

警報音の音響, 伝搬特性

藤井 忍*・小黒英男*

Acoustic Characteristics and Propagation Property of Alarm Signals

By

Shinobu FUJII and Hideo OGURO

Abstract

The studies were performed to make sure of alarm signals in noisy ship.

The acoustic characteristics of twenty-seven alarms are measured in a non echo chamber.

In those alarms, twelve typical alarms are equipped in cabins, passages and other places on board ship.

The propagation property of each alarm is confirmed at those sections.

The distribution of signal sounds in cabin and passage are calculated by the general equation of the room acoustics.

In the long passage, bells diameter about 120 millimeters and equivalent alarms should be arranged at intervals of distance within 10 meters.

1. 緒 言

船舶の自動化に伴って, 機関室, 操舵室等の装備が集約化されるにつれて, ベルやブザー等の音響機器が一室で数多く使用されるようになってきた。このように多くの音響機器が集中的に使用されると, 個々の機器からの信号を直ちに判断し事後の処理を速やかに行うことが困難となる。このような状態を解消するためには, 信号の重要度や緊急度等を考慮して, 音色, 音量, 断続等の変化をなし得る音響機器を系統的に配置して, 信号の瞬時判別を可能としなければならない。また, 船内には騒音が充満しているが, この環境騒音下で警報音を確実に聴取し判別し得るかどうかが, 警報音の船内伝搬という問題とともに提起される。これらを究明して解決するために, 初年度は, 現用音響機器から, ベル, ブザーおよび電子式音響機器を選出し, その音響特性を残響室および小形無響室を用いて把握した。27個の供試機器は, 船舶標準協会電気部会の協力を得て各製造会社から借用した。実験室内で得られた各機器の音響性能が有効に発揮されているか否か

は, 機器自体の音響特性の他に, その機器が適切な位置に配置されているか, また, 機器の配置されている場所の騒音との関係, 警報音を聴取する位置と機器との距離, 警報音の伝搬径路内の囲壁の音響特性が関連して決定づけられる。そのため, 次年度には, さきに音響特性を測定済の機器を船内各部に配置して, 停泊時および航海中に, 船内における伝搬特性を求めるための試験を行った。なお実船試験は, 航海訓練所と共同研究で行ったものである。

2. 記 号

本文中の数式に使用する記号は次のとおりである。

A : 室内総吸音力 ($m \cdot Sb$: メーター・セイビン)

B : 通路の幅 (m)

H : 通路の高さ (m)

L_{ps} : 音圧スペクトルレベル (dB)

L_w : 帯域幅 w の音圧レベル (dB)

PWL : 音響出力レベル (dB) (1 watt→120 dB)

Q : 指向係数

R : 室定数 ($A/1-\bar{\alpha}$)

r : 音源からの距離 (m)

* 艦装部 原稿受付: 昭和49年1月10日

S: 室囲壁の室内総面積 (m²)
 SPL: 音圧レベル (dB)
 W: 音響出力 (watt)
 W₀: 基準音響出力 (watt)
 w: 帯域幅 (Hz)
 α_o: 天井面の吸音率
 α_f: 床面の吸音率
 α_i: 壁面の吸音率
 $\bar{\alpha}$: 囲壁の平均吸音率

3. 現用音響機器の音響特性

3.1 試験機器と試験方法

当部の残響室と小形無響室で、表 1 に示す機器に対して音響特性試験を行った。残響室内では音響出力レベル *PWL* を、小形無響室では周波数特性および

指向特性試験を行った。周波数特性試験は、機器から軸上 1 m の距離にコンデンサーマイクロホンを設置し、自動周波数分析器を使用して行った。

指向特性試験は、記録器と同期して回転する指向特性記録回転台を用いて機器を回転し、前述の測定器を用いて行った。また、電源電圧の変動に対する作動試験は、JIS 製品については定格電圧の +10%~-15%、電子ブザー等は +20%~-15% の電圧で行った。試験機器を写真 1 に、計測状態を写真 2 に示す。

3.2 試験結果と検討

3.2.1 音響出力レベル

PWL は、無響室において計測する自由音場法と、残響室において計測する拡散音場法のいずれかで求め得る。同一の機器に対して二つの方法で計測した結果、偏差は ±2dB であったので、以後、各機器の

表 1 試験機器一覧表

Test No.	品名	形式	定格電圧 (V)	主なる周波数 (Hz)
Ez—D—1	電子ブザー (連続)	EBZ—1	DC—24	可変 200~1200
2	" (断続)	" —2	"	"
3	船用電子ブザー		"	"
4	踏切警報音	ETM—1B	"	750
BL—D—1	ベル (120 mm 径)	2 種	DC—22	5000
2	" (200 mm 径)	3 種	"	6300
3	" "	"	"	5000
4	" "	2 種 L 形	"	5000
BL—A—1	" (120 mm 径)	2 種	AC—100	5000
2	" (200 mm 径)	3 種	"	6300
3	" (120 mm 径)	2 種	AC—110	10000
4	" "	"	"	5000
5	" "	"	"	5000
6	" "	"	"	5000
7	" (300 mm 径)	"	"	3150
Bz—D—1	ブザー	1 種 F 形	DC—24	5000
2	"	2 種 S T 形	"	2000
3	"	S T + 特ホーン	"	600
4	"	S T + 大ホーン	"	8000
5	"	2 種 S T L 形	DC—22	2500
6	"	"	"	3150
Bz—A—1	"	1 種 F 形	AC—100	2000
2	"	"	AC—110	2000
3	"	2 種 S T 形	"	2500
4	"	S T + 特ホーン	"	800
5	"	2 種 S T 形	"	2500
6	"	"	"	2500

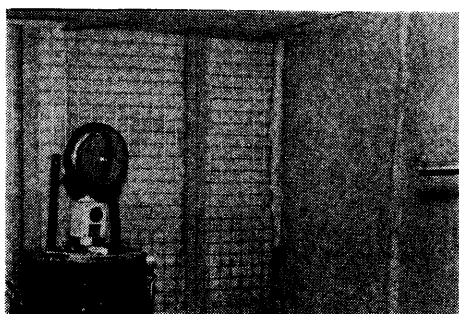


写真 2 計測状態 (指向特性)

PWL は自由音場法によって求めた。その結果を表 2 に示す。なお、 SPL は、音源より軸上 1 m の距離において測定した音圧レベルである。最大の PWL を示したのが船用電子ブザー Ez-D-3 ($f_0=1,000$ Hz) である。また、S T形ブザーにホーンを取り付けた場合には、ホーンのないものに比較して 10 dB 以上も PWL が増加した。電源電圧の変化に対する PWL の

変化は約 2 dB 以内で比較的安定していた。

3.2.2 周波数特性

各機器の周波数特性を図 1~3 に示した。以下、各機器ごとに検討を加える。

3.2.2.1 電子ブザー (図 1)

電子ブザーは、CR発振器の可変抵抗器の変化によって基本周波数 f_0 を 200~1,200 Hz まで任意に設定することができる。各設定周波数 f_0 に対する機器の発生音の主成分は、 f_0 と $3f_0$ であるが、 $2f_0$ 、 $4f_0$ 、 $5f_0$ が含まれるときもある。音圧レベルは設定周波数によって変動し、その変動幅は約 4 dB である。

3.2.2.2 船用ブザー (図 2)

F形ブザーは、電源の種類(交流または直流)によって異なったスペクトルをもち、交流のものは 2,000 Hz から 3 オクターブに亘る広範囲の均一な音圧レベルをもつスペクトルとなったが、直流のものは $3f_0$ を主成分とした f_0 と高調波のスペクトルとなった。これは、振動板を励振する方法が異なっているためであ

表 2 各機器の SPL と PWL

Test No.	SPL (dB)	PWL (dB)	Test No.	SPL (dB)	PWL (dB)
Ez-D-1 $f_0=400$ Hz	76	85	BL-A-5	95	112
" $f_0=600$ Hz	78	88	" 6	97	112
" $f_0=800$ Hz	73	83	" 7	101	113
Ez-D-2 $f_0=600$ Hz	82	86	Bz-D-1	95	100
Ez-D-3 $f_0=600$ Hz	113	117	" 2	98	102
" $f_0=800$ Hz	113	118	" 3	110	120
" $f_0=1000$ Hz	118	121	" 4	104	110
Ez-D-4	104	117	" 5	99	102
BL-D-1	100	112	" 6	100	101
" 2	100	111	Bz-A-1	90	98
" 3	96	109	" 2	90	98
" 4	101	113	" 3	99	104
BL-A-1	102	116	" 4	106	114
" 2	101	112	" 5	97	100
" 3	101	111	" 6	97	101
" 4	97	112			

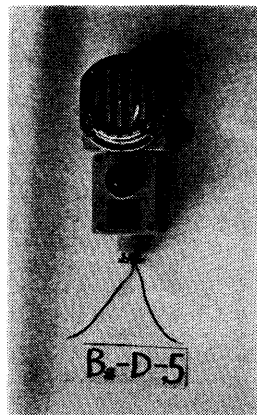
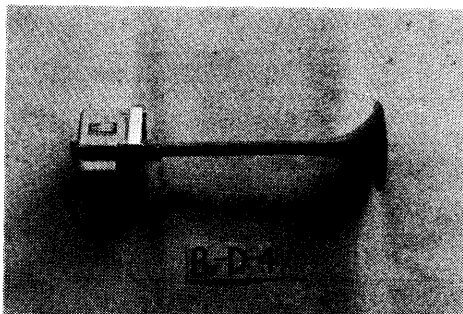
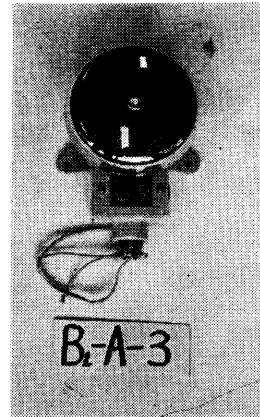
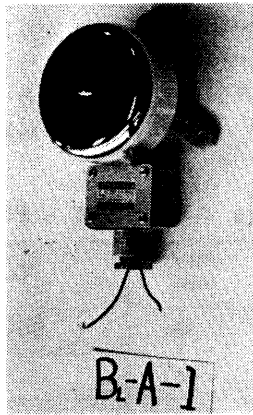
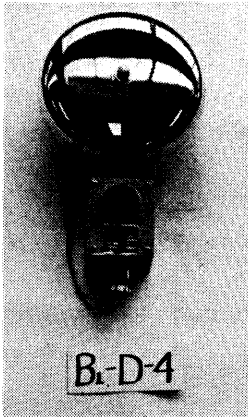
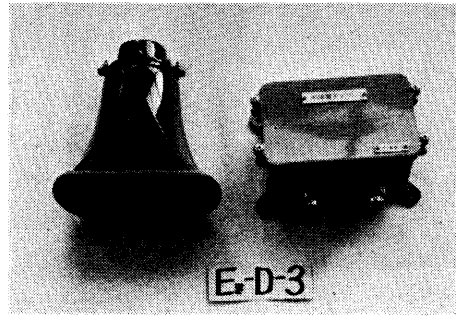
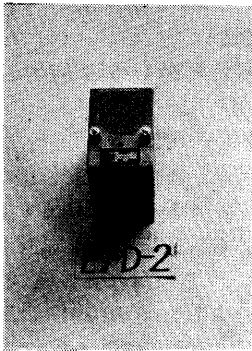


写真 1 試験機器

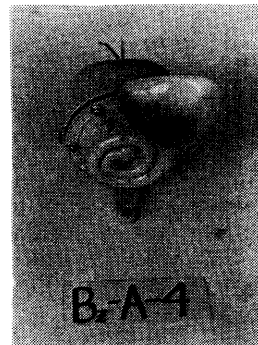
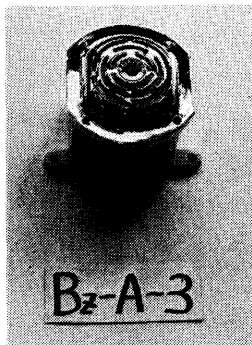
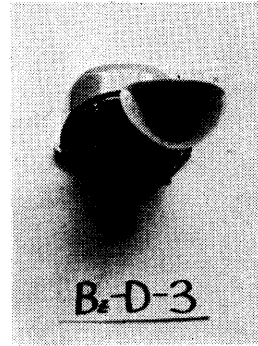
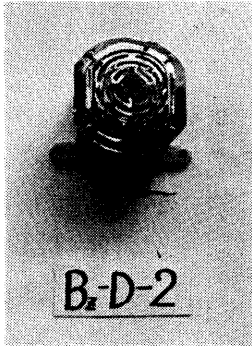
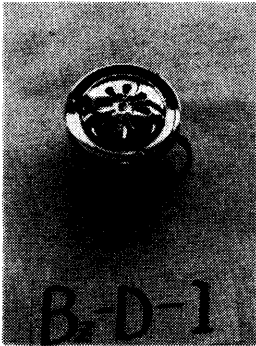
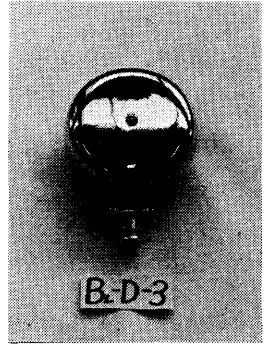
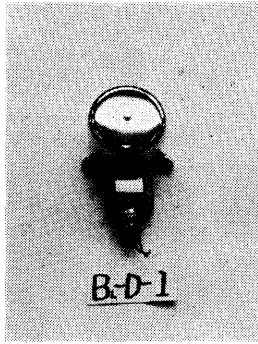
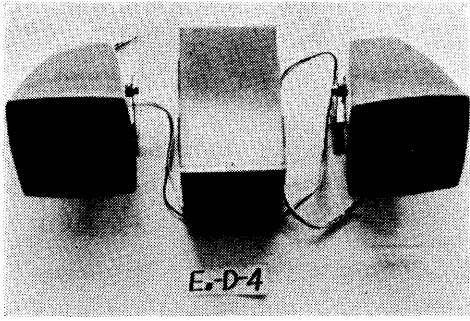


写真 1 試 験 機 器

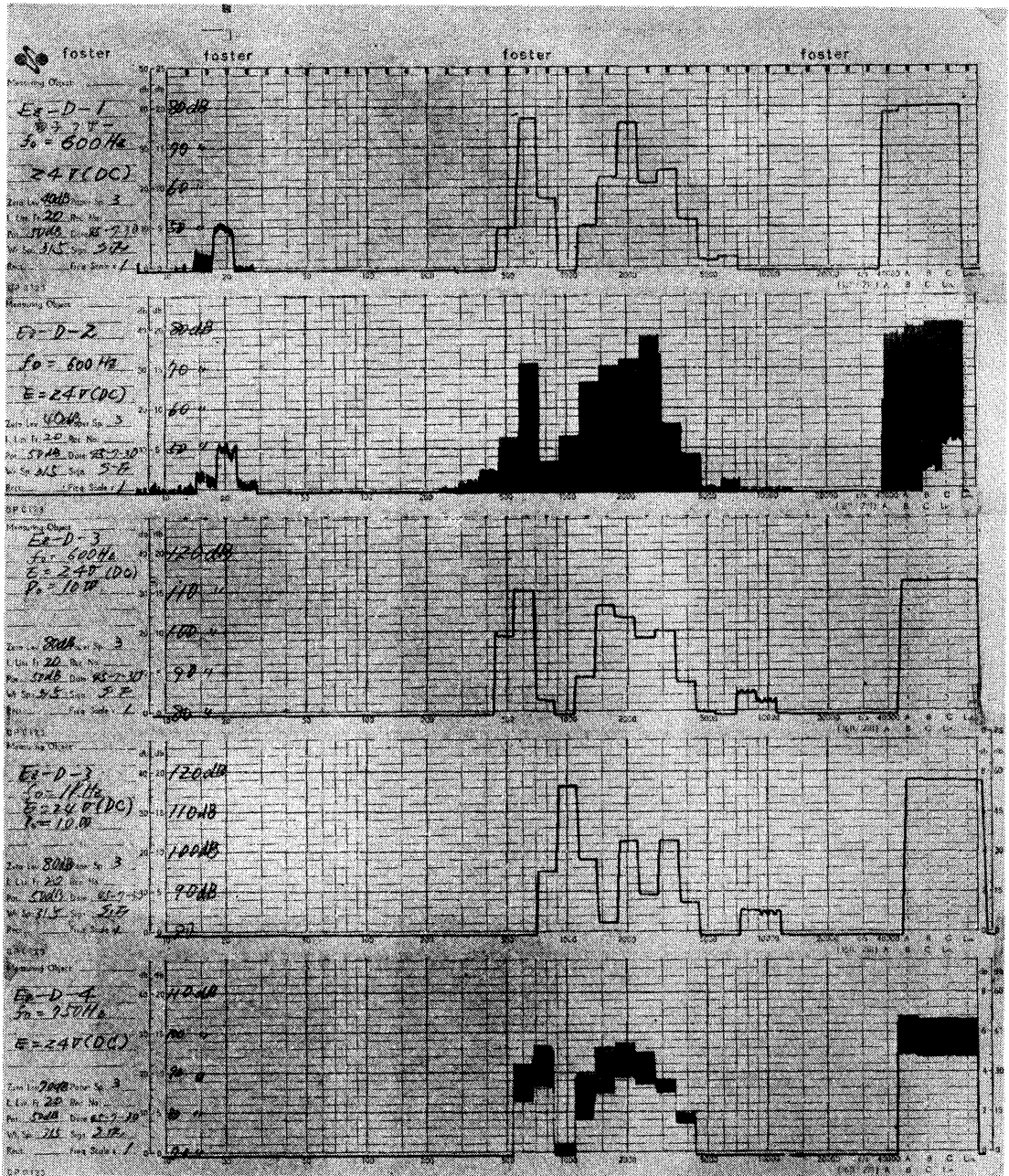


図 1 電子ブザーの音響スペクトル

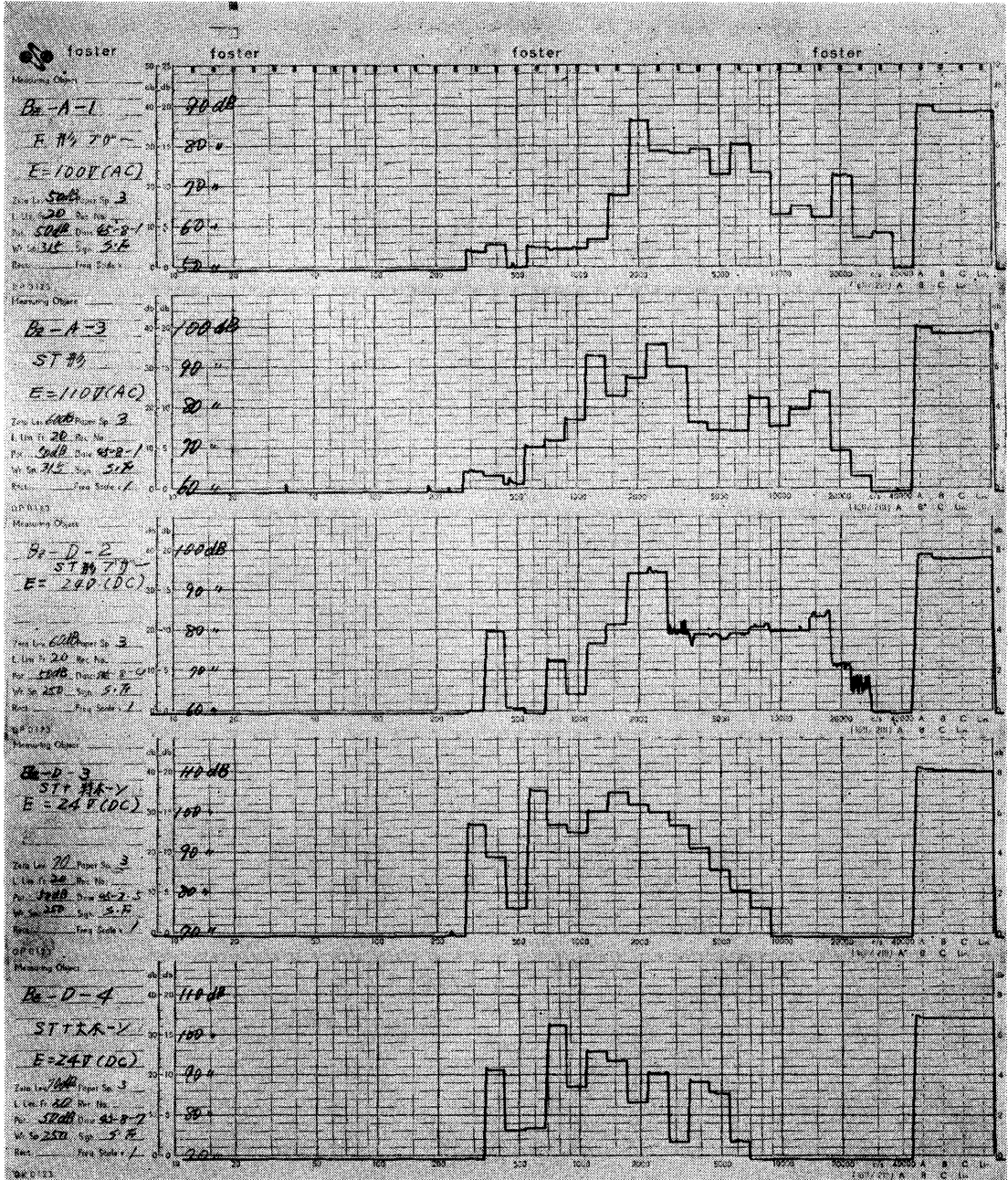


図 2 ブザーの音響スペクトル

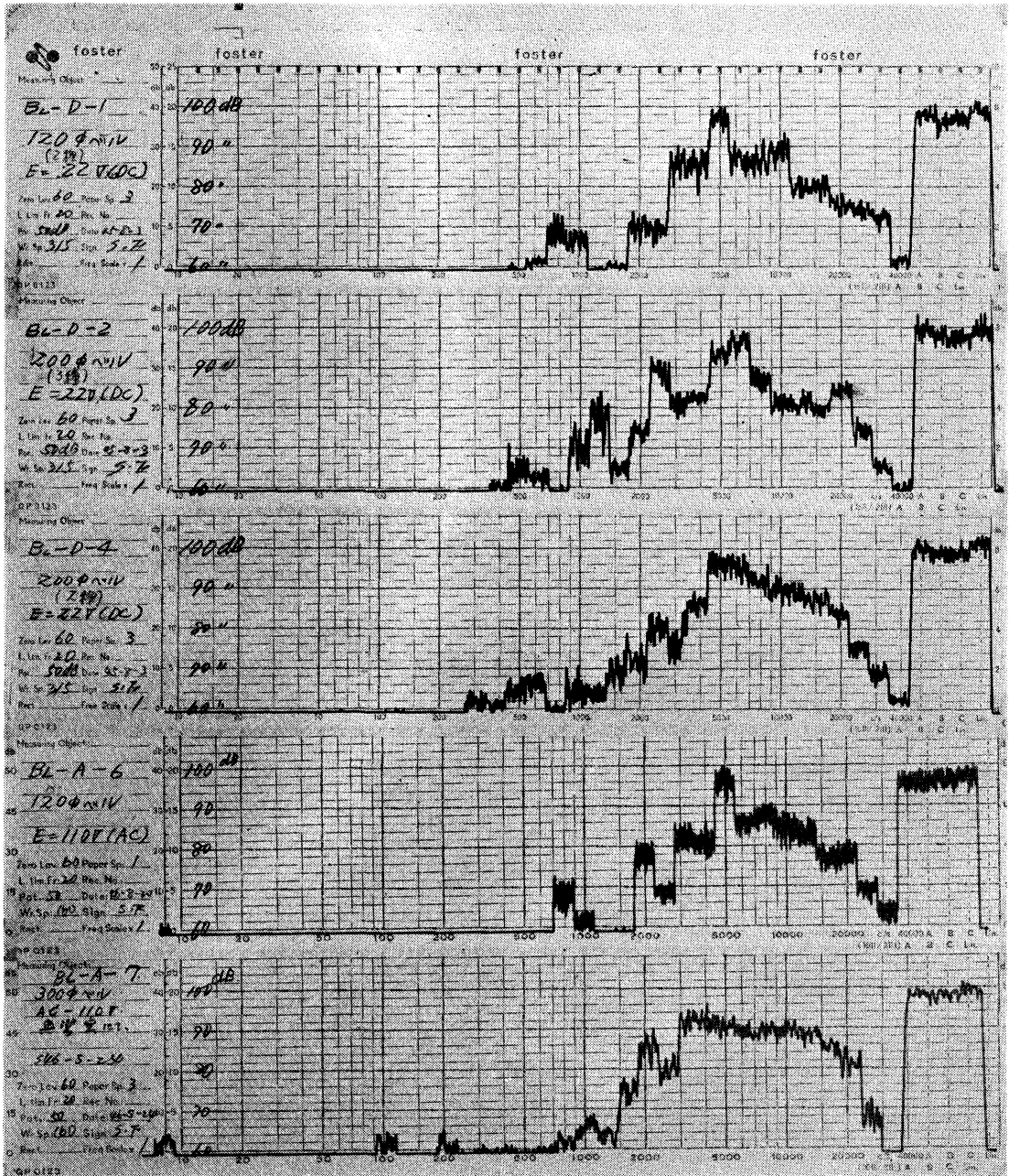


図 3 ベルの音響スペクトル

る。

S T形ブザーの発生音の主成分は、2,500 Hz 付近にあるものが多いが製造会社によって、高周波成分を含むものと含まないものがある。電源の種類による音圧スペクトルの差は、F形ブザーのように大きくない。

3.2.2.3 船用ベル (図 3)

船用ベルの発生音の主成分は、ベルの径によって異なり、径が大きくなるほど低い周波数に移行する。120 mm 径のものは 5,000 Hz または 10,000 Hz にピークレベルをもっているが、300 mm 径になると 3,000 Hz にピークレベルが下がった。電源による音響スペクトルの差はほとんどない。

3.2.3 指向特性

機器の代表的な指向特性曲線を 図 4~7 に示す。電子ブザーの発生音の、基本周波数 f_0 に対する指向性はほとんどないが、 $2f_0$ 以上では複雑な指向性を有している。

ベルおよびブザーの 0 度方向と 90 度方向とのレベル差は約 5 dB 生じたが、ベルは 90 度方向に、ブザーは 0 度方向に強い指向性をもっている。

船舶に現用されている警報用各種音響機器の音響特性は以上のとおりであるが、それらが実際に船舶内の各所に設置された時、警報音が必要な場所全域において聞き得るか否かは不明であり、特に機関室のように騒音の大きな場所では聞こえないという現場からの声が出ている。このような観点から、実船実験によって警報音の船内伝搬特性を究明することとした。

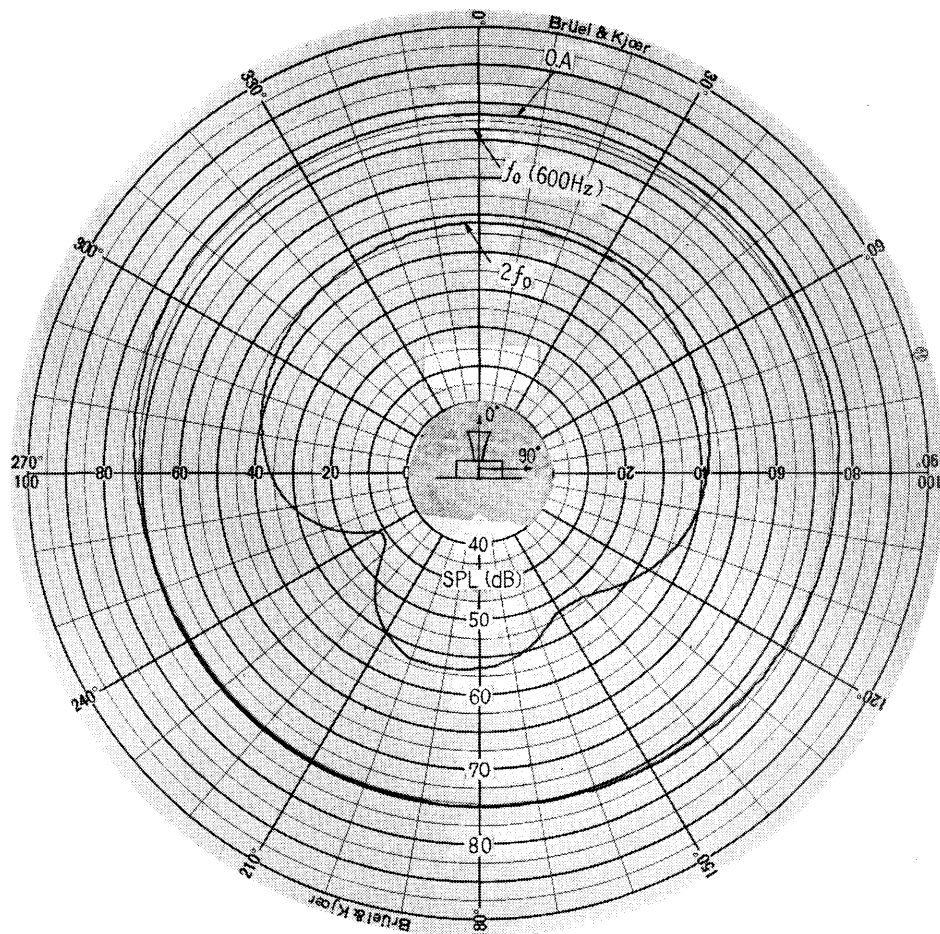


図 4 指向曲線 (電子ブザー Ez-D-1)

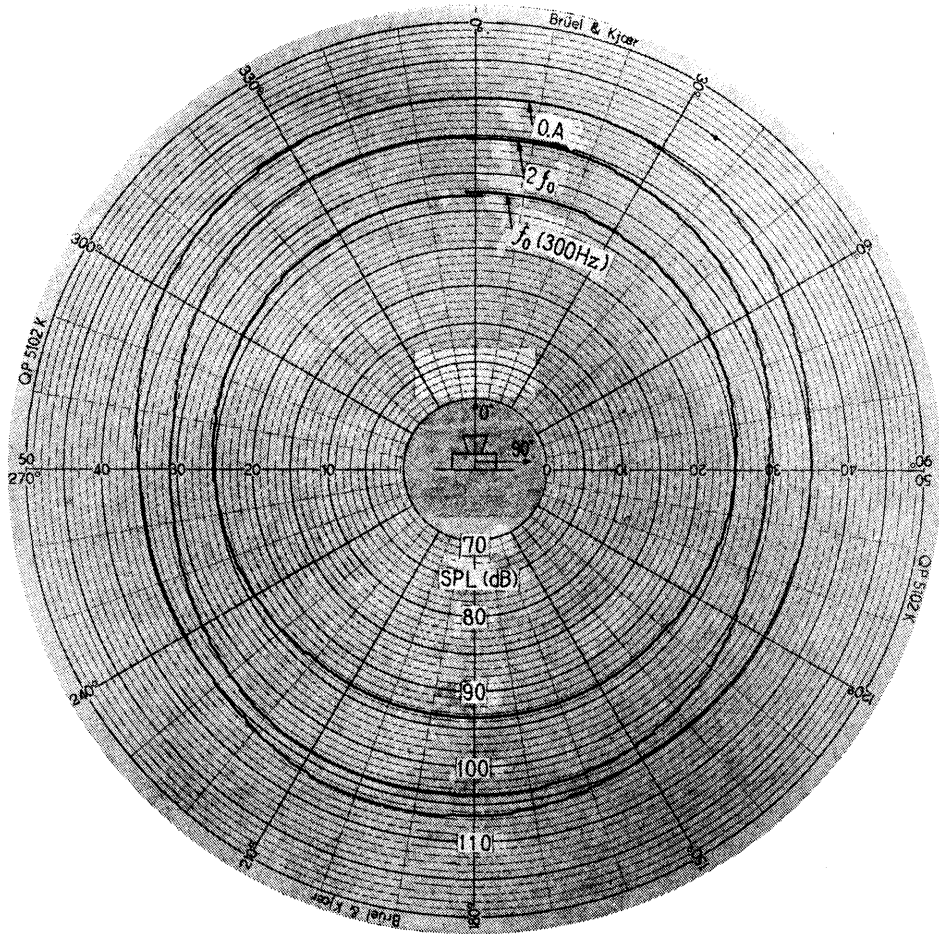


図 5 指向曲線 (STホーンブザー Bz-D-3)