機関室通風装置装備基準 (その1:一般及び設計計画)*

機関研究委員会
機関第三研究部会

Instruction of Engine Room Ventilating System
(First Report; General and Planning of Design)

By Machinery Plant Committee Group III

For the design of the engine room ventilating system, designers have to refer to many informations and synopses. This paper is convenient as manual to plan or design it from the initial stage to the final stage.

Principal contents are as follows.

- (1) General; kinds of ventilating fans, arrangement of ventilating system etc.
- (2) Planning of design; procedure, distribution of flow, arrangement, calculation of friction loss etc.

Detail design will be described in the 2nd report.

まえがき

機関室通風装置の設計要領としては、これまで計画から詳細設計に至るまでの全設計過程を網羅したものが無く、当学会としても概要のみを記述した便覧の外には、通風機要目決定基準及び通風ダクト抵抗計算基準がとりまとめられているにすぎない。そのため設計者は散在する各種資料に基づき、設計を行っているのが現状である。そこで主として造船所設計者を対象にして、計画設計から詳細設計段階までの設計を行うに際し、作業手引となるものでしかも基本計画担当者にも役立つ内容のマニュアルを作成することとした。

構成内容は、一般、設計計画、詳細計画の3編に分けそれぞれ設計手順に従って記述を行った。その主な内容は、

- (1) 一般として、機関室通風の一般、通風機、通風装置の構成
- (2) 設計計画として、設計手順、風量配分、吹出及び吸込口の位置、通風機の配置、通風系統図の作成、通風路装置のレイアウト、抵抗計算書の作成

(3) 詳細設計として、設計手順、通風路の導設法及び通風路装置図の作成、ダクト材料、継手部の形式、ダクト支持法、ダンパーと吹出口の種類などとした。作成にあたってはディーゼル船を対象とした。なお、紙面の都合上、本文や図表を一部割愛した。また、本学会誌には2回に分けて報告することとした。

*原稿受付 昭和60年2月23日

1. 一般

1.1 機関室通風の一般 機関室通風をより効果的に行うためには、適切な通風機の選定、通風機の機能を十分発揮することのできるダクト計画、機関室全体の空気の流れを考慮した風量配分計画、吹出口の配置計画などの詳細計画が必要である。機関室通風装置は、機関室の換気が主目的であるが、この中には次の機能を含んでいる。

- (1) 機関室内における良好な作業、居住環境の維持
- (2) 熱源機器(例えば、ボイラ、廃油焼却炉、蒸気系艀装品等)からの放熱による機関室内の温度上昇を防止し、高温雰囲気中における機器、電気品のトラブルをなくす
- (3) 機関室内に滞留するベーパー、湿気を取り除き、機器、電気品のトラブルをなくす
- (4) 引火性ガスの滞留をなくし、火災を予防する
- (5) 機器(ディーゼル機関、ボイラ等)を機能的に運転、制御するために必要な空気を供給する。

1.2 通風機

1.2.1 種類

1) 構造上の分類 通風機をその構造から分類すると遠心式及び軸流式に大別できる。一般に、機関室の通風は低静圧・大容量が要求されるため、通風機は軸流式が採用されている。

2) 機能上の分類 通風機をその機能面から分類すると、給気通風機、エヤワッシャ付給気通風機、排気通風機及び可逆式通風機に分けられる。

a) 給気通風機 給気通風機は、大気から清浄な空気を吸込み、機関室内の機器類の保守、作業環境の維持のため通常2~4台装備される。

b) エアーワッシャ付給気通風機 鉱石、石炭、穀物、その他ほこりっぽい貨物を運搬する貨物船では、荷役中に発生する粉塵で、船の周囲は空気が著しく汚染され、船内への給気が不可能となる。エアーワッシャはこれらの粉塵を除去するために装備される。

c) 排気通風機 機関室の清浄機室または区画のように、ベーパーが多量に充満し火災発生の危険が多い箇所には、専用の排気通風機が装備される場合が多い。通常排気は煙突または排気通風筒を径由して大気に解放される。また、機関室上部のように熱気のこもる箇所にも専用の排気通風機を装備する場合もある。

d) 可逆式通風機 航海中の機関室の換気と給気は給気通風機により、また排気は主機、補助ボイラ、ディーゼル発電機などにより行われるが、停泊中はそのバランスが崩され、また機器類の解放、点検、その他船内工事のために室内に多量のベーパーまたはガスが充満する。そこで、適宜給気通風機を排気通風機に切り換えて、ベーパーを船外に吐出する。以上述べたように、必要に応じて給排気に使用可能な通風機を、可逆式通風機と呼んでいる。通常数台の給気通風機のうち、1~2台を可逆式通風機としている場合が多い。

1.2.2 通風機の要目 通風機の要目は、容量と静圧で次の如く表わされる。

$$Q (\text{m}^3/\text{min}) \times H (\text{mmAq})$$

1) 通風機の容量 通風機の容量は、主機、ボイラ、発電機等の機器類の所要空気量と、機関室の換気回数及

び機関室内の許容温度から決定される¹⁾。

2) 通風機の風圧 通風機の風圧は、一般に静圧で示される。

a) 給気通風機 給気通風機の風圧は、一般に30~50 mmAqであるが、通風系統中に特に大きな抵抗となる付属物(例えば、エアーワッシャ、サイレンサ)が装備される場合は、これらを考慮して決定する。

b) 排気通風機 排気通風機の風圧は、一般に15~20 mmAqであるが、特定区画から長い排気ダクトを経て機関室外に排気される場合は、通風路の摩擦抵抗を考慮して風圧が決定されなければならない。この場合、30~50 mmAqとした実例がある。

1.3 通風装置の構成

1.3.1 給気通風装置の構成(図1) 一般的な構成は、次のとおりである。(1)吸気部:吸気口及びダンパ

図2 排気通風機装備の一例
機関室全体の排気を行う場合

図1 分岐ダクト方式による通風装置の一例

図3 清浄機区画排気通風機装備の一例

一、(2)通風機、(3)通風路:主幹ダクト(船体付型、独立型)及び分岐ダクト、(4)吹出口:吹出口及びダンパー

1.3.2 排気通風装置の構成(図2、図3) 機関室排気を行う場合の一般的な構成は、次のとおりである。

(1)吸込口、(2)通風機、(3)排気口及びダンパー

2. 設計計画

ディーゼル船の機関室の通風には、一般に機械通風が採用されている。そこで機械通風装置を対象とした設計計画の詳細を、以下に記述する。

2.1 設計手順 機関室通風装置の計画は、一般に以下に述べるような手順により行われる。

1) 仕様書の確認 機関部仕様書により、使用される通風機(給気、排気通風機、可逆式通風機等)の要目、台数、種類及び通風装置に関する特殊仕様を確認する。

2) 一般配置図の確認 通風機の装備位置及び吸排気口の形状を確認する。

3) 風量配分計画 機関室全体及び特殊区画に対する通風量が十分であることを確認し、通風方式を決定の上、各通風区画に対する風量配分を計画する。一般に採用されている機関室の通風方式には、(a)主幹ダクトによる機関室全体通風方式、(b)分岐ダクトを主体とした部分通風方式、(c)全体通風方式と部分通風方式の併用、がある。

4) 通風機の配置及び吸、排気口の計画 機関室全体の配置及び居住区との位置関係を調査し、通風機の設置位置を決定する。同時に、吸、排気口の形状、位置を検討し、機能を満足し、かつ振動・騒音に対し考慮された形状、構造、配置が決定されなければならない。

5) 通風路系統図の作成 通風路系統図は、通風装置の詳細設計に展開しやすく、かつ通風ダクトの抵抗計算に便なるよう、種々のデータが記入される。例えば、各通風区画に対する風量配分計画に基づき、風量、ダクト寸法、風速、吹出口の位置、吹出口の数、分岐ダクトの位置等が記入される。一般に計画されている通風装置は、次のとおりである。

- (a) 主ダクト内風速 10~15 m/sec
- (b) 吹出口の風速 7~13 m/sec
- (c) 吹出口のダクト寸法 短辺 200~300 mm
長辺 350~450 mm
- (d) 吹出口の数 30個~70個*

* 通風方式により、吹出口の数は大幅に変る。

6) 通風路のレイアウト 機関室全体の通風路装置計画、即ち通風ダクトの導設計画であり、通風路系統図に基づき、通風機の吸排気口より主幹ダクト、分岐ダクト及び吹出口の配置を検討し、計画図に記入する。本計画にあたっては、艤装工法に合った通風ダクトの導設、ダクトと船体構造、配管や電路との位置関係が調整されなければならない。同時に、甲板及び隔壁の貫通位置の

検討も必要である。

7) 通風路抵抗計算書の作成 仕様書に記載された通風機の性能を満足する通風装置であることを確認し、あわせて各通風区画への風量配分が、計画どおりなされるダクト配置となっているかどうかを検討するために、本計算を行う。給気ダクトの場合、給気通風機に近い程、ダクト内の静圧は高く、末端に近づくにつれ低くなっていく。したがって、ダクト計画が悪いと、極端な場合、末端ダクトからの吹出しがほとんどない状態が起り得る。このような不均一な流れをなくし、計画どおりの風量配分が得られるダクト配置、ダクト寸法の決定は、通風機の性能を満足するために重要なことである。

8) 通風路装置図の作成 通風路装置図は、前記設計計画1)~7)に基づき、機関室内の船体構造物、補機、配管、電路、その他艤装品との位置的調整をしながら、作成されなければならない。一般に、通風ダクト、ダンパー、吹出し口等は本装置に基づき製作され、船内に取付けられる。したがって、本装置図には、ダクト寸法は勿論のこと、分岐ダクトの取付け要領、ベントダクトの形状及び寸法、ダクトの板厚、ダンパーの位置、甲板貫通部の要領、その他ダクトの取付け位置を示す詳細な各部寸法等が記入される。

2.2 機関室内の風量配分 機関室内の風量配分は、機関室全体の換気を効果的にを行い、換気不充分のため滞留した熱気による作業環境の悪化、電気品の損耗、機器類の過熱による損傷、その他多湿空気による自動化機器の機能阻害、ペイントのはく離などのトラブルを防止し、機関室内の温度上昇が許容値以上にならないようにするために、通常各甲板ごとの容積及びその区画にすえ付けられている機器に応じた換気回数によって決められている。なお、機関室内に供給された空気は、主機、ボイラー、ディーゼル発電機などの燃焼空気として消費され、残余空気は化粧煙突、天窓、排気通風機、排気通風筒などを通して大気に放出される。そのため、機関室内を一つの大きなボックスと考え、空気の入出のバランスをとるように風量を決定する必要がある。

1) 換気容積 V (m^3) 機関室容積から、次の容積を除外して考える。

(換気箇所)	(換気容積から除外する箇所)
上 甲 板	・エコノマイザ ・上甲板上3m以上の空間*
第 2 甲 板	・船体付タンク、大形タンク ・エンジンオープニング*
第 3 甲 板	・船体付タンク、大形タンク ・エンジンオープニング* ・ボイラ
下 部 床	・船体付タンク、大形タンク ・主機 ・床下

* 下部よりの排出空気が吹き上げ、これによる換気が行われるため、換気容積から除外する。

2) 吹出口位置と換気回数 通風量の配分は、機器の性能及び保守の見地から、おもな空気消費場所である主機過給機、補助ボイラ、及びディーゼル発電機周辺に極力多くの新鮮空気を配分し、なおかつ、機関室内の作業環境が悪くならないように決められる。以上の考え方より、機関室への風量配分は、次に示す程度に押えられ、残りの風量のほとんどは、主機過給機付近に供給される。なお、通風量は、 $\text{通風量}(Q \text{ m}^3/\text{h}) = \text{換気回数 } n \text{ 回}/\text{h}) \times \text{換気容積}(V \text{ m}^3)$ で示される。

(a) 熱源箇所(約 20 回/h) エコノマイザ付近、補助ボイラ付近、ディーゼル発電機付近、主機上段付近、カーゴオイルタービン付近、各種加熱器付近

(b) 空気を必要とする箇所(約 20 回/h) 主機過給機付近、ディーゼル発電機過給機付近、補助ボイラ送風機付近、空気圧縮機付近、廃油焼却炉付近

(c) ペーパー類の発生箇所(約 20 回/h) 清浄機付近

(d) 空調機装備箇所(約 10 回/h) 機関制御室、工作室

(e) その他換気を要する箇所(約 15 回/h) 機関室倉庫、電気倉庫、主機操縦ハンドル付近

3) 吹出口の形状 吹出口の形状は、通風場所により、表 1 に示されるように使い分けられる。

表 1 吹出口の形状

形 状	風 向	適 用 箇 所
固 定 式		一 般 用
回転式	バンパーカーラー	機関工作室(空調)、機関制御室区画のように、作業性、美観性が要求される箇所。
	回 転 式	ディーゼル発電機、油清浄機、その他作業台が設置されている区画のように作業性が要求される箇所

4) 通風機の種類と吹出、吸込口位置 機関室の通風は、各々の通風機の特性を考慮する必要がある。

通 風 機	箇 所	吹出、吸込口位置
給 気	新鮮空気を必要とする箇所	機関制御室、機械工作室、ディーゼル発電機
可 逆 式	主機停泊時、排気通風機としても、さしつかえない箇所	主機過給機、油清浄機換気用
排 気	ペーパー、熱気類の滞留する箇所	清浄機、機関室上部

可逆式通風機は、停泊時逆転して排気通風機にする場合があるので、停泊時にも空気を必要とする箇所(機関制御室、機関工作室、ディーゼル発電機、補助ボイラ)には、通風路の導設を行わないのが普通である。また、吸込口の位置は、ショートフローを起こさぬよう吹出口との位置関係に十分注意する必要がある。

5) ダンパー ダンパーは、通風路、吸排気口等に設け、風量調節、通風のしゃ断及び風向の可変を目的として設けられたものであり、取付部のダクト形状、吹出口形状及び用途により、その形状は多種に及ぶ(形状の詳細や用途については後述)。ダンパーの選定にあたっては、その使用目的、ダクトの形状及び操作要領を確認の上、決定する必要がある。

6) 寒冷時の機関室の負圧対策 寒冷時に各吹出口のダンパーを閉じてしまったために、必要空気量に見合うだけの空気が供給されず、そのため機関室内が負圧となり、各種機関性能に悪影響を及ぼしたり、機関室出入口ドアの開閉が困難になる場合がある。これを防止するため、次の対策がとられている。

(a) 寒冷時用ダンパーの設置(デッキ裏、床下等、風が直接人に当たらず場所にダンパーを設け、寒冷時通風を行う)。

(b) ダンパーなしの吹出口の設置

(c) 自然通風筒の設置

2.3 通風機配置 機関室の通風機は、通常2～4台装備され、内1～2台は可逆式とする場合が多い。また、油清浄機室(区画)には、専用の小容量の排気通風機が装備される場合が多い。その他、機関室上部の熱気抜きに排気通風機が装備される場合もある。これら通風機の配置は、煙突構造、機関室の機器類の配置、居住区との位置関係及び通風機相互の位置関係により決定される。通風機配置の代表例を、図4～図9に示す。

近年、船舶の大形化に伴う通風機の大容量化で通風機自体の騒音も大きくなり、一方居住性も強調されるようになってきた。このため、居住区画への通風機の騒音も無視できなくなってきた。したがって、通風機が居住区画に隣接する場合には、次に示すような種々の対策が行われる。

- (a) エンジンケーシングを居住区分離型構造とする。
- (b) 通風管頭部を居住区画の反対側に向ける。
- (c) ファンルームで囲い、壁に吸音材を貼付ける。
- (d) ダクト、通風管頭部に吸音板を貼付ける。
- (e) ダクトをエンジンケーシングより離す。
- (f) 低騒音型通風機を採用する。
- (g) 通風機を防振支持とする。
- (h) 流速をおとす。

その他、通風機の配置上留意すべきことは、通風機に容易に近づくこと、開放スペースが十分であること、通風管頭部配置及び通風路の導設が容易であることなどである。

図 4

図 5

図 6

図 7

図 8

図 9

2.4 通風管頭部

1) 通風管頭部の選定 通風管頭部は、通風装置の一部分として機関室外から新鮮な空気を取り入れ、及び機関室内の汚れた空気を機関室外に排出するために装備される。その形状の選定にあたっては、通風装置としての機能面、あるいは船体の一部としての外観面の制約があるため、それぞれの条件を満足するものを選定する必要がある。一般に使用されている通風管頭部の形状には、次のようなものがある（詳細は後述）。

- (a) きのこと形通風筒
- (b) カウルヘッド形通風筒
- (c) T形通風筒
- (d) L形通風筒
- (e) 空気箱形吸・排気口（船体構造）

2) 通風管頭部配置上の注意事項

- (a) 機関室内への通風路の導設が容易であること。
- (b) 操舵室からの見通しを妨げない位置であること。
- (c) 吹気口の開口位置は、次の各ガスや排気を再吸入しないよう考慮すること。
 - ・ F.O.やL.O. タンクからの空気抜管からのペーパー
 - ・ 蒸気、排気系安全弁、逃出弁等の吹出し蒸気
 - ・ ディーゼル機関のギヤケース、クランクケースの空気抜管からのペーパー

- ・ギャレーその他, 居住区画からの排気
 - ・機関室からの排気(排気口及び天窓からの排気)
- (d) 排気口の位置及び開口方向の決定にあたっては, 排出された排気の流れを考慮すること.
- (e) 吸気口と排気口の位置関係は, 特にショートフローしないよう配慮すること.
- (f) 雨水や海水の飛沫が入らぬように, 場所や高さを選ぶこと.
- (g) 騒音に対する考慮が払われていること.
- (h) ルール要求を満足すること.

2.5 あとがき 以上のことを念頭におきながら, 通風系統図, レイアウト及び抵抗計算書を作成する(紙面の都合により, 本誌では割愛させていただいた). 計画段階が終わると, 次は詳細設計段階へと移ることになるが, 詳細設計は次回に報告することとしたい.

文 献

- 1) 機関研究委員会, 舶機誌, 6-6(昭46-6), 338.
(担当者: 三菱重工業(株)下関造船所 土井英輔)