

振動円板から発生する騒音に関する研究

(第2報, 振動円板の回転時・非回転時の周縁音場)

藤 井 博 知*・小 沢 康 美*・岩 尾 次兵衛**

Studies on the vibration Noise from a Vibrating Disk

(2nd Report, A vibration noise from a resonant vibrating disk under rotating and non-rotating)

Hiroto FUKUJI・Yasumi OZAWA・Jihei IWAO

The resonance vibration mode of a vibrating disk under non-rotating by means of a visualization utilizing sand are determined experimentally, and vibration noises from a resonant vibrating disk and the circumference of the edge of one under rotating and non-rotating are measured in this paper.

1. 緒 言

振動円板から発生される騒音については様々な研究¹⁾²⁾が行われている。前報³⁾では静止円板に振動を与えたときに発生する騒音の共振モード時の周縁音場について報告した。本研究では、まず振動円板の回転時・非回転時の周縁音圧分布を測定するために振動円板を回転させながら加振が可能な実験装置を製作した。次にこの装置を用いて共振モードの周波数を決定し、これらの共振モードで回転あるいは静止している円板を加振した場合について円板周縁音場の測定を行った。

2. 実験装置

振動円板の回転時・非回転時の音圧分布を測定するために図1に示すような振動円板を回転させながら加振が可能な実験装置を製作した。この装置には振動円板とモータと固定するために振動円板の中心部に加振器を固定するためのボスを使用した。このボスは円板の共振モードに影響を与えないようにボス径50mm, 厚さ 2.5mmのものとした。加振器でモータの底部の中心部を加振した時に加振振動が円板にスムーズに伝達するように以下の工夫を行った。モータの固定台を支持する4本のシャフトには加振方向にスライドするようにリニアボールベアリングを使用し、その途中に加振器に加わる荷重を軽減するためのコイルバネを挿入した。また、加振器による振動が分散しないようにコイルバネの径と長さを調整した。

* 機械工学科 ** 機械工作室

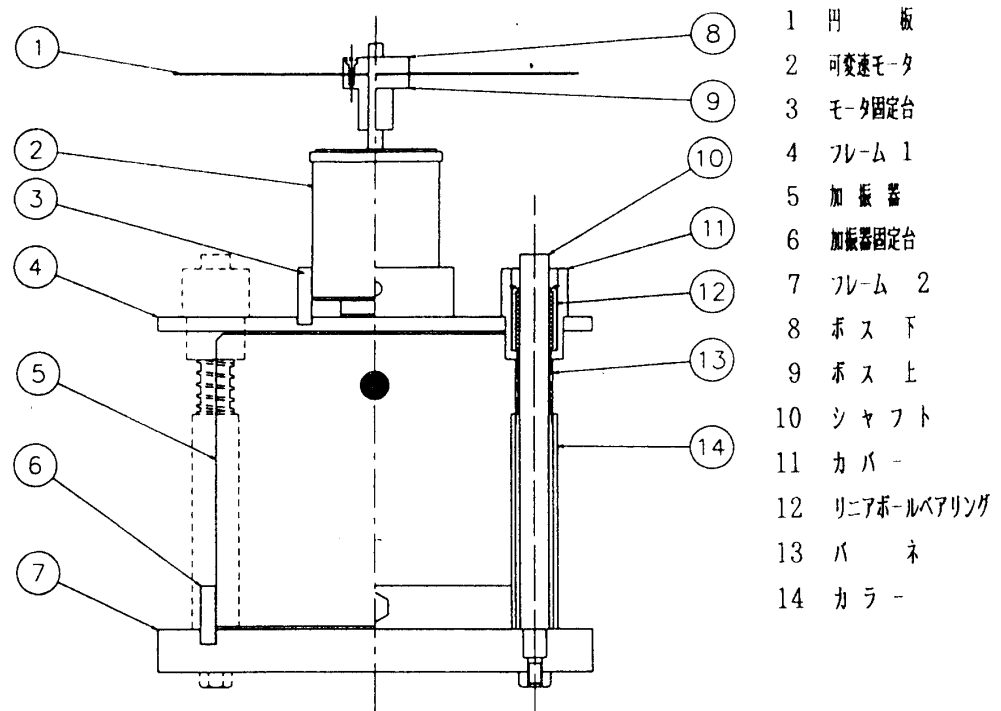


図1 実験装置

3. 共振モードの周波数の決定

共振モードの周波数の決定は回転しない振動円板上に微粒砂を均一に散布し、加振器により円板を微動した時に微粒砂が描く模様 of 定着位置の可視により行った。図2は微粒砂による共振モードの可視化写真である。これらの可視化写真から回転しない振動円板の1次、2次、3次の共振モードは節数によりそれぞれ 170Hz, 343Hz, 452Hzである。



(a) 共振1次 170Hz (b) 共振2次 343Hz (c) 共振3次 452Hz

図2 共振モードの可視

4. 振動円板の回転時・非回転時の音圧測定

共振モードの固有振動数で回転あるいは静止している円板を加振した場合について円板周縁音場の測定を行った。測定方法を図3に示し、使用機器を表1に示す。音圧分布の測定は、図4に示すように円板の中心から100mmの地点から円周外30mmまでの範囲について、円板の上方30mmの位置で行い、回転円板の回転数は500rpm, 1000rpm, 1500rpmの3通りとした。

表1 実験使用機器

| 番号 | 使用機器 | 形 式 | 性 能 |
|----|-------------|-----------------|--------------|
| 1 | 円錐プローブ | | |
| 2 | コンデンサマイク | ONSOKU OMC-55 | SPL 26~136dB |
| 3 | 精密騒音計 | ONSOKU OS-60 | 20~13kHz |
| 4 | 高速フーリエ変換分析器 | AND AD-3524 | |
| 5 | 加振器 | EMIC 513-B | 3~13kHz |
| 6 | 電力増幅器 | EMIC 371-A/G | 2~30kHz |
| 7 | プローブ | ONOSOKKI LG-916 | |
| 8 | 回転数測定器 | ONOSOKKI CT-545 | |

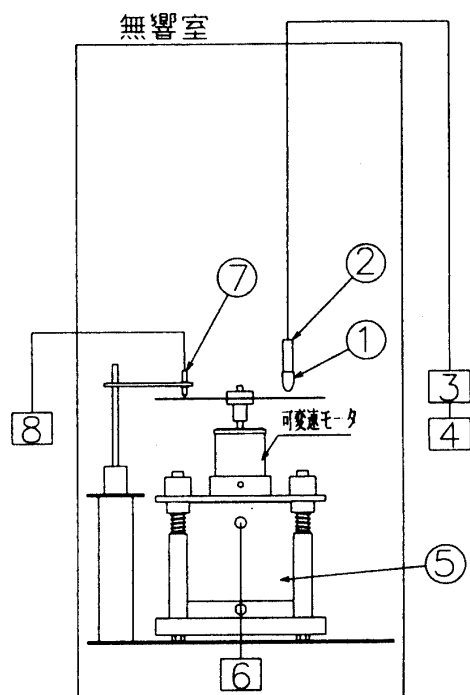


図3 周縁音圧分布の測定ブロック線図

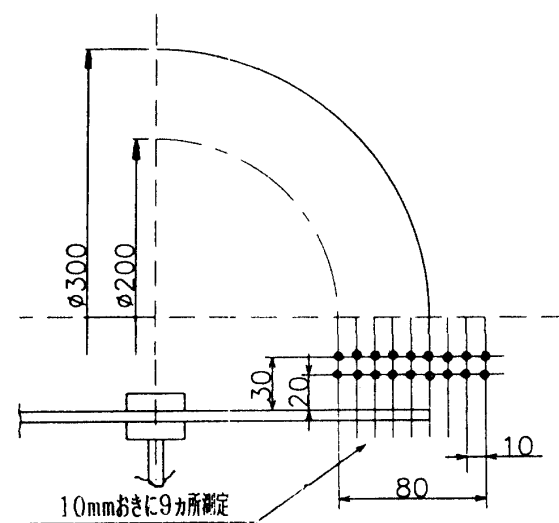
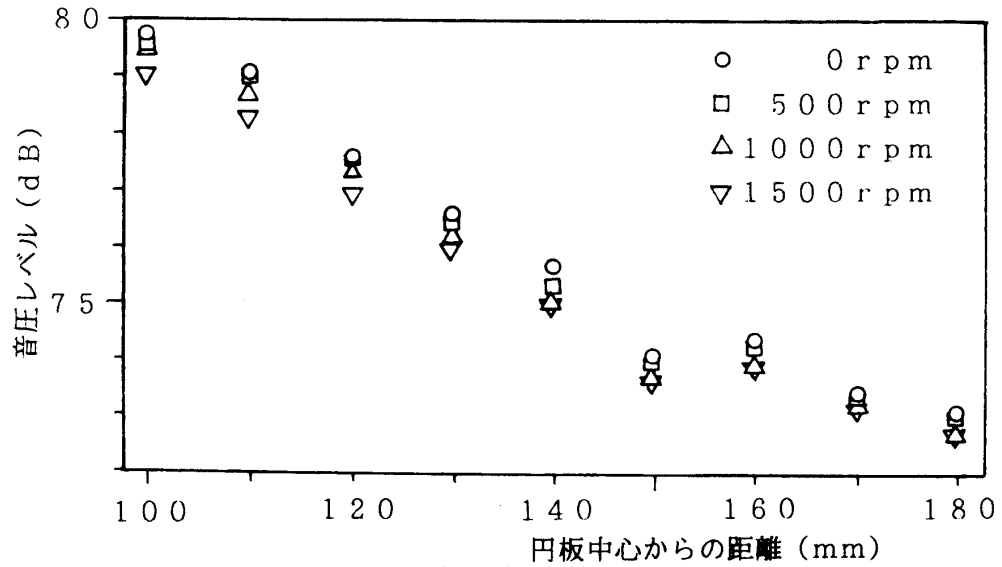
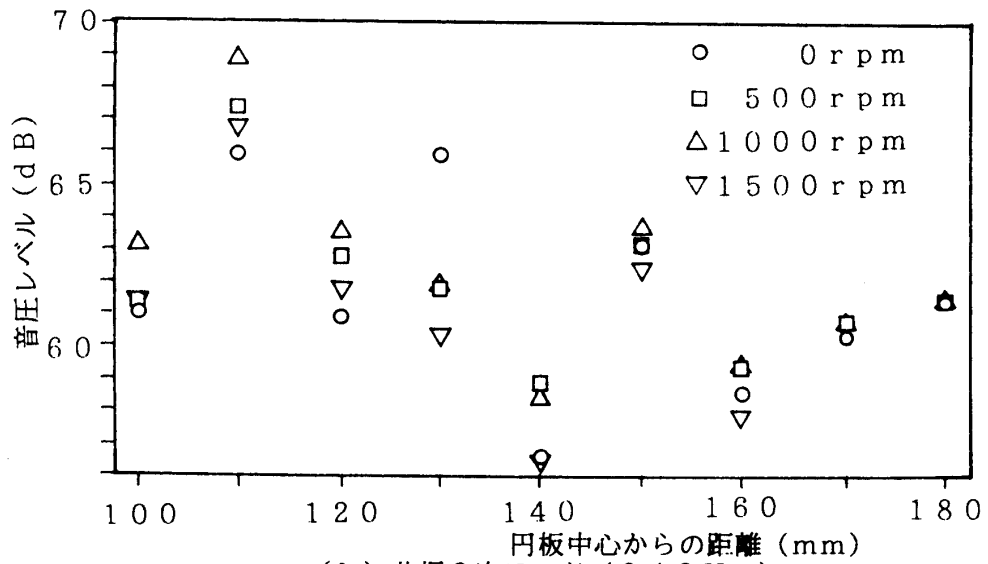


図4 周縁音圧分布の測定位置

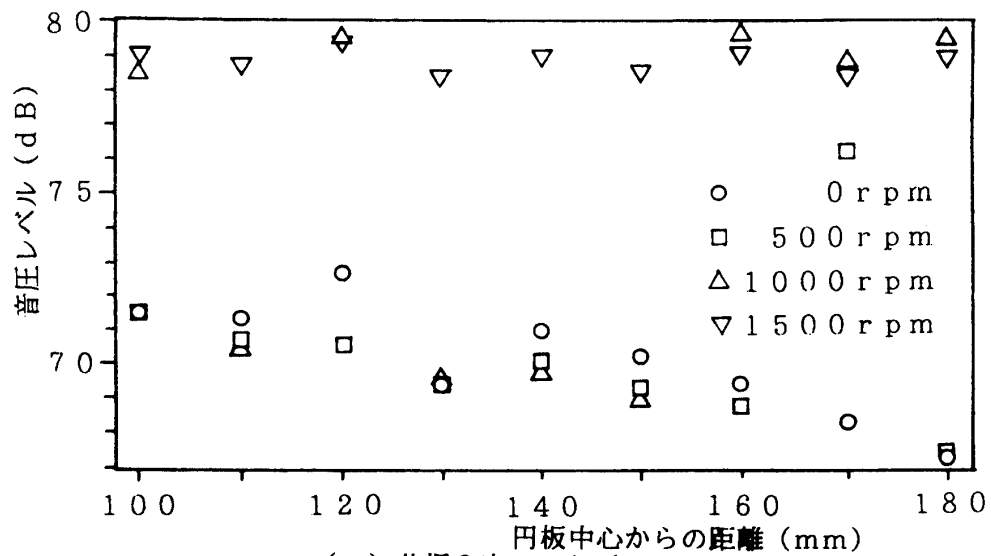
図5に共振モードの固有振動数で回転あるいは静止している円板を加振した場合の円板の周縁音圧分布の測定結果を示す。共振1次モード（170Hz）の場合には、円板の回転の有無に関わらず音圧分布は円板の中心から縁に向かって5Hz程度減少し、円板の縁の外側ではさらに減少する。共振2次モード（343Hz）の場合には、音圧分布は円板の節で減少し周縁部で5~8Hz程度上昇するが、円板の縁の外側では再び5Hz程度減少する。これらは円板の回転数の影響を余り受けない。共振3次モード（452Hz）の場合には、共振1次モード（170Hz）の場合と同様に音圧分布は板の縁の内側では円板の中心から縁に向かって2~3Hz程度減少し、円板の縁の外側ではさらに減少するが、音圧分布の減少割合は共振1次モード（170Hz）の場合よりも少ない。しかしながら、回転数が1500rpmの場合には円板の縁の内外側で音圧分布に差異がない。これは遠心力の影響のためである。



(a) 共振1次モード (170 Hz)



(b) 共振2次モード (343 Hz)



(c) 共振3次モード (452 Hz)

図5 回転振動円板の周縁音圧分布

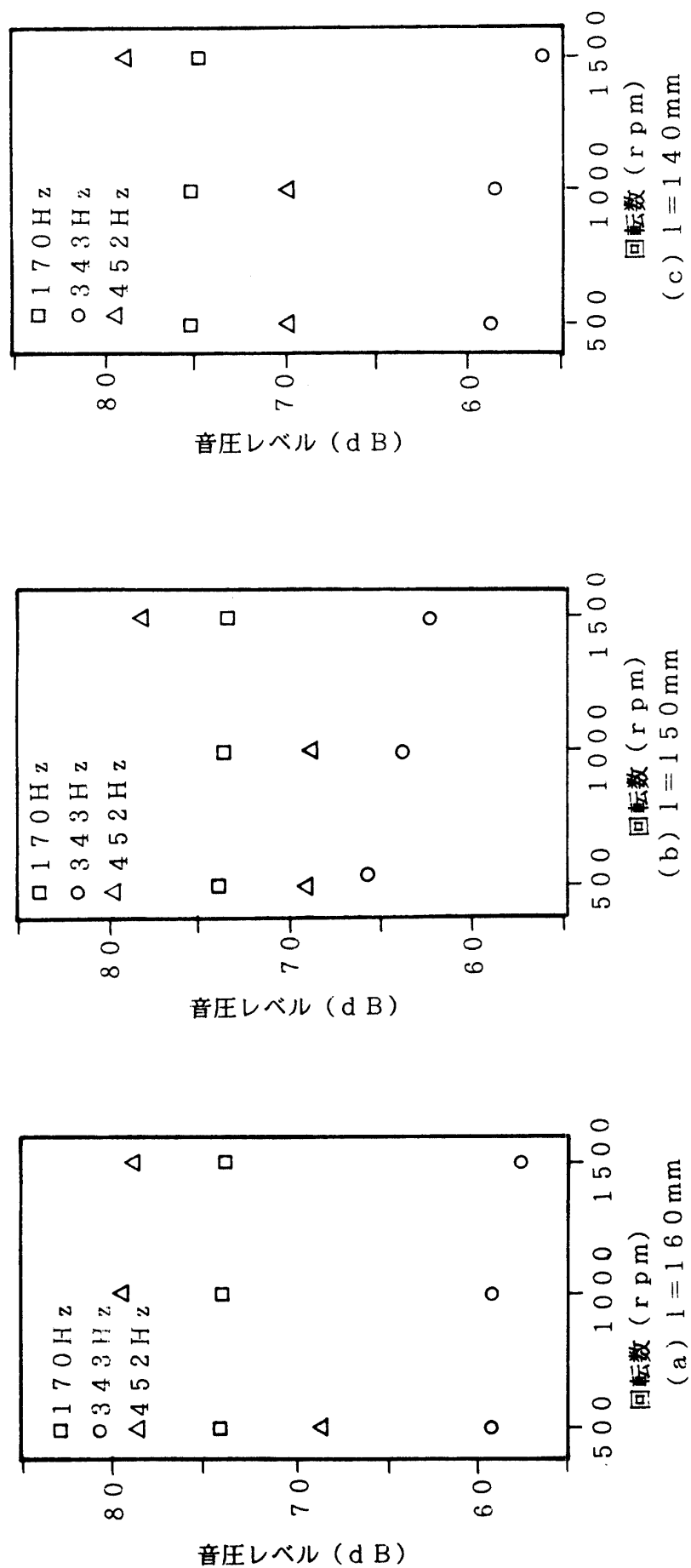


図6 振動円板の回転数を変えた時の音圧分布

図6は図5に示した円板の縁の内外側の音圧分布を回転数について整理したものである。共振1次モード(170Hz)の場合には、どの回転数においても円板の周内外で音圧分布に変化は見られない。また、共振2次モード(343Hz)の場合には、回転数が500rpmと1000rpmでは円板の周内外で音圧分布に変化は見られないが、回転数が1500rpmになると円板の周縁部でわずかに2~3Hz程度低くなっている。しかしながら、共振3次モード(452Hz)の場合には、円板の縁の内側($l=140\text{mm}$)では回転数が500rpmと1000rpmでは音圧分布に大きな変化は見られないが、回転数が1000rpmから1500rpmに上がると音圧分布が10Hz程度大きくなる。一方、円板の縁の外側($l=160\text{mm}$)では回転数が500rpmから1000rpmに上がると音圧分布は10Hz程度大きくなるが、1000rpmと1500rpmでは音圧分布に変化は見られない。このように3次の共振モードの場合には振動円板周縁部の音圧分布は円板の回転数の影響すなわち遠心力の影響を大きく受けることがわかる。

5. 結 言

(1) 音圧分布は共振モードが奇数の場合には円板の縁の外側では減少するが、共振モードが偶数の場合には円板の縁の外側で増加する。

(2) 振動円板の周縁部の音圧分布は1次、2次の共振モードの場合には回転数の影響をほとんど受けないが、3次の共振モードの場合には円板の回転数の影響を大きく受ける。

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(昭和55-11), 1355
- 3) 藤井・小沢・岩尾, 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), 福井工業大学研究紀要, 第25号(1994), 65-71

(平成7年12月8日受理)