統焼損
12	消火活動できず。船首部に避難。付近の船により救助される。	過給器排気管部分の焼損状況が顕著であった。	全損
13	消火器消火に失敗。僚船の雑用水ポンプで鎮火。	原因は不明であるが、ビルジポンプ用ケーブル、主機のセル用ケーブル、機関場内のDC24V 回路の配線の短絡が原因と推定される。別の説では、スタンチューブ付近に設置のビルジポンプ（2台）、同警報等の配線が経年劣化し、絶縁が低下し、短絡して火災が発生したと推定される。	機関室一部焼損
14	バケツで海水を掛け消火成功。その後僚船により曳航。	原因は不明であるが、配線の劣化による短絡と考えられる。	機関等焼損
15	僚船に曳航され、帰港した後、消火した。	何らかの原因によるスパークと推定される。メインスイッチ部からの漏電と考えられる。	機関室等焼損
16	僚船に連絡して、消火活動を行った。持ち運び式一本では消えず、機関室内の空気を遮断することにより鎮火。僚船に曳航されて帰港。		機関等焼損
17	消火活動無し。救命筏で避難。海上保安部に救助される。		沈没・全損
A1	消防署が消火。	配電盤があった船室右舷側の燃え方が一番激しかったので、漏電と推定される。	上部消失
A2	消火器等により消火。	充電スイッチが入った状態であったため、配線が過熱したものと推定される。	船体一部焼損

2-2-1-4 事故例調査結果のまとめ

表 2-2-1-3 及び表 2-2-1-7 に示した通り、A 丸及び C 丸の事故については、原因が推定

されている。これらに加え、海難審判庁裁決録調査結果からは、原因不明のもの（ID: 49）を除く 11 件（表 2-2-1-10 参照）の機関室火災事故例を抽出する。また、漁船保険記録からは原因不明のもの（出火燃焼物が不明の NO. 12 を含む）を除く 8 件（表 2-2-1-13（2/4）参照）の機関室火災事故例を抽出する。これら事故例をまとめると、表 2-2-1-14 の通り。ここで、表の ID の欄にある「裁」は海難審判庁裁決録調査結果を、「保」は漁船保険記録調査結果を意味する。

表 2-2-1-14 原因不明を除く調査対象事故の概要

ID	発生年月日	船種	大きさ	船齢 [年]	着火源	出火燃焼物	被害	備考
A丸	H19.9.23	プレジャーボート	18 t	15	排気管等の高温部	機関室構造部材	沈没	機関換装
C丸	H19.9.29	プレジャーボート	13 t	18	排ガス	排気管	水線上全焼	排気管冷却水断水
裁 2	H16.5.17	漁船	19 t	14	過給機伸縮継手	燃料油	機関室内焼損等	燃料噴射ポンプ入口管折損
裁 5	H16.6.23	漁船 流し網	7.3 t	17	過給機伸縮継手	燃料油	乗組員 2 名火傷等	燃料油小出しタンク漏油
裁 8	H17.3.26	漁船 底びき網	9.7 t	23	蓄電池配線短絡	電線絶縁被覆	焼損一廃船	停泊中。一時放置
裁 27	H17.9.3	漁船 はまち養殖	13 t	13	短絡による火花	電線被覆等	機関室等焼損	電線の劣化が原因
裁 28	H17.6.4	旅客船 屋形船型	18 t	15	電気開閉器部火花	開閉器部木製板	機関室一部焼損	従前より線返異常発熱
裁 32	H16.7.17	漁船 かき養殖	18 t	20	排ガス	排気管 (PVC 製)	機関室等焼損	冷却海水断水
裁 33	H17.10.10	モーターボート	5.04 m	6	排ガス	機関室内未燃ガス	3 人が両足熱傷	排気管亀裂
裁 38	H18.4.8	モーターボート	10 t	16	過電流	電源コード	焼損一廃船	芯線が F0 タンクに接触
裁 41	H16.9.30	漁船 底びき網	4.98 t	22	電線劣化一加熱	電線	焼損一廃船	キャプタイヤケーブル劣化
裁 42	H16.3.14	漁船 一本釣り	12 t	16	蓄電池電線端火花	水素 (蓄電池)	機関室等焼損	蓄電池充電中の換気不十分
裁 50	H18.3.3	漁船 養殖投餌	19.95 t	25	溶接のスパッタ	機関室内可燃物	機関室等焼損	停泊中。溶接作業中。
保 2	H19.11.9	いか一本釣り	9.99 t	25	発電機系統等漏電	電路	機関室等焼損	
保 3	H19.9.5	定置網	18 t	18	過給器	油圧モーター作動油	機関室一部焼損	配管の亀裂・損傷が原因
保 4	H18.12.21	いか一本釣り	9.99 t	26	安定器	電路	沈没	
保 5	H19.12.3	刺し網 (すけそう)	9.78 t	28	過給器	エアクリナー	過給器焼損	異物混入→摩擦熱
保 7	H19.4.6	引き網 (しらす)	9.87 t	29	機関室内高温部	燃料油	機関等焼損	
保 9	H19.9.13	定置網	18.62 t	26	短絡	電路	機関室等焼損	配電盤の配線の短絡
保 11	H19.5.25	引き網	9.99t	26	短絡	電路	電気系統焼損	絶縁ビニル溶融が原因?
保 16	H19.5.22	引き網 (モジャコ漁)	9.1 t	5	短絡	電路	機関等焼損	ケーブルが振動等により劣化?

2-2-2 火災安全対策の検討

2-2-2-1 小型船舶の機関室火災の防止に関する調査研究

小型船舶の機関室火災については、排気管に起因する火災を中心として、平成4及び5年度に「小型船舶の機関室火災の防止に関する調査研究」が実施された（付録1）。この調査研究の報告書（平成6年4月。日本小型船舶検査機構。以下、「H6報告書」と呼ぶ）を参照しつつ以下に概要を紹介する。なお、この調査研究を実施した時点においては、「小型船舶」とは長さ12m未満の船舶であり、現在の定義（総トン数20トン未満）とは異なる点に留意されたい。

(1) 小型船舶の機関室の火災事例に関する調査

排気管に起因すると考えられる小型船舶の火災事故例について、事故に至る過程、事故時の対処方法と問題点を調査し、機関室火災の出火防止と消火対策の観点から安全対策を検討した。「H6報告書」の1~12番の事故例は、昭和62年より平成3年までの5ヶ年間に結審した小型船舶機関室火災のうち、排気管が関与するものである。13番の事故例は小型船舶の例ではないが、参考のため本調査に含めた。

主な結論は以下の通り。

- (1) 鎮火した例のうち、油火災は鎮火はしたが船舶は沈没した例と、小型船舶では無い鋼船の例のみであったことから、油火災の消火の困難さが確認された。
- (2) 排気管のラギングについては、油密の確保が重要である。
- (3) 燃料油供給システムの改善は、出火防止に有効である。安全と考えられる燃料油供給システムの条件は以下の通り。
 - F0を高圧で主機に送油しないこと（サービスタンクの設置）
 - サービスタンクには、戻り管を設けること
 - 戻り管は、十分に容積のあるタンクに接続すること
 - 戻り管の流量（管径）には、余裕を持たせること
 - 空気抜き管を機関室の外まで導くこと
 - サービスタンクには、戻り管、空気抜き管以外の開口を設けないこと
 - F0移送ポンプは、必要以上に圧力の高いものを用いないこと
 - F0移送ポンプには、自動停止装置を備えること
 - F0移送ポンプを手動で発停する場合は、サービスタンクから離れる際にF0移送ポンプを使用できない設計にすること
 - 電動ポンプが故障しても、人力でF0が移送できるようにすること（手回しポンプを備えること）
- (4) 機関室内の配管（燃料油配管、排気管等）の振動対策も出火防止に有効と考えられる。なお、小型船舶では振動を止めることは困難なので、注意が必要である。

(2) 排気管のラギングに関する実験及び調査

ラギング表面温度の実船計測、実験室実験、実態調査を実施した。主な結論は以下の通り。

- (1) ラギング表面温度は、機関出力 50 %において、殆どの場所で 100° C を超えた。グラスクロステープを使用するのであれば、15mm 程度の厚さが必要と考えられる。
- (2) 過給器部分もウォータージャケットで包まれていれば、表面温度が 100° C を超えることはない。
- (3) 実態調査の結果、熱や材質変化及び振動により、ラギング表面の金属箔等が剥がれかけたり、脱落しているものが多く見られた。即ち、ラギングの油密の確保が充分になされていない事例が多かった。

また、エンジンの冷却水を遮断する実験の結果、100 % 負荷条件下では、断水後約 2 分で排気ゴムホースに異常が生じた。このことから、エンジンの過熱警報とは別に、冷却水温度を監視することが出火防止に有効と考えられる。

(3) 消火方法に関する調査研究

機関室模型（オイルパン＋模擬機関を含む）を用いて消火実験を実施した。実験の詳細については記述を省略する。主な結論は以下の通り。

- (1) CO₂ 消火器は有効と考えられる。但し、機関が運転されていると、CO₂ が機関に吸収されて消火の用に供されない可能性がある。
- (2) 機関室内に放出口（ノズル）を設けた配管を通して、粉末持ち運び式消火器の消火剤を機関室内に放出することは、ノズルを適切に配置すれば、オイルパン火災を消火できる。
- (3) 自動拡散型消火器（粉末）は、消火に成功した。液体消火剤のノズル式自動拡散型消火器は、ノズルを適切に配置しないと消火しなかった。液体消火剤のガラス容器式自動拡散型消火器は、いずれの条件でも消火に失敗した。
- (4) 密閉だけでは、条件によっては消火が困難であった。

最後に、消火器の能力を評価するためには、より実際に近い条件（模擬機関＝障害物を設ける等）で消火実験を実施する必要がある旨が指摘されている。

(4) 火災探知器に関する実験

小型船舶の機関室において、発煙片（発煙用火薬）を用いて煙探知器の作動実験を実施した。その結果、機関室内の主機の給気口付近に設置すれば、煙探知器は短時間のうちに作動することが確認された。但し、非火災報については、研究を実施していない。

2-2-2-2 火災安全対策の分類

火災安全対策は、「予防（出火防止）」、「消火・抑制」、「避難」に大別できる。小型船舶では、比較的早く外気（新鮮空気）に面した場所や船外（海上）に避難できるため、表 2-2-1-14 に示した事故では、死者は発生していない。但し、過去に爆発事故では、小型船舶でも死者が発生している。ここでは、避難対策は考慮せず、出火防止対策と消火・抑制対策について述べる。

火災の四要素は「着火源」、「燃焼物」、「酸素（空気）」、「連鎖反応」であり、出火防止対策は「連鎖反応」以外の各要素を考慮して、「着火源の排除」、「出火燃焼物の排除」及び「空気の排除」に分けられる。これらのうち、機関室における対策となり得るものは、「着火源の排除」と「出火燃焼物の排除」である。また、消火・抑制対策は、「着火源」以外の要素を考慮して、「燃焼物の制限」、「空気の遮断」、「連鎖反応の抑制」に分けられる。このうち「連鎖反応の抑制」の代表的ものは、ハロン消火器（負の触媒効果を有する）である。冷却による消火（水消火）も、「連鎖反応の抑制」に含めて良いかもしれない。こうした分類を考慮して、以下では安全対策をリストアップし、その効果について検討する。

2-2-2-3 出火防止対策

表 2-2-1-14 に示した 21 件の事故例のうち、電気関係が着火源となったものは、裁 8、裁 27、裁 28、裁 38、裁 41、裁 42、保 2、保 4、保 9、保 11、及び保 16 の 11 件であった。また、排気系統が着火源となったものは、A 丸、C 丸、裁 2、裁 5、裁 32、裁 33、保 3、保 5 及び保 7 の 9 件であった。残る 1 件は、溶接のスパッタを着火源とする停泊中の事故であった。

着火源の排除の観点からは、電気装置を着火源とする火災事故は、電線または各種電気装置の劣化に起因していることから、整備及び装置・電線等の新替が重要と言える。具体的な点検・整備方法については、付録 2 「漁船火災事故防止のための点検・整備上の注意」を参照されたい。

電気装置を着火源とする火災事故は、上記 11 件のうち、畜電池から発生した水素が出火燃焼物となった 1 件（裁 42）を除いて、電線（9 件）または電気装置（裁 28）が出火燃焼物となっている。よって、出火燃焼物の排除の観点からも、整備及び装置・電線等の新替が重要と言える。なお、小型船舶の火災事故は、死者を伴わない場合が多いが、爆発事故は死者を伴う場合がある。よって、過充電による水素の発生・滞留の防止は重要であることは明らかである。

排気系統を着火源とする事故は、以下の通り大別できる。

- (A) 排気管系統（過給器を含む）の高温部に、可燃性油が降りかかり火災となったもの：4 件（裁 2、裁 5、保 3、保 7）
- (B) 機関冷却用海水を引き込んで冷却する排気管可燃性材料部が、断水により出火

したもの：2件（C丸、裁32）

(C) その他：3件

- 機関の高温部により、機関室構造が炭化し、出火したもの：1件（A丸）
- 排気管に亀裂があり、機関出力が低下し、何度か停止・始動を繰り返した際、機関室内に残留していた未燃ガスに着火・爆発したもの：1件（裁33）
- 異物混入により摩擦熱により、エアクリナーが出火したもの：1件（保5）

(A) の事故については、2-2-2-1 節に紹介した研究成果から分かる通り、着火源の排除の観点からはラギングの健全性、特に油密の確保が重要であり、出火燃焼物排除の観点からは燃料油等可燃性油の配管の健全性の確保が重要である。

(B) の事故については、着火源の排除の観点からは、冷却海水の確保が重要であり、冷却海水の遮断を探知することも一つの対策となり得る。C丸の事故例では、海水（機関二次冷却水）の遮断が、一次冷却水の温度上昇で探知できていなかった。このことを考慮すれば、海水の遮断を探知する方法については、さらに検討が必要と考えられる。出火燃焼物の排除の観点からは、排気管を不燃性材料にすることが考えられるが、小型船舶においては、これは、実施は容易ではないと考えられる。

(C) のその他の事故の防止方法は、日常の整備、機関の使用法の熟知等、各種の対策が考えられる。

全体として、排気管に起因する火災も電気装置に起因する火災も、点検・整備で防げるものが多いと言える。

2-2-2-4 消火・抑制対策

小型船舶の多くは船体構造も FRP 等可燃物であり、火災が成長した場合には、燃焼物の制限に相当する適当な対策はないと考えられる。

消火装置以外の火災抑制対策としては、機関室の閉鎖が考えられる。機関室の閉鎖は、火災の抑制に有効であることは明らかであるが、現在の小型船舶の機関室は、一般に、気密性の高い閉鎖装置を持たない開口部を有しており、設計によっては、閉鎖装置（例えば防火ダンパー）を備えることが容易ではない場合もあるかもしれない。

消火における空気の遮断と連鎖反応の抑制については、これらの組み合わせを考慮する必要がある。小型船舶における消火手段を検討するには、自動装置によるか人間が対応するかは別として、以下の事項について検討する必要がある。

- (1) 火災の探知・確認方法
- (2) 消火の準備
- (3) 消火剤（場合により水を含む）の放出／噴出方法。具体的にはノズルの場所、および、ノズルが複数ある場合には、消火剤を放出させるタイミング。

(4) 消火剤を放出した後の機関室内の雰囲気維持方法

(5) 再出火防止のための措置（冷却方法）

(1) の火災探知については、「2-2-3」節で述べる。

小型船舶では、排水量が小さいことから予備浮力も少なく、機関室内への注水は復原性上の危険を伴うと考えられるため、以下では、消火剤の放出のみを考える。

(2) の消火準備について言えば、消火剤の放出により火災が消えるか否かは、機関室の状態、特に換気（通風）の状態により異なる。そのため、消火の際には、消火し易い状況、具体的には消火剤の放出に先立って、機関を停止し、機関室を閉鎖することが望ましい。一方、衝突等を考慮して機関の停止が危険である場合、または、機関室の閉鎖が困難であるとされる場合には、こうした条件を考慮して、消火装置に十分な性能を持たせる必要がある。

(3) の放出方法に関連して、自動拡散型消火装置で機関室火災の消火に失敗した事例について、消火器メーカーから以下のコメントが出されている。

- 消火装置を設置する機関室の容積（例えば 20 m³）が、承認された防護容積（型式承認試験により当該消火装置について認められている機関室の最大容積。現状では 8 m³）よりも大きい場合には、これらの容積を考慮して、複数の消火装置（この例では 3 個）を設置している。
- 事故例では複数の消火器が離れた位置に設置されていたものと思われ、この状態で火災が発生した場合、設置された複数の消火器感熱部の温度が同時には上昇せず、探知作動時間にズレが生じ、時間差を有した作動となる。
- その結果、最初に作動した消火器では、機関室容積が大きいため消火できず、火災が拡大し二番目、または三番目の消火器が作動した時点では、再び消火が困難な火災状況となった可能性が考えられる。

このコメントを考慮すれば、複数の消火装置を備え付けた場合には、これらを同時に作動させる、即ち、全ての消火装置から同時に消火剤を放出させないと、消火に失敗する可能性があると考えられる。よって、複数の消火装置からの消火剤の同時放出は、安全対策を決定する際の重要な検討事項である。また、消火剤の放出方法、具体的にはノズルの位置及び向きについては、機関室内の機器類の配置を考慮して適切な位置・向きに設置する必要がある。

(4) の消火剤放出後の機関室内の雰囲気維持及び (5) の再出火防止措置は、今後の課題と位置付け、ここでは検討しない。

2-2-3 火災探知器の種類・設置場所に関する調査

2-2-3-1 火災探知装置の種類と特質

火災探知装置（探知器）は、以下の通り分類でき、概略以下の特徴を有する。

(A) 熱探知器

一般に、煙探知器より作動は遅いが、非火災報は少ない。価格が安い。

(A-1) 定温式熱探知器

周囲の温度が一定温度に達すると作動するタイプ。作動温度、不作動温度は試験により確認されるが、実際には、感知部に一定程度の入熱がないと作動せず、火災実験では、公称作動温度よりも高い温度で作動する場合が多い。自動拡散型消火装置（液体消火剤のガラス容器式自動拡散型消火器を除く）の感知部（熔融金属式）も、ここに示す分類の中ではこのタイプに類するものであり、火災試験では、感知部における気温が100°Cを超えたあたりで作動した例がある。

(A-2) 差動式熱探知器

温度上昇により作動するもので、陸上の居室用の熱探知器はこのタイプが多い。但し、厨房等は定温式を用いるのが一般的である。船舶のように閉鎖された空間では、非火災報を発する可能性が高く、適しない。そのため、船用の熱探知器は定温式であり、承認された差動式熱探知器はない。小型船舶の機関室にも、適しないと考えられる。

(B) 煙探知器

一般に、熱探知器よりも作動は早い、非火災報も発し易い。小型船舶の機関室火災の防止に関する調査研究（第2-2-2-1節参照）により、小型船舶の機関室に用いる場合、機関の給気口近傍に設置すれば、迅速に作動することが確認されている。しかしながら、小型船舶の機関室に設置した場合の非火災報については未だ研究がなされておらず、また、探知器の設置・取り付けや警報盤の設置、さらには配線を含む設備としての信頼性等については、十分に検討されていない。

(B-1) 光電式煙探知器

探知器に煙が到達した際の散乱光を検知するタイプで、イオン化式に比較すれば、一般には、非火災報は少ない。但し、イオン式に比べて黒い煙には作動し難いという特性があり、油火災の早期探知には適しない可能性がある。

(B-2) イオン化式煙探知器

イオンチャンバーへの異物（煙粒子）の侵入を検知するタイプで、黒い煙も探知できる。但し、一般に、非火災報が多い。

(C) 炎探知器

炎が発する光を探知する装置で、赤外線を探知するタイプと紫外線を探知するタイプがある。船舶では、自動起動による局所的水噴霧装置（局所消火装置）の起動用として用いられるが、一般に、小型船では用いられない。

2-2-3-2 消火のための火災探知手段

小型船舶の機関室における消火のための火災探知の装置としては、現時点では、自動拡散型消火装置の火災感知部と同じ機構（熱感知式）を用いるのが、以下の理由により適切と考えられる。

- (1) 適切な場所に設置すれば、消火が可能なタイミングで、火災を探知できると考えられる。
- (2) これまでの自動拡散型消火装置の設置等の実績を考慮すれば、非火災報の問題は無視できると考えられる。
- (3) 作動時間は、煙探知器よりは設置場所の影響を受け難いと考えられる。

今後、より早期の火災探知を必要とする場合、各種火災探知器の小型船舶の機関室への設置について、非火災報の問題を含め、総合的に研究する必要があると考えられる。

2-3 機関室火災防止用整備・点検指針の検討

2-3-1 目的等

本調査研究において、機関室火災を防止するための整備・点検指針を作成するための資料を整備するために、小型船舶等機関室火災事故例データ（東京海洋大学作成）に基づき、出火防止の観点からの整備・点検の要点を抽出し、整備・点検指針案を作成した。

2-3-2 調査対象事故例

提供されたデータ（エクセルシート）は海難審判庁裁決録に基づいて機関室火災事例の概要をまとめたもので、計 105 件の事故例情報を含んでいた。調査に際しては、まず、関係する裁決録情報を収集し、提供されたデータの内容を適宜確認した。

提供されたデータのうち 10 件は総トン数 20 トンを超える船舶のものであったため、これらを除く 95 件の事故例データについて検討した。表 2-3-1 に、解析対象とした事故例の概要を発生年月日順に示す。以下、各事故は ID 番号で識別する。表の「船種」の欄において、「旅客船等」は「旅客船、交通船及び瀬渡船」を意味し、「プレジャー等」は「プレジャーボート及びモーターボート」を意味する。第 13 番の事故例の船舶は、ガソリンエンジンで、その他はディーゼルエンジンであった。出力の欄において、記載の無いものはキロワット単位であり、「漁」とあるのは漁船法馬力を意味する。漁船法馬力と実際の出力については、平成 12 年度の別の調査のためメーカーにご提供いただいたデータによれば、図 2-3-1 に示す関係がある。漁船法馬力に 3.8 を乗じることにより、概略の機関出力 (kW) となる。

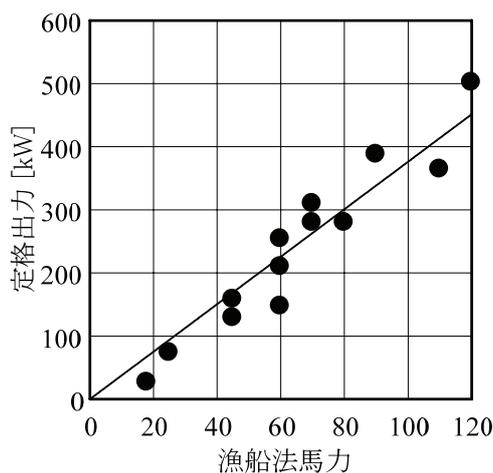


図 2-3-1 漁船法馬力と出力の関係

表 2-3-1 解析対象事故船舶一覧 (1/2)

ID	発生年月日	採決録番号	船種	GRT [ton]	長さ [m]	船齢	出力	船体 材質
1	1987年8月12日	S63年広審第18号	漁船	4.00	—	7	11	FRP
2	1987年9月1日	S63年広審第26号	貨物船	19.00	14.50	—	44	木
3	1988年1月28日	S63年門審第140号	漁船	9.00	11.95	12	102	FRP
4	1988年2月19日	H元年横審第5号	漁船	7.00	12.95	—	357	FRP
5	1988年5月14日	H2年門審第29号	漁船	19.00	14.90	10	183	FRP
6	1988年6月8日	H元年函審第55号	漁船	10.00	—	13	235	FRP
7	1988年8月14日	H2年横審第30号	旅客船等	16.00	13.20	6	205	FRP
8	1988年9月4日	H2年横審第35号	遊漁船	—	11.86	16	220	FRP
9	1988年10月16日	H元年広審第24号	旅客船等	13.00	11.99	13	388	FRP
10	1989年2月8日	H元年門審第86号	旅客船等	19.00	14.95	10	387	FRP
11	1989年2月14日	H元年那審第38号	漁船	4.00	—	12	90 PS	FRP
12	1989年5月3日	H元年門審第87号	漁船	4.00	11.05	11	80	FRP
13	1989年5月5日	H元年広審第68号	プレジャー等	—	5.14	—	213	FRP
14	1989年9月5日	H2年門審第33号	漁船	14.00	14.58	8	242	FRP
15	1989年10月1日	H4年那審第26号	漁船	9.00	11.74	11	205	FRP
16	1989年10月23日	H2年長審第53号	旅客船等	11.00	—	1	575	FRP
17	1989年10月26日	H3年函審第61号	漁船	4.00	10.17	17	95	木
18	1989年12月4日	H2年那審第13号	漁船	19.00	—	14	130PS	FRP
19	1989年12月21日	H2年神審第40号	漁船	9.00	14.20	9	36	FRP
20	1990年5月18日	H3年那審第8号	漁船	11.00	14.07	7	191	FRP
21	1990年6月16日	H3年函審第5号	旅客船等	15.00	11.72	1	616	FRP
22	1990年6月18日	H3年門審第43号	漁船	19.00	—	—	147	FRP
23	1990年7月1日	H5年函審第64号	漁船	19.00	18.74	4	558	FRP
24	1990年8月18日	H4年横審第38号	遊漁船	13.00	11.98	5	330	FRP
25	1991年3月18日	H3年長審第59号	漁船	11.00	12.95	12	120PS	木
26	1991年5月20日	H3年那審第42号	漁船	19.00	14.90	10	183	FRP
27	1991年7月29日	H4年広審第25号	漁船	3.00	—	16	25PS	木
28	1992年1月6日	H4年仙審第24号	漁船	19.00	—	15	404	FRP
29	1992年3月18日	H4年仙審第29号	漁船	9.00	—	7	241	FRP
30	1992年6月21日	H5年門審第29号	プレジャー等	—	4.94	—	125	FRP
31	1993年4月29日	H5年横審第102号	漁船	19.00	16.30	18	529	FRP
32	1993年5月19日	H5年門審第127号	漁船	18.00	—	5	253	FRP
33	1993年9月17日	H6年横審第76号	漁船	19.00	—	16	478	FRP
34	1993年9月19日	H7年門審第85号	漁船	9.00	11.95	7	257	FRP
35	1993年12月24日	H7年横審第5号	漁船	18.00	—	4	478	FRP
36	1994年3月1日	H6年神審第125号	漁船	19.00	18.13	10	367	FRP
37	1994年3月12日	H7年仙審第8号	漁船	12.00	14.49	11	345	FRP
38	1994年3月16日	H6年仙審第76号	漁船	19.00	—	15	257	FRP
39	1994年4月22日	H8年門審第25号	漁船	16.00	16.41	10	478	FRP
40	1994年7月10日	H7年広審第31号	遊漁船	—	9.20	21	69	FRP
41	1994年8月11日	H7年門審第61号	漁船	19.00	14.95	15	481	FRP
42	1994年8月16日	H6年神審第123号	旅客船等	14.00	11.98	10	240	FRP
43	1995年1月16日	H7年仙審第16号	遊漁船	4.00	11.05	14	183	FRP
44	1995年2月18日	H7年長審第20号	漁船	16.00	13.30	—	250	FRP
45	1995年3月11日	H7年門審第124号	漁船	19.00	16.30	15	345	FRP
46	1995年4月20日	H7年広審第108号	旅客船等	9.00	11.97	13	276	FRP
47	1995年5月19日	H7年長審第52号	漁船	12.00	14.93	—	242	FRP
48	1995年5月23日	H7年那審第35号	プレジャー等	3.00	—	13	84	FRP
49	1995年8月20日	H8年仙審第86号	漁船	14.90	19.99	20	360	FRP
50	1995年11月11日	H8年広審第77号	漁船	19.00	22.20	9	367	FRP

表 2-3-1 解析対象事故船舶一覧 (2/2)

ID	発生年月日	採決録番号	船種	GRT [ton]	長さ [m]	船齢	出力	船体 材質
51	1996年3月20日	H8年仙審第84号	漁船	19.41	14.29	21	183	FRP
52	1996年3月24日	H8年那審第32号	漁船	8.00	—	18	120漁	FRP
53	1996年4月28日	H8年那審第40号	漁船	19.00	—	18	190漁	FRP
54	1996年8月3日	H10年横審第2号	プレジャー等	15.00	15.50	6	441	FRP
55	1996年9月22日	H9年那審第4号	漁船	19.00	14.95	15	478	FRP
56	1996年10月12日	H11年函審第64号	漁船	7.30	16.52	9	367	FRP
57	1996年12月4日	H10年横審第78号	漁船	19.92	—	18	478	FRP
58	1997年4月8日	H9年横審第94号	プレジャー等	—	11.90	4	340	FRP
59	1997年7月28日	H9年那審第47号	漁船	8.65	10.65	22	47	FRP
60	1997年7月30日	H10年門審第64号	漁船	19.00	23.45	10	481	FRP
61	1997年8月12日	H9年那審第52号	旅客船等	16.00	16.80	6	558	FRP
62	1997年11月1日	H10年那審第41号	遊漁船	—	10.60	—	169	FRP
63	1998年1月27日	H11年横審第56号	漁船	19.93	14.90	21	478	FRP
64	1998年5月1日	H10年横審第80号	漁船	9.96	13.70	16	29	FRP
65	1999年2月23日	H12年神審第17号	プレジャー等	14.00	—	8	397	FRP
66	1999年5月12日	H12年広審第32号	漁船	11.00	14.10	16	102	FRP
67	1999年9月5日	H13年広審第4号	プレジャー等	—	9.07	13	44	FRP
68	1999年11月17日	H13年函審第9号	漁船	9.70	19.38	9	308	FRP
69	2000年2月18日	H12年神審第83号	漁船	9.86	13.04	24	75	FRP
70	2000年4月18日	H12年仙審第38号	漁船	19.23	14.98	28	573	FRP
71	2000年4月22日	H12年那審第42号	プレジャー等	13.00	15.37	14	786	FRP
72	2000年7月19日	H15年広審第103号	プレジャー等	3.60	10.85	9	180	FRP
73	2000年8月8日	H13年那審第14号	漁船	19.96	14.90	22	294	FRP
74	2002年3月25日	H15年函審第21号	漁船	6.40	12.85	22	250	FRP
75	2002年6月6日	H14年函審第37号	漁船	19.98	15.47	23	272	FRP
76	2002年7月3日	H15年横審第33号	漁船	19.00	19.98	12	558	FRP
77	2002年9月4日	H15年函審第12号	漁船	6.20	16.12	12	330	FRP
78	2002年9月8日	H15年横審第21号	旅客船等	19.00	17.30	11	191	FRP
79	2002年11月22日	H15年那審第5号	漁船	14.89	11.98	20	426	FRP
80	2003年5月4日	H15年門審第49号	旅客船等	8.50	13.30	19	154	FRP
81	2003年6月6日	H16年那審第10号	漁船	18.06	—	22	136	FRP
82	2003年8月11日	H16年神審第8号	遊漁船	9.10	15.79	—	426	FRP
83	2003年11月6日	H16年那審第3号	漁船	4.68	9.80	25	139	FRP
84	2004年5月17日	H17年函審第9号	漁船	19.00	21.47	13	529	軽合金
85	2004年6月23日	H18年函審第5号	漁船	7.30	—	17	540	FRP
86	2004年7月17日	H17年広審第138号	漁船	18.00	—	20	368	FRP
87	2004年9月30日	H17年門審第55号	漁船	4.98	11.49	22	50漁	FRP
88	2004年12月14日	H16年那審第29号	旅客船等	19.00	22.50	11	1028	軽合金
89	2005年3月23日	H16年門審第129号	漁船	12.00	19.30	13	382	FRP
90	2005年6月4日	H17年広審第79号	旅客船等	18.00	18.72	15	121	FRP
91	2005年9月3日	H18年広審第59号	漁船	13.00	—	13	382	FRP
92	2006年4月8日	H19年広審第78号	プレジャー等	10.00	—	16	323	FRP
93	2006年12月29日	H18年長審第29号	漁船	4.94	—	27	183	FRP
94	2007年1月26日	H18年那審第22号	漁船	19.95	—	25	130漁	FRP
95	2007年12月11日	H19年広審第17号	漁船	9.31	—	30	205	FRP

2-3-3 各事故例の概要

裁決録に基づき、各事故例の「着火源」「出火燃焼物（出火の原因となった燃焼物）」「原因」「対策」を調査した。結果を表 2-3-2 に示す。

表 2-3-2 事故例の概要 (1/4)

ID	着火源	出火燃焼物	原因	対策	船種
1	短絡（セルモータ）	電線	整備不良	点検・整備（絶縁抵抗試験）	漁船（小型底曳き網）
2	機関の排気（排気管から漏洩）	周囲可燃物（板囲い等）	復旧作業時の作業不適切	適切な整備作業（締付・石綿布固定）	貨物船
3	短絡（発電用コンデンサ）	電線	整備不良	点検・整備（絶縁抵抗試験）	漁船（いか一本釣り）
4	主機排気管（ラギング有り）	作動油（操舵装置用油圧管から漏洩）	振動による緩み。整備不良	点検・整備（漏油防止措置）	漁船（旋網船団付属船）
5	排気管接続金物の高温のさびの塊／金属片	油じみたウエス	防熱措置無し	排気管系の防熱措置	漁船（鮪延縄）
6	主機高温部（ラギング無し）	燃料油（溢れた）	送油中の溢れ（監視無し）	送油中の油面監視	漁船（小型鮭・鱒流し網）
7	不明	不明	不明	不明	旅客船等
8	電気端子の過熱またはスパーク	電線	電線端子部不具合（経年劣化）	電線等新替	遊漁船
9	主機排気管（ラギング有り）	燃料油（漏洩した）	燃料油戻り管漏洩の放置	不具合の修理	旅客船等（旅客船）
10	補機排気管	燃料油（ゴム管から噴出した）	安全措置が無いままの主機始動作業の中断	主機燃料油系統の整備	旅客船等（瀬渡船。近海区域）
11	漏電による発熱	電線	経年劣化（点検無し。経歴不明電線使用）	電線等新替	漁船（延縄及び一本釣り）
12	短絡（発電機送電線）	電線	蓄電池電解液の漏洩による電線腐食	蓄電池整備。電線等新替	漁船（しいら延縄）
13	電気火花	ガソリン蒸気	ガソリンをタンクからこぼした。後始末不十分。	こぼしたガソリンの除去。ガスフリー	プレジャー等
14	ゴム製のクラッチ部品過熱	ゴム製部品→燃料油	クラッチへの過負荷（回転数過大）	クラッチ交換	漁船（中型旋網）
15	過電流による電線過熱	電線（ビルジポンプキャブタイヤコード）	ポンプ自動停止失敗。電線点検整備不良。	ポンプ停止確認。電線等新替	漁船（鮪延縄）
16	機関の排気	排気管ゴム継手及び塩ビ管	冷却水インペラ損傷による海水遮断	機関運転中は船を無人にしないこと。	旅客船等（瀬渡船）
17	主機排気管（ラギング無し）	燃料油	送油停止失敗。溢れ管不備。	燃料油系装置・溢れ管の適切な設置	漁船（たこ空釣り延縄漁業）
18	電気端子の過熱（蓄電池）	電線（ゴム被覆キャブタイヤコード）	端子部の緩み	点検・整備（端子の増し締め）	漁船（鯉1本釣り）
19	主機排気管	機関室口囲壁頂板貫通部 FRP 材	ラギングの無い排気管の防振対策不十分	排気管貫通部の適切な処置。	漁船（小型底曳き網）
20	電気端子の過熱（配電盤）	電線（配電盤内）	振動による緩み。整備不良	点検・整備（端子の増し締め）	漁船（鮪延縄）
21	電気火花（電線と冷却水管の短絡）	燃料油（ゴムホース破裂）	戻り管弁開け忘れ。電線絶縁被覆不良	戻り管の弁の適切な操作。電線等新替。	旅客船等（遊覧船）
22	主機排気管系（ラギング無し）	燃料油（漏洩した）	送油ポンプ停止忘れ	送油中の油面監視	漁船（中型旋網）
23	短絡（集魚灯電源安定器）	コンデンサからにじんだ油	主機回転数不安定。安定器過負荷。	電源周波数の安定化（適切な整備）	漁船（いか釣り）
24	短絡又は過熱（蓄電池の充電回路電線）	電線（同回路の電線）	電線の絶縁劣化及び放熱不良	電線新替。放熱確保。	遊漁船
25	火花（FO移送ポンプの整流子とブラシ）	燃料油（溢れた）	送油中の溢れ（監視無し）	送油中の油面監視	漁船（いか一本釣り）
26	軸受け過熱（発電機駆動用）	グリース（軸受けから流出）	軸受け調整不良	軸受けベアリングの点検	漁船（まぐろ延縄）

表 2-3-2 事故例の概要 2/4)

ID	着火源	出火燃焼物	原因	対策	船種
27	直流発電機の火花	ガソリン（予備のタンクが転倒・流出）	ガソリン容器管理不適切（蓋閉めず固縛無し）	ガソリン容器の適切な管理	漁船（養殖の餌まき等）
28	主機排気管等高温部	燃料油（溢れた）	サービスタンク油面計の不具合	適切な油面計の使用	漁船（いか一本釣り）
29	過給機	燃料油（溢れた）	サービスタンクへの自動給油装置取扱不適切	自動給油装置を自動に戻す。	漁船（敷網）
30	電気火花（始動電動機）	ガソリン蒸気（漏洩後、ビルジに残留）	ガソリンをこぼした後の処置（換気）不十分	機関室の十分な時間の換気	プレジャーボート
31	短絡（給電盤配線接続部）	電線	絶縁の劣化	配電版の点検・整備	漁船（かつお・まぐろ延縄）
32	短絡（電機子巻線）	発電機	ビルジの飛散（ビルジ系の不具合）	ビルジ系の点検・整備	漁船（いか一本釣り）
33	排気管（補機。ラギング無し）	燃料油（噴出した）	渡し器不具合	渡し器の点検・整備	漁船（まぐろ延縄）
34	不明	不明	不明	不明	漁船（まぐろ延縄）
35	排気管（接続部）	過給機潤滑油（噴出した）	過給機不具合。補機クランク室整備不良	補機クランク室の整備	漁船（旋網）
36	短絡（ビルジポンプ始動用ケーブル）	電線（ビニル被覆）	電路固定用結束バンド切損	電路の点検・整備	漁船（旋網）
37	不明	不明	不明	不明	漁船（日帰り操業）
38	主機排気管（ラギング無し）	燃料油（噴出した）	サービスタンクへの自動給油装置不具合	自動給油装置の点検・整備	漁船（いか一本釣り）
39	端子過熱・短絡	端子盤（ベークライト）及び電線	端子盤不具合	端子盤の点検・整備	漁船（旋網）
40	主機（空冷式。冷却停止で高温となった。）	A重油（主機に付着）	送風機停止。警報装置不作動	送風機・警報装置の点検・整備	遊漁船
41	短絡（電線の過大電流）	電線	絶縁劣化（電線を巻いて固縛）。配線不適切	電気工事を専門家に委ねる。点検・整備	漁船（中型旋網）
42	機関の排気	排気管（塩化ビニル製）等	冷却海水喪失（管のはずれ）	主機排気管系の点検・整備	旅客船等（交通船／遊覧船）
43	電線の過熱（ビルジポンプ）	電線	自動停止失敗。インペラ焼き付き。過電流	無人状態でのポンプ運転をしないこと。	遊漁船
44	機関の排気（寝室内に噴出）	寝具等	冷却海水遮断（閉塞）。主機警報装置故障。ゴム継手に破孔。	冷却海水流量の監視。主機警報装置の点検・整備。	漁船（刺網）
45	短絡（充電用発電機電線）	電線	ビニルテープによる補修部損傷	焼損した電線の交換	漁船（旋網）
46	機関の排気	塩ビ製排気管	冷却海水遮断（インペラ損傷）。警報器 OFF	主機警報機の正しい取り扱い。主機状態監視	旅客船等（定期旅客輸送）
47	主機排気管等（ラギング有り）	ポンプ作動油（噴出）	ポンプ作動油噴出。拭き取り不十分	作動油飛散後の油拭き取り	漁船（養殖）
48	電線の過熱（ビルジポンプ）	電線	ビルジポンプ空運転（自動停止失敗）	ポンプ運転中のビルジ監視	プレジャーボート
49	短絡	電線	電線の劣化。	電路の点検・整備。電線の新替	漁船（底曳き網）
50	短絡	電線	電線の劣化（絶縁被覆破れ）。	電線の点検・新替	漁船（採介藻（かき））
51	短絡	電線	電線の劣化。	電線の外観及び絶縁抵抗の検査	漁船（突棒など）
52	過熱（揚錨機過負荷連続運転）	電線等周囲可燃物	ブレーカーのない揚錨機取扱不適切	揚錨機の適切な停止	漁船（いか一本釣り）

表 2-3-2 事故例の概要 (3/4)

ID	着火源	出火燃焼物	原因	対策	船種
53	短絡	電線等（電線に巻いていたウェス）	損傷した電線の放置・使用	損傷した電線の新替	漁船（鮪延縄）
54	排気管	潤滑油（排気管ラギングに浸透）	潤滑油が浸透した排気管ラギングの放置	ラギングの新替	プレジャーボート
55	過熱（電線）	電線	電路の絶縁抵抗が低下	主配電盤の点検	漁船（鮪延縄）
56	短絡	電線	電線の損傷（安定器固定不足）	安定器の固定	漁船（事故時：いか一本釣り）
57	蓄熱（充電抵抗器：ニクロム線）	木製壁板（炭化したもの）	壁の防熱不良	高温部周囲の防熱不十分	漁船（旋網）
58	機関（内部の高温）	潤滑油（主機から漏洩）	主機の損傷	主機点検。運航中止。	プレジャーボート
59	短絡	電線（ビニル被覆）	電線の劣化	電線の点検・新替	漁船（鮪延縄）
60	排気管の化粧煙突底板	潤滑油（配管から漏洩）	潤滑油配管の亀裂	配管の点検・整備	漁船（いか一本釣り）
61	排気管（ラギング有り）	燃料油（高圧燃料油管から漏洩・噴出）	高圧燃料油管の亀裂。防振対策不十分	業者による機関修理後の正しい復旧	旅客船等（交通船）
62	不明	不明	不明	不明	遊漁船（遊漁兼交通船）
63	不明	不明	不明	不明	漁船（鮪延縄）
64	排気管	燃料油等を含むビルジ	事故処理中の火災。水中ポンプホース外れ。	事故後の緊急処置中の火災につき、処分無し。	漁船（底曳き網）
65	不明	不明	不明	不明	プレジャーボート
66	排気管温度計周囲の高温部（ラギング無し）	潤滑油（飛散した）	潤滑油こし器破損	機関室の点検・整備	漁船
67	排気	排気管（塩化ビニール製）	冷却海水ポンプ駆動用Vベルト不具合	冷却海水吐出状況の確認	プレジャーボート
68	漏電による過熱	電線	始動用蓄電池電線被覆劣化	始動後の運転状態確認。電線の点検・新替	漁船（刺し網&いか一本釣り）
69	スリップしていたVベルトなどの発熱部	燃料油	（燃料噴射装置）漏油回収用ホース離脱	ホースの離脱防止措置	漁船
70	短絡	配電盤内部の配線	絶縁の劣化（配電盤）	配電盤内部の配線の点検・整備	漁船（突棒）
71	不明	電線（機関室照明用）	不明	不明	プレジャーボート
72	短絡	電線	電線被覆の劣化	電線の点検・新替	遊漁船兼交通船
73	排気管（過給機出口等の高温部）	潤滑油	潤滑油こし器破損	こし器の点検・整備	漁船（鮪延縄）
74	排気（噴出）	機関室囲壁天井板	主機排気管フランジ脱落	排気管系の点検・整備（ボルトの増し締め）	漁船（一本釣り及び延縄）
75	過熱（配電盤遮断器入力端子・電線）	電線	端子の緩み	配電盤の点検・整備	漁船（刺し網）
76	短絡	電線	冷凍装置操作盤不具合	冷凍装置操作盤の点検・整備	漁船（鮪延縄）
77	発電機軸受け部の過熱	発電機	発電機軸受け損傷	発電機の点検・整備	漁船（いか一本釣り）
78	過給機タービンの高温部	作動油（噴出）	増速機の配管亀裂	増速機の点検・整備	旅客船等（遊覧船）
79	短絡	電線（原動機用セルモータ）	電線被覆の劣化	モータ／電線の点検・整備	漁船（鮪延縄）
80	排気管（ラギング有り）	燃料油混じりの潤滑油	クランクガス抜き管からの油の放出	燃料油系統の漏洩の点検	旅客船等（遊覧船）
81	不明	不明	不明	不明	漁船（一本釣り等）

表 2-3-2 事故例の概要 (4/4)

ID	着火源	出火燃焼物	原因	対策	船種
82	不明	不明	不明	不明	遊漁船
83	短絡	電線	主機始動用ケーブル被覆損傷	電線の点検・新替	漁船（そでいか旗流し）
84	排気管（ラギング無し）	燃料油	燃料管亀裂・漏洩	燃料油の漏洩点検	漁船（定置網）
85	排気管（ラギング有り）	燃料油	燃料油小出しタンク油面計亀裂・漏洩	燃料油小出しタンクの漏油防止措置	漁船（鮭鱒流し網等）
86	排気	塩ビ製排気管	海水ポンプインペラ摩耗 主機警報（冷却水温度）スイッチ入れ忘れ	冷却海水吐出状況の確認。主機警報スイッチの確認	漁船（牡蠣養殖）
87	短絡	電線	電線被覆の劣化	電線の点検・新替	漁船（底引き網）
88	主機過給機	作動油（減速機）	ガスケットの亀裂	修理・整備時の点検不十分	旅客船
89	火花（緩んだ端子）	水素	蓄電池充電中の水素滞留（換気無し）	蓄電池充電中の換気	漁船（いか一本釣り）
90	過熱	スイッチ盤（フェノール板等）	異常発熱（バッテリースイッチ火花）	機関室内の点検	旅客船
91	短絡	電線	電線被覆の劣化	電線の点検・新替	漁船（はまち養殖）
92	過電流	電線	電線被覆の劣化	電線の点検・新替	モーターボート
93	漏電（過熱）	分電盤	電線被覆の劣化	電気系の換装を専門業者に依頼	漁船（一本釣り）
94	溶接スパッタ	ゴム製Vベルト	防火措置を講じないままの溶接作業	溶接作業後の火気点検	漁船（養殖－投餌）
95	短絡（過大電流）	電線	電路を直結して給油ポンプの作動を試みた。	適切な修理	漁船（いか一本釣り）

2-3-4 事故例の分類

2-3-4-1 検討対象事故例

表 2-3-2 に示した 95 件の事故例は、原因不明のもの 9 件（ID: 7, 34, 37, 62, 63, 65, 71, 81, 82）を含む。以下、これら 9 件を除く 86 件の事故例について検討する。

2-3-4-2 着火源及び出火燃焼物による分類

検討の便のため、着火源を以下の三種類に分ける。

- 電気系：短絡、漏電、過電流（過熱）等
- 排気系：排気管、過給機、（高温の）排気等
- その他

また、出火燃焼物を以下の三種類に分ける。

- 電線等：電線、電気関係基盤等
- 可燃性油：燃料油、潤滑油、作動油等
- その他

以上により、上記 86 件の事故例を分類すると、表 2-3-3 が得られる。なお、表中

の数字は事故例の ID 番号である。また、各分類毎の件数は表 2-3-4 の通りである。表より、着火源からみても、出火燃焼物からみても、電線や電気関係装置に係る火災が多いことが分かる。

表 2-3-3 着火源及び出火燃焼物による事故例の分類

		出火燃焼物		
		電線等	可燃性油	その他
着火源	電気系	1, 3, 8, 11, 12, 15, 18, 20, 23, 24, 31, 36, 39, 41, 43, 45, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 59, 68, 70, 72, 75, 76, 79, 83, 87, 90, 91, 92, 93, 95	21, 25, 27	13, 30, 32, 57, 89
	排気系	無し	4, 6, 9, 10, 17, 22, 28, 29, 33, 35, 38, 47, 54, 58, 60, 61, 64, 66, 73, 78, 80, 84, 85, 88	2, 5, 16, 19, 42, 44, 46, 67, 74, 86
	その他	無し	40, 69	14, 26, 77, 94

表 2-3-4 着火源及び出火燃焼物に基づく分類毎の事故例件数

		出火燃焼物			
		電線等	可燃性油	その他	計
着火源	電気系	38	3	5	46
	排気系	0	24	10	34
	その他	0	2	4	6
	計	38	29	19	86

2-3-4-3 整備関係と操作関係による分類

次に、表 2-3-3 に示した分類毎に、主たる事故防止対策が整備・点検であると考えられる事故と、それ以外の事故に分類する。ここではこれらの事故分類をそれぞれ「整備関係」、「操作関係」と呼ぶ。操作関係の事故例は 33 件であった。これら事故の概要を表 2-3-5 に示す。

本調査研究の目的からは外れるが、上記の操作関係事故例を概観すると、以下のことが分かる。

- 燃料油移送中の監視が適切でなかったことに起因する事故例が 5 件あった。
(6, 17, 22, 25, 29)
- 着火源が「排気系」、出火燃焼物が「その他」の操作関係事故例 (16, 44, 46, 86) は、いずれも、冷却用海水の遮断に起因するもので、うち、三件は可燃性の排気管が出火したものである。主機冷却水の温度警報が使用され、認識されていれば、防止できた可能性が高いと考えられる。

以下では、表 2-3-5 に示した事故例 33 件を除く 53 件の事故例について検討する。

53 件の事故例を表 2-3-3 に倣って分類すると、表 2-3-6 が得られる。また、各分類毎の件数は表 2-3-7 の通りである。

整備関係事故例 53 件を、漁船の事故例（40 件）とその他の船種の事故例（13 件）に分けて、出火燃焼物の分類を調べると以下の通り。

- 漁船の事故例では「電線等」が 24 件（60 %）、「可燃性油」が 10 件（25 %）、
「その他」が 6 件（15 %）
- 漁船以外の船種の事故例では「電線等」が 5 件（38 %）、「可燃性油」が 5
件（38 %）、「その他」が 3 件（23 %）

整備・点検指針の適用範囲を論ずるには十分なデータではないと考えられるが、漁船では出火燃焼物が「電線等」に分類される事故例が多いことが分かる。

以下、表 2-3-6 に示した 53 件の事故例に基づき、整備・点検について検討する。検討の便のため、まずは、出火燃焼物毎に検討する。

表 2-3-5 操作関係事故例の概要

ID	着火源	出火 燃焼物	事故例の概要
15	電気系	電線等	ビルジポンプ空運転→電動機過負荷→出火
23	電気系	電線等	燃料油濾し器閉塞気味→主機回転数不安定→魚集灯用安定器過負荷→出火
41	電気系	電線等	電線を巻いて吊下（放熱し難い）→海水ポンプ無人運転→スイッチ接点不具合→単相運転となり負荷増加→出火
43	電気系	電線等	無人でポンプを運転→インペラ焼付→電動機過負荷→出火
48	電気系	電線等	ビルジポンプ空運転→電動機過負荷→出火
52	電気系	電線等	揚錨機（ブレーカ無し）連続運転→揚錨機過負荷→出火
56	電気系	電線等	集魚灯用安定器固定不十分→電線損傷→出火
93	電気系	電線等	業者に依頼せず電気工事を実施（ヒューズ／ブレーカ無し）→各種配線絶縁不良→主電源のスイッチを入れたまま無人で係留→出火
95	電気系	電線等	燃料油移送ポンプ損傷→常用タンクが空に→主機停止→停電→制御器端子直結→過大電流→出火
21	電気系	可燃性油	燃料油噴射ポンプの戻り油管弁閉め切り→戻り油管外れ→燃料油噴出→出火
25	電気系	可燃性油	監視無しに燃料油を移送→燃料油溢れ→出火
27	電気系	可燃性油	蓋の割れたガソリン容器を固定せずに使用→容器転倒→ガソリン流出→出火
13	電気系	その他	容器が転倒しガソリン流出→ビルジ混入→ガスフリーせず→出火
30	電気系	その他	燃料ポンプからガソリン漏れ→ビルジに混入→対策せず→出火
89	電気系	その他	蓄電池を充電（機関室換気無し）→水素発生・蓄積→蓄電池ケーブル端子緩み→火花発生→爆発
6	排気系	可燃性油	移送時の燃料油溢れ→主機過給機にかかる→出火
10	排気系	可燃性油	燃料油管系がスラッジで閉塞→主機停止→燃料油管系の一部（ゴム）を切断し始動を試みる→始動失敗→放置→燃料油噴出→補機排気管にかかる→出火
17	排気系	可燃性油	燃料油移送ポンプ制御不能→燃料油溢れ→主機排気管にかかる→出火
22	排気系	可燃性油	燃料油移送ポンプ自動停止装置の故障を放置→ポンプ停止忘れ→燃料油溢れ→主機過給機にかかる→出火
28	排気系	可燃性油	常用タンク油面計不具合→移送中燃料油溢れ→主機排気管にかかる→出火
29	排気系	可燃性油	燃料油移送ポンプ手動切替→放置→燃料油溢れ→主機過給機にかかる→出火
47	排気系	可燃性油	配管緩み→ポンプ作動油噴出→ふき取り不十分→主機高温部に残る→出火
54	排気系	可燃性油	潤滑油配管緩み→潤滑油噴出→後始末不十分→排気管ラギングに浸透→出火
58	排気系	可燃性油	主機クランクピン軸受け損傷→漏油→主機不調認識→漏油に気付かず航行継続→出火
64	排気系	可燃性油	機関室に浸水→燃料油タンク破損→ビルジ排出用ポンプのホースが脱落→ビルジ内の燃料油が飛散→主機高温部にかかる→出火
88	排気系	可燃性油	亀裂入りガasketを減速機に装着→ガasket亀裂発生→作動油噴出→出火
16	排気系	その他	機関を無人運転→冷却海水ポンプ損傷→海水遮断→可燃性排気管から出火
44	排気系	その他	海上浮遊物により主機冷却海水吸入口閉塞→主機警報装置故障→排気管過熱→ゴム継手破口→排気ガスが寝室内に噴出→寝具等に着火
46	排気系	その他	主機警報遮断→冷却海水ポンプ損傷→海水遮断→可燃性排気管から出火
86	排気系	その他	主機警報遮断→主機冷却海水量不足→排気系ミキシングパイプ過熱→海水接続部継手脱落→海水遮断→可燃性排気管から出火
14	その他	その他	クラッチ過負荷→過熱→出火
26	その他	その他	発電機駆動用Vベルトとベアリングを交換→張力調整不十分→ベアリング過熱→グリースが流出して着火
94	その他	その他	溶接作業→スパッタ落下→可燃物にふりかかる→出火

表 2-3-6 着火源及び出火燃焼物による整備関係事故例の分類

		出火燃焼物		
		電線等	可燃性油	その他
着火源	電気系	1, 3, 8, 11, 12, 18, 20, 24, 31, 36, 39, 45, 49, 50, 51, 53, 55, 59, 68, 70, 72, 75, 76, 79, 83, 87, 90, 91, 92	無し	32, 57
	排気系	無し	4, 9, 33, 35, 38, 60, 61, 66, 73, 78, 80, 84, 85	2, 5, 19, 42, 67, 74
	その他	無し	40, 69	77

表 2-3-7 着火源及び出火燃焼物に基づく分類毎の整備関係事故例件数

		出火燃焼物			
		電線等	可燃性油	その他	計
着火源	電気系	29	0	2	31
	排気系	0	13	6	19
	その他	0	2	1	3
	計	29	15	9	53

2-3-5 出火燃焼物分類毎の事故例の検討

2-3-5-1 出火燃焼物が電線等に分類される事故例

出火燃焼物が電線等に分類される整備関係事故例 29 件の概要を表 2-3-8 に示す。

表 2-3-6 に示した通り、これら事故例の着火源は全て電気系に分類される。

これらの事故例からは、主たる安全対策としては、以下が考えられる。

- 電線の電気抵抗の計測や電線等の新替
- 配電盤等の端子部等の点検・増締等

表 2-3-8 の「主対策」の欄において、「電線」とあるのは主たる対策が電線の電気抵抗の計測や電線等の新替であることを、「端子」とあるのは主たる対策が配電盤等の端子部の点検・増締等であることを、「その他」はこれら以外を意味する。

表 2-3-8 出火燃焼物が電線等に分類される整備関係事故例の概要

ID	GRT (長さ)	船齢	漁船種類	事故例の概要	主 対策
1	4.00	7	底曳網	セルモータ回路（主機換装時）点検無し→電線劣化→出火	電線
3	9.00	12	いか一本釣	発電機コンデンサ劣化→集魚灯に送電したまま仮眠→出火	端子
8	(11.86)	16	(遊漁船)	始動回路電線の素線の断線または端子の緩み→出火	端子
11	4.00	12	延縄等	来歴不明の電線（12年以上）を使用→点検無し→給電線の劣化→出火	電線
12	4.00	11	しいら延縄	蓄電池電解液漏洩→発電機送電線劣化・電解液浸透→出火	電線
18	19.00	14	鯉一本釣	蓄電池メインスイッチの接触不良→出火	端子
20	11.00	7	鮪延縄	配電盤内電線接続部の緩み→出火	端子
24	13.00	5	(遊漁船)	蓄電池充電用電線放熱不良→出火	電線
31	19.00	18	鯉・鮪延縄	配電盤内端子絶縁抵抗低下→出火	端子
36	19.00	10	旋網	ビルジポンプ用電線吊下→結束バンド切損→電線磨耗→出火	電線
39	16.00	10	旋網	配電盤端子緩み→出火	端子
45	19.00	15	旋網	充電用発電機電線放熱不良→電線損傷をビニルテープで修理→出火	電線
49	14.90	20	底曳き網	蓄電池・セルモータ間の電線を床下に配置→点検無し→劣化→出火	電線
50	19.00	9	採介藻	蓄電池を交換した際にも電線は継続して使用→電線劣化→出火	電線
51	19.41	21	突棒など	発電機・スイッチ間電線絶縁低下→出火	電線
53	19.00	18	鮪延縄	蓄電池・補機始動電線が擦れて損傷→放置して使用→出火	電線
55	19.00	15	鮪延縄	主配電盤絶縁抵抗低下→出火	端子
59	8.65	22	鮪延縄	スイッチ新替時にも電線は継続使用→電線劣化→出火	電線
68	9.70	9	刺し網等	始動用蓄電池電線被覆が漏電→出火	電線
70	19.23	28	突棒	配電盤が繰返し焼損→内部配線は点検せず→電線劣化→出火	端子
72	3.60	9	(遊漁船)	蓄電池交換時も電線は継続使用→排気ファンの電線劣化→出火	電線
75	19.98	23	刺し網	配電盤遮断機入力端子接触抵抗増加→出火	端子
76	19.00	12	鮪延縄	冷凍装置操作盤前面扉固定不良→電磁接触機が劣化し過熱→出火	端子
79	14.89	20	鮪延縄	原動機用セルモータの巻線や同配線が劣化→出火	その他
83	4.68	25	旗流し	主機始動用電線被覆損傷（振動）→出火	電線
87	4.98	22	底引き網	主機用電線新替時も機器用電線継続使用→電線劣化→出火	電線
90	13.00	13	養殖	バッテリースイッチ火花発生→基盤変色→そのまま使用→出火	端子
91	13.00	13	養殖	機関室内電線被覆劣化→出火	電線
92	10.00	16	(モーターボート)	電線被覆損傷→芯線が燃料油タンクと接触→出火	電線

表において「主対策」が「その他」の事故例（ID：79）は、セルモータから出火したもので、有効な対策はセルモータの新替と考えられる。この事故例を除けば、27件のうち、主対策が「電線」に分類されるものが17件、「端子」に分類されるものが11件であった。船齢は、主対策が「電線」に分類されるものの平均が14.4年、「端子」に分類されるものの平均が15.3年であった。「主対策」が「その他」の事故例を除く28件の事故例の船齢の累積頻度を図2-3-2に示す。図2-3-2及び表2-3-8より、28件中船齢が7年以下の事故例は3件であった。このことを考慮すれば、船齢が7年を超えるあたりから、電気関係の整備・点検の重要性が急激に増大すると考えられる。以上の検討結果からは、整備・点検指針の一つとして、以下が考えられる。

- 船齢7年を超える船舶については、配電盤等電気器具（特に端子の緩み）の点検及び電線の絶縁抵抗の点検を実施し、適宜、端子を増し締めするなり、端子盤や電線の新替することが推奨される。

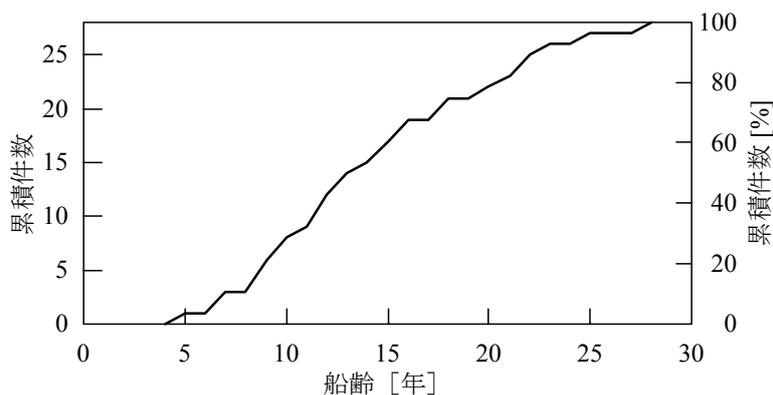


図 2-3-2 主対策が「電線」「端子」に分類される事故例の船齢別累積件数

2-3-5-2 出火燃焼物が可燃性油に分類される事故例

出火燃焼物が可燃性油に分類される整備関係事故例 15 件の概要を表 2-3-9 に示す。表 2-3-9 の上に示した 13 件では着火源は「排気系」に分類され、最後の 2 件は「その他」に分類される。

これらの事故例に対する主たる安全対策としては、以下が考えられる。

- 可燃性油配管及び継手の健全性（緩みを含む）の点検及び交換／増し締め

ここで、排気管のラギングの整備・点検（着火源の排除）を含めなかったのは、新造時は別として、排気管のラギングの油密の確保、即ち、ラギングに油が染みこまないように確実に措置することは、これまでの事故例調査の結果から困難と考え、整備・点検においては、可燃性油の排除に重点を置くべきと判断したためである。ただし、このことは、排気管のラギングの油密の確保が重要ではないことを意味しない点に留意されたい。

表 2-3-9 の「主対策」の欄において、「配管」とあるのは主たる対策が可燃性油配管及び継手の緩み・健全性の点検及び増し締め・新替あることを、「その他」はこれら以外を意味する。表より、「主対策」が「配管」に分類される事故例は 6 件（40 %）であった。これら事故例の ID は 4, 9, 60, 61, 78, 80 であり、船齢は順に不明、13, 10, 6, 11, 13 年であった。これら事故例を勘案すれば、機関室内を点検する際には、可燃性油の配管（フランジを含む）に緩みや亀裂が無いかを丁寧に点検することが、事故の防止には有効と考えられる。但し、こうした点検で微細な亀裂を発見することが可能か否か、即ち、亀裂等の発見率は、事故例調査からは判断できない。

主対策が「その他」に分類される事故例では、問題の発生箇所も様々であり、特に効果的と考えられる整備・点検方法は特定できなかった。

表 2-3-9 出火燃焼物が可燃性油に分類される整備関係事故例の概要

ID	GRT (長さ)	船齢	船種	事故例の概要	主 対策
4	7.00	不明	漁船	振動による操舵装置用油圧管接続金具の緩み→作動油漏れ→出火	配管
9	13.00	13	旅客船	燃料油冷却機出口金具に亀裂→燃料油噴出→出火	配管
33	19.00	16	漁船	燃料油濾し器のピン腐食→ピン折損・軸が抜ける→燃料油噴出→出火	その他
35	18.00	4	漁船	補機潤滑油系にスラッジ堆積→補機過給機軸受が潤滑障害で摩耗 →軸受けメタル損傷→補機潤滑油漏洩→出火	その他
38	19.00	15	漁船	燃料油自動給油装置センサのパッキン劣化→センサ内に水滴が侵入 →自動給油装置試験無し→停止失敗→燃料油溢れ→出火	その他
60	19.00	10	漁船	過給機潤滑油供給管継手に微細な亀裂→亀裂進展→潤滑油噴出→出火	配管
61	16.00	6	交通船	防振ゴム摩滅等による防振効果低減→主機燃料高压管スリーブ亀裂 →亀裂が管壁を貫通→燃料油噴出→出火	配管
66	11.00	16	漁船	潤滑油こし器ねじ部に亀裂→カバー油密部から潤滑油漏洩→出火	その他
73	19.96	22	漁船	潤滑油こし器ねじ部が緩む→潤滑油少量漏洩→緩んで回転軸脱落 →潤滑油噴出→出火	その他
78	19.00	11	遊覧船	増速機作動油配管亀裂発生→増速機油量減少→漏洩可能性認識 →作動油配管亀裂進展→作動油噴出→出火	配管
80	8.50	19	遊覧船	燃料噴射ポンプ燃料油漏洩→潤滑油に混入→軸受け潤滑油量が減少し ない状況→燃料油混入潤滑油がクランク室に滞留→噴出→出火	その他
84	19.00	13	漁船	燃料噴射ポンプ取付ナット緩み→燃料入口管亀裂→燃料油漏洩 →亀裂進展・折損→燃料油飛散→出火	配管
85	7.30	17	漁船	燃料小出しタンクのアクリル樹脂製油面計管劣化→油面計根本に亀裂 →燃料油漏出→出火	その他
40	(9.20)	21	遊漁船	空気冷却式主機警報装置故障→点検不十分で故障を放置 →主機冷却用送風機が軸受けの摩耗で停止→シリンダヘッド温度上昇 →付着していた燃料油などに着火→扉を空ける→急激に燃焼	その他
69	9.86	24	漁船	燃料噴射弁漏油回収用ホース離脱防止措置無し→管内燃料油重量と振 動で漏油集合管から抜け始めた→ホースが離脱→燃料油飛散→出火	その他

表 2-3-9 に示した事故例の船齢（不明のものを除く）を見てみると、図 2-3-3 の通りである。

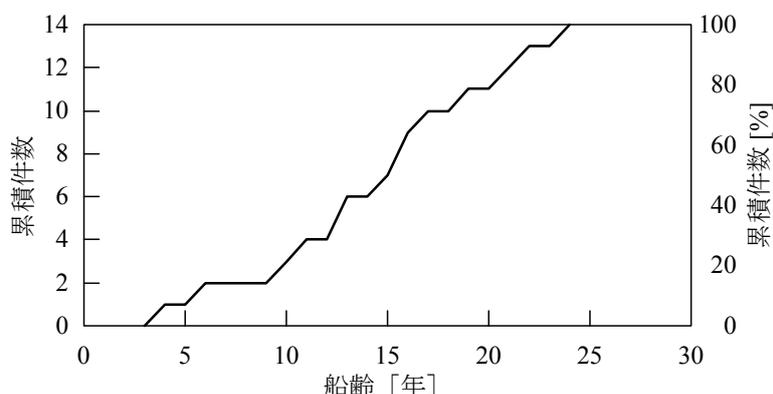


図 2-3-3 出火燃焼物が「可燃性油」に分類される事故例の船齢別累積件数

図 2-3-3 及び表 2-3-9 より、14 件中船齢が 10 年未満の事故例は 2 件（4 年 & 6 年）であり、10 年以上の事故例は 12 件（86 %）であった。このことを考慮すれば、船齢が 10 年を超えるあたりから、可燃性油配管関係の整備・点検の重要性が増大すると考えられる。また、前述の通り「主対策」が「配管」に分類される事故例における船舶の船齢は、不明の 1 件を除くと、6 年が 1 件（20 %）で、その他 4 件は 10

年以上であった。整備・点検指針の一つとして、以下が考えられる。

- 一定程度の船齢を超える船舶については、可燃性油配管に亀裂が無いこと及び継手に緩みが無いことを点検し、適宜、配管の交換や増し締めを行うことが推奨される。

2-3-5-3 出火燃焼物がその他に分類される事故例

出火燃焼物がその他に分類される整備関係事故例 9 件の概要を表 2-3-10 に示す。表 2-3-10 の上に示した 13 件の着火源は、ID が 32 & 57 の事故例は電気系に、ID が 77 の事故例はその他に、残り (ID : 2, 5, 19, 42, 67, 74) は排気系に分類される。主な安全対策としては、以下が考えられる。

- 排気管系 (冷却海水系を含む。継手を含む。) の健全性 (緩みを含む) の点検及び整備 (配管の脱落防止、防振対策、ラギングの固定等)

表 2-3-10 の「主対策」の欄において、「排気管」とあるのは主たる対策が排気管系の健全性の点検及び整備であることを、「その他」はこれら以外を意味する。表より、「主対策」が「排気管」に分類される事故例は 5 件 (56 %) であった。これら事故例の ID は 2, 5, 19, 42, 74 であり、船齢は順に不明、10, 9, 10, 22 年であった。これら事故例を勘案すれば、機関室まわりを点検する際には、排気管のフランジ等に緩みがないか、周囲可燃物に対する断熱は十分か等を丁寧に点検することが、事故の防止には有効と考えられる。以上により、整備・点検指針の一つとしては、以下が考えられる。

- 一定程度の船齢を超える船舶については、排気管の継手に緩みがないか点検し、また、排気管周囲の可燃物に着火することが無いようラギングを点検するとともに、冷却海水を排気管内に引き込むための配管を点検した上で、必要に応じて継手の増し締めやラギングの固定等を行うことが推奨される。

表 2-3-10 出火燃焼物がその他に分類される整備関係事故例の概要

ID	GRT (長さ)	船齢	船種	事故例の概要	主 対策
32	18.00	5	漁船	魚倉用ビルジ管 (ビニルホース部) に亀裂→ビルジ飛散 →発電機に通気口から侵入→発電機短絡→出火	その他
57	19.92	18	漁船	充電抵抗器 (ニクロム線コイル) の熱により近傍の木板から出火	その他
2	19.00	不明	貨物船	排気管フランジ緩み→ラギング脱落→排気噴出→周囲可燃物出火	排気管
5	19.00	10	漁船	排気管金物から高温のさび又は金属片落下→ウエスに接触→出火	排気管
19	9.00	9	漁船	排気管防震用針金腐食・衰耗・切断→排気管が FPR 材に接触→出火	排気管
42	14.00	10	交通船	海水用配管 (バンド管) のホースバンドに緩み→バンド管が抜始め →脱落し海水が機関室内に→可燃性排気管から出火	排気管
67	(9.07)	13	プレジャー ボート	冷却海水用ポンプ駆動用 V ベルト衰耗→冷却海水量不足→排気管過熱 →出火	その他
74	6.40	22	漁船	排気管フランジ緩み→排気噴出→周囲可燃物出火	排気管
77	6.20	12	漁船	主機発電機玉軸受の磨耗・破壊→回転子軸の軸心が偏心し接触→出火	その他

2-3-6 機関室出火防止のための整備・点検指針案

ここで、関係する事故例における船齢について再度整理する。主対策が「電線」及び「端子」に分類される事故例 28 件、主対策が「配管」に分類されるものであって船齢が不明のものを除く 5 件、主対策が「排気管」に分類されるものであって船齢が不明のものを除く 4 件の船齢をまとめると、図 2-3-4 が得られる。図より、船齢で言えば、95 %が 7 年以上、89 %以上が 8 年以上に含まれることが分かる。このことから、全体としては「電線」及び「端子」に分類される主対策と同様に、「船齢 7 年を超える船舶」については、検査期間を考慮して適当と考えられる時期に、以下の整備・点検を実施することが、機関室火災の防止の観点からは推奨できる。

- 配電盤等電気器具（特に端子の緩み）の点検及び電線の絶縁抵抗の点検を実施し、適宜、端子を増し締めし、端子盤・電線を新替すること
- 可燃性油配管に亀裂が無いこと及び継手に緩みが無いことを点検し、適宜、配管の交換や増し締めを行うこと
- 排気管の継手に緩みが無い点検し、また、排気管周囲の可燃物に着火することが無いようラギングを点検するとともに、冷却海水を排気管内に引き込むための配管を点検した上で、必要に応じて継手の増し締めやラギングの固定等必要な対策を行うこと

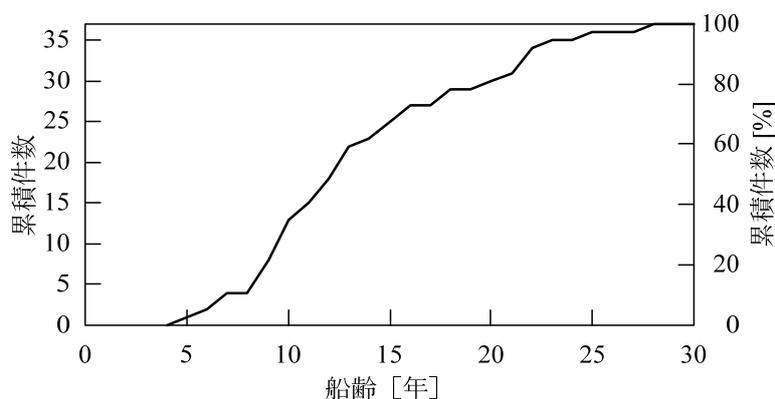


図 2-3-4 指針に関連する事故例の船齢別累積件数

2-4 複数の自動拡散型消火器を備え付けた場合の課題

2-4-1 現在の自動拡散型消火器の実情

前年度（平成 20 年度）の検討において、当初の自動拡散型消火器設置の前提条件を遥かに越える大きさの機関室が増加しており、現在の自動拡散型消火器の能力で消火できないケースが増えていると考えられた。

その要因としては、次のことが考えられた。

- (1) 自動拡散型消火器自体が、消火器本体とセンサーヘッドが一体構造であり、また自動拡散型粉末消火器の設置姿勢が縦置きに限られていることから、機関室内での設置可能箇所が限られ、消火器が有効に機能する場所に設置されていない。
- (2) 平成 6 年に行われた小型船舶安全規則の改正により、「小型船舶」の範囲を決める基準が「長さ」（12m 未満）から「容積」（総トン数 20 トン未満）に変更されたことなどから、小型船舶の大型化が進み、これに伴い最大 8m^3 を想定していた自動拡散型消火器（1 台）の防護容積を超える機関室を有する小型船舶が増えている。

機関室の大きさが現在の自動拡散型消火器（1 台）の防護容積（ 8m^3 ）以上の場合は、機関室の容積に比例して設置する自動拡散型消火器の本数を増やすこととされているが、機関室サイズに合わせて消火器の本数を増したとしても、消火器ヘッドが適切な位置に設置され、かつ出火初期に火源に向かって消火剤が放射されなければ、消火出来ない場合もあり得ると考えられる。（機関室サイズに合わせて使用本数を増やすだけの使用方法では、自動拡散型消火器が各々バラバラに起動して有効に機能しないと考えられる。）

自動拡散型消火器の型式承認試験基準は最大 8m^3 の消火試験室で消火性能を確認している。また、無人の機関室においては機関室の容積、配置等を考慮して「十分な数を設置する」となっている。

- (3) 自動拡散型消火器の型式承認試験基準は、最大 8m^3 の消火試験室の床面に並べた火皿（50cm 角の火皿 x 4 箇所）に対しての消火性能の有無で評価しているが、この試験方法は、消火対象である火皿と、消火器設置場所がベストな関係における消火性能を確認していると言える。しかし、上記(1)、(2)のような条件の下で自動拡散型消火器が設置された機関室においては、消火できない可能性がある。
- (4) 実際の機関室は、エンジン本体も立体形状であり、消火ノズルからの放射に対して影の部分を作っており、その場合も消火できない可能性がある。

(5) 国内の消防庁の基準（陸上の基準）、及び USCG の消火基準においては、閉鎖空間において十分な消火剤を放出することで、保護区画である機関室を消火剤で満たし火災を抑制すると共に空気を遮断し消火する考え方（トータルフラッド）が採用されている。

一方、自動拡散型消火器で使用する消火剤の使用量は、陸上及び USCG 基準などで規定されているトータルフラッドの考え方に基づく消火剤容量の 50%程度であり、また実際の機関室では機関が運転している状態での放出であることから、消火に有効な消火剤の量はさらに少ない。

これらの現状を考えると、自動拡散型消火器を 8m³ 以上の機関室に複数備え付けている小型船舶については、より有効な消火システムの検討が必要であると考えられる。

2-4-2 有効に消火するための条件について

平成 20 年度の「無人の機関室における消火システムの検討委員会」の検討において、消火のための必要条件について調査検討した。

委員会の検討においては、確実な消火を実現するためには、以下の手順がベストであると考えられた。

火災探知 ⇒ 機関停止 ⇒ 通風停止 ⇒ 機関室閉鎖 ⇒ 消火剤放出（同時放出）

（消火剤の量はトータルフラッドの指針によることが望ましい。複数の消火器を備えている場合は、同時放出にする必要がある。）

しかし、火災探知 ⇒ 機関停止 ⇒ 通風停止 ⇒ 機関室閉鎖 のような消火システムの実現には費用がかかることから、このような消火システムを搭載できる船舶は一部の高価な船舶に限られることが予想される。

また、漁船など船体のサイズが大きくても、機関室は船底にあり乗員が近づけない（近づきにくい）ケースも有り、自動拡散消火装置の必要性は排除できないことから、本調査の方向性として以下の考え方が適当であるとの見解に至った。

- (1) 無人の機関室においては「自動拡散消火装置」は必要である。
- (2) しかし、自動拡散以外の方法も認める。（大型船舶のように火災探知器を設置し、乗員が機関室に入って消火する方法を排除しない。）
- (3) 自動拡散型消火器の適用範囲を限る。（現状の型式承認試験基準に示す「8m³ の

機関室」を最大サイズとする。)

- (4) 従来の自動拡散型消火器の適用範囲を超える大きな機関室（8m³ を越えるサイズの機関室）に対しては、自動拡散型消火器による消火には限界があることが考えられることから、「火災探知 ⇒ 機関停止 ⇒ 通風停止 ⇒ 機関室閉鎖」が実現できる消火システムを検討する必要がある。（消火剤の量はトータルフラッドの指針によることが望ましい。）
- (5) また、具体的な消火システムとしては、「火災探知 ⇒ 複数の消火器の同時放射」のシステムを構成することにより、より確実に消火できるシステムを検討する必要がある。

これらを考慮し、8m³ 以上の機関室を有する小型船舶において有効な消火システムの再検討が必要であると委員会では考えた。

2-4-3 消火システムが備えるべき性能要件の整理

(1) 火災探知

一般的には、「煙探知式」及び「熱探知式」が主流である（安価であり、船舶でも多く使用されている）が、小型船舶における有効性の検討が必要。

(2) 機関停止

火災発令（火災探知、及び警報発令）により、手動で機関停止をするか、自動停止にするかは、船体の設計でどこまでできるか、また規則改正でどこまで要求するかにもよる。

(3) 通風停止

同上

(4) 機関室閉鎖

同上

(5) 消火システムの稼動（消火剤放出）

以下の事項について検討する必要がある。

① 消火ヘッドの設置場所

② 消火剤の容量（上記の「機関停止」、「通風停止」、及び「機関室閉鎖」に関して、どの様に考えるかで、消火剤の必要容量も変わる。）

③消火剤の同時放出システム

2-4-4 今後の消火システムの考え方

「現在の自動拡散型消火器の実情」及び「有効な消火の為の条件」等の検討の結果として、委員会としての今後の消火システムの考え方として、現在の措置に加えて、

- (1) 8m³以上の機関室においては、自動拡散型ではなく遠隔操作による同時放出を要求するべきである。
- (2) 消火器の放出時には、機関の停止を前提とする。

ことが、小型船舶の消火に関する今後の改善策として提案された。

但し、

- 1) 「現行の自動拡散型消火器の型式承認基準が有効である」こととする。

また、

- 2) 他の消火手段としては、十分な量の消火剤を機関室に放出する、いわゆる“total flooding”と、持ち運び式消火器による消火も考えられる。

3. 火災実験

3-1 実験の目的及び前提

平成 20 年度における委員会での検討において、機関室の大きさが現在の自動拡散型消火器の防護容量（8 m³）以上の場合、機関室の容積に比例して設置する自動拡散型消火器の本数を増やすこととしているが、この措置では十分ではないと推測された。そこで、現在の措置に加えて、

- (1) 8 m³以上の機関室においては、自動拡散型ではなく遠隔操作による同時放出を要求すべきである。
- (2) 消火器の放出時には、機関の停止を前提とする。

ことが、小型船舶の消火に関する今後の改善策として提案された。（2-4 節参照）

この平成 20 年度の委員会での検討結果に基づき、実際の小型船舶の一般的な大型の機関室を想定した容積（NET）24 m³の機関室モデルにおいて消火実験を実施する。

本実験により容積 24 m³の模擬機関室での消火要件を確認することにより、8 m³を超える機関室での、「遠隔操作同時拡散消火（同時手動拡散消火、及び消火時の機関停止）」の効果について評価することを目的とし「容積 24 m³の機関室モデルでの消火実験」を実施した。

実際の火災は多様であり、数少ない条件下の実験のみで消火手段の有効性を評価するには限界があるが、安全性向上のため早期に結論を得る目的で、評価に最も適すると考えられる試験条件を委員会合意により設定し、これを消火できるか否かで、当面、消火手段の有効性を評価することにした。

3-2 実験の概要

実験は、模擬機関室（NET 容積 24 m³）を使用し、火源は火皿火災とする。また、実際の機関室を想定して、4 つの火皿の中央にエンジンを模擬した模型を設置する。

実験実施場所： 初田製作所 本社工場 屋内消火実験場

事前検証実験（実験条件確認試験）： 平成 21 年 8 月 5 日～8 月 26 日（初田製作所）

委員会実験参加メンバー立合い実験（立合い実験）：平成 21 年 8 月 27 日（初田製作所）

3-2-1 初田製作所 屋内消火実験場 （付録 4-図 付録 4-1 1 参照）

実験は、灯油を燃焼源として使用する火災実験であり、多量の煤を含んだ多くの排煙

を排出する為、排煙処理装置を有する初田製作所殿の屋内消火実験場を借用して実施した。

屋内消火実験場 建物概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 構造：鉄骨造 ・ 面積：約 320m² 軒高：7.5m
排煙装置	<ul style="list-style-type: none"> ・ 処理風量：750m³/min ・ 払い落とし方式：パルスジェット式

3-2-2 機関室 (付録4-図 付録4-10及び図 付録4-12参照)

以下のサイズの模擬機関室 (NET 容積 24 m³) を使用する。

(機関室のサイズは NET とし、1000PS (736kW) 相当のエンジン模型を置く。)

	機関室模型
区画寸法	W: 4 m × L: 4 m × H: 1.6 m 容積: 25.6 m ² (壁:ALC50mm、天井:フキシア [®] ルホ [®] -ト [®] t=8mm)
エンジン模型寸法	W: 0.9 m × L: 2 m × H: 0.9 m 容積: 1.62 m ²
開口部	1.6 m W × 0.8 m H
床面積	16 m ² (4m x 4m)
容積	24 m ³ (NET)

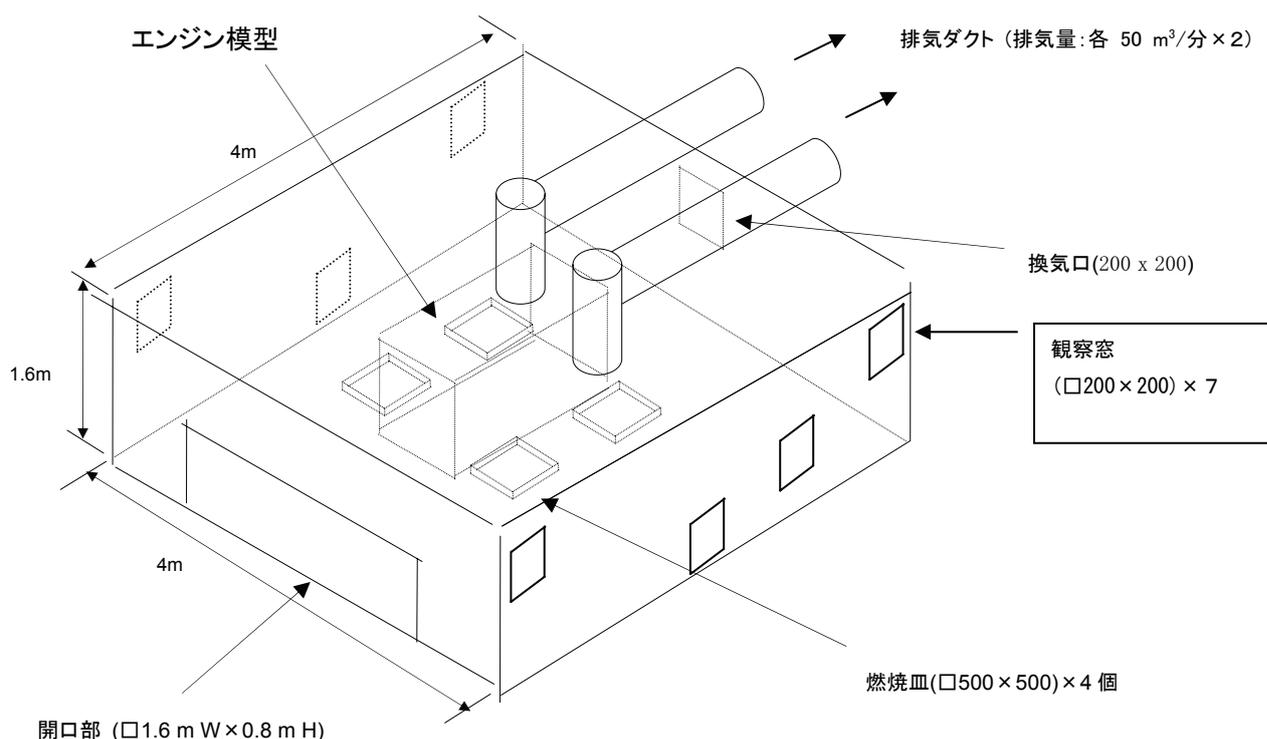


図 3-2-1-1 実験模型の概要

開口部：前面の給気口サイズは1.6m x 0.8mとする。(模擬機関室外から燃焼皿に着火し易くする。)

排気口：天井部にはエンジン給気を想定した空気の流れ(強制換気口)を設けて、その排気ダクトの排気口の開口位置は、エンジン模型の上部150mmとする。(エンジンのターボ吸気口位置を想定)

換気口：背面上部に自然換気口を設け、サイズは200 x 200mmとし、天井から200mm下げて設置する。

観察窓：模擬機関室両サイドに観察窓(超耐熱結晶化ガラス：200 x 200mm)を7箇所設置し、作動状況を目視する。

安全要件：実験スタッフの安全の為、実験後の高温の模擬機関室内での作業を実施しないですむように冷風機、送風機を使用する。

3-2-3 エンジン模型 (付録4-図 付録4-13参照)

エンジン模型を内部に設置する。

エンジン模型の両サイドに燃焼皿を配置する

エンジン模型(案)を図3-2-3-1に示す。

(出力1,000PS(736kW)のエンジンを想定)

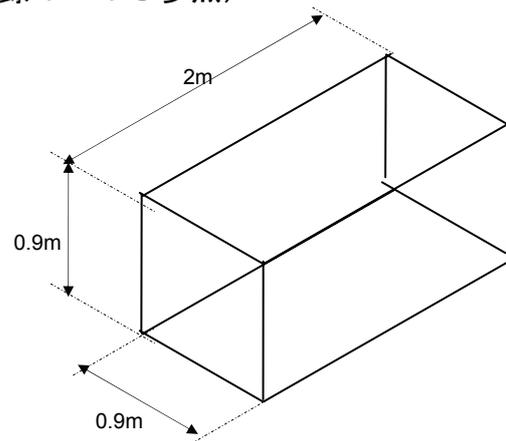


図3-2-3-1 エンジン模型の概要

3-2-4 火源 (付録4-図 付録4-13参照)

火源は火皿火災とする。燃料としては、灯油を使用する。

燃焼皿は□500 mm x 500 mm x 100mmH 4個をエンジン模型の回りに設置する。

(火源の条件は、自動拡散消火装置の型式承認試験基準8m³に準ずる。)

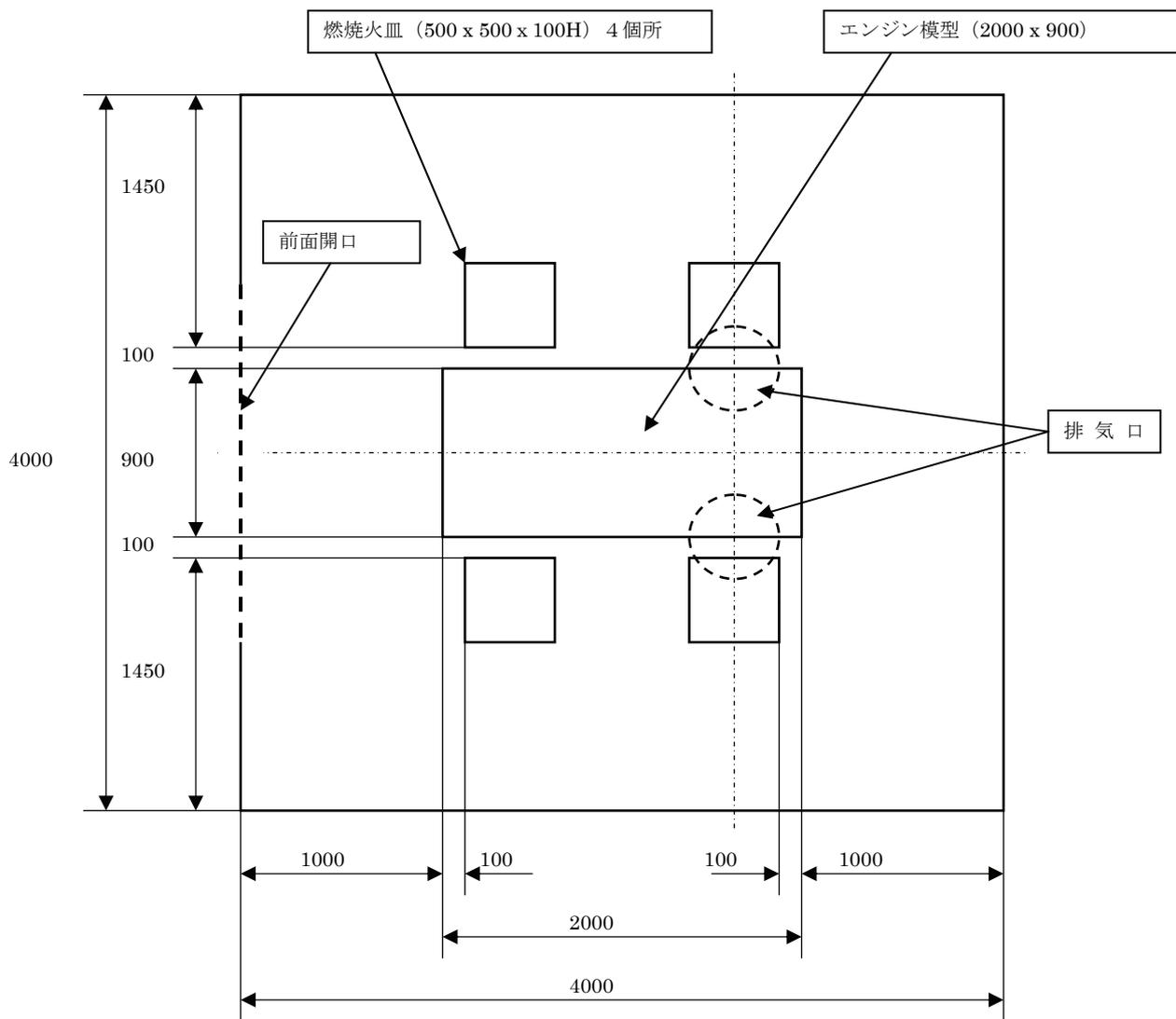


図 3-2-4-1 エンジン模型及び燃焼皿の設置位置（平面レイアウト）の概要

燃料は、5 分間の連続燃焼を確保できる量（2L）とする。なお、この燃焼時間については、型式承認試験基準においては「5 分以上燃焼が持続するように」と規定されているが、実験の規模を考慮して使用する燃料、及び燃料の量を決定した。

3-2-5 消火器

1) 自動拡散型消火器

実験に使用する消火器として、「自動拡散型粉末消火器（プロマリン DD-150 型）」を使用した。

「自動拡散型粉末消火器（プロマリン DD-150 型）」の仕様を、下記に示す。

型 式	DD-150 型
-----	----------

型式承認	国土交通省型式承認番号 第4142号
消火剤・量	船舶用ABC粉末消火剤 1.5kg
総質量	約4.1kg（ブラケット含む）
全高	約475mm
全幅	約110mm
奥行	約107mm
適応火災	A. B. C火災
防護容積	8m ³
公称感知温度	95℃
充填圧力	0.7~0.98MPa
放射時間（+20℃）	約6秒
放射パターン	扁平扇状

「付録-4 消火実験結果の詳細（説明）」の初田製作所製品カタログ（参考資料-付録4-1）参照

2) 手動拡散型消火器

手動拡散型消火器（同時手動拡散消火実験用）は、陸上用粉末消火器（1.5kg）型を改造してプロマリン用ノズルを取り付け使用する。

3-2-6 換気条件

模擬機関室の換気条件は、以下の通り。

- 1) 強制換気容量は1,000PS(736kW)出力のエンジンを想定して、100 m³/分とする（50 m³/分 x 2基 設置）。
- 2) 強制換気（排気口325mmダクト）位置は、エンジン上部のターボチャージャー給気位置を想定して、エンジン端部に2本の排気管を天井から下げて、エンジン模型直上（約150mm）で吸排気する。

実験時の換気条件は、以下の2通りとする。

- 1) 強制換気（エンジン運転中を想定した条件）

2) 自然換気（エンジン停止、及び機関室の通風停止を想定した条件） - 前面開口と、背面の換気口のみ

3-2-7 温度測定

高さ方向温度分布を測定する為、

熱電対ツリー（6点）を1箇所設置する。（消火器の無いコーナー部に置き、室内の温度上昇を測定）

熱電対（1点）を3箇所設置する。（消火器の近傍温度の測定：消火器のセンサー部分は天井より100mmの高さに設置する。）

熱電対（1点）を4箇所設置する。（燃烧火皿の近傍温度の測定：火皿上部10mmに設置する。）

熱電対（1点）を2箇所設置する。（排気ダクト内の温度の測定：模型吸込み部より900mmに設置する。）

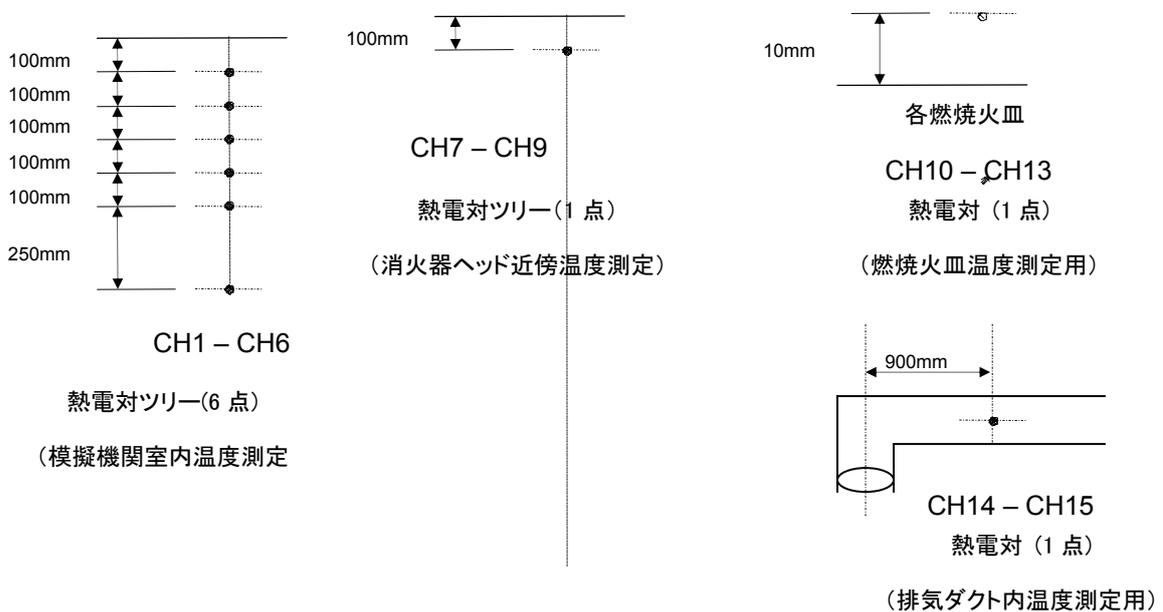


図 3-2-7-1 熱電対ツリー詳細図

3-2-8 消火タイミング

手動拡散型消火器の消火実験における消火剤放出タイミングは、自動拡散型消火器の起動時間を参考とする。（具体的には、T-3、T-4の実験において最初に消火器が起動した時間に30秒を加えた時間とする。）

3-2-9 安全対策

各実験において、いかなる場合でも安全を優先し危険であると判断した場合は予備消火器による強制消火を行い中断し、実験方法の見直しを委員会へ申し入れ、協議の上決定し進めることとした。

3-3 実験条件（実験パターン）

① 事前検証実験（実験条件確認試験）－ 自由燃焼実験（Free burn test）

本実験の目的は、火皿の定常燃焼状態になるまでの燃焼時間を確認することと、火皿火災での模擬機関室の温度上昇の度合いを確認することである。酸欠消火（自然消火）が起こらない模擬機関室条件、及び5分間の連続燃焼を確保できる燃料の量等の条件を確認する。

T-1) 4つの燃焼皿を同時燃焼させ室内の温度変化を測定する。（強制換気条件 100m³/分 - この条件は、「事前検証実験」時のみ実施する。）

T-2) 4つの燃焼皿を同時燃焼させ室内の温度変化を測定する。（自然換気条件 - この条件は、「事前検証実験」時のみ実施する。）

② 自動拡散消火実験 - 自動拡散型消火器による消火実験（消火器起動時間の確認）

本実験の主な目的は、現在の自動拡散型消火器を、容積 24 m³の機関室に設置した場合の作動時間の確認である。

T-3の実験では、自動拡散型消火器の起動時間、及び消火器起動時の環境温度を計測する。

T-4の実験では、自動拡散型消火器の起動時間及び消火器起動時の環境温度を計測するとともに、T-3と実験結果を比較することにより「換気停止が消火に及ぼす影響」について調べる。

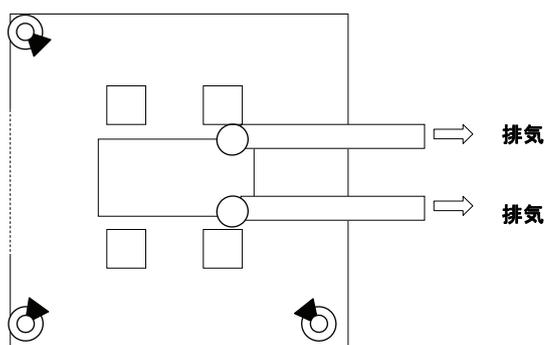


図 3-3-1-1 T-3, T-4 平面図

T-3) 強制換気条件 (100m³/分) の模擬機関室で、自動拡散型消火器 3 台を図 3-3-1-1 のとおり設置し、4 つの燃焼皿を同時に燃焼させ、自動拡散型消火器の起動時間、起動時の模擬機関室温度を計測する。

T-4) 自然換気条件の模擬機関室で、自動拡散型消火器 3 台を図 3-3-1-1-のとおり設置し、4 つの燃焼皿を同時に燃焼させ、自動拡散型消火器の起動時間、起動時の模擬機関室温度を計測する。

③ 同時手動拡散消火実験 - 手動拡散型消火器による同時起動による一斉放射

本実験の目的は、強制換気条件及び自然換気条件のそれぞれについて、同時起動により 3 箇所消火器から一斉に消火剤を放出する消火方法の有効性を確認することである。

T-5 の実験では、「同時起動による一斉放射」の有効性を確認する。

T-6 の実験では、「同時起動による一斉放射」と「換気停止」の有効性（機関停止との相乗効果）を確認する。

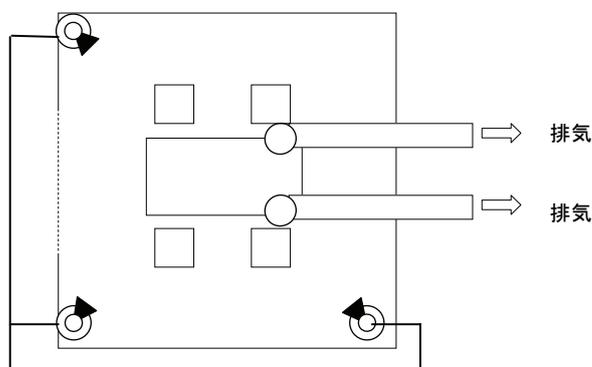


図 3-3-1-2 T-5, T-6 平面図

T-5) 強制換気条件において、4 つの燃焼皿を同時に燃焼させ、T-3 の実験で「最初に消火器が起動した時間+30 秒」において、3 箇所消火器から同時に消火剤を

放出する。

T-6) 自然換気条件において、4つの燃焼皿を同時に燃焼させ、T-4の実験で「最初に消火器が起動した時間+30秒」において、3箇所の消火器から同時に消火剤を放出する。

3-4 計測内容

3-4-1 実験時の測定項目

- ① 熱電対ツリー（6点）による「高さ方向温度分布」測定
- ② 熱電対（1点）3箇所による「自動拡散型消火器の近傍温度（起動時の温度）」測定
- ③ 熱電対（1点）4箇所による「燃焼火皿の近傍温度」測定
- ④ 熱電対（1点）を2箇所設置する。「排気ダクト内の温度」測定
- ⑤ 自動拡散型消火器の起動時間の測定

自動拡散型消火器の起動時間の測定（目視確認）と、起動時の温度の計測）

⑥ 消火時間の測定

消火の確認、及び各燃焼皿の消火時間の測定（目視確認）

3-4-2 実験時の観察事項

模擬機関室の一部に観察窓を設置し、以下の観察を行う。

- ① 火皿燃焼の様子
- ② 自動拡散型消火器の起動の様子（起動時間の測定）
- ③ 実験状況の映像記録（ビデオ撮影）

3-5 実験結果

委員会実験参加メンバー立合い実験（8月27日実施；以下「立合い実験」と記す）を確実に実施できるよう、初田製作所において「事前検証実験（実験条件確認試験）」を実施し、実験実施における問題点の確認とその対策を検討した。事前検証実験の結果を表3-5-1に示す。

立合い実験（8月27日実施）の実験結果を、表3-5-2に示す。

実験状況の詳細は、「付録-4 消火実験結果の詳細（説明）」を参照。

表 3-5-1 事前検証実験の結果（2009 年 8 月 6 日～8 月 26 日）

No	実施	温湿度	実験条件（参照図は付録 4）	消火器起動	実験結果	
1	T-2	8/6	31°C/58%	自然換気条件（ヘプタン火皿）の自由燃焼確認（図 4-1 参照）	1分50秒後強制消火	酸欠消火なし。実験継続は危険と判断し強制消火。
2	T-4	8/12	34°C/52%	自然換気条件（灯油火皿）の自動拡散消火実験（図 4-2 参照）	67秒～75秒	酸欠消火なし。自動拡散型消火器起動。火皿：3/4個消火
3	T-1	8/18	30°C/65%	強制換気条件での灯油火皿の自由燃焼確認（図 4-3 参照）	2分30秒後強制消火	酸欠消火なし。実験継続は危険と判断し強制消火。
4	T-3	8/18	34°C/56%	強制換気条件での自動拡散消火実験（図 4-4 参照）	75秒程度	自動拡散型消火器、起動。火皿：3/4個消火
5	T-6	8/26	29°C/64%	自然換気条件での同時手動拡散消火実験の演習（図 4-5 参照）	105秒	全数消火

表 3-5-2 立合い実験結果（2009 年 8 月 27 日）

No	温度/湿度	実験条件	消火器起動	実験結果	備考 (付録 4)
6	T-3	33°C/57%	強制換気条件での自動拡散消火実験	80秒～82秒	火皿：1/4個消火 図 4-6
7	T-4	33°C/57%	自然換気条件での自動拡散消火実験	58秒～66秒	全数消火 図 4-7
8	T-5	33°C/57%	強制換気条件での同時手動拡散消火実験	110秒	火皿：2/4個消火 図 4-8
9	T-6	33°C/57%	自然換気条件での同時手動拡散消火実験	88秒	全数消火 図 4-9

注記：

- 1) 実験 No. 1 及び No. 3（事前検証実験）は、立合い実験に先駆け実施したヘプタン火皿を火源とした実験条件確認の為の試験であり、実験結果の検討から除外する。
（実験 No. 1 及び No. 3 は自由燃焼により、模擬機関室温度上昇、送風ダクトにも火炎が廻るために強制消火とした。）
- 2) 燃焼火皿の「5分以上の燃焼」の確認は、単体の火皿燃焼実験にて確認した。
- 3) 本実験結果は一定の実験条件における、自動拡散型消火器及び同時手動拡散消火の可能性について比較確認したものであり、全ての小型船舶の火災において消火できることを確認するものではない。

3-6 実験結果の考察

3-6-1 改善案（「機関停止」と「消火剤の同時放出」）の期待効果について

① 「機関停止」の有効性について

今回の実験の結果から、「消火における機関停止の有効性」が明確になったと考えられる。

< 自動拡散による「T-3の実験（実験 No. 3、No. 6）」と「T-4の実験（実験 No. 2、No. 7）」の比較 >

T-3 実験（強制換気条件）：2 回の実験（No. 3、No. 6）で、火皿 4/8 個消火

T-4 実験（自然換気条件）：2 回の実験（No. 2、No. 7）で、火皿 7/8 個消火

< 同時放出による「T-5の実験（実験 No. 8）」と「T-6の実験（実験 No. 5、No. 9）」の比較 >

T-5 実験（強制換気条件）：1 回の実験（No. 8）で、火皿 2/4 個消火

T-6 実験（自然換気条件）：2 回の実験（No. 5、No. 9）で、火皿 8/8 個全数消火

PS) ここで、「強制換気条件」は機関運転条件（機関室通風条件）を模擬しており、「自然換気条件」は機関停止条件（通風停止条件）を模擬している。

② 「消火剤の同時放出」の有効性について

今回の実験条件（模擬機関室サイズ、形状、及び試験火皿の大きさ等）においては、自動拡散型消火器の起動時間には、T-3 実験（各自動拡散型消火器の起動時間の差：2 秒（実験 No. 6：起動時間 80 秒～82 秒））から T-4 実験（各自動拡散型消火器の起動時間の差：8 秒（実験 No. 2：起動時間 67 秒～75 秒）、8 秒（実験 No. 7：起動時間 58 秒～66 秒））程度の時間差しかなく、自動拡散型消火と同時手動拡散消火での消火器の起動タイミングの時間差があまり大きくなかった為、その有意差の判定が難しいものの、自然換気条件での自動拡散型消火実験（T-4 実験：火皿 7/8 個消火）と同時手動拡散消火実験（T-6 実験：火皿 8/8 個消火）では、消火できた火皿の数が同時手動拡散消火実験の方が若干多く、ある程度の関連（同時手動拡散消火の有効性）を確認することができたと考えられる。

< 強制換気条件における「T-3の実験（実験 No. 3、No. 6）」と「T-5の実験（実験 No. 8）」の比較 >

T-3 実験（自動拡散）：2 回の実験（No. 3、No. 6）で、火皿 4/8 個消火

T-5 実験（同時放出）：1 回の実験（No. 8）で、火皿 2/4 個消火

＜自然換気条件における「T-4 の実験（実験 No. 2、No. 7）」と「T-6 の実験（実験 No. 5、No. 9）」の比較 ＞

T-4 実験（自動拡散）：2 回の実験（No. 2、No. 7）で、火皿 7/8 個消火

T-6 実験（同時放出）：2 回の実験（No. 5、No. 9）で、火皿 8/8 個全数消火

実験の結果から、試験火皿を確実に消火できた実験条件は、T-6 実験（自然換気条件（通風停止）、及び同時放出条件）のみであり、本委員会における「小型船舶の消火に関する今後の改善策（「機関停止」と「消火剤の同時放出）」は、有効な手段であると考えられる。

③ 改善案（機関停止及び消火剤の同時放出）の期待効果について

今回の実験により、現行の自動拡散型消火器の型式承認基準が有効であるとの前提条件の元に、「現行の自動拡散型消火器と同等の消火剤量及び放射パターンを有する消火器」においても、上記改善案（機関停止及び消火剤の同時放出）を具現化することにより、小型船舶での実火災を消火できる可能性を示している。

しかし、本実験は一定の実験条件における、自動拡散型消火器の同時手動拡散消火の可能性について比較確認したものであり、全ての小型船舶の火災において消火可能であることを検証したのではないことを、決して忘れてはならない。

3-6-2 実験の再現性について

本実験に先駆けて実施した「T-3」、「T-4」、及び「T-6」の事前検証実験の結果と、本実験との結果を比較し、実験の再現性について検討する。

＜ T-3 実験 ＞

実験 No. 4： 実験スタート後約 75 秒で自動拡散消火器起動、火皿：3/4 個消火

実験 No. 6： 実験スタート後約 80 秒で自動拡散消火器起動、火皿：1/4 個消火

（消火できた火皿の数は異なるものの、完全消火が難しいことを示していると考えられる。）

＜ T-4 実験 ＞

実験 No. 2 : 実験スタート後 67 秒～75 秒で自動拡散消火器起動、火皿:3/4 個消火

実験 No. 7 : 実験スタート後 58 秒～66 秒で自動拡散消火器起動、火皿:全数消火

(消火できた火皿の数は異なるが、T-3 の強制換気条件よりも明らかに消火の可能性は増した。しかし、完全消火については確実なものと言えない。)

< T-6 実験 >

実験 No. 5 : 実験スタート後 105 秒で同時に消火器起動、火皿:全数消火、

実験 No. 9 : 実験スタート約 88 秒で同時に消火器起動、火皿:全数消火

(機関停止を想定した T-6 自然換気条件においては、事前検証実験、及び「委員会実験参加メンバー立合い実験」共に、全数消火できた。やはり、本条件が最適な消火環境であると考えられる。)

3-6-3 消火器近傍の温度と自動拡散起動タイミングについて

実験においては消火器近傍の温度を計測し、自動拡散型消火器の起動時の温度についての調査を実施した。「T-3 実験」及び「T-4 実験」の自動拡散消火実験結果から、自動拡散型消火器の起動時の消火器近傍の温度は、約 250～280℃程度であった。(自動拡散型消火器の起動時の温度は非常に再現性が良いと思われる。)

今回の実験の感知部作動時の温度は、自動拡散型消火器の公称作動温度とは異なる。

「自動拡散型消火器の型式承認試験基準」に示される感知部の試験では、感知部は公称作動温度 (+90℃～+120℃) の 125%の温度であって、風速 1m/s の直流気流にさらした状態で、120 秒以内に作動することとされている。本実験の模擬機関室温度は、灯油燃焼により温度上昇していく模擬機関室内の蓄熱により感知部の温度ヒューズが作動するものであり、今回の実験における作動温度 (約 250～280℃程度) は、自動拡散型消火器の感知部に「公称作動温度の 125%、及び 120 秒以内の蓄熱条件」に相当する熱量を与えた結果として、感知部が作動した時点での模擬機関室の温度上昇とのバランスした温度を示している。よって、自動拡散型消火器の公称作動温度とは異なるものの、起動時の温度は非常に再現性が良い結果を示していると思われる。

3-6-4 エンジン模型 (遮蔽物) による影響について

1) 遮蔽物による影響

今回の実験では、実際の機関室を模擬してエンジン模型を中央に配置すると共に、機関室容量を考慮し現行法規の自動拡散型消火器の使用本数である 3 本 (現行法規には詳

細な規定がないが、機関室容積に対して自動拡散型消火器の防護容積から単純計算で使用されているのが実情である)で実施された。そのため、開口部の右側は前後2本を配置し、左側には前方のみに1本を配置している。実験結果においては「消火器を前後に2本配置している右側」と、「消火器を前に1本しか配置していない左側」においては、明らかに消火性能は異なっていた。エンジン模型を中央に配置することにより、遮蔽物となるエンジン模型の反対側には消火剤が到達しておらず、左右両側において、消火性能は明らかに異なる結果となった。

実際の機関室では、本機関室モデル以上にエンジン及びその他の遮蔽物が存在すること(より複雑な配置と言える)が考えられるので、自動拡散型消火器を実船に配置する場合には、この遮蔽物の影響を考慮した消火器の配置の検討が必要と考えられる。またエンジンを2基装備するような舟艇(そのような遮蔽物が多い機関室)においては、消火器からの放射において影になる部分を極力なくすように消火器を配置することの必要性が、今回の実験結果からも確認された。

2) 遮蔽物と消火器の放射パターンによる影響

今回の実験では、自動拡散型消火器を模擬機関室の四隅の内3か所に設置されている為、消火器を配置していない開口部の左奥の火皿(ウ)が消えにくいことが想定されたが、実際は自動拡散型消火器の放射パターン(扁平扇状)から直下の火皿(ア)よりも斜め遠方の火皿(ウ)を消していることが判明した。(実験 No.2 (T-4 実験)、及び実験 No.6 (T-3 実験)の放射直後消火状況から)

今回の実験においては、開口部右奥の消火器(a)からの放射により開口部右手前の火皿(イ)を消火し、同様に開口部右手前の消火器(b)からの放射により開口部右奥の火皿(エ)を消火しているように伺える。消火器の配置本数が少ない開口部左側においては、開口部右手前の消火器(c)からの放射により開口部左奥の火皿(ウ)を消火しているが、開口部左手前の火皿(ア)については消火できなかったと推測できる。

また、この事象は強制換気条件での実験においては、開口部左手前の火皿(ア)について消火剤が行き渡らず、より消火できにくい状況となっている。

3) 機関室に使用される自動拡散型消火器について

今回の実験結果から、機関室のサイズに比例して「承認された自動拡散型消火器」の本数を増やすだけの現状の使用方法では、実際に火災を消火できない場合があることが確認できた。

また、機関室内の遮蔽物（エンジン配置）と、消火器の放射パターンを考慮し、消火器を配置することの必要性についても確認できた。

3-6-5 今回の実験と型式承認試験との換気条件の違い

型式承認試験では有効防護容積（今回の対象消火器は 8m^3 ）の 2.5 倍となっているため、容積 8m^3 の構造物では 20m^3 の換気量となる。これを今回の実験に置き換えると、容積が 24m^3 のため 60m^3 となる。今回の実験では、実際の機関（1000PS（736kW））が通常運転状態での排気量を想定して 100m^3 としているため、型式承認試験基準の 1.7 倍の換気量で行っていることになる。

この相違については、今回の実験は、型式承認試験基準での評価ではなく実態に近い状態を検証する目的として、小型船舶の運航状況を踏まえた実験としたため、相違に対する評価はしなかった。

3-7 今後の改善案に関する考察

3-7-1 容量 8m^3 以上の機関室の防護に関して今後検討すべき事項について

機関室の大きさが現在の自動拡散型消火器の防護容量（ 8m^3 ）以上の場合について、今回の試験結果からは、以下の通り考えられる。

機関室の容積に比例して設置する自動拡散型消火器の本数を決定するだけでは、消火できない火災があることが確認された。また、消火器配置と本数については、機関室内の遮蔽物も考慮すべきと考えられる。具体的には以下の通り。

- (1) 自動拡散型消火器の配置においては、実際のエンジン配置等を十分考慮して、機関室内に影となる部分が無いように消火剤放出ノズルを配置する必要がある。
- (2) 機関室内に影となる部分が無いような消火剤放出ノズルの配置を検討する場合には、その放射パターンを十分考慮する必要がある。
- (3) 機関室内の気流（空気流れ）についても、十分考慮する必要がある。（強制換気条件では、機関室開口周辺は特に消火できなくなる。）

今回の消火実験では、強制換気条件（機関運転を想定）と自然換気条件（機関、及び強制通風停止を想定）とでは異なる結果が得られた。よって、さらに消火を確実にするためには、消火器の放出時には、機関を停止するとともに、自動拡散型ではなく遠隔操作による同時放出とすることが効果的であることが分かった。

今後、機関停止と同時放出を実現するには、

1) 火災探知システムの構築

2) 機関室外からの操作による同時手動拡散消火の消火機構の採用

が必要となる。こうした消火手段を将来の小型船舶に適用するためには、新しい設備の設置が必要であり、具現化は今後の課題である。

3-7-2 消火剤量について

自動拡散型消火器の消火剤量について、消防法の規定内容と比較する。

(容積式 トータルフラッドでの消火剤量の試算) (表 3-7-1 参照)

実験で使用された「自動拡散型粉末消火器 (初田製作所プロマリン DD-150 型)」は、使用消火剤は船舶用 ABC 粉末消火剤 (消火剤量は 1.5kg) であり、3 台使用したことから、全体として使用した消火剤量は 4.5kg である。今回の実験に使用した模擬機関室の容量 (24m³) と開口部面積から算出される「消防法による消火剤容量 (消防法 施行規則第 21 条 粉末消火設備に関する基準)」は約 12.2kg であり、今回の実験に使用した消火剤量の約 3 倍が要求される。(表 3-7-1 参照)

この計算は、強制換気条件は考慮していない自然換気条件下での検討結果であり、強制換気条件が加わった場合は、より大量の消火剤を必要とする。

消火器作動タイミング等にかかわらず消火するためには、このトータルフラッドの消火剤量を要求すべきと考えられる。

表 3-7-1 消防法において要求される粉末消火剤量

消防法において要求される粉末消火剤量の計算例
< 消防法における容積式 (全域放出方式 / トータルフラッド) の考え >
計算式) 消防法 施行規則第 21 条第 3 項第一号イ、及び ロ
模擬機関室容積: 24m ³ (模擬機関室の NET 容積)
模擬機関室容積より算出される消火剤量: $24\text{m}^3 \times 0.36\text{kg}/\text{m}^3 = 8.64\text{kg}$
模擬機関室開口面積: $1.6\text{m} \times 0.8\text{m} + 0.2\text{m} \times 0.2\text{m} = 1.32\text{m}^2$
開口面積による加算される消火剤量: $1.32\text{m}^2 \times 2.7\text{kg}/\text{m}^2 = 3.56\text{kg}$
消防法規定による必要消火剤量: $8.64\text{kg} + 3.56\text{kg} = 12.20\text{kg}$
(消防法では「換気停止における消火」が全域放出方式の基本である。)

4. 無人の機関室における有効な消火システムについて

4-1 無人の機関室における有効な消火システム

4-1-1 実験から得られた結果

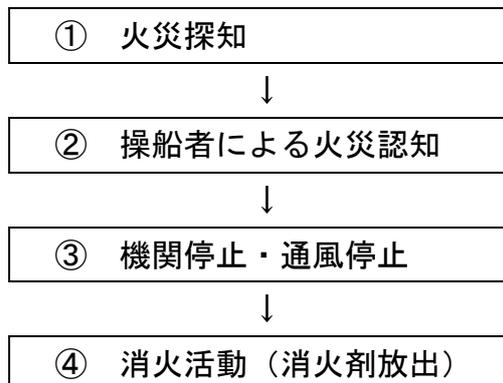
粉末消火剤による消火については、「3. 火災実験」に記したとおり、次のことが明らかになった。

- ① 機関運転状態のまま消火剤を放出すると、消火剤が機関に吸い込まれ消火に寄与する消火剤の量が減少するため消火効率が低下する。
- ② 複数箇所から消火剤を放出する場合には、全箇所が連動して同時に放出する場合と比較して、各放出箇所から独立に（連動せず非同時に）放出される場合は消火効率が低下する。
- ③ 消火剤放射ノズル（放出箇所）の設置位置については、放射ノズルの放射パターンを考慮するとともに、機関室内の構造物（機関等）の影となる部分が極力生じないように考慮すべきである。

4-1-2 実験結果から考えられる推奨システム

(1) 消火のプロセス

前述のとおり、機関運転状態では消火効率が低下することから、有効に消火を行うためには消火活動（消火剤放出）の前に機関停止・通風停止を行うことが重要である。機関停止・通風停止を行うためには、まず、火災を探知する必要がある。従って、無人の機関室において有効に消火を行うプロセスは次のとおりとなる。



(2) 各プロセスに求められる要件等

それぞれのプロセスについては以下のとおりである。

(a) 火災探知

火災探知装置については、「2-2-3 火災探知器の種類・設置場所に関する調査」に記したとおり、現時点での知見を踏まえれば、基本的には熱探知器が望ましいと考えられる。その作動温度については、機関室は機関が発する熱により高温となるため低すぎると非火災報（誤作動）の原因となるが、通常の状態において+100℃以上になることも考えられないことから、+100℃くらいが適当と考えられる。

なお、自動拡散型消火器の型式承認試験基準においては、「公称作動温度は、感知部と消火器本体が分離型の消火器については+90℃～+150℃の範囲内とし、その他のものについては+90℃～+110℃の範囲内とする。」と規定されている。

設置すべき探知器の数については、実験による検証は行っていない。消防法施行規則（第23条）は定温式スポット型熱探知器2種（取付高4m未満、防火対象物が非耐火構造の場合）については床面積15㎡につき1個以上の設置を求めていることから、実験で想定した容積24㎡（床面積16㎡）の機関室であれば少なくとも2箇所は必要と考えられるが、機関室の形状や機関の配置等の要因により機関室内の温度分布にバラツキが生じ易いであろうことを考慮すると、それ以上の数の探知器の設置を検討する必要がある。

警報装置の設置場所は、火災の発生を確実に操船者に知らせる観点から、操船場所（フライングブリッジなど操船場所が複数ある場合にはそれらのすべて）に設置すべきである。

なお、煙探知器については、熱探知器よりは作動が早いという特長はあるものの、非火災報（誤報）を発生し易いという短所がある他、機関の給気口付近に設置しないと有効に作動しないことが、平成4～5年度に行った調査研究から判っている。

また、炎探知器については、作動が早いという特長があるが、高価なことから小型船舶に用いることは現実的ではないと考えられる。

(b) 操船者による火災認知

操船者は、火災探知器の作動により火災発生を知ることとなるが、火災探知器の非火災報（誤作動）の可能性も否定できない。非火災報時に消火剤放出を行なってしまうと不要に機関にダメージを与えてしまうなど、逆に航行時の状況を悪化させてしまうおそれもある。このため、直接、機関室内をのぞき見るなど、火災探知器以外の方法によっても火災発生を確認することも重要であると考えられる。

(c) 機関停止・通風停止

火災探知器の作動等により機関室火災が確認されたら、まずは速やかに機関を停止

し、その後に消火装置を作動（消火剤を放出）すべきである。機関を運転し続けると機関の給気により火災の拡大が助長され、機関運転状態のまま消火剤を放出しても機関に吸い込まれ消火の有効性が低下するからである。

しかしながら、操船者の意思とは無関係に即時に機関を自動停止することについては、少なくとも機関停止前に出火元（機関室）を風下に向ける必要があること（消火作業を容易にするとともに火災がなるべく拡大しないようにするための鉄則）、また、周囲の船舶の輻輳状況や海象状況によっては新たな危険を生じさせるおそれもあることから、推奨できない。操船者が火災を認識してから機関を停止させるまでの時間は可能な限り短い方がよいが、小型船舶の場合、前述のような行動は比較的短時間で行うことができることなどを考慮すると、自動停止とはせず操船者の判断により手動で停止すべきである。

なお、給気装置（強制換気装置、ブローア）がある場合には、機関停止と同時にそれも停止する必要がある。

また、機関停止前に消火剤を放出してしまうことを避けるため、消火剤放出装置の操作場所には「消火剤放出前に機関及び通風装置を停止せよ」という警告を掲示すべきである。

（d）消火活動（消火剤放出）

機関室内に消火剤を放出する装置は、実験で有効性が確認された諸条件を再現するのであれば、次に掲げる要件を満たす必要がある。

- ① 消火剤の量は、機関室容積以上の防護容積に対応した量以上であること。
- ② 型式承認試験により承認された消火剤放出ノズル1つ当たりの防護容積で除した数（端数切り上げ）以上の消火剤放出ノズルが設置され、これらから同時かつ均等に消火剤が放出されること。

なお、消火剤放出ノズルは、自動拡散型消火器と同等の放射パターンを有するもので、機関等の構造物の影となる部分が極力生じないように設置されることが望ましい。

火災実験の結果その他の知見から推奨される消火システムは以上のとおりであり、そのイメージは、例えば図 4-1-1 に示すようなものとなる。

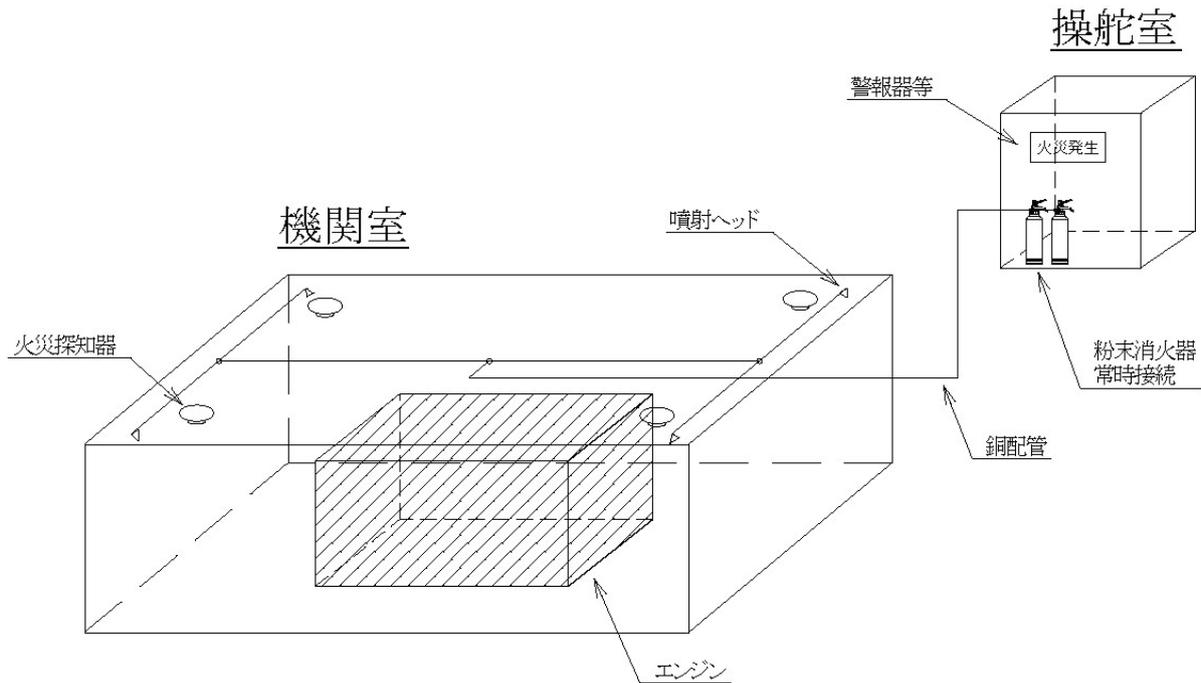


図 4-1-1 推奨される消火システムのイメージ

(3) 推奨システム導入の課題

上に示したシステムの実船への導入については次の課題がある。

- ① 消火剤放出装置や火災探知器については、現時点では小型船舶用のものは量産化されていない（特注品となってしまふ）。
- ② 量産化された場合であっても、小型船舶所有者に過度な負担とならない価格で供給されるかどうか不明である。

従って、小型船舶にこのようなシステムを装備することは、現時点では現実的とは言えず、他の対応方法も検討、模索する必要がある。

4-1-3 自動拡散型消火器を前提とした現行の消火システム

自動拡散型消火器は、現状の設置条件においては、作動前に機関を停止することを前提としておらず、4-1-2 (1) の消火プロセスを満たすものではない。

また、複数の自動拡散型消火器を設置する場合には、非同時作動による消火効率の低下も避けられず、その有効性には限界があることから、自動拡散型消火器を前提とした消火のシナリオは最良とは言えない。

しかしながら、火災実験 T-5 の結果（火皿 2/4 個消火）から、機関運転状態であっても火災発生箇所には的確に消火剤が噴射される場合には消火できる可能性もあると判断できること、T-4 の結果（火皿 7/8 個消火）から、機関停止状態であれば消火できる可能性は十分にあると考えられること、また、火災実験は型式承認試験基準に比

べて厳しい換気条件を設定したことを考慮すると、火災実験の結果をもって、自動拡散型消火器の消火能力では不十分だと結論づけられるものでもない。

自動拡散型消火器のみでは鎮火に至らない場合であっても、仮に自動拡散型消火器の作動と同時に火災を認知することができれば、速やかに持ち運び式消火器等による二次的消火活動に着手することが可能となり、火災の拡大防止又は鎮火の可能性が残ることになる。

4-2 今後の対応策

4-1-2に示した推奨システムが導入されることが望ましいが、このようなシステムを構成する機器が量産化されていないという問題があり、実現は容易ではない。

他方、4-1-3に記したとおり、自動拡散型消火器を前提とした現行の消火のシステムは最良とは言えないが、適切に追加的措置を講じることにより有効性を高めることは可能であり、また、現実的な方策と考えられる。

以上のことを総合的に勘案すれば、次のような対応策が妥当と考えられる。

なお、これらは、1台の自動拡散型消火器により対応可能な容積8 m³以下の機関室においても参考にすべきではあるが、基本的には、本調査研究の対象である容積8 m³超の機関室について述べたものである。

(1) ハード面

次のような対応を推奨する。②～⑤は機関室容積に対応した台数の自動拡散型消火器が設置されていることが前提である。

- ① 可能であれば、4-1-2に示した推奨システムの導入が望ましい。
- ② 火災探知器を併設する。(操船者が早期かつ的確に火災発生を認知し適切な対処が行い得るようにする。火災探知器の作動が十分に早い場合には、自動拡散型消火器が作動する前に機関停止を行い、消火剤が機関に吸い込まれてしまうことによる消火効率の低下が避けられる可能性もある。)
- ③ 自動拡散型消火器の作動を乗組員に知らせる装置を併設する。(自動拡散型消火器のみでは鎮火に至らない場合であっても、操船者が火災発生を認知し速やかに持ち運び式消火器等による二次的消火活動に着手することを可能にする。)
- ④ 装備する持ち運び式消火器の台数を増やす。(自動拡散型消火器のみでは鎮火に至らない場合の二次的消火活動用。)
- ⑤ 「消火前に機関・通風停止！」といった警告を操船場所等に貼付する。(消火剤放出前に、消火の有効性を阻害する要因である機関運転・通風の停止を確

実に実行するため。)

- ⑥ 検査や自主整備における自動拡散型消火器の設置状況の点検を強化する。
(設置位置やノズルの向き等が適切であることを確認する。)

(2) ソフト面

次に掲げる事項を記載した運用マニュアルを作成し、小型船舶ユーザーに配布、周知する。

- ① 自動拡散型粉末消火器を機関室に設置した場合、複数設置した場合の有効性には限界があること
- ② 消火剤放出前に機関停止・通風停止を行なうことの重要性
- ③ (1) に掲げたハード対策
- ④ 火災防止のための日常点検や整備点検のポイント
- ⑤ 火災発生時の対処法

5. まとめ（要約）

小型船舶の無人の機関室に対しては小型船舶安全規則第 71 条の規定により自動拡散型消火器の設置が義務付けられているが、平成 19 年 9 月末から 2 週間の間に、機関室が出火元と見られる火災が 4 件立て続けに発生し、4 隻とも全損するという事案が発生した。

調査の結果、火災の原因については、エンジンの冷却海水ポンプのインペラ破損による排気管の過熱（2 隻）、機関による機関室天井の過熱（1 隻）などと推定された。

しかし、自動拡散型消火器が備え付けられていながら消火に至らなかった理由については、1 隻は自動拡散型消火器が機関室に設置されていなかった（操舵席の下に置かれていた）ことが判明したものの、他の 3 隻については判明できなかった。

このため、委員会において消火が成功しなかった原因について検討した結果、次の可能性が挙げられた。

- ① 自動拡散型消火器の不適切な設置（消火器ヘッドの位置が低すぎる、消火剤噴射ノズルが機関室内に向けられていないなど）
- ② 機関室開口部からの給気（酸素供給）が遮断されなかった
- ③ 運転中の機関による影響（自動拡散型消火器が作動しても消火剤が機関に吸い込まれてしまうことにより、消火に寄与する消火剤の量が減ってしまう）
- ④ 機関等の遮蔽物の影響（機関等により影になる部分に消火剤が噴き付けられない）
- ⑤ 複数の自動拡散型消火器を設置した場合、これらが同時に作動しないことによる有効性の低下

これらのうち①は正しく取り付けすることで解決することであり、②は給気口を閉鎖することは困難である（シャッターのような開閉装置が検討されたが信頼性に難が残る）と判断され前提条件から外した。残る③、④、⑤について実際の機関室を模した実験装置により検証を行ったところ、これらの仮説のいずれもが正しいことが検証された。とりわけ③の運転中の機関に消火剤が吸い込まれてしまうことによる有効性の低下は極めて大きいことが確認された。

この結果を受けて、委員会において検討した結果、小型船舶の無人の機関室に推奨される消火システムは、

「火災探知 ⇒ 火災認知 ⇒ 機関・通風停止 ⇒ 消火活動」

というプロセスによるものであり、消火活動（消火剤放出）は次の要件を満たすもの

である。

- ① 消火剤の量は、機関室容積以上の防護容積に対応した量以上であること。
- ② 型式承認試験により承認された消火剤放出ノズル1つ当たりの防護容積で除した数（端数切り上げ）以上の消火剤放出ノズルが設置され、これらから同時かつ均等に消火剤が放出されること。（なお、消火剤放出ノズルは、自動拡散型消火器と同等の放射パターンを有するもので、機関等の構造物の影となる部分が極力生じないように設置されることが望ましい。）

しかしながら、上述の消火剤放出装置や火災探知器は、現時点では小型船舶用のものは量産化されておらず（特注品となってしまう）、将来量産化されるとしても小型船舶所有者に過度な負担とならない価格で供給されるかどうかは不明であり、現時点ではこのようなシステムの導入は現実的ではない。

他方、自動拡散型消火器を前提とした現行の消火システムは最良とは言えないが、適切に追加的措置を講じることにより有効性を高めることは可能であり、また、現実的な方策である。

以上のことを総合的に勘案すれば、次のような対応策が妥当と考えられる。

（ハード面）

委員会推奨のシステムの導入が望ましいが、その他の方策として、現行の自動拡散型消火器に加えて火災探知器や自動拡散型消火器の作動を知らせる装置を併設する、装備する持運び式消火器の台数を増やす等の方法により消火設備を強化することを推奨する。

また、自動拡散型消火器の適切かつ効果的な設置について、検査及び自主整備における点検を強化する。

（ソフト面）

自動拡散型消火器を機関室に設置した場合の有効性の限界、消火剤放出前の機関・通風停止の重要性、上述のハード対策の推奨、火災防止のための日常点検や整備点検のポイント、火災発生時の対処法を記載した運用マニュアルを作成し、それを小型船舶所有者等に配布、周知する。

6. 結 言

本報告書は、小型船舶の機関室火災発生時における、より合理的な消火システムの検討を目的として行われた調査研究の成果を取りまとめたものである。

調査研究では、まず、関係規則から機関室火災に対する現行の消火システムの考え方を整理した。また、海難審判庁裁決録等から抽出した火災事故を解析し、無人の機関室における火災対策を評価すると共に機関室火災防止のための整備・点検指針を検討した。更に、消火の防護容積が最大 8 m³である現行の自動拡散型消火器の設置状態の実情について調査すると共に、有効に消火するための条件、消火システムが備えるべき性能要件を検討し、今後の消火システムの考え方を整理した。

次に、これらの検討過程で、本調査研究のきっかけとなった火災事故において自動拡散型消火器が備え付けられていたにもかかわらず消火が成功しなかった原因として可能性が指摘された、運転中の機関による消火剤の吸い込みの影響、機関等の遮蔽物により消火剤の噴霧が妨げられることの影響及び複数の自動拡散型消火器を設置した場合にこれらが同時に作動しないことによる消火の有効性の低下について、機関室を模した実験装置を用いた火災実験により検証した。この結果、指摘された事項全てが消火の有効性に影響し、特に運転中の機関による消火剤の吸い込みによる影響が大きいことが確認できた。

以上を踏まえて、本報告書では、有効な消火システムとして、火災探知、操船者による認知、機関及び通風の停止、消火剤による消火というプロセスでの消火活動が可能なシステムの導入を推奨することとし、システムを構成する機器の機能要件とシステムの運用法を提案した。

しかしながら、提案したシステムを構成する小型船舶用の機器が量産化されおらず、特に費用の面から、小型船舶に当該消火システムの導入を要求することは現時点では現実的な方法でないとの結論に至った。また、実験結果は、現行の自動拡散型消火器の消火能力では不十分だと結論づけられるものではなく、適切に追加的措置を講じることにより、消火の有効性を高めることも可能と考えられた。

そこで、本報告書では、提案した新しい消火システムの導入を推奨するが、現行の自動拡散型消火器に加えて火災探知器または同消火器の作動を知らせる装置を設置すること、持ち運び式消火器の増設、検査等において放射ノズルの向き等自動拡散型消火器が適切に設置されていることを確認すること等の方策をあわせて提案した。また、自動拡散型消火器を機関室に設置した場合の限界、

消火剤放出前に機関及び通風を停止することの重要性、火災発生時の具体的対処法及び火災防止のための点検・整備の要点等を記載した運用マニュアルの作成と配布を提案した。

本報告書にとりまとめた、消火設備の強化等のハード面からの提言及び火災発生時の対処法等ソフト面からの提言が有効に活用され、小型船舶の大事に至る機関室火災事故の防止に寄与することを希望する。

終わりに、本調査研究の実施にあたり設置された委員会に参加いただき、火災実験を含む調査研究と報告書の取りまとめにご尽力いただきました委員及び関係者の皆様、火災実験の場を提供いただきました株式会社初田製作所及び実験にご協力いただきました同社本社工場の皆様に御礼申し上げます。

付 録

付録 1

H6「小型船舶の機関室火災の防止に関する調査研究報告書」の概要

1. 調査研究の目的

小型船舶の機関室火災は、小型船舶の多くが燃料としてガソリンや軽油を用いていること、また、船体の材質も多くがFRP等可燃性材料であること、機関室のほとんどが無人的であること等により重大海難につながりやすい。

このため、機関室の火災防止対策と効果的な消火方法の確立が重要であることから、排気管、防熱材、消火設備等機関室の火災に起因する海難を防止するための設備について検討し、安全基準の見直し、その他の安全対策を検討することとした。

2. 期間

平成4年4月から平成6年3月まで

3. 委員

長田 修(委員長)、太田 進、吉田紘二郎(船舶技術研究所)
初田製作所、ヤマトプロテック(消火器メーカー)
ヤマハ発動機、ヤンマーディーゼル、日産自動車(船体メーカー)
吉田公一(品質管理協会)

4. 実施方法及び概要

検討項目と概要は次のとおり。(4)については「小型船舶の無人の機関室における消火システムの調査研究」とは関連がないため内容は省略する。

(1) 小型船舶の機関室の火災事例に関する調査

排気管の加熱に起因すると考えられる小型船舶の火災事故例を昭和62年より平成3年までの5カ年の海難審判採決録より抽出し、事故に至る過程、事故時の対処方法と問題点を調査し、機関室火災の出火防止と消火対策の観点から安全対策を検討した。

(a) 調査対象

海難審判裁決録より、13の事例について検討した。1～12番の事故例は、昭和62年より平成3年までの5ヶ年間に結審した小型船舶機関室火災のうち、排気管が関与するものである。13番の事故例は小型船舶の例ではないが、参考のため本調査に含めた。

- | | | |
|--------------|-------------|---------------|
| 1. 漁船 海昇丸 | 2. 漁船 若鷹丸 | 3. 漁船 第31港栄丸 |
| 4. 漁船 第五号拓丸 | 5. 漁船 第八英龍丸 | 6. 貨物船 新生丸 |
| 7. 旅客船 ひかり一号 | 8. 漁船 双葉丸 | 9. 漁船 第21つぐみ丸 |

10. 瀬渡船 マリーロード2号
12. 瀬渡船 ニューあじか

11. 漁船 第八恵洋丸
13. 漁船 第三十二物寶丸(参考)

(b) 火災安全対策の総合的検討

① 鎮火例

鎮火に成功した例は1番、6番、7番(ただし沈没)、11番、12番、13番の6件であるが、これらのうち油火災は鎮火したが沈没してしまった7番と(大型)鋼船の13番だけである。逆に、出火原因が油以外のものは全て鎮火している。

鎮火に成功した例(7番を除く)の中で、水によるものは1番(天井板)、消火器によるものは6番(板囲い等)と12番(ゴム継手・PVC管)、消火器と注水によるものは11番(電線・FRP船体)、密閉によるものは鋼船の事例である13番(燃料油)だけである。

(結論-1) 小型船舶の機関室油火災は消火が困難である。

② ラギングの問題点

13の事故例のうち、仮に排気管のラギングが完全であれば火災の発生を防止できたと考えられるものは、12番(排気管冷却水停止)を除く全てである。こうした排気管関係の事故例を集めた中でも、油火災が2番、3番、4番、5番、7番、8番、9番、10番、13番の9件あり、排気管のラギングについて言えば、防熱のみならず油密性の確保が必要なものが大半である。

(結論-2) 排気管のラギングを検討する際には、油密性も併せて検討する必要がある。

③ 油火災

9件の油火災の中で、燃料油の供給系統に問題があると考えられるものは2番、3番、4番、5番、7番、9番、13番の7件である。よって、燃料油サービス系統の見直しは重要な課題であると考えられる。

(結論-3) 火災予防のためには、燃料油供給システムの改善も有効である。

- (イ) 燃料油を高圧で主機に送油しないこと。(サービスタンクの設置)
- (ロ) サービスタンクには、戻り管を設けること。
- (ハ) 戻り管は、十分に余積のあるタンク(場合により切り替え?)に接続すること。
- (ニ) 空気抜き管は機関室の外まで導くこと。
- (ホ) サービスタンクには、戻り管、空気抜き間以外の開口を設けないこと。
- (ヘ) 燃料油移送ポンプは、必要以上に圧力の高いものを用いないこと。
- (ト) 戻り管の流量(管径)には余裕を持たせること。

- (フ) 燃料油移送ポンプには自動停止装置を備えること。
- (リ) 燃料油移送ポンプを手動で発停する場合は、サービスタンクを離れる際にポンプを使用できない設計にすること。
- (ヌ) 電動ポンプが故障しても、入力で燃料油が移送できること。具体的には手回しポンプを備えることで良いと考える。

④ 振動対策

機関室内の配管(燃料油配管、排気管等)の振動対策が有効と思われるものは、4番、6番、7番、8番の4例である。また、裁決録から直接は読み取れないが、振動がラギングに及ぼす影響も少なからずあると考えられる。

(結論-4) 小型船舶機関室の油配管の振動対策の研究も必要である。

(2) 排気管に起因する火災に関する調査研究

① 乾式排気管系に関する調査

小型船舶に多く使用されている高速ディーゼル機関の乾式排気管系の温度上昇をエンジンの負荷状態、ラギングの厚さ等を変えて実験により求め、理論計算結果と比較検討し、ガラス繊維を使用するラギングの断熱効果を検討した。

(結論-5) 140PS/3300rpm のディーゼルエンジンを負荷 100%で連続運転した時、厚さ 8 mmのラギングの表面温度は、機関室内の気流速度が約 1m/s の場合、機関室内気温より約 100°C上昇することが分かった。

② 湿式排気管系に関する実験

遊魚船に搭載されている 160PS/3300rpm のディーゼルエンジンを使用して湿式排気管の二次海水冷却水が途絶えた場合の排気管系への影響を、エンジン負荷を変えて調査した。

(結論-6) 100%負荷において、断水後約 2 分程度で排気ゴムホースに異常が生じた。防火安全上エンジンの過熱警報とは別に冷却水温度等の監視をすればより有効である。

(3) 消火方法に関する調査研究

① 消火方法に関する実験

(1)の火災事故例調査の結果、小型船舶の機関室油火災は、火災条件により消火困難な場合があることが分かった。その原因を調査検討するため、実船規模の機関室模型(床面積 2m×1.6m、高さは 1.4m と 0.9m の高・低の 2 種類)を使用し、その床面に 2 台エンジンと 6 個のオイルパンを配置し、機関室の

高さ、機関室ハッチの開閉、吸気の有無、火災燃料の種類(ガソリン、軽油、軽油含浸防熱材)、消火装置の種類(CO₂ 消火器、粉末消火器、自動拡散液体ノズル式 1 台、自動拡散粉末式 1 台、自動拡散液体ガラス容器 2 台) 消火剤使用量、消火開始時間等の条件を変えて、約 50 回に及ぶ油火災実験を実施した。

実験の概要及び結果は、次のとおり。

- (イ) CO₂ 消火器 (5 ケース、消火剤量 0.5kg~1.5kg) の場合、機関室高さが低、ハッチ開放、給気有り、ガソリンパンによる火災条件の場合のみ消火しなかったが、他のケースは全て消火に成功した。

(結論-7) CO₂ 消火器と散布ノズルの組み合わせは、消火に有効であるが機関室内と外部との空気の流通が大きい場合、機関室内に CO₂ が充分に行き渡らない箇所が生じて消火困難になる場合が考えられる。

- (ロ) 粉末消火器 (12 ケース、消火剤量 2.3kg~2.9kg) の場合、オイルパン火災では、ガソリン及び軽油を問わず全ケース消火したが、機関室高さが低で、散布ノズルを機関室天井中央に 1 個設置し、軽油含浸防熱材による火災条件の場合、ノズルによる火災表面へのカバーが不完全で消火しなかった。

(結論-8) ノズルの適切な配置が重要であることが分かった。

- (ハ) 自動拡散型消火装置

自動拡散粉末式 (3 ケース、消火剤量約 3.0kg) の場合、いずれも消火に成功した。ガソリンパン火災の場合の消火装置作動時間は 10 秒から 17 秒、軽油含浸防熱材による火災の場合 117 秒であった。

自動拡散液体ノズル式 1 台 (4 ケース、消火剤量 3.6kg~4.7kg) の場合、機関室高さが低でハッチ開放、給気無し、ガソリンパン火災では消火したが、給気有りの他のケースの場合消火しなかった。

(結論-9) 液体消火剤が火災面に直接散布されるようノズル配置等への配慮が重要であることが分かった。

自動拡散液体ガラス 2 台 (3 ケース、消火剤量 1.6kg) の場合、いずれも消火しなかった。

(結論-10) 本装置感熱部の熱容量が大きいことため作動開始が遅く、また消火剤の防護範囲面積が充分でなかったためと考えられる。

- (ニ) 密閉消火 (3 ケース) の場合、即ち、ハッチを閉めて給気を停止した場合、機関室高さが低のときは消火したが、高のケースでは消火しなかった。

(結論-11) 機関室容積や換気口面積が大きい場合、密閉消火は困難になると考えられる。

(ホ) まとめ

各種の火災条件で、消火装置の種類を種々変えて消火実験を実施したが、全てのケースで消火に成功した消火装置はなかった。

(イ)～(ニ)の結論により、消火システムを設計する場合、機関室の寸法、換気・給気等の火災条件、消火剤・ノズルの特性を考慮する必要がある。

② 火災探知機に関する実験

無人の機関室に火災が発生した場合の探知・消火方法として、(イ)現在使われている自動拡散型消火装置のように、機関室内の消火装置感熱部等が火災を検知して自動的に消火を開始する方式と、(ロ)機関室内に別途検知器を配置し、警報などにより乗船者に火災を報知し、手動にて消火器等を作動させる方式がある。

本実験は後者のうち煙探知器を対象として、小型船舶の機関室火災に対する検知能力の有効性を確認するため、イオン化式探知器を機関給気口近辺の機関室後部中央付近の天井と自然換気用排気口近辺の機関室右舷に取り付け、機関室開口閉鎖した船舶(プレジャーボート)の停止・走行状態(機関回転数1650rpmで7ノット、3300rpmで28ノット)で、機関室内の漏煙試験用発炎片(発煙量は自動車用発炎筒の1/3程度)による煙探知器応答試験を10回実施した。

実験の結果、機関給気口近辺の機関室後部に設置した探知器の応答時間は10～20秒、機関室右舷の探知器は約30秒で不作動のケースも数回あった。

(結論-12) 煙探知器の設置場所としては機関室内の空気が集まる機関給気口付近が適当である。さらに価格面においてもあまり問題にないことも分かった。ただし、実船に応用する場合、システムの信頼性の面から、消火方式と比較検討する必要があると思料する。

(4) 小型船舶のギャレーの防火措置についての調査研究

- ① ギャレーの実態についての調査
- ② ギャレーの防熱措置の効果に関する実験

付録 2

漁船火災事故防止のための点検・整備上の注意

【電気系統】

1. 配線被覆

(1) 機関室の配線

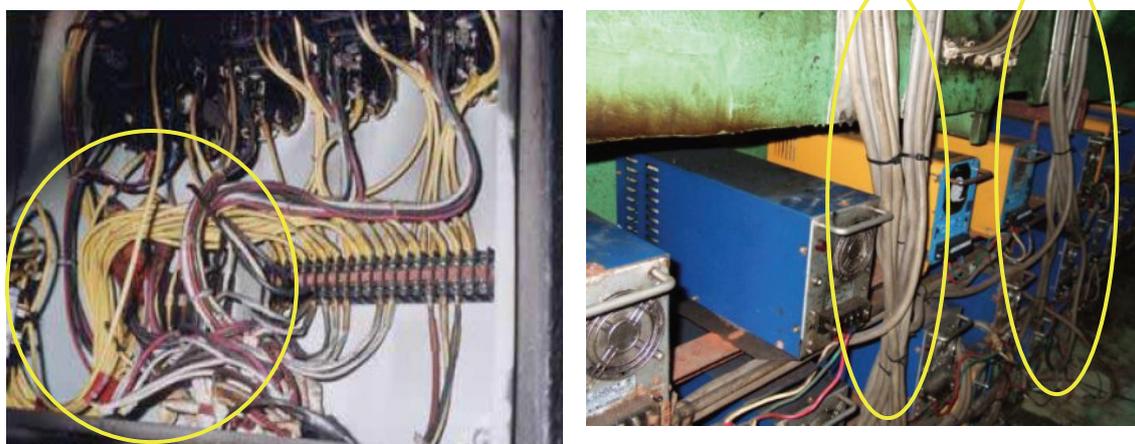
機関室内の配線は、換気が不十分になると配線が高温になり被覆が劣化し漏電・出火する可能性があるため、当該部分に注意して点検整備を行うこと。



機関室の配線

(2) 複数本を束ねている配線

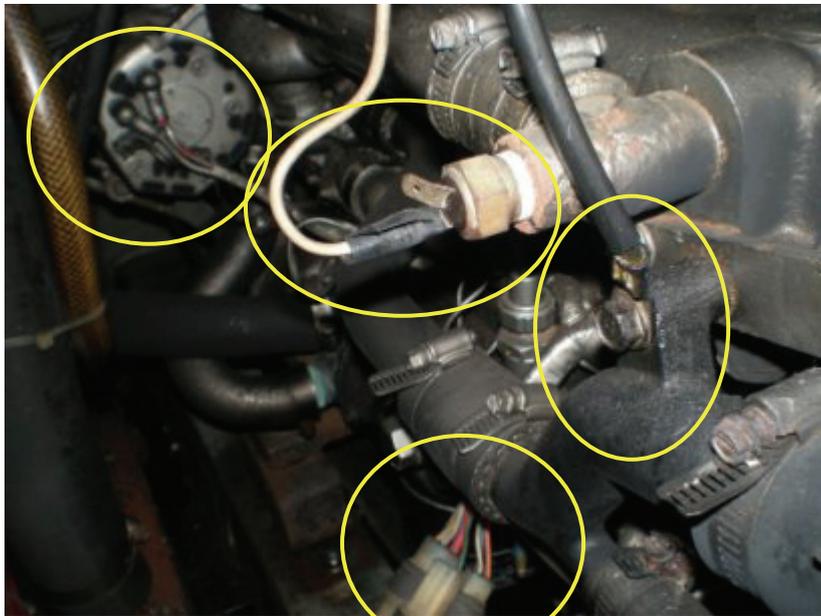
複数本を束ねている配線は、内部に熱を持ち被覆が劣化し漏電・出火する可能性があるため、当該部分の保護が十分か注意して点検整備を行うこと。



複数本を束ねている配線

(3) ディーゼル機関等に接している配線

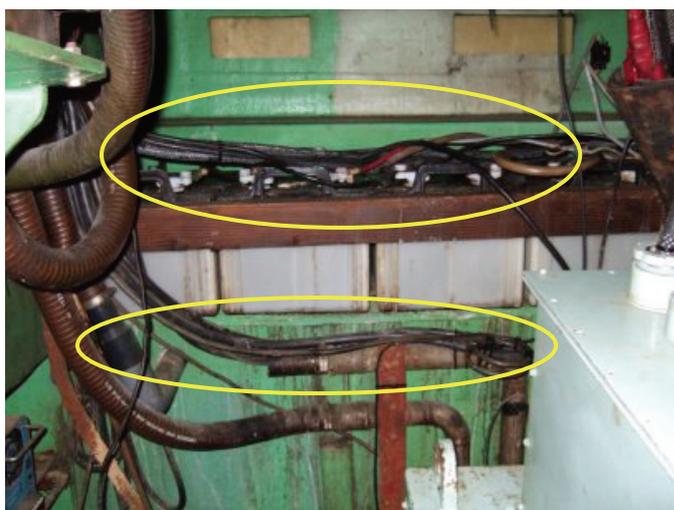
ディーゼル機関等に接している配線は、振動や熱等により被覆が損傷し漏電出火する可能性があるため、当該部分の保護が十分か注意して点検整備を行うこと。



ディーゼル機関に接している配線

(4) ひび割れ等被覆が破損している配線

配線の被覆にひび割れ等の劣化がある場合は、漏電・出火する可能性があるため、十分に点検整備を行い、必要に応じて交換をすること。



船首倉庫内電線

(5) 集魚灯などの安定器内部の電線

集魚灯などの安定器内部の電線は、負荷が大きすぎると過電流により発熱、溶融、発火する可能性がある。安定器の定格を超える集魚灯を接続しないよう注意し、整備点検時には内部の電線被覆の変色や溶融、断線等に注意すること。



集魚灯用安定器

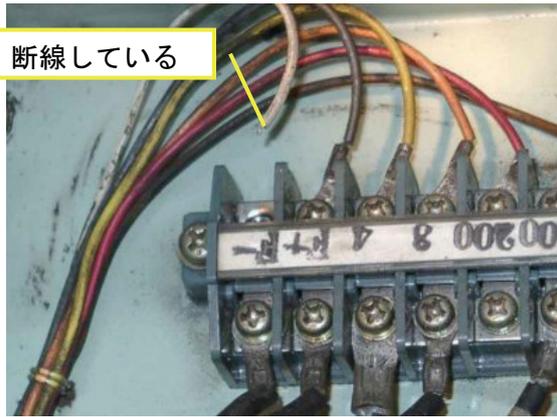
2. 端子

端子の緩み確認

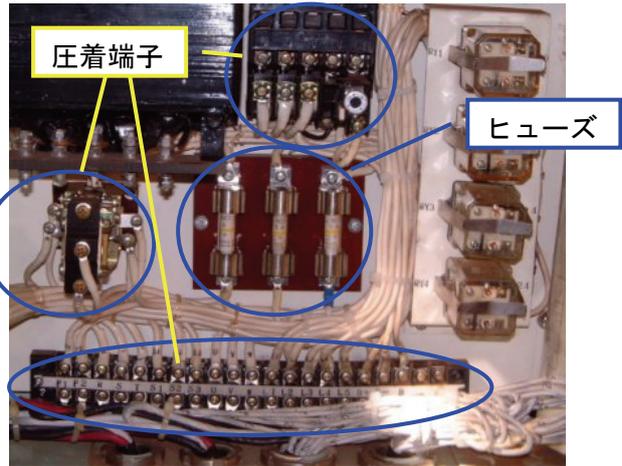
機関振動等により端子の緩みがあると、接触抵抗により発熱し出火の原因となるため、点検整備時に、緩みがあった場合は増締めを行うこと。



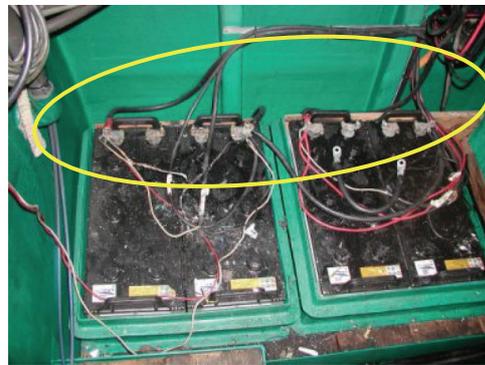
スイッチ、スイッチ盤



スイッチ盤などの中の圧着端子



配電盤などの中の圧着端子、ヒューズ



バッテリー端子と配線

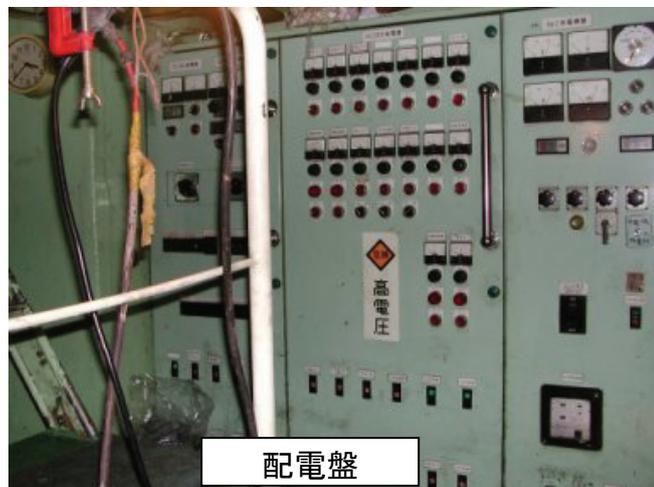
3. 電気機器

電気機器の腐食、ほこり等の確認

- (1) 電気機器（配電盤、ACB、ブレーカー、端子盤等）に海水飛沫が入ると端子等に腐食が発生し、機器の作動不良及び短絡電流による出火の原因となる場合が多いため、点検整備時に変色等に十分注意をすること。



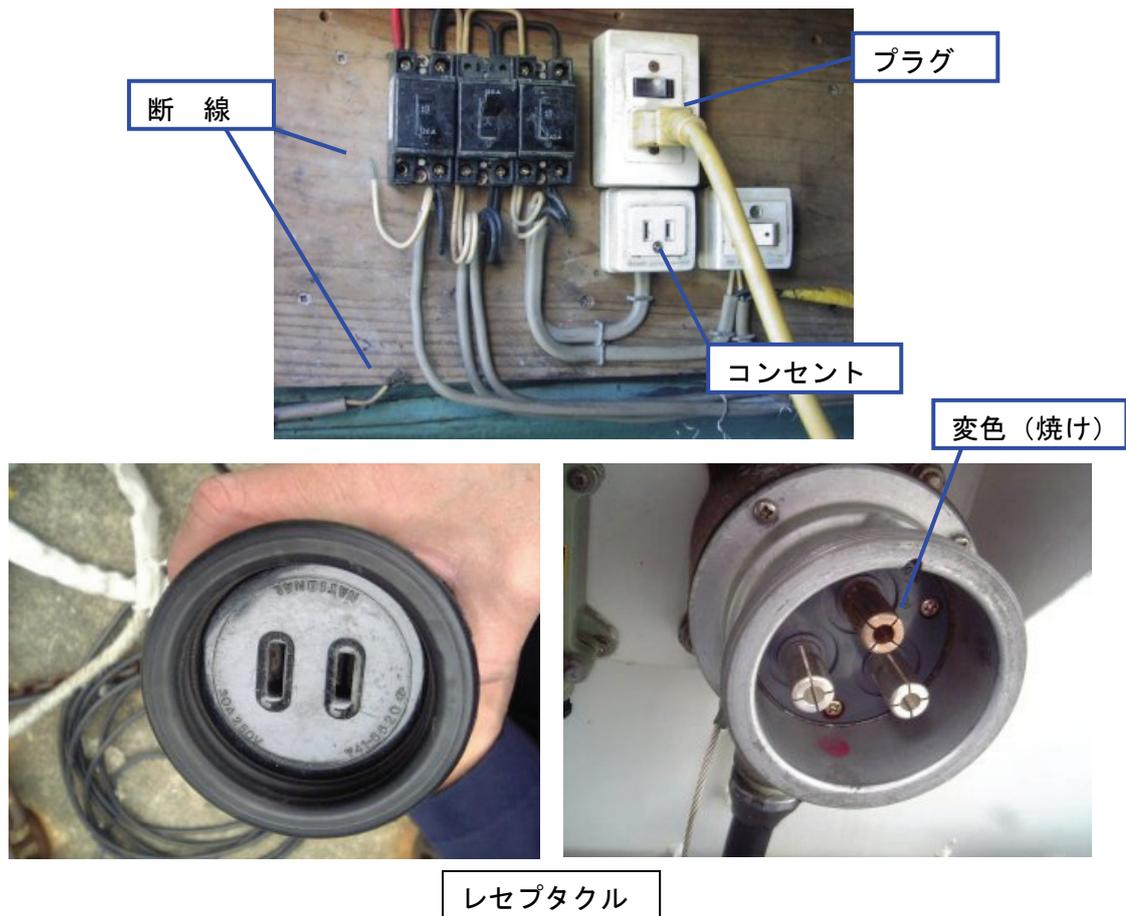
ブレーカーボックス



配電盤

(2) プラグ・コンセント・レセプタクル

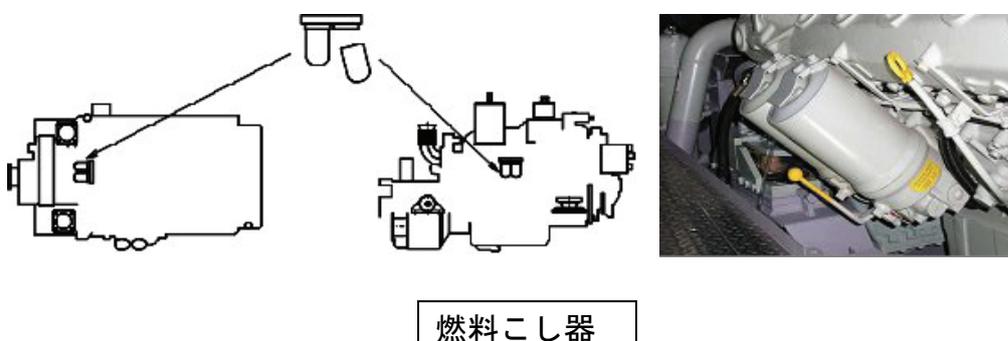
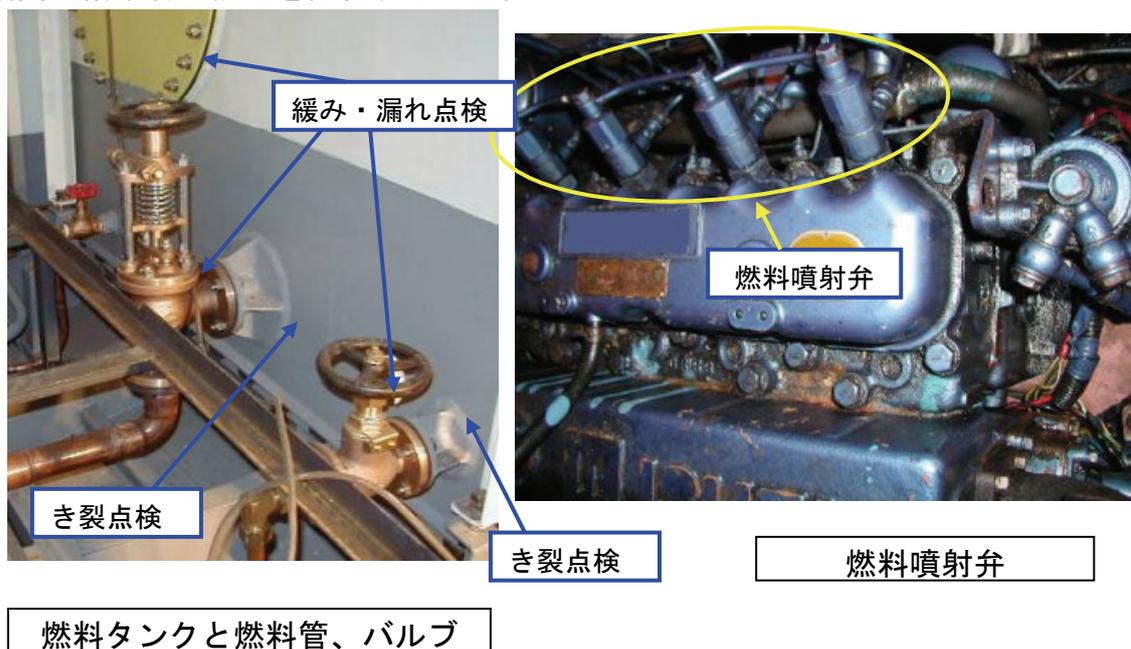
電気機器（電気湯沸器、カセットプレーヤ等）のプラグ及びコンセントに海水飛沫が入ったり、ほこりが詰まったりすると端子等に腐食が発生したり、接触不良となり、機器の作動不良及び短絡電流による出火の原因となる場合が多いため、点検整備時に塩分やほこりに注意し、きれいに除去すること。



【機関系統】

1. 燃料管系統

燃料管や燃料圧力計などの配管の継ぎ手、燃料こし器の空気抜き、燃料噴射弁等は機関や軸系の振動によって、緩みを生じたり、亀裂を生じたりし、燃料油が漏れいすることがあるため、点検整備時にこれらの部分を十分に点検すること。継ぎ手に緩みがあった場合は増し締めを行い、漏えいが止まらない場合は機関整備業者に修理を依頼すること。また、亀裂を発見した場合は、直ちに機関整備業者に修理を依頼すること。



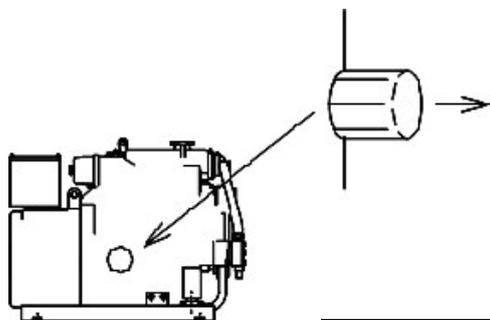
2. 排気管

排気管の継ぎ手は、機関や軸系の振動によって緩みを生じることがあり、また、一部の船舶では海水冷却式の塩ビ製排気管を使用している場合があり、冷却水が正常に供給されない場合、排気管が溶融し、排気漏れを生じる場合がある。整備点検時に、排気管の緩みを点検し、緩みがある場合は増し締めをすること。また、出港前に機関室に排気の漏れがないか、また、排気管から排出される冷却水の量を確認すること。



3. 潤滑油等

潤滑油や油圧機械の作動油の漏えいは、機関や軸系の振動による継ぎ手の緩み、管やこし器などの機器の損傷によって発生する。整備点検時にはこれらの部分を十分目視点検し、緩みがある場合は増し締めを行い、漏えいが止まらない場合は機関整備業者に修理を依頼すること。また、亀裂を発見した場合は、直ちに機関整備業者に修理を依頼すること。



L0 こし器



4. 機械故障過熱

発電機、エアクラッチ等の機械類について、異常がある場合、異音、異臭の発生、温度の上昇、煙の発生が認められるので、これらを認めた場合は直ちに当該機械を停止すること。



エアクラッチ



発電機

【保守作業等】

溶接機、ガス切断機、ディスクサンダーなどを使用して工事を行う場合は、かなり広い範囲が高温になったり、火花やスパッタが飛び散ることがあるので、工事前に可燃物を移動させたり、可燃性の内張材などを撤去するなどの準備を行うこと。また、ガス切断機用のアセチレンガスボンベからのガス漏えいを防止するため、圧力調整器の取り付け状態、容器弁の状態を十分に確認すること



アセチレンガスボンベ



溶接機

【暖房器具、調理器具等】

1. 暖房器具

電気ストーブ、石油ストーブ等の暖房器具を使用する場合、紙や布などの可燃物を周囲に置かないようにし、使用場所から離れる場合は確実に消火すること。また、石油ストーブに給油する場合、油を入れすぎて溢れさせないように注意すること。

2. 調理器具等

ガスコンロ、電気レンジ等を使用する場合、紙や布などの可燃物を周囲に置かないようにし、空焚き、油の過熱に注意すること。使用場所から離れる場合は確実に消火すること。



付録3

小型船舶の総トン数、用途、漁業種類別の機関室の容積及び開口面積一覧

No.	用途	総トン数	機関室 正味 容積(m ³)	機関室 総容積(m ³)	(*1)機関室 開口面積(m ²)	主機	備考
						機関 出力 (kw)	
1	業務艇	2.7	3.89	7.49	0.35	253	ｲﾝﾎﾞｰﾄﾞ
2	プレジャー	3.8	1.58	2.13	1.17	136	
3	業務艇	4.2	5.82	8.72	0.37	309	ｲﾝﾎﾞｰﾄﾞ
4	プレジャー	4.8	2.17	3.37	2.74	354	177kw×2
5	プレジャー	4.9	3.60	4.30	1.88	231	
6	第1種漁船	4.9	-	7.80	-	330	刺網、延縄
7	漁船	4.9	7.30	9.00	0.73	494	汎用
8	小型兼用船	5.3	-	10.00	-	301	延縄、底びき網
9	プレジャー	6.4	4.68	5.39	2.28	278	139kw×2 ｽﾀﾝﾄﾞﾗｲﾌﾞ
10	第1種漁船	7.9	-	11.20	-	427	
11	小型兼用船	7.9	15.70	18.0	-	422	底びき網、延縄、刺網
12	プレジャー	9.7	7.10	8.25	0.95	534	267kw×2
13	小型兼用船	9.7	15.30	17.00	-	382	刺網、延縄
14	第1種漁船	9.7	14.25	18.00	-	496	刺網、延縄
15	第1種漁船	9.7	-	44.90	-	501	底びき網、補機 40KVA
16	プレジャー	9.7	6.94	7.90	0.70	312	158kw×2 ｲﾝﾎﾞｰﾄﾞ
17	警備艇	10	17.00	20.00	2.67	842	421PS×2
18	第1種漁船	14	14.90	19.40	-	426	まき網付属
19	第1種漁船	14	29.70	32.20	-	670	刺網、延縄
20	第1種漁船	14	-	25.40	0.60	-	一本釣り、定置網
21	漁船	14	26.30	28.90	0.58	670	ホタテ養殖運搬
22	第2種漁船	16	19.40	27.90	-	502	鮪延縄
23	第1種漁船	17	23.00	38.00	1.11	610	まき網本船
24	プレジャー	18	11.28	15.02	1.32	930	465kw×2
25	小型兼用船	19	21.40	27.40	0.31	670	
26	第2種漁船	19	27.30	52.70	-	736	鮪延縄
27	第1種漁船	19	31.22	33.84	-	736	まき網
28	第2種漁船	19	32.23	40.00	-	736	さんま棒受、さけ・マス 流網
29	第1種漁船	19	-	36.40	-	736	一本釣り、定置網、補 機 30KVA、130KVA
30	第1種漁船	19	-	50.50	-	669	底びき網
31	実習船	19	32.00	45.00	0.40	670	
32	第1種漁船	19	28.00	46.40	1.17	736	まき網本船
33	漁船	19	33.30	37.20	1.05	809	定置網
34	漁船	19	32.89	38.59	0.54	663	イカー一本釣り

(注) 船体メーカー及び JCI 支部からの情報に基づき調査した。資料が存在しないため数値が不明の欄は「-」にて表示した。

(*1) 給排気用開口の面積と異なる場合がある。

付録4 火災実験結果の詳細説明

1. 事前検証実験結果からの報告

1.1. T-2 実験 n-ヘプタンによる自由燃焼実験（実施日：8月5日 条件確認実験） 図 付録4-1参照

自由燃焼実験 T-2（自然換気条件）、模擬機関室条件確認、及び燃焼皿の燃焼時間（10分間）の確認

天候、気温、湿度	晴れ：33℃ / 57%	室内風速（参考）	D1：0 m ³ / D2：0 m ³
----------	--------------	----------	---

- ・ 機関停止を想定し（自然換気条件にて）エンジン模型上部の換気口からの吸気を停止する。
- ・ 火皿設置位置は、実験計画の位置（吸気口の直下）で、燃料は当初計画のn-ヘプタンにて実施した。
- ・ 燃焼皿（500×500×100H）ヘプタン：10L、敷き水 12.5L
- ・ 着火後 25秒で上部温度 100℃に到達。60秒後には、500℃に達し、一番下部でも約 190℃であった。ダクトより火炎が出た。（着火後約 1分 20秒後）
- ・ 着火後約 1分 50秒後、これ以上の自由燃焼実験は危険であると判断し、強制消火。（実験中止）
- ・ 網入りガラスは、全て割れた。一部天井ボード亀裂開口が出来た。
- ・ 強制消火使用消火器：ABC 粉末消火器（6kg）×2台、機械泡消火器（6L）×2台使用
- ・ T-2条件は、実験火災燃料としてn-ヘプタンを使用したために、天井部、及びダクトの温度が急上昇し、本模擬機関室設備の送風機及び模擬機関室天井を破壊させる為、強制消火とした。
- ・ T-2条件の事前検証実験において、現状の模擬機関室開口にて酸欠消火はないことが確認された。

1.2. T-4 実験 灯油による自由燃焼実験（実施日：8月12日 条件確認実験） 図 付録4-2参照

自由燃焼実験 T-2（自然換気条件）、模擬機関室条件確認、及び自動拡散消火器の起動の確認

天候、気温、湿度	晴れ：34℃ / 52%	室内風速（参考）	D1：0 m ³ / D2：0 m ³
----------	--------------	----------	---

- ・ 機関停止を想定し（自然換気条件にて）エンジン模型上部の換気口からの吸気を停止する。
- ・ 火皿設置位置は、実験計画の位置（吸気口の直下）で、燃料は当初計画の灯油にて実施した。
- ・ 燃焼皿（500×500×100H）灯油：2L、敷き水 12.5L
- ・ 着火後の燃え方は、ヘプタンとは火勢が異なり、やや緩やかであった。
（図1、及び図2の温度上昇カーブからも、n-ヘプタンと灯油の火勢の違いは明確。）
- ・ 煙の発生は、ヘプタンより多めだった。
- ・ 着火後約 1分 7秒、15秒で自動拡散消火器（3台）の作動確認及び火皿3個の消火確認。（火皿（ア）については、消火できなかった。）
- ・ 室内温度は、最高でダクト部の 390℃でした。
- ・ 煙が多く、どの火皿が消えているか確認しづらい為、各火皿にも熱電対を設置が必要（改善策）。

事前検証実験による確認事項（1）

T-4条件の事前検証実験において、燃料を「n-ヘプタン」から「灯油」に変更したことにより、計画通りに実験をすすめられる可能性があることを確認した。

1.3. T-1 実験 自由燃焼実験（実施日：8月18日 条件確認実験） 図 付録4-3参照

自由燃焼実験 T-1（強制換気条件）、模擬機関室条件確認、及び酸欠消火の有無の確認

天候、気温、湿度	晴れ：30℃ / 65%	室内風速（参考）	D1：54.7 m ³ / D2：54.7 m ³
----------	--------------	----------	---

- ・ 強制換気条件を想定して、エンジン模型上部の換気口から約 100 m³/分で送風機を運転する。
- ・ 火皿設置位置は、実験計画の位置（吸気口の直下）で、燃料は灯油にて実施した。

- ・最初の火皿着火から約2分30秒後、天井部のダクト温度は500°Cを超え、送風機からは電機部品が焦げる匂いが出てきた為、強制消火実施。
- ・ダクト周りの天井が割れ、穴が開く。
- ・T-1条件は、天井部、及びダクトの温度が上昇したことにより、本模擬機関室設備の送風機及び模擬機関室天井を破壊させる為、強制消火とした。事前検証実験において現状の模擬機関室開口にて酸欠消火はないことが確認された。

事前検証実験による確認事項（2）

このT-1条件、及び上記のT-2条件の事前検証実験において、現状の模擬機関室開口にて酸欠消火はないことが確認された。よって本実験においては、T-1、T-2条件は、実施しないこととした。

1.4. 火皿確認 実験火皿（燃料「灯油」） 自由燃焼実験（実施日：8月18日 条件確認実験）

実験火皿の自由燃焼時間の確認（型式承認実験では、5分以上燃焼持続）

- ・実験火皿（燃料「灯油2L/水15L」）の自由燃焼実験により、型式承認実験基準の火源の条件である「5分以上燃焼は持続する燃料の量」であることが確認した。
- ・実験火皿の自由燃焼においては、最初の3分間勢いよく燃焼（炎の高さは約2.0~2.5m程度）を続けた。その後5分まではやや火勢が落ちた（炎の高さは約1.5~2.0m程度）が、そのまま5分まで燃焼を続けた。
- ・火皿の自由燃焼実験は、5分で強制消火した。

事前検証実験による確認事項（3）

灯油の実験火皿の自由燃焼時間は、5分以上燃焼持続できることを確認した。

1.5. T-3 実験 強制換気条件における自動拡散消火事前検証実験（実施日：8月18日 条件確認実験）

自動拡散消火実験 T-3（強制換気条件） 事前検証実験 図 付録4-4 参照

天候、気温、湿度	晴れ：34°C / 56%	室内風速（参考）	D1：54.7 m ³ / D2：54.7 m ³
----------	---------------	----------	---

- ・実験条件T-3の確認の為（実験スタッフのトレーニングを兼ねて）T-3実験を実施。
- ・火皿着火から約1分15秒程度で、自動拡散型消火器が起動した。天井部のダクト温度は340°C程度に達したが、送風機からは電機部品が焦げる匂いは確認されていない。（図2参照）
- ・自動拡散型消火器の起動後、火皿1つ「左奥の火皿（ウ）」に燃焼が残ったため強制消火した。
- ・各消火器の起動時間が分かりにくい点について課題が残った。（改善策：観察窓の追加を検討する）

1.6. T-6 実験 自由燃焼実験（実施日：8月26日 初田製作所 事前検証実験） 図 付録4-5 参照

同時拡散消火実験 T-4（自然換気条件） 事前検証実験

天候、気温、湿度	晴れ：29°C / 56%	室内風速（参考）	D1：0 m ³ / D2：0 m ³
----------	---------------	----------	---

- ・同時拡散消火における実験スタッフのトレーニングを兼ねて、T-6実験を実施。
- ・機関停止を想定し（自然換気条件にて）エンジン模型上部の換気口からの吸気を停止する。
- ・T-6実験における同時拡散消火のスタート時間は、上記T-3実験における自動拡散型消火器の最初の起動時間75秒に対し30秒を加えた105秒とする。
- ・火皿着火から105秒後、模擬機関室の設置してある3基の粉末消火器を手動で同時起動し消火剤を放出する。
- ・消火剤を放出後、約2~5秒後には全ての火皿が消火する。（消火火皿：4/4）

- ・ダクト部の最高温度は、約 230°Cであった。

2. 本実験の結果報告

2.1. T-3 実験 強制換気条件における自動拡散消火実験（実施日：8月27日） 図 付録4-6参照

自動拡散消火実験：T-3（強制換気条件）

天候、気温、湿度	晴れ：33°C / 57%	室内風速（参考）	D1：57.2 m ³ / D2：52.2 m ³
----------	---------------	----------	---

- ・強制換気条件を想定して、エンジン模型上部の換気口から、約 100 m³/分で送風機を運転する。
- ・排気ダクトの先は、樹脂製ダクトから鋼製ダクトに変更し、熱対策を施す。
- ・火皿設置位置は、実験計画の位置（吸気口の直下）で、燃料は灯油にて実施した。
- ・火皿着火から約 80 秒～82 秒後、模擬機関室の設置してある 3 基の自動拡散型粉末消火器が起動し、消火剤を放出する。
- ・手前（開口部付近）に配置された火皿（ア）（イ）は消火していない。左奥に配置された火皿（ウ）は一旦消火したが、再着火した。右奥に配置された火皿（エ）は消火した。（消火火皿：1/4）
- ・自動拡散型粉末消火器が起動時の消火器周囲の温度は、230～270°C程度であった。
- ・ダクト部の最高温度は、約 350°Cであった。

2.2. T-4 実験 自然換気条件における自動拡散消火実験（実施日：8月27日） 図 付録4-7参照

自動拡散消火実験：T-4（自然換気条件）

天候、気温、湿度	晴れ：33°C / 57%	室内風速（参考）	D1：0 m ³ / D2：0 m ³
----------	---------------	----------	---

- ・機関停止を想定し（自然換気条件にて）エンジン模型上部の換気口からの吸気を停止する。
- ・火皿着火から約 58 秒～66 秒後、模擬機関室の設置してある 3 基の自動拡散型粉末消火器が起動し、消火剤を放出する。
- ・消火剤を放出後、約 2～5 秒後には全ての火皿が消火する。（消火火皿：4/4）
- ・消火後の 2 分観察し、火皿の再着火が確認されなかった。
- ・自動拡散型粉末消火器が起動時の消火器周囲の温度は、約 240～270°C程度であった。
- ・ダクト部の最高温度は、約 190°Cであった。

2.3. T-5 実験 強制換気条件における同時拡散消火実験（実施日：8月27日） 図 付録4-8参照

同時拡散消火実験：T-5（強制換気条件）

天候、気温、湿度	晴れ：33°C / 57%	室内風速（参考）	D1：59.7 m ³ / D2：52.2 m ³
----------	---------------	----------	---

- ・強制換気条件を想定して、エンジン模型上部の換気口から、約 100 m³/分で送風機を運転する。
- ・T-5 実験における同時拡散消火のスタート時間は、T-3 実験における自動拡散型粉末消火器の最初の起動時間 80 秒に対し 30 秒を加えた 110 秒とする。
- ・火皿着火から 110 秒後、模擬機関室の設置してある 3 基の粉末消火器を手動で同時起動し消火剤を放出する。
- ・左手前及び左奥に配置された火皿（ア）と火皿（ウ）は消火していない。（消火火皿：2/4）
- ・消火器同時起動時の周囲温度は、約 270～320°C程度であった。
- ・ダクト部の最高温度は、約 390°Cであった。

2.4. T-6 実験 自然換気条件における同時拡散消火実験（実施日：8月27日） 図 付録4-9参照

同時拡散消火実験：T-6（自然換気条件）

天候、気温、湿度	晴れ：33°C / 57%	室内風速（参考）	D1：0 m ³ / D2：0 m ³
----------	---------------	----------	---

- ・ 機関停止を想定し（自然換気条件にて）エンジン模型上部の換気口からの吸気を停止する。
- ・ T-6 実験における同時拡散消火のスタート時間は、T-4 実験における自動拡散型粉末消火器の最初の起動時間 58 秒に対し 30 秒を加えた 88 秒とする。
- ・ 火皿着火から 88 秒後、模擬機関室の設置してある 3 基の粉末消火器を手動で同時起動し消火剤を放出する。
- ・ 消火剤を放出後、約 2～5 秒後には全ての火皿が消火する。（消火火皿：4/4）
- ・ 消火後の 2 分観察し、火皿の再着火が確認されなかった。
- ・ 自動拡散型粉末消火器が起動時の消火器周囲の温度は、約 290～310°C 程度であった。
- ・ ダクト部の最高温度は、約 270°C であった。

< 添付資料 >

- ・ （図 付録 4-1～図 付録 4-5）事前検証実験 温度測定グラフ
データロガー温度測定表、グラフ。（CH1～CH8 はツリー部の上から下部、CH9～CH11 は、自動拡散消火器付近、CH12、CH13 は、ダクト部を示す）
- ・ （図 付録 4-6～図 付録 4-9）消火実験 温度測定グラフ
データロガー温度測定表、グラフ。（CH1～CH6 はツリー部の上から下部、CH7～CH9 は、自動拡散消火器付近、CH14、CH15 は、ダクト部を示す）
- ・ （図 付録 4-10）火災実験模擬機関室と温度測定点の図
- ・ （図 付録 4-11）初田製作所 屋内消火模擬機関室（模擬機関室配置図）
- ・ （図 付録 4-12）初田製作所 機関室模型（模擬機関室）
- ・ （図 付録 4-13）初田製作所 初田製作所 エンジン模型（燃焼火皿）
- ・ 消火実験時の写真
初田製作所屋内消火実験場の外観、模擬機関室の外観、及び内部、事前検証実験、及び本実験の様子。
- ・ （参考資料-付録 4-1）初田製作所 自動拡散型粉末消火器（プロマリン DD-150型）
- ・ （参考資料-付録 4-2）自動拡散型消火器の型式承認試験基準
- ・ （参考資料-付録 4-3）消防法施行規則（粉末消火設備に関する基準）抜粋

以上

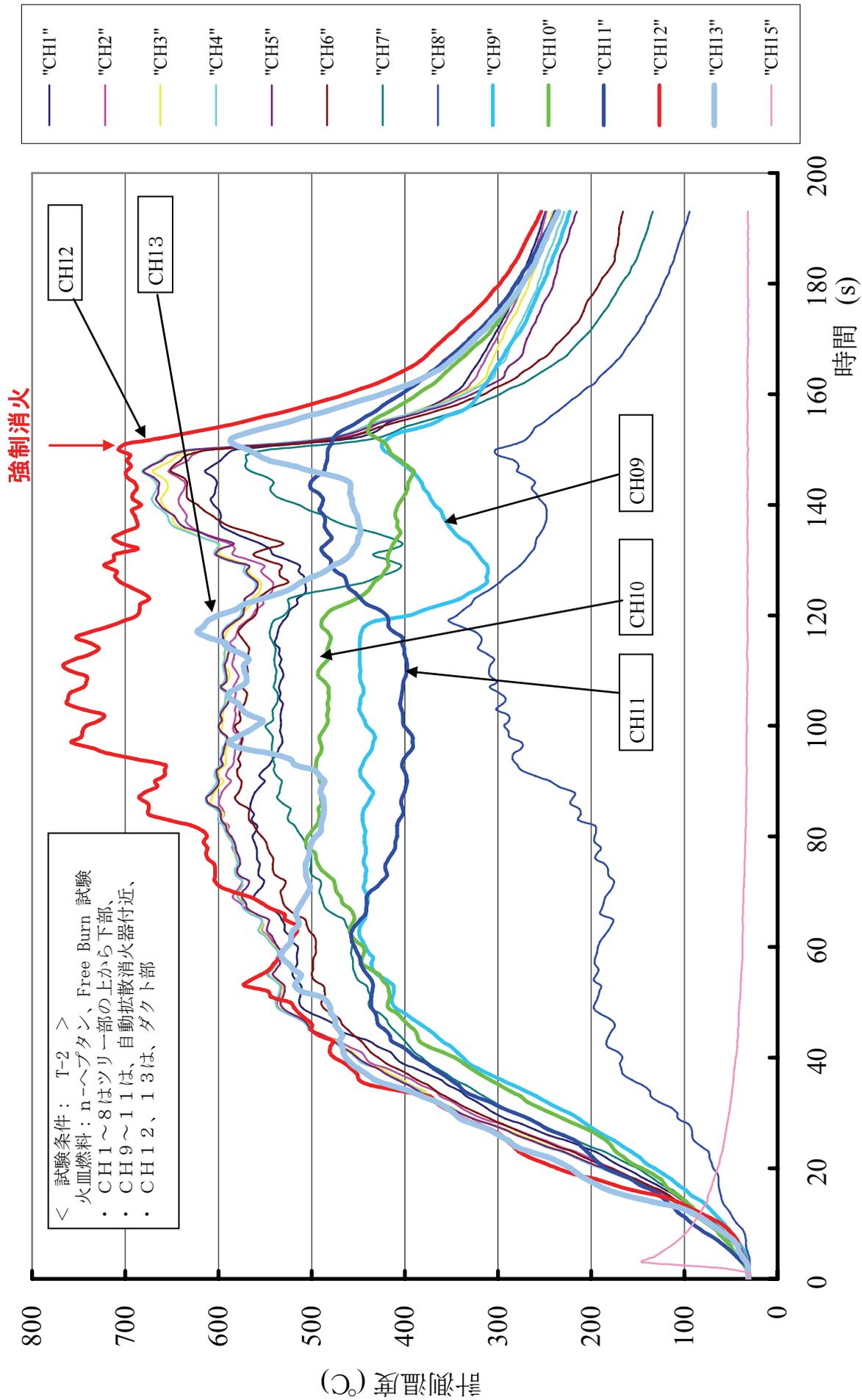


図 付録4-1 T-2 n-ヘプタンによる自由燃焼実験 温度測定結果 (初田製作所 事前検証実験 2009.08.06)

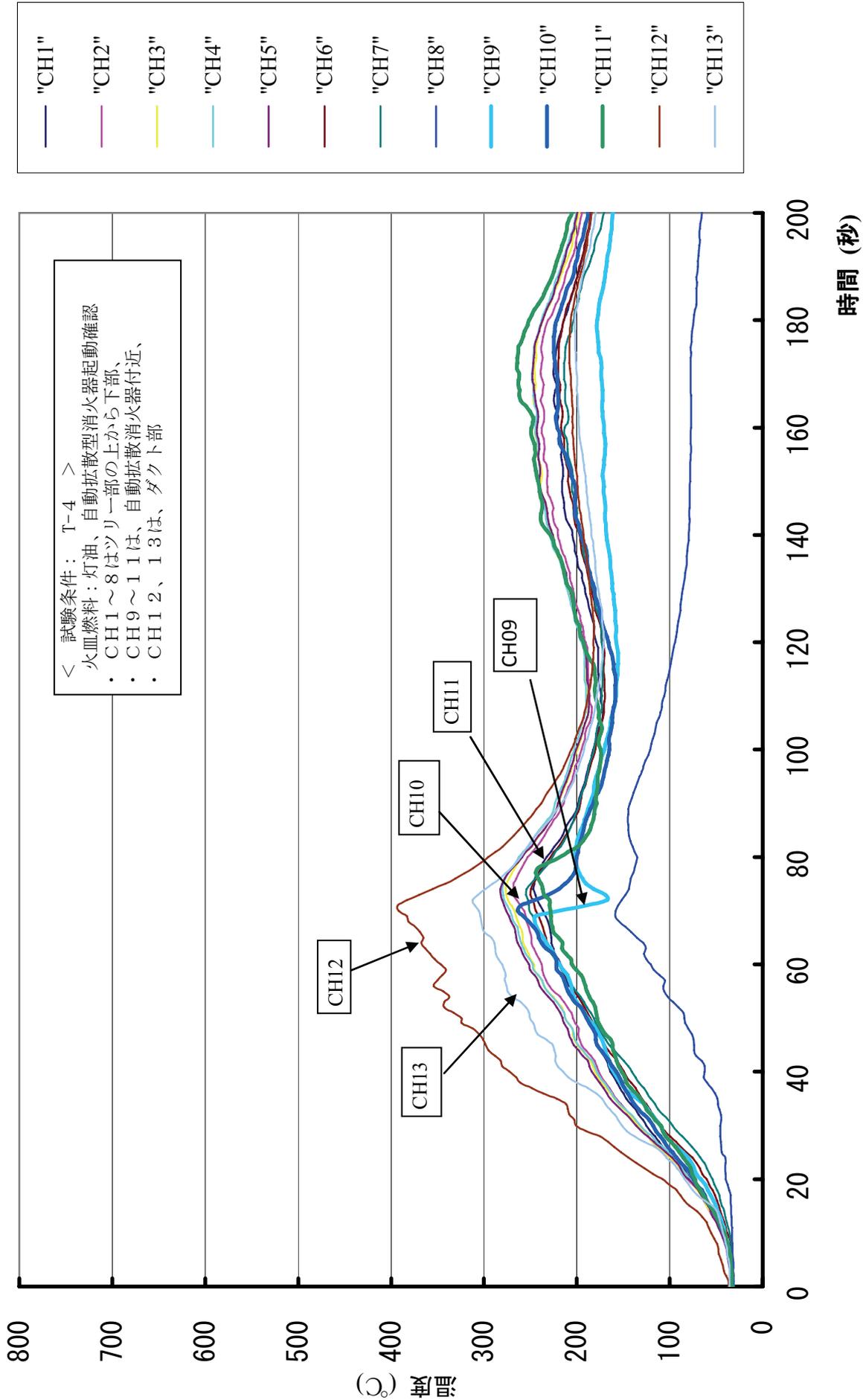


図 付録4-2 T-4 実験 灯油による自由燃焼実験 温度測定結果 (事前検証実験 2009.08.12)

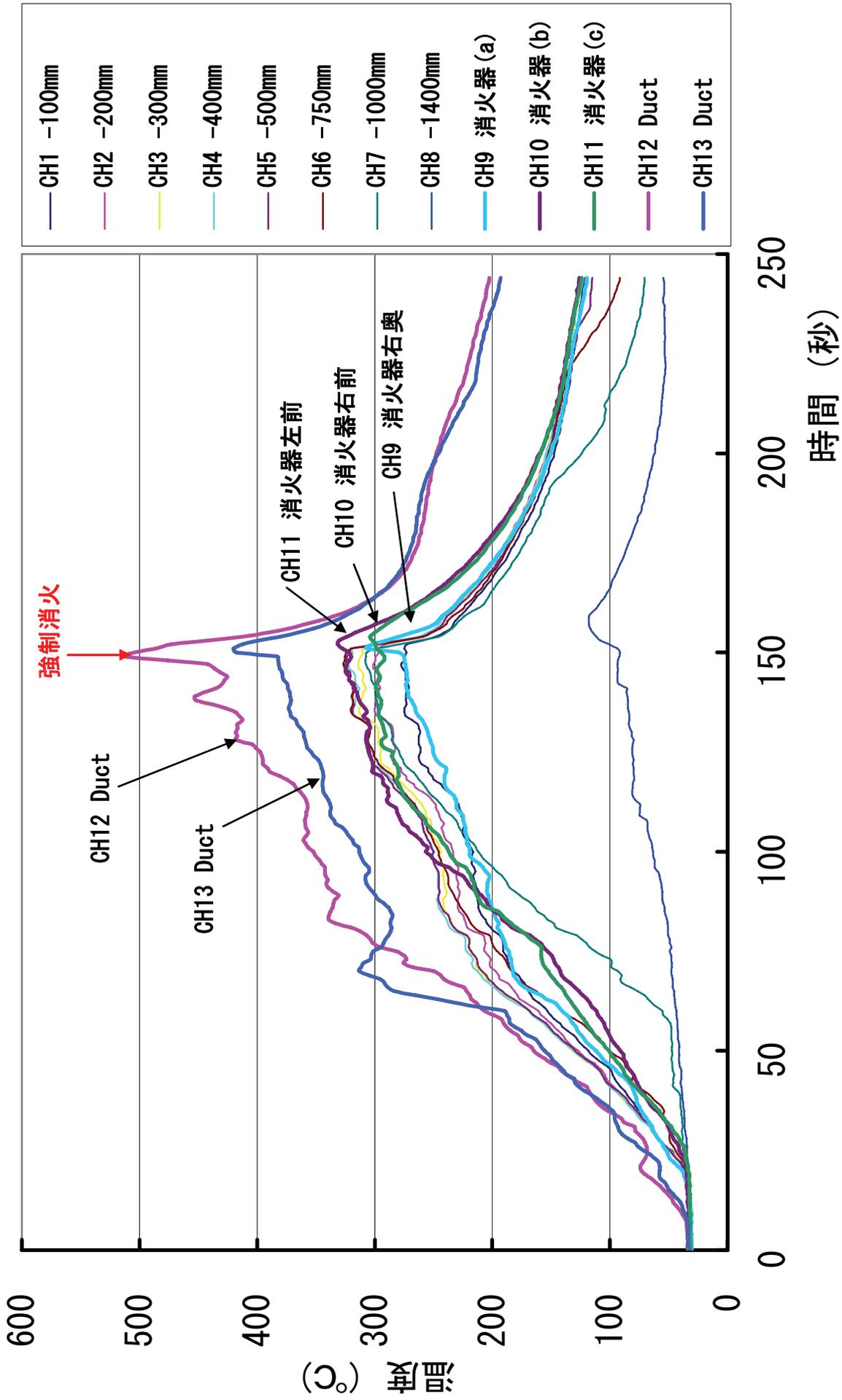


図 付録4-3 T-1 条件確認 温度測定結果 (事前検証実験 2009.08.18)

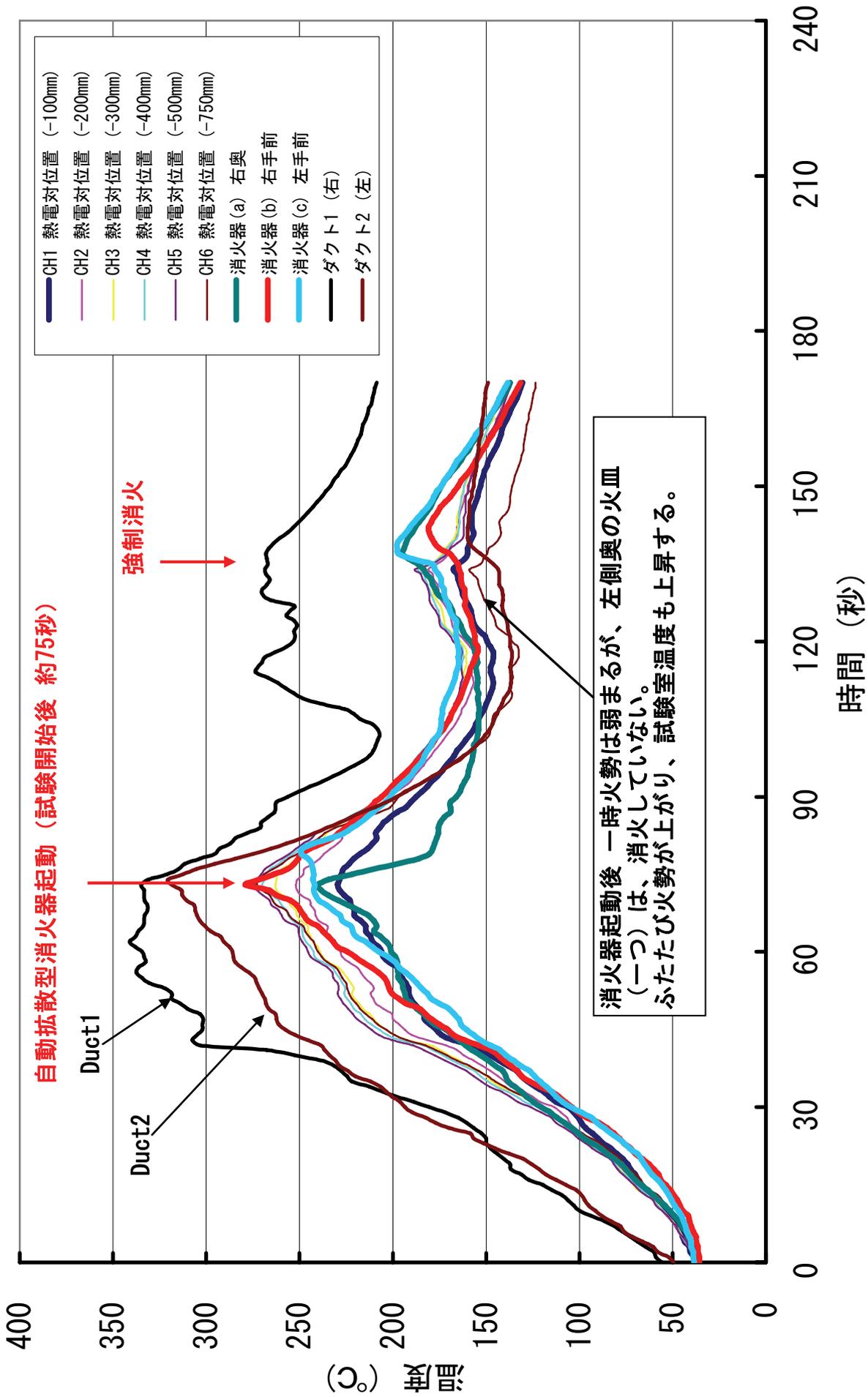


図 付録4-4 T-3 事前検証実験 温度測定結果 (事前検証実験 2009.08.18)

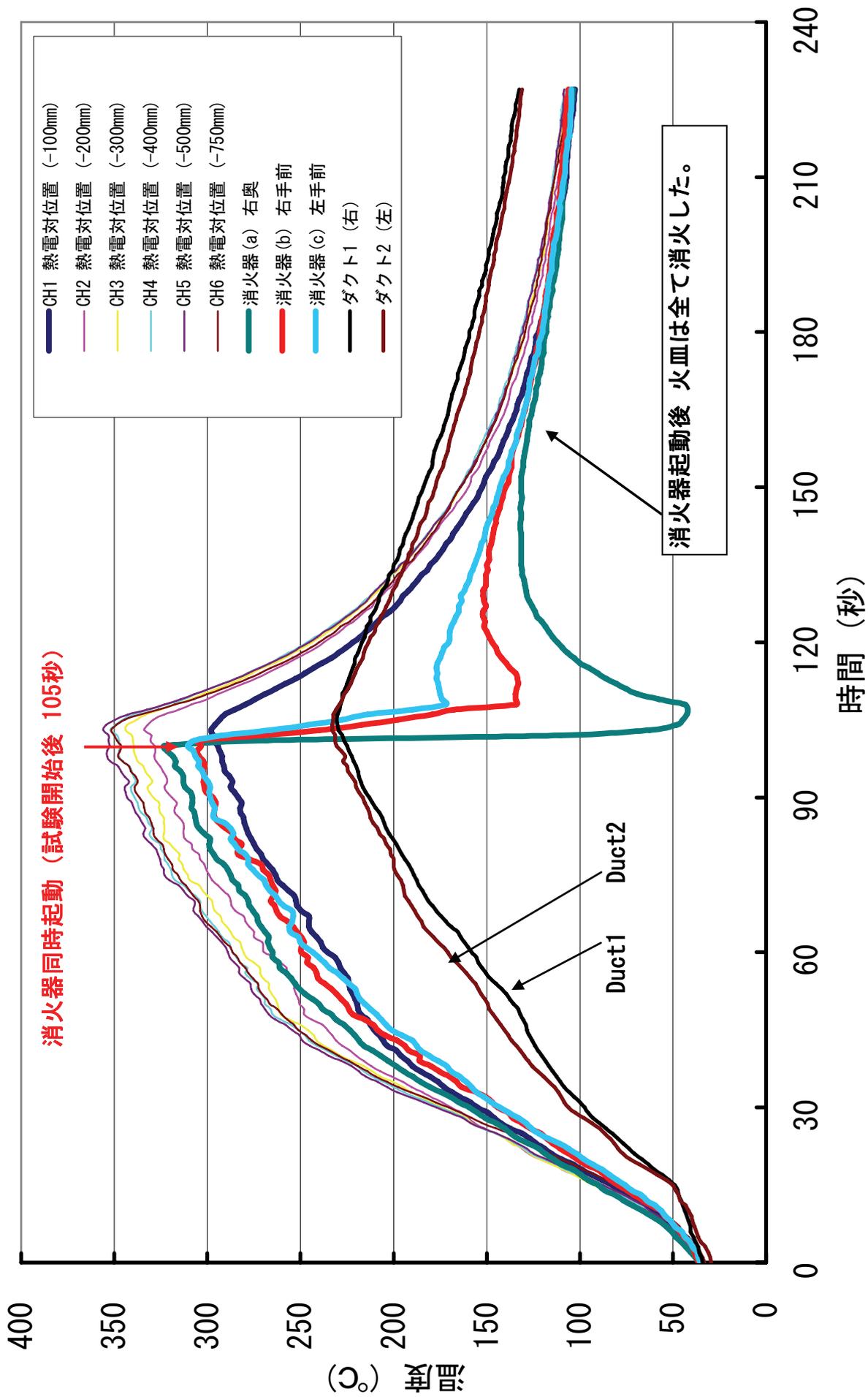


図 付録4-5 T-6 事前検証実験 温度測定結果 (事前検証実験 2009.08.26)

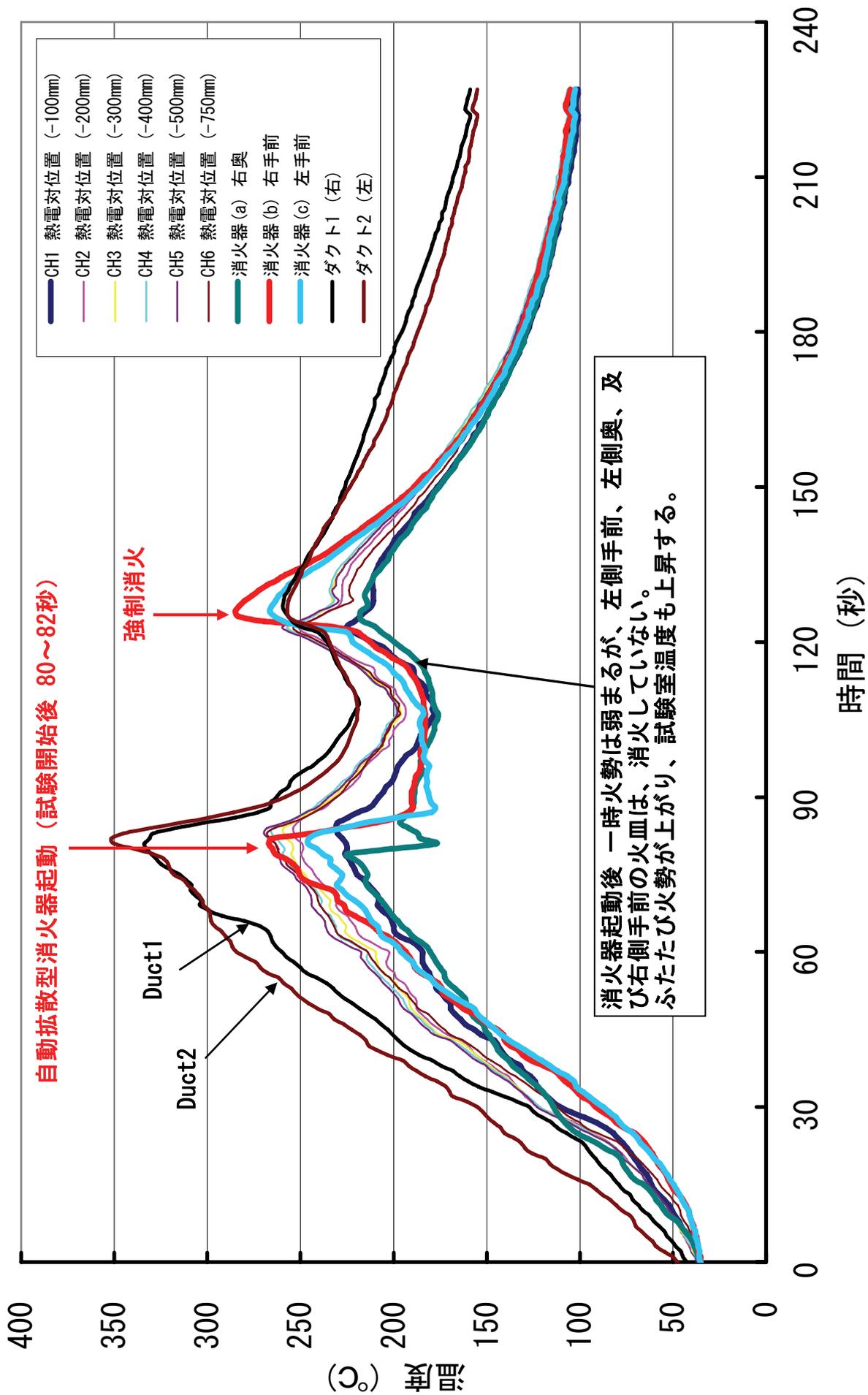


図 付録4-6 T-3 温度測定結果 (本実験 2009.08.27)

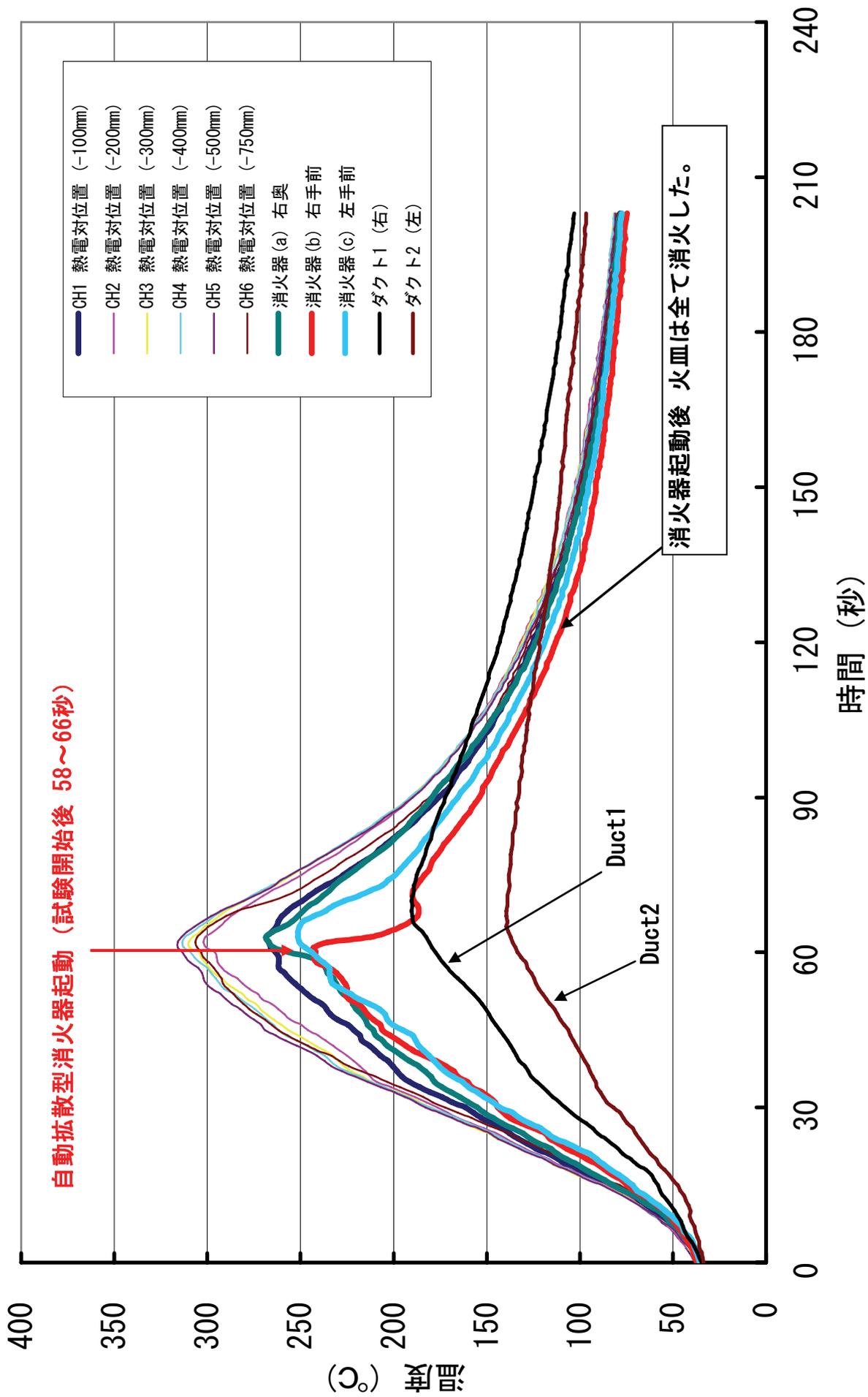


図 付録4-7 T-4 温度測定結果 (本実験 2009.08.27)

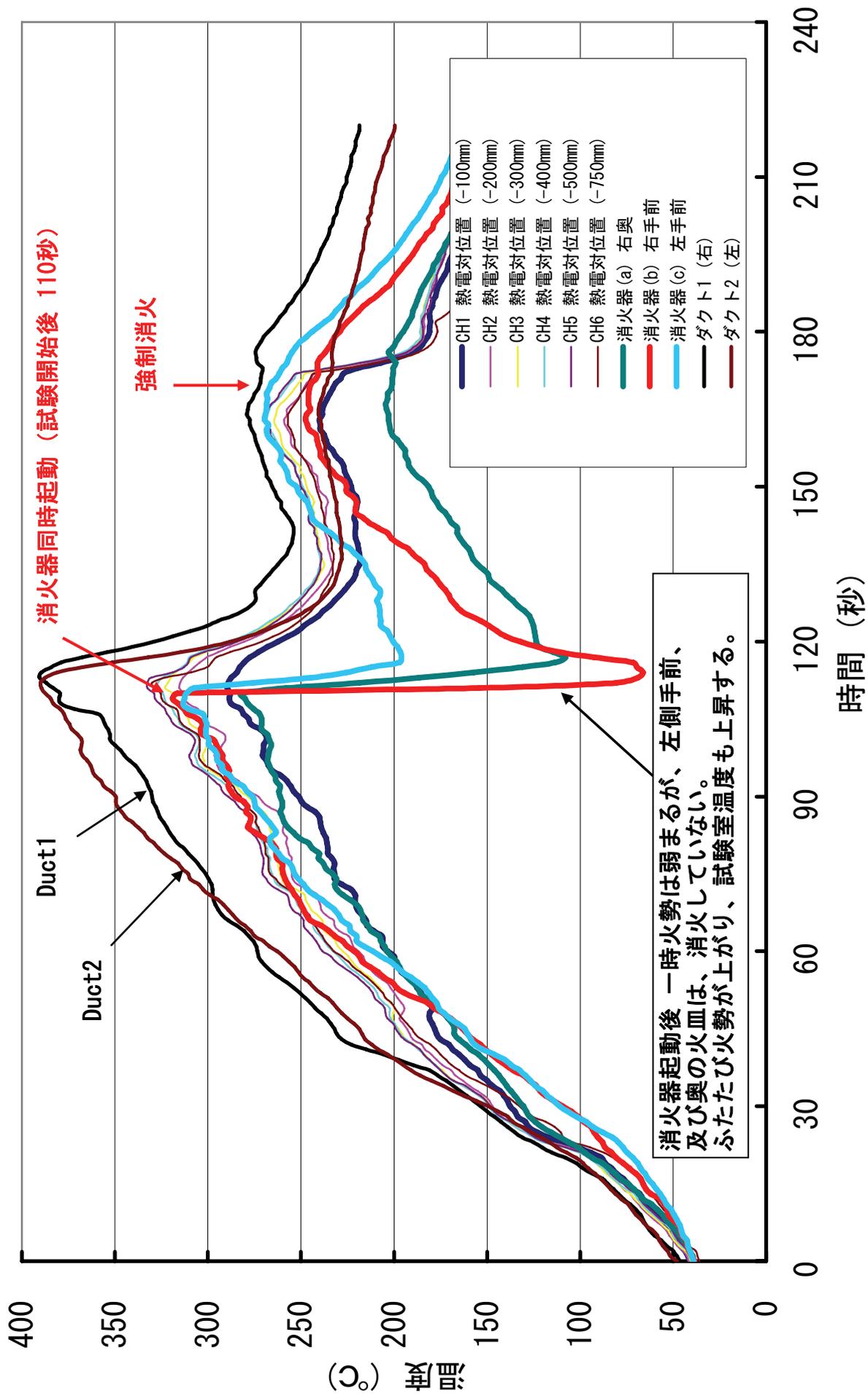


図 付録4-8 T-5 温度測定結果 (本実験 2009.08.27)

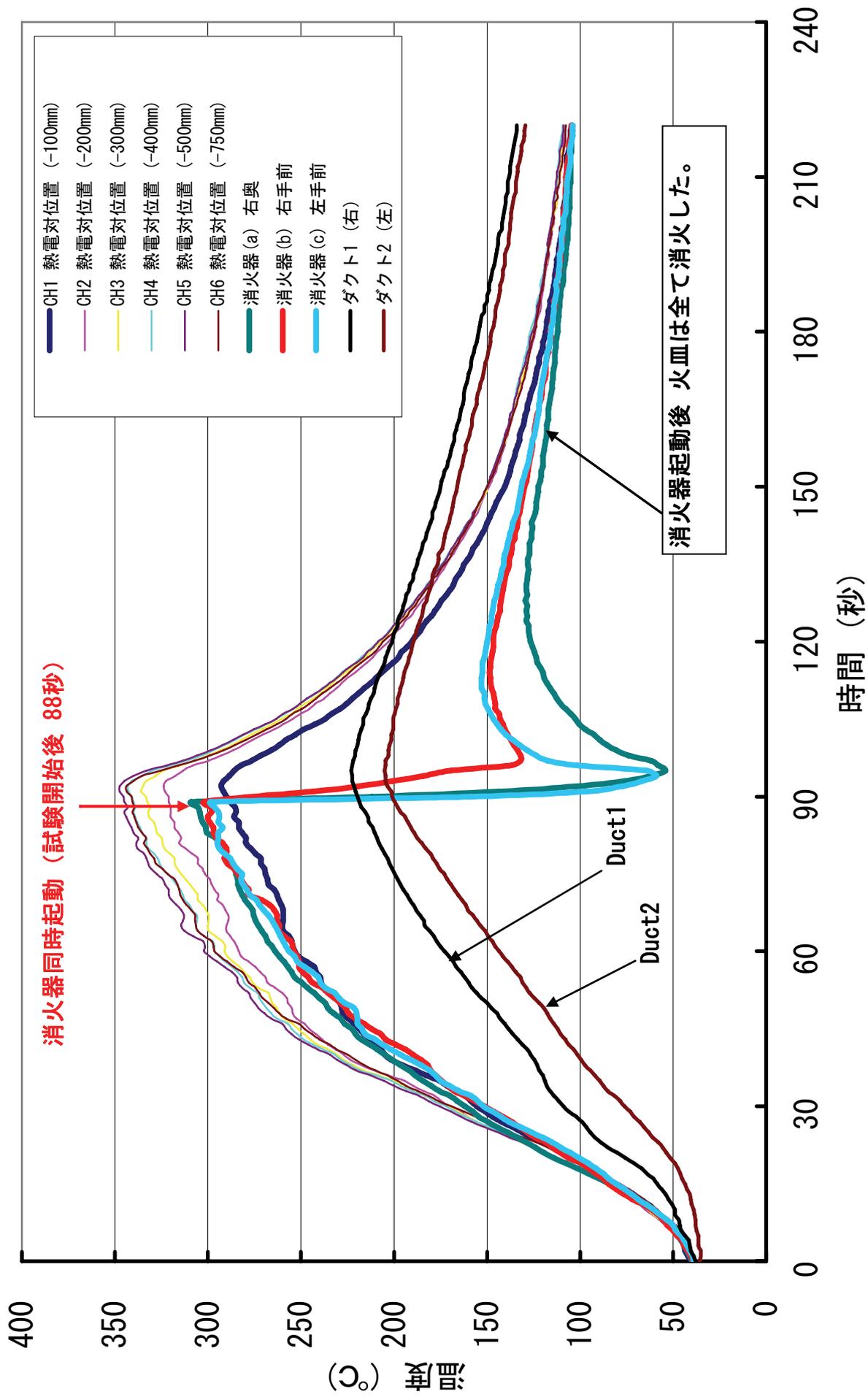


図 付録4-9 T-6 温度測定結果 (本実験 2009.08.27)

【模擬機関室概要】

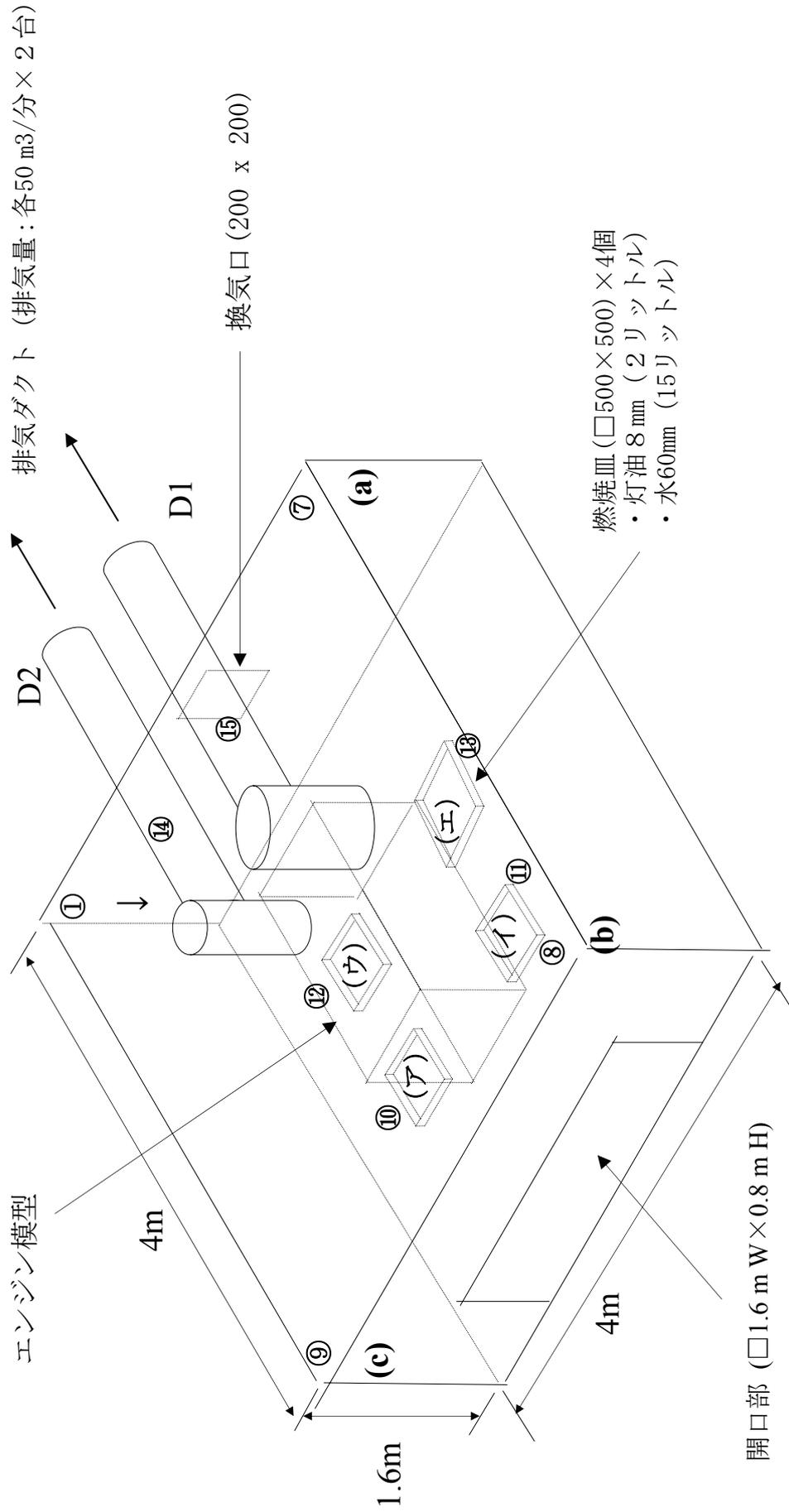
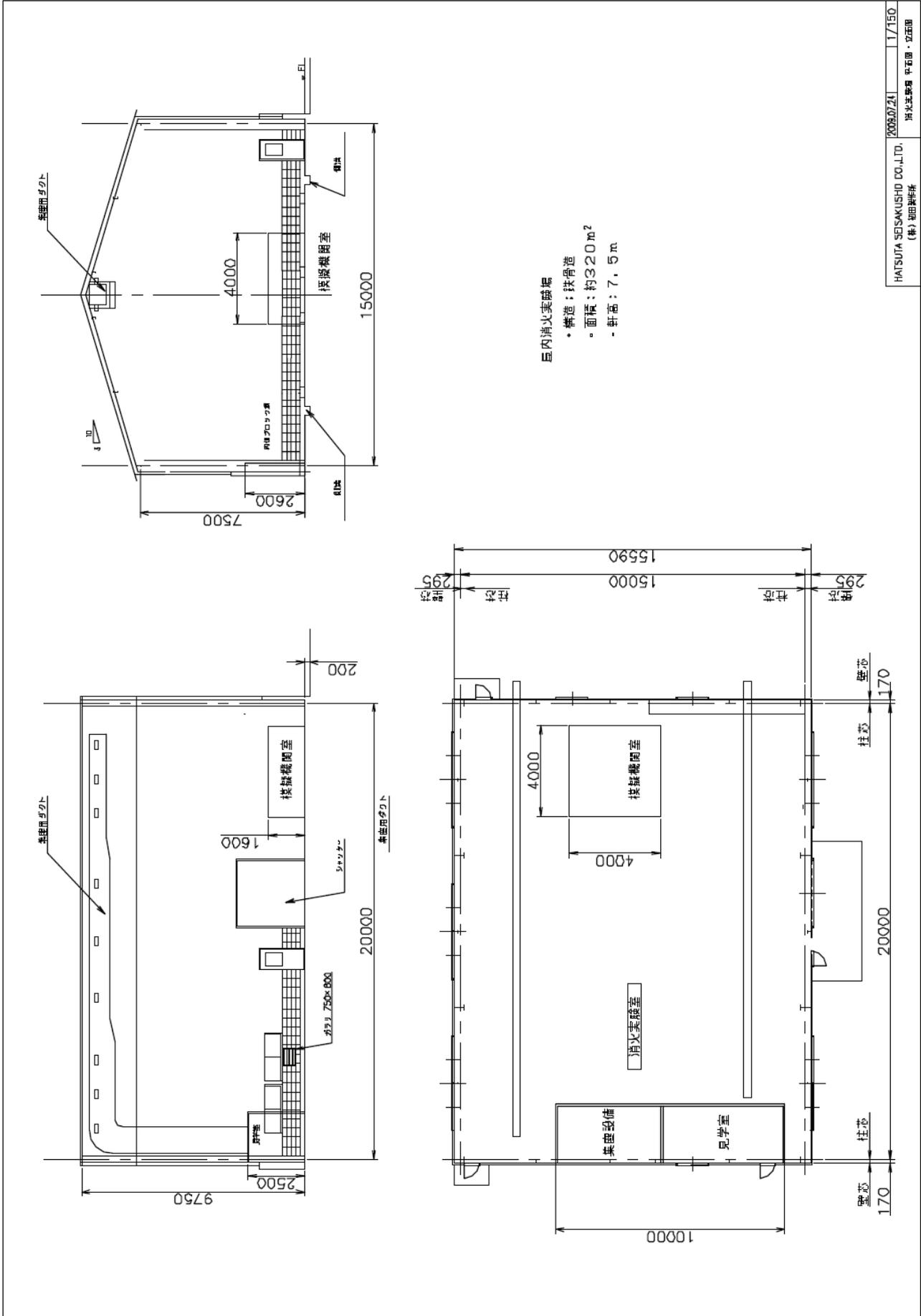


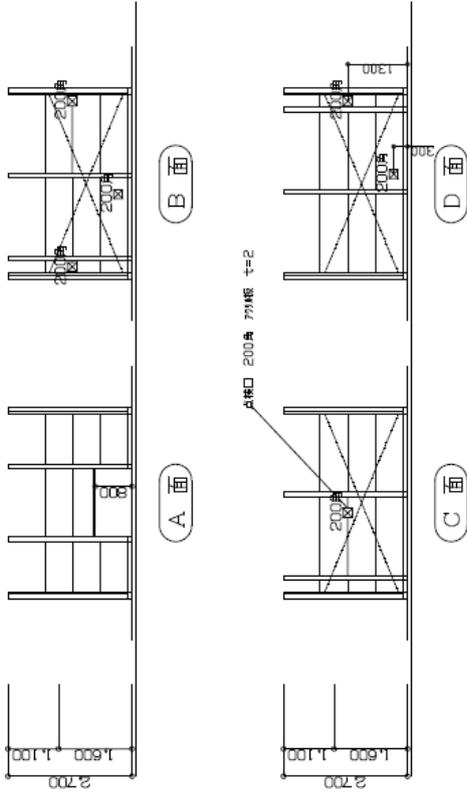
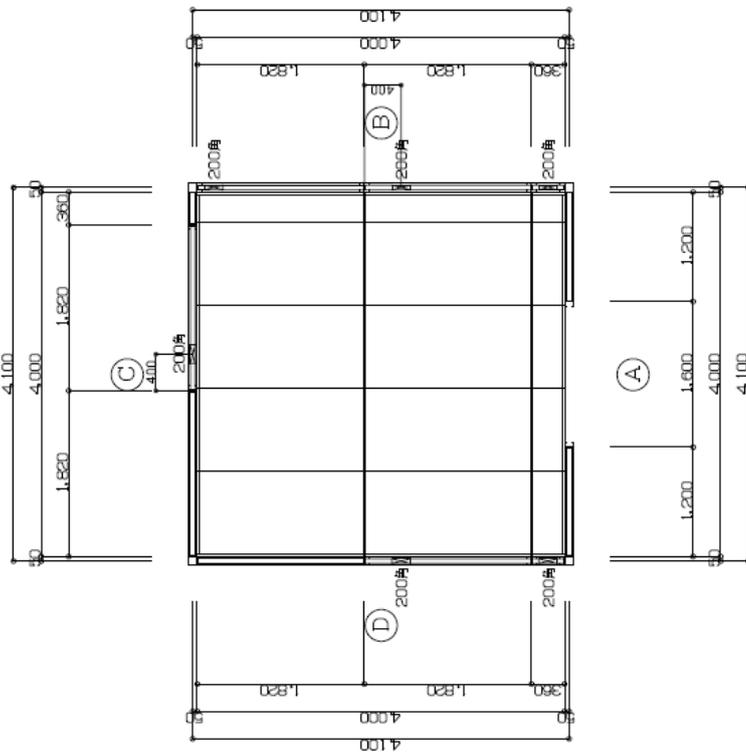
図 付録4-10 温度測定点 (熱電対配置図)



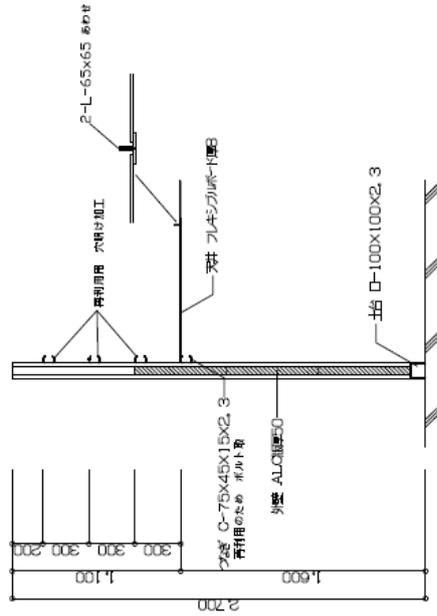
屋内消火実験場

- ・構造：鉄骨造
- ・面積：約320㎡
- ・軒高：7.5m

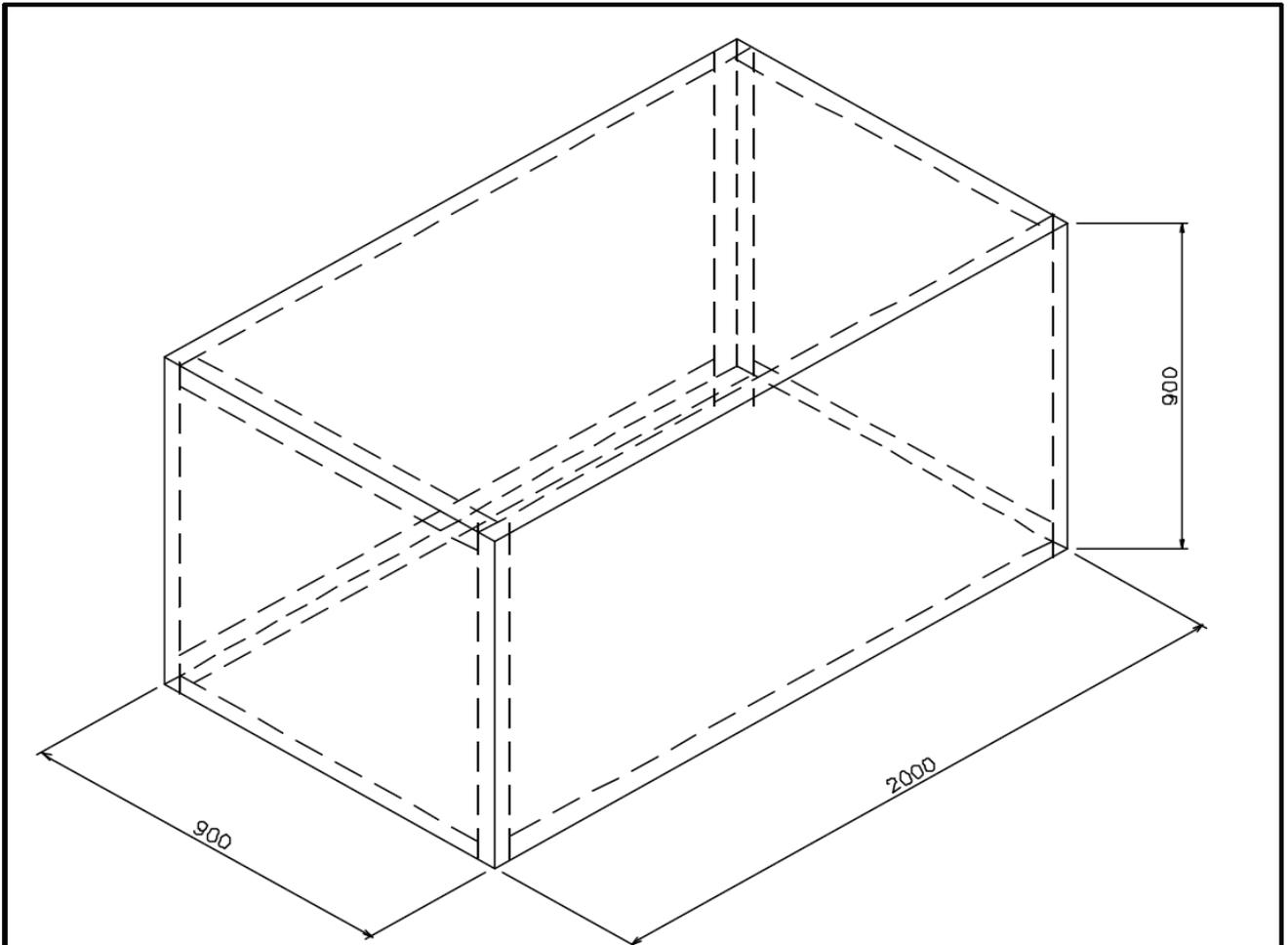
図 付録4-1-1 初田製作所 屋内消火実験場 (模擬機閉室配置図)



立面図 S=1:100

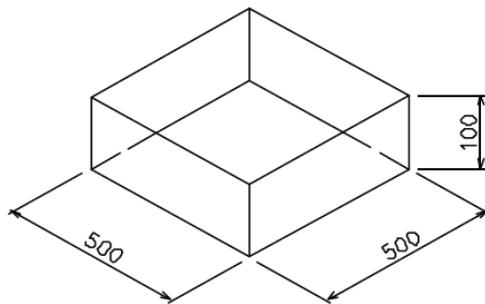


工事名称	初田製作所 機関室模型 (模擬機関室)
図面名称	一般図
年月日	
担当者	
番号	
縦尺	S=1:100・50・30



エンジン模型（製作数 1台）
（底板無し）

材質：SS400 1.6t
補強：SS400 L-30×3t
塗装無し



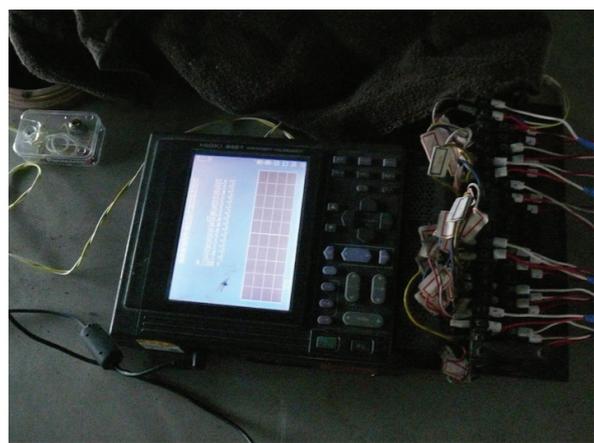
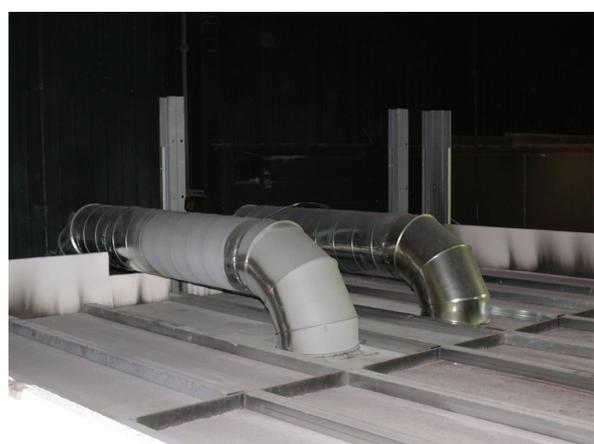
燃烧皿模型（製作数 4個）

材質：SS400 3.2t 塗装無し

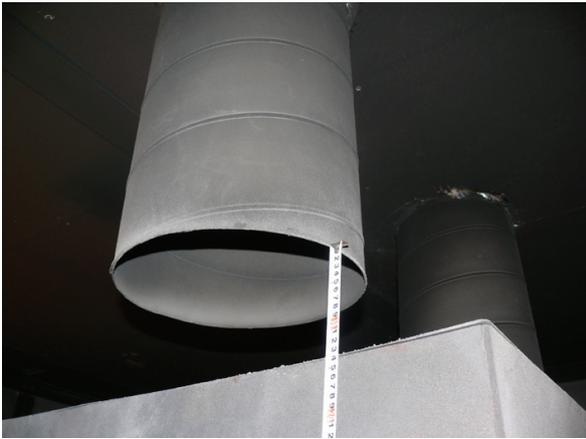
コード番号	品番	部	品	名	材	質	個数	備	考
消火実験用模型	作成日 2009.07.13	尺	1	15	承	認	番	査	作
型式	株式会社初田製作所				図	番			

図 付録4-13 初田製作所 エンジン模型（燃烧火皿）

初田製作所殿の火災実験施設、及び実験場外観



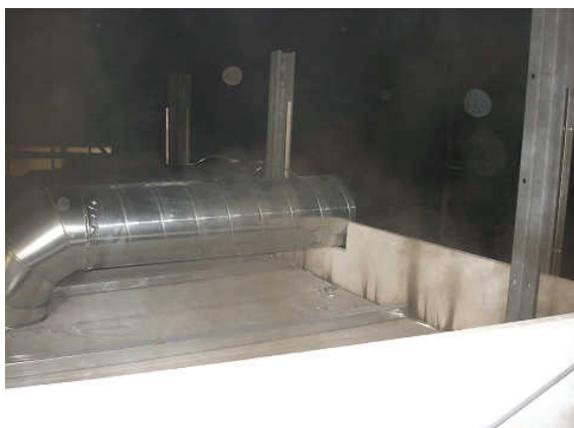
模擬機関室の内部



初田製作所 事前検証実験 (T-2 火皿燃料：n-ヘプタン) (2009.08.06)



T-2 n-ヘプタンでの燃焼実験の様子



排気ダクト (外観)



ダクトより火炎 (着火後約1分20秒後)



強制消火実施 (着火後約1分50秒後)



強制消火後の火皿の様子



天井ボードの亀裂 (開口) の様子



実験後の網入りガラスの様子 (全て割れた)

事前検証実験 実験条件の確認 (T-1 火皿燃料：灯油) (2009.08.18)



ダクト風速測定



ダクト吸気量測定



燃料（灯油）投入



点火用ヘプタン投入



火皿へ点火



燃焼の様子



強制消火



天井パネル破損（交換作業）

火皿単体での自然燃焼時間の確認実験 (2009.08.18)



T-3 条件 強制換気条件での自動拡散消火実験 (2009.08.27)



自動拡散型消火器



火皿へ点火



燃焼実験の様子



自動拡散型消火器起動



消火器起動後に火皿の不消火を確認



強制消火

T-4 条件 自然換気（機関停止、通風停止）での自動拡散消火実験（2009.08.27）



火皿へ点火



火皿へ点火



燃焼の様子



燃焼実験の様子



燃焼実験の様子(前部開口からの煙)



自動拡散型消火器起動



消火器起動後の確認（2分間）



全ての火皿の消火を確認

T-5 条件 強制換気条件での手動同時放出消火実験 (2009.08.27)



手動拡散型消火器 (模擬機関室内部)



手動拡散型消火器 (模擬機関室外部)



ダクト風速測定の様子



火皿へ着火



燃焼実験の様子



同時放出 (消火器手動起動)



消火器起動後に火皿の不消火を確認



強制消火

T-6 条件 自然換気（機関停止、通風停止）での同時放出消火実験(2009.08.27)



火皿へ点火



火皿へ点火



燃焼の様子



燃焼実験の様子(前部開口からの煙)



同時放出（消火器手動起動）



同時放出後の消火確認



消火器起動後の火皿消火確認（2分間）



全ての火皿の消火を確認



ハツタは先端技術とふれあいの心をいかにします。



- 消火剤は万能タイプの粉末ABC
- 圧力計付だからメンテナンスが簡単
- 圧力源は寒さに強いN₂ガス
- 防火対象物の部屋の天井近くの側壁面へ垂直に固定設置
- ブラケット付だから取り付けは簡単

備えておけば安心！ 安全航海の必需品！

DD-150型
標準価格 **¥28,350**
(本体価格27,000/消費税等1,350)

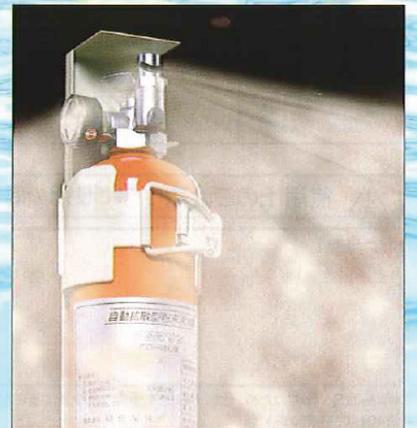
- この消火器は再充填はできません。
- 有効期限は製造年より6年です。

天井近くに取り付けるだけで
24時間火災を見張ります。

HATSUTA
船舶用
自動拡散型粉末消火器
プロマリン
DD-150型 ● 国土交通省型式承認番号 第4142号



エンジンルーム等の火災を
自動感知！
自動消火！



安全航海の必需品!! エンジンルーム等の 出火を見張ります。

■特長

- 1 **船舶用の自動粉末消火器です**
火災による温度上昇を感知して自動的に粉末消火剤を扁平扇状に放射する船舶用自動拡散型粉末消火器です。エンジンルーム等の天井近くに取り付けるだけで、24時間火災を見張ります。万一の出火時には、自動感知し消火剤を放射して確実に初期消火を行います。
- 2 **取り付けは簡単です**
付属のブラケットを用いて防火対象物のある室の内部の天井近くの側壁面に垂直に固定するだけです。
- 3 **消火剤は粉末の万能タイプです**
粉末消火剤はあらゆる火災に適応します。消火後も、薬剤による汚れも少なくてすみます。
- 4 **メンテナンスが簡単です**
日常の点検は、指示圧力計の針をチェックするだけです。指示圧力計の針がグリーンゾーンを指していれば正常な状態です。

■仕様

型式	DD-150型
型式承認	国土交通省型式承認番号 第4142号
薬剤・量	船舶用ABC粉末消火剤・1.5kg
総質量	約4.1kg(ブラケット含む)
全高	約475mm
全幅	約110mm
奥行	約107mm
適応火災	A・B・C火災
防護容積	8m ³
公称感知温度	95℃
充填圧力値	0.7~0.98MPa
放射時間(+20℃)	約6秒
放射パターン	扁平扇状
標準価格 (本体価格/消費税等)	¥28,350 (27,000/1,350)

設置方法及び注意事項

- ① 船のゆれや振動で落下しないよう付属のブラケットを用いて防火対象物の部屋の天井近くの側壁面へしっかり垂直に固定し、確実に取り付けてください。
 - ② 付属のブラケットの止め金を最後まで確実にセットしてください。
 - ③ 感知部に衝撃を与えたり、取り外したりすることは危険ですので避けてください。
 - ④ 感知部は上に向け垂直に取り付けてください。
 - ⑤ 放射ノズルを前に向けて設置してください。
 - ⑥ 感知しやすい場所に取り付けてください。低いところへの設置は避け、感知部が天井下10cmを限度となる範囲に設置してください。
 - ⑦ 強制排気口に向けて放出しないように設置してください。
 - ⑧ 放出した際、ノズルの直前に障害となる物がないように設置してください。
 - ⑨ 開放域での設置は避けてください。
- その他、取扱説明書の注意事項をよくご覧ください。

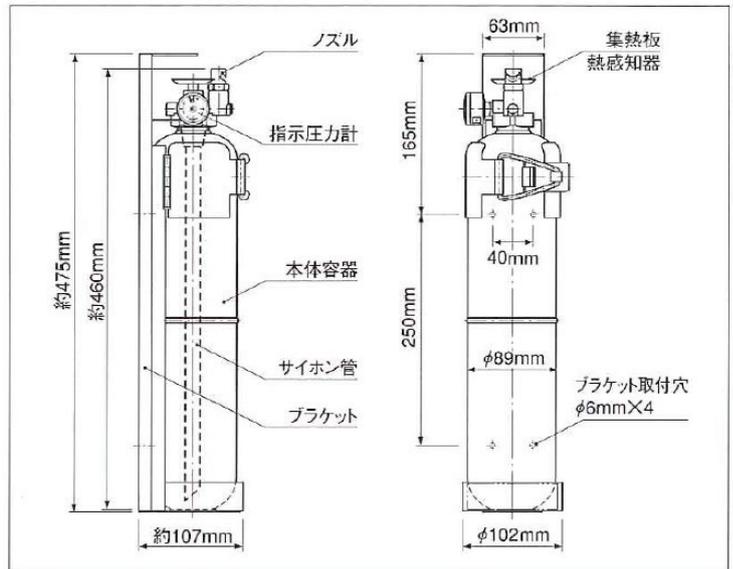
保守点検について

6か月に1回 指示圧力計の針がグリーンゾーンの範囲内にあるかどうかチェックしてください。グリーンゾーンを外れている場合は、新しいものと取り替えてください。

■主な設置場所

- 船舶の無人のエンジンルーム、その他火災発生の恐れがあり常に人の目が届かない場所
- 第一種船・第二種船・第三種船及び第四種船の塗料庫、灯具庫、手荷物室、その他密閉室(自動拡散型を備え付けた場合には消火器の数を減少することができます。)

■外形図・各部名称



⚠ 使用上のご注意

●ご使用の際は、取扱説明書をよくお読みのうえ正しくお使いください。

(ご用命は…)

サービスを真心でお届けします。

●製品改良・改善のため、仕様その他を予告なく変更することがありますので、予めご了承ください。
消401 0711-5000SA

株式会社 初田製作所

このカタログは環境に負担をかけないというハツタの企業理念を实践するため、100%再生紙と大豆を原料としたインクを使用して印刷されています。



みんなで止めよう温暖化
チームマイナス6%

HATSUTAはチームマイナス6%に参加しています。

(参考資料-付録4-2) 自動拡散型消火器の型式承認試験基準

自動拡散型液体消火器及び自動拡散型粉末消火器の型式承認試験基準

- [1] 総 則
 船舶の消防設備の基準を定める告示(平成14年国土交通省告示第516号)第20条第2項に規定する自動拡散型液体消火器及び第23条第2項に規定する自動拡散型粉末消火器並びに小型船舶の基準を定める告示(平成14年国土交通省告示第517号)第2条第2項に規定する自動拡散型液体消火器(小型船舶用)及び第3条第2項に規定する自動拡散型粉末消火器(小型船舶用)の型式承認のための試験方法及び判定基準は、次に定めるところによる。

[2] 一 般

- (1) 試験条件に特記のない場合は、常温、常湿の状態で行うこと。
 (2) Ⅲに掲げる性能試験は、原則として、Ⅱに掲げる環境試験の後行うこと。
 (3) 性能試験は3個の供試体について行うこと。

[3] 試験方法及び判定基準については、次表による。

I 製品検査		試 験 方 法	判 定 基 準	備 考
1	1	外観検査 供試体の外観及び構造について、仕様書及び図面と照合しながら確認する。	1 (1) 仕様書及び図面どおりであること。 (2) 消化剤に接触する部分は、消化剤に侵されないものであること。	
2	1	質量計測 供試体の質量を計測する。	2 1 仕様書どおりであること。	
3	1	消火剤の成分 供試体に使用する消火剤の主成分を分析する。	3 1 (1)仕様書どおりであること。 (2)人体に有毒なガスを発生しないものであること。	
4	1	標示検査 供試体に標示される項目を確認する。	4 1 (1)次の項目が標示されること。 (ア) 物件の名称 (イ) 物件の型式 (ウ) 製造年月 (エ) 製造番号 (オ) 製造者 (カ) 適用する火災の区分(小型船舶用以外のものに限る。) (2)経年劣化する消火剤等を使用している場合には、有効期限が標示されること。 (3)小型船舶用のものにあつては、有効耐火容量が標示されること。	
II 環境試験				
1	1	定温定湿試験 供試体を、温度+46℃、湿度90%の状態に72時間保持し、その後成り行きで、温度-10℃の状態に72時間放置する。	1 1 破損、変形、発錆、誤作動等の異常が生じないこと。	
2	2	塩水噴霧試験	2	

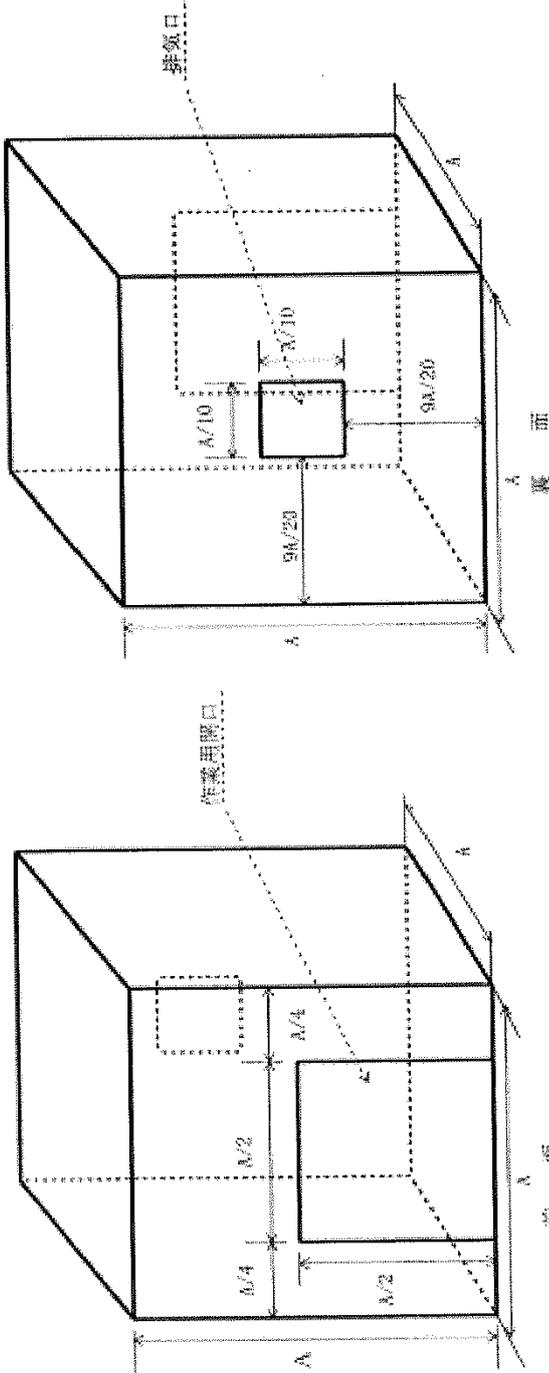
1	供試体に対し、JIS Z2371 に定める方法により、8時間の塩水噴霧、16時間の休止状態を1サイクルとし、3サイクル(計72時間)行う。		1	破損、変形、発錆、誤作動等の異常が生じないこと。	黄銅、FRP 若しくはガラス又はこれと同等以上の耐食性材料のみで構成されたものについては本試験を実施しない。
3	振動試験 供試体に対し、別表に定める共振振動試験を行い、その後、同表に定める振動耐久試験を行う。	3	1	破損、変形、誤作動等の異常が生じないこと。	
4	消火剤の低温試験 供試体を使用される消火剤を、温度-20℃の恒温槽内に24時間放置する。	4	1	凍結しないこと。	粉末消火器については本試験を実施しない。
III 性能試験					
試験方法					
1	容器内圧力計測試験 供試体に加圧式の場合には、ノズルを閉そくした状態で圧力ガスを消火剤の容器に放出したときの容器内圧力(閉そく圧力)を計測する。	1	1	仕様書どおりであること。ただし、液体消火器にあっては容器内部の温度が+40℃である場合の閉そく圧力が2.5MPa以下であること。	備考
2	供試体が蓄圧式の場合には、容器内圧力を計測する。		2	仕様書どおりであること。	
2	容器、ホース及びバルブの水圧試験 供試体の容器、ホース及びバルブに、液体消火器の場合には閉そく圧力の1.2倍、粉末消火器の場合には3.4MPaの水圧を5分間加えて異常の有無を調べる。	2		(1)各部に変形が生じないこと。 (2)漏水のないこと。	
3	作動試験 供試体を試験槽に入れ、徐々に温度を上げ作動する温度を計測する。	3			
4	感知部の試験 供試体の感知部を公称作動温度の125%の温度であって、かつ、風速1m/sの直流気流に投入する。ただし、公称作動温度は、感知部と消火器本体が分離型の消火器については+90℃～+150℃の範囲内とし、その他のものについては+90℃～+110℃の範囲内とする。	4	1	120秒以内に作動すること。	直流気流に投入する前の感知部の温度は50℃を超えていないこと。
	温度+59℃の空气中に10日間放置し、上記4.1の試験を再び実施する。		2	120秒以内に作動し、かつ、上記1の試験結果と差を生じないこと。	
5	消火試験 強制排気装置を有し、供試体の有効鎮火容量に等しい内容積の消火剤型室(別紙参照)の床面に、5分以上燃焼が持続するように軽油又は灯油を入れた燃焼皿4個を配置し、製造者が推奨する方法で供試体を設置する。強制排気装置を毎分有効鎮火容量の2.5倍の排気量で定常運転さ	5	1	(1) 小型船舶用以外のものにあつては、有効鎮火容量が8㎡以上であること。 (2) すべての燃焼皿に着火後2分以内に消火器が作動すること。 (3) 消火器の作動終了1分経過後において残炭が認められないこと。	

	せた後、各燃焼皿に順次速やかに点火し燃焼させ、消火までの時間を計測する。		(4) 消火器の作動終了 2 分経過後に再燃しないこと。	
--	--------------------------------------	--	------------------------------	--

別表

名	称	全振幅	加速度	振動数	掃引周期	振動の方向	試験回数	合計試験時間
共振振動試験	(1)	2 mm	/	5~16Hz まで連続的に変化させる。	10 分	物件の通常取付姿勢に対して直角な 3 方向	各方向に対して 3 回ずつ	1.5 時間
	(2)	/	±1G	16~60Hz まで連続的に変化させる。	同上	同上	同上	同上
振動耐久試験	共振振動試験で共振点がある場合	共振振動試験における振幅又は加速度条件		共振振動数	/	同上	各方向に対して 1 回ずつ	4.5 時間
	共振振動試験で共振点がない場合	2 mm	/	16Hz	/	同上	同上	同上

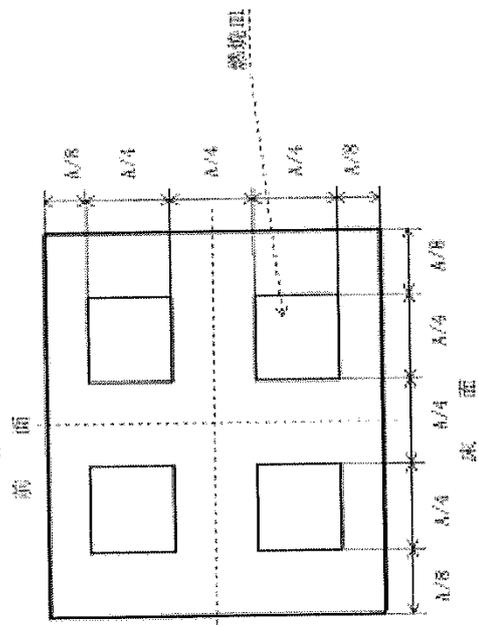
消火模型室



標準消火模型室

- A : 有効噴水管槽を立方体とした時の一辺の長さ。
- 外 装 : 鉄板等の堅固な構造のものとし、前面に作業用開口を設ける。
- 内 装 : 石膏ボードその他の不燃材で内部を覆うこと。
- 排気口 : 裏面に排気口を設ける。

燃焼皿
材 質 : 少なくとも9分間の燃焼に耐えられるものであること。
寸 法 : 縦横は消火模型室の幅の1/4、深さは蓋当りものであること。



(参考資料-付録4-3) 消防法施行規則(粉末消火設備に関する基準) 抜粋

第二章、第二節、第一款、第二十一条 抜粋

(粉末消火設備に関する基準)

第二十一条 全域放出方式の粉末消火設備の噴射ヘッドは、第十九条第二項第一号の規定の例によるほか、次の各号に定めるところにより設けなければならない。

- 一 噴射ヘッドの放射圧力は、〇・一メガパスカル以上であること。
- 二 第三項第一号に定める消火剤の量を三十秒以内に放射できるものであること。
- 三 消防庁長官が定める基準に適合するものであること。

2 局所放出方式の粉末消火設備の噴射ヘッドは、第十九条第三項第一号及び第二号の規定の例によるほか、次の各号に定めるところにより設けなければならない。

- 一 次項第二号に定める消火剤の量を三十秒以内に放射できるものであること。
- 二 消防庁長官が定める基準に適合するものであること。

3 粉末消火剤の貯蔵容器又は貯蔵タンク(以下この条において「貯蔵容器等」という。)に貯蔵する消火剤の量は、次の各号に定めるところによらなければならない。

- 一 全域放出方式の粉末消火設備にあつては、次のイ又はロに定めるところにより算出された量以上の量とすること。

イ 次の表の上欄に掲げる消火剤の種別に応じ、同表下欄に掲げる量の割合で計算した量

消火剤の種別	防護区画の体積一立方メートル当りの消火剤の量
炭酸水素ナトリウムを主成分とするもの(以下この条において「第一種粉末」という。)	キログラム 〇・六〇
炭酸水素カリウムを主成分とするもの(以下この条において「第二種粉末」という。)又はりん酸塩類等を主成分とするもの(以下この条において「第三種粉末」という。)	〇・三六
炭酸水素カリウムと尿素との反応物(以下この条において「第四種粉末」という。)	〇・二四

ロ 防護区画の開口部に自動閉鎖装置を設けない場合にあつては、イにより算出された量に、次の表の上欄に掲げる消火剤の種別に応じ、同表下欄に掲げる量の割合で計算した量を加算した量

消火剤の種別	開口部の面積一平方メートル当りの消火剤の量
第一種粉末	キログラム 四・五
第二種粉末又は第三種粉末	二・七
第四種粉末	一・八

二 局所放出方式の粉末消火設備にあつては、次のイ又はロに定めるところにより算出された量に一・一を乗じた量以上の量とすること。

イ 可燃性固体類又は可燃性液体類を上面を開放した容器に貯蔵する場合その他火災のときの燃焼面が一面に限定され、かつ、可燃物が飛散するおそれがない場合にあつては、次の表の上欄に掲げる消火剤の種別に応じ、同表下欄に掲げる量の割合で計算した量

消火剤の種別	防護対象物の表面積一平方メートル当りの消火剤の量
第一種粉末	キログラム 八・八
第二種粉末又は第三種粉末	五・二
第四種粉末	三・六

ロ イに掲げる場合以外の場合にあつては、次の式によって求められた量に防護空間の体積を乗じた量（通信機器室にあつては、当該乗じた量に〇・七を乗じた量）

$$Q = X - Y (a \div A)$$

Qは、単位体積当りの消火剤の量（単位 キログラム毎立方メートル）

aは、防護対象物の周囲に実際に設けられた壁の面積の合計（単位 平方メートル）

Aは、防護空間の壁の面積（壁のない部分にあつては、壁があると仮定した場合における当該部分の面積）の合計（単位 平方メートル）

X及びYは、次の表の上欄に掲げる消火剤の種別に応じ、同表中欄及び下欄に掲げる値

消火剤の種別	Xの値	Yの値
第一種粉末	五・二	三・九
第二種粉末又は第三種粉末	三・二	二・四
第四種粉末	二・〇	一・五

三 全域放出方式又は局所放出方式の粉末消火設備において、同一の防火対象物又はその部分に防護区画又は防護対象物が二以上存する場合には、それぞれの防護区画又は防護対象物について前二号の規定の例により計算した量のうち最大の量以上の量とすること。

四 移動式の粉末消火設備にあつては、一のノズルにつき次の表の上欄に掲げる消火剤の種別に応じ、同表下欄に掲げる量以上の量とすること。

消火剤の種別	消火剤の量
第一種粉末	キログラム 五十
第二種粉末又は第三種粉末	三十
第四種粉末	二十

4 全域放出方式又は局所放出方式の粉末消火設備の設置及び維持に関する技術上の基準の細目は、第十九条第五項第三号並びに第四号イ（ロ）及び（ハ）の規定の例によるほか、次のとおりとする。

一 粉末消火設備に使用する消火剤は、第一種粉末、第二種粉末、第三種粉末又は第四種粉末とすること。
ただし、駐車のために供される部分に設ける粉末消火設備に使用する消火剤は、第三種粉末とするものとする。

一の二 道路のために供される部分には、全域放出方式又は局所放出方式の粉末消火設備を設けてはならない。

二 貯蔵容器等の充てん比は、次の表の上欄に掲げる消火剤の種別に応じ、同表下欄に掲げる範囲内であること。

消火剤の種別	充てん比の範囲
第一種粉末	〇・八五以上一・四五以下
第二種粉末又は第三種粉末	一・〇五以上一・七五以下
第四種粉末	一・五〇以上二・五〇以下

三 貯蔵容器等は、第十九条第五項第六号の規定の例によるほか、次のイからホまでに定めるところによること。

イ 貯蔵タンクは、日本工業規格B八二七〇に適合するもの又はこれと同等以上の強度及び耐食性を有するものを用いること。

ロ 貯蔵容器等には、消防庁長官が定める基準に適合する安全装置を設けること。

ハ 貯蔵容器（蓄圧式のものでその内圧力が一メガパスカル以上となるものに限る。）には、消防庁長官が定める基準に適合する容器弁を設けること。

ニ 加圧式の貯蔵容器等には、消防庁長官が定める基準に適合する放出弁を設けること。

ホ その見やすい箇所に、充てん消火剤量、消火剤の種類、最高使用圧力（加圧式のものに限る。）、製造年月及び製造者名を表示すること。

四 貯蔵容器等には残留ガスを排出するための排出装置を、配管には残留消火剤を処理するためのクリーニング装置を設けること。

五 加圧用ガス容器は、貯蔵容器等の直近に設置され、かつ、確実に接続されていること。

五の二 加圧用ガス容器には、消防庁長官が定める基準に適合する安全装置及び容器弁を設けること。

六 加圧用又は蓄圧用ガスは、次のイからニまでに適合するものであること。

イ 加圧用又は蓄圧用ガスは、窒素ガス又は二酸化炭素とすること。

ロ 加圧用ガスに窒素ガスを用いるものにあつては、消火剤一キログラムにつき温度三十五度で一気圧の状態に換算した体積が四十リットル以上、二酸化炭素を用いるものにあつては、消火剤一キログラムにつき二十グラムにクリーニングに必要な量を加えた量以上の量であること。

ハ 蓄圧用ガスに窒素ガスを用いるものにあつては、消火剤一キログラムにつき温度三十五度で一気圧の状態に換算した体積が十リットルにクリーニングに必要な量を加えた量以上、二酸化炭素を用いるものにあつては消火剤一キログラムにつき二十グラムにクリーニングに必要な量を加えた量以上であること。

ニ クリーニングに必要な量のガスは、別容器に貯蔵すること。

七 配管は、次のイからチまでに定めるところによること。

イ 専用とすること。

ロ 鋼管を用いる配管は、日本工業規格G三四五二に適合し、亜鉛メッキ等による防食処理を施したもの又はこれと同等以上の強度及び耐食性を有するものを用いること。ただし、蓄圧式のものうち温度二十度における圧力が二・五メガパスカルを超え四・ニメガパスカル以下のものにあつては、日本工業規格G三四五四のS T P G三七〇のうち呼び厚さでスケジュール四十以上のものに適合し、亜鉛メッキ等による防食処理を施したもの又はこれと同等以上の強度及び耐食性を有するものを用いなければならない。

- ハ 銅管を用いる配管は、日本工業規格H三三〇〇のタフピッチ銅に適合するもの又はこれと同等以上の強度及び耐食性を有するものであり、調整圧力又は最高使用圧力の一・五倍以上の圧力に耐えるものであること。
- ニ 管継手は、第十二条第一項第六号ホ（イ）の規定の例により設けること。
- ホ バルブ類は、次の（イ）から（へ）までに定めるところによること。
- （イ） 消火剤を放射した場合において、著しく消火剤と加圧用又は蓄圧用ガスが分離し、又は消火剤が残留するおそれのない構造であること。
- （ロ） 接続する管の呼び径に等しい大きさの呼びのものであること。
- （ハ） 材質は、日本工業規格H五一二〇、H五一二一若しくはG五五〇一に適合するもので防食処理を施したものとこれらと同等以上の強度、耐食性及び耐熱性を有するものであること。
- （二） バルブ類は、開閉位置又は開閉方向を表示したものであること。
- （ホ） 放出弁及び加圧用ガス容器弁の手動操作部は、火災のとき容易に接近でき、かつ、安全な箇所に設けること。
- （へ） 放出弁は、消防庁長官が定める基準に適合するものであること。
- ヘ 貯蔵容器等から配管の屈曲部までの距離は、管径の二十倍以上とすること。ただし、消火剤と加圧用又は蓄圧用ガスとが分離しないような措置を講じた場合は、この限りでない。
- ト 落差は、五十メートル以下であること。
- チ 同時放射する噴射ヘッドの放射圧力が均一となるように設けること。
- ハ 加圧式の粉末消火設備には、二・五メガパスカル以下の圧力に調整できる圧力調整器を設けること。
- 九 加圧式の粉末消火設備には、次のイからハまでに定めるところにより定圧作動装置を設けること。
- イ 起動装置の作動後貯蔵容器等の圧力が設定圧力になったとき放出弁を開放させるものであること。
- ロ 定圧作動装置は、貯蔵容器等ごとに設けること。
- ハ 定圧作動装置は、消防庁長官が定める基準に適合するものであること。
- 十 蓄圧式の粉末消火設備には、使用圧力の範囲を緑色で表示した指示圧力計を設けること。
- 十一 選択弁は、第十九条第五項第十一号イからハまでの規定の例によるほか、消防庁長官が定める基準に適合するものであること。
- 十二 貯蔵容器等から噴射ヘッドまでの間に選択弁等を設けるものには、当該貯蔵容器等と選択弁等の間に消防庁長官が定める基準に適合する安全装置又は破壊板を設けること。
- 十三 起動用ガス容器は、第十九条第五項第六号並びに第十三号イ及びハの規定の例によるほか、次のイ及びロに定めるところによること。
- イ その内容積は、〇・二七リットル以上とし、当該容器に貯蔵するガスの量は、百四十五グラム以上であること。
- ロ 充てん比は、一・五以上であること。
- 十四 起動装置は、第十九条第五項第十四号イ、第十五号及び第十六号（同号ハを除く。）の規定の例によること。
- 十五 音響警報装置は、第十九条第五項第十七号の規定の例によること。
- 十六 全域放出方式のものには、第十九条第五項第十九号イに規定する保安のための措置を講じること。
- 十七 非常電源及び操作回路等の配線は、第十九条第五項第二十号及び第二十一号の規定の例によること。
- 十八 消火剤放射時の圧力損失計算は、消防庁長官が定める基準によること。
- 十九 第十二条第一項第八号の規定は、粉末消火設備について準用する。
- 二十 貯蔵容器等、加圧ガス容器、配管及び非常電源には、第十二条第一項第九号に規定する措置を講じること。

5 移動式の粉末消火設備の設置及び維持に関する技術上の基準の細目は、第十九条第六項第二号から第五号の二まで並びに前項第一号、第二号、第三号イからホまで、第四号から第七号まで及び第十号の規定の例によるほか、次のとおりとする。

- 一 道路の用に供される部分に設ける粉末消火設備に使用する消火剤は、第三種粉末とすること。
- 二 ノズルは、次の表の上欄に掲げる消火剤の種別に応じ、一のノズルにつき毎分同表下欄に掲げる量以上の消火剤を放射できるものであること。

消火剤の種別	消火剤の量
第一種粉末	キログラム 四十五
第二種粉末又は第三種粉末	二十七
第四種粉末	十八

- 三 ホース、ノズル、ノズル開閉弁及びホースリールは、消防庁長官が定める基準に適合するものであること。

付録5 火災実験報告_付記

株式会社 初田製作所
生産本部 商品開発課

○室内温度の上昇と危険域の判断について

本実験では、ダクト内温度が400℃に達した場合に、実験継続に危険があると判断し、強制消火を行うものとした。実際には、400℃の数値を持って強制消火に至った実験はなかったが、この数値について以下に理由を述べる。

本実験で使用した熱電対は繰り返しの実験に耐えうる耐久性を考え太さ1.6 mmと選定した。これは太さ1 mm以下の熱電対に比べれば応答速度はやや遅く、また火炎中などの極高温下に置いた場合には熱損失も若干大きくなる。このため、火炎の内部に熱電対を置いた場合も火炎温度の測定値は実際よりも低く表示される。実際に本実験でも4つ火皿の内側、火炎の根元付近の温度を測定できるように熱電対を配置しているが、この測定結果はおおむね400℃台から700℃台以下の数値を示した。消火開始直前の最も火炎が発達したと見られる付近でも、火炎温度として700℃を超える数値はほとんど示されていない。

さらに、事前検証実験で行ったn-ヘプタン火災4つの実験では、ダクト内の熱電対の測定温度が500℃を超えた頃から一部天井およびダクト接合部からの火炎の噴出を確認している。

以上をふまえ、ダクト内の測定温度が400℃を超えた場合には、火炎ないし火炎先端がダクト内部の中央近辺（熱電対の設置位置）まで吸い上げられているものとみなし、他の条件での実験実施を継続するに当たって、実験設備保護の観点から強制消火を行うべきと判断した。

○温度測定結果について

本実験の結果、燃焼時間が経過するごとに下方に設置した熱電対の測定温度が高くなる傾向が見られた。特に、この傾向は自然換気条件下で顕著であった。参考とした文献[1]では、実験室のサイズが若干異なるものの、温度は上方に行くほど高くなっており、本実験と傾向が異なる。

今回の実験では、熱電対に火炎からの放射熱を遮断するような被覆処理を行っておらず、また、事前検証実験等の影響で熱電対はやや煤けており、放射熱を吸収しやすい状態にあった。このため、特に火炎に近い下方に設置された熱電対は火炎からの放射熱を吸収し、雰囲気温度とは異なる数値を示したものと推測される。他方、実験室の上部に設置した熱電対は火炎から距離が遠く、加えて煙の降下によって放射熱が遮断されたものと考えられる。これは、特に排煙量の少ない自然換気の下で下方と上方の温度に差が見られること、燃焼の初期段階では下方の温度を上回っている“CH2”および“CH3”の測定値が、時間経過にしたがい下方の“CH4”～“CH6”の測定値に上回られていることから

も推察できる。すなわち、煙層の降下によって“CH2”、“CH3”に対しては放射熱が遮断された形となり、放射熱の吸収が続いていた下方の熱電対“CH4”～“CH6”の測定値が上方を上回ったものと考え得る。

これに対して、文献[1]は燃料に都市ガスを使用しており、計算値にも完全燃焼時の発熱量を用いていることなどから、比較的すすの発生が少なく、放射率も低い状態の燃焼実験だったと推察される。したがって、文献[1]は放射熱の影響の少ない雰囲気温度の測定結果であり、本実験の結果と傾向が異なったことが考えられる。

本実験では機関室内の火災時の温度上昇や温度分布を見ることは目的に含まれず、実験精度の面でも上記のような放射熱量の加算が含まれたことが考えられる。したがって、本実験の温度データについては参考値として取り扱われたい。

○設計火源と室温上昇について

今回の面積 0.25 m² の灯油燃焼は、定常に達した場合で発熱速度 (Heat Release Rate) は、概算で火皿 1 つあたり 320 kW 程度に達すると算出される。

発熱速度 \dot{Q}_c の算出には以下の式を用いた。[2]

$$\dot{Q}_c = \dot{m} \Delta H_c A_f \quad (1)$$

$$\dot{m} = \dot{m}_\infty \{1 - \exp(-k\beta D)\} \quad (2)$$

\dot{m} : 燃料蒸発速度、 ΔH_c : 発熱量、 A_f : 燃焼面積、 \dot{m}_∞ : 定常燃料蒸発速度、 k : 消火係数、 β : 修正平均光路長、 D : 直径 (今回は火皿 1 辺の 0.5 m を用いた)

また、それぞれに用いた数値は下記のとおりである。[2]

$$\dot{m}_\infty = 0.039 \text{ [kg/m}^2 \cdot \text{s]}, \quad k\beta = 3.5 \text{ [m}^{-1}\text{]}, \quad D = 0.5 \text{ [m]}, \quad \Delta H_c = 44.1 \text{ [kJ/g]}$$

このとき、計算上の火炎高さ H_f は下記の式 (3) より、約 2.3 m と算出される。単独の自由燃焼実験時の火炎高さは、最も発達した時で 2 m をやや上回る程度に達しており、この点から見ても、上記の発熱速度はおおむね現実に近い数値と考えられる。

$$H_f = 0.23 \dot{Q}_c^{2/5} - 1.02D \quad (3)$$

この火皿が 4 つで単純に 4 倍の発熱速度と考えれば、本実験の発熱速度は 1.2 MW となる。

また、事前検証実験として行った n-ヘプタンの燃焼実験では、発熱速度は約 600 kW 程度と推算され、灯油の倍の 2.4 MW の実験だったと考察される。

[参考文献]

[1] 「中型火災室模型を用いた加圧防排煙に関する実験的研究 (1)」(日本火災学会)

[2] An Introduction to FIRE DYNAMICS 2nd Edition, D. Drysdale, JOHN WILEY&SONS, (1998)