(昭和 40 年 5 月造船協会春季講演会において講演)

船の騒音について

正員 中 野 有 朋*

On Characteristics of Ship Noise

By Aritomo Nakano, *Member*

Summary

The airborne and solidborne noise measuring equipment, small in size and light in weight was especially devised for ship, and various tests have been made for practical use.

Using this equipment, noise and vibration measurement were made by several types of ship on their trial navigations. The results of observation about the noise source, spectrum and the calculated loudness will be summarized as follows ;

- 1) The relation between the calculated loudness of noise (Loudness Level, Perceived Noise Level, Noise Rating Number) and A, B, C, sound level were established and the results showed that good correlation was obtained between the calculated loudness and the A sound level calculated from the original noise spectra.
- 2) The judgement of ship. noise will be made by using the calculated regression lines or more simply by adding the value of 8 (LL), 15 (PNL), and -3 (NRN) to the indicated A-sound level, so the ship noise should be measured by A weighting regardless of noise level.
- 3) In accommodation spaces, the noise, largely solidborne, has a spectrum that slopes off approximately 5 dB/oct with increasing frequency and the A sound level is about 70 ± 20 phon. In engine room, however, noise has more energy at middle and high frequency and the level is nearly 95 ± 10 phon.

緒 言

居住性の向上, 作業環境の改善, 船内機器に対する騒音の影響の防止などをはかるため, 最近艦船の騒音および騒音制御に重大な関心が払われ, 防音設計法の確立, 船内騒音許容基準の作製の試みなども行なわれている。

船内各部の騒音制御にあたり, まず第一に騒音特性を知ることが必要であるが, 船の場合, 一般建築物と異なりたとえば固体伝播音が有力であるというような特殊性のため, 測定方法や, 測定器, 測定結果の処理などについて検討すべき点が多く, また, 騒音源の性質, 所在, 騒音の伝播特性など, 解明すべき困難な問題も種々存在する。

本論文はこれらの問題を解決し, 適切な騒音防止対策を行なうための基礎資料を求めるため, その第一段階として行なつた, ①舶用として適当であると考えられる騒音測定器の試作, ②これらを使用しての実船計測結果, および計測結果にもとづき騒音スペクトル, 騒音測定法, 騒音の Loudness などについて統計的に考察した結果についてのべるものである。

試作測定器および測定方法

実船による騒音測定の実験および予備的試験の結果をもとにし, 測定器, 測定方法に関する諸規格, 案なども考慮に入れ, できるだけ小型, 軽量かつ単一で, 取扱いに便であり, また騒音と同じ周波数帯域の振動測定も可能である測定器の試作を行なつた。

本測定器の概要および周波数レスポンスは第 1 表, 第 1 図に示す通りである。

原稿受付 昭和 39 年 12 月 8 日

* 石川島播磨重工業株式会社 技術研究所

第1表 試作測定器

騒音測定部	周波数範囲 50~10000 c/s 測定範囲 35~130 ホン MS-3型 ダイナミックマイクホン使用 他の諸特性は JIS C 1502 指示騒音計の規格に準ずる 但し B 特性はのぞいてある
振動測定部	周波数範囲 40~10000 c/s 加速度測定範囲 1~30000 gal 速度測定範囲 0.05~175 cm/sec PV 605 型 加速度ピックアップ使用
分析部	オクターフ分析中 中心周波数 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 c/s 他の特性は ISO 規格による

第1図 試作器の周波数レスポンス

れの測定も可能であるように積分回路を附加し速度レベルも求めるようにしてある。

実船計測に際しては、時間的制約などにより、必ずしも両方の測定が可能でない場合もあるが、このような場合には加速度レベルを測定し、積分回路の特性より、計算により速度レベルを求めてもそれ程大きな違いはない様である。第2図はC船(第2表)による加速度レベルの実測結果より、計算により速度レベルを求めたものと、速度レベルの実測値を比較したものであるが、比較的良好一致している。

第三は加速度または速度レベルの基準をいかにきめるかということである。騒音レベルの基準としては $0.0002 \mu b$ の音圧実効値を基準にとっているが、騒音との関係において振動測定を行ない、そのレベルをきめるには、現状ではこの基準と関連する値を用いることに統一して考えるのが便利と思われる。固体伝播音の尺度として速度レベルを用い、その基準値として $5 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ を用いている例があるが、この方法も一つの方法と考えられる。ただしこれに関しては、音圧レベルの基準値のように、 $0.0002 \mu b$ がようやく耳に感ずる音圧であるというような物理的意味はもたず、あくまで便宜上のものと考えられるので、この基準で速度レベルを表わした場合に、実用上不便を生ずるか否かを測定結果より検討を行なう必要があるが、現在までのところ特に取扱上不便を生ずることもないので、一応この値を速度レベルの基準にとる。

本器を用いて船内各部の測定を行なうにあたり、騒音測定に関しては通常の測定方法と変らないが、固体伝播音の目安を示すものとしての振動測定に関しては、二三の問題がある。

まず第一に振動ピックアップの取付方法である。振動ピックアップとして加速度型を使用しているが、騒音と同じ帯域の周波数を扱う場合、これを振動体にとりつける方法に問題がある。通常行なう、手で押しつける方法では、低周波ではノイズ、高周波では接触部のコンプライアンスが影響する。これに関しては、ピックアップを各種接着剤、ボルト、ワックス、両面接着テープなどで取付けた場合について種々検討を行なつた結果、両面接着テープが比較的影響が少なく、また実船計測という点からも比較的簡便に使用できることが明らかになった。後に示す振動測定結果は何れも両面接着テープ、スコッチ No. 465 を使用して行なつたものである。

つぎに振動加速度レベルと速度レベルの何れの測定を行なうかという問題がある。加速度レベルであれば、低周波から高周波まで測定することができるが、振動体の音響放射に関する検討を行なう場合には、速度レベルを求めておく方が便利である。しかしディーゼル船のように特に低周波成分の大きい場合には、高周波まで測定できない場合が生ずる。このため本器では一応何

第2図 速度レベルの実測値と計算値(C船による)

実船計測結果

前節の測定器, 測定方法により, 実船により種々の騒音, 振動測定を行なつたので, その主要な結果について以下にのべる。

1) 船内騒音分布

主として船内騒音の分布を求め, かつ主要騒音源の所在を明らかにするため, 5隻の艦船について, 騒音, 振動分布の測定を行なつた。測定は新造船および修理船の公試運転時に行ない, 振動測定位置は, 主として海面下の隔壁, 外板にとり, 騒音測定はその位置より約1mはなれて行なつた。

測定を行なつた船は貨物船2, 警備艦3隻であるが, これらによる測定結果はすべて同様な傾向を示したので, 代表的な2隻, D, E船についての測定結果を, 第3～6図に示す。またこれらの船の主要々目を第2表に示す。

第3図は, D船が一定速力(17KT)で航行中, 船内各部の騒音分布をオクターブバンドごとに測定した結果である。この場合, 著しい騒音源とみなされるものは機関室以外には存在しない。周波数が高くなると, 船の長さ方向のレベルは場所によつてあまり差がなくなり, 内部に音源の存在する機関室が非常に大きい。低い周波数では, 内部に音源とみなされるものがないにもかかわらず, 後部にいくに従つて大きくなる。この傾向は, 同一条件で測定した, 第4図の振動加速度レベルにもあらわれている。また第5, 6図は, E船について, 速力を14KTより24KTにあげた場合について, 船内主要部の騒音, 振動加速度スペクトルを測定した結果であるが, プロペラに近い後部では, 騒音レベルも振動レベルも共に大きく変化しているが, 機関室ではほとんど変わらず, 前部では若干高い傾向を示している。これらの結果は, 機関室では主として主機, 補機などの発生する空気伝播音のレベルが高く, 後部では, プロペラの回転にもとづく外板などの振動にもとづく音が有力であることを示すものと考えられる。さらに

第2表 主要要目

船名	A	B	C	D	E
船種	パトロールボート	警備艦	油槽船	貨物船	警備艦
長さ	48.3M(OA)	93.4M(OA)	242.5M(OA)	130.0M(BP)	114.8M(OA)
巾	7.5M(MLD)	11.2M(MLD)	33.0M(MLD)	19.0M(MLD)	12.0M(MLD)
深さ	3.5M(MLD)	6.1M	19.0M(MLD)	11.8M(MLD)	6.9M(MLD)
吃水	2.4M(MLD)	3.0M	14.2M(MLD)	8.3M(MLD)	3.8M
排水量	390T	1510T	89826T	—	2697T
載貨重量	—	—	—	11300T	—
速力	14KTS(MAX)	22KTS	17.0KTS(MAX)	14.4KTS(NOR)	36KTS(MAX)
主機型式および数	MAN DIESEL X 2	推進用電機原動機 X 4 推進用電動機 3000BHP X 2	IHI-SULZER DIESEL 10RD 90 X 1	IHI-SULZER DIESEL 6RD 68 X 1	GE TURBINE 30000SHP X 2
最大出力	640BHP X 650RPM X 2	6800BHP X 750RPM	22000 SHP X 119 RPM	6600 BHP X 135 RPM	60000 SHP X 396 RPM
推進器	2	2	1	1	2

第3図 騒音分布

第4図 振動加速度分布

第5図 騒音スペクトルの変化

第6図 振動加速度スペクトルの変化

第7図 測定区画

船の前部では、周波数が高くなると、外板の振動が隔壁の振動より大きくなる傾向があらわれているがこれは、船の航行中機関をとめ、惰力航行を行なった場合と、機関はとめずに停泊中の場合との比較より、船の進行にもなう流れの影響であることが確認された。

2) 船内騒音レベルと振動レベルの関係

居住区においては、主機、補機および推進器系にもとづく、固体伝播音が主成分をなし、これをあらわす一つの目安として、振動レベルの測定が行なわれるが、実船により騒音レベルと振動レベルの測定を行ない、両者の関係を求めてみた。

測定を行なった船は、小型のA船および大型のC船各一隻で、何れもディーゼル船である。それぞれの測定区画は第7図に示す通りである。騒音レベルの測定は、各区画内の3～5点で行ない、振動レベルは隔壁、外板および床の数点ないし10数点で行なった。

ただし測定の都合上天井はのぞいてある。

第8図はA、C船の各区画内での騒音レベルの平均と振動レベルの平均の差を、オクターブバンドごとに求めたものである。●印は、A船が一定速力（主機回転数 280 RPM）にて航行中、各区画で測定した結果を平均したものであり、○印は、C船について、測定区画を変えずに（CADET ROOM）、機関出力を 1/4 MAX から 4/4MAX まで4点かえた場合について測定した結果を、平均したものである。図の縦軸の音圧レベルは、 $0.0002 \mu b$ が基準、加速度レベルは、100 dB が 1000 gal (100 c/s)、速度レベルは、90 dB が 1 cm/sec を示すようなレベルである。また図中の点線は、速度レベルの基準として、 $5 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$ を用いた場合の速度レベルである。

以上の結果は、実船計測結果であるという点を考慮に入れ、何れも形式的に、騒音レベルと振動レベルの差を求めたものであるが、

加速度レベルとの差は、低音部よりオクターブ約 6 dB で増加し、周波数が高くなると合わなくなる。速度レベルとの差よりは、 $5 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$ を基準とした速度レベルが、その区画内の騒音レベルとほぼ等しいという結果が得られ、周波数によつてもほとんど変わらず、大体において一定の値を示している。しかしこれに関しては、その差が区画内の吸音力、壁の音響放射率とも関係するので、さらに検討の余地がある。

3) 船内騒音の Loudness について

最近数年間に行なつた騒音測定結果も含めて、船内騒音の Loudness、騒音レベルとの関係、騒音スペクトルなどについて統計的に検討を行なった。

騒音測定には、前記の試作測定器のほかに、指示騒音計（SL-16 型、SL-20 型）、オクターブバンドフィルター、および騒音、振動分析器（BP-17 型、指示騒音計、1/3 オクターブフィルター、振動計の組合せ）をも使用したので、これらの周波数レスポンスを第9図に示す。

測定を行なった船は、油槽船1、貨物船2、警備艦5、特殊船（ヨット、浚渫船）2、計10隻であり、測定を行なった区画は、大きくわけて居住区（常時人のいる場所）、居住区に準ずる区画（倉庫など、ときには人の出入りする場所）、および機関室である。これらの船のうち代表的な3隻A、B、Cについて、測定区画、主要々目を第10図、第2表に示す。

騒音の Loudness を求めるにあたり、理想的には、Subjective Loudness を求めることが望ましいが、現在ま

第8図 騒音レベルと振動レベルの関係

第9図 騒音測定器の周波数レスポンス (試作器以外)

第10図 騒音測定区画

第11図 騒音レベルの測定値と計算値(A船による)

での測定では、一部しか騒音の録音を行なっていないこと、また特にこの目的のために測定を行なわなかったことなどのために、ここでは、多数の測定結果より適当と思われるスペクトルを選定し、これより各種の騒音評価値を計算により求めた。騒音の評価値としては、種々のものが提案されているが、ここでは、複合音の音の大きさをあらわすものとして、S. S. Stevensの方法による Loudness Level, 音のやかましさをあらわすものとして、Beranekなどによる Perceived Noise Level, また従来より提案されている多種類の数値を一つにし、聴力保護、会話、うるささの三つの面より、騒音評価を行なうために、最近 ISO で提案されている、Noise Rating Number を採用した。

これらの計算にあたっては、次のようにして得られた、400 ケのオクターブバンドスペクトルを使用した。

① 測定は主として公試運転時、その船で試験を行なった種々の条件、すなわち機関出力の異なる場合、船内諸機器の運転状況の異なる場合などについて行なつたため、これらの条件の違いによる同一位置の音は、異なる音とみなした。

② 測定位置は、機関室のような場合、主機、補機などが分布しており、測定位置が変わると、音のレベル、スペクトルが変わる場合がある。このような場合、機関室の1なし数点で測つた結果は、別の音とみなした。またマイクロホンは、機械のすぐそばに近づけるようなことはせず、人のいる場所、通る場所で、高さは床面上約 1~2m の位置で測つたものを採用した。

③ 分析に使用した測定器は、バンド幅、37.5—75, 75—150..., 4800—9600 c/s, 中心周波数, 63, 125, ..., 8,000 c/s のオクターブバンドフィルター、および中心周波数 50, 63 ..., 10,000 c/s の 1/3 オクターブフィルターであるが、1/3 オクターブ分析の結果は、中心周波数 63 系列のオクターブバンドレベルに変換し、これと、37.5~75 系列の二種類とした。

騒音レベル、A, B ホンは、この二系列のオクターブバンドスペクトルを、指示騒音計の A, B 特性で重みをつけ

第 12 図 騒音レベルと LL の関係

第 13 図 騒音レベルと PNL の関係

第14図 騒音レベルとNRNの関係

L.L. (phon), P.N.L.(dB), N.R.N.,

第 15 図 騒音レベルと評価値の関係

たものより計算し、Cホンは、測定器の低域特性および騒音の低周波成分の影響で、測定値と計算値が異なる場合がある（第11図）ので、計算値を使用した。

騒音評価値の計算にあたっては、一応二系列のオクターブバンド中心周波数の違いによる、Sone, Noy などの違いも考慮に入れて、計算を行なった。

3)一1 騒音レベルと L.L, PNL, NRN の関係

第12~14図に、騒音レベルと騒音評価値の相関図を示す。縦軸は騒音レベル A, B, C ホン、横軸はそれぞれ L.L (phon), PNL (dB), NRN である。また図中の1印は機関室、○印は居住区およびこれに準ずる区画である。騒音レベルを確定変数と考えた場合、騒音評価値が一次式で推定されるものとする、両者の関係は次式（一次回帰直線）であらわされる。

$$L - \bar{L} = r \frac{\sigma_L}{\sigma_A} (A - \bar{A})$$

L: 騒音評価値

$\bar{L}$: 騒音評価値の平均

r: 相関係数

σ_L : 騒音評価値の標準偏差

σ_A : 騒音レベルの標準偏差

A: 騒音レベル

$\bar{A}$: 騒音レベルの平均

第3表 騒音評価値と騒音レベルの関係

評価値	特性	相関係数	一次回帰直線	最大偏差
L.L (phon)	A	0.990	LL = 0.9559A + 17.7	±7
	B	0.996	LL = 1.0776B + 1.5	±5
	C	0.980	LL = 1.1421C - 9.4	+7 -8
PNL (dB)	A	0.990	PNL = 0.9833A + 16.3	±6
	B	0.989	PNL = 1.1000B - 0.3	+4 -8
	C	0.970	PNL = 1.1620C - 10.4	+9 -11
NRN	A	0.993	NRN = 1.0124A - 3.9	+4 -7
	B	0.979	NRN = 1.1194B - 19.3	+6 -8
	C	0.957	NRN = 1.1810C - 30.2	±11

LLは Loudness Level, PNLは Perceived Noise Level, NRNは Noise Rating Number.
A, B, Cは 指示騒音計の各特性で測った値。

この式の計算結果は、図中に実線で書入れてある。またそれぞれの回帰直線に平行にひいた点線は、最大偏差をあらわす。

第3表には、相関係数、一次回帰直線、最大偏差を示す。L.Lの場合、騒音レベルBホンと一番相関がよく、偏差も少ないが、PNL, NRNとなるに従つて、Aホンと相関がよくなる。

つぎに第15図は、JIS Z 8731 騒音レベル測定法に従つて、最初騒音計のB特性で測り、60ホン未満の場合はA特性に切りかえ、85ホン以上の時は、C特性に切りかえて測つた場合の騒音レベルと、評価値の関係を示す。何れの場合も、切りかえるところで大きくレベルが変わり、全体を一つの特性で測つた場合、一番偏差の大きいC特性の場合よりも、全体のばらつきが大きくなる。

3)一2 騒音評価値と騒音レベルの差

第16図には、L.L, PNL, NRN と A, B, C ホンの差の分布を示す。図中の実線は、それぞれの差の観測度数であり、点線は、差の平均、標準偏差を最尤推定子とする、正規分布を仮定した場合の期待度数である。PNLの場合のみ、平均 15.1 dB, 標準偏差 1.96 dB の正規分布としてよいことが χ^2 検定 (5% 水準) により確かめられたが、他の場合はこの仮定はき却された。

第 16 図 騒音評価値と騒音レベルの差の分布

第 17 図 騒音の平均的スペクトル

第 4 表 評価値と騒音レベルの差の関係
(機関室とその他の区画をわけない場合)

差	平均	モード	標準偏差
LL - A	14.4	14	2.08
LL - B	7.8	8	1.71
LL - C	3.0	4	3.29
PNL - A	15.1	14	1.96
PNL - B	8.5	8	2.53
PNL - C	3.6	4	3.96
NRN - A	-3.0	-3	1.80
NRN - B	-9.6	-10	2.99
NRN - C	-14.4	-17	4.73

LL は Loudness Level
 PNL は Perceived Noise Level
 NRN は Noise Rating Number
 A, B, C, は指示騒音計の各特性で測った値

第 4 表には、それぞれの差の平均、モード、標準偏差を示す。LL の場合、B ホンとの差が一番偏差が少く、平均とモードも近い値を示している。

3) — 3 騒音の平均的スペクトル

第 17 図は、400 ケのオクターブバンドスペクトルを、LL に応じて、10 phon 間かくのグループに分けて、その平均的スペクトルを求めたものである。図中の % は、機関室のスペクトルの占める割合である。機関室以外のスペクトルは、レベルが大きくなつてもその傾きはほぼ同様で、周波数が増すとオクターブ約 5 dB の割合で減少するが、機関室のスペクトルの占める割合が多くなると、中、高音部のエネルギーが大きくなる。

考 察

船内騒音測定装置に関しては、目的に応じて選定するのはもちろんのことであり、各種の分析器、録音装置が使用される。しかし騒音の許容基準作製の資料を求めたり、一般的な騒音特性を調べたりする場合に

は、多くの場所で、多数回の測定を短時間に行なう必要があり、従つてできるだけ小型軽量で、取扱いに便利であることが重要となる。また周波数分析の幅は、船内騒音が比較的変動の多いものであり、これはまた船の騒音特性とも考えられるので、特定の目的以外には、オクターブ幅で十分であると考えられる。振動測定は、固体伝播音の目安を示すものとして必要であり、騒音と同じ周波数帯域をカバーするために、加速度型が最適と考えられる。試作測定器は、この要求を何れも満たすものであり、使用結果も満足すべき状態であつた。

船内騒音レベルの測定にあつては、指示騒音計の A 特性で測定した結果が、各騒音評価値と比較的相関がよ

く、偏差も少く、またA特性は低周波を低減した特性をもつので、実際の測定にあたって、レベルの変動が少なく、比較的精度のよい測定ができるという利点もある。

JISに規定された、騒音レベルの測定法では、レベルを切りかえるところで大きく変る。従つて船の場合にはレベルのいかにかわらず、A特性で測るのが望ましく、またこの結果を用いると、おおよその騒音評価値を求めることができる。すなわち第5表は、Aレベルより各種騒音評価値を、どの位の精度で求めることができるかを調べた結果であり、これによると、たとえばAレベルより3を引くことにより、NRNが求まり、この値に対して ± 3 以内に95%が入ることを示す。この結果を用いて、会話に対する妨害、聴力損失、うるささなど、各種の騒音評価を行なうことができる。このNRNおよびA特性の使用は、ISOでも推奨されており、国際的にも採用される傾向にあるので、この点からもA特性での測定が望ましいと考えられる。

船内騒音レベルの分布は第14図からも明らかごとく、機関室のレベルが、他の区画にくらべて大きく、A特性で 95 ± 10 ホン、その他の区画では 70 ± 20 ホン程度となつている。機関室の95ホンはNRNで大体92であるから、常時この騒音にさらされる場合には、聴力損失をおこすことも考えられる。また騒音スペクトルは、機関室と他の区画では傾向が異なり、機関室には主機、補機などの騒音源が存在し、これより発生する空気音が有力なため、中高音部のレベルが高く、居住区およびこれに準ずる区画では、外板などの振動による低音部が大きく、周波数が2倍になると約5dBずつ減少するスペクトルトルで代表される。なおこのスペクトルの違いより、機関室と他の区画を区別して、騒音レベルと騒音評価値の差を求めてみたが、この結果は第6表に示すごとく、Aレベルに関しては、前記と大きな違いはなく、従つて騒音レベルの測定に関しては、船全体として、Aレベルを用いても、実用上問題はないと考えられる。

第6表 機関室とそれ以外の区画をわけた場合の騒音評価値と騒音レベルの差の関係

評価値と騒音レベルの差	平均		モード	
	機関室	居住区	機関室	居住区
LL - A	12.8	14.9	13	14
LL - B	9.3	7.3	9	8
LL - C	6.4	1.7	6	1
PNL - A	14.5	15.3	15	14
PNL - B	11.0	7.6	10	8
PNL - C	7.8	2.1	7	4
NRN - A	-3.5	-2.8	-3	-4
NRN - B	-6.9	-10.5	-7	-10
NRN - C	-9.9	-16.0	-10, -11	-17

LLはLoudness Level, PNLはPerceived Noise Level,
NRNはNoise Rating Number,
A, B, Cは指標騒音計のA特性で得られた値。

囲壁の振動にもとづく音が有力であるため、振動の絶縁をはかり、壁の音響放射をへらすなど、いわゆる固体伝播音の防止を考える必要がある。しかしこれに関しては、その伝播特性、振動体の音響放射の問題など、今後の研究にまつべき点が多い。

結 論

以上にのべた結果を要約すると次のようになる。

1. 騒音の性質を調べるため、船の特殊性を考慮に入れ、特に小型、軽量の、騒音、振動測定器の試作を行な実船計測に使用したが、満足すべき結果が得られた。

第5表 騒音評価値とAレベルの対比

評価値とAレベルの関係	± 1	± 2	± 3	± 4	± 5
LL=A+14	58.3%	77.8%	90.3%	95.3%	98.8%
PNL=A+15	57.0	79.5	92.5	97.8	99.5
NRN=A-3	64.0	85.3	95.0	98.0	99.0

例えば指標騒音計のA特性で得られた値は14をカラッと Loudness Levelが求まり、その値に対して ± 3 以内は90.3%が入る。

2. 騒音レベルと騒音評価値の関係を統計的に求め、これにより騒音レベルの測定結果より評価値を求めることができたが、評価値と相関のよいのはAレベルであつた。

3. 騒音レベルの測定を行なう場合には、種々の点で、指示騒音計のA特性を用いるのが望ましく、この結果を用いると騒音評価も簡単に行なうことができる。

4. 機関室内騒音レベルは、Aで 95 ± 10 ホン程度、騒音スペクトルは、中高音部のエネルギーが大きい。その他の区画では、騒音レベル 70 ± 20 ホン程度、スペクトルは、レベルにかかわらず、周波数が増すと、オクターブ約 5dB で減少する。

5. 騒音防止の方向としては、現状では、機関室は中高音部の空気伝播音をへらすこと、その他の区画では固体伝播音について対策を考えることが必要である。

6. 騒音レベルと振動レベルとの関係は、固体伝播音の特性を求め、その防止をはかるためにも、今後さらに検討されるべき問題と考えられる。

終りにのぞみ、本研究を実施するにあたり、終始御指導を賜つた、東京大学宇宙航空研究所、五十嵐寿一教授ならびに、実船計測に際し、種々便宜をはかられた、艦船設計部、浜村次長、また、測定、計算に終始協力を惜しまなかつた、藪、白石、神、小林の諸氏に深く感謝する次第である。

参 考 文 献

- 1] H. J. Rademacher : Die Lautstärke von Kraft Fahrzeuggeräuschen. Acustica, Vol. 9, (1959), S.93
 - 2] K. D. Kryter : The Meaning and Measurement of Perceived Noise level. Noise Control, Sep/Oct. (1960), p. 12
 - 3] D. W. Robinson, W. C. Copeland and A. J. Rennie : Motor Vehicle Noise Measurement, The Engineer, March. 31 (1961), p. 493
 - 4] C. H. G. Mills and D. W. Robinson : The Subjective Rating of Motor Vehicle Noise, The Engineer, June, 30 (1961)
 - 5] J. H. Janssen : Some Acoustical Properties of Ships with respect to Noise Control, Report No. 45 S, Part I, II, August (1962)
Publications of Netherlands Research centre T. N. O. for ship building and Navigation.
 - 6] D. W. Robinson, J. M. Bowsher and W. C. Copeland : On Judgeing the Noise from Aircraft in Flight. Acustica, Vol. 13 (1963) p. 324
 - 7] 中野有朋 : 船内騒音における騒音レベルと振動レベルの関係, 音響学会講演論文集, 昭 38 年10月, 95 p.
 - 8] 中野有朋 : 船の騒音と各種騒音評価値の関係, 音響学会講演論文集, 昭 39 年 5 月, 45 p.
 - 9] 中野有朋 : 空気機械の騒音と騒音評価値について 音響学会講演論文集, 昭 39 年 10 月, 251 p.
-