

光マイクロフォンによるソノプラズマ生成装置中における 超音波強度分布測定

Measurement of sounds pressure distribution in a sonoplasma production system using an optical microphone

北大工¹, 名大工² ○岩田 悠史¹, 西山 修輔¹, 富岡 智¹, 高田 昇治², 佐々木 浩一¹
Hokkaido Univ.¹, Nagoya Univ.²

○Yushi Iwata¹, S. Nishiyama¹, S. Tomioka¹, N. Takada², and K. Sasaki¹

E-mail: iwata@athena.qe.eng.hokudai.ac.jp

はじめに 超音波が照射されている水中に金属メッシュまたはパンチングメタルを挿入することにより、パンチングメタルの下面付近にキャビテーションバブルが集中して効率的に発生する現象を見出した。パンチングメタルを挿入しない場合、キャビテーションバブルは水中で時空間的にランダムに発生するが、本方式を用いることによりキャビテーションバブルを集中化・定在化させることが可能である。キャビテーションバブル崩壊時にはバブル内部が高温・高圧状態となってプラズマ化する(ソノプラズマ)ことが知られている。本方式は高電圧を用いない新しい液中プラズマ生成法であり、様々な応用が期待される。キャビテーションバブルの効率的生成および定在化のメカニズムを解明する為には、水中における超音波圧力の空間分布を知ることが重要である。本講演では、光マイクロフォンと呼ばれる方法を用いてソノプラズマ発生装置中の超音波強度分布を測定した結果を報告する。

実験方法 底面に超音波振動子を取り付けた角形容器を水で満たし、容器下部から鉛直上方に向かい周波数32 kHzの超音波を照射した。孔直径が3 mmのパンチングメタルをメタル面が水面に平行となるように容器上方から水中に挿入した。光マイクロフォンを用いた超音波強度分布測定では、ヘリウムネオンレーザー光を容器側面から水中に入射し、容器を透過したレーザー光をレンズ3枚によって構成された光学系を用いてフーリエ変換および拡大し、超音波周波数で振動する回折・干渉光の強度分布をフォトダイオードにより測定した。容器の位置を変えて測定を繰り返すことにより、水中における超音波強度の空間分布を求めた。同様の実験を水の深さおよびパンチングメタルの位置を変化させて繰り返し、超音波強度およびその空間分布とキャビテーションバブルの生成効率・空間分布との関係を調べた。

実験結果および考察 Fig. 1は水の深さを40 mmとした場合に得られた結果であり、水面から下方に向かう超音波強度の空間分布をあらわしている。水面から1 mmの位置にパンチングメタルを挿入した場合と挿入しない場合との比較を示している。深さ40 mmの水中の水面から1 mmの位置にパンチングメタルを挿入したとき、キャビテーションバブルが最も効率的に生成・定在化することがわかっている。水の深さを40 mmとした場合、水面付近において強い超音波場が形成された。また、パンチングメタルの有無において超音波強度に大きな違いは見られなかった。パンチングメタルの有無にかかわらず超音波強度の空間分布には弱い谷が形成されたが、パンチングメタルを挿入したときの谷の位置は水面から3 mmの距離に移動した。この位置はキャビテーションバブルが定在化する位置とよく一致している。シャドウグラフィメーキング計測によるバブルダイナミクスの可視化実験の結果を考え合わせると、大きな超音波強度を有する水面付近にパンチングメタルを挿入することにより、パンチングメタルの表面付近においてキャビテーションバブルの核が効率的に形成され、それらが超音波強度の勾配に沿って輸送されて超音波場強度の谷の位置に捕捉されることにより、定在化・集中化したキャビテーションバブルが得られるものと考えられる。

謝辞 光マイクロフォンを用いた超音波場の計測に関し、熊本大学の光木文秋氏のご教授を受けた。記して感謝する。

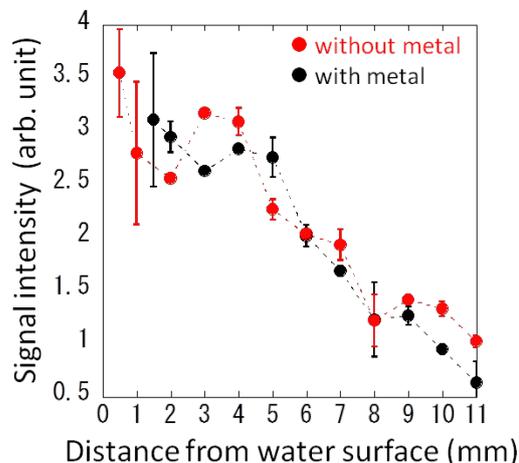


Fig.1 Distribution of the amplitude of ultrasonic wave in a sonoplasma production system with and without the insertion of a punching metal plate.