

Ⅱ-1 騒音振動の物理量測定

目 次

A 騒音の測定法	82
B 振動の測定法	83
C HT丸の要目と計測時の状況	85
D 機関室騒音の測定結果と考察	85
E 船員居住区騒音振動の測定結果と考察	96

A 騒音の測定法

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JISC1502-1966指示騒音計およびJISC1503-1957簡易騒音計で、その構造や特性が規定されている。今回の使用計器は指示騒音計である。

騒音計には聴覚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ある。1,000%の音ならばこの回路をそのまま無修正でとおるが、たとえば63%の音の場合、マイクロホンからの信号はこの回路で25dB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、その単位はホンである。A特性で測定した騒音レベルをホン(A)、またはdB(A)、C特性で測定した騒音レベルをホン(C)またはdB(C)という。

実はこのホン(A)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。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考えてよい。このことは図のC特性の聴覚補正回路特性が平坦であることからわかる。

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

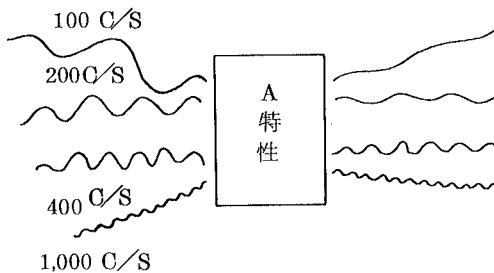
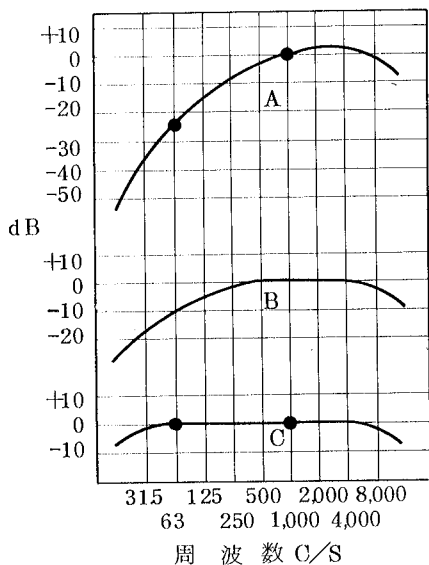


図1 聴覚補正回路

性は「感覚的」な大きさに近く、聴力障害、やかましさをなどの評価の目安になる値である。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。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体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周波数構成を知る必要がある。

周波数構成を知ることは、騒音評価、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、フィルタ（中心周波数63, 125, 250, 500, 1000, 3000, 4000, 8000%）を使う方法である。このフィルタを騒音計の増巾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。今回の調査においても、このフィルタを使用した。

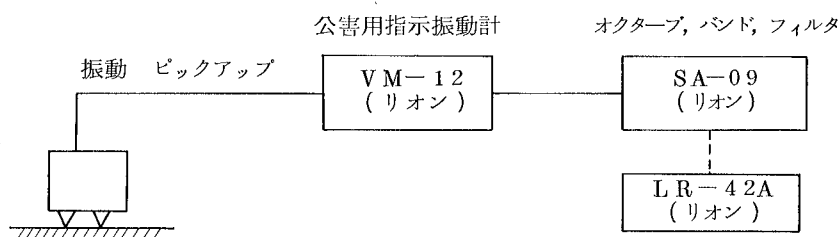


図2 振動測定系

B 振動の測定法

ISOの提案にそった測定法によることを立前として、図2に示す測定系のオクターブ、バンド、フィルタのメータのRMS値（波動において変動する量の瞬時値の、ある時間内のroot-mean-square値で、振動感覚の評定には、従来日本の造船所で使用してきたpeak値よりも適している。）の変動の中央値を読みとる。メータ回路の動特性は、時定数1.0秒とする（ISO提案は0.8秒～2秒）。振動レベルVLと振動加速度レベルとその周波数分析によるバンドレベルを測定することができる。

なお各室中央床上にピックアップを直接設置して、測定ケ所の代表値として評価することにした。

測定項目としてはつぎのものが限定できる。

- (イ) VL（振動レベル）—上下、前後、左右方向—

VLは音でいう騒音レベルのホン(A)に相当するもので、振動の大きさをあらわす感覚量に近いといわれている。すなわち図3のような振動感覚補正回路（公害用指示振動計に内蔵されている）をとおして指示されるRMS実効値で

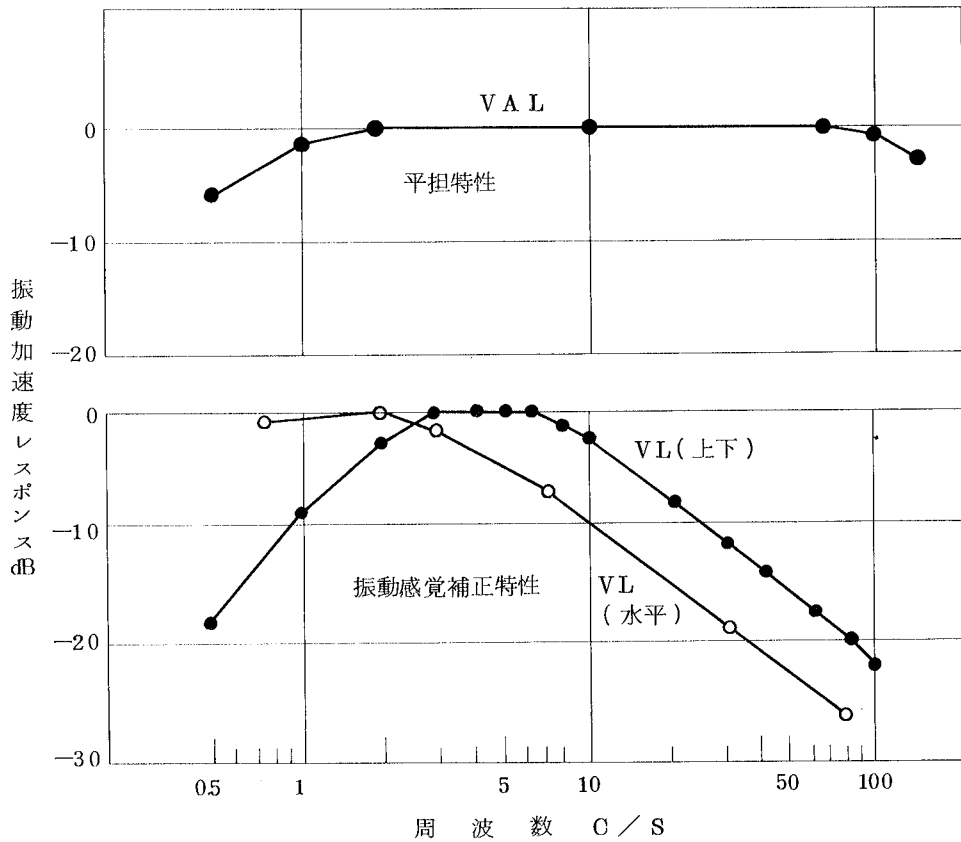


図 3 振動計の相対周波数レスポンス

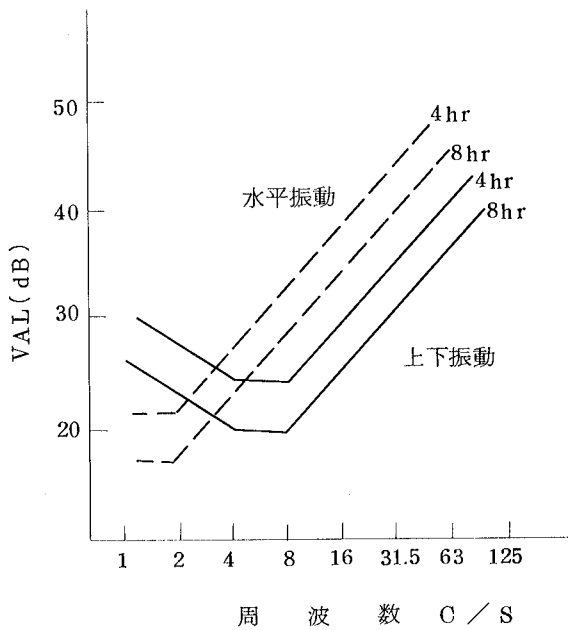


図 4 ISO の暴露時間とレベルの関係 (4 時間, 8 時間暴露のみ示した不快レベル)

ある。この振動感覚補正回路には上下方向の補正回路と水平（前後，左右）方向の補正回路があり，この補正回路は図4に示すISOの暴露時間とレベルの関係にみられる上下，水平の等感度曲線にしたがってウェイトづけられているわけである。そうして，この振動計では上下，水平ともスイッチを切替えることによって簡単に測定できる。

振動方向は上下，前後，左右を測定した。

(2) VAL（振動加速度レベル）—上下，前後，左右方向—

VALは音でいう騒音レベルホン(C)またはdB(C)に相当するもので，振動の物理量である。すなわち図3のような相対周波数レスポンスが平坦な特性となっている。

(3) VALの周波数分析—上下，前後，左右方向—

公船用指示振動計のVAL指示を，さらにオクターブ，バンド，フィルタを使用して，測定する。感覚に影響をおよぼしている振動の主成分の周波数域を知ることが目的としている。

C HT丸の要目と計測時の状況

要 目

船 種	コンテナ船	セミアクトブリッジ
サイ ズ	L : 196 m	B : 27.60 m
	D : 16.6 m	d : 11.50 m
乗組員数	最大31名，現在定員24名	
ト ン 数	G_T 21057 $\frac{b}{W}$ 20400	
主 機	三菱 Sulzer 8RND 105 1台	
	30400HP×108rpm×1基	
航海速力	最大259kt	常用23kt

計 測 時 の 状 況

風 向 N	風力2	天候C
機関出力	25,500	SHP
出力比	83.7%	
船 速	23.67 kt	
r p m	100.2	
発 電 機	No. 2	r p m 600
載貨重量比	約75%	

D 機関室騒音の測定結果と考察

1. 騒音レベルホン(A)値測定結果

図5はHT丸機関室の断面図を示す。この断面図に示された各デッキ別の騒音レベルホン(A)を図6a, b, c, dに示す。

2ND Deckの主機シリングヘッドならびに過給機の周辺では，102～105ホン(A)で，過給機の空気吸入側では112～117ホン(A)というきわめて高いレベルである。過給気から発生するキーンといった音色をもつ。

2ND Deckの主機周辺の左舷の機関部工作室は91～93ホン(A)，右舷の主配電盤室は過給機に近い101ホン(A)であった。工作室には防音壁は考慮されていない。また主配電盤室の直上がUpper Deckの甲板手の居室となっており，船員室としては最も騒音レベルの高い船員室となっている。

3RD Deckの左舷では，防音施工された機関制御室で76ホン(A)であり，補助ボイラ周辺は90ホン(A)前後で機関室では最もレベルの低い場所であった。右舷の油清浄機の周辺では96～98ホン(A)，電気倉庫94ホン(A)であった。

主機中段のFloorでは，左舷の燃料ポンプ

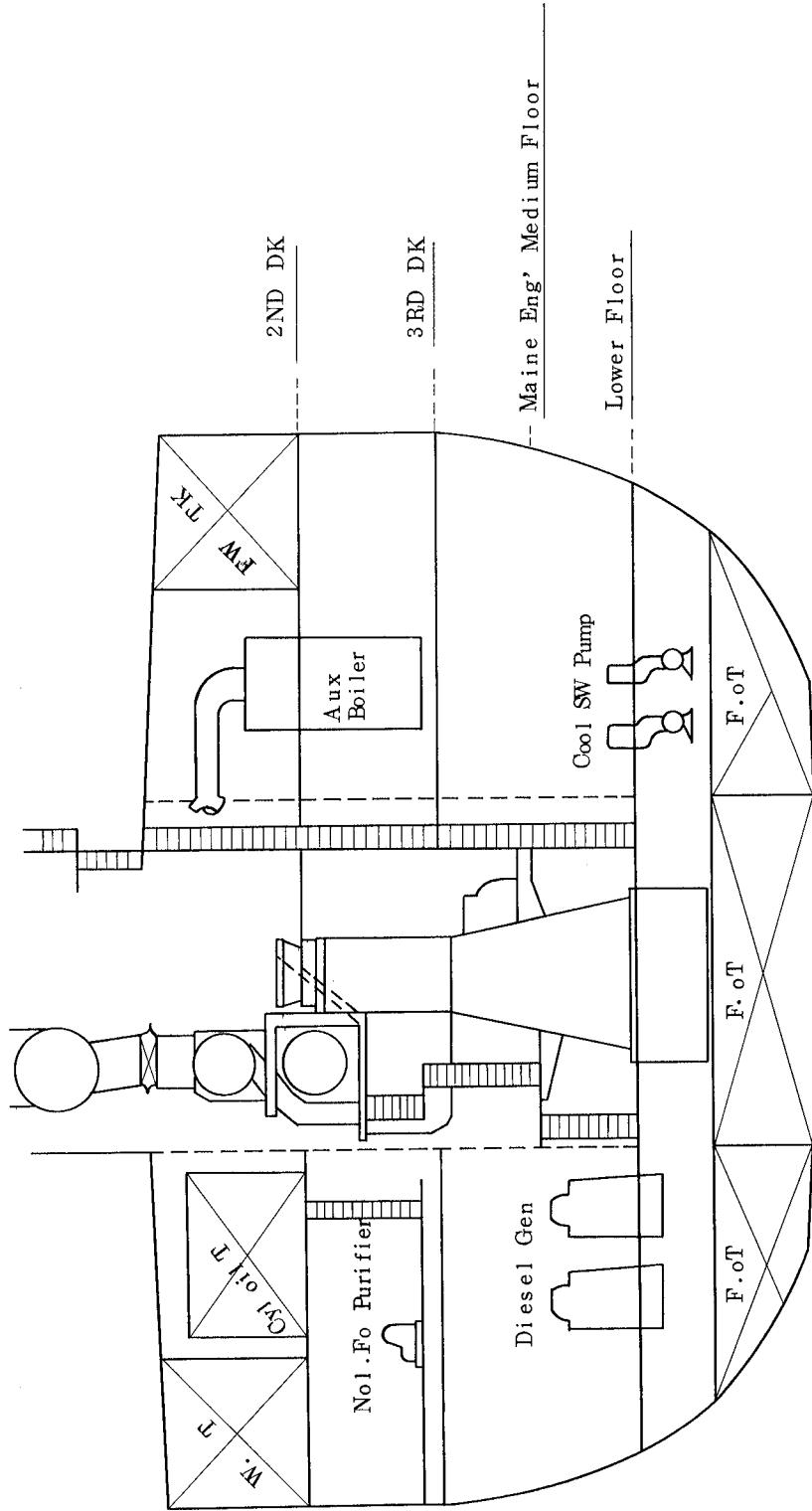


図 5 H T 丸 機 関 室 の 断 面 図

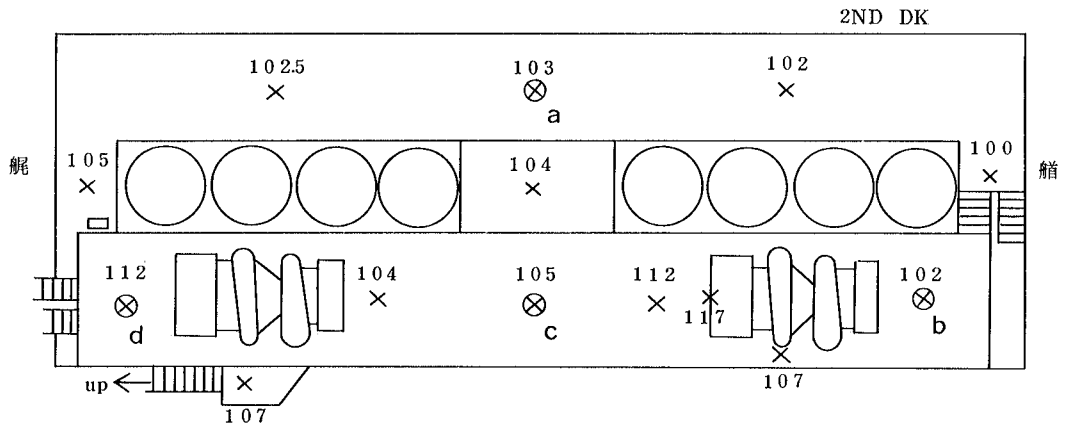


図 6-a H T 丸機関室の騒音レベル (航海中)

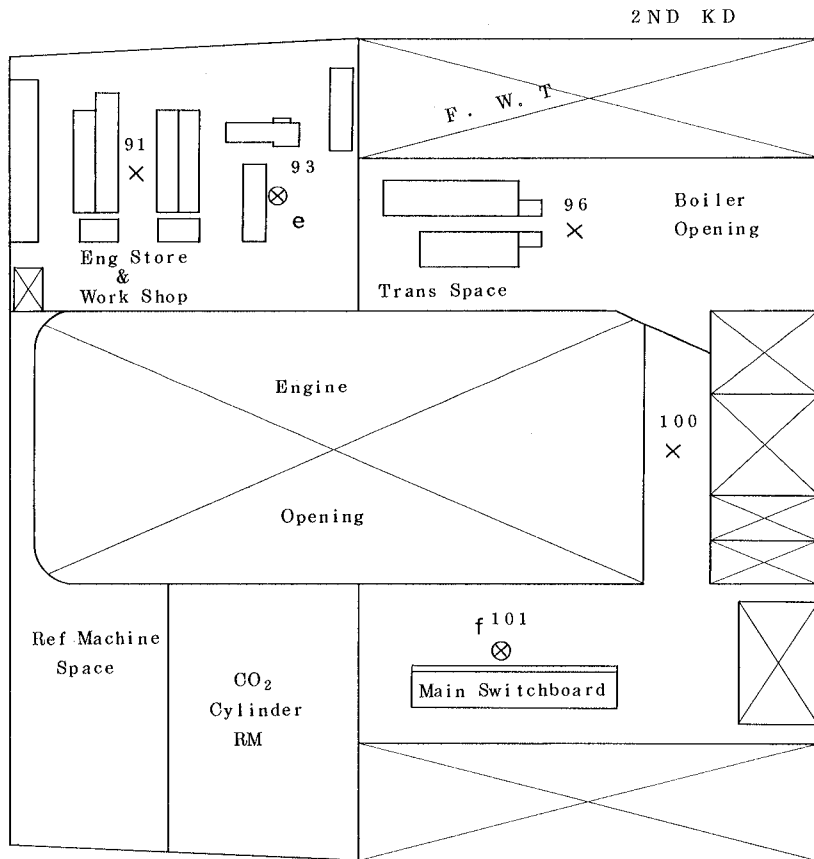


図 6-b H T 丸機関室の騒音レベル (航海中)

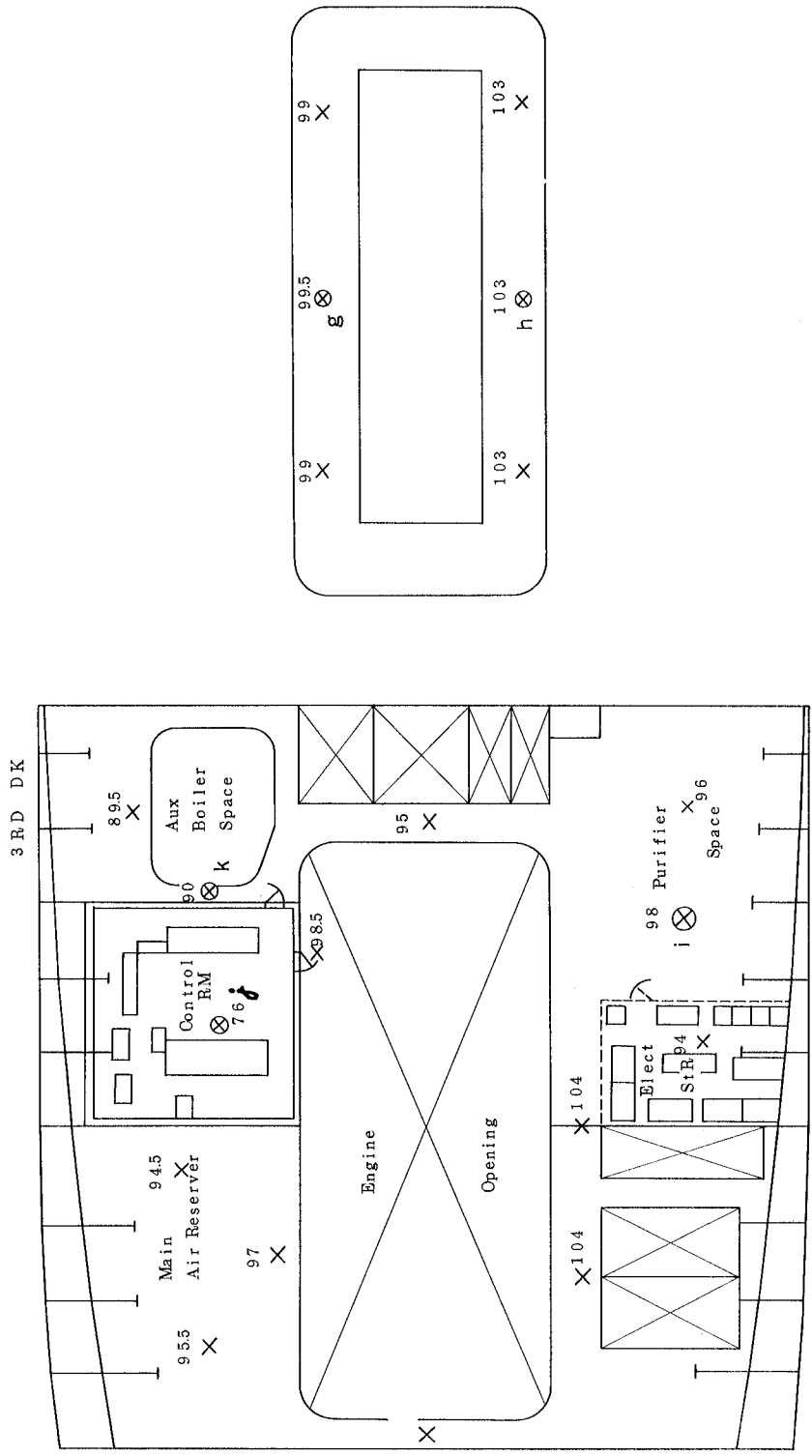


図 6 - c H T 丸 機 関 室 の 騒 音 レ ベ ル (航 海 中)

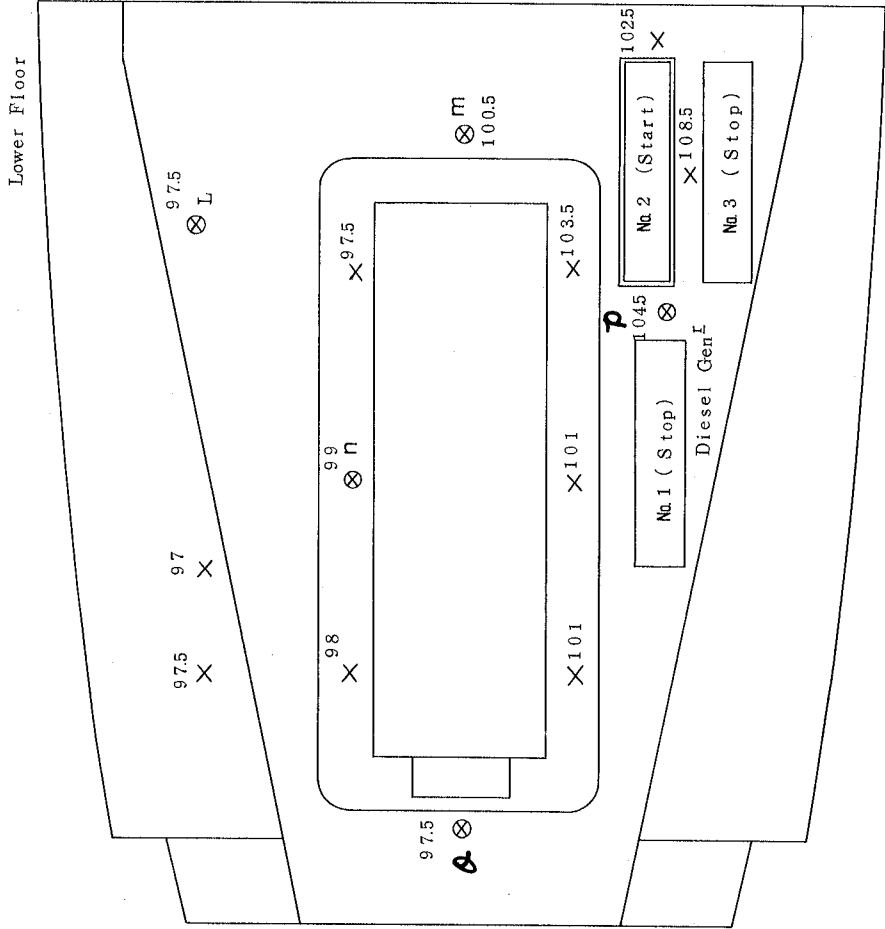


図 6 - d H T 丸 機 関 室 の 騒 音 レ ベ ル (航 海 中)

側が99ホン(A)前後、右舷のスカベンジングボックス下は103ホン(A)であった。

Lower Floor では、主機のクランクケース周辺が97.5～103.5ホン(A)、運転中のNo.2発電機の周辺では102.5～108.5ホン(A)で、2ND Deckの主機シリンダヘッドならびに過給機の周辺について高いレベルであった。

われわれは騒音評価の場合、第一に考えることは、陸上の一般産業も含めた聴力保護の立場から提案されている内外の騒音許容基準との関係で観察することである。そこでホン(A)値で基準となっているアメリカ、カナダで多く採用されている聴力保護の立場からの Permissible noise exposure を示すと表1のとおりである。

この基準からみると、機関部船員は聴力障害をおこす危険が十分あることがわかる。しかしながら機関制御室で仕事をしている限り聴力障害では問題とならないことがわかる。

2. 騒音の周波数分析結果

図7-a, b, c, にHT丸機関室の騒音周波数分析結果を示す。測定点a, b, c……pは図2-6に示されている。

2ND Deckの主機シリンダヘッドならびに過給機周辺、機関部工作室、主配電盤の騒音スペクトルの特徴は、2,000%に主勢力をもつ騒音で、過給機騒音に含まれるキーンという耳につきささるような音の性質をあらわしている。しかし周波数の高い騒音は船体構造物内または空気中の伝播において減衰されやすいので、測定場所が過給機の音源から離れるにしたがって2,000%の勢

表1 騒音暴露許容限界 (ACGIH, 1973年)

1日に暴露される時間	dB (A) または ホン (A)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1 1/2	102
1	105
1/2	110
1/4 以下	115

注1) 日常の騒音暴露が2つまたはそれ以上の異なった騒音レベルの暴露の場合は、次式によって評価される。

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n} = \frac{C}{T}$$

ただし C_i は 一定の騒音レベルに暴露される時間
 T_i は この騒音レベルに暴露される許容時間
 $C/T < 1$ の場合安全
 $C/T > 1$ の場合危険

注2) ACGIH : American Conference of Governmental Industrial Hygienists

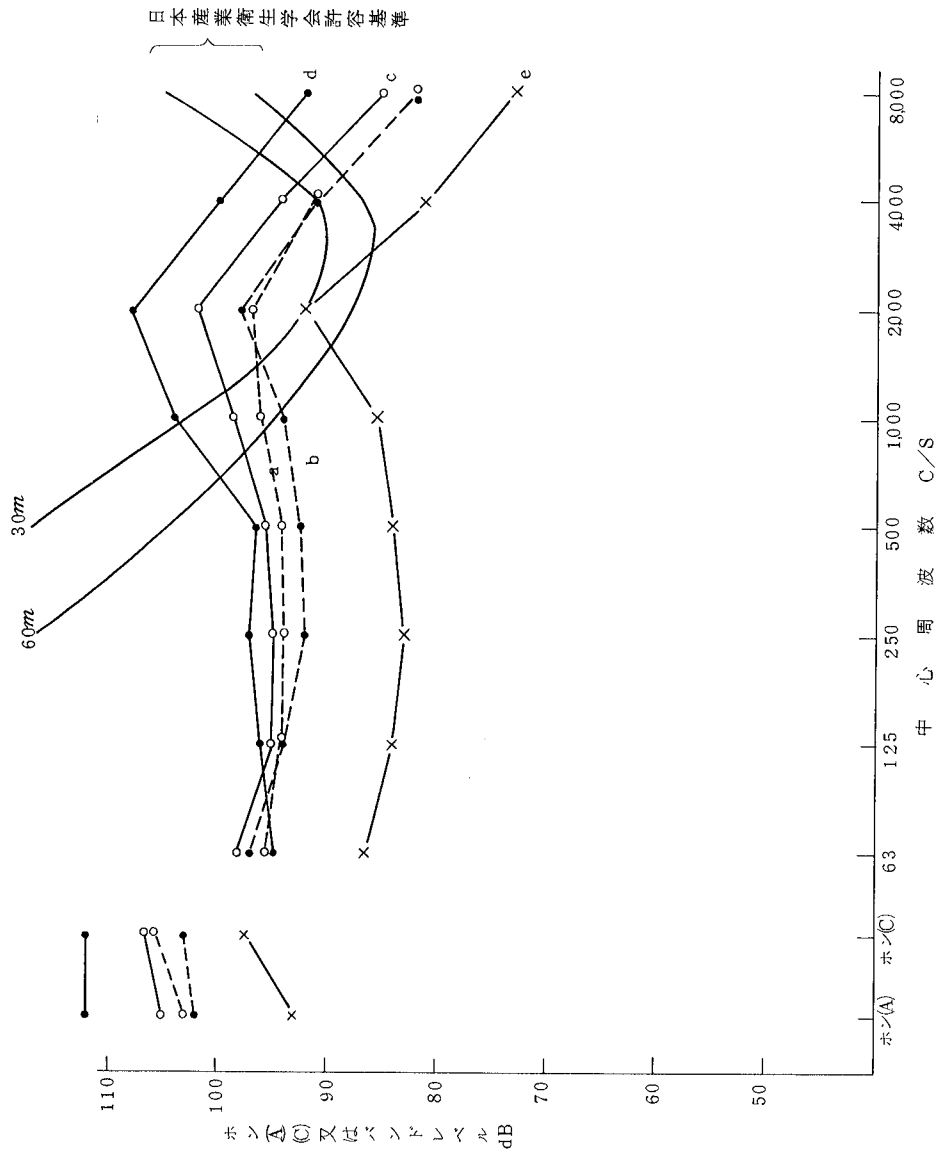


図 7 - a H T 丸機関室の騒音周波数分析結果

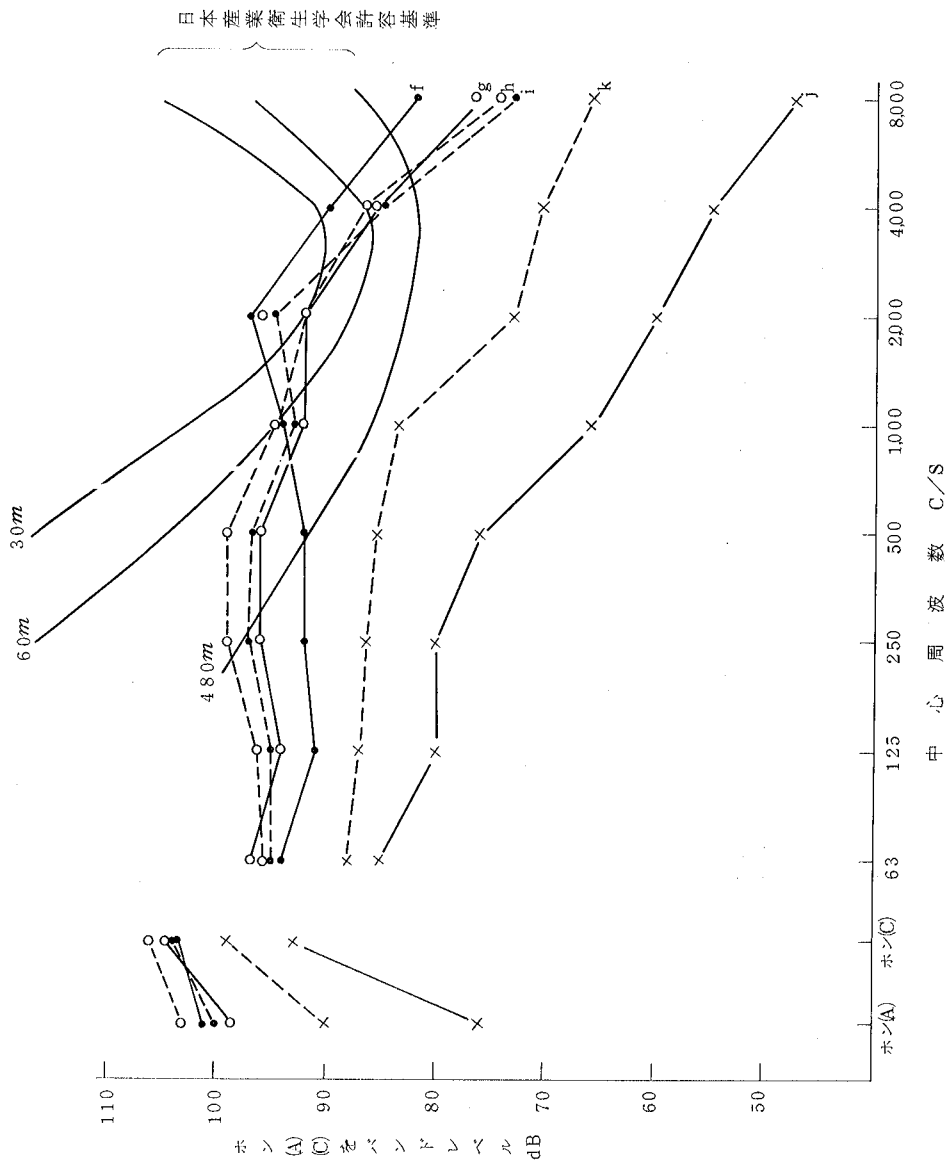


図7-1b HT丸機関室の騒音周波数分析結果

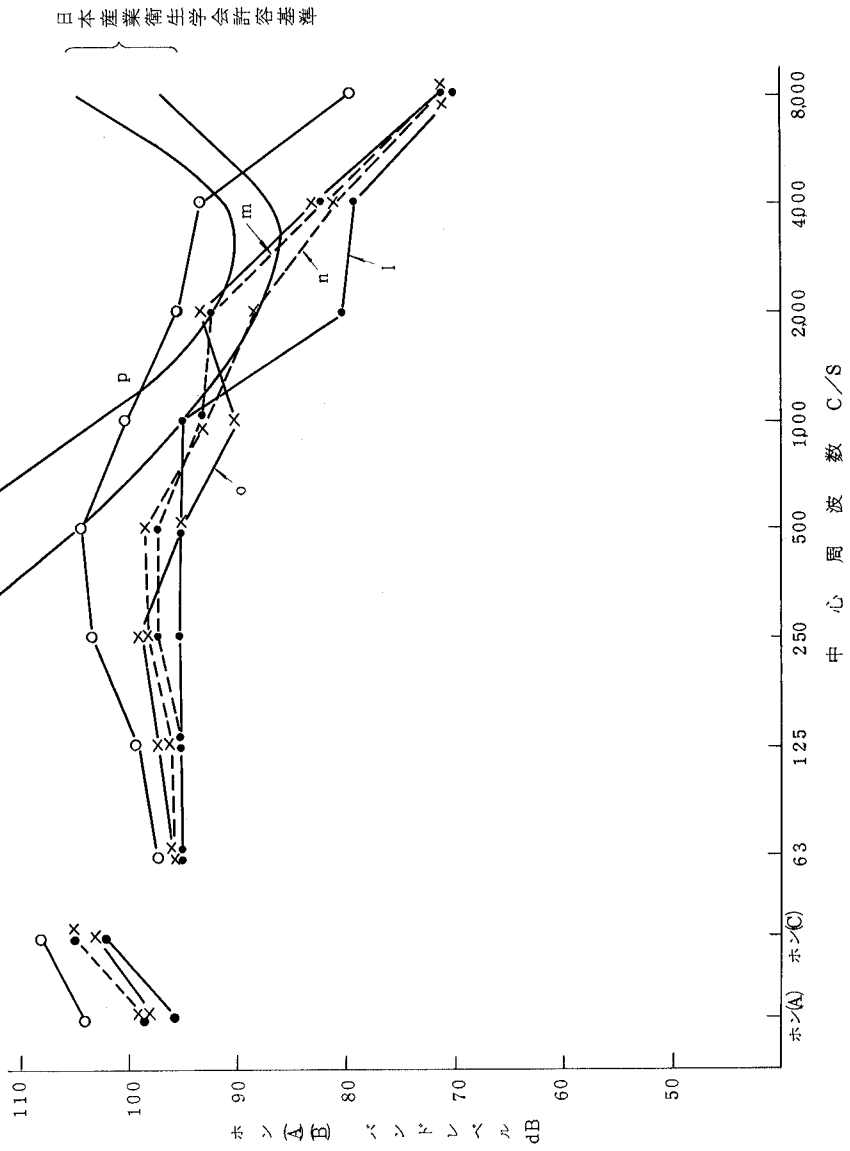


図7-c H T 丸機関室の騒音周波数分析結果

力が低下していくことが示されている。

また、騒音スペクトルで許容基準が示されている日本産業衛生学会の30分、1時間、または8時間の騒音暴露基準が図に示されている。

この基準は、この基準以下であれば、1日8時間以内の暴露が常習的に10年以上続いた場合にも、永久的聴力損失を1,000%以下の周波数で10 dB以下、2,000%で15 dB以下3,000%以上の周波数で20 dB以下で期待できる。1,000~4,000%の周波数構成から考えても、この基準で許容される1日の許容暴露時間はきわめて短時間となる。そして機関制御室jを補助ボイラ周辺Kでは聴力保護の立場では安全側であることを示している。

いずれにしても、これらの基準からみて、機関室で仕事する機関部船員は、聴力障害をおこす危険が十分あることを示している。

附記 日本産業衛生学会勧告の騒音の許容基準

I 騒音の許容基準(本文)

常習的な暴露に対する騒音の許容基準を聴力保護の立場から次のように定める。

1. 許容基準

図1あるいは附記表1に示す値を許容基準とする。この基準以下であれば、1日8時間以内の暴露が常習的に10年以上続いた場合にも、永久的聴力損失(NIPTS or PTS: noise-induced permanent threshold shift or permanent threshold shift)を1 kHz以下の周波数で10 dB以下、2 kHzで15 dB以下、3 kHz以上の周波数で20 dB以下にとどめることが期待できる。

2. 適用する騒音

広帯域騒音および狭帯域騒音(帯域幅が $\frac{1}{3}$ オクターブ以下の騒音)に対して適用する。ただし、純音は狭帯域騒音とみなして暫定的にこの基準を適用する。また、衝撃騒音に対しては除外する。

3. 適用方法

(1) 1日の暴露が連続的に行なわれる場合には、各暴露時間に対して与えられている図1あるいは附記表1の数値を用いる。

(2) 1日の暴露が断続的に行なわれる場合には、騒音の実効休止時間を除いた暴露時間の合計を連続暴露の場合と等価な暴露時間とみなして図1あるいは附記表1の数値を用いる。ただし、実効休止時間とは騒音のレベルが8時間暴露に対する許容基準以下にとどまっている時間をいう。

(3) 対象としている騒音をオクターブバンドフィルターを用いて分析した場合には、図1の左側の縦軸あるいは表1の値を用い、 $\frac{1}{3}$ オクターブあるいはより狭い帯域幅をもつフィルターで分析した場合には、図1の右側の縦軸あるいは表1の値から5を引いた値を用いる。

4. 騒音レベルによる許容基準

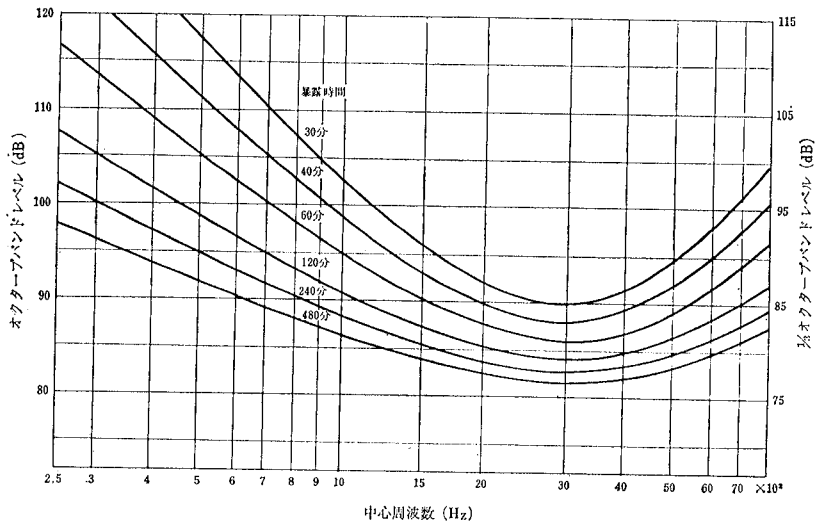
騒音計のA特性で測定した90ホン〔dB(A)〕が8時間暴露に対する許容基準におおむね相当するが、原則としては騒音の周波数分析を行なう必要がある。

5. 測定方法

測定方法は「JIS Z 8731-1966 騒音レベル測定方法」を準用する。

附記表 1 騒音の許容基準

中心周波数 (Hz)	許容オクターブバンドレベル (dB)					
	480分	240分	120分	60分	40分	30分
250	98	102	108	117	120	120
500	92	95	99	105	112	117
1000	86	88	91	95	99	103
2000	83	84	85	88	90	92
3000	82	83	84	86	88	90
4000	82	83	85	87	89	91
8000	87	89	92	97	101	105



附記図 1 騒音の許容基準

E 船員居住区騒音・振動の測定結果と考察

図8-a, b, c, d, e, fに騒音レベルホン(A)値と振動レベルVL値の測定結果を示す。

騒音レベルは、パンカールーバ空気吹出口の開閉により変化を生ずる場合には開閉の状態の値を測定した。各室出入口のドアは閉の状態とした。ただし、サロン、ロンジ、乗組員喫煙室、乗組員食堂、調理室は開の平常の状態とした。振動レベルは上下方向(Z)水平方向では船首尾すなわち前後方向(Y)、左舷右舷すなわち左右方向(X)を部屋の中央床上において測定した。卓上の局所的な振動で著しく乗組員からの苦情が出ているヶ所として無線室、乗組員食堂の卓上のVL値を参考のため測定した。

船員室の振動レベルの評価法については、あらゆる角度からの検討が必要であろうか、II-2で述べるS・D法による騒音評価法で得られ

た尺度でHT丸の船員室をみると、図9のとおりである騒音が「かたいー柔かい」「にごったー澄んだ」「かん高いー落ちついた」「力強いー弱々しい」「騒々しいー静かな」「迫力のあつものたりない」などの騒音の大きさをあらわす形容詞に対して、「どちらともいえない」「やや」「かなり」「非常に」の評定尺度の段階を求めたものである。

また、同じく船員室の振動レベルをII-3で述べるS・D法による振動評価法で得られた尺度でHT丸の船員室でみると、図10のとおりである。振動が「かたいー柔かい」「きついーおだやかな」「強いー弱い」「激しいーかすかな」などの振動の強さの因子をあらわす形容詞に対して、「どちらともいえない」「やや」「かなり」「非常に」の評定尺度の段階を求めたものである。なお、上下、水平振動方向のうち最大の方向の振動を評価の対象とした。

CAPT. DECK

NAV. BR. DECK

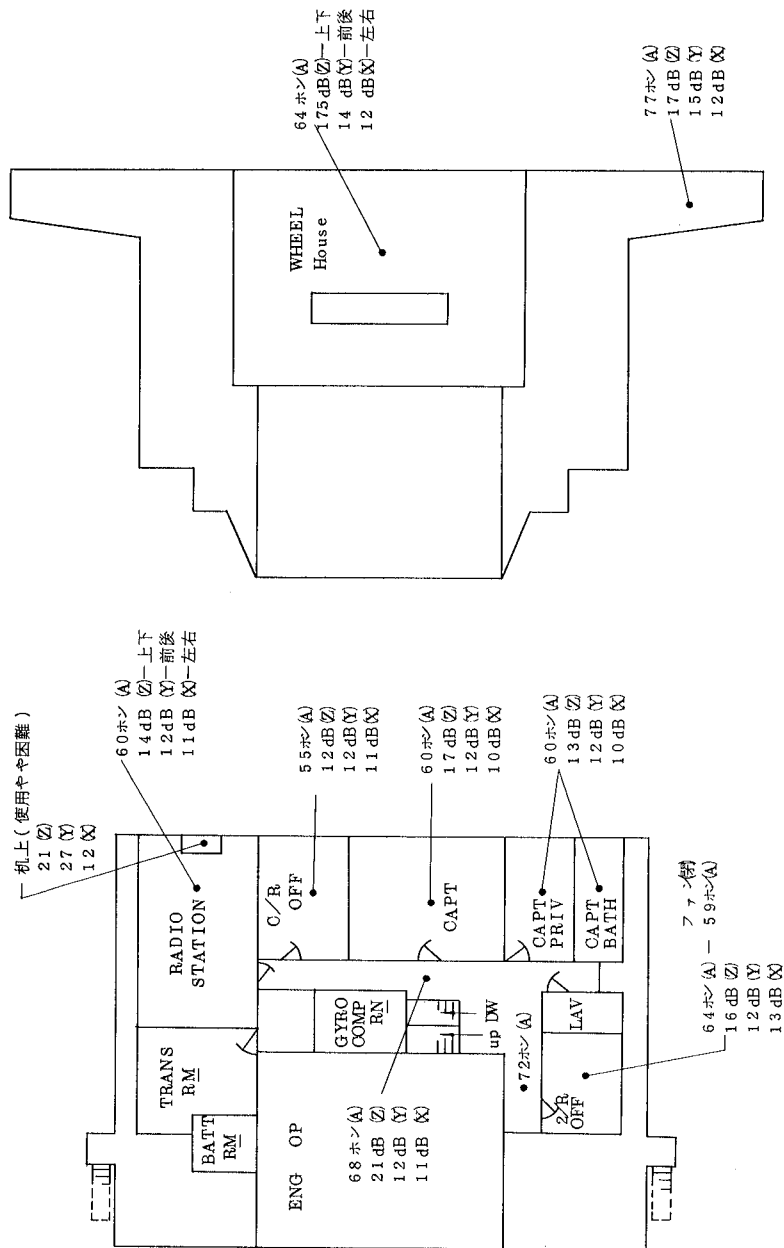
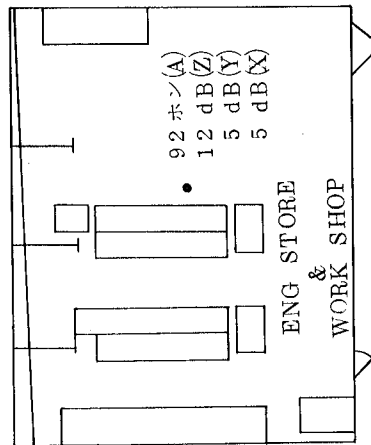


図 8-a H T 丸 船 員 居 住 区 の 騒 音 レ ベ ル ， 振 動 レ ベ ル (航 海 中)

2 ND. DECK



3 RD. DECK

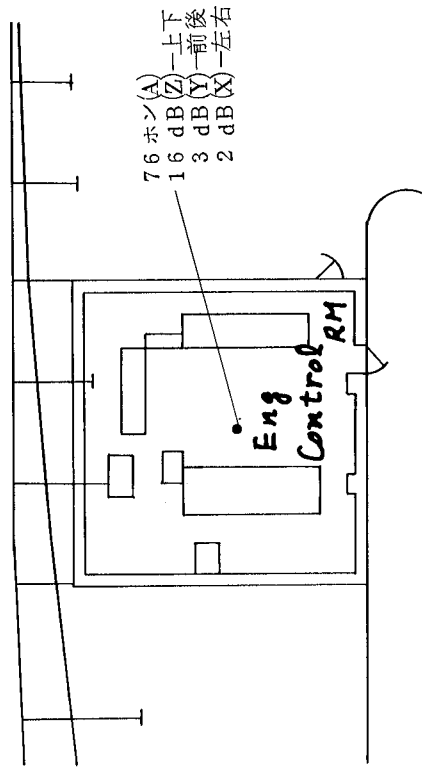


図 8 - f H T 丸 船 員 居 住 区 の 騒 音 レ ベ ル , 振 動 レ ベ ル (航 海 中)

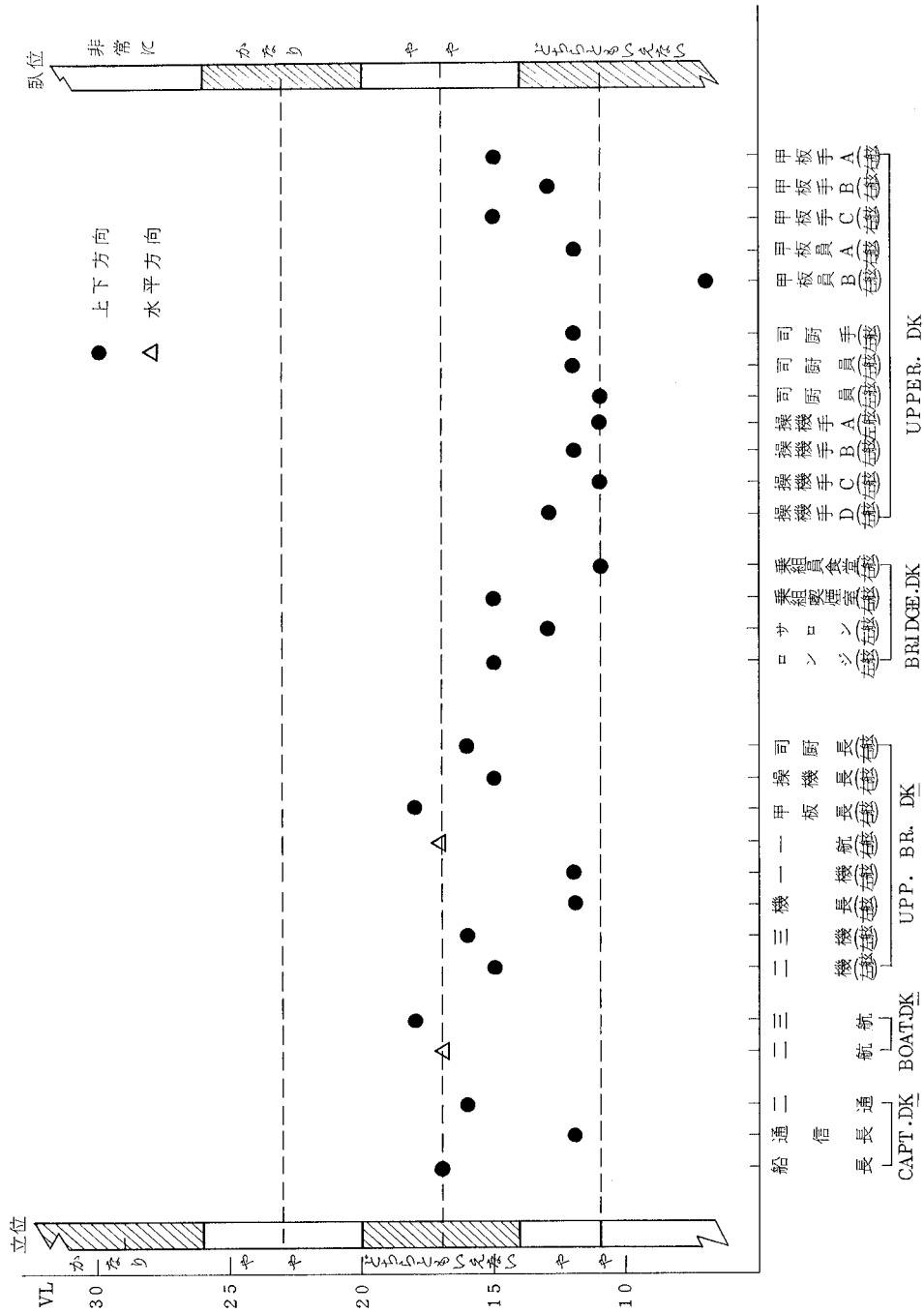


図 10 船員室の振動レベル (VL) とその評定 - H T 丸