

超音波装置の開発・改良に関する研究

実研用超音波照射装置から放射される超音波音場の検討

武蔵工業大学

井出正男

研究目的

心身障害予防を目的として、超音波装置の安全基準を決定するために、動物胎児、培養細胞、染色体などに超音波を照射する場合、ドーンズとしての超音波の照射量を正確に知る必要がある。

この目的のために、動作が安定で超音波の照射量を定量的に設定することのできる、超音波照射装置の開発と、超音波強さの測定法の開発を行ってきたが、今回は実験用照射装置から放射される超音波音場についての検討を行った。

研究方法

当研究班での超音波照射は主として、周波数2 MHz、直径20 mm φの振動子を用いて実験が行われているので、先づこの振動子から放射される超音波音場の検討を行った。

円形平面ピストン音源が無限に広がった平面剛壁内にあって、 v の速度振幅で振動しているときの音場は、媒質は一樣で吸収のない液体であるとしたとき、観測点Pにおける音圧Pは次に示すようなRayleighの基本式(1)によって求められる。

$$p = \frac{i\delta c v_0}{\lambda} e^{i\omega t} \int_F \frac{e^{-ikr}}{r} dF \quad \dots(1)$$

ただし、 δ は媒質の密度、 C は音速、 λ は超音波の波長、 $W = 2\pi f$ で f は周波数、 $k = 2\pi/\lambda$ 、 dF は音波表面の面積素片、 r は p と dF との距離で、積分は音源の表面全部にわたって行われる。

(1)式を用いて音場の計算を行うために鳥飼はLommelの近似式による計算用数表(2)を求めているので、今回の音場計算は、この数表を用いて行

った。

次に小型の水中マイクロフォンを用いて、実際の音場の測定も行い計算結果との比較を行った。

また、放射圧測定法で求めた超音波出力の測定結果と、超音波強さの分布との関係についての検討を行った。

研究結果

図1は周波数2 MHz、直径20 mm φの振動子の作る音場の計算結果の1例を示すが、図には振動子からの距離がそれぞれ50、100、135、150 mmにおいて、中心軸を直角に横切る方向の音圧分布を示してある。

図2は小型のマイクロフォンを用いて行った音場の測定結果を示す。この測定に用いたマイクロフォンの直径は5 mm φであったので理論計算にみられるこまかい凸凹は平均化されているが、その後更に小さい(直径約1 mm φ)マイクロフォンを用いて行った測定では、ほぼ理論値どりの分布が測定できている。

図3は振動子から放射される超音波の出力を電子天秤による放射圧の測定から求めた結果の1例を示すが、図の横軸は振動子の励振電圧であり、縦軸が超音波出力であるが、この測定では振動子から放射される全超音波出力が測定される。

振動子から放射される全超音波出力を W_a (Watt)とし、振動子の面積を S とすれば、平均超音波出力 W_m は

$$W_m = W_a / S$$

となる。

この平均超音波出力 W_m と図1に示す音場特性

との関係について検討すると、図1の縦軸は音圧であるので、これを自乗すれば超音波の強さの分布になる。そしてこの分布の縦軸に平均超音波出力の値を乗ずることにより、近似的な強さの分布を求めることができる。

実験用超音波照射装置は、振動子の励振電圧を目的とする一定値に設定できるので、校正された振動子を用いることにより、励振電圧の値から音場の強さを定めることができる。

む す び

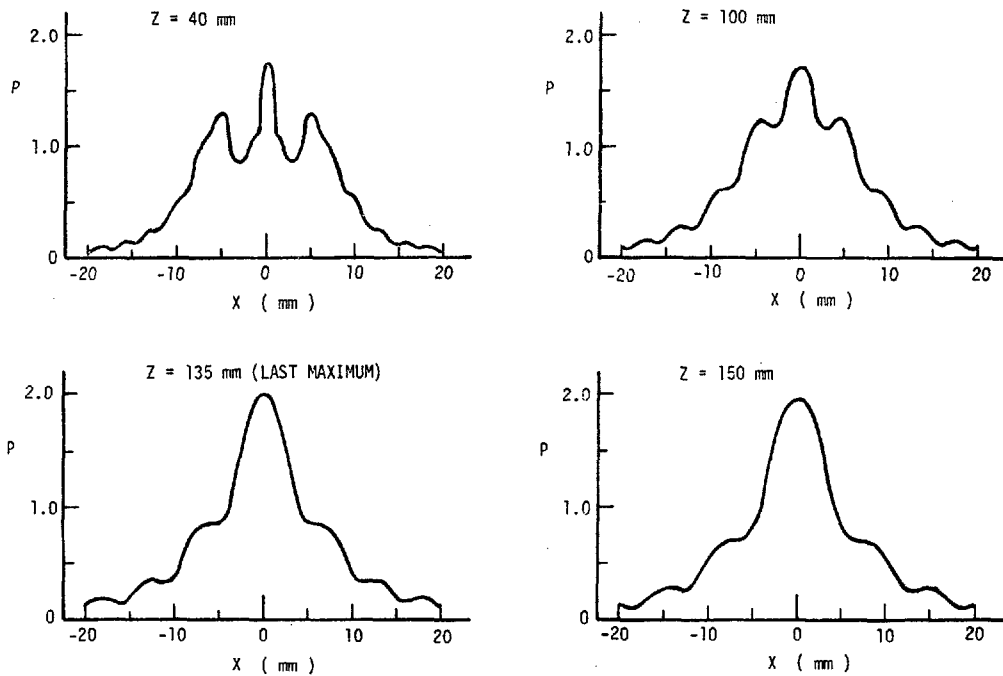
実験用超音波照射装置から放射される超音波音場の検討を行い、電子天秤法によって測定した平

均超音波出力と放射超音波音場との関係を明らかにした。

そして、校正された振動子を用いることにより、励振電圧値から音場の超音波強度を設定できることを示した。

文 献

- (1) Lord Rayleigh: Theory of Sound (Dover publ., New York, 1945), Vol. II, P. 107
- (2) 鳥飼安全: 超音波音場とLommel関数, 東大生産研究報告, 第25巻, 第4号 (1976)



Z ; 中心軸上の距離 X ; 横方向の距離 P ; 相対音圧

図1 周波数2MHz, 直径20mm振動子の音場の計算値

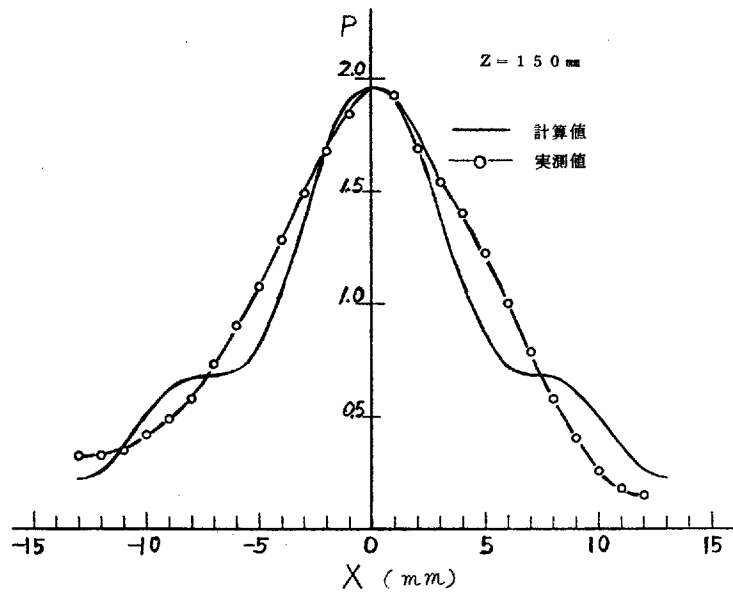
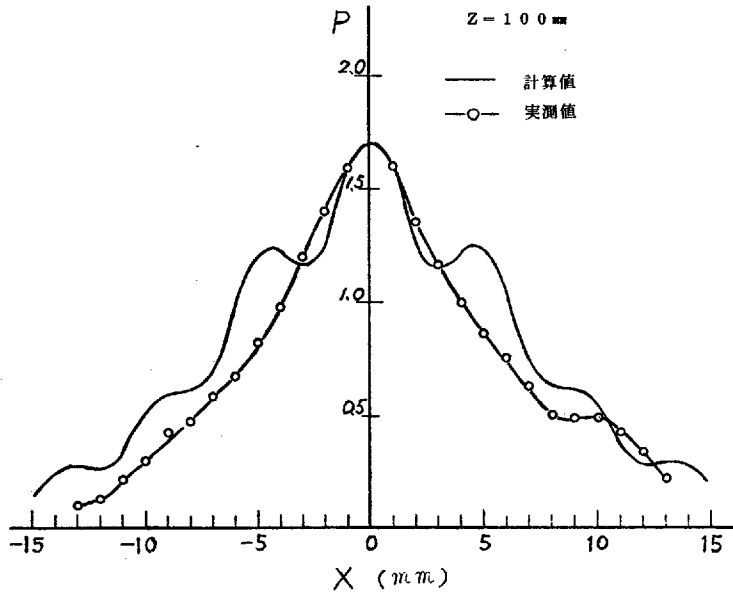


図2 周波数2MHz, 直径20mm振動子の音場の測定結果

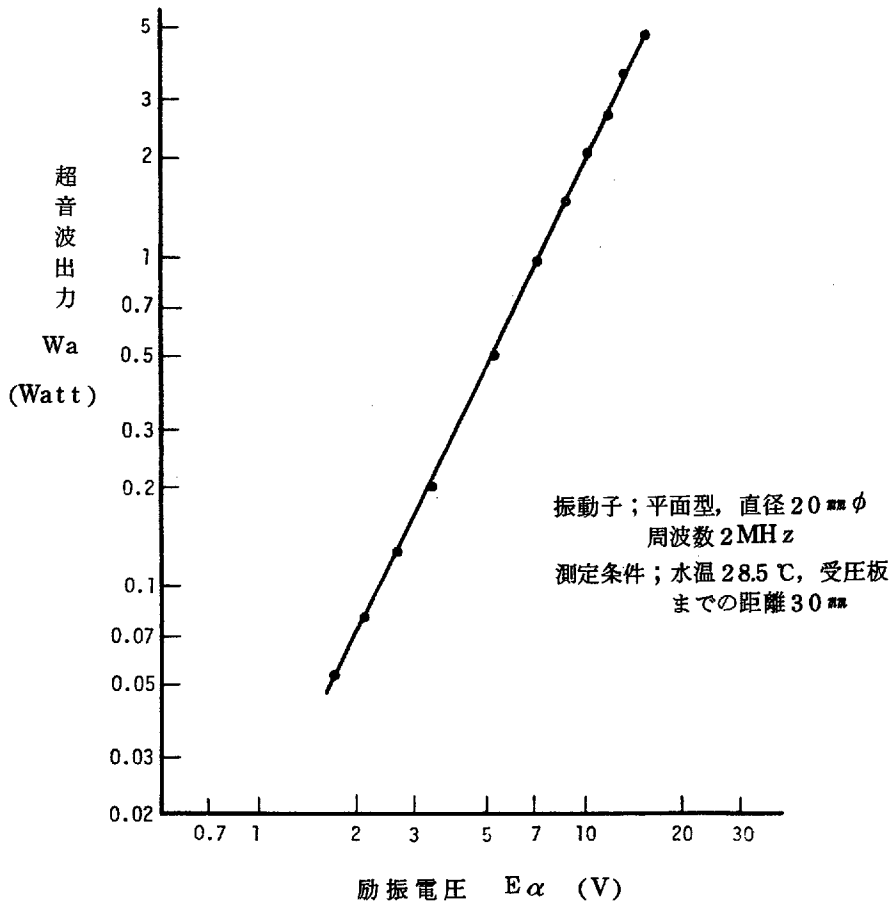


図 3 励振電圧に対する超音波出力の測定結果

↓ **検索用テキスト** OCR(光学的文字認識)ソフト使用 ↓
論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります

研究目的

心身障害予防を目的として、超音波装置の安全基準を決定するために、動物胎児、培養細胞、染色体などに超音波を照射する場合、ドーズとしての超音波の照射量を正確に知る必要がある。

この目的のために、動作が安定で超音波の照射量を定量的に設定することのできる、超音波照射装置の開発と、超音波強さの測定法の開発を行ってきたが、今回は実験用照射装置から放射される超音波音場についての検討を行った。