

練習船勢水丸の居住区騒音を低くする試み

山口裕一郎・陣野哲朗・石倉 勇・内田 誠・上田和則
三重大学水産学部

A Trial on Noise Reducing in Living Quarters of Training Ship "Seisui Maru"

Yuichiro YAMAGUCHI, Teturo JINNO, Isamu ISHIKURA,
Makoto UCHIDA and Kazunori UEDA
Faculty of Fisheries, Mie University

In 1981, in order to reduce noise in the living quarters of the T. S. Seisui Maru, a soundproof compartment was built at the entrance to the engine room from the upper deck and the door was doubled.

The noise level was measured before the reconstruction, and afterward studied the noise insulation effect in each compartment, the result was that the noise level reduced in each compartment by the extra door was only 1~2 dB (A).

However in opening the doors one by one going in and out, the high pitched gas propagation waves that previously came from the engine room when the door was opened, no longer came out to the living quarters, and as result the noise level near the engine room could be constantly held below 80 dB (A).

This shows that consideration of the movement of people on board when deciding the location and construction of compartment, can significantly affect noise insulation within the hull. This is a matter worth noting in designing a small vessel.

船内の生活環境向上を考える場合、騒音を低くすることは重要であるが、内燃機関を動力源とする小型船舶にとって機関室からの騒音伝搬を防ぐことは極めて困難である。

著者ら(1981)は勢水丸の船内諸室の騒音レベルを調査したところ、主機関と発電機1台を運転して航走中の船内居住区の騒音レベルは65~88dB(A)であった。

機関室への入口扉に近い食堂と機関長室の騒音は特に高く、部屋の入口扉を開いている時に上甲板上の通路から機関室へ出入する者がいて機関室への入口扉を開けると、両室の騒音レベルは85~88dB(A)に達した。

勢水丸は1981年、上甲板から機関室に入る入口に小区劃を作り、扉を2重にした。著者らは1982

年の実習研究航海において改造後の船内騒音レベルを計測し、1980年の資料と比較検討を行なった結果若干の知見を得たので報告する。

船内諸室の配置と構造

Fig. 1 は船内諸室の配置と隔壁・天井の構造図である。室番号⑤・⑨・⑩・⑫・⑬の諸室の壁と天井は内張を施さず、床面は甲板の上にセメントまたはデッキコンポジション（ラテックス）を施している。室番号⑪・⑬・⑭の床には機関室からの遮音のため、特に40mmの木甲板と厚さ9mmの合板を重ね、さらにその上を2mmのビニールタイルで覆っている。他の室の床は木甲板上に厚さ8mmのラテックス施工、その上を2mmのビニールタイルで覆っている。

増設した扉はZである。Y扉は従来からのもので厚さ1.6mmのアルミ板2枚を用いた中空構造、出来上り厚さ35mmであり、新設扉Zは厚さ1mmのアルミ板2枚を用いた中空構造、出来上り厚

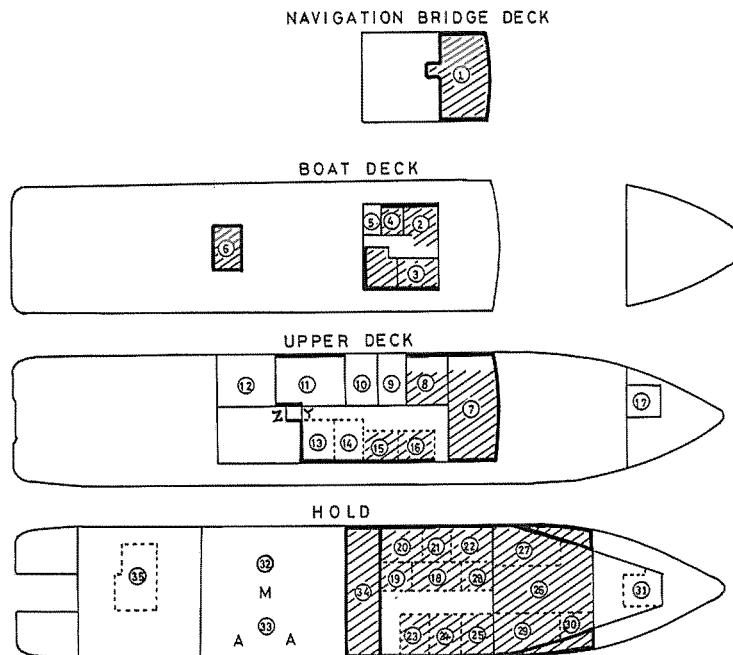


Fig. 1. Arrangement and construction of each room.

Solid line : steel bulkhead, dotted line : wooden bulkhead, thick solid line : bulkhead used sound-proofing material, oblique line : ceiling lined with sound-proofing material.
 Observed rooms : ① wheel house ② instrument room ③ radio room ④ aircondition-unit r. ⑤ water boiler r. ⑥ winch control r. ⑦ laboratory ⑧ captain r. ⑨ bath r. ⑩ toilet ⑪ mess r. ⑫ galley ⑬ chief engineer r. ⑭ professor r. ⑮ 2nd officer r. ⑯ chief officer r. ⑰ toilet ⑱ resting space ⑲ crew (A) ⑳ crew (B) ㉑ boatswain and No. 1 oiler r. ㉒ crew (C) ㉓ 2nd engineer r. ㉔ 1st engineer r. ㉕ professor r. ㉖ student mess r. ㉗ student r. (3) ㉘ student r. (2) ㉙ student r. (1) ㉚ spare r. ㉛ bow-thruster r. ㉜ engine r. port side ㉝ engine r. starboard side ㉞ engine control r. ㉟ ice chamber lobby
 M : Main engine A : Dynamo engine Y · Z : Door of engine room

さ36mmである。

小区劃の右舷側壁は厚さ50mmのグラスウール吸音板を厚さ4.5mmの鋼板と厚さ3mmの木製化粧合板ではさんだ防音壁である。左舷側壁は食堂と接する従来の隔壁をそのまま用いている。天井は従来のままであるが、床面は4mmの鋼板上にローンテックス40mmを張りつめた。

測定に使用した機器と測定方法

船内騒音の主な発生源としては主機関・発電機及びプロペラが挙げられ、音源からの伝搬は廊下等を通る空気伝搬と隔壁・床・天井等の船体構造物を伝わる固体伝搬が考えられる。

風浪等外部からの影響も考慮すべきであるが、今回の測定期間中の風速は0～3 m/secであったので前報と同様に風浪の影響は殆んどないものと考えた。

測定は主機関回転数690 r.p.m.で航走中、発電機1台を運転し、船内空調機作動中で行なわれた。従ってプロペラの回転による騒音も当然発生しているが、機関室が後部船艙甲板に配置されているのですべてを機関室からの騒音とした。

騒音レベルの測定には1980年の測定と同じ普通騒音計 Type 1015及び1/3オクターブバンドフィルター Type 3309Aを用いた。

またカセットテープレコーダー CF-1775 (SONY) を用いて騒音を録音し、スペクトラム・アナライザー TR-9305 (TAKEDA・RI・KEN) によって周波数解析を行なった。

1980年と同様 Fig. 1 に示すように船内に35箇所を選定し、各部屋の中央床面上1.2～1.5mの高さでマイクロホンを上方に向けて設置し、周波数補正回路のA特性と平坦 (Flat) 特性について各点少くとも10秒間の連続した読取を行ない、その平均値をとった。

ここでA特性値は騒音の感覚的な大きさをあらわし、人間が聞いた音の大きさと近似的に対応する値であり、F特性値は音圧レベルをあらわす値である。

結果と考察

Fig. 2 は各室で計測した騒音レベルを示す。実線は各室入口扉と機関室への入口扉Y・Zを開いた状態での計測値であり、1点鎖線は各室入口扉を開き扉Y・Zを両方共閉めた状態、2点鎖線は各室入口扉を閉め扉Y・Zを両方共開いた状態、点線は各室扉と扉Y・Zを閉めた状態の測定値である。

各室における実線と2点鎖線の差は機関室への入口扉Y・Zを両方開いた時の各室扉の遮音効果を示す値である。図の上段に示す上甲板上の諸室では扉の開閉による騒音レベルの差が大きく、各室扉の相対的な遮音効果はA特性で約10dBであったが、F特性では5dB前後であった。

調理室⑫・トイレ⑩・浴室⑨では扉を閉めても高い騒音レベルを示し、音源からの距離の増加に伴う他室の測定値の減少カーブから飛び抜けて離れている。⑫は機関室に接する隔壁が鋼板1枚であり、機関室からの透過音が扉の開閉による空気伝搬音の遮断量を大きく上回っているためと考えられ、⑩・⑨の両室も壁面に内張りがなく、床面の構造の影響もあって⑫と略同様の状況と考えた。

図の下段に示す船艙甲板上の諸室においては、入口扉の開閉による騒音レベル(A)の差が上甲板上の諸室の約1/2であった。このことは扉の効果が小さいためではなく、通路を通して伝搬する空気伝搬音が減衰しているためである。

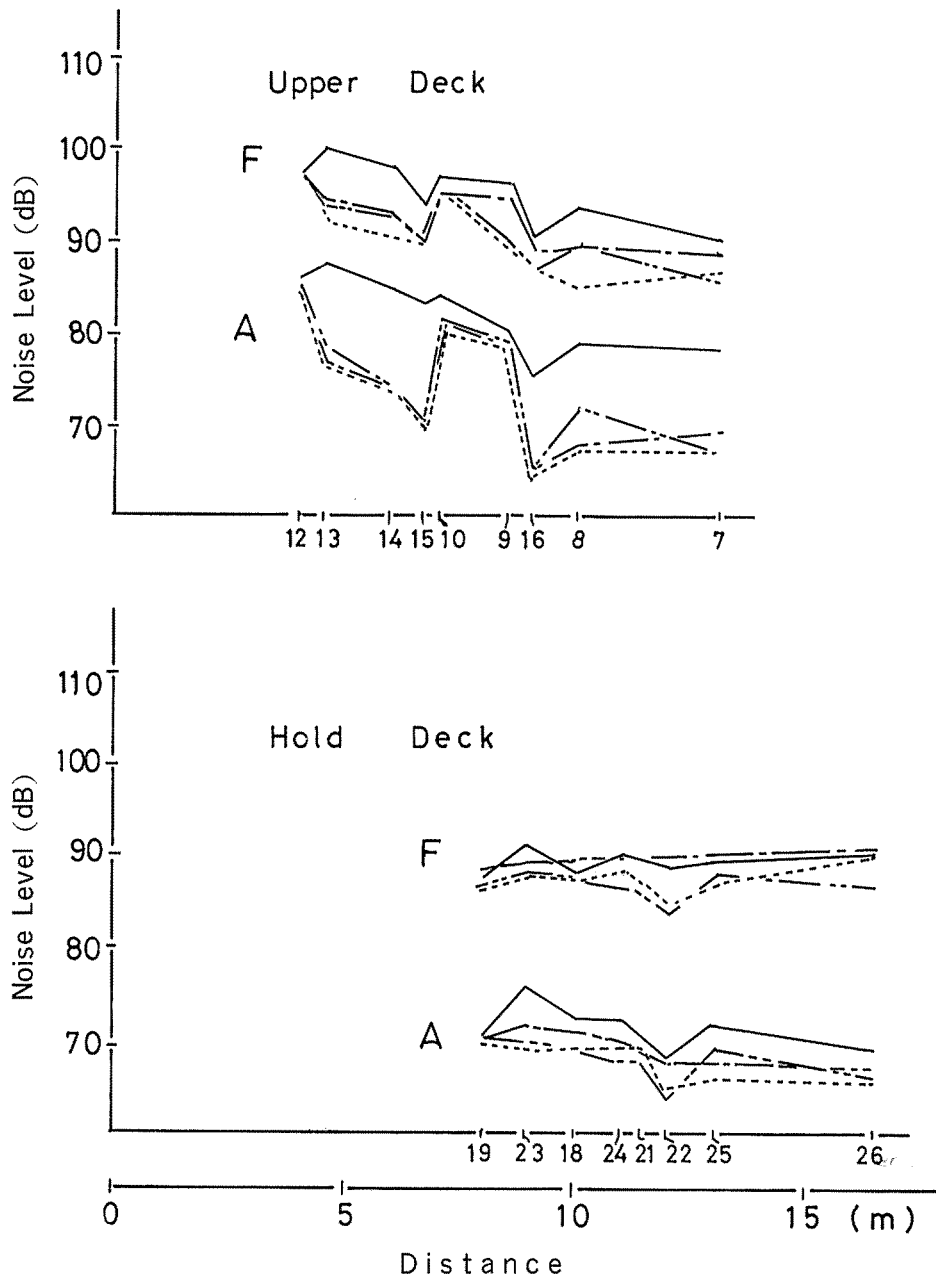


Fig. 2. Distribution of noise level dB (A&F) in each room, navigating with the main engine, the dynamo engine and the air-conditioner.

Distance : The shortest distance between main engine and each room.

Remarks : On the aspect of each door. ——— : Opening Y and Z door, opening each room door. - - - - - : Shutting Y & Z door, opening each room door. - · - · - : Opening Y&Z door, shutting each room door. ····· : Shutting Y&Z door, shutting each room door.

図中の実線と1点鎖線の差は、機関室からの空気伝搬音が、扉Y・Zの閉鎖によって、扉を開放中の各室の騒音レベルをどれだけ下げているかを示す値であり、上甲板上の二等航海士室⑮・機関長室⑬・教授室⑭・船長室⑧・研究室⑦では11～12dB(A)であった。

船艙甲板上の諸室では5～3dB(A)であった。

⑫・⑩・⑨における騒音レベルの差が2～3dB(A・F)と小さい値であることは前述と同様の原因であろう。

次に Fig. 2 の1点鎖線と2点鎖線の隔りによって各室の騒音レベルを比較すると、その差は小さく0～4dB(A・F)であった。各室の音環境に影響するY・Z両扉と各室入口扉の遮音効果は略同じと考えて差支えなかろう。

船内居住区の騒音が問題になるのは、室内で知的作業にたづさわる時や、睡眠・休憩時であり、この様な時は通常部屋の扉は閉めている。この状態で機関室への出入のため上甲板上の扉Y・Zが開けられると Fig. 2 の2点鎖線の状態になるので、各室内の騒音レベルは点線と2点鎖線の差だけ高くなる。この値は図から上甲板上の諸室ではA・Fとも0～5dBであるが、船艙甲板上の諸室では殆んど0に近いことがわかった。

上甲板上の諸室において、各室の入口扉を開いた状態で扉Y・Zを両方とも閉めた場合と扉Yを閉めZを開いた場合について、各室内の騒音レベルを測定した結果 Fig. 3 に示すようになった。

図によれば扉Y・Zを両方閉めた時と扉Yだけを閉めたときの各室の騒音レベルは余り変わらないことが判った。

このことは扉による騒音の遮閉効果を考える場合かなり重要であると考えたので、居住区騒音の主要な発生源と考えられる機関室からの騒音の伝搬状況を知るため、空気伝搬系路の第1関門であ

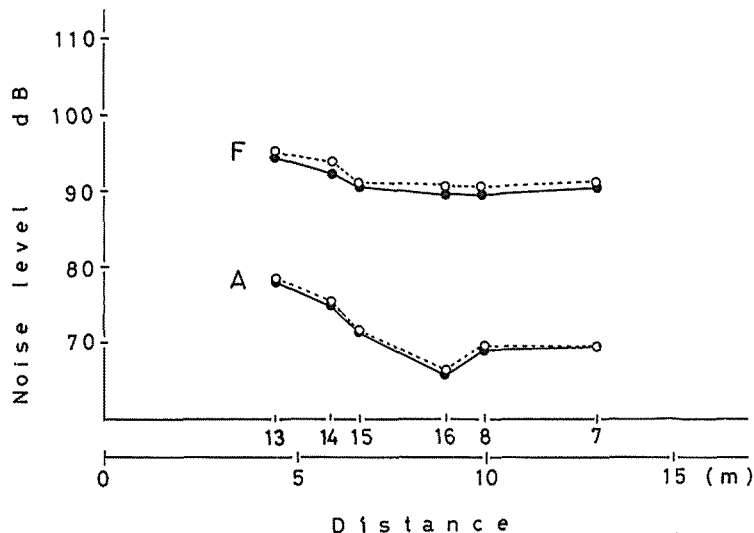


Fig. 3. Distribution of noise level dB (A&F) in each room, navigating with the main engine, the dynamo engine and the air-conditioner.

Distance: The shortest distance between main engine and each room.

Remarks: —○—○—: Shutting Y&Z door, opening each room door. ······: Shutting Y door, opening Z door, opening each room door.

る扉Y・Z付近で、機関室入口に近い通路上扉Yから船首方向に50cmの P_1 、扉YとZの中間の P_2 及び扉Zから50cm隔った機関室内の P_3 の騒音レベルを、扉Y・Zを閉めた状態と扉Zを開きYを閉めた状態で計測した。

結果は Fig. 4 に示すようであり、扉Y・Zを両方とも閉めると扉Zによって P_2 の騒音レベルは P_3 より19dB(A)、9 dB(F)低下し、扉YでA 特性値はさらに5 dB低下するがF 特性値は下っていなかった。

また扉Yだけを閉めた場合には、 P_3 と同レベルの P_2 の騒音レベルが P_1 では扉Yによって22dB(A)、7 dB(F)低下していた。

この結果からも扉Y・Zの閉鎖と扉Yの閉鎖で P_1 の騒音レベルはわずか2 dB (A・F)しか変わらないことが明らかとなった。このことは P_1 の測定値には扉Y・Zからの透過音だけでなく、周辺からの透過音や固体伝搬音が相当含まれていることを示している。

そこで機関室入口付近の騒音について、その周波数成分を検討するため、機関室内 P_3 での録音と扉Y・Zを両方とも開いた時の P_1 での録音をスペクトラムアナライザーによって解析したところ Fig. 5, Fig. 6 に示すようになり、騒音スペクトルは200Hzから1 KHzにわたって卓越していた。

一方扉Y・Zを閉めた時の P_1 の騒音スペクトルはFig. 7 のようで、1 KHz以上の帯域の騒音レベルはかなり減少しているものの、200Hz付近の騒音の周波数成分音圧レベルは Fig. 5, 6 と殆んど同じであった。このことは扉の遮音効果は1 KHz以上の周波数帯の空気伝搬音に有効であることを示し、扉の数が増えても騒音レベルがそれ程下らないのはこのためであろう。

さて以上の結果からだけでは扉Zの効果が殆んどないことになるが、このことから扉Z増設の意味がなかったとは云えない。

扉の開閉は船員が船務遂行上船内を移動するために行なわれるので、騒音の伝搬状況も機関室への人員の出入に伴う扉の開閉の時間的経過を加味して検討しなくてはならない。扉Y・Zは油圧自

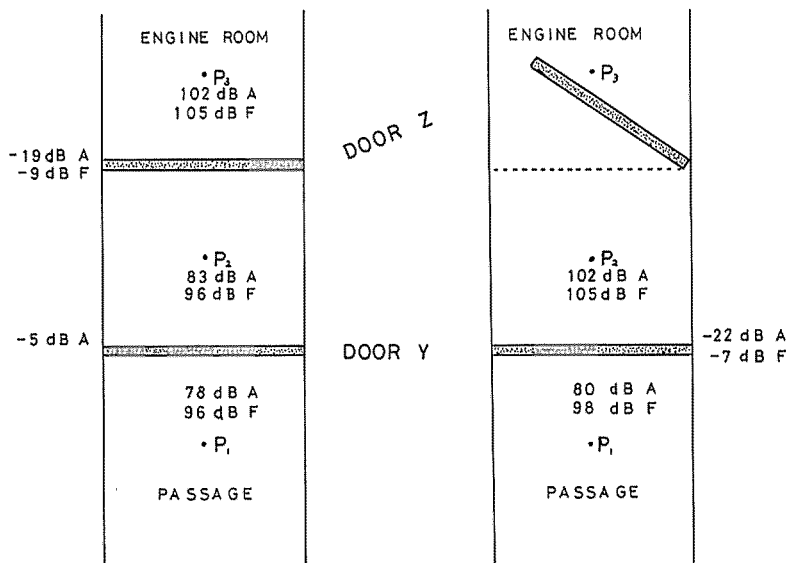


Fig. 4. Left figure : Distribution of noise level nearby the entrance to the engine room.
Right figure : Distribution of noise level after opening the door Z.

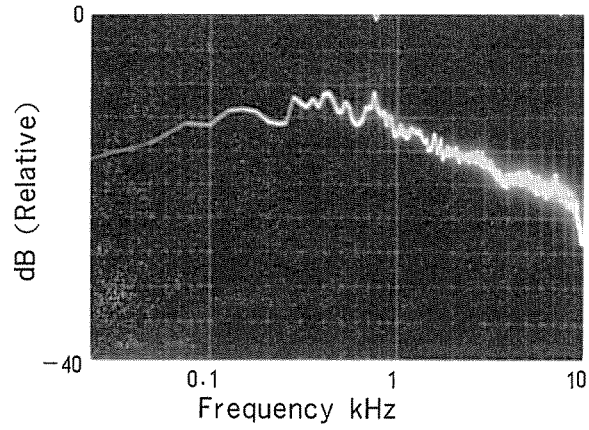


Fig. 5. Spectrum of noise observed on P₃.

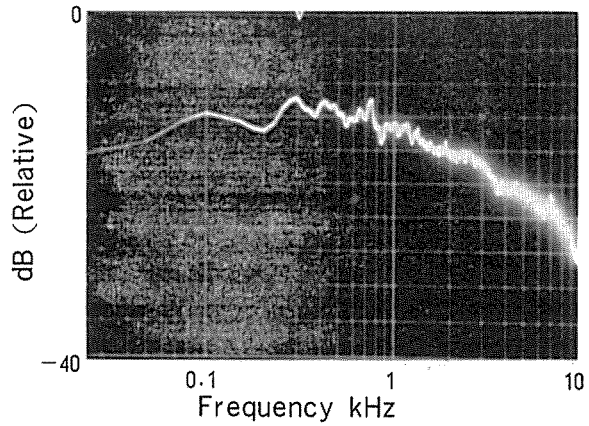


Fig. 6. Spectrum of noise observed on P₁, opening door Y & Z.

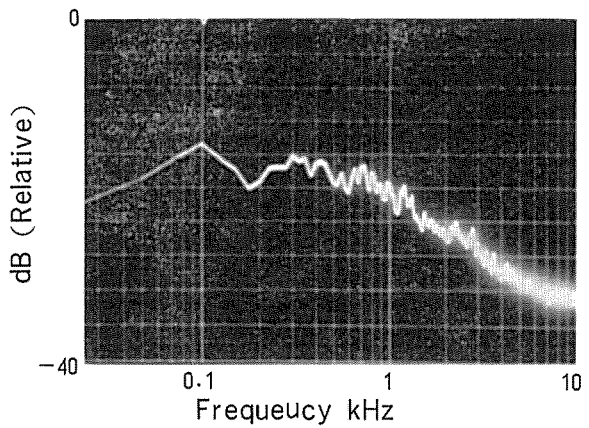


Fig. 7. Spectrum of noise observed on P₁, shutting door Y & Z.

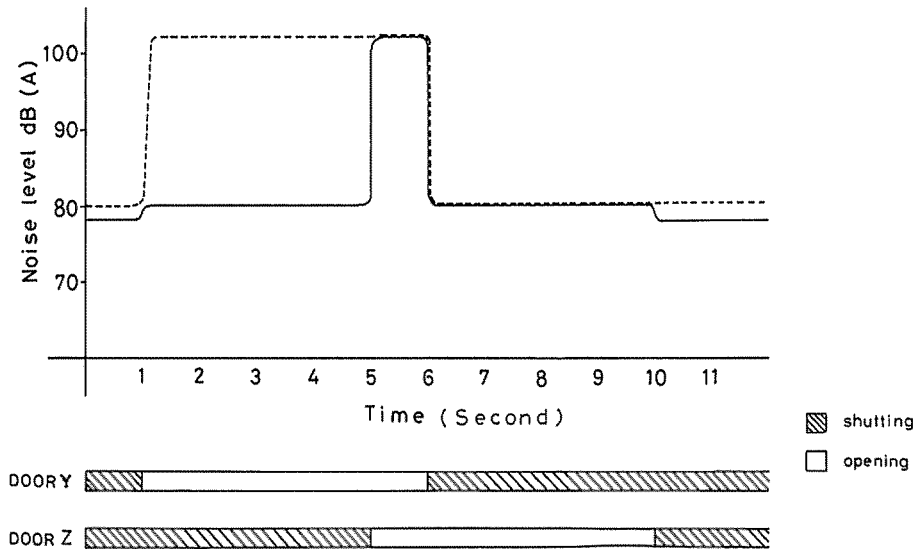


Fig. 8. Change of the noise level measured on P_1 , followed by opening and shutting the door. When a crew member entered engine room from passage, doors Y&Z were opened and shut as shown in the lower part. Following this, the noise level changed as shown with solid line. On the last experiment (there was no Z door) the noise level changed as shown with dotted line.

動閉鎖式であるため、扉を開けてから完全に閉まる迄に約5秒を要する。そこで船員が Fig. 4 の P_1 から扉Yを開けて P_2 に入り、扉Zを開いて P_3 に入る際に扉YとZが開閉される状況を経時的に調査したところ Fig. 8 の下欄に示す様になり、扉Y・Zが両方共開いている時間は約1秒間であった。

また各時間帯に対する P_1 の騒音レベル dB(A) は前述の結果から図上の実線で示す変化をたどり、機関室内の騒音レベルがそのまま P_1 に及ぶ時間は、船員の出入1回について約1秒間であることが判った。

扉Zがなかった時の P_1 の騒音レベルは図中点線で示すようであり、機関室内と略同レベルの騒音が船員の出入りごとに約5秒間 P_1 に放出されていた。

現状では出入者が P_2 で扉Zを開くのを約1秒遅くすることによって、 P_1 の騒音レベルを常時79 dB(A) に保つことが可能である。このようにして勢水丸における扉Y付近の騒音レベルは80dB(A) を越すことが無くなり、扉Zの増設は極めて効果的であった。

このことは船内における人員の動態を考慮して諸室の配置と構造を決定することが、船内の生活環境に大きな影響を及ぼすことを示し、小型船の船内騒音軽減上注目すべき結果であった。

終りに調査に協力頂いた勢水丸機関長高梨剛技官始め乗組員一同に謝意を表す。また騒音の録音ならびに周波数解析に関して多大の便宜と貴重な御教示を賜った本学小長谷庸夫博士に感謝する。

文 献

山口裕一郎・小林裕・陣野哲朗・石倉 勇・内田 誠・菅 信博・井上泰介, 1981. 練習船勢水丸の騒音と振動本誌, 8: 81-95.