

回転円板の振動により発生する騒音に関する研究 (第2報, 振動円板から発生する騒音の測定)

藤 井 博 知 ・ 小 沢 康 美
岩 尾 次 兵 衛

Studies on the Vibration Noise from a Rotating Disk (2nd Report, Measurement of the vibration noise from a vibrating disk under loading)

Hiroto FUKUJI, Yasumi OZAWA, Jihei IWAO

The vibration noise from machine tools for machining steel, such as lathes and grinding machines etc., has a bad influence upon workers and the environment and results in hearing impairment.

In this paper, the vibration noise from a vibrating disk under loading is measured as a preliminary investigation of the noise from rotating tools such as circular saws and grindstones etc.. The following conclusions are made after studying the experimental results: (1) Vibration noises above 70dB in the 1 Hz to 20kHz range frequency are emitted from the vibrating disk when it is vibrated. (2) The vibration frequency and location has an effect on the noise form from the vibrating disk under loading.

1. 緒 言

近年, 回転体に負荷をかけることにより鋼材を切削加工する工作機械などは, 大型化, 自動化されてきている。こうした旋盤, フライス盤, 研削盤などの工作機械における鋼材の切削時に発生する切削音や丸ノコ盤による切断音などは, 産業性難聴などの原因になりやすく, 作業員や環境に大きな影響を与えている。また, 回転体に負荷をかけることにより木材を切断する木工用工具としては, 電動ノコギリやチェーンソーなどがある。特に, チェーンソーによる木材の切断時における振動は, 白ろう病の原因となり, その騒音も作業員の難聴を招く原因となっている。円形振動板から放射される騒音に関する研究^{1) 2)}はみられるが, こうした回転体に負荷がかかるような場合に発生する騒音に関する研究はあまり多くはなく, その解明と騒音対策が望まれている。

前報³⁾では, 回転体に負荷がかかるような場合に発生する騒音の解明のため, 円形刃物や円形砥石などのモデルを想定した軸の中央に一つの薄い円板を取り付けた定常回転する回転体につい

て、負荷時と無負荷時との回転円板の振動により発生する騒音の周波数特性の比較を行なった。その結果、定常回転している回転円板に負荷が加わると、回転円板が振動し騒音を発生することを実験的に確認した。

しかし、これらの定常回転する円形刃物や円形砥石などの切削時に加わる負荷の周波数は、一定ではなく変化するものと考えられる。

本研究は、負荷の周波数が円板から発生する騒音に及ぼす影響を検討する一段階として、非回転時の円板を1 Hzから20kHzまでの周波数で加振した場合について、振動円板から発生する騒音の測定を行なった。

2. 実験装置および実験方法

2.1 実験装置

図1に騒音測定装置の概略を、表1に使用機器を示す。円板①は、 $\phi 300$, $t0.4$ のSPN1の表面に亜鉛メッキを施したものを使用し、軸の中央に軸に対し垂直に取り付けた。加振器②は、円板①を一定圧力で加振するためにピアノ線③で吊した。加振位置は、円板①の中心から半径方向 $r=140$ mmの場所とした。円板①から発生した騒音の下方からの反射音を遮断するために、円板①や指示台④の下に吸音材⑤として、厚さ10 mmのグラスウールを貼り付けた。コンデンサ マイクロホン⑥には、指向性を良くするために、直径5 mmの穴のついた円筒ケース⑦を取り付けた。コ

表1 実験使用機器

①振動円板	SPN1, $\phi 300$ mm, $t0.4$ mm	
②小型加振器	形式	PET-01
	性能	出力可変
③ピアノ線	$\phi 0.5$ mm	
⑤吸音材	グラスウール	
⑥コンデンサ マイクロホン	形式	OMC-55
⑦円筒ケース	$\phi 30 \times 50$ mm	
⑧周波数発信器	形式	PET-OA
	性能	加振周波数 0 Hz~20kHz
⑨精密騒音計	形式	OS-60
	性能	測定レベル範囲 26~130dB (A・B特性)
⑩1/3オクターブ フィルター	形式	OFT-34
	性能	フィルター中心周波数 1 Hz~2 Hzおよび 10Hz~20kHz
⑪高速度レベル 記録計	形式	ORL-22
	性能	中心周波数 1 Hz~20kHz

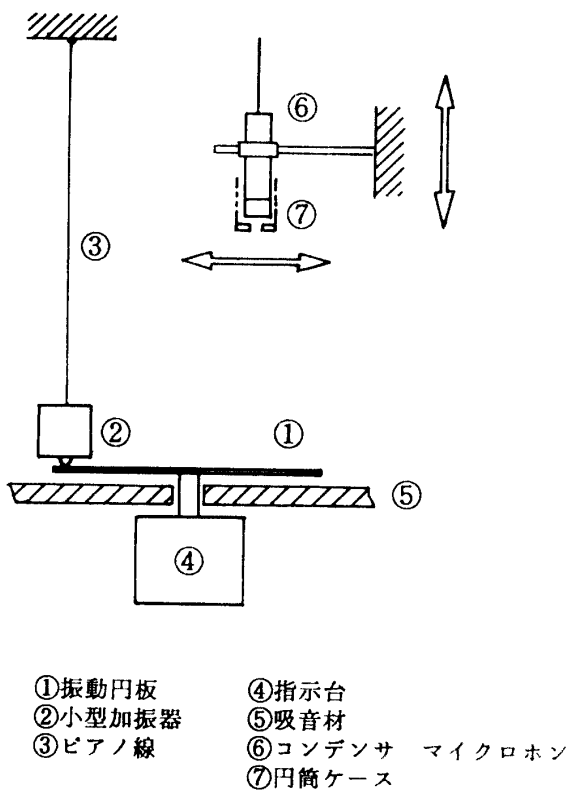


図1 騒音測定装置

ンデンサ マイクロホン⑥の位置は、スタンドにより任意に調整できるようにした。

2. 2 実験方法

図2に振動円板から発生する騒音の測定装置のブロック線図を示す。

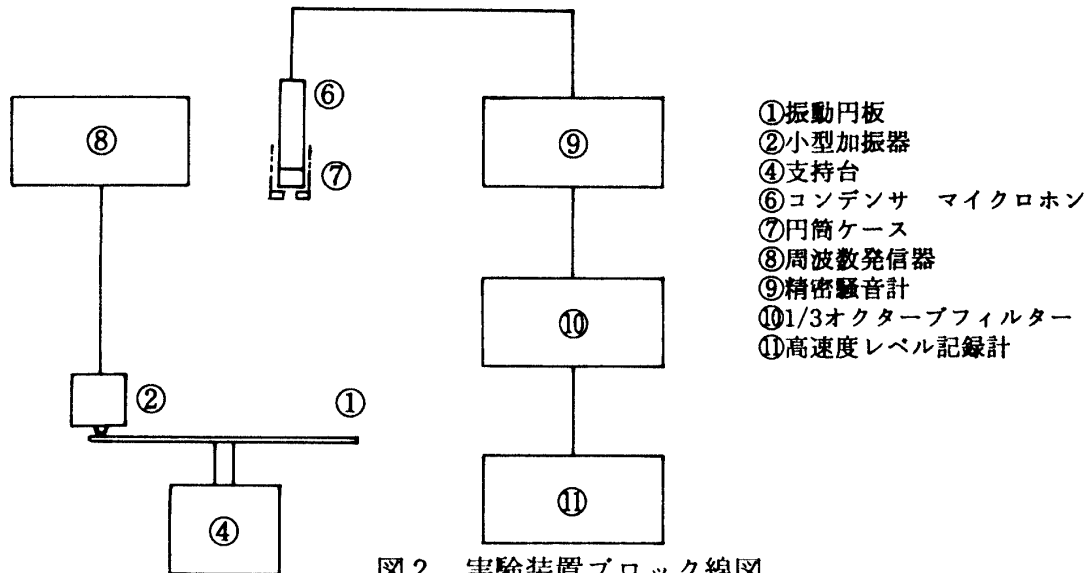


図2 実験装置ブロック線図

2. 2. 1 加振周波数帯の決定

円板①を加振器②により振動させると騒音が発生する。加振周波数は、周波数発信器⑧により1 Hzから20 Hzまで変化させた。円板から発生する騒音を円板の中心から垂直上方200 mmの位置に設置したコンデンサ マイクロホン⑥により検出し、その音圧レベルを精密騒音計⑨により測定した。騒音の周波数分析は、1/3オクターブ周波数分析装置⑩で行い、高速度レベル記録計⑪で記録した。その結果、大きな騒音の発生する周波数帯があることが確認された。本研究では、振動円板から発生する騒音のうち、音圧レベルが70 dB以上の大きな騒音が発生する加振周波数帯を対象にした。表2は、以上のようにして求められた1 Hzから20 kHzまでの周波数領域における70 dB以上の騒音が発生する周波数である。

表2 振動円板から70 dB以上の騒音の発生する周波数 (Hz)

227 , 260 , 308 , 344 , 442 , 930

2. 2. 2 加振時に発生する騒音の測定

円板を加振することにより発生する騒音の測定は、以下の手順で行った。

- (1) 円板①を表2の70 dB以上の騒音が発生する周波数で加振する。
- (2) 円板①の上方の騒音測定位置(図3)にコンデンサ マイクロホン⑥を設定し、精密騒音計⑨により円板から発生する騒音の音圧レベルの測定を行う。
- (3) 1/3オクターブ周波数分析装置⑩により騒音の周波数分析を行い、その結果を高速度レベ

ル記録計①で記録する。

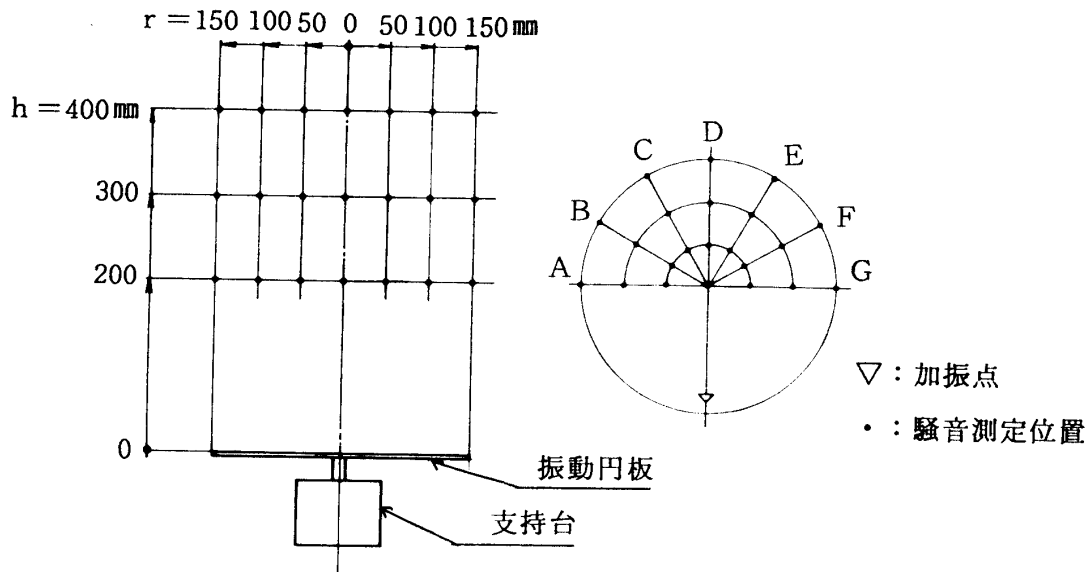


図3 円板の上方の騒音測定位置

3. 実験結果ならびに考察

3. 1 振動円板から発生する騒音の音圧レベル

3. 1. 1 加振周波数の影響

図4は、円板を表2で示した70dB以上の騒音が発生する周波数で加振した場合における円板から発生する騒音の音圧レベルである。ここで、騒音の測定は、円板の中心に対し、加振点の位置と反対側の半径方向位置（図3中のOD上の点）の円板の垂直上方に、コンデンサマイクロホンを設置して行った。

図4から、加振周波数により騒音の音圧レベルの値には違いが見られるものの、コンデンサマイクロホンの位置 h が $h=200\text{mm}$ と円板に比較的近い場合には、音圧レベルは円板の中心部が一番高く、円板の外周部へ向かうほど低くなる傾向があることがわかる。また、円板の中心部と外周部との騒音の音圧レベルの値の差は、コンデンサマイクロホンの位置が $h=200\text{mm}$ と円板に比較的近い場合には、2～7dB程度であるが、 $h=400\text{mm}$ と円板から遠ざかるにつれて、1～3dBと少なくなることがわかる。また、振動円板から発生する騒音の音圧レベル値の加振周波数による差異については、円板の振動モードとの関係などから考察しなけ

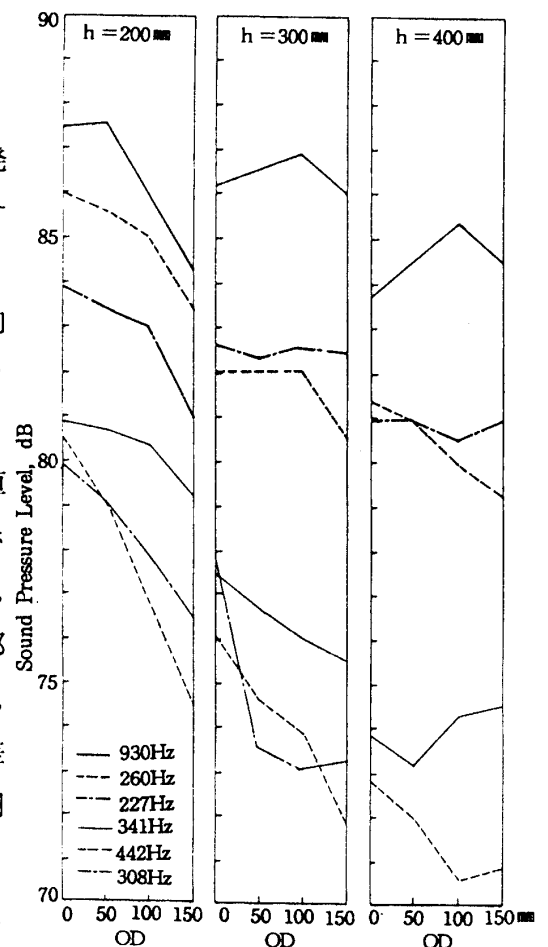


図4 振動円板から70dB以上の騒音が発生する周波数における音圧レベル

察しなければならないと考えられる。

3. 1. 2 半径方向音圧レベル特性

図5は、70dB以上の騒音が発生する周波数（表2）のうち、一例として、(a)260Hz, (b)308Hzの場合における振動円板から発生する騒音の半径方向音圧レベルを示したものである。

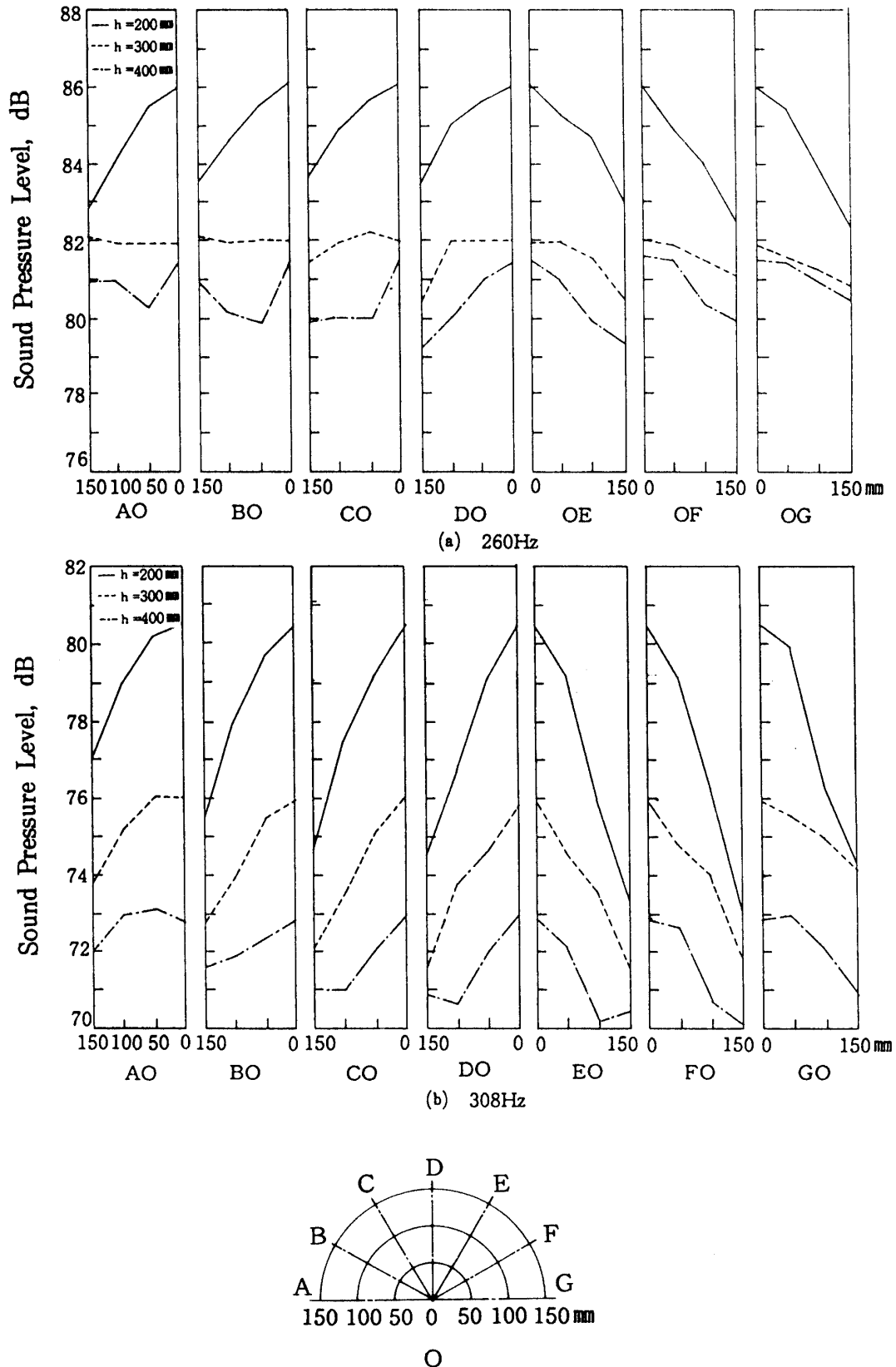


図5 半径方向音圧レベル特性曲線

図5から、円板の中心部と外周部との騒音の音圧レベルの値の差は、円板の中心に対し加振位置の反対側延長上近傍が大きく、円板の中心に対し加振位置と直角に近づくにつれて小さくなる傾向がみられる。これは、円板の一点を加振した場合、円板の変位は、円板の中心に対し加振位置の反対側延長上近傍で大きく、円板の中心に対し加振点の位置と直角に近づくにつれて小さく

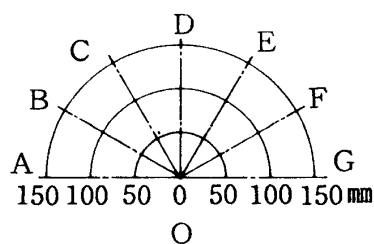
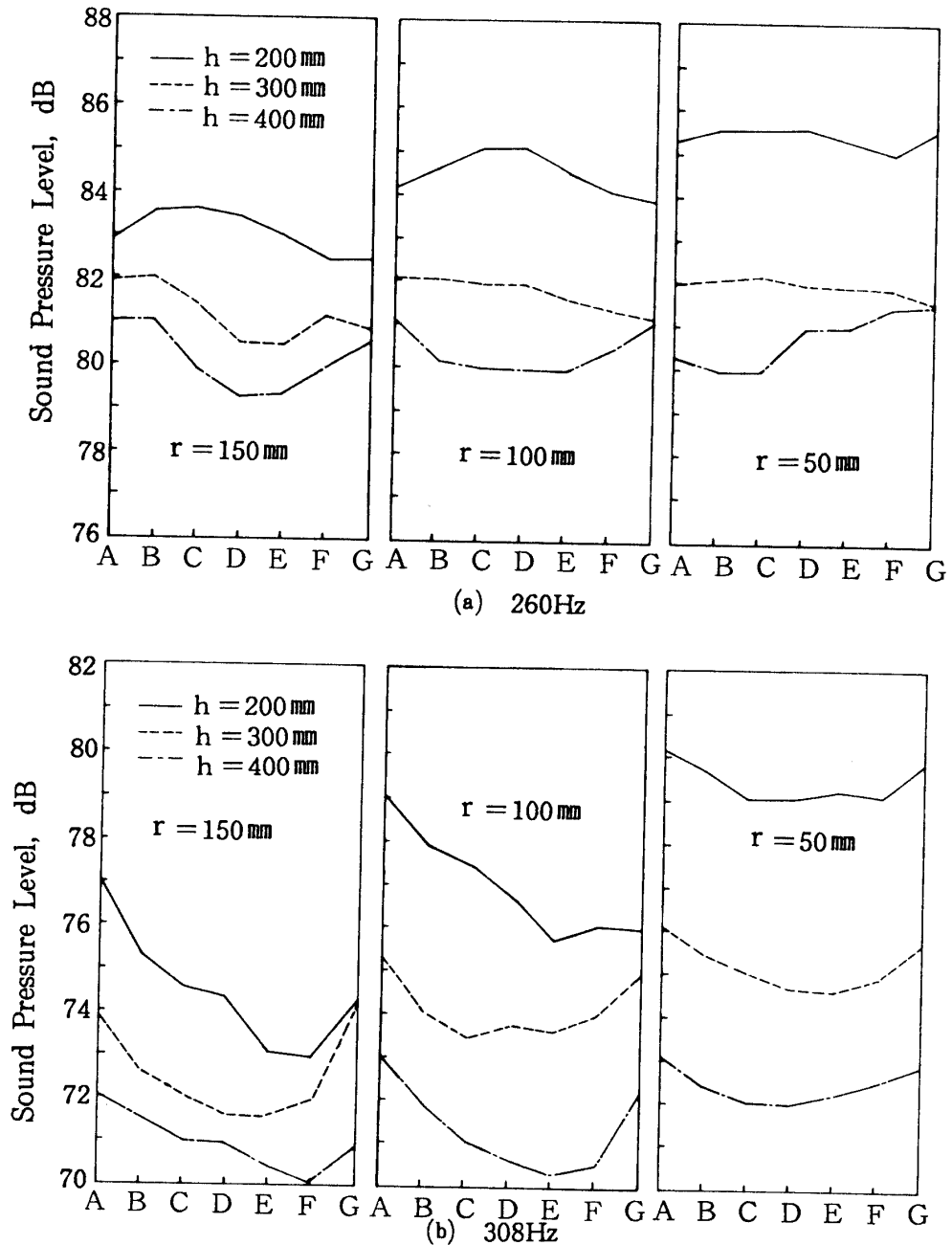


図6 円周方向音圧レベル特性

なるためと考えられる。

また、図5から、コンデンサ マイクロホンの位置が $h=200\text{mm}$ と円板に比較的近い場合には、騒音の音圧レベルは、ほぼ球面状の分布を示すが、コンデンサ マイクロホンの位置が $h=400\text{mm}$ と円板から遠ざかるにつれて、球面の曲率半径が大きくなっていくことがわかる。

3. 3. 3 円周方向音圧レベル特性

図6は、70dB以上の騒音が発生する周波数（表2）のうち、一例として、(a)260Hz, (b)308Hzの場合における振動円板から発生する騒音の円周方向音圧レベルを示したものである。

図6(a)から、260Hzの場合には、騒音の最大音圧レベルと最小音圧レベルの値の差は、騒音の測定位置が円板の中心に近い場合には1.5dB以下と小さいが、円板の外周部へ向かうほど2～4dB程度と大きくなっていることがわかる。また、この差異は、コンデンサ マイクロホンの高さが大きくなるほど、大きくなる傾向がみられる。

図6(b)から、308Hzの場合には、騒音の音圧レベルの最大値と最小値の差は、円板の中心の近傍では、260Hzの場合と同様に1.5dB以下と小さいが、円板の外周部へ向かうほど2～4dB程度と大きくなることがわかる。さらに、騒音の最大音圧レベルと最小音圧レベルの値の差は、コンデンサ マイクロホンの位置が $h=200\text{mm}$ と円板に比較的近い場合には2dB以下と少ないが、コンデンサ マイクロホンの位置が $h=400\text{mm}$ と大きくなるにつれて、2～4dB程度と大きくなる傾向がみられる。

また、振動円板から発生する騒音の円周方向音圧レベルの分布は、円板の中心の近傍では、加振点位置の反対側延長上に対し、ほぼ左右対称の分布を示すが、円板の外周部へ向かうとその対称性が崩れていくことがわかる。

4. 結 言

以上をまとめると、次のようになる。

- (1) 円板を1Hzから20Hzまでの周波数領域において加振した場合、振動円板から音圧レベルが70dB以上の大きな騒音が発生する周波数帯があることが確認できた。
- (2) 振動円板から発生する70dB以上の騒音の音圧レベルは、振動円板の中心近傍で大きく、振動円板の外周部へ向かうほど小さくなる球面状の分布を示すが、その分布は加振周波数や加振点位置の影響を大きく受けることがわかった。

謝 辞

有益なご教示を賜りました 石田 健二郎先生（福井工業大学名誉教授）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.
- 3) 藤井・小沢・岩尾, 福井工業大学研究紀要, 第18号, 121-129, (1988)