

超音波装置の開発・改良に関する研究

— USP-1型パルス超音波照射装置の開発 —

武蔵工業大学

井出正男

1. 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、動物胎児、培養細胞、染色体などに対するパルス超音波の作用を研究する必要があるが、この研究を進めるにはドーズとしての超音波の照射量を正確に知る必要があり、これを実現できる照射装置を開発する必要がある。

本研究において超音波パルスの照射実験を行うためパルス超音波発生装置の開発を行い、実験用のパルス超音波発生装置 USP-1 型の設計を行った。

2. USP-1型パルス超音波照射装置

設計した USP-1 型照射装置は動作が安定でパルス超音波の照射時のパラメータとしての超音波パルス幅、パルス繰返周波数、超音波強度などの諸量を定量的に設定できるようになっている。

USP-1 型照射装置の仕様の概要を次に示す。

2-1 仕様

a. 発振部

- (1) 発生超音波周波数 2 MHz
- (2) パルス送信時間幅 3 μ sec, 5 μ sec, 10 μ sec の 3 ステップ可変
- (3) パルス繰返周波数 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz の 3 ステップ可変
- (4) ピーク音響強度 50 W/cm²
(パルス持続時の実効出力)
- (5) 平均音響強度 最大 0.5 W/cm²
- (6) 出力監視 振動子への励振電圧、励振電流の波形測定
- (7) その他 励振電圧、励振電流の平均値をレコーダで連続測定

b. 振動子部

- (1) 型式 パルス波送波用
- (2) 周波数 2 MHz
- (3) 寸法 15mm ϕ
- (4) その他 水浸で使用できるような水密度

2-2 試験結果

この設計に基いて、装置を部分的に試作してその動作を確かめた。

超音波出力はパルス超音波の平均音響強度を天秤法を用いて測定して、パルス幅、パルス繰返周波数を変えたときの出力調整目盛に対する出力を校正した。

測定結果の 1 例を示せばパルス幅 10 μ sec, パルス繰返周波数 1000 Hz の場合で、平均音響強度は 0.57 W/cm² を得ることができた。

パルス波形の観測も行い、設計した通りの波形ができていたことを確かめた。このパルス波形とパルス繰返周波数を用いて、先に天秤法により測定した音響出力の測定値から、ピーク超音波出力を算出することができる。

3. 超音波音場

照射実験を行う場合、振動子から放射される超音波音場を知ることは実験動物の固定などで重要となる。

今回の照射装置では周波数 2 MHz, 直径 15mm ϕ の振動子を用いているので、この振動子から放射される超音波音場の計算を行った。

円形平面ピストン音源が無限に広がった平面剛壁内において、 v の速度振幅で振動しているときの音場は、媒質は一様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。

$$p = \frac{j\delta c v_0}{\lambda} e^{j\omega t} \int_F \frac{e^{-jk\gamma}}{\gamma} dF \quad (1)$$

ただし、 δ は媒質の密度、 c は音速、 λ は超音波の波長、 $\omega = 2\pi f$ で f は周波数、 $k = 2\pi/\lambda$ 、 dF は音波表面の面積素片、 γ 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。

第 1 図はこの計算結果の一部である。最終音圧極大

値は軸上76mmにあり、これ以降では音圧分布は比較的単純な型をしている。

4. むすび

超音波装置の安全基準を決定するための、実験用パルス超音波照射装置の開発を行い、USP-1型照射装置を開発することができた。

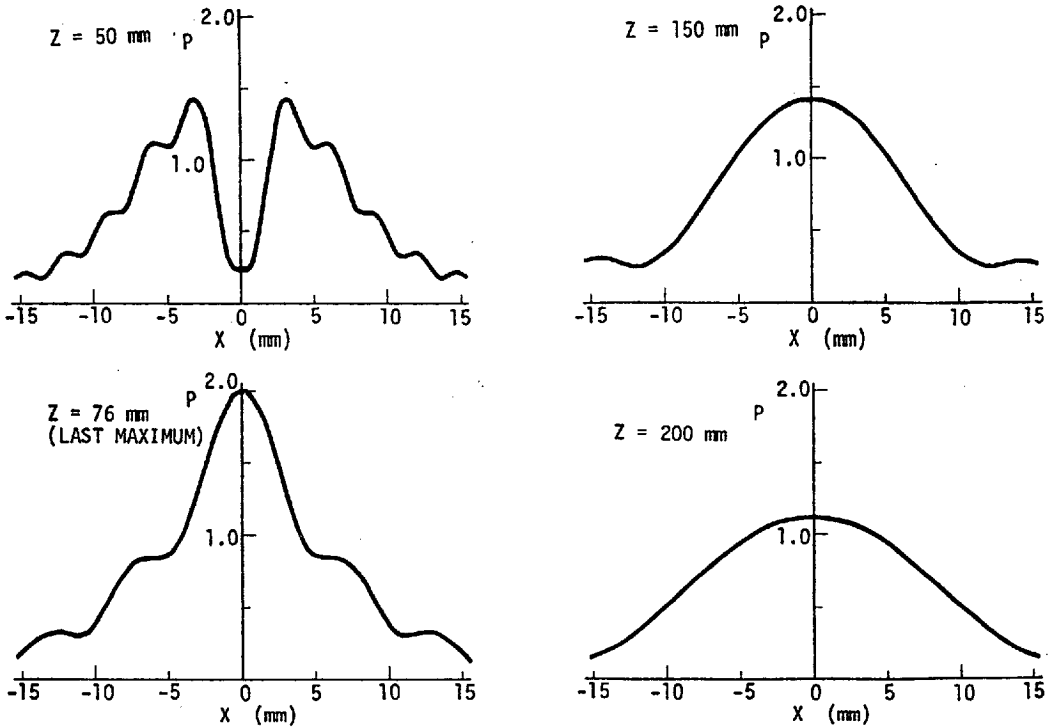
この装置は動作が安定で、照射条件としての超音波パルスのパラメータを定量的に設定できるもので、照射中も振動子への励振電圧、励振電流をレコーダーで

連続監視できるようになっている。

また、動物の固定位置の決定などで重要となる振動子から放射される超音波音場の計算も行い、音場分布として示した。

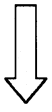
文 献

- (1) Lord Rayleigh ; Theory of Sound (Dover publ, New York, 1945) , vol. II , P107。
- (2) 鳥飼安生 ; 超音波音場とLommel関数, 東大生産技術研究所報告, 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 2215の横方向の音圧分布



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



1. 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、動物胎児、培養細胞、染色体などに対するパルス超音波の作用を研究する必要があるが、この研究を進めるにはドーズとしての超音波の照射量を正確に知る必要があり、これを実現できる照射装置を開発する必要がある。