

振動円板から発生する騒音に関する研究

(第1報, 振動円板の共振モード時の周縁音場)

藤 井 博 知*・小 沢 康 美*・岩 尾 次兵衛**

Studies on the Vibration Noise from a Vibrating Disk

(1st Report, A vibration noise from a vibrating disk in the resonance vibration)

Hirotoomo FUJII, Yasumi OZAWA, Jihe IWAO

The optimum probe form for a microphone and the resonance vibration mode of a vibrating disk by means of a visualization utilizing sand are determined experimentally, and vibration noises from a vibrating disk and the circumference of the edge of one in the resonance vibration are measured in this paper.

1. 緒 言

振動円板から発せられる騒音についてはさまざまな研究¹⁾²⁾が行われているが、振動円板の周縁音場については未だ解明されていない部分が多いようである。

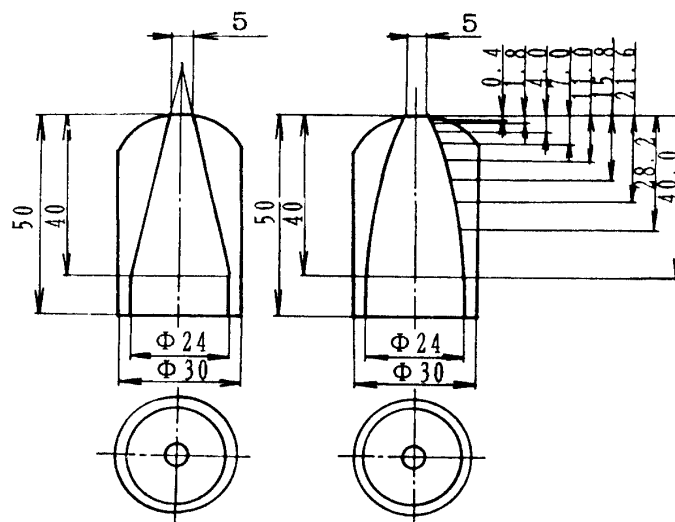
本研究では振動円板の騒音を計測するコンデンサマイクロホン用プローブを試作し、このプローブ付きコンデンサマイクロホンの周波数特性と指向特性を求めた。次にボスで円板を加振器に固定した時の振動円板の共振モードを微粒砂による可視により求め、共振周波数に対するボス径の影響を調べた。さらに試作プローブ付きコンデンサマイクロホンで共振モードにおける振動円板上部と円板周縁上部の音圧測定を行った。

2. マイクロホン用プローブの試作

振動円板から発生する騒音を測定するためのコンデンサマイクロホン用のプローブを試作した。図1に試作したプローブの形状を示す。プローブの先端部は局所の音圧測定が可能ないようにφ5の細孔であり、プローブ内部の形状は製作の容易さから放物形と円錐形とした。プローブ内にはプローブ内に入った音がプローブ内で拡散してから均等にコンデンサマイクロホンで検出されるようにスポンジあるいは金属細線を入れた。試作プローブの性能を評価するために図2に示すように無響音室内においてスピーカから1~8kHzの音を発生させた場合の音圧測定をこれらのプローブを用いて行った。表1は図1の実験で用いた使用機器の詳細である。図3は試作プローブを用いた場合の音圧測定結果である。図から1kHz以上の場合には音圧の変化が激しくいずれのプローブの場合も音圧測定に適さない。一方、1kHz以下の場合には放物線形プローブで

*機械工学科 **機械工作室

は最大で約5 dBの差異はあるもののスポンジあるいは金属細線を入れた場合の特性には大差がない。また円錐形プローブのでは金属細線を入れた場合には放物形プローブの場合と比較して大差ない音圧特性を示すがスポンジを入れた場合には200 Hz以上になると音圧が大きく下がる。この理由はスポンジが音を吸収したためと考えられる。



(a)円錐プローブ (b)放物プローブ
図 1 試作プローブの断面図

次にスピーカからの発生音を1 kHz

に設定してマイクロホンの指向性について検討した。

マイクロホン位置は図4に示すような位置に設置した。

図5はマイクロホンの指向性結果であり、この図からマイクロホンの指向性についてはいずれのプローブを用いた場合においても大差なく良好であることがわかる。

以上の結果から以下ではマイクロホン用プローブとして円錐形プローブ内に金属細線をいれたものを用いた。

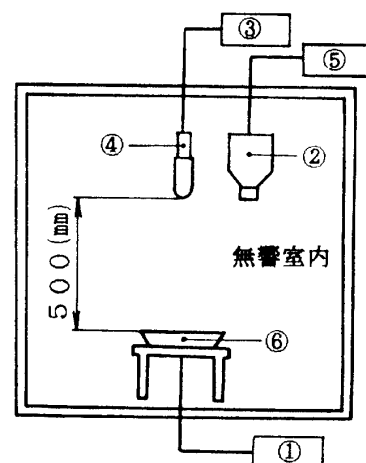


図 2 試作プローブの音響特性の測定ブロック線図

3. 共振モードの可視とボスの大きさの影響

円板を振動させるためには円板の中心部を加振器に固定するボスが必要となる。図6に示すように加振器に円板をボスで固定した。ボスの大きさが円板の共振モードに及ぼす影響を調べるために図7に示すような形状のボスを用いて共振モードの可視を行った。ボスは

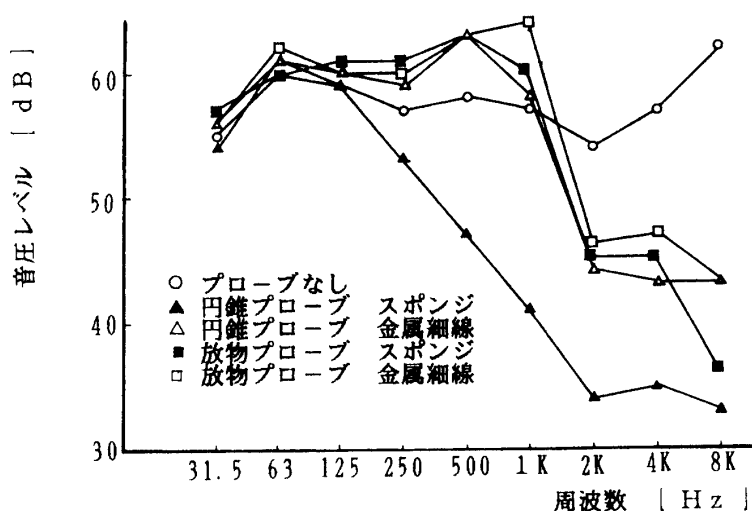


図 3 プローブ装着の音圧レベル

大きさがφ40, φ50, φ60の3種類を用意した。共振モードの周波数の決定は微粒砂が均一に散布された円板の加振時の微粒砂の定着位置の可視により行った。図8はボス径がφ50の

表 1 実験使用機器

番号	使用機器	形式	性能
1	周波数発振器	Sine Gerator TYPE1023	発振周波数範囲10Hz~20kHz
2	普通騒音計	ONSOKU OS-11	騒音レベル測定範囲25~130dB
3	精密騒音計	ONSOKU OS-60	騒音レベル測定範囲26~130dB
4	コンデンサマイクロホン	ONSOKU OMC-55	
5	デジタルストレージ・スコープ	IWATSU DS-6612C	
6	スピーカー		
7	円錐プローブ		局所音圧測定用
8	放物プローブ		局所音圧測定用
9	金属細線	スチールワール	プローブ内の音を乱反射させるため
10	スポンジ		プローブ内の音を乱反射させるため

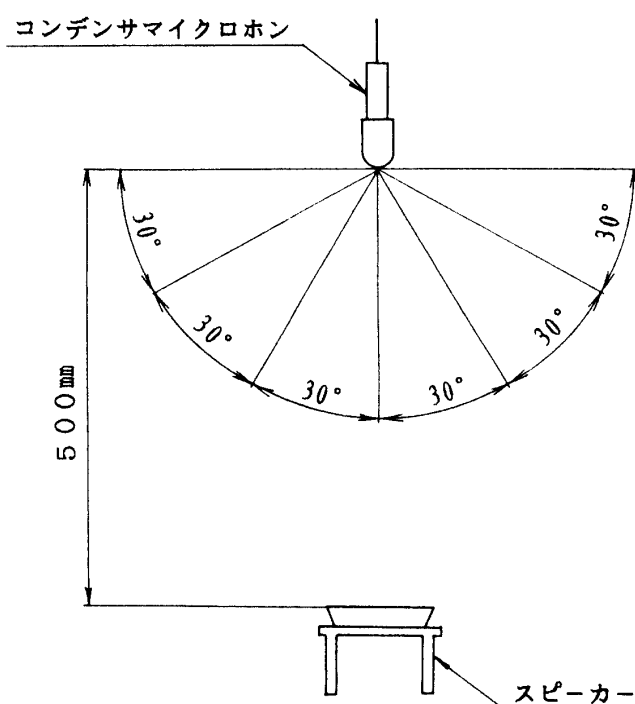


図 4 コンデンサマイクロホンの角度

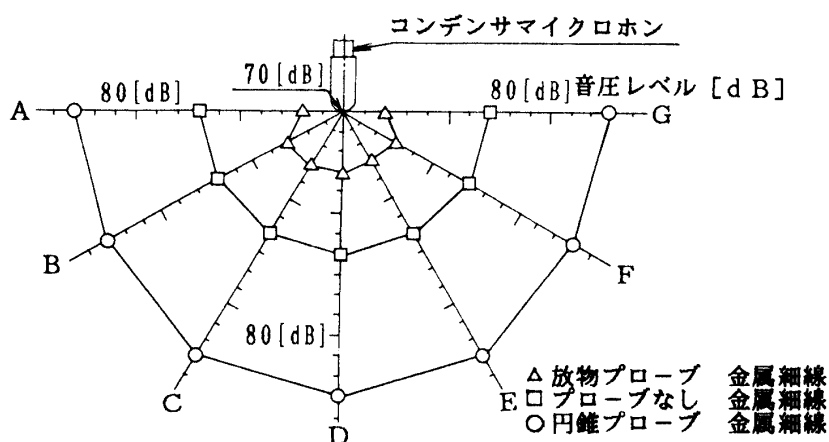


図 5 プローブ装着時の音圧レベル
(コンデンサマイクロホンの角度を変えた時)

- ①円板直径300(mm)厚さ2.5(mm)
- ②振動発生器 振動数範囲2Hz~12KHz
- ③旋盤のチャックを使用
- ④鉄板1辺400mmの正方形
- ⑤脚
- ⑥防振マット

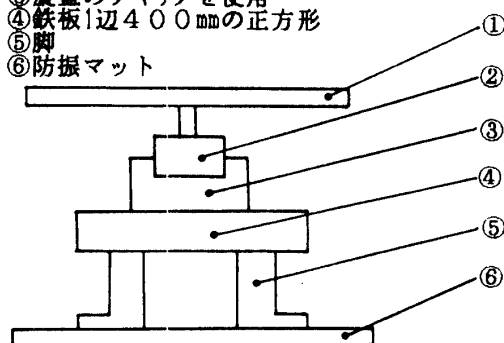


図 6 振動装置

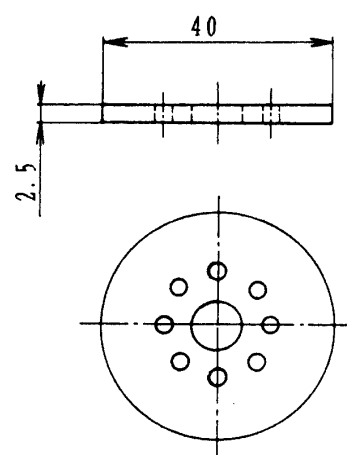
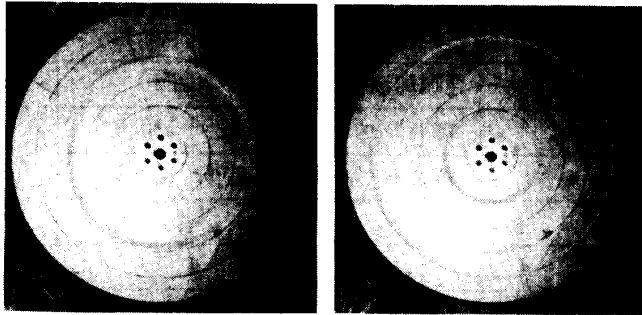


図 7 ボスの形状



(a) 共振1次 176 Hz (b) 共振2次 734 Hz

図 8 共振モードの可視

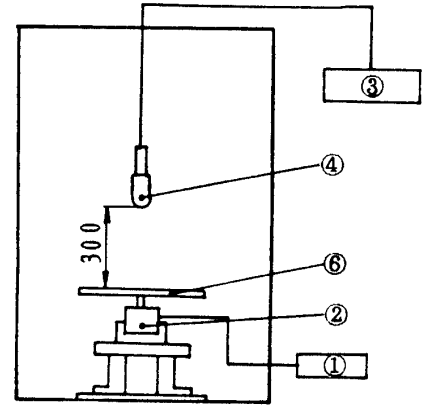


図 10 振動円板の音圧測定
のブロック線図

表 2 振動円板の共振モード発生振動数

ボスの付け方	ボスの径 (mm)	発生振動数 (Hz)		
なし	なし	199	868	2098
振動円板に ボスを取り つけた場合	40	191	815	
	50	176	734	
	60	181	848	

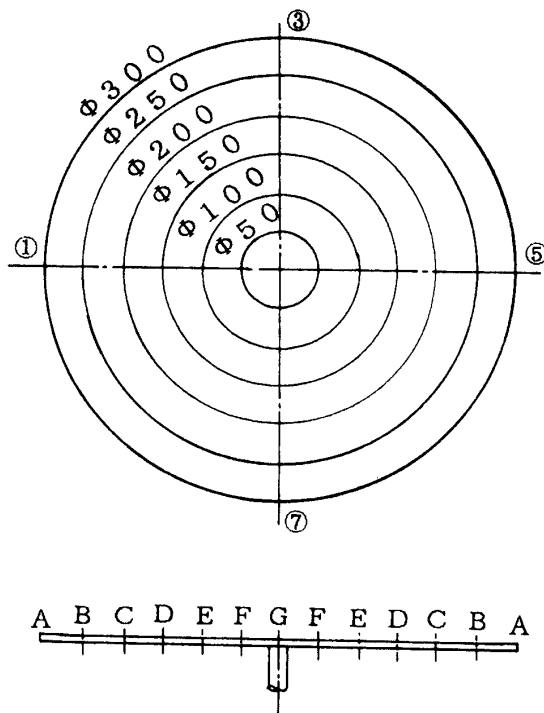
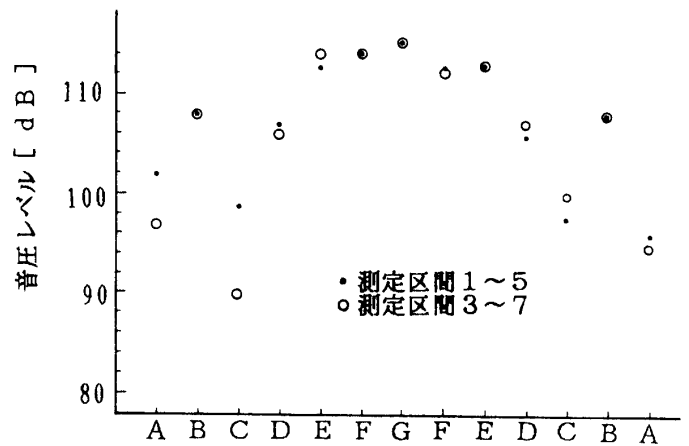
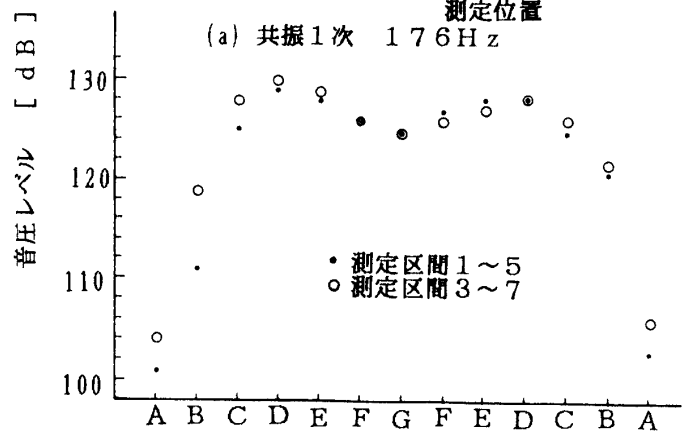


図 9 音圧分布の測定位置



(a) 共振1次 176 Hz



(b) 共振2次 734 Hz

図 11 共振1次の時の周縁音圧レベル

時の微粒砂による共振

モードの可視写真であり、共振1次モードの周波数は176Hzで、共振2次モードは734Hzであることがわかる。また、表2は共振周波数に対するボス

表3 実験使用機器

番号	使用機器	形式	性能
1	周波数発振器	IMV PET-0A	発振周波数2Hz~20KHz
2	振動発生器	IMV PET-01	振動数2Hz~12KHz
3	精密騒音計	ONSOKU OS-60	騒音レベル測定範囲26dB~130dB
4	コンデンサマイクロホン	ONSOKU OMC-55	
6	円板	SS34	直径300(mm), 厚さ2.5(mm)
7	円錐プロブ		局所音圧測定用
8	金属細線	スチールワール	プローブ内の音を乱反射させるため

の影響を示したもので、いずれの場合もボス径が $\phi 50$ の場合と同様に2つの共振モードが見られるが、ボス径による共振周波数の差異は最大で30Hz程度である。そのため以下では大きさが $\phi 50$ のボスを用いた。

4. 振動円板の音圧測定

4. 1 振動円板上部の音圧測定

振動円板上部の音圧測定は2章のプローブ付きコンデンサマイクロホンを図9の位置に設置し、図10に示す方法で行った。使用機器は表3である。図11に円板を3章で求めた共振1次モードの周波数176Hzと共振2次モードの周波数734Hzで振動させたときの円板上部500mmにおける音圧分布を示す。図8、図11から円板が共振1次モードで振動する場合には微粒砂の定着位置において音圧が10~

15Hz程度低くなっていることがわかる。また、共振2次モードで振動する場合には微粒砂の定着位置での音圧がやや低くなっているものの共振1次モードの場合のような顕著な低下は見られない。

4. 2 振動円板周縁上部の音圧測定

振動円板周縁上部の音圧測定はマイクロホンを図12の位置に設置して行った。その音圧測定結果を図13に示す。共振1次モードの場合には音圧は振動円板外周から半径比で1.05の位

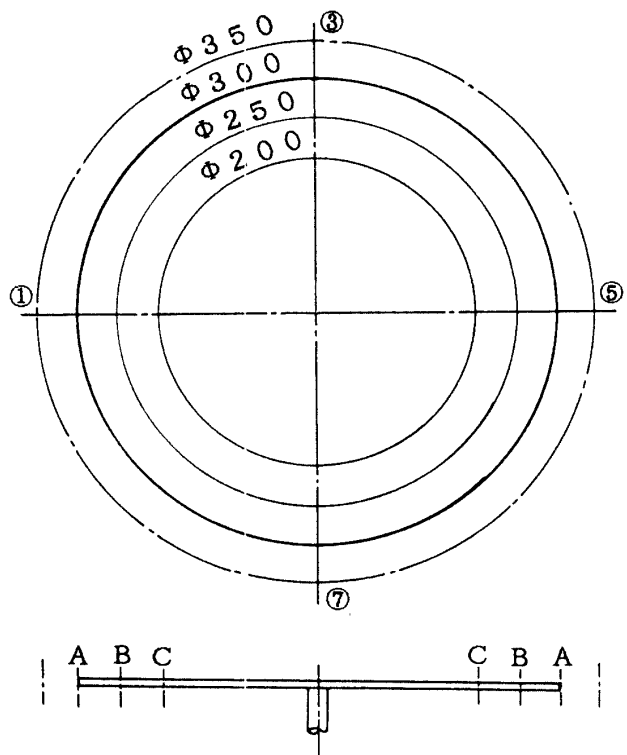


図12 周縁音圧分布の測定位置

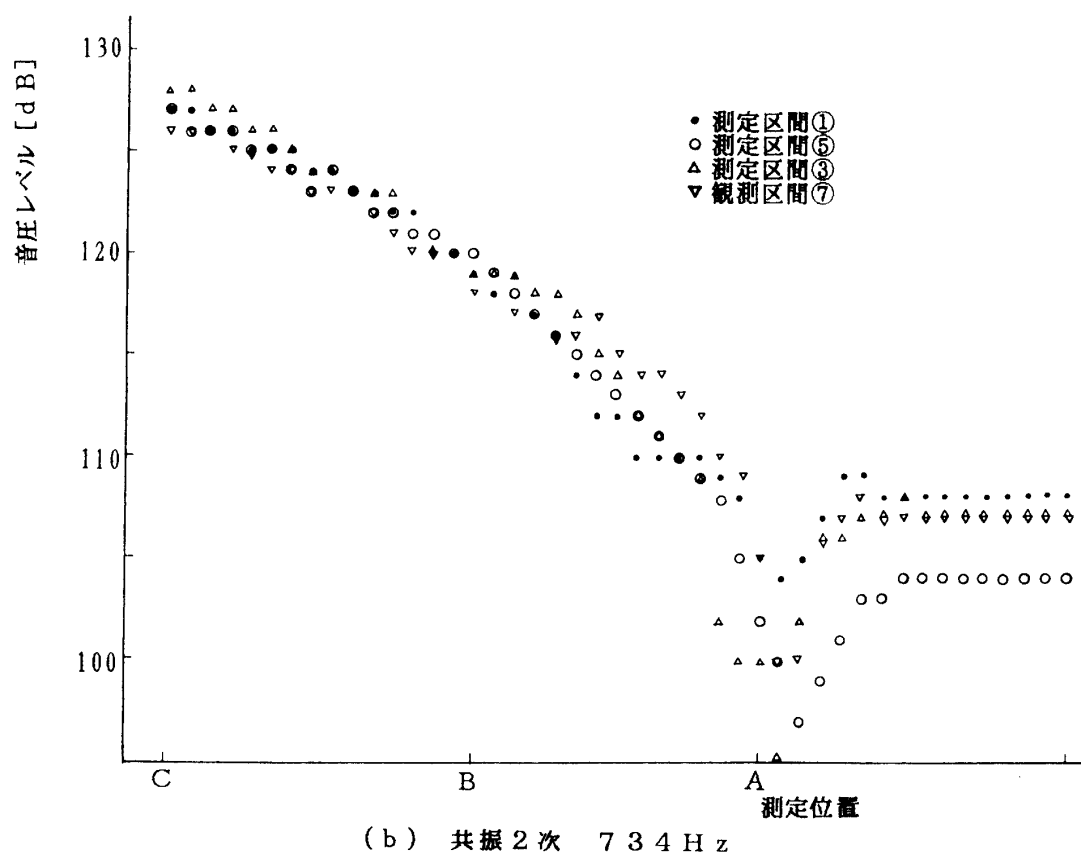
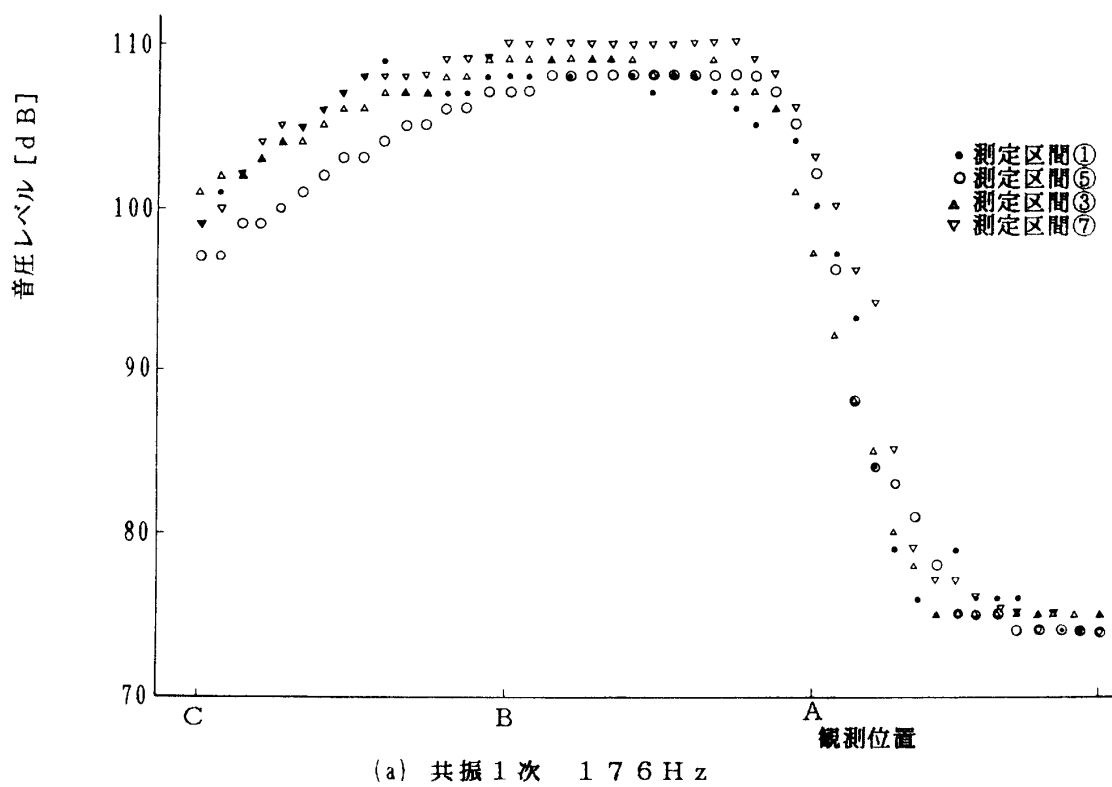


図13 共振モードにおける振動円板の周縁音圧分布

置まで振動円板外周での音圧より30dB程度急激に下がるが、半径比で1.05以上では円板からの影響を受けない。また共振2次モードの場合には音圧は振動円板外周から半径比で1.05の位置まで振動円板外周での音圧より5～10dB程度上がるが、半径比で1.05以上になると円板からの影響を受けない。

5. 結 言

(1) 振動円板の周縁音場を計測するために騒音測定のためのコンデンサマイクロホン用プローブを試作し、このプローブを用いた時のコンデンサマイクロホンの周波数特性と指向性を求めた。

(2) 微粒砂による共振モードの可視を行い円板をボスで加振器に固定した時の振動円板の1次と2次の共振モードの周波数を決定し、共振周波数に及ぼすボス径の影響について検討した。

(3) 共振モードにおける振動円板上部と円板周縁上部の音圧測定を行った結果、円板周縁上部の音圧については;

(i) 共振1次モード、共振2次モードとも振動円板外周から半径比で1～1.05の位置までは振動円板からの影響を受けるが1.05以上では振動円板の影響を受けない。

(ii) 振動円板外周からの半径比が1～1.05の位置では共振1次モードの場合には音圧は急激に下がり、円板上の音圧と比較して30dB程度小さくなり無視できる程度となる。また共振2次モードの場合には音圧は振動円板外周での音圧よりから5～10dB程度上がる。

謝 辞

有益なご教示を賜りました本学機械工学科の平野一郎教授に深甚の謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) Wallace, C. E., J. Aconst. Soc. Amer., Pt. 2, 51-3 (1972), 946.
- 2) 小嶋・生駒・福田, 機論, 46-411, C (昭55-11), 1355.

(平成6年12月18日受理)