

## II 小型鋼船の騒音，振動調査

### 目 次

A はしがき	55
B 騒音問題	56
1. 騒音測定とその評価	56
2. 聴力障害	60
C 振動問題	67
1. 振動測定とその評価	67
D む す び	70

### A はしがき

騒音，振動防止という問題は，陸上においては公害防止対策の一つとして，戦後の生活安定と共に早くからとりあげられ，すでに騒音では各都市で騒音基準等も規定

されて種々の対策が講じられている。船においてこの問題が提起され，大きな関心が払われるようになったのは比較的近年のこととはいえ，十分なる検討を始めなければならぬ。

小型鋼船においても，鋼材および構造の進歩による軽量化と，高速または中速ギヤードディーゼル機関の採用などによって，船内の騒音と振動は著しく増加しているといわれている。このような現象は，居住環境を悪化させ，乗組員の肉体的，精神的疲労を増加し，作業能率を低下させることも考えられる。

今回は，小型鋼船としてK丸，H丸を選び，騒音，振動の測定と乗組員の聴力検査を実施し，小型鋼船としての現状を把握するとともに，今後の騒音，振動対策の資料とすることを目的とした。

調査対象船の主要目はつぎのとおりである。

	K 丸	H 丸
船 種	油 槽 船 (中央船橋)	旅 客 船
航 行 区 域	平 水 (東京湾)	沿 海
総 ト ン 数	2,075.92トン	1,237.28トン
全 長	85.20m	69.78m
巾	12.20m	10.5 m
深 さ (吃水)	6.9 (6.5) 満載	4.4 m
速 力	9.5浬 (満載)	15.8浬
積 載 容 積	4,322 K/L (重油および原油)	—
旅 客 定 員	—	758名 (沿海6時間未満) 800名 (平水3時間未満) 総員 1,558名
乗 組 員	12名	39名
主 機 関	ダイハツ中速ギヤードディーゼル (2基) 8気筒 4サイクル 無気噴油，過給機付 常用 722.5×2 馬力 644/317 回転	新潟鉄工，ギヤードディーゼル (2基) 8気筒 4サイクル 無気噴油，過給機付 常用 1,200×2 馬力 521/270 回転
主 発 電 機	ヤンマー 6 LDL 100馬力×900回転	ヤンマー 6 LDL 200馬力×900回転
そ の 他 補 機	荷役ポンプ (主荷役) 横セントラル式 主機駆動 1,000m <sup>3</sup> ×2 (浚荷役) 横ギヤード式 200m <sup>3</sup> ×1	—

## B 騒音問題

### 1. 騒音測定とその評価

#### a 騒音測定の方法

騒音計には指示騒音計と簡易騒音計の2種類があり、それぞれ JIS C 1502-1966 指示騒音計および JIS C 1503-1957 簡易騒音計で、その構造や特性が規定されている。

騒音計の性質を人間の耳に似せるために聴感補正回路が組みこまれ、A, B, C の3種類がある。図1はそれぞれの感度特性である。騒音計を使うときに重要なのは、そのうちA特性とC特性である。

A特性というのは図でもわかるように、周波数の低いほうで特に感度が落している。1,000 C/S の音ならばこの回路をそのまま無修正で通るが、たとえば 63 C/S の音の場合、マイクロホンからの信号はこの回路で 25 db 落される。そこで騒音計で計った騒音の大きさを「騒音レベル」といい、その単位はカタカナ名のホンである。A特性で測定した騒音レベルをホン(A)、C特性で測定した騒音レベルをホン(C)としてあらわすことに今回改正された JIS で定められている。実はこのA特性を使って測定された値が人間の「感覚的」な大きさに近似したものと扱われている。

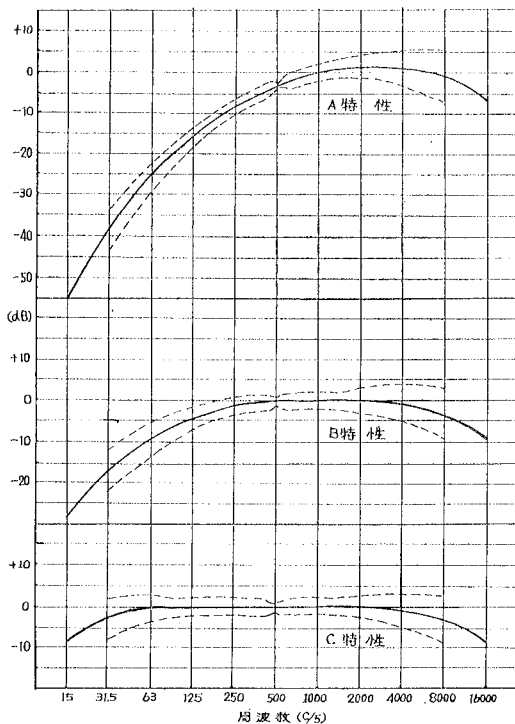


図1 聴感補正回路特性

C特性では音の「物理的」な大きさに近いものが得られ、音圧レベルの db 値に一致するものとし考えてよい。このことは図1のC特性の聴感補正回路特性が平坦であることからわかることである。

つぎに、騒音レベルはA特性とC特性で測っておくとよいことを述べた。その理由は、A特性は「感覚的」な大きさに近く、聴力障害、会話妨害などの評価の日安になる値である。C特性は音圧レベル（物理的強さ）に近い。またそれに、A特性とC特性の両方を測っておくと、その音の性質に見当がつく。両者の差が大きい音ほど低音性の音であるし、差が小さいと高音性の騒音であり、周波数分析をしなくてもそのことが大體推察されるので便利である。

騒音レベルは騒音の性質の1つを代表するものであるが、音の種類その他、騒音の大小以外の性質を知るために必要な周波数構成を知る必要がある。周波数構成を知ることが、騒音対策、騒音防止の実施にあたって欠くことができない。簡単に広く使われているのは、オクターブ・バンド分析器（中心周波数 63, 125, 250, 500, 1,000, 2,000, 4,000, 8,000 C/S）を使う方法である。このフィルタを騒音計の増幅部の中間に組合わせて、マイクロホンから入る騒音の各周波数バンドでの音圧レベル（C特性）を別々に測定して周波数構成を知ることができる。

#### b 騒音の評価法

(1) 船内騒音で先ず問題になるのは機関室内騒音であり、したがって聴力障害を起こさない許容限界である。最近 I.S.O (International Organization for Standardization) で騒音評価数Nが提案され国際的に認められてきた。わが国でも産業医学会でこの I.S.O の線が検討され、聴力保護の限界についてはほぼ同じ内容が採用されることになった。内容はつぎのとおりである。

「広帯域騒音に1日連続5時間以上、常習的に曝露される場合、対象となっている騒音の許容基準は表1を用いて決定する。その方法はつぎに指定する通りである。中心周波数を 500, 1,000 および 2,000 C/S とするオクターブ・バンドレベルを測定し、各オクターブ帯域について、騒音評価数Nを決定する。これらの数値のうち最高のもを、当該騒音の騒音評価指数Nとし、この指数の85を許容基準とする。」

「騒音計のA特性で測定した90ホン(A)が、上記の基準にほぼ相当する。」

(2) ロイド船級協会では、「機関制御室の騒音許容限界を騒音評価数で75」ときめている。

表 1 騒音評価数Nに対応する各オクターブバンドレベル

N	63	125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000 C/S
50	75.0	65.5	58.5	53.5	50	47.2	45.2	43.5
55	78.9	69.8	63.1	58.4	55	52.3	50.3	48.6
60	82.9	74.2	67.8	63.2	60	57.4	55.3	53.8
65	86.8	78.5	72.4	68.1	65	62.5	60.5	58.9
70	90.8	82.9	77.1	73.0	70	67.5	65.7	64.1
75	94.7	87.2	81.7	77.9	75	72.6	70.8	69.2
80	98.7	91.6	86.4	82.7	80	77.7	75.9	74.4
85	102.6	95.9	91.0	87.6	85	82.8	81.0	79.5
90	106.6	100.3	95.7	92.5	90	87.8	86.2	84.7
95	110.5	104.6	100.3	97.3	95	92.9	91.3	89.8

騒音計のA特性で測定した80ホン(A)がこれにほぼ相当する。

(3) ドイツ騒音防止協会および交通医学会では、1967年4月船舶の騒音防止の進歩について医学、工学の立場から発表を行なった。船舶の高出力化によって騒音が増加する傾向にあり、ディーゼル機関では機関室で100ホン(C)を越す場合が少なくないが、現在機関室では90ホン(A)、船橋および居室で60ホン(A)、食堂で65ホン(A)が目標とされている。

(4) 難波氏は、船舶に関する人間工学的研究において乗組員の騒音に対する主観的評定を行ない、船舶騒音の許容値について検討をした。(第9回人間工学会発表昭和43年5月)その結果によると騒音レベルが55ホン(A)以下ではまず問題がなく、60~65ホン(A)程度になると騒音がそろそろ耳につき始め、65ホン(A)を越えると明らかに騒々しい環境と感じられるようである。70ホン(A)を越えるとさらに不快感は高まり、80ホン(A)を越えると不快感は極度に高まる。したがって居室としては59ホン(A)以下では問題なく、70ホン(A)を越えると、居室として、精神的にも身体的にも問題があると報告している。

(5) その他 I.S.O では、5時間以下の連続騒音の曝露のときの聴力保護限界の求め方、広帯域騒音であるが漸続して発生する騒音に曝露されるとき許容値、会話を目的とした騒音評価、「やかましき」についての騒音評価について提案されているが、日本では検討段階であるのでここでは省略しておく。

### C K丸, H丸居住区騒音の現状

#### (1) K丸の場合

K丸は東京港内平水航行区域を航行する油槽船であ

り、通常鶴見の製油所を中心として千葉または横須賀の火力発電所に1日1往復する。早朝鶴見を出航し、目的港に約2時間の航海で着壁して直ちに揚油、5~6時間で揚油を完了して再び鶴見の製油所に向って出航して夕刻に着壁、直ちに積油して21時頃完了、そこに1泊してまた早朝出航というスケジュールになっている。

航海中の騒音発生源は主として機関室内であり、主機関はダイハツ中速ギヤードディーゼル723馬力、8気筒、給機付2基で、回転数650の高速回転をギヤードプロペラ軸(2軸)の回転を320に落して運転されている。発電機はヤンマーディーゼル機関を原動機とし、100馬力、6気筒で900回転の高速回転で運転されている。

停泊中の揚油中においては、発電機は航海中と同様運転されるが、さらに主機関の1基が450回転され、この主機関で荷役ポンプ室の荷役ポンプが運転される。

停泊中の積油中およびその他の昼間の時間は機関室内の発電機1台であるが、夜間は機関室当直を入れなことを立前として、船尾の操舵機室に9馬力の1気筒の簡単なヤンマー発電機を運転して船内電源としている。このヤンマー発電機は陸上用のもので相当大きな騒音源となっている。

図2はK丸の居住区騒音の現状を示すものである。

航海中は左舷右舷の居住室とも75ホン(A)をこえており、当面の目標値として75ホン(A)以下におさえたいものである。左舷がいくらか大きいのは、エンジンケーシングにある機関室入口扉が常に開放されているからで、右舷側は閉鎖されていたからである。左舷通路中央部では、1日連続5時間以上常習的曝露聴力保護限界90ホン(A)を越えていた。

停泊時の揚油中は75ホン(A)以下にある。さらに機関室発電機運転中の停泊中は左舷側が60ホン(A)、右

舷側が65ホン(A)前後である。右舷側が大きいのは、発電機が機室の右舷船首側にあるからである。操舵室の発電機に切替るとさらに騒音レベルは小さくなる。しかし、隣接する食堂、ギャレーは75ホン(A)前後までにあがり、揚油中と同じ位になる。

(2) H丸の場合

H丸は熱海一大島間の沿海航行区域を航行する旅客船であり、早朝より夕刻まで2~3往復する。

航海中の騒音発生源は主として機関室内であり、主機関は新潟鉄工製1,200馬力、8気筒、過給機付2基で、回転数500の高速回転をギヤードでプロペラ軸(1軸)の回転を270に落して運転されている。発電機は200馬力、6気筒で900回転の高速回転で運転されている。

停泊中は航海中と同じ状態のままで、主機関はプロペラ軸と縁を切り主機回転数は250に落して運転されたままである。

ただし、運航終了後の夜間停泊中は船内電源を陸上電源に切替へるので極めて静かである。

図3はH丸の航海中における居住区騒音の現状を示すものである。エンジンケーシング周辺の居住区は75ホン(A)を越えており、当面の目標値として75ホン(A)以下におさえないものである。船首に位置する甲板部居住区は極めて静かであった。

d 小型鋼船K丸, H丸と大型鋼船の騒音レベル比較  
図4はK丸H丸の小型鋼船の騒音レベルのホン(A)値と大型外航ディーゼル船の10隻の騒音レベル測定資料によるホン(A)値と比較したものである。

機関室の騒音レベルはK丸H丸が大型外航船に比べて約10ホン(A)大きい。このことは、主機関として高回転のギヤード・ディーゼル機関を使用していることが大きな原因と考えられる。それに機関室が狭いこと、居住区が機関室に隣接していることも原因と考えられる。したがって、機関室周辺の居住室内は75ホン(A)を越え大型外航船ではみられない程騒音レベルが大きいといえる。機関室周辺通路においても同じことがいえ、聴力保護限界の90ホン(A)前後にまでになっている。

聴力保護限界を機関室騒音は当然越えているが、機関制御室はこの限界以下である。このことは、機関制御室の出現が機関部乗組に作業環境改善に大きく役立っているといえよう。ロイド船級協会の制御室最大許容レベルは80ホン(A)であるが、大型外航船はこの限界の以下におさまっているが、K丸H丸では85ホン(A)前後でロイドの基準には合格しない。

以上のことから、小型鋼船の場合の当面の目標として居住室内の騒音レベルを75ホン(A)以下とし、今後の防音対策を考えたいものである。

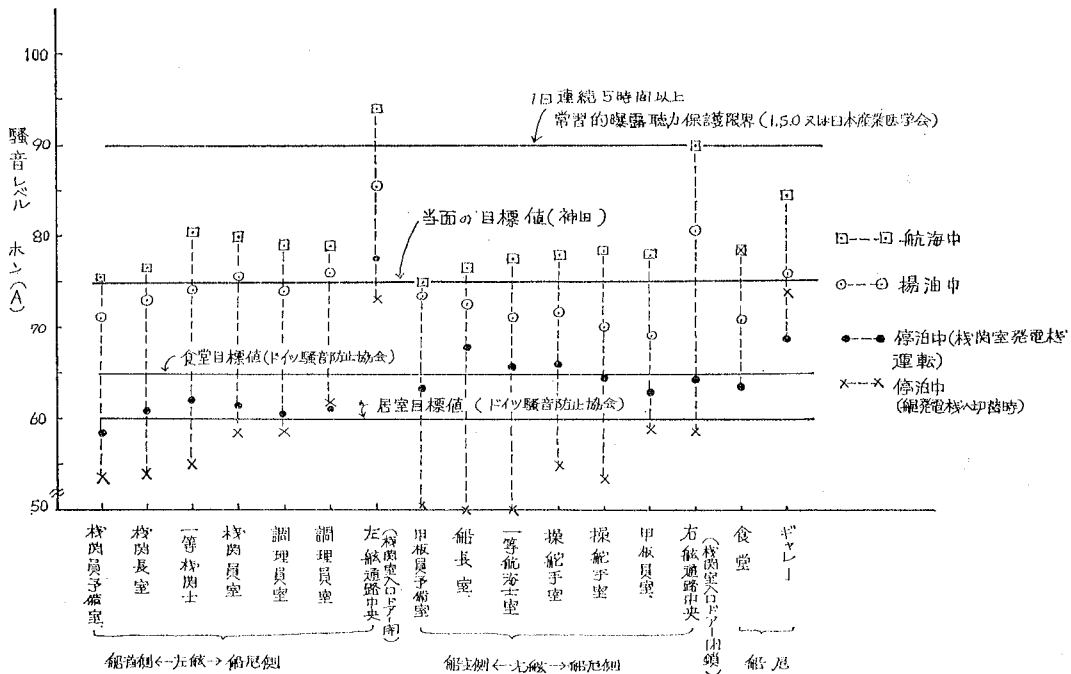


図2 K丸居住区騒音の現状(航海, 停泊中)

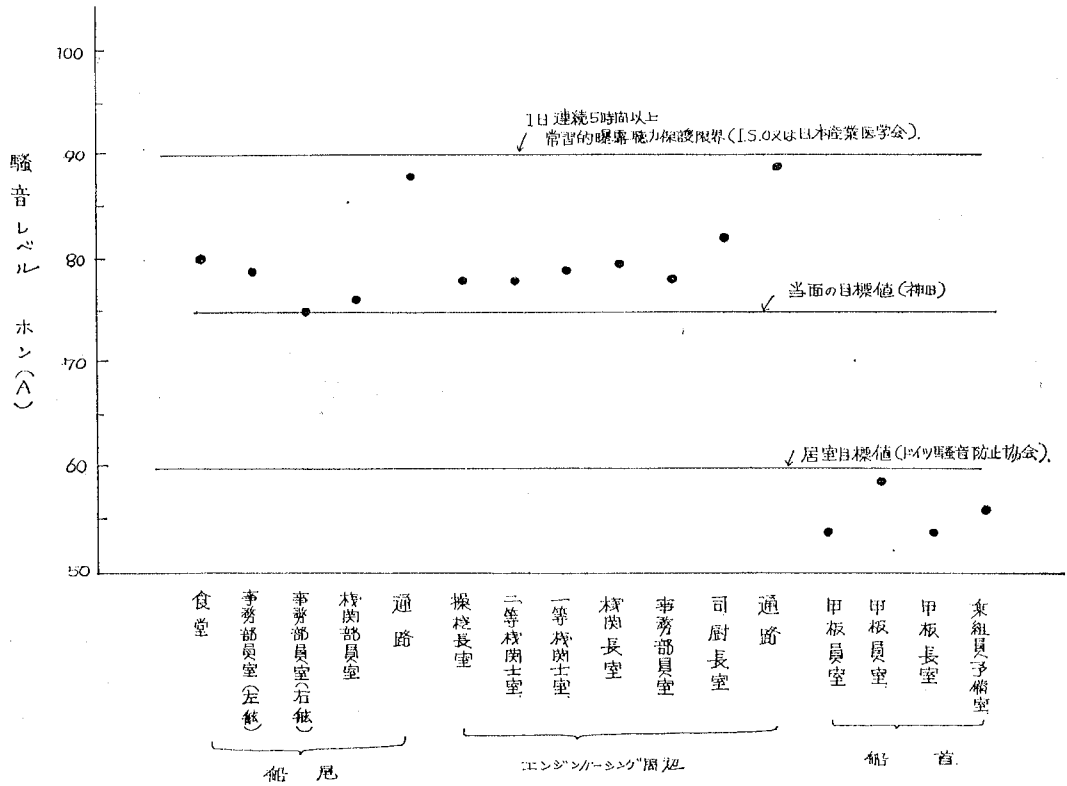


図3 H丸居住区騒音の現状(航海中)

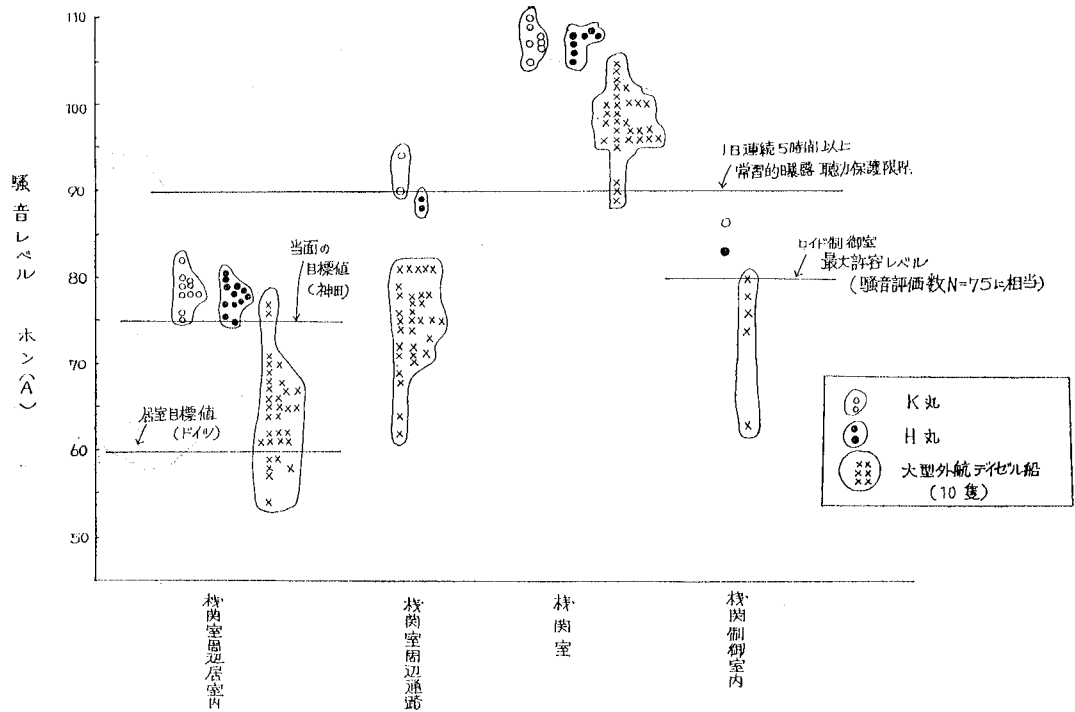


図4 小型鋼船K丸H丸と大型鋼船の騒音レベル比較(航海中)

e K丸, H丸騒音周波数分析

図5, 図6はK丸, H丸の機関室内, エンジンケーシング周辺通路, ケーシング周辺居室, 機関制御室の騒音を, オクターブ・バンド分析器で周波数分析したものである。

K丸, H丸とも周波数スペクトルは似ている。機関室での主機関, 発電室の音源を主とする騒音は, 500~1,000 C/S を中心にした勢力の騒音である。高周波域でもかなり音勢がある。また通路および居室の騒音は各種の壁体を通してくる伝播音であるから, 極端な低周波となっている。

このことは, 機関室の騒音が船体構造物内または空気中を伝播してくるうちに周波数の高い騒音が減衰され, 吸音遮音性の低い低周波音が残って, 100 C/S 以下の周波数の勢力分布が一層大きくなっていることを示している。このことは機関制御でも同じくいえることである。

このことは, 前にも述べたように騒音レベルのホン(A)値とホン(C)値の差が大きい騒音ほど低音性の音であり, 差が小さいと高音性の騒音であることを図で理解できる。したがって居住区の騒音はC特性で示され

る音圧レベル・ホン値の大きい割に, 人間の「感覚的」な大きさのA特性のホン(A)値が小さくなるのでしるぎやすくなる。

図には聴力保護限界の騒音評価値Nの85の点を, 表1にしたがってプロットした。したがってこのプロットされた聴力保護限界線を越える部分の各周波数の音の強さのdb値を下げるのが, 防音の目標となる。しかし現状ではなかなか困難なことである。ただ機関制御室はこの問題を解決してくれる唯一の方法ようである。

f 小型鋼船K丸, H丸と大型鋼船の機関室騒音比較

図7は丸K, H丸の小型鋼船と大型外航ディーゼル船の10隻の騒音の周波数分析資料を比較したものである。K丸, H丸のような高回転のギヤード・ディーゼル機関の機関室騒音の極めて大きいことをあらわしている。このことは一応注目すべきことである。

2. 聴力障害

a 騒音性難聴

通常騒音現場での作業従事者に発生する騒音による難聴をいい, したがってこれは長期間の騒音曝露による職業性疾患である。爆発事故などにより一瞬にして生じた

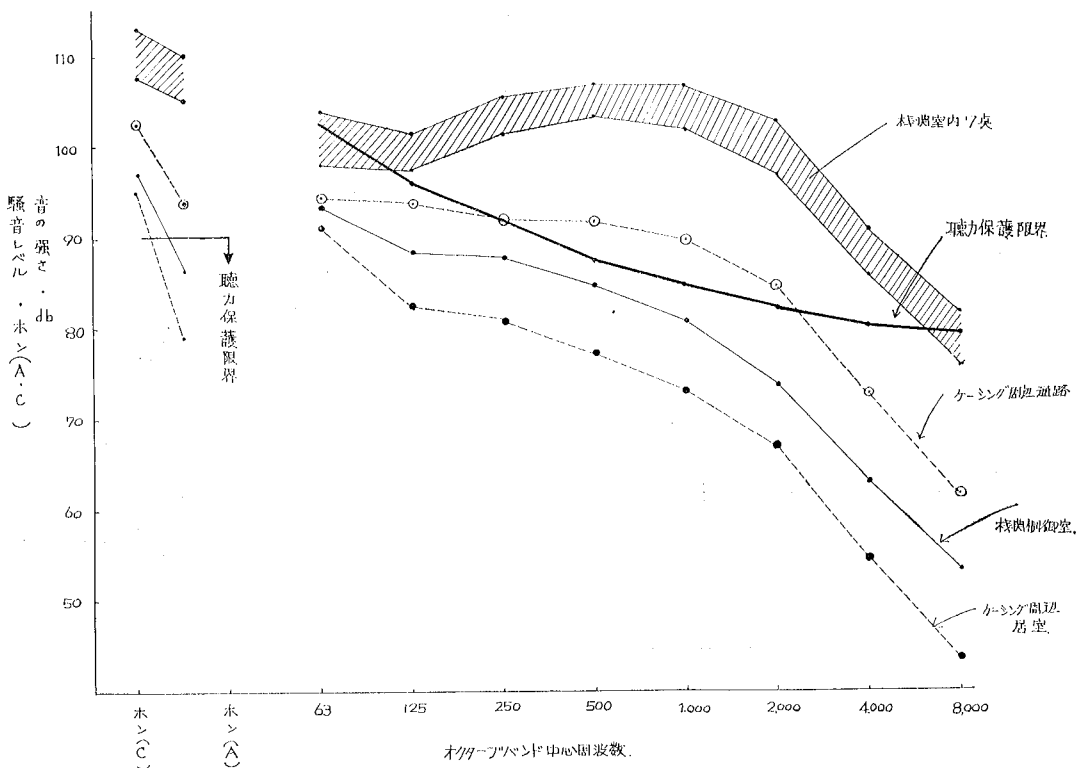


図5 K丸騒音周波数分析(航海中)

難聴とか、頭部外傷の後遺症としての難聴は災害性難聴といわれるもので、これとは区別して考えられている。

機関室のような騒音現場に当直のために入り、強烈な騒音にさらされると、当直終了後一時的に耳鳴りや聴力が減退する。そして騒音から離れた場所での休養などによりまたもとに聴力が回復するが、これが毎日くりかえされるとその聴力疲労がたまって回復しきれなくなり、その積重ねによって段々と聴力損失がすすむと考えられている。この長年月の間に発生したものは回復しえない聴力損失を永久性聴力損失といい、この永久的聴力損失は治療の方法がなく問題とされるわけである。

b 聴力検査の方法とオーディオグラム

それでは聴力低下の状態を検査する方法はどうするかという、オーディオメータによる方法がある。すなわち電気発信器を用いて種々の周波数の音を発生してレシーバで被検者に聞かせる。音の強さの調節ダイヤルをまわして、聞えない強さから次第に音の強さを増し、聞きとれる最小値を求めると。そして正常人の聞きとれる値と比較して聴力の低下度をデシベル (db) 値で示し聴力損失

とする。これがオーディオメータによる聴力検査の方法である。

このオーディオメータは JIS T 120-1955 で規格が定められており、聴力損失の目盛と音の強さの関係は図8のようにになっている。聴力損失目盛0は正常者の聴力であり、その  $\pm 10$  db の範囲の者は正常であるとされている。(測定は防音室で行なうを原則としているが、少なくとも騒音レベル40ホン以下の場所で行なうことが必要)

そして、被検者の聴力を正常者の聴力損失目盛0と比較して、周波数を横軸に聴力低下を縦軸にとってプロットし、これをオーディオグラム (聴力線図) としてあらわす。図9は機関部員の聴力線図の例である。

聴力正常者とみなされる聴力損失  $0 \pm 10$  db の範囲と比べて、4,000 C/S を中心に大きく聴力損失がみられる。ここで注目したいことは、騒音性難聴のオーディオグラム上の特徴として  $C^3$  dip ( $C^3$  とは音叉の記号で4,000 C/Sに当り、dip はくぼみの意味) といつて、4,000 C/Sを中心にした高周波音域での聴力損失が著明であることである。しかしこれは平均的なことであつて、各

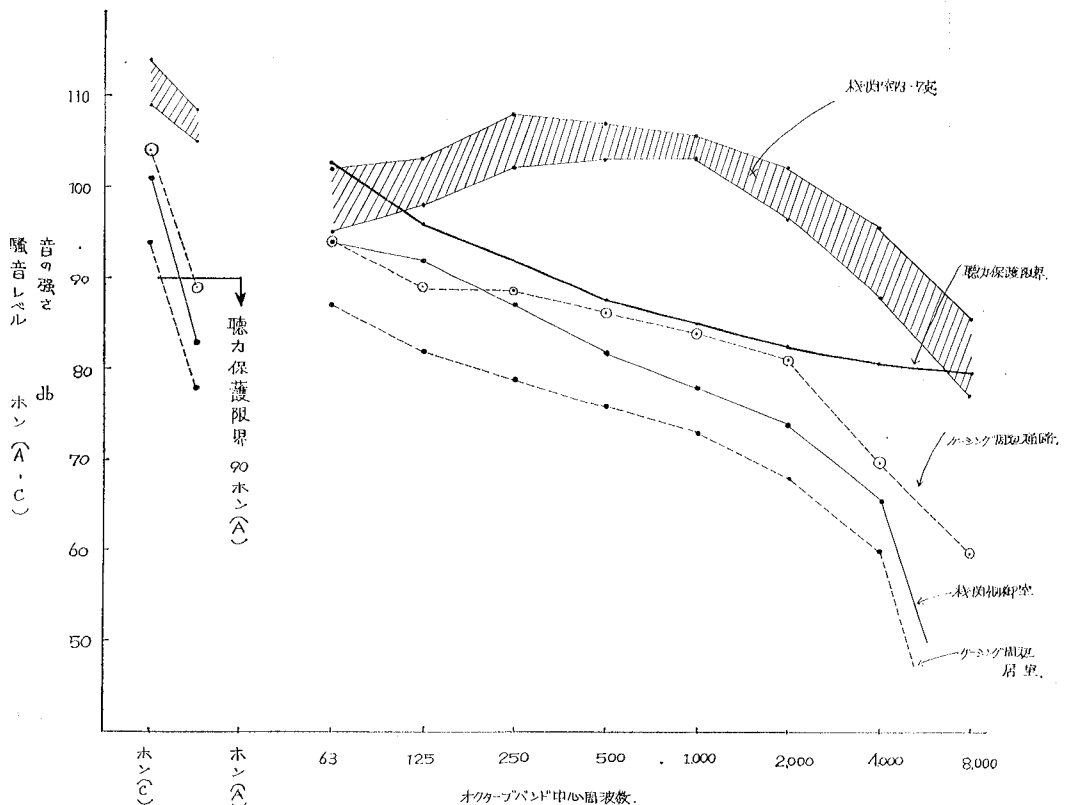


図6 II 丸騒音周波数分析 (航海中)

個人については最大の聴力損失が常に4,000 C/Sにあるということではなく、3,000 C/S または 6,000 C/S などになることもまれではない。また高音域の損失が2,000 C/S以上に急激に認められる場合（急墜型）もあれば、

高周波音ほど次第に損失をます場合（暫増型）もある。しかし模型的に示せば図10のような聴力像の上での進展を示すとみてよい。

このように、高音域の聴力損失からはじまり、日常の

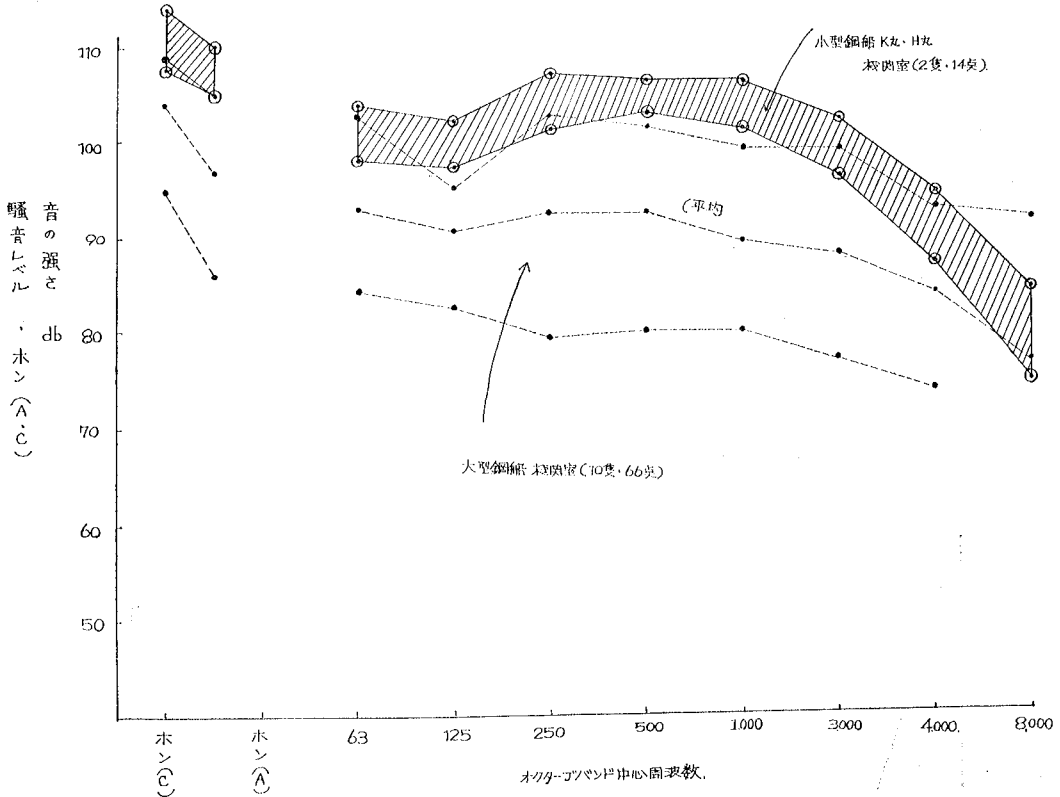


図7 小型鋼船K丸, H丸と大型鋼船の機関室騒音の比較（航海中）

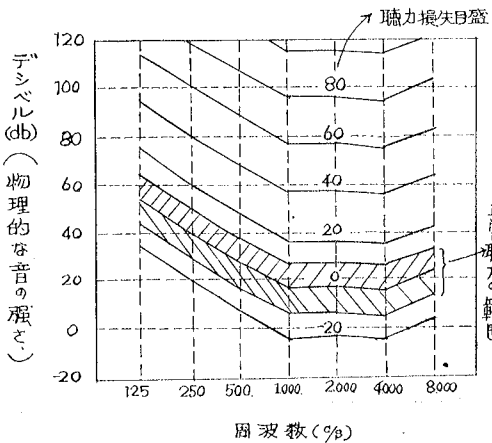


図8 オージオメーターの聴力損失目盛と音の強さの関係

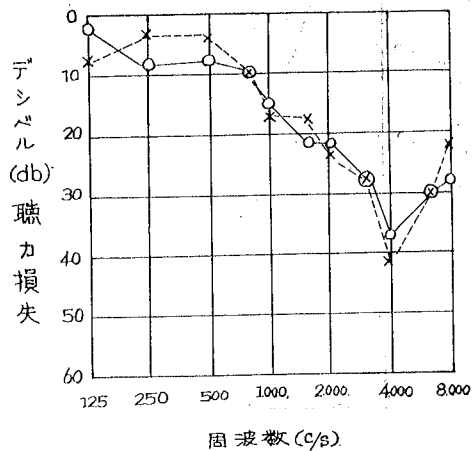


図9 機関部員の聴力線図の例 (35才 操機手)



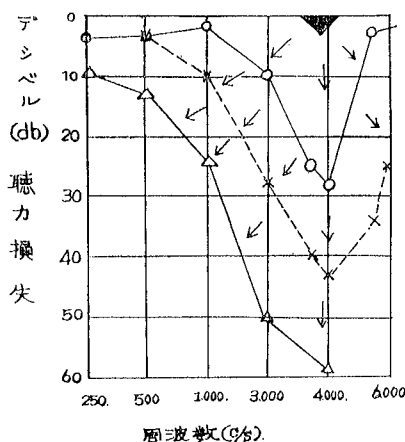


図10 聴力線図（オーディオグラム）上の騒音性難聴の進展

会話に関係ある 2,000 C/S 以下の語音域の聴力損失へと拡がっていくものと考えてよい。

#### c 聴力損失の評価

難聴の評価としては、日常会話音を聞取ることがどれ程できなくなっているかを数値をもって表わすことである。この語音域聴力の損力度合を算出する方法はいろいろあるが、普通つぎの式による。

$$\text{語音域聴力損失度} = \frac{A+2B+C}{4}$$

A は 500 C/S, B は 1,000 C/S

C は 2,000 C/S の聴力損失 (db)

日常会話音は 2,000 C/S 以下の周波帯にあるため、この語音域聴力損失度が評価として有用なわけである。

表 2 に語音域聴力損失度と会話聴取能との関係を示した。30 db 以下の場合には日常会話困難と感じることがないが、それ以上で問題になってくるのがわかる。

また労災法による補償の対象としては、騒音性難聴は反証のない限り労基法規則 35 条 12 号の業務上の疾病で、障害等級表に掲げる聴力障害をのこすものは障害補償費が支給されることになっている。オーディオグラムから算出した語音域の聴力損失度との関係は不明瞭であるが、

表 2 語音域聴力損失と会話聴取能との関係

語音周波域聴力損失	叫 語	普通会話	話 声 語	大 声	備 考
~71 db 以上	不 能	不 能	不 能	接 耳	} 災害補償
61~70 db	不 能	対 話 不 能	0.4m~接耳		
46~60 db	接 耳	対 話 困 難	1.0m		
30~45 db	1.0m	会 話 困 難			

損失 61~70 db は 11 級の 4 (一耳) または 7 級の 2 (両耳) に当り、71 db 以上では 10 級 (一耳) または 6 級 (両耳) になる。すなわち労災法による補償は 61 db 以上の耳が対象となっている。

d K丸, H丸並組員の聴力検査の結果

#### (1) K丸の場合

聴力検査においては、検査場の騒音は聴取される検査音を遮蔽し最小可聴値を上昇させることになり、特に船内で検査場を選ぶにあたって苦勞するところである。

聴力測定における最小可聴値に影響を及ぼさない騒音レベルは 32 ホン以下であり、40 ホン以下では比較的に影響が少いといわれている。

したがって、甲板部の乗組員に対しては、鶴見某製油所の積油岸壁に夜間積油中、船尾の機関室ならびに居住区と離れた中央船橋を検査場として選んだ。この聴力検査場の騒音レベルは 43 ホンであった。検査の結果は表 3 の a) のとおりである。環境騒音により 2,000 C/S 以下の低周波数の音ほど最小可聴値が上昇する、すなわち聞きづらくなるので 125 C/S, 250 C/S, 500 C/S における 25 db, 30 db の聴力損失も正常に近いと考えた。しかし 2,000 C/S, 4,000 C/S, 8,000 C/S と高周波数の音ほど環境騒音の影響は少ないことと全員の聴力損失度平均からみて、高音域 (4,000 C/S, 8,000 C/S) の聴力損失の者が 4 名いた。表中の  内で示すとおりきわめて軽度である。

また、会話困難となる語音域聴力損失 30 db 以上の者はいなかった。

機関部の乗組員に対しては、甲板部と同様船橋を検査場とし、朝起床直後の前日の騒音現場から離れてから十分に休養した時期を選んで検査した。この検査場の騒音レベルは 38 ホンで静かであった。検査の結果は表 3 の b) のとおりである。語音域聴力損失まで進んでいる者はいなかったが、全員に高音域聴力損失がみられ、1 名片耳に耳疾患によると考えられる聴力損失者がいた。表中の  内に示すとおりでその損失程度は大きい。高音域の損失が 2,000 C/S 以上に急激に認められる急墜型

表 3 K丸乗組員の聴力検査の結果

## a) 甲板部

(聴力検査場の騒音レベル43ホン)

No.	職名	氏名	年齢	乗船歴	耳	中心周波数別音圧レベル (db) オーディオ目盛						
						125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000
1	船長	M.Y	36	18年	右	20	20	20	15	10	35	5
					左	15	15	15	15	10	25	0
2	一航	T.E	41	23年	右	30	25	25	15	20	30	35
					左	30	25	25	15	20	25	35
3	甲板長	K.O	33	17年	右	35	30	30	25	20	5	10
					左	30	25	25	10	15	5	10
4	甲板員	K.T	52	36年	右	30	20	30	15	20	25	20
					左	30	35	30	20	25	30	20
5	"	K.T	27	12年	右	30	25	30	15	20	15	10
					左	30	25	25	15	10	5	5
6	"	M.N	26	10年	右	20	15	20	10	5	5	5
					左	25	15	20	10	5	0	0
7	"	H.H	23	8年	右	35	35	35	20	15	10	10
					左	35	35	35	20	15	10	10
8	"	T.H	20	5年	右	25	20	20	10	5	5	30
					左	15	10	20	10	-5	0	5
平均			32		16耳	27.2	23.4	25.3	15.0	13.1	14.4	12.8

## b) 機関部

(聴力検査場の騒音レベル38ホン)

No.	職名	氏名	年齢	乗船歴	耳	中心周波数別音圧レベル (db) オーディオ目盛						
						125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000
1	機関長	H.S	42	20年	右	20	20	15	10	0	45	50
					左	25	20	15	10	0	55	10
2	一機士	K.Y	38	21年	右	25	30	25	10	20	60	40
					左	30	25	20	10	55	55	45
3	機関員	K.E	33	16年	右	25	25	20	10	0	15	25
					左	(—)	(—)	(75)	(60)	(65)	(—)	(75)
平均			34		5耳	25	24	19	10	15	46	34

注) ( ) 内は耳疾患による聴力損失

である。

図11に甲板部、機関部乗組員の平均聴力線図の比較を示す。図中騒音レベル40ホンの場合の正常耳の最小可聴値の上昇の程度を高木氏の研究（日耳鼻会報60（8）昭32）の種々の強さの町角の不規則雑音をスピーカから聞

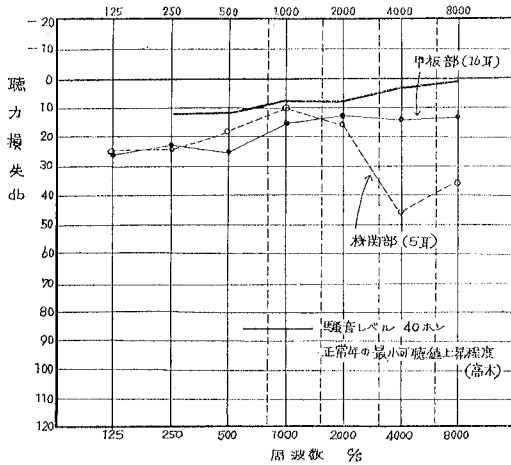


図11 K丸甲板部、機関部乗組員の平均聴力線図の比較

かせた時の閾値の変化からとって入れた。甲板部員にくらべ機関部員に高音域聴力損失のあることが傾向としてみとめられる。

(2) H丸の場合

検査場は船内予備客室とした。本船の場合は、日中熱海～大島間を2往復し18時に運航を終了する。夜は船内電源を陸電源に切替えるため静かであり、騒音レベルは38ホンであった。検査時間は20時以降とした。

聴力検査の結果は表4のとおりである。

甲板部においては高音域に聴力損失のある者が1名であった。耳疾患の既往歴は特になが、漁船に乗組んでいる項スケーリングマシンを長時間耳鳴がする程続けたことがあること、漁船にもぐる潜水作業も相当やったということであったが、この損失の原因はわからない。

機関部においては、K丸と同様高音域に聴力損失のある者が多い。低音域にも軽く損失のある者も1部みられるが、しかし語音域聴力損失の30db以上の者はいなかった。

K丸と同様、図12に甲板部、機関部乗組員の平均聴力線図の比較を示す。

e 機関室直直による聴力の変動

聴力はずねに変動しているといっても過言ではない。

表4 H丸乗組員の聴力検査の結果

(聴力検査場の騒音レベル38ホン)

a) 甲板部

No.	職名	氏名	年令	乗船歴	耳	中心周波数別音圧レベル (db) オージオ目盛						
						125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000
1	一航士	H.N	34	18年	右	15	10	10	0	15	20	65
					左	15	10	10	5	20	45	30
2	二航士	M.I	32	13年	右	5	0	-5	-5	-5	-5	10
					左	5	5	5	-5	-5	-5	5
3	操舵手	T.O	36	20年	右	20	15	10	5	0	10	15
					左	20	15	10	5	-5	5	10
4	"	T.K	31	12年	右	20	15	10	0	5	10	20
					左	10	10	5	-5	-10	10	-5
5	甲板員	N.Y	22	6年	右	20	15	15	10	15	5	0
					左	20	15	15	20	20	10	0
6	"	K.T	19	1年	右	10	5	5	5	10	0	0
					左	10	10	5	0	5	-5	0
6名平均			29	11.7年	12耳	15	10.4	7.9	2.9	5.4	9.3	12.5

b) 機 関 部

(聴力検査場の騒音レベル38ホン)

No.	職 名	氏 名	年 令	乗船歴	耳	中心周波数別音圧レベル (db) オーディオ目盛						
						125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000
1	機関長	N.K	45	16年	右	20	15	10	0	0	5	5
					左	15	10	5	5	0	10	10
2	一機士	T.W	38	18年	右	25	25	20	15	30	25	10
					左	25	20	20	15	15	10	10
3	二機士	I.A	31	11年	右	5	-5	-5	5	20	10	15
					左	5	0	5	5	20	25	5
4	操機長	M.I	45	29年	右	25	20	15	5	20	50	50
					左	30	25	20	20	10	65	55
5	操機手	M.N	38	22年	右	10	5	5	10	50	55	45
					左	10	5	0	5	50	50	45
6	"	C.D	37	20年	右	10	5	5	5	15	20	15
					左	15	15	15	10	30	30	-5
7	機関員	T.K	24	6年	右	15	10	10	5	10	20	5
					左	15	15	10	0	0	15	0
8	"	O.K	21	11カ月	右	20	15	10	10	15	35	0
					左	15	10	10	10	15	25	0
8 名 平 均			34.8	15.4	16耳	16.2	11.9	9.7	7.8	18.7	28.5	16.3

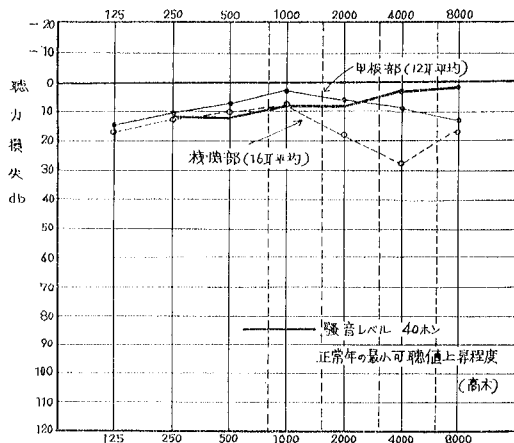


図12 II丸甲板部、機関部乗組員の平均聴力線図の比較

その変動には順応、疲労、そして障害という段階がある。順応は正常耳にどんな音を聞かせてもおこる現象である

が、疲労は強烈な音を長時間聞くことによっておこる現象である。その疲労がたまって回復しなくなったものが障害となると考えられている。

図13は機関室当直による聴力の変動を測定した結果である。

方法はオーディオメータ用レコーダを使用し自動記録させた。被検者に押しボタンスイッチを渡し、音が聞こえたときはボタンを押すように、聞こえなくなったときはボタンを離すように指示して図の a) のように記録させた。発信周波数は2,000 C/Sのみ1つを選んだ。この方法によると検査場の騒音レベルは57ホンであったが、その影響を押えるのに有効である。また前節のオーディオメータによる聴力検査は手動式であったが、これに比べて精度が高く、かつ平均値が正しくとりやすい利点がある。

図の a) は一等機関士 TW の聴力損失をあらわす最小可聴値の自動記録されたものである。この一等機関士 WT は操機手 C.D とともに4～8時当直であり、b)

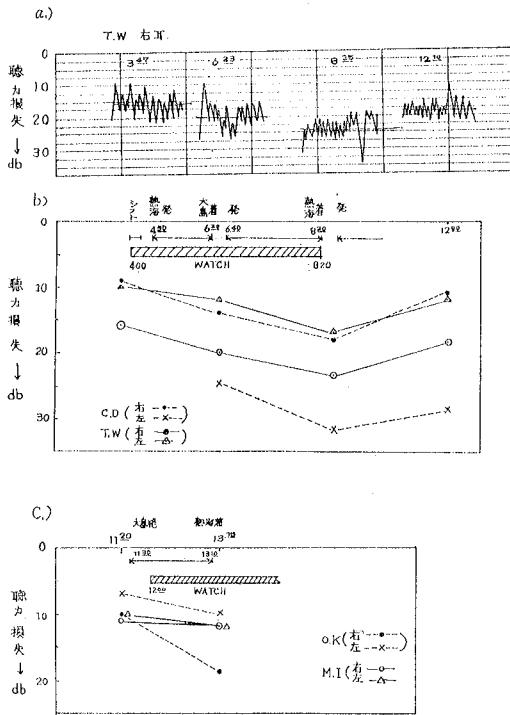


図13 機関室当直による聴力の変動

図にあるように4時の機関室当直に入る直前の3時47分頃と、熱海を出航して大島入港時、当直終了とつづいて熱海入港スタンバイ完了直後、ならびに4時間休養後の12時前後に検査を実施した。機関室当直による聴力の減退と4時間休んだことによる回復がみられる。

c) は12~16時当直の操機長 M.I と機関員 O.K の当直前と当直に入った約1時間経過後の熱海入港時に検査した結果である。操機長 M.I には聴力の変動がみられなかったが、O.K には a) の場合と同様の傾向にあるようである。

本船の場合、当直中は機関制御室にすることが多く、この制御室で騒音レベルは83ホン(A)であり、通常1日連続5時間以上常習的暴露聴力保護限界90ホン(A)以下であるので、比較的聴力変動は少ないのではないかと考えられる。

## D 振動問題

### 1. 振動測定とその評価

#### a 振動測定とその評価法

船体に大きな振動があると、乗客乗組員はそのためにより不快感を覚え、航海計器等に損傷を起すことがよくある。近年船体構造の接手のほとんどに溶接が用いられ、さら

に軽量化による合理化も原因して、高次の撓み振動が、あるいは局部振動が起きやすくなり、振動の問題はやましくいわれるようになってきた。

振動感覚は加速度 gal ( $g=980\text{cm/Sec}^2=980\text{gal}$ ) で表わすと、振動数のかかなり広い範囲において感覚レベルが同一加速度で表わされるので、振動測定には振動加速度計が使用されることが多い。また振動数によって感覚レベルは或る関係をもって大きく左右されるので、加速度と同時に振動数を測定しなければならない。しかし実際には記録された振動波形は幾つかの単弦振動の合成されたもので複雑な波形を示し、フーリエの調和解析法により単弦振動への解析を必要とするが、なかなか困難な仕事である。現在 I.S.O で騒音周波数分析器による方法と同じように、振動も振動数分析が可能となる方法と加速度のピーク値ではなく実効値であらわす方法とその評価法が提案され、各国で検討中である。造船研究協会でその検討を始めているが、まだいろいろと問題点が多い。

われわれにとって、先ず第1に振動は乗心地の問題である。すなわち、これ以上に振動があるときは振動の多い船であり、これ以下の振動は船として許容されるとか、また我慢すべきであるというような限界を、振動感覚から考えて決めることが必要となる。そして始めて防振対策を具体的に検討することができるのである。しかし、

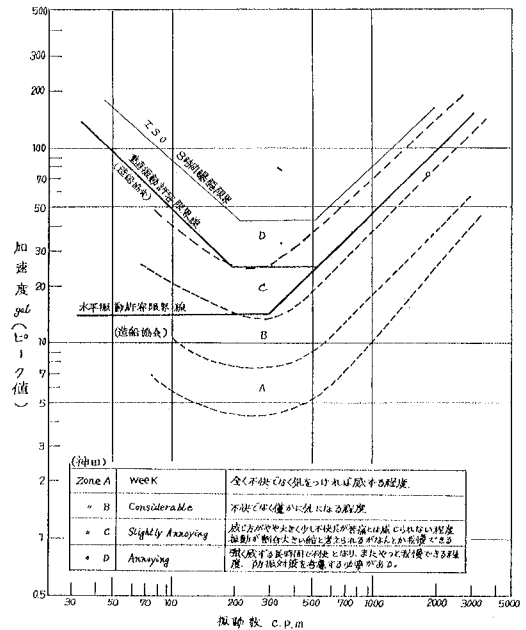


図14 船体振動の感覚閾と許容限界

船体振動許容限界を決定することは簡単ではない。従来  
の提案されているものの2, 3の例をあげれば、図14の  
とおりである。

造船協会船体構造関東地区会では、振動感覚の実船測  
定の他に、航海計器その他の耐振性の問題、および振動  
によって生ずる船体各部に生ずる振動応力の点からも検  
討し、水平、垂直に分けて船体振動許容限界を提案して  
いる。

また筆者の提案では、Zone A, B, C, Dに分けて感  
覚閾を図のように表わした。

I.S.Oでは、機械振動、衝撃専門部分で国際的に統一  
しようといろいろ審議されている最中であるが、このう  
ち、1日8時間曝露疲労能力減退境界としての許容限界  
を図に示した。

これらの加速度、振動数、振動感覚による許容限界の  
関係から、現場の記録された振動波型を解析して評価す  
ることになる。

#### b K丸, H丸の船体振動の現状

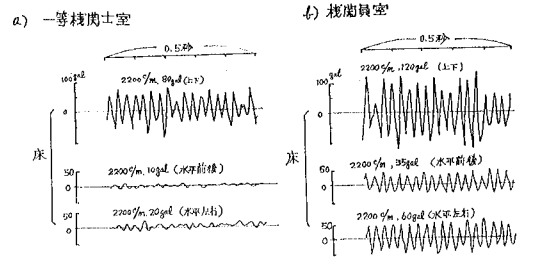
K丸, H丸の振動測結果と評価は、図15, 図16のと  
おりである。常用航海速度で航海中、動揺のない静かな時  
期を選んで測定した。測定方法は、可変インダクタンス  
FM方式のピックアップを使用した日本測器製多用途振  
動計と記録計のビュグラフを使用した。図にある測定場  
所は代表的なところを選んであげた。

この種の中速ギヤードディゼル機関の小型鋼船では、  
振動数の2,000 C/m というような、比較的高い振動数  
のものが主勢力となって、振動感覚に影響するようであ  
る。いわゆる「ユサユサ」というような低い振動数では  
なく、「カタカタ」「ビリビリ」と表現できる振動であ  
る。したがって図14からもわかるが、100~500 C/mの  
振動に比べて2,000 C/mとなると、振動加速度は100  
gal になっても苦痛に感じられない。これらの特徴を知  
ったうえで、測定記録と評価をみる必要がある。

ただ、記録された振動波型は幾つかの単弦振動の合成  
されたもので、H丸は特に複雑な波型を示している。こ  
れらの波型を振動数別に解析して評価をしなければなら  
ないが、簡単なことではないので、推定した振動数と加  
速度の読みもある。

ベット、椅子、ソファの測定には、ベットでは頭の  
位置で頭部の重さを、椅子、ソファでは腰かけた状態  
での体重をピックアップの上にかけて測定した。また水  
平方向のベットの振動は身長、身中、椅子、ソファは  
胸脊、身中、机は向って前後、左右と表現して測定し  
た。

図15 K丸振動測定結果と評価



#### a) 床 上

○振動を主として感じる方向——上下

○上下：それ程不快でない。

振動はやや大きいですが、居住性からみて対策不  
要。

立位で肩のガタツキが少し気になる。ロッカ  
ー、仕切壁、扉などのガタツキなし。

水平：不快でない。対策は全く不要。

#### b) 床 上

○振動を主として感じる方向——上下

○上下：それ程不快ではない

振動はやや大きいですが対策不要。立位で肩のガ  
タツキが、少し気になる。

ロッカー、仕切壁、扉などのガタツキなし。

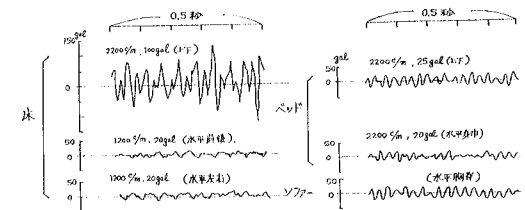
水差、水呑受のガタツキ多少あり。

○水平：不快でない。対策、全く不要。

騒音 a) 80.5ホン (A) b) 80ホン (A)

騒音で、振動が更に不快。機関室からの音。

#### c) 調理室(解艀)



#### 床 上

○振動を主として感じる方向——上下

○上下：それ程不快ではない。

振動はやや大きいですが対策不要。立位で肩のガ  
タツキが、少し気になる。

ロッカー、仕切壁、扉などのガタツキなし。

○水平：不快でなく、対策は全く不要。

#### ベット

○不快でない。対策は全く不要。

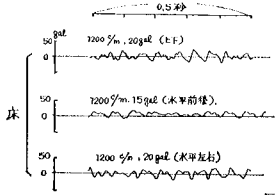
#### ソファ

○不快でない。対策は全く不要。

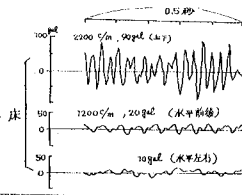
騒音 79ホン (A)

騒音で振動が更に不快。機関室からの音

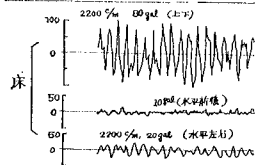
d) 船揺



e) 船帆甲板



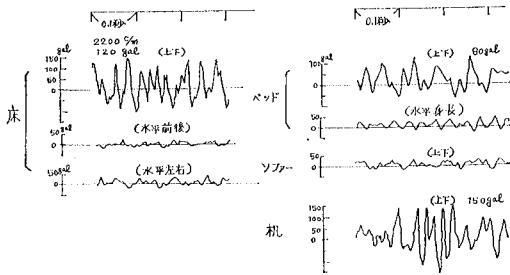
f) 棧割制御室



- d) 振動を主として感じる方向——上下・水平左右  
不快でない。対策は全く不要。  
記録には、あらわれていないが、横揺れ（ユサ、ユサ、ユサ）に近い振動が、周期的に感じられた。
  - e) 振動を主として感じる方向——上下  
不快でない。作業性からみて、問題にならない。対策不要。
  - f) 振動を感じる方向（騒音のため、振動を強く感じない）不快でない。対策全く不要。
- 騒音 d) 63.5ホン（A） e) 80ホン（A）  
 気にならない。 うるさい。  
 f) 86.5ホン（A）  
 非常にうるさい。

図16 K丸振動測定結果と評価

Q) 二層機両士室



床 上

- 振動を主として感じる方向——上下
- 上下：それ程不快ではない。  
振動はやや大きいですが、居住性からみて対策は不要である。  
立位で肩のガタツキが少し気になる。ロッカー、仕切壁などのガタツキなし。
- 水平：不快でない。  
居住性からみて、問題にならない。対策は全く不要。

ベッド

- 振動を主として感じる方向——上下
- 上下：それ程不快でない。  
振動はやや大きいですが、対策は不要である。
- 水平：不快でない。対策は不要。

ソファ

- 不快でない。対策は不要。

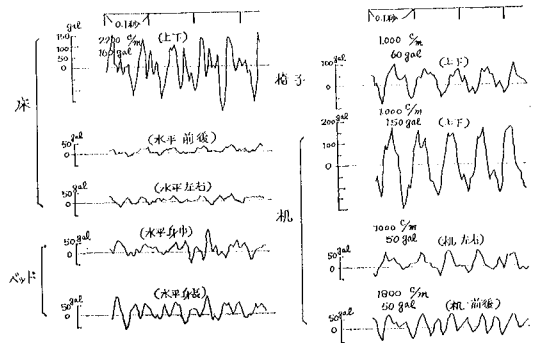
机

- それ程不快でない。振動はやや大きいですが、対策は不要。机上で字が普通に書ける。机上で新聞など普通に読める。

- 水平方向の振動、少ない。

騒音 78ホン（A） やかましい、不快な騒音である。  
 機関室からの音  
 騒音で振動が更に不快になる。

機関室



床 上

- 振動を主として感じる方向——上下
- 上下：それ程不快でない。  
振動はやや大きいですが対策は不要。立位で肩のガタツキが少し気になる。  
ロッカー、仕切壁、扉などのガタツキなし。
- 水平：不快でない。対策は全く不要。

ベッド

- 振動を主として感じる方向——区別不明
- 上下方向は小さく、測定を省略。
- 振動が気になる。しかし、対策は不要である。

椅子

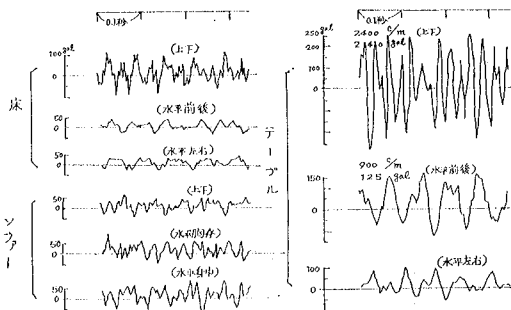
- 振動が気になる。しかし対策は不要（簡易椅子）

机

- 上下：対策はやった方がよいかもしれぬが、是非やるべきだとは考えられぬ。
- 机上で字が書きにくい困らない。机上で新聞などやや読みにくい。

騒音 77ホン（A） やかましい、不快な騒音である。  
 機関室からの音  
 騒音で振動が更に不快となる。

① 食堂



床 上:

- 振動を主として感ずる方向——上下方向のようである。
- 上下方向：それ程大きくないが、水平方向も多少ある。  
仕切壁のガツツキ振動がかなりある。  
対策はやった方が良くかもしれぬが、是非やるべきだとは考えられない。  
立位で肩のガツツキ非常に気になる。

ソファ—

不快でない。対策不要。

テーブル

- 上下方向の振動が気になる。
- 対策はやった方が良くかもしれぬが、是非やるべきだとは考えられない。
- 机上のコップのおどり、多少あり。
- 机上で字が書きにくい、特に困らない。
- 机上で、新聞など読みにくい。

騒音 80ホン (A)

- やかましい、不快な騒音である。
- 機関室、プロペラ、操舵室からの音
- 騒音で、振動が更に不快になる。
- 仕切壁、棚などから、ガツツク音が多少あり。

D む す び

今回の調査では、小型鋼船としての騒音振動の現状を把握することが大きな目的であった。

小型鋼船においては、中速ギヤードディーゼル機関の採用によって大型鋼船と異なった特徴を持っている。

すなわち、機関室騒音は大型鋼船に比べて極めて大きい。しかし機関制御室があり、ギヤードディーゼル機関のため船橋制御が簡単で信頼性も高く、機関室当直はほとんど聴力保護限界以下の騒音レベルである機関制御室内で行なわれている。

居住区は直接機関室の直上に位置することが多く、一般に騒音レベルは大きい。航海中は75ホン (A) を越える。大型鋼船では75ホン (A) を越えることは余りない。当面の目標としては75ホン (A) 以下におさえることである。反面、この種の船は日中巡航、夜間停泊というように陸上の生活に近く、夜間の睡眠にはさしつかえがないことが多いという点もあり、大型外航船より緩和できるであろうが、75ホン (A) 以上は居室としては好ましくない。

乗組員の聴力検査では、機関部に高音域の聴力損失がみられ、明らかに甲板部との差がみられる。これは騒音性難聴によるものと考えられるが、会話困難となる語音域聴力損失 30 db 以上の者はいなかった。

振動は 2,000 C/m というような比較的高い振動数のものが主勢力となって振動感覚に影響する。したがって「ユサユサ」というような低い振動数ではなく、「カタカタ」「ビリビリ」と表現できる振動である。振動は特に大きいとは考えられない。しかし騒音がきわめて不快なうえに振動が加わってますます不快さを増すこととされる。

(神田 寛, 小原武文)

(本研究は1968年度船員災害防止協会委託費によるものである)