

第 2 篇

(2)

船内における騒音について

目 次

ま え が き	108
1. 騒音の単位とその測定法	109
(1) 騒音とは	109
(2) ホンとデシベル	109
(3) 測定用具	111
(4) 周波数分析	112
2. 工場騒音の概況	113
3. 船舶における騒音	114
(1) 小汽艇の場合	114
(2) 大型船の場合	116
(3) 過給機の騒音	125
(4) 防音について	127
4. 騒音と聴力	131
(1) 聴力を測るには	131
(2) 陸上産業人の聴力	132
(3) 難聴の諸性質	133
(4) 騒音性難聴はどこがわるくなるか	133
(5) 騒音性難聴の自覚症状について	136
(6) 機関室勤務前後の聴力図の変化について	138
(7) 難聴に対する恕限度の考え方	139
(8) 聴力損失の度合	141
(9) 船員の聴力	142
5. 騒音と睡眠の関係について	146
む す び	146

ま え が き

船の動揺、振動と相俟って騒音は船員にとって、もっともわるい環境条件の一つになっている。騒音は船舶の活動的躍動を如実にあらわすものであるといわれる程、小は小蒸汽にはじまり、船型の大小をとわず必ずつきまとっている。いかに船になれていても、全くそれらの影響をうけないということはなく、常に何らかの苦痛をうけているのである。環境に馴化してしまったために、それに感応

する器官が鈍くなったためで、“なれ”と“影響がない”ということとは別個の問題である。機関士が夜間睡眠中に、不意に主機の停止するに及び、眼の覚めることは常であるが、無自覚のうちにも一種の精神的緊張を騒音により要求されたまま眠っていたものが、精神的緊張の原因である機関が停止したことによって精神の緊張がとけ、それで眼がさめたということで、“気にならないこと”と“影響をうけない”こととは同一ではない。特に荒天などの場合や、私生活にまで労働環境条件が侵入してくる等により心理的、生理的に数多くの問題をはらんでいる。“騒音は文明の度合に比例して増加する”といわれているのが、船舶においても蒸汽往復動機関から過給機つきディーゼル機関の発展の推移をみると、なるほどとうなづかれる。陸上諸産業においては、やかましいということよりも、騒音性難聴防止のための労働衛生管理の重要な対象として、騒音対策に全力を注いでいる。船舶では客船などの一部分に喧しいことに対する対策がなされているだけで、貨物船等ほとんど船舶では防音、騒音に対する管理は等閑にされており、船に音があるのは当然といった観念が、一般乗組員にもある。光の遮蔽などに較べて防音は困難で、カーテンである程度遮光できる様には簡単にいかないが、限られた狭い居室を能率よく使うためにも、もっと工夫が必要であると考ええる。

1. 騒音の単位とその測定法

(1) 騒音とは

騒音 (Noise) とは不快な音、不必要な騒々しい音をいい、物理学で音波の性状から分類した楽音に対する噪音とは別の意味をもっており、音の内容や性質に関係なく、会話や心身を害し、生活や労働に支障を与えたり睡眠を妨げる音をいうのである。作業能率や疲労にも関係し、高音下における作業は特に労働者の健康や聴力減退を来すものである。騒音がもつところの性状即ちその音の大きさ、調子、音色、音の変動性や間歇性といった騒音自体の性状の外に、騒音を蒙る側の人間の活動状態や、その場の条件によっても異なるものであるから、船舶の特殊条件は船員の蒙る心理的、生理的影響は、陸上諸産業に較べて甚大であろう。しかし騒音の測定という立場からは、騒音の大きさ乃至強さ、周波数構成、時間的変動等が主たる対象となる。

(2) ホン (Phon) とデシベル (Decibel)

騒音の測定といえば「ホン」(Phon) という単位がでてくる。日本計量法では騒音の大きさの単位はホン (Phon) とすると明示されており、従ってこの単位が今日広く使われている指示騒音計の目盛にも刻まれている。しかし、音響工学でよく用いられる単位に「デシベル」(Decibel) というのがあり、「ホンとデシベルとはどう違うのか」という疑問がでる。指示騒音計で騒音の大きさや強さを測った場合、(実は之は厳密な意味での音の大きさや強さでないで、正しくは騒音レベルと称する) 日本ではホンを単位とするが、米国ではデシベルと同じものと呼んでいるから、騒音計で測った値をあらわす単位としては、ホンもデシベルも同じものである。ただ後述する様な周波数分析でオク

タープ毎の音の強さのレベルを測ったり、聴力検査で聴力損失の大きさをあらわす場合にはデシベル（略して db）を使っている。この場合のデシベルは物理的な音の強さのレベル、即ちある基準の音に対してどの位のレベルかを示しているわけで、騒音計の指示をあらわすホンやデシベルとは大分意味がちがっている。音の大きさと強さとかいっても、常識的には同じ内容をさしているように聞えるが、実は音の強さという場合には、物理的な内容をもつ音波のエネルギーなり音圧を指し、音の大きさという場合には、人間が聴覚を通じて感じるものをさしているのである。デシベルという単位は電気的量（電圧、電力）のレベルをあらわすのにも同じように用いられるが、音の強さに関しては次式の如く定義される。

$$\text{デシベル (db)} = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0} = 20 \log_{10} \frac{P}{P_0}$$

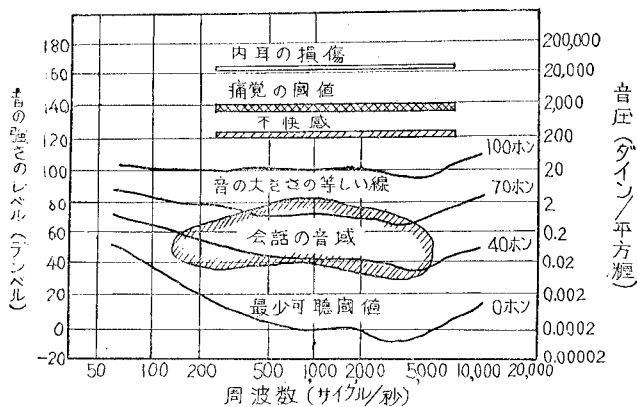
ここで I や P はそれぞれ対象の音のエネルギー（音波の進行方向に垂直な単位面積を単位時間に通過するエネルギー量）や音圧（音波によって起る圧変化の実効値）であり、 I_0 や P_0 はそれぞれ基準にとられたエネルギーや音圧である。この基準値は一般に音の強さのレベルをいうときは

$$I_0 = 10^{-16} \text{ erg/cm}^2\text{sec} = 10^{-16} \text{ watt/cm}^2, \quad P_0 = 0.0002 \text{ dyne/cm}^2 = 0.0002 \mu \text{ bar}$$

が採用される。従って 20 db の差のある（即ち 60 db と 80 db でも 80 db と 100 db でもよいが）2つの音は音圧では 10 倍、エネルギーでは 100 倍の違いがあるわけであり、従ってたった 20 db という差しかないと思ってもその影響は、エネルギーが 100 倍も違うのであるから甚大である。オーディオメーター（聴力測定器）で聴力損失を表現する db は、それぞれ各測定周波数での正常聴力の平均的な可聴者の強さを I_0 や P_0 にとっているわけである。

一方音の大きさの方は人間が音をきいて感覚し判断してきまる量である。ホンという単位は元来は、1000 サイクルの a デシベルの音と等しい大きさに聞える音を a ホンの音の大きさのレベル (loudness level) にあるというふうに定義された。第 1 図は Loudness 曲線といって純音（周波数の単

第 1 図 音の強さ、大きさ、周波数、聴覚の閾値



一な音) について音の強さと大きさとの関係を求めたもので、その一部が音の大きさの等しい線とし

て示してある。即ち音の周波数がちがうと、同じ強さの音でも同じ大きさに聞こえないのである。

(このことは同じ 90 ホンでもタービンとディーゼルとでは感じが全然ちがうことでわかると思う) 従って音の調子や音色に関係する周波数構成を無視して、物理的な音の強さを測定したのでは耳に聞こえる音の大きさは大分異ったものになってしまう。そこで騒音指示計には聴感度補正という特別の操作を加えてある。

人間の耳が音として感ずる音波の範囲は、第1図からもわかるように、1000サイクルの0 デシベル即 0.0002 dyne/cm^2 に等しい0 ホンの最小可聴音から 130~140 db, 周波数については 20 サイクルからせいぜい2万サイクルまでである。これが人間の聴域であって、難聴というのはこの聴域が正常の状態よりせまくなる現象をいうのである。

(3) 測定用具

電気音響技術の未熟な時代には、バルクハウゼンの騒音計というのがあった。之は片方の耳で1000 サイクルの音を色々な強さできき、その場の騒音と同じ大きさに聞える強さのレベルから、騒音のレベルを求めるものである。確かに音の大きさやホンの定義からは当を得た方法であるが、測定者の感覚による誤差や、変動する騒音については、厳重な測定ができない。この点で現在広く使われている指示騒音計では、測定値はメーターで示されるから、測定者によって値を異にすることはない。

しかし上述の意味での音の大きさのレベルを測るには、若干の相異がある。指示騒音計はマイクロホン、増幅器、指示計よりなり、音の物理的強さに反応する計器であるが、聴感度補正が増幅回路内に設けられてあり、これは第1図の 40, 70, 100 ホンの3つの音の大きさの等しい線に近似させて、小さい音を測る場合には、低周波域での耳の特性に合せる様感度をさげるのである。之を各々A, B, C 特性と称する。C 特性は平坦であるから、この場合には物理的な音圧の測定に等しい。この使い方はB特性で測って指示が 60 ホン未満の場合には、A特性に切換えてはかり、60~85 ホンのときはB特性で、85 ホン以上のときはC特性で測ることが原則とされているので、私共の測定でも之を守った。

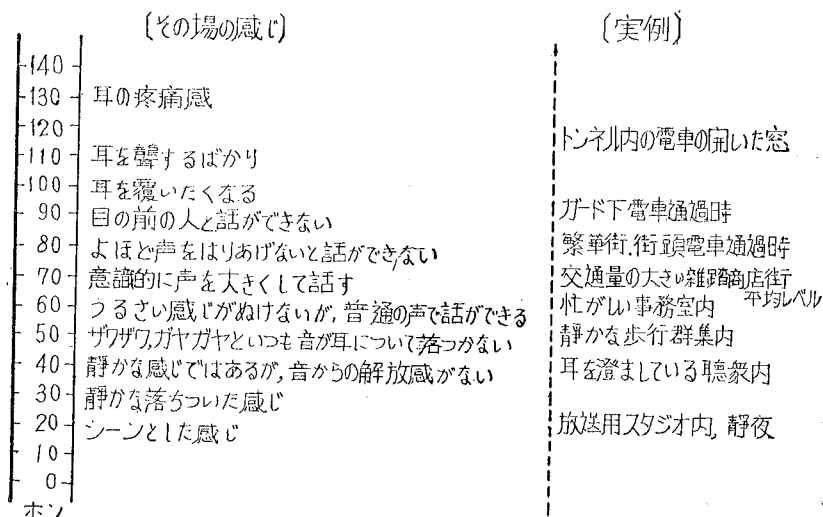
この様に聴感度補正といっても大まかなものであることと、実際の騒音の様に複雑な周波数構成をもつものでは、純音に関する特性だけでは律しえない点が出てくる。だから指示騒音計の指示は、厳密には音の大きさのレベルにはならず、これを騒音レベルと呼ぶのである。又、衝撃的騒音になると、現在の騒音計の規格では、正しい音圧レベルを示しているとはいいきれない。

指示騒音計には日本工業規格 (JIS C 1502—1956) があって、構造と特性、性能がこの規格内にあるもので測定を行い得られた指示は騒音レベルであるが、略々近似的な音の大きさのレベルを表わすものとしているのである。又これによる騒音レベルの測定法についても最近 JIS (Z 8731—1957) ができた。従って指示騒音計の使用にあたっては、この JIS を知っておく必要がある。騒音レベルのホン値であらわされる騒音の大きさの感じは第1表で示したようになる。勿論実際の騒音は比較的定常

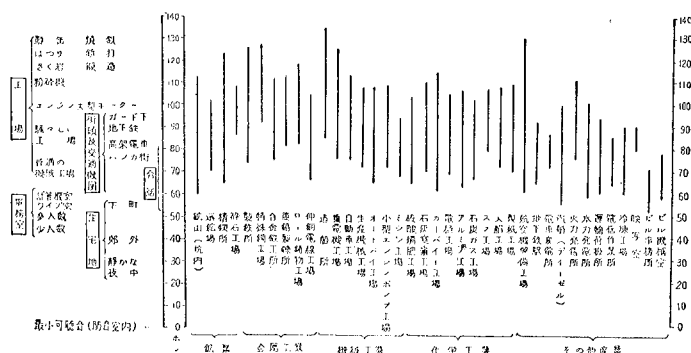
なモーターやエンジン等の騒音を除いては、非常に時間的変動の甚しいものであるから、何回も読みとって平均値（又は中央値）をとったり、分布を求めて比較することや、間歇的騒音ではピークや変動の時間性を考慮する必要がある。

第2図は労研において今までに各種の事業場で測定した騒音レベルを比較したものである。作業や職場の状況をあらわさなかったが、大ていの生産工場には、吾々が街頭や交通機関で日常遭遇する騒音に較べると、甚だ大きいレベルの騒音が充満していることがわかる。70~80 ホンでは普通にみら

第1表 騒音レベルとその場のかんじ



第2図 各種事業場の騒音レベルの比較



れるものであり、作業場が 90 ホンを越すようになるとかなり騒々しいと注目される。

最近都市の公害問題として騒音が注目されたのは周知の事実であるが、騒音防止条例が公布されるようになった街頭騒音のレベルは第3図のとおりである。

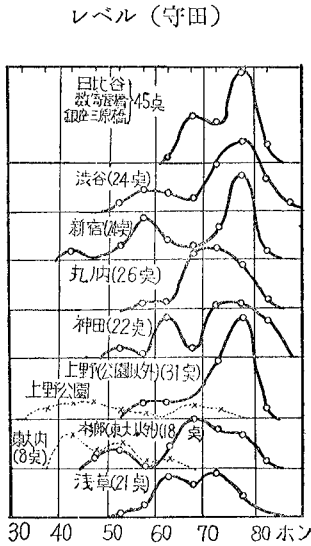
(4) 周波数分析

騒音は色々な振動数(周波数)の色々な強さの成分音が複雑に組合わさっているのが普通で、こういう周波数の関係で、耳に聞く音の調子や音色が違ってくるのである。周波数はサイクルを単位とす

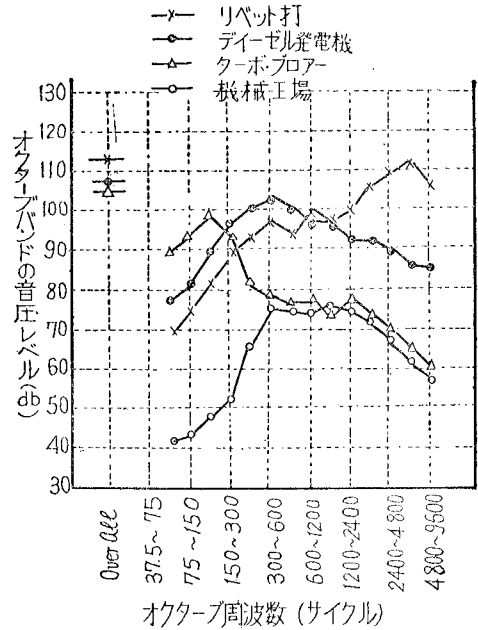
る毎秒当りの音波の振動数で、物理的なものであるから音の強さと大きさの関係と同じように、実際の音の調子の感じと厳密に比例したものではない。

騒音の周波数構成、即ち各周波数域で音の強さがどのように分布しているかを知ることが、騒音抑制や難聴発生への危険度を考えるとき重要なことであり、この測定を周波数分析というのであるが、こ

第3図 地域による街頭騒音



第4図 騒音の周波数分析



れには色々な測定法や器械があるが、簡単で広く使われているのが周波数帯域濾波器を用いる方法である。この周波数帯域の区切り方は、目的により色々であるが、一般の騒音測定には第4図の横軸に示したようなオクターブ・バンド (Octave band) が用いられる。この濾波器を騒音計の増幅部の中間に組合せて(この時の騒音計はC特性を用いる) マイクロホンから入る騒音の各周波数帯域での音圧レベルを別々に測定して、騒音の周波数による音成分の分布を知るわけである。例を示すと第4図の如くである。縦軸は音圧レベルの0 db で、 $0.0002 \mu \text{ bar}$ を基準としていることはいうまでもない。又横軸の Over all といふのは濾波器を素通りにして測る値で、全周波域 (50~10,000 サイクル) の音圧レベルになるから、これは騒音計のC特性での指示と同一である。

2. 工場騒音の概況

工場、鉱山その他各種の事業場では生産活動に伴って、各種の機械や工具から騒音が発生するが、勿論それらは生産工程と密接に結びついたものであることはいうまでもない。工場騒音は騒音源の種類や状態によって、騒音の大きさや音色が色々である外に、騒音発生の時間的關係も各種各様である。しかし概して騒音レベルの一定しているモーターやエンジンの様な変動の少ない定常的な騒音と、

鍛造やプレスの如く間歇的な衝撃騒音にわけられる。またクラッシャー、ウインチ、ニューマチックツールの如く時間的に騒音レベルの変動の激しい場合もある。

一般に騒音作業と称するものの中には、作業に使用する工具や、操作する機械から騒音が発生する場合と、騒音源である装置機械の運転を監視したり、加工場の投入や搬出をする狭い意味の騒音下の作業にわけることができる。産業別にみると製缶、鋳打、鍛造、鋳物鋳金といった職場を大規模に取入れている造船や車両、重機械、鉄鋼業では騒音作業も広汎であるが、炭鉱山の掘進作業や、選鉱の職場も騒音レベルはかなり高い。又繊維紡織機の騒音は、一般の機械工場に比べるとかなりレベルの高いものである。化学工業でも鉄工関係の作業場が、生産の補助部門として存在することや、各種の粉砕機、送風機、コンプレッサー、ポンプ等の騒音も 80~100 ホン、ときには 110 ホンに達する。

また騒音作業の実態は、生産工程の進歩に伴って変化してゆくことも、騒音対策に関連して重要なことである。鋳打は溶接技術の進歩につれて減少しつつあるし、鍛造や鋳金加工も大規模のプレス加工で代替されれば騒音作業でなくなる。又最近オートメーション時代といわれる生産の自動制御化は、作業を遠隔操作の監視作業に変えてしまう。そうなれば操作室の隔離によって、騒音作業は消失してしまうわけである。その反面、生産の高能率化から人力を機械にかえ、より高性能の作業機の採用は廻転速度の増大となって騒音を一層高めてゆく傾向に進んでいるのである。

3. 船舶における騒音

作業環境として船舶を眺めた場合、騒音源である主機及補機の運転を監視する騒音下の作業に直接たざざる機関部員と、間接的に影響を受ける甲板部、事務部等ではその性質も非常に異ってくるのであるが、船内の騒音の大きさを概略により陸上諸作業場と比較してみた場合、その大きさは下位に属するが、(第2図)これを休息所としての居室を考えてみた場合、都電の交叉点にベットを持ちだしてねているのと同じ結果であるといえよう。

勿論船舶の大小、船型、用途、設備の良否によって船内各所における騒音の大きさは非常に異っている。指示騒音計によって騒音の大きさを測定したところを次にあげてみよう。指示騒音計は日本電子測器製 SL-14 型を使用した。

(1) 小汽艇の場合

23 米小汽艇 T、(機関室床面積 19.2 平方米、気積 38.37 立方米)について艇内各処の騒音を指示騒音計によって測定した記録をあげると第2表の通りである。機関室内には諸設備がぎっしりとつまっており、中央の通路も2人が脊中をすり合せてやっと通り抜けられる程度であり、天井も低く天窓やハッチをすべて開放しても、それらの合計は 1.14 平方米にしか過ぎない。機関室は全く音がこもっておりごうごうたるものである。主機の廻転数と騒音の大きさの関係を第5図に示したが、半速航海において既に 100 ホンを超えているのであるから、機関部員は常時 100 ホンの騒音にさらされていると考えてよい。なおこの小汽艇の主機は池貝単動4サイクル無気噴油式ディーゼル機械で、350

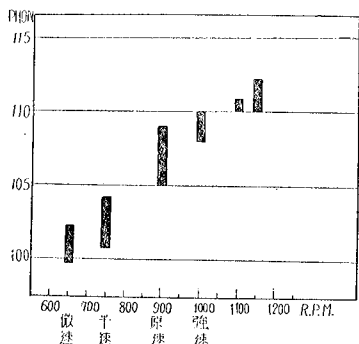
B.H.P. 2基を備えている。

又別例としてあげる小汽艇は、某海峡を往復する自動車航送船Aであるが、甲板上に自動車を積載す

第2表 小汽艇Tの艇内騒音

測 定 個 所	状 況	主機回転数	騒音ホン	備 考
甲板上	接岸		55~60	出港前点呼中
〃	〃		65~68	隣船エンジン音
エンジン・ルーム (前部)	〃	600~700	100~102	エンジン、スタート
〃 (後部ハッチ下)	〃	600~700	95~100	〃
甲板上 (エンジン・ルーム上 高さ 50 cm)	出港時 微速	650	80~83	
〃 (〃 高さ 150 cm)	〃	650	78~80	
指揮所	〃	650	70~72	
操舵所	〃	650	74~76	
エンジン・ルーム (後部)	〃	650	95~98	
〃 (前部)	〃	650	99~102	
〃 (〃)	半速	740	101~103	
〃 (〃)	〃	760	102~104	
〃 (中部通路)	〃	760	102~104	エンジン・ルームの天窓 閉 (以下同)
〃 (〃)	原速	900	103~105	
〃 (前部)	〃	900	106~109	
〃 (前部左舷エンジン)	〃	900	106~108	
〃 (前部右舷エンジン)	〃	900	108~109	
〃 (後部)	〃	900	105~106	
甲板上 (エンジン・ルームハッチ傍 高さ100cm)	〃	900	79~82	
〃 (エンジン・ルーム天窓上 高さ100cm)	〃	900	80~84	
〃 (艀)	〃	900	85~87	排気音のためか?
操舵所	〃	900	75~76	
エンジン・ルーム (後部)	強速	1,000	107~108	
〃 (中部高イ所)	〃	1,000	108~110	
〃 (中部エンジン横)	〃	1,000	108~109	
〃 (中部艀エンジン)	〃	〃	109~110	
〃 (中部左エンジン)	〃	〃	108~109	
甲板上 (エンジン・ルームのハッチ傍高さ100cm)	〃	〃	82~85	
〃 (エンジン・ルーム天窓上, 高さ 100 cm)	〃	〃	85~88	
操舵所	〃	〃	77~82	
指揮所	原速	900	73~74	
乗組員居室 (入口及厨房)	〃	900	75~80	
〃 (テーブル上)	〃	〃	72~75	
〃 (ベッド上段)	〃	〃	72~74	両舷共同じ
船長居室	〃	〃	70~71	
無線室	〃	〃	69~70	
乗組員居室 (艀)	〃	〃	70	
艀倉庫内	〃	〃	74~77	
エンジン・ルーム (中部)	強速	1,100	110~111	エンジン・ルーム天窓開 発電機運転休止
〃 (後部通路)	〃	〃	107~110	〃
〃 (中部艀エンジン)	〃	1,150	111~112	〃
〃 (中部左側エンジン)	〃	1,150	110~111	〃

第5図 主機廻転数と騒音の関係
(23米小汽艇の場合)



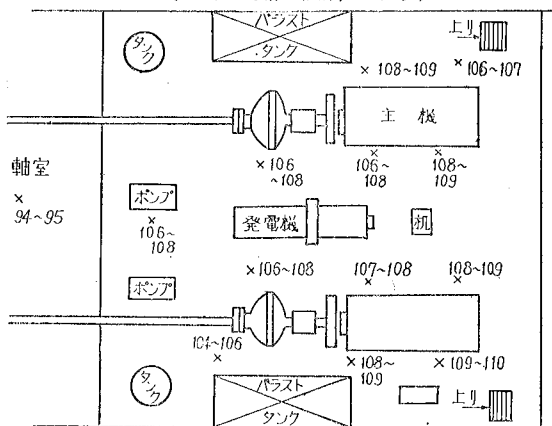
るため一般船とは船型を異にしている。本船の特殊性として甲板上に自動車を積載するために、機関室に天窗を取付けられず、両舷に名1個ずつの通風孔と機関室入口が設置されているのみで密閉された状態にあること。シュナイダープロペラーを使用しているため、中間軸が他船よりも高位置であり、主機関上部と甲板迄の間隙は、僅か

30 糎程度であり、機関室の高さが充分とれない。機関室の船艙のバルクヘッドの位置を強度上から指示され、充分機関室容積がとれなかった。等々の理由と高馬力小容積の主機械を採用したために、機関室内の騒音が第6図Aに示す様に高騒音である。第6図Bは船の略図であり、全甲板通してトラックを10台積み乗客は320名である。

(2) 大型船の場合

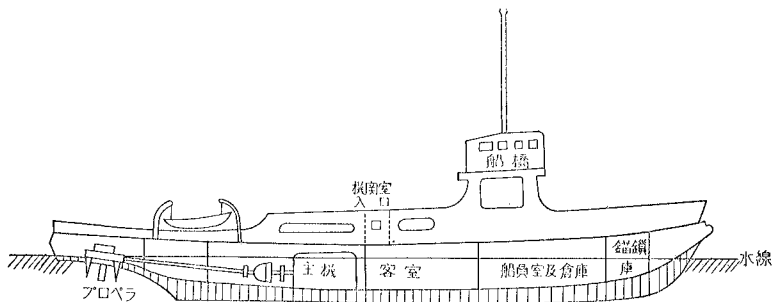
大型船における騒音分布は第3表にあげる通りである。主機据付位置と居室が

第6図A
自動車航送船Aの機関室騒音 (ホン)
(×印は測定個所を示す)



全長41.3米 巾8.4米 深さ3.0米
総屯数215.61 Ton 主機械 ダイハツ
300 B.H.P 600 R.P.M 2基 速力10 KT

第6図B A丸概略図



第3表 大型船の船内各処の騒音 単位 ホン(航海中)

船名	G丸	S丸	SP丸	SE丸	AK丸	T丸
主機型式	D	D	D	T	D	T
主機馬力	2,100	12,000	8,000	5,000	8,000	1,700
総トン数	3,171	9,307	12,626	9,808	6,668	
船種	練	貨	油	油	貨	練
主機ハンドル前	100	104	99	105	98	109
海図室	85	101	53	65	70	76
船長室	75	90	40		63	76
サロン	72	89	58	51	70	76
メスルーム		96	72	71	72	88
普通船員食堂	75	97	73	72	71	
無線室	75	98	55		68	
機関長室	83	92			68	84
操機長室	72		63		70	68

第4表 S丸の船内騒音 (長崎造船所測定)

	1/4, 83, 32/4, 102	3/4, 115 4/4, 123, 31/4, 83, 2 2/4, 99	3/4, 115, 54/4, 126, 5 1/4, 81 1/4, 100	3/4, 114 4/4, 122, 5										
Nav. Deck	Main engine load. & r. p. m.	85 ホン 96	89 105	92 105	91 (88) 92	94 (89) 94	87 96	88 97 (92) 99	100 (97)	99 (97)	103 (99)	103 (101)		
Boat Deck	Wheel house	中央												
	Chart room	中央												
	Funnel S. side	甲板												
	Cap. day room	中央												
Boat Deck	Radio station	中央												
	Hospital	中央												
	Dispensary	中央												
	F. 81 Eng casing	内外	✓ (Eng. 90//95	casing 95//103	door 開放 92//107	93//109	87//96	87//98	86//99	86//101	85 (82)	90 (86)	96 (91)	90 (90)
	F. 93 P side	〃	90//103	99//117	100//115	103//103	83//100	89//103	87//107	93//110	93 (89)	94 (85)	95 (83)	98 (90)
	F. 93 S side	〃	91//118	99//116	95//118	95//115	87//105	92//106	90//107	90//111	86 (85)	86 (84)	94 (92)	91 (9)
											87 (85)	99 (94)	95 (92)	97 (94)
Bridge Deck	Mess room	中央												
	No. 2 state room	中央												
	No. 6	〃												
	Gen. Lavatory	〃												
	Purser's room	〃												
	Saloon	〃												
	F. 81 Eng-casing	〃	✓ (Eng. 85//97	casing 96//104	door 開放 96//103	94//105	87//98	87//100	86//100	83//103	87 (84)	89 (88)	98 (97)	96 (95)
F. 83 P-side Eng-casing	〃	90//103	95//108	95//103	97//112	84//103	85//107	83//107	87//110	85 (83)	84 (84)	83 (87)	89 (86)	
F. 94 S. side Eng-casing	〃	91//98	94//105	92//105	96//103	80//100	86//102	86//104	90//103	89 (89)	87 (83)	99 (95)	101 (96)	
										87 (84)	87 (86)	93 (91)	92 (89)	
										87 (86)	89 (89)	94 (88)	94 (89)	
Upper Deck	Galley	中央												
	4 Fire M. room	中央												
	Q/M. room	〃												
	Crew's Mess room	〃	✓ (Eng. 94//99	casing 97//105	door 開放 100//107	101//103	83//98	86//100	88//104	90//104	89 (87)	92 (93)	100 (98)	100 (97)
	F. 80S-side eng. casing内外	〃	95//98	98//109	99//109	98//112	85//98	87//101	89//105	91//110	86 (79)	83 (83)	92 (88)	93 (90)
	F. 85	〃	93//101	95//108	97//108	97//111	83//98	87//103	83//105	91//105	80 (74)	87 (83)	93 (83)	93 (92)
	F. 90 P. side	〃	93//100	95//107	97//106	97//110	88//100	86//102	88//106	91//112	85 (84)	88 (85)	96 (92)	97 (95)
F. 85 S. side	〃	93//105	97//107	98//107	96//109	85//89	88//100	89//103	91//109			door 全部閉鎖		

	Main engine load. & r.p.m.	1/4, 82.32/4, 102 3/4, 115 4/4, 123.31/4, 83.22/4, 99 3/4, 115.54/4, 126.51/4, 81 2/4, 100 3/4, 114 4/4, 122.5
2nd Deck	F. 85 P. side	93/98 95/102 103/106 105/110
	" S. " "	93/98 91/102 96/106 99/110
3rd Deck	F. 70 P. side Eng. room中段	105 106
	F. 79 S. " " "	103 102
	F. 87 P. " " "	106 107
	F. 87 S. " " "	104 107
	F. 95 P. " " "	105 106
	F. 95 S. " " "	102 105
E R Floor	Tele-phon box 内	100 103 105
	F. 102 Main eng. f'd	103 102 104
	F. 76 Main eng. aft'	104 104 106
	F. 90 Main eng. P. side	106 105 108
	F. 85 " " S. side	103 104 105
	F. 95 " " " "	104 102 104

摘要 () は室扉窓を全部閉めて計測したホンである。マイクは室中央にて通路に対し垂直に構えた。

／は遮音工事を施した Engine casing wall を示し左側の数字は Engine room の外側の数字は Engine room の内側の

ホンである。何れも壁面から 5 cm 位の処で計測す。マイクの向きは壁面に略垂直にして Engine room 内方に向けて構えた。

マイクの高さは何れも床又は甲板より約 1.3 m とした。

／は遮音工事をせざる Engine casing wall を示す。

Tele-box は入口に布を垂れた状態でその中央で計つた。

同一区画にある場合、どの場所でも殆んど同一騒音量であるが、タンカーでは前後部居室間には格段の差があることはいうまでもない。S丸の船内騒音を測定した記録を示すと第4表の如くである。又T丸についての測定記録は第5表である。

第5表 T丸の船内騒音

航停泊中の船内騒音レベル測定結果は次の通りである。

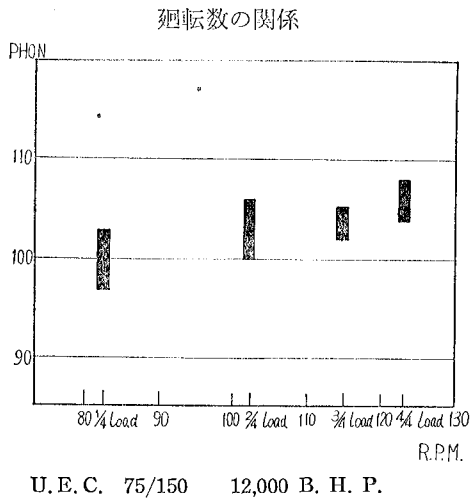
		停泊ホン	航海 92r.p.m.ホン
NAVIGATION Deck	WHEEL Room	64	76
BOAT Deck OFF's QUARTER	CAPT Room	62 (72)	76 (76)
POOP Deck OFF's QUARTER	DOCT Room	71 (81)	82 (89)
	S1/E Room	70 (80)	78 (84)
	J2/E Room	69 (74)	76 (81)
	J1/E Room	65 (75)	71 (79)
	ENTRANCE	67	88
	SALOON	67	76
UPPER Deck CAP' QUARTER	No. 11 (中)	80 (87)	93 (97)
	9 (中)	73 (79)	85 (90)
	3 (中)	67 (73)	87 (82)
	READING Room	66	68
	No. 10 (艙)	65	85 (91)
	NO1. SALOON (中央) (教壇)	77 78	83 89
SECOND Deck CREW'S QUARTER	OIL's Room	60 (63)	65 (68)
	C/cook Room	66 (71)	69 (73)
	No. 2 LECTURE Room (中央) (教壇)	76	91 92
	ENGINE Room	No. 1 GENERATOR	103
	HANDLE 前	90	109
	BOILER Room	91	97

註：()内は各部屋出口の通路における測定値である。

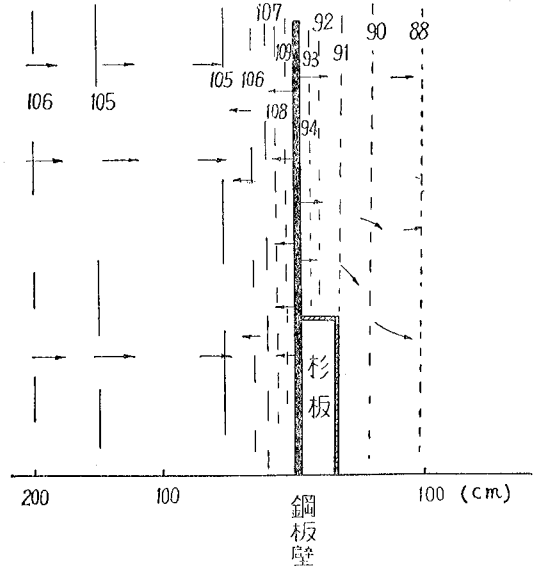
主機回転数と騒音の大きさの関係は、小型船の場合は第5図にあげたが、これと同じ様なことが大型船の場合にもいえる。即ち第7図にもみられる通りであるが、 $1/4$ 負荷において既に 95 ホンを超えていることから、機関室内では主機関の運転中は、常に騒音の許容度を超えていると云って差支えないであろう。第4表、第5表から次のことがいえる。即ち騒音源である主機械及発電機からの遠近

によって、機関室内各位置の騒音レベルには、若干の差異がみられるが、当直員の監視位置では、95～110ホンの範囲にある。この中で最高はルーツブローアまたはスーパーチャージャー附近で、105～110ホン、主機のハンドル前では100～105ホン前後であり、発電機附近では運転中は100～105ホンである。機関室の下段では各種のポンプが運転されているが、主機関の音が優勢で全体的に95～100ホンの騒音レベルがあり、中段から天井に至るまで95～110ホンである。この機関室の騒音がエンジン

第7図 S丸における騒音と



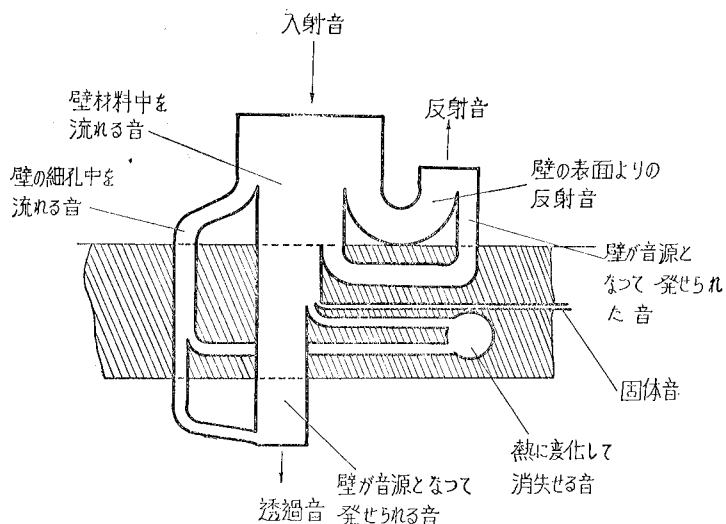
第8図 鋼板壁を挟んだ騒音レベル



ン・ケーシングと通路をへて船内各処に伝播して行くが、大体 85 ホン前後である。エンジン・ケーシングウォールを間にはさんで騒音レベルを T丸について測定したのが第8図である。鋼板壁が 6 m/m である場合、壁に極く近い部分では、鋼板の発振によるものとみられる騒音が増加しているのがみられる。此の場合とは異なるケースであるが、尿の閉鎖状態がわるいためにガタガタいっている時が間々あるのは注意を払わねばならない。

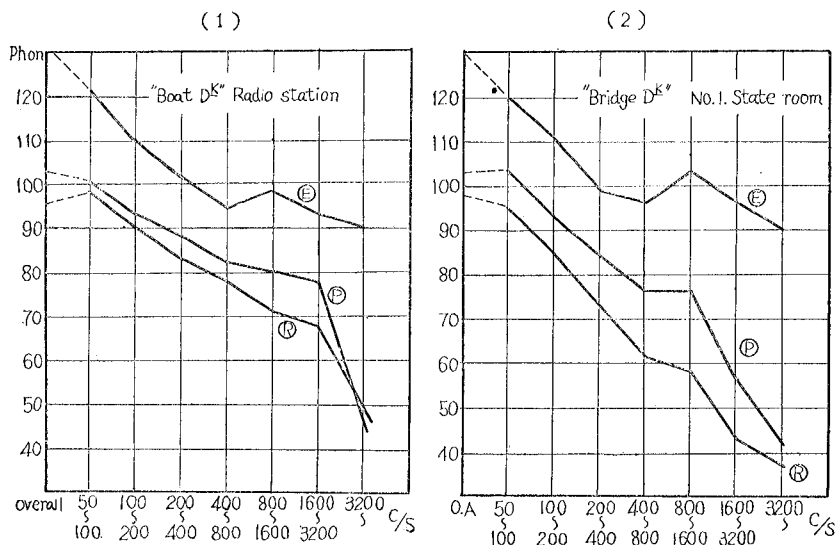
いかなる場合にも音が単一材料の壁にあたった時のエネルギーがどのように変化するかを第9図に示した。即ち入射音の一部は壁の表面から反射音としてもとの方向に戻り、その他のものは壁材料の中に吸収される。吸収されたエネルギーの一部は壁体を振動させ、これが第2次の音源となり、壁体の両側に音波を生ぜしめることは第9図からも明らかである。又一部のエネルギーは壁体の中の隙間を、または毛細管を通して空気音の儘で通過して行く。そのときの壁体又は壁体を構成している繊維等を振動させたエネルギーの一部と、毛細管を音が通るときの空気抵抗のために、失われるエネルギーは熱となり壁体中で消失する。これが吸音材の理論であり、室内等でその中で発生した音をなるべく小さくするには、壁にはフェルト繊維等いわゆる吸音材をはり、音のエネルギーを吸収させて熱に変化させるのが望ましいことである。

第9図 壁の中の音のエネルギーの変化



1. の (4) 項においてもあげたように、騒音は色々の周波数の、色々の強さの成分音が複雑に組合

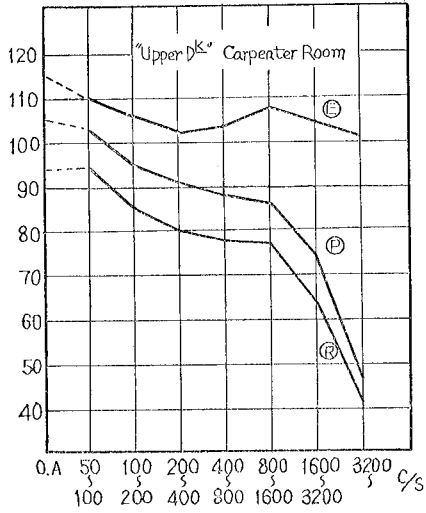
第10図 S丸船内各処の騒音周波数分析
(長崎造船所測定)



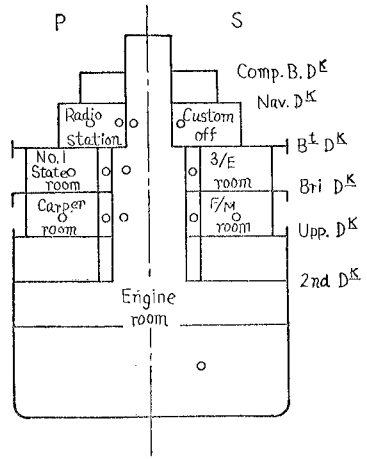
わさってできたものであるから、騒音の周波数構成即ち各周波数帯域で音の強さがどの様に分布しているか知るために、周波数分析を行つてみた。第10図はS丸の騒音分析図である。各図に記入されている記号は

R……特記の部屋の中央の騒音レベル

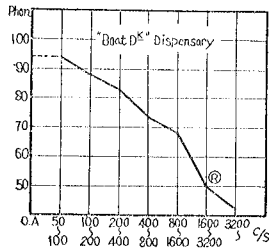
(3)



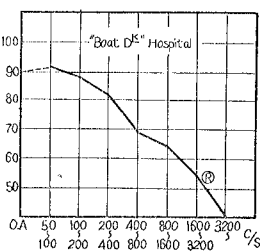
◎ 計測点関係位置



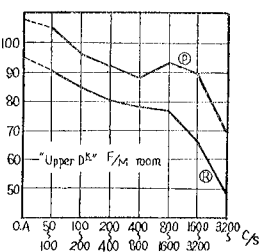
(4)



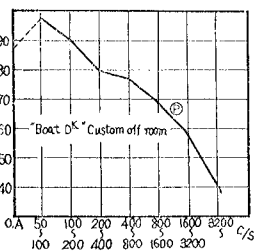
(5)



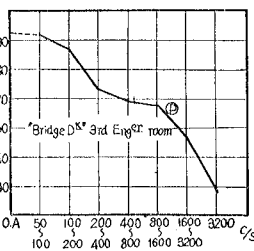
(6)



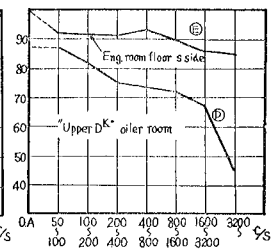
(7)



(8)



(9)



P.....その部屋の前の通路の騒音レベル

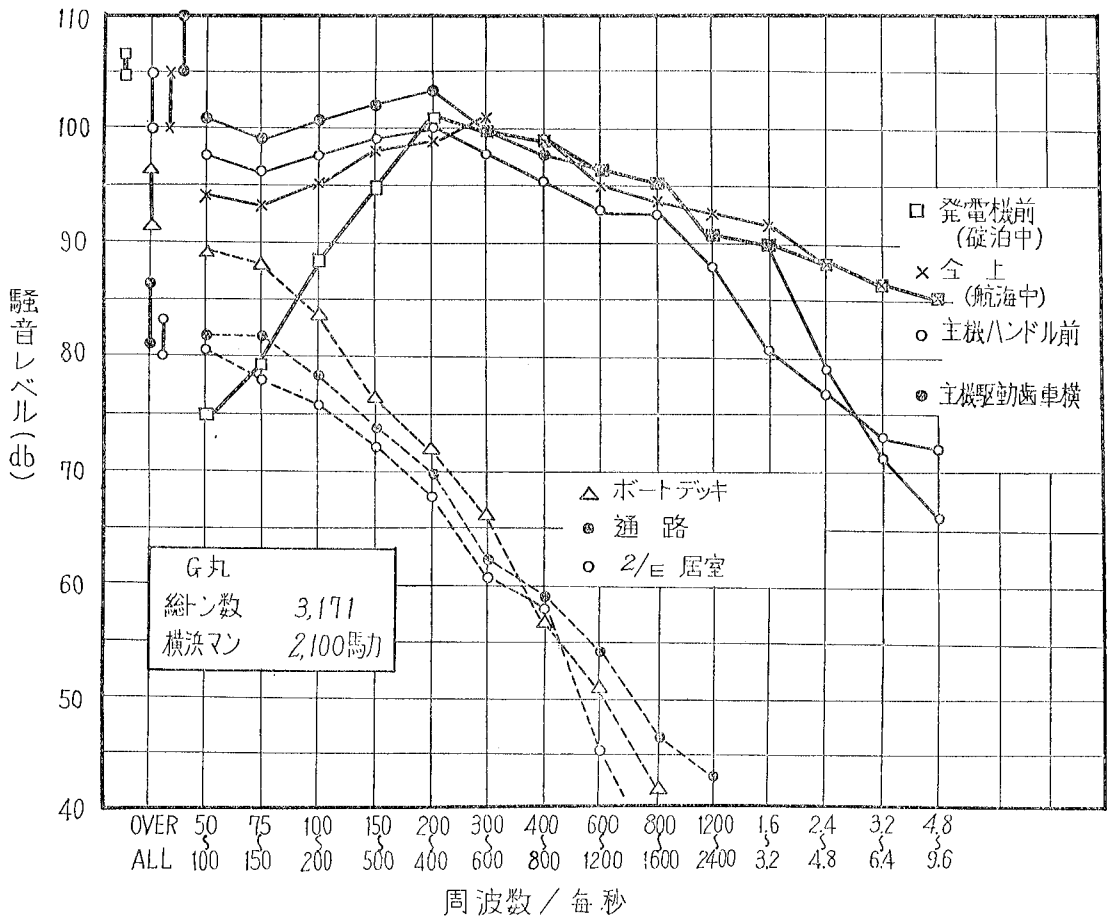
E.....これらに対応する機関室の計測値をそれぞれ示している。(1)(2)(3)(4)(5)(6)は主機械116回転で運転中、(7)(8)(9)は停止中であり、航海に必要な補機は運転している。(1)(2)(3)のEに示される機関室での主機、補機を主たる源とする騒音は50~1,000サイクル

を主勢力とする低周波音に属し、1,000 サイクル以上でも相当の騒音勢力をもっている。ところが同図においてPR、通路及居室で測定した騒音は、各種の壁を通過してきた音であるので、同じ周波帯に属する音でも、Eの音勢力にくらべると、非常に減衰されていることがわかる。これは機関室の騒音が、各種の構造物を伝わっているうちに、周波数の高い音が減衰し遮音吸音の困難な低周波音が残り、100 サイクル前後の周波数が主勢力となっている。

同様の方法にて第 11 図にG丸、第 12 図にY丸、第 13 図にA丸の周波数分析図をあげた。G丸、

第 11 図 ディーゼル船G丸騒音周波数分析図

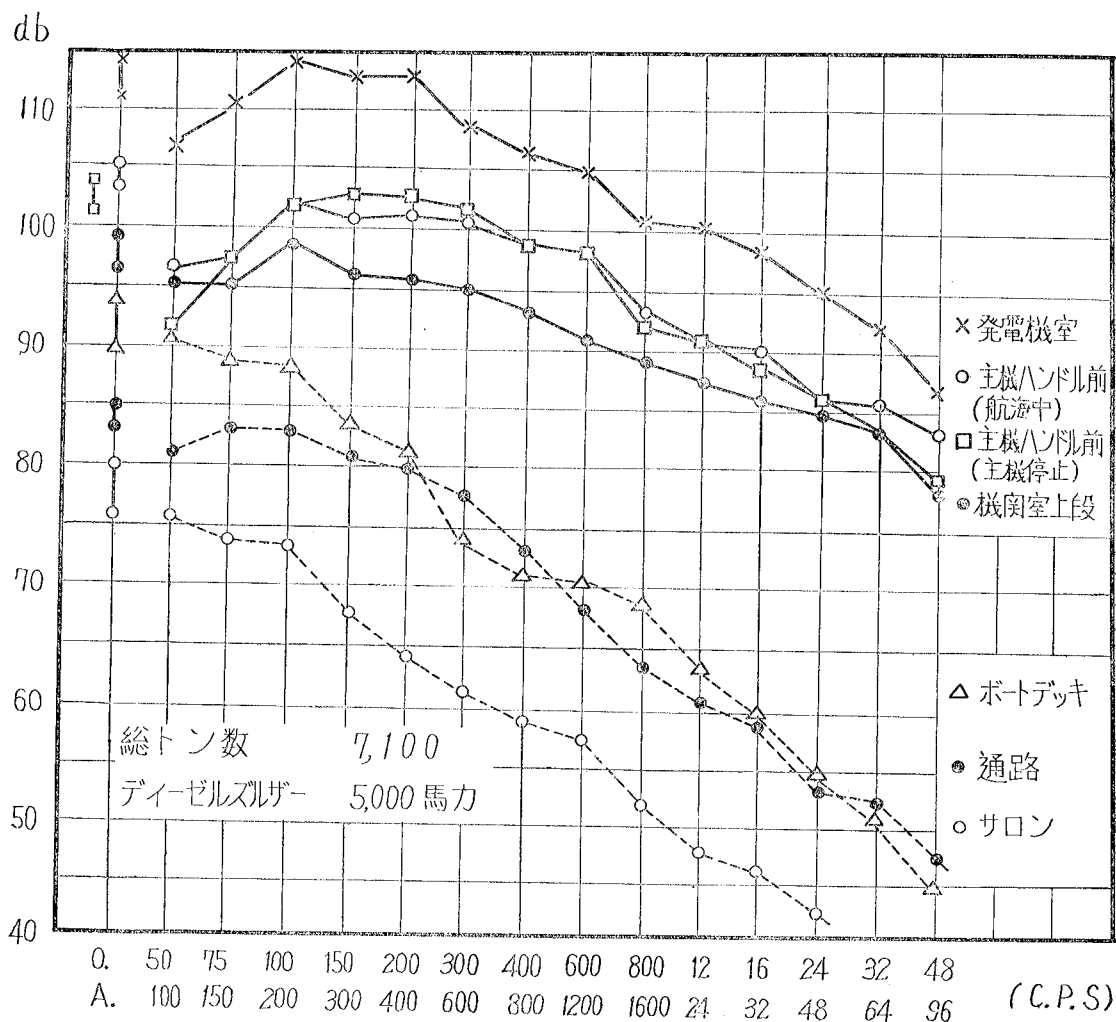
(騒音指示計 SL-14, オクターブ濾波器 OF-4)
(出力指示計 L-2 使用)



Y丸共にディーゼル船であるが、S丸と異っている点は過給機を装備していないことである。しかしスペクトルは殆んど同一形状をしており、高周波域に至るに及んで下ってきている。A丸は前三者と異り 7,400 馬力の石川島タービンを装備している。タービン船における機関室の騒音は、タービンの減速歯車の共鳴音が主になっており、スペクトルの形状は水平に近く、600~3,000 サイクルに主

第 12 図 ディーゼル船 Y 丸騒音周波数分析

(指示騒音計 SL-14, オクターブ冪過器 OF-4)
出力指示計 L-2

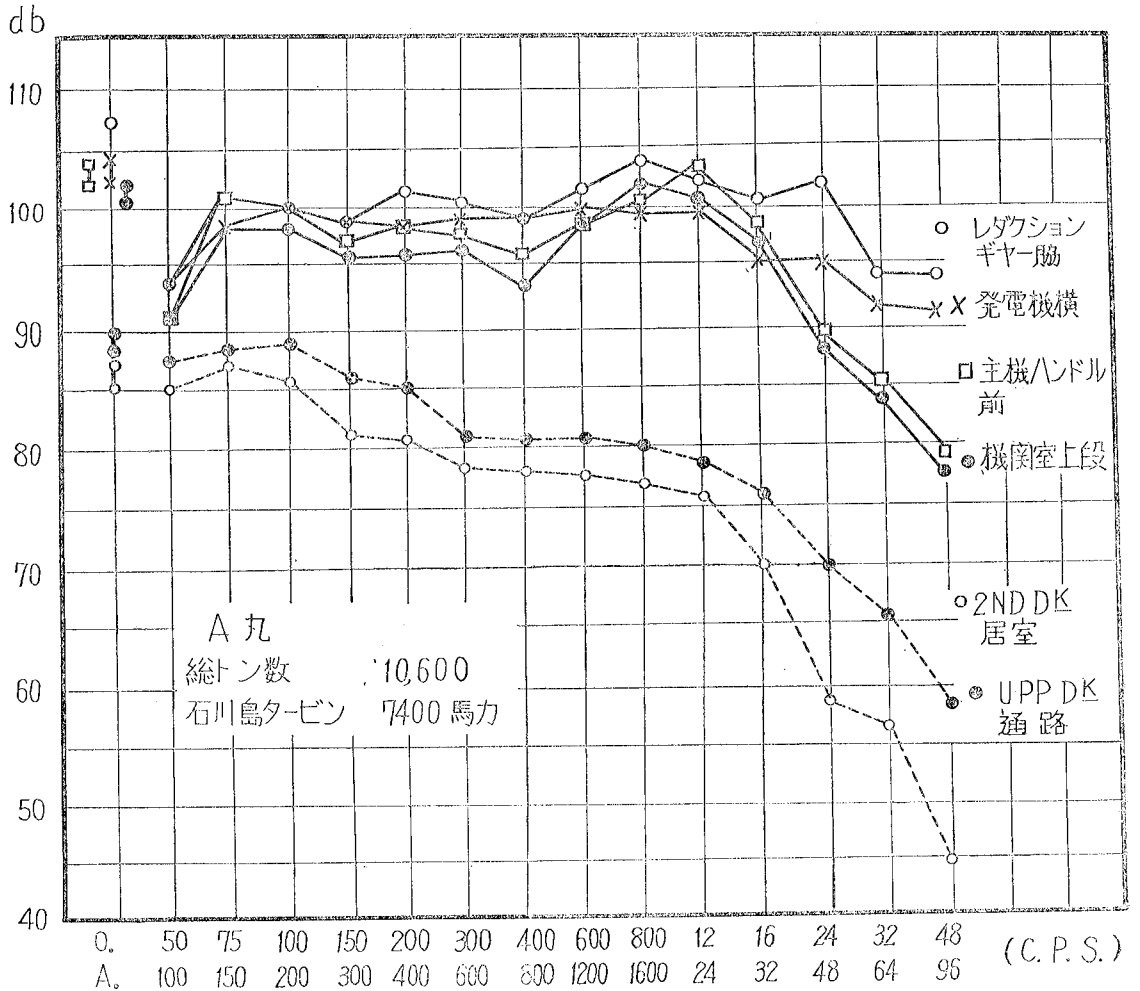


勢力がある中周波騒音であり、ディーゼル船にはきかれぬ金属音が含まれている。しかし何れも図にみられる通り居住区では、100 サイクル前後を主勢力とする低周波音に変わっており、構造物を伝っているうちに高音域の減音が著しいことを示している。

第 14 図には T 丸のタービン減速歯車附近において録音したものから、周波数分布曲線を求めたものであり最大のピーク周波数のところを 0 db とし、他の周波数ではこれより何 db 減衰しているかを示したものであって、音源とみられる歯の音として 800, 1,300, 2,500 c/s 附近にピークがみられる。なお主機関の廻転数は 90 r. p. m. であり、この時の騒音レベルは 106 ホンであった。

第 13 図 タービン船A丸騒音周波数分析

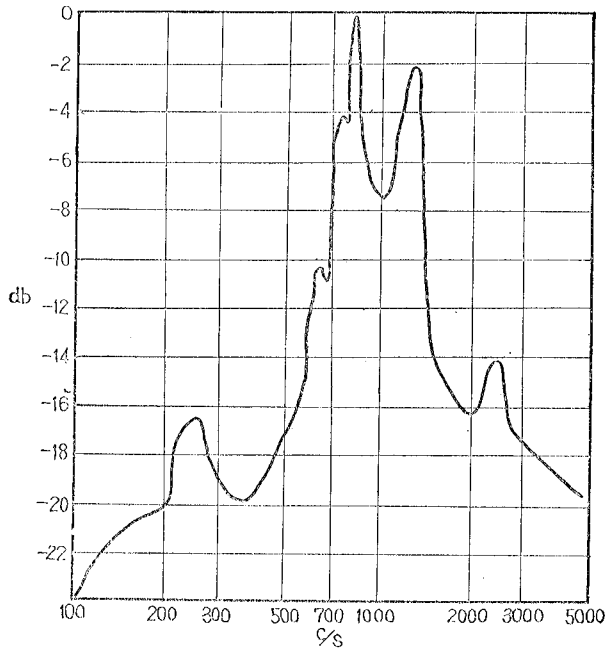
(指示騒音計 SL-14, オクターブ濾過器 OF-4)
出力指示計 L-2



(3) 過給機の騒音

最近は大形ディーゼル機関に過給機を取付ける様になり、この騒音が大きな問題となりつつある。元来が機関室の騒音は相当に凄いものであり之に過給機の音に加わると、慣れたものでも精神的に耐え難いものとなる。関東学院の山榊氏の測定結果によると（U号の過給機に前後気筒団に1台ずつ装備されている）主機出力 $\frac{1}{4}$ 程度のところから「ピー」という音が吸込口から聞え $\frac{1}{2}$ 位ではっきりし、 $\frac{3}{4}$ で大きく、 1 となると「キューン」と脳天にひびき、耳に突き刺さる様な耐え難い音を発するのである。案内羽根 35 枚、45 枚の二種について種々の回転数の場合を測定したときのピーク

第 14 図 タービン減速歯車附近の周波数分布曲線



の周波数を第 6 表にあげた。之によると大体、(羽根車の羽根数) × (R.P.S.) の整数倍の周波数がでて
いる。第 15 図にあげる周波数分布曲線は案内羽根数 35 のときの 6,000 回転のときのものをして
示しているが、ピークの周波は 2,000 の整数倍になっている。

第 6 表 過給回転数とピーク周波数の関係

案内羽根の数	毎分回転数	毎秒回転数 X 羽根車の羽根数	ピークの周波数			
			1	2	3	4
35	3600	1200	1400	2650(主勢力)	4100	5600
	4400	1460	1700	3400(ノ)	5100	6500
	5600	1870	1900	3800(ノ)	5800(主勢力)	
	6000	2000	2000	4100(ノ)	6000(ノ)	
45	2100	70		1450(ノ)		
	3600	1200		2400(ノ)		
	5350	1750		3500(ノ)		

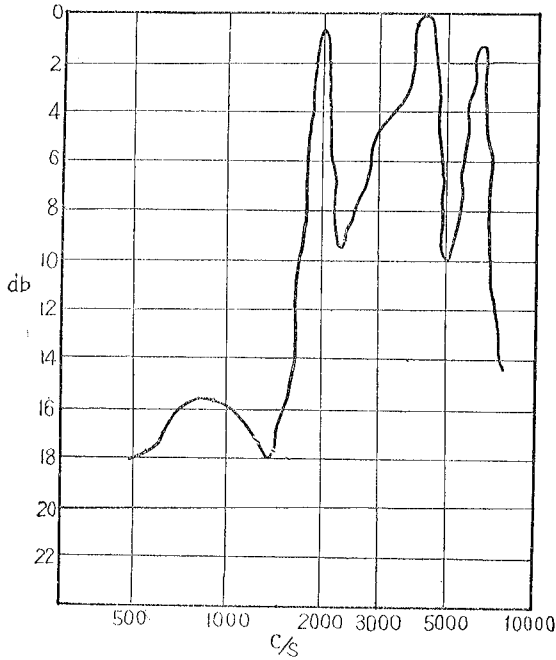
註 羽根車の羽根数は 20 である。

第 16 図は案内羽根が 45 枚のとき、即ち第 6 表の最後の欄の周波数分布である。

第 6 表、第 16 図、第 17 図によつていえることはノズル、ブレード数の適当な組合せにより高次の倍音をなくすることができることであり、人間の耳が嫌わない低い周波数にすることが可能である

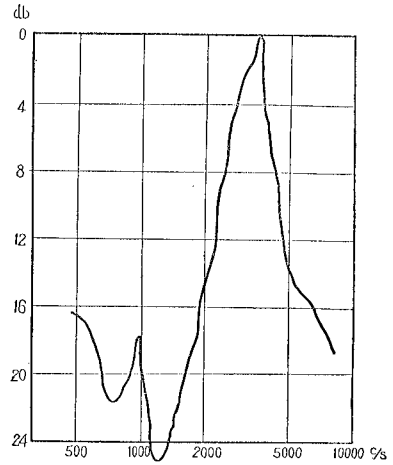
第 15 図 過給機音周波数分布

(過給機回転数 6,000)
 (主機回転数 119)
 (案内羽根 35)
 (羽根車の羽根数 20)



第 16 図 過給機音周波数分布

(過給機回転数 5,350)
 (主機回転数 108)
 (案内羽根 45)
 (羽根車の羽根数 20)

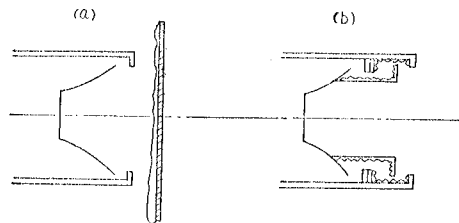


ということである。又出来あがった音に対する防音装置としては第 17 図(a)にあげられる様に空気入口に吸音材をはりつけた衝立を立てるとか、又は(b)にみられる様に装備すると過給機前方の音は相当量減少する。聴力障害のところでも述べるが、騒音では約 1,000~5,000 サイクル/秒の音が人間の耳に一番よくきこえ、4,000~5,000 サイクル/秒の音が特に有害とされているのであるから、第 6 表にみられる如く特定周波数の音をなるべく耳に無害な周波帯に持って行くように、その対策を考えるべきである。

(4) 防音について

一度に騒音を人体の影響のない程度に迄低下させるというのは、特に作業場と居室とが同一の環境

第 17 図 過給機の防音装置



にある船舶では、なお更のこと大へん難かしいことであるが、いくらかでも騒音を少なくする方向に目標をおいてみる。90 ホンの騒音レベルを85 ホンに下げることが可能であるならば、音圧は第1図からもわかる様に $\frac{1}{4}$ に下がるのであるから、人間が受ける感じとしても大へん低くなった様な気がするから、数ホンといえどもその努力には値する。

対策としては(イ)音源の発音防止(ロ)音源の防音遮蔽(ハ)部屋の吸音加工を行う(ニ)被害者側の防音遮蔽をする(ホ)振動の防止等であるが、この中で根本対策としては(イ)、(ロ)(ホ)であるが個々についての掘下げが必要であり、又その実施に非常に困難を伴うことが多いので(ハ)、(ニ)について調べてみた。

Sm 丸のポートデッキの防音工事として、部屋に面するケーシング・ウォール(casing wall)を4 m/m のフレキシブルボード(Flexible board)付きの25 m/m ロック・ウール・ボード(Rock wool board)で覆い、吸音工事として診療室前通路及び、無線室の天井にはパーフォレーテッド・ボード(Perforated board)を、診療室の天井にはエム・エー・アコースティック・パネル(M. A. Acoustic panel)を内張した。吸音板の詳細及びメーカーの示す吸音性能は第18図及び第7表の通りであった。

計算による防音効果の算出は非常に難しいが、ここではいくつかの仮定に基づいて計算を試みると、防音の効果に隔壁の透過率と吸音能力とに関係して次式で与えられる。

$$\text{防音効果} = 10 \log_{10} \left(\frac{a\tau s\tau}{\sum \tau s} \right) \text{db}$$

此処で $s\tau$ ……室内壁の面積

τ ……壁の透音率

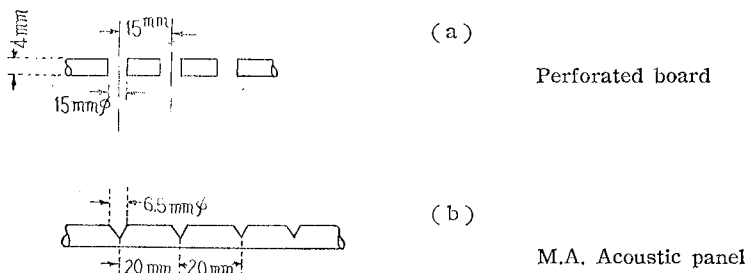
$a\pi$ ……室内壁の平均吸音率

s ……音の投射する壁の面積

である。

又材料の透音率及び吸音率は第8表に示す通りである。尚透音率は本材料に関する実験値がないので、壁の遮音量 $= 10 \log_{10} \frac{1}{\tau}$ db より逆算し、又壁の遮音量は実験式

第18図 吸音材の詳細



14.3 $\log_{10}(\text{壁の重量 kg/cm}^2)+12.7 \text{ db}$ より算出した。

第7表 吸音材の吸音性能

材 料	c/s	125	190	250	500	1000	1500	2000	3000	4500	測 定 所
Perforated board		.78	.90	.94	.79	.78	.50	.57	.36	.52	東大工学部
M. A. Acoustic panel		—	—	—	.30	.81	.80	.66	—	—	京工大

材 料	c/s	175	340	510	860	1040	1380	1730	2500	2960	測 定 所
1"rock wool board 日東紡績 K.K.		.03	.26	.46	.71	.71	.73	.73	.76	.78	N. H. K. 研 究 所

第8表

壁 の 種 類	重量 (kg/cm ²)	遮音量 (db)	透音率 (τ)
6% Steel wall	47.10	33.6	0.000245
Noise insulation を施した 6% Steel wall	60.15	42.0	0.000063
30 % Ply wood	17.0	30.3	0.001

材 料	吸 音 率
Steel plate	0.008
Ply wood	0.08
Linoleum	0.03
Perforated board	0.6
M. A. Acoustic panel	0.4
Curtain, Mattres	0.3

機関室より通路に入る騒音の防音効果については、通路の長さを 10 米、騒音は機関室側のみより侵入するものとし、通路の通路につながる面の吸音率を 0.5 とすると、通路の全吸音能は

場 所	面積 M ²	吸面率	吸音能
天井 (Perforated board)	10	0.6	6
壁 (Ply wood)	24	0.08	1.92
(Steel)	24	0.008	0.192
床 (Linoleum)	10	0.03	0.2
通路えつながる面	4.8	0.5	2.4
		計	10.812

又 τs 即ち壁の透過量は、第7表の第2項を利用して $\tau s = 0.000063 \times 24 = 0.00151$

故に 遮音量 = $10 \log_{10} \frac{10.821}{0.00151} = 38.5 \text{ db}$

通路より居室に入る騒音の防音効果としては室の大きさを $3 \times 3 \times 2.4 \text{ m}$ とし、騒音は通路側からのみくるものと仮定し、扉は窓と同様の透音率とし、室内の備品の吸音能はカーテンを除き計算に入

れないとすると、

室内の全吸音能 (ar sr) は

場 所	面積 (m ²)	吸音率	吸音能
天井 (M.A. Acoustic panel)	9	0.4	3.6
壁 (Ply wood)	27	0.08	2.16
床 (Linoleum)	9	0.03	0.27
カーテン	2	0.3	0.6
計			6.63

又 τ_s は $0.001 \times 7.2 = 0.0072$

$$\therefore 10 \log_{10} \left(\frac{ar sr}{\tau_s} \right) = 10 \log_{10} \frac{6.63}{0.0072} = 29.6$$

同じ条件で天井も ply wood とすると

$$ar sr = 3.36 \quad \tau_s = 0.0072$$

$$\text{遮音量 } 10 \log_{10} \frac{3.36}{0.0072} = 27.1 \text{ db}$$

此の計算は一つの目安として試みたのであるが実績と比較すると、機関室—通路間の減音量は計算の 29.1 db に対して約 13 phon, 通路—居室間の減音量は 27.1 db に対して 12 phon となっている。(この比較の場合 db と phon を等しいとおいても実用上差支えない。) これは計算の要素の中に、扉の隙間からの漏音や音源以外の壁や甲板から伝達されるものを全然含んでいないからと考えられる。

実測によると直径 300 % の舷窓が固く閉ざっているときを 0 db とすると、隙間の量に対して侵入する騒音は次の通りである。

隙 間	0 %	16 %	200 %
侵入騒音	0 db	4 db	8 db

この意味において騒音に対しては機関室の扉などは、ゴム又はフェルトで気密とし、些少な隙間にも注意が必要であろう。

船内各処における騒音を、機関室扉を全部閉鎖した場合と、開放した場合を比較したのが第 9 表である。又居室の扉、窓を全部閉めたときと開けたときの比較が第 10 表である。

前掲第 11, 12, 13 図と第 7 表から、一般建築にもいえることであるが、船用設備諸材料が高音域において音の吸収が大きく、低音域においてはそれほど大きくないということであり、普通同じ音の大きさでも低周波帯に属する音は、高周波帯に属する音よりもしのぎやすい、いわば良質の音であるから、居室においても 80 ホン前後の騒音レベルを持っていても、そう苦にならないということになる。苦にならないことと、わるくないということは別であり、船における居住室は休養の場であるから、もっと低い騒音レベルにあることが望ましい。一般家庭において推奨される寝室としての騒音基準としては第 19 図にあげられる曲線を用いることが提案されているが、之に相当近い線まで防音さ

第9表 船内各処の騒音（ホン）

	Engine casing door を全部閉鎖した場合		Engine casing door を全部開放した場合	
	機関室側	通路	機関室側	通路
ボート	101	86	109	93
デッキ	110	93	113	103
	111	90	115	95
ブリッジ	103	86	105	94
デッキ	110	87	112	97
	103	90	109	95
アッパー	114	90	109	101
デッキ	110	91	112	98
	105	91	111	97
	112	91	110	97
	109	91	109	96
セカンド	110	105		
デッキ	110	95		

第10表 居室の扉、窓を全部閉めた場合と開いた場合の比較（ホン）

	開	閉
チャートルーム	103	101
船長室	90	90
無線室	98	90
メスルーム	96	95
サロン	94	89
事務長室	92	89
ギャレー	100	97
機関員室	93	90
食堂	97	95
機関室	104	

れるのが好ましい。

4. 騒音と聴力

強烈な騒音の下で労働するものには、知らず知らずのうちに聴力がそこなわれ、古くから boiler maker's deafness といわれて製缶工、鋳打工の職業性疾患として知られていた。外国では 1860 年頃、我が国では 1909 年頃からいろいろな調査研究が行われていたが、戦後、時を同じくして外国、我が国ともに騒音による難聴、作業能率、健康障碍等の諸問題について一般の関心が高まってきた。

(1) 聴力を測るには

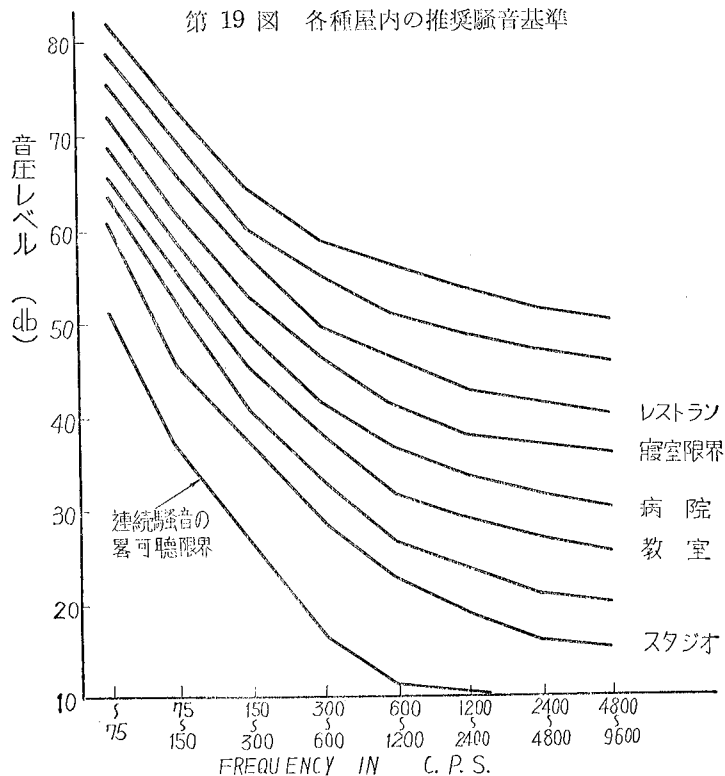
船舶職員法の体格検査合格基準中の聴力の項については、従前は時計の秒時音による検査を行ってきたが、昭和 26 年の改正により叫語による検査も併用することになった。秒時計による聞きとりは“両耳共 60 cm 以上の距離で明らかに秒時音をききとることが出来る”こととなっている。秒時計の秒時音は約 2,000~3,000 サイクル/秒の周波数の音を出すものであるが、距離と聴力消失の関係を知るには簡単な方法である。正常耳の可聴距離範囲の $\frac{1}{2}$ 以内の距離でしか秒時音をききとることが出来ない耳であれば、聴力消失は語音域で 30 db 以上あるといわれている。秒時計による方法は簡便法であって、正確を知るためにはオーディオメーター (Audiometer) と呼ばれる各種の振動数の音をいろいろの強さにかえる器械で、被検査者はレシーバーを通じて、ききとれる最少の所を答える。この最小可聴音が、正常聴力者の平均値に較べて何 db 強くなっているかを聴力損失というわけで

ある。

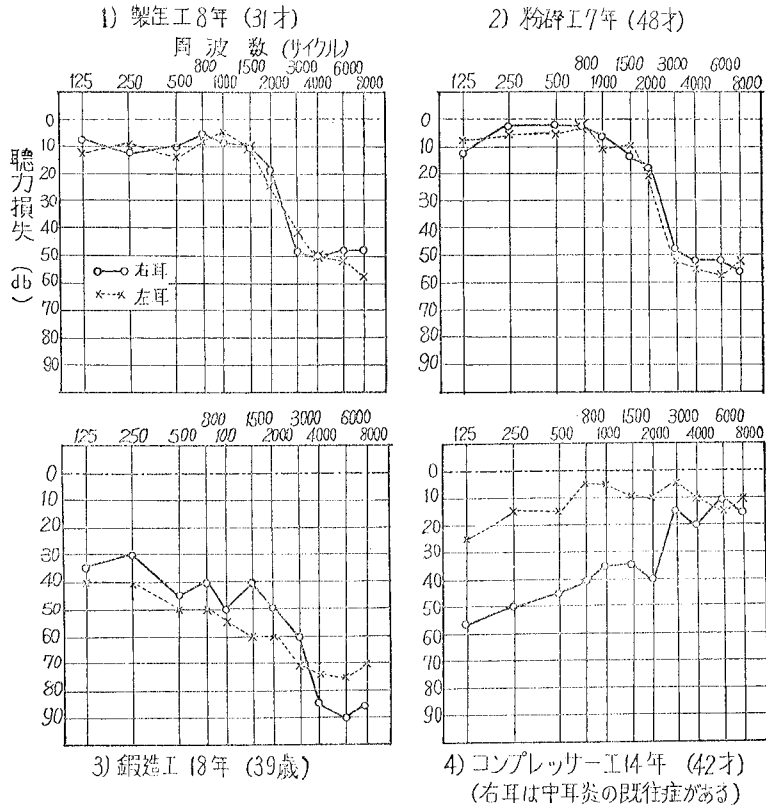
測定周波数と聴力損失の関係を示すものが第 20 図にあげた聴力図 (Audio gram) である。オーディオメーターにも JIS 規格 (T 1201-1955) があり、正常聴力者の平均の可聴値が 0 db となるように目盛っている。第 21 図からもわかるように、一般に騒音による難聴は 3,000~6,000 サイクルに谷をもつ高音域の聴力低下が著明である。これに較べて中耳炎などによるものは、1,000 サイクル以下の低音域にかなりの程度の損失があることが多い。会話の聴取等日常生活に必要な音域は 300~3,000 サイクル、特に 500~2,000 サイクルの中間周波域であるので、聴力の欠損が高音域に止まっている間は難聴の自覚も稀であるから、難聴の程度をあらわすには、この中間周波域の損失をもってするのが合理的であり、これを語音域聴力損失と呼んでいる。

(2) 陸上産業人の聴力

1951~1952 年には日本造船工業会と労働省の協力によって 8 造船所の 15 職種に及ぶ約 2,000 人の聴力を調査しその成績を第 11 表にかかげた。この調期的な調査から明らかになったことは、従来騒音による難聴は 10 年、15 年といった長い騒音作業への従事で発生するといわれていたものが 5 年未満のものでも、語音域損失、40~50 db 以上といったかなりの難聴者が存在すること、又同じ職種でも同じ従事年数でも、難聴程度の非常に異っていること、即ち個人差の激しいこと等である。



第 20 図 オーシオグラムの 4 例



(3) 難聴の諸性質

オーディオグラムからみた特徴としては、騒音性難聴の初期の状態である高音域の損失が騒音作業への従事年数の長い程深まってゆくことである。第 21 図には 3 つの職種について、勤続年数別に平均のオーディオグラムを示したものである。従事年数に伴う難聴の進行には、騒音レベルの外に騒音の周波数構成や、曝露時間、変動の甚しい騒音、衝撃的騒音、定常的騒音といった事情も存在する。特に低周波に主勢力のある騒音の場合には、聴力損失も軽く進行も緩かであることが実証されている。即ち第 22 図に示すように、500 サイクル以下に主勢力のある 90~115 ホンの A 職場と、2,000~5,000 サイクルに主勢力のある 100 ホン以上の B 職場の作業員の聴力損失にはかなりの相異がある。しかし曝露される騒音のスペクトルムとは、ほぼ無関係に高音域の聴力損失が、特徴的に見出されており、騒音による難聴像の特徴をあらわす言葉として、 $C^5 \text{ dip} - C^5$ というのは音叉の記号で略々振動数が 4,000 サイクルに当る、dip はくぼみのこと—はこういう騒音性難聴のオーディオグラムにおける特徴を指している。騒音による難聴はオーディオグラムの上で模型的にあらわすと第 23 図の様な進展状況を示すであろう。

(4) 職業性難聴はどこがわるくなるか。

第 11 表 造船業、各職種の聴力減退

(日本造船工業会 1953 年)

職 種	検 査 耳 数	聴 力 消 失					
		15db以下	16-30 db	31-45 db	46-60 db	61db以上	
鉄 工	鉄打工	714	16%	27%	33%	16%	8%
	取付工	922	30	39	19	10	2
	孔明工	215	26	36	27	10	1
	填隙工	452	28	32	27	10	3
製 倍 工	438	32	34	20	9	5	
操 鉄 工	77	6	6	32	32	24	
鍛 造 工	147	59	31	9	1	—	
磨 接 工	352	54	36	7	1	0	
配 管 工	104	31	43	20	6	—	
造 船 大 工	106	44	37	14	4	1	
管 理 補 助 工	105	49	34	11	6	—	
運 輸 工	58	59	38	3	—	—	
機 械 工	60	58	38	4	—	—	
鋳 物 工	16	63	37	—	—	—	
總 計	3847	32	34	21	9	4	

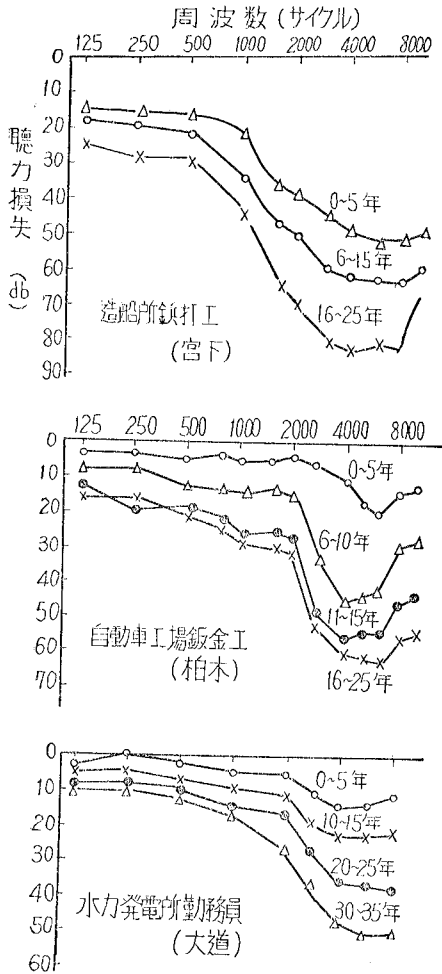
(同上勤続年数別)

勤 続 年 数	検 査 耳 数	15db以下	16-30 db	31-45 db	46-60 db	61db以上
5 年 以 下	1198	53.5%	32.0%	11.0	2.5%	1.0%
6 ~ 10 年	963	35.5	42.0	16.0	5.5	1.0
11 ~ 20 年	1228	20.0	35.0	23.0	12.5	3.5
21 年 以 上	456	3.5	15.5	37.0	27.0	17.0
計	3847	32.0	34.0	21.0	9.5	3.5

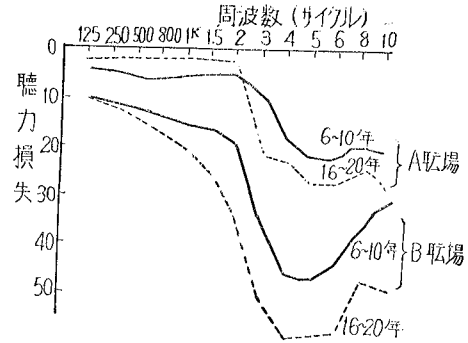
註：聴力損失は語音域平均聴力損失で 500, 1000, 2000 cps の聴力損失各 a, b, c (db) より $\frac{a+2b+c}{4}$ (db) として算出したもの

人間の耳は鼓膜、曲り込んだ聴管及若干の室から成っており、これらは音波をとらえ、それを内耳の奥の、音を神経刺激に変える非常にデリケートなメカニズムに送るのと、頭蓋骨から直接に、または手、足、体の骨を介して頭蓋骨に達する音が内耳に入る 2つの道がある。前者を空気伝導、後者を骨伝導と呼んでいる。そして此の両者の間には約 50 db 程度の差があり、50 db 位迄は鼓膜を介して直接聴神経に、50 db 以上は鼓膜を介するのと、骨より直接聴神経を刺激するのと同時におこなわれている。人間の脳髄はおよそ 50 万の異なる神経刺激をききわけることが出来るといわれているが、耳の構造をしらべ、それが如何に複雑であるかを知るならば、耳の機能がいとも簡単に損傷されるものであることを理解することが出来るであろう。人間の耳は時計の秒音から大砲の轟音までの、両極端に順応し得るにも拘らず、非常に繊細であるため、自然の摂理によって頭蓋骨の奥深くしまっ

第21図 勤続年数別平均オーディオグラム

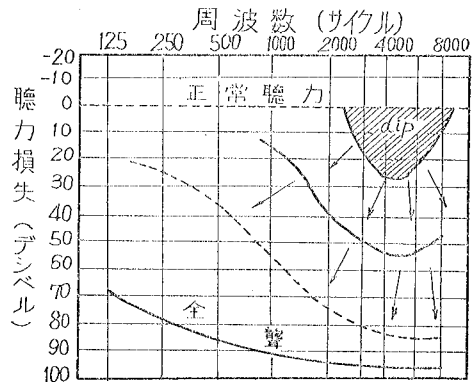


第22図 周波数構成の異なる騒音職場作業者のオーディオグラムの比較 (柏木)



A職場……500 サイクル以下の低周波域に主成分のある騒音
 B職場……2,000~5,000サイクルに主勢力のある騒音

第23図 聴力図 (オーディオグラム) 上の騒音性難聴の進展

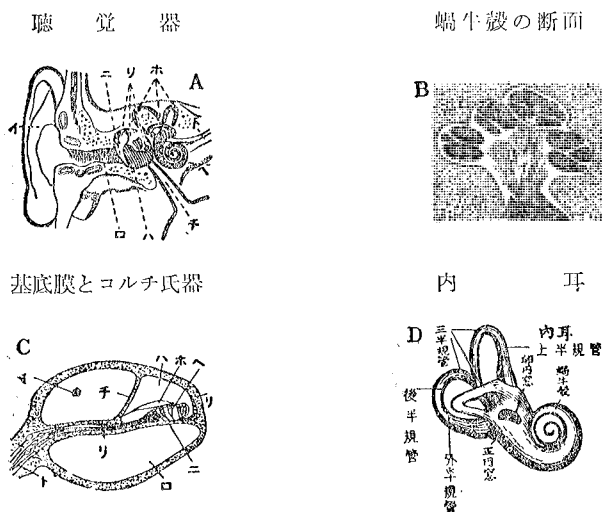


てくれたものである。騒音性難聴には音の感覚器官である内耳蝸牛殻のコルチ氏器官の細胞や、聴神経末梢の変性といった異常が、病理解剖や動物実験により観察されており、外耳や中耳には著変がないといわれている。(第24図参照)

騒音による難聴がすべて厳密に、第25図の様に C₅-dip を示すわけではないが、高音域に谷をもつ聴力像は甚だ興味深いことであり、多くの研究者の関心をひいている。聴感覚という点で聴器の中心は内耳蝸牛殻にある。ここには音波が鼓膜、耳小骨連鎖を通じて機械的振動として伝えられるが、ここでは聴神経が刺激され、神経の活動電流となって脳に伝わって行く。この蝸牛殻には丁度かたつむりの殻のように、耳の奥の骨の中にある小指の頭大で2巻半の渦をまいた管がある。中にはリンパ液が入っているが、管の中央は横にはられた基礎膜で、上下にわけられており、この基礎膜の上にコ

ルチ氏器官が並んでいる。このコルチの組織に聴神経が系統的に分布している。渦をまく蝸牛管は下の廻転程太いが、逆に基礎膜の中は尖頂程広がっている。今日ほぼわかっていることは、音の調子

第 24 図 耳 の 構 造



A 聴 覚 器
 イ. 耳 殻
 ロ. 外 聴 道
 ハ. 中 耳
 ニ. 鼓 膜
 ホ. 三 半 規 管
 ヘ. 蝸 牛 殻
 ト. 聴 神 経
 チ. 耳 管 (歐氏管)
 リ. 聴 小 骨

B 蝸牛殻の断面
 イ. 聴 神 経
 ロ. 側 頭 骨

C 基底膜とコルチ氏器
 イ. 前 底 階
 ロ. 鼓 室 階
 ハ. 蝸 牛 管
 ニ. 基 底 膜
 ホ. コルチ氏膜(蓋膜)
 ヘ. コルチ氏器
 ト. 聴 神 経
 チ. 前 底 膜
 リ. ら せ ん 板

によって蝸牛管の中のリンパ液の振動様式が異なり、尖頂部のコルチ細胞は概して低周波の音に反応し、基底部は高周波の音に反応する。音の強さは反応の強さ即ち神経を伝わる刺戟の頻度によるというわけである。

(5) 騒音性難聴の自覚症状について

騒音性難聴は聴力低下という症状が主要且基本的なものであるが、通常は本人の知らないうちに進行し、気のついたときには相当の聴力減退を来しているのが一般例である。ただその進行度合が本人の感受性によって非常に異っており、随伴する症状として主なものは耳鳴りである。騒音作業者の身体的訴えとして、作業後の聴力低下、耳鳴り、耳痛、頭痛、めまい、焦燥感、不眠症がある。勿論これ等は日々の騒音下の作業による一時的なものであり、騒音職場を数日も離れば軽快するものであるが、頭痛以下はかなり個人差も甚しく、訴え率は作業者の数%にも及び、特に感受性の高い人や就

業当初の不馴れな時期に発現し易い。

海上保安庁小汽艇乗組 74 名についてこれらの訴えを調査した結果についてのべる。聴力障害についての質問紙が第 12 表である。

第 12 表 聴力障害についての質問調査

氏 名 _____ 満 年 令 _____
職 名 _____ 現 職 場 _____ 勤務年数 _____

1. あなたは耳の病気をしたことがありますか
ある 病名 _____ (右, 左) 罹患年令 _____
ない 今 (治った。まだわるい)
2. 今までに騒音の甚しい作業場で勤務したことがあるか
ある。ない
あれば 作業名 _____
勤務年数 _____
3. 現職場の騒音はどうですか
静か, 普通, 喧しい, 極めて甚だしい,
4. あなたは耳が遠いと思いますか
全然遠くない (普通)。他人から「耳が遠い」といわれたことがある。
時計の秒音がきこえない。電話に困る。内輪話ができない。
普通の声でもききちがえる。普通の会話がききとれない。
5. 勤務後は勤務前に比べて聴力の具合はどうですか
勤務後の方がきこえがわるい。同じ。かえってよい。
6. 勤務中及び勤務後騒音によると思われるどんな自覚症状がありますか
頭痛, 耳痛, 耳鳴, いらいらする。不眠症, その他 ()
7. 耳鳴のする人について
その音はどんなですか。(ジーン, ゴー, ガー, ワーン, ブーン, キーン, その他)
その発生と持続時間は? 騒音により一時的にきこえる。休息中でも時々きこえる。
8. 今はないが, 勤務当初悩まされた症状があればあげて下さい
9. 耳栓を使用していますか? 使用している。使用していない。
耳栓使用上のよい点とわるい点をあげて下さい
よい点 _____ わるい点 _____
どんな耳栓がよいと思いますか? _____

普通船舶の騒音も決して少くないが, 気積が大きいだけ苦痛ではないということである。

機関室の騒音は全員が「極めて甚だしい」と答えた。

耳が遠いと思いますかの質問に対しては 47 名が「全然遠くない」と答えた。その他の答えは第 13

表の通りである。この回答の中特に普通の声や会話を聞きちがえたり、聞えないというのは、長時間の勤務により一時的にひどく聴力が衰えたときのことで常時そうであるとは考えられないものも多いであろう。事実この点を明記した回答が4～5名あった。

勤務前後の聴力の比較に対する質問では21名を除いて53名が「勤務後の方がきこえがわるい」と報告している。このことは第25、26図において実証されている。

騒音に対する苦痛或は自覚症状としては、圧倒的に「耳鳴り」が多くその他頭痛、不眠症等である。回答数をあげると耳鳴りの音は「ジーン」29、「キーン」17、「ガー」15、「ワーン」6で概して高

第13表 聴力に対する自信の程度

答の種類	回答数
全然遠くない(聴力普通)	47
他人から遠いといわれたことがある	15
時計の秒音がきこえない	3
電話がこまる	13
内緒話が出来ない	1
普通の声でもきこえがわるい	8
普通の会話がきこえがわるい	4

調音に表現するものが多い。耳鳴りの継続時間は短かい人で勤務後15～30分、長い人は朝までとなっている。(第14表)

勤務当初の苦痛をきいたのでは、4名が何もなかつたといふのに対して37名は耳鳴りや頭痛が現在よりもひどかつたと答えている。また中には会話に困つたというのが7名耳鳴り等夜ねむれなかつたというのが5名あった。

耳栓の使用については、「使っている」15名、「時々使う」2名、「使用しない」57名である。勿論耳栓が支給されておらず又指示もないのだから使っているという人も大体脱脂綿やガーゼを使っているものとおもわれる。耳栓の使用については「騒音がひびかず耳鳴りやその他の自覚症状も少なく都合がよい」又短所としては「エンジンの突発故障時の異常音がわからない。又テレグラフ附近をはなれていて突然にテレグラフが鳴ってもきこえないので困る。そのため絶えず目でテレグラフを注意せね

第14表 耳鳴りの持続時間

継続時間	回答数
30分以内	22
3時間以内	15
床に入ってもきこえる	11
朝まできこえる	2

ばならぬので疲れる。」というのが代表的意見であった。

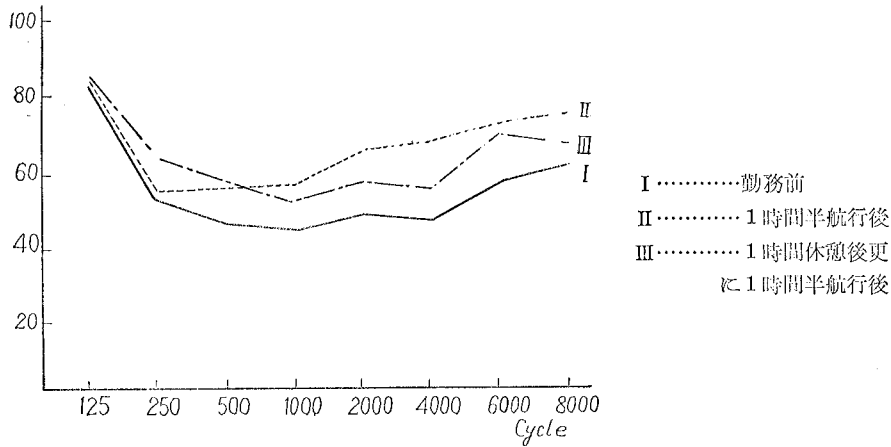
(6) 機関室勤務前後の聴力の変化について。

第12表にあげた調査要項中^{53/71}の割合をもって「勤務後のきこえがわるい」といっている

海上保安庁23米小汽艇Tの機関部員5名について勤務前、1時間半航行後、1時間休憩後1時間半航行したときの各々

について聴力測定を行ったときの平均聴力図が第25図であり、これ等の者の詳細な聴力損失が第15表である。このように高度の騒音に耳がさらされた後に、可聴閾値が上昇することは、一種の聴覚の疲労とも考えられる。図をみると概して、2,000サイクル以上の高音部で閾値の上昇が大であるようである。この点については他にも同様の報告があり、かかる疲労現象にひそむ生理的機構については、騒音性難聴の成り立ちの究明にまたねばならない。自動車航送船の乗組の場合も就業による聴覚疲労がみとめられる。第26図がそれである。聴力検査のときに勤務後に急性(又は一時的)の耳鳴りの状態にある耳では、可聴閾値が上昇するということがありうるかもしれない。

第 25 図 勤務前後における機関部員の聴力変化



第 15 表 機関室勤務前後の聴力比較

氏名		耳 聴 閾 値 c/s						聴 力 差 c/s				耳栓	機関停止より測定までの時間	耳鳴						
		125	500	2000	6000	125	500	2000	6000											
		250	1000	4000	8000	250	1000	4000	8000											
S.T. 27才	勤務前	90	70	45	45	60	60	60	70											
	1時半後	90	85	75	65	75	65	65	80	0	15	30	20	15	5	0	10	(+)	9~12分	(+)
	終了後	100	90	85	70	80	70	85	80	10	20	40	35	20	10	20	10	(+)	8~10分	
I.S. 36才		95	85	90	80	95	95	100	95											
		100	95	85	90	100	105	105	100	5	10	-5	10	5	10	5	5	(-)	16~19分	(+)
		95	85	85	80	95	95	105	90	0	0	-5	0	0	0	5	-5	(+)	10~14分	
T.Y. 26才		90	45	35	35	40	40	50	60											
		90	45	40	40	60	60	80	80	0	0	5	5	20	20	30	20	(-)	5~9分	
		85	45	40	40	60	60	75	60	-5	0	5	5	20	20	25	0	(+)	3~6分	
M.T. 21才		90	45	40	40	35	30	35	35											
		85	65	45	45	60	60	60	60	-5	20	5	5	25	30	25	25	(+)	13~16分	(+)
		90	45	45	40	35	40	50	60	0	0	5	0	0	10	15	25	(+)	14~18分	
F.H. 16才		95	45	45	45	35	45	60	65											
		95	45	45	45	60	75	80	85	0	0	0	0	25	30	20	20	(-)	19~23分	(+)
		90	45	40	35	40	30	50	65	-5	0	-5	-10	5	-15	-10	0	(+)	19~24分	(-)
検者の一人 27才		75	45	30	30	30	25	50	50											
		80	45	45	45	45	40	55	65	5	0	15	15	15	15	5	15	(+)	23~26分	(±)
		80	40	40	45	45	40	60	60	5	-5	10	15	15	15	10	10	(+)	25~28分	

(7) 難聴に対する忍限度の考え方

騒音性難聴の予防に関連して、どの程度以上の騒音が有害であるか、即ち騒音の忍限度の設定が重要である。戦後労働省が有害業務の判定としてあげた数値は100ホンであるが、近年色々な人が提唱している忍限度は、指示騒音計の騒音レベルで、100~80ホンの間にあり、騒音に対して敏感な人

ここで用いられた章句は「今日は何日ですか」「あなたはいくつですか」といった極めて単純なものであるが、それでも聴力損失が 30 db 以上となると、かなりの頻度で内容の通じないものが出てくる。耳語聴取能が 1 米の難聴者ではアイウエオ……パピプペポ……といった単音節（聴取位置で 50 ホンの語音レベル）の明瞭度が 50% になるといっている。

騒音性難聴で重要なことは、話声を大きくしてもそれに伴って明瞭度がある程度以上大きくならないということである。

(9) 船員の聴力

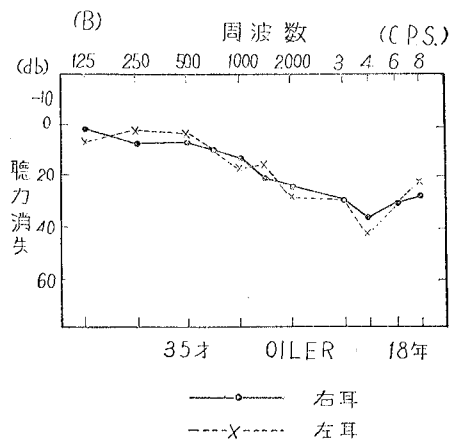
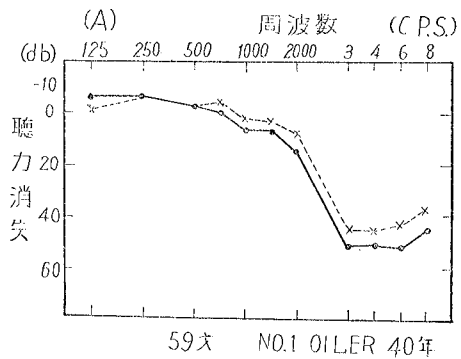
前にも述べた通り（第 11, 12, 13 図参照）船内の騒音はディーゼル船では 100~1,000 サイクル、タービン船では 600~3,000 サイクルに主勢力をもっている。第 27 図の山本氏の騒音耐限度よりすれば、耐限度以上の騒音である。且船員は一般陸上の産業人と異り、私生活を営む居室にも、作業環境の騒音が侵入してくるが低周波域に主勢力のある騒音であるため、聴力に障害を及ぼす程のものではないと考える。今回聴力測定を行った機関部員諸君の間には、難聴とみられる者は少なかった。機関部、甲板部両部間の聴力の差については、甲板部員の作業において、聴力に影響を及ぼすと考えられるものは、銹落し作業位のものであるがこれも極く限られた僅かの時間であるので殆んど正常耳の持主が多い。船橋当直中汽笛のために、内耳に衝撃を与えることが多いが、災害統計には未だあらわれていない。

通信士については今回は調査は行わなかったが、陸上の通信業務にたづさわっている者の中には、難聴の発生が認められている。船舶通信士はその人数も少なく、聴力の調査は困難であるが、空電の発生による衝撃のための聴力減退が報告されている。

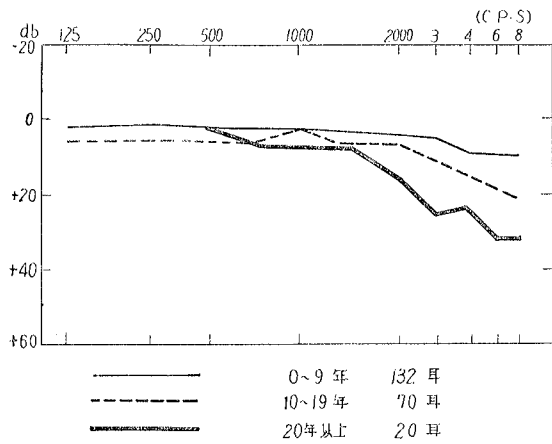
オーディオメーターによる聴力測定は次の通りであった。

聴力を検査する場所の条件として 40 ホン以下であることがのぞましいのであるが、訪船調査の場合には、船内にはそういった場所を求めることが出来ないから、聴力検査によってでた読みに対しては、その人の聴力閾値よりずっと下廻った（つまり環境がわるいのでききとりにくいことから）結果がでていると考えてよいであろう。

第 28 図 機関部員の聴力図



第 29 図 機関部員の平均聴力図



第 28 図 (A) は勤続 40 年の操機長の一例であり、(B) は 18 年の操機手のオーディオグラムである。騒音による難聴には個人個人の騒音感受性も異なり、又年齢による聴力の低下も考慮されなければならないのであるが、一応測定された聴力損失のまま整理した。

1957 年 5 月までに調査した船舶の乗組員、海技専門学院学生の聴力図の平均を求めたのが、第 29 図であり、2,000 サイクル前後より聴力の低下が始まり、

第 18 表 機関部員年齢別高音域聴力損失

(A) 機関部員 (現場調査)

聴力損失	耳数	年 令 別					
		16~20	21~25	26~30	31~35	36~40	41~60
15 db 以下	74	12	18	34	6	2	2
16 ~ 30 db	21		3	6	2	3	7
31 ~ 45 db	6		1			1	4
46 db 以上	3						3

(B) 操機手講習生

(C) 特修科機関科学生

聴力損失	耳数	年 令 別			聴力損失	耳数	年 令 別		
		26~30	31~35	36~40			21~25	26~30	31~35
15 db 以下	36	20	14	2	15 db 以下	49	22	25	2
16 ~ 30 db	12	7	5		16 ~ 30 db				
31 ~ 45 db	11	5	4	2	31 ~ 45 db	5	2	3	
46 db 以上	5		3	2	46 db 以上				

第 19 表 機関部員作業従事年数別高音域聴力消失

(A) 機関部員 (現場調査)

聴力損失	耳数	従 事 年 数 別				
		0~4	5~9	10~14	15~19	20~44
15 db 以下	74	22	33	14	2	3
16 ~ 30 db	21		4	4	4	9
31 ~ 45 db	6		1			5
46 db 以上	3					3

(B) 操機手講習生

(C) 特修科機関科学生

聴力損失	耳数	従事年数別			聴力損失	耳数	従事年数別		
		5~9	10~14	15~19			0~4	5~9	10~14
15 db 以下	36	13	21	2	15 db 以下	49	22	25	2
16 ~ 30 db	12	3	9		16 ~ 30 db				
31 ~ 45 db	11	4	3	4	31 ~ 45 db	5		5	
46 db 以上	5		3	2	46 db 以上				

第 20 表 海専特修科学生による語音域聴力損失

勤 務 年 数 別

聴力損失	経験年数		0~5年		6~10年		11~15年		16~20年		21年以上	
	耳数	耳数 %	耳数 %	耳数 %	耳数 %	耳数 %	耳数 %	耳数 %	耳数 %	耳数 %		
0 ~ 15 db	70	22 91.8	24 100	6 75	12 100	6 100						
16 ~ 30 db	4	2 8.2		2 25								
31 ~ 45 db												
46 ~ 60 db												
61 db 以上												
	74	24	24	8	12	6						

勤務年数の長くなるにつれて、その割合も強まっているが、他産業程激しくなく、第 21 図の水力発電所勤務員と形状が似かよっていることに注目すべきである。第 29 図の内容について高音域を年齢別、勤務年数別にわけて検討を加えたのが第 18, 19 表である。高音域聴力損失とは 3,000, 4,000, 6,000 サイクルにおける聴力損失の算術平均である。

語音域についての聴力損失は第 20 表に勤務年数別にあらわしてある。之によると殆んどが 15 db 以下の正常耳の持主であるが、この内容を検討してみると、第 21 表にみる通りであるが、第 14 表にもある通り、聴力減退の訴え中全然遠くないと考えている者も、機関部員として長年勤務している間に、聴力損失が増大し、正常耳の最低をうろついているといえる。

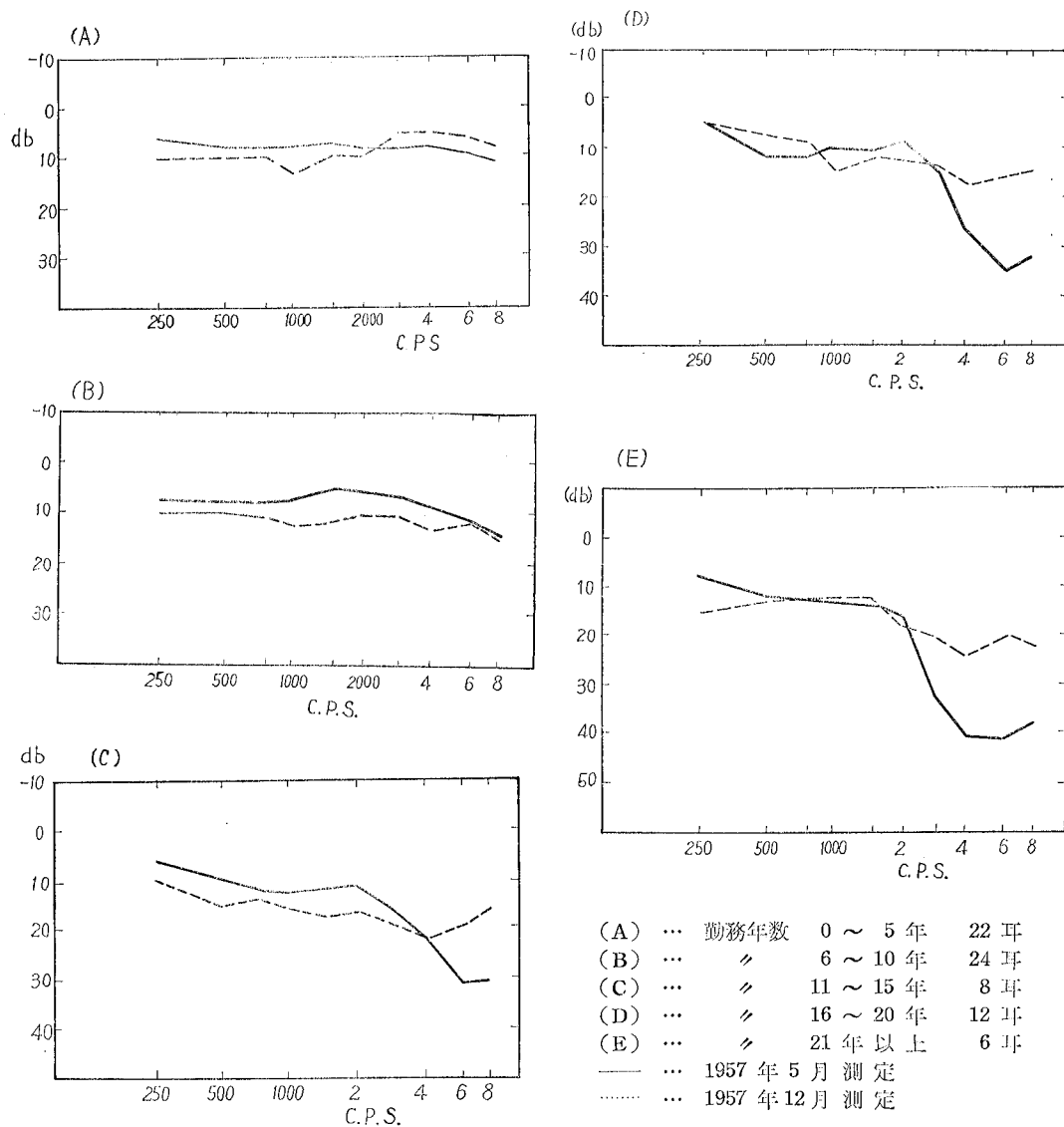
騒音性難聴はその騒音職場に就業している限り、増悪する傾向をもっているが、騒音業務をはなれた場合には、進行性に増悪せず、数ヶ月後には症状が固定するといわれ、その固定した聴力は、職場を離れる時の最終聴力よりも良くなっている。聴力損失が固定するには、約 6ヶ月かかるというのが学者の一致した見解となっているので、海専学生に適用してみた結果が第 30 図である。海専の学生が入学時、1957 年 5 月（即ち騒音現場をはなれた時、厳密には入学のための下船日が一定でないのと同一点から出発するのは無理かも知れないが）と 6ヶ月後である 12 月の 2 回に亘って同一人の聴力を測定し、勤務年数別に算術平均をとったものである。勤務年数 5 年未満の組では、聴力損失も少ないのははっきりとはわからないが、勤務年数の増加につれて、特に高音域の聴力が恢復した様にみうけられる。ここで問題は一たん聴力が恢復した者が再び乗船した場合、どのような聴力減退の途をたどる

かであるが、此の追求は船員を対象にしては無理であろう。以上は機関部船員についてのみの結果であるが、甲板部船員の聴力は如何であろうか。騒音作業には従事しないとはいえ暗騒音の中で起居しているのだから、いくらかの影響はみとめられよう。第 31 図に勤務年数別にみた甲板部員のオーディオグラムを出した。第 29 図に比較して遙かに低い聴力

第 21 表

勤務年数	語音域聴力消失範囲	平均
21年以上	12.3 ~ 14.5 db	13.4
16 ~ 20	6.7 ~ 12.2	9.7
11 ~ 15	5.2 ~ 18.7	11.3
6 ~ 10	2.5 ~ 11.7	6.5
0 ~ 5	3.5 ~ 16.0	8.6

第 30 図 聴 力 恢 復

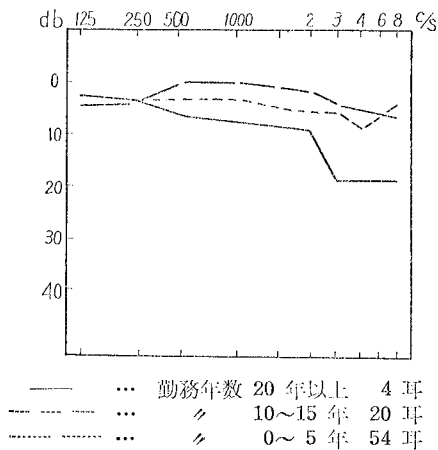


損失を示している。これまでにあらわれた聴力損失を示す騒音源と考えられるものは、比較的低周波音を基盤とする主機械であつたが、小容量高馬力の主機械の使用、又粗悪重油使用による騒音の増加による聴力への影響は未だあらわれていないと考えるので今後の動向を深く見守ることが必要である。

5. 騒音と睡眠の関係について

騒音にたいする苦情のうちで最も多いのは、睡眠に対する妨害である。作業環境における騒音は半

第 31 図 甲板部員のオーディオグラム



ばあきらめを以て見送られているのが現状であるが、これが居住区に侵入してもなお且相当の騒音レベルを持っていることは第 3, 4, 5 表においてみられるが、熱帯地航行中は暑さと相俟つて睡眠不足よりくる体力の消耗が船員の健康をこわす最大の要件である。大阪の騒音対策委員会では工場騒音の許容値を第 22 表の様に定めている。この中で特に許容値を昼夜の別に設けているのは、騒音による睡眠妨害を考慮したものと考えられる。又船舶における調査では睡眠を妨げる要因として騒音が 40 % も占めている。

第 22 表 工場地帯の騒音許容値

工場の所在地別	昼 間	夜 間
工業地域	65~70 ホン (0700~2300)	55~60 ホン (2300~0700)
準工業商業地域	60~65 (/ /)	50~55 / (/ /)
住宅地域	55~60 (0800~2000)	45~50 / (2000~0800)

M 丸	44.4 %	22.2 %	22.2 %	11.2 %	T 丸	40.2 %	22.3 %	21.1 %	16.4 %
	騒音	動揺	尿意	その他		騒音	動揺	尿意	その他

実験室実験の結果では、40 ホンで既に睡眠妨害の徴候があらわれるが、45 ホンが限界であると被検者は訴えている。騒音の睡眠妨害の中には就寝を妨げること、起床時の目覚めを早める要素とがあり、目覚めを早める要素の方が強いということである。

街頭にも等しい騒音による睡眠妨害、暑さと動揺の中で眠るには相当の努力を払っている。

む す び

騒音と聴力に対する考え方を明らかにしておいて、陸上産業と比較しながら船舶の騒音と船員の聴

力の現状を調査した。要約すると、

(1) 機関室の騒音は 100~115 ホンにも及ぶ。居住区でも 75~90 ホンに分布している。此の大きさは主機の型式、馬力によって多少異なるが、大体限度を超えているものとみてよい。ディーゼル機関の騒音スペクトル上の主勢力は 100~1,000 サイクルの低周波音にあり、タービン機関では 600~3,000 サイクルで中周波音である。ディーゼル機関の過給機は騒音レベルも大きく、高周波音である。

(2) 船員の聴力については甲板部員は異常がみとめられない。機関部員については一般に勤続年数、年齢の増加につれて増大し、高音域に聴力損失がみられる。しかし語音域聴力損失は少い。すなわち環境騒音のわりに障害は比較軽度である。このことは船員法に定められた公暇制度による公暇のため下船中に聴力がいささかなりとも恢復するのではなかろうか。

船舶建造費の合理化は、稍もすると直接運航に関係のない諸設備の粗悪品使用と走りがちであるが、画期的な主機関の高性能化に対して機関室容積、機関室構造が旧いままであるので、機関室騒音は機関室温度と共に増大の一途をたどっている。

やがては個室は勿論、機関室にも快適な防音冷房の監視室を作り、必要に応じて巡視する方式に移って行く時期が早くくることを望んでいる。