# 音響キャビテーションを伴う瞬時音場のシャドウグラフ計測

## Shadowgraph Measurement of Instantaneous Ultrasound Field



#### with Acoustic Cavitation

O<sup>(D)</sup>黒山 喬允<sup>1</sup>, 水谷 孝一<sup>2</sup>, 若槻 尚斗<sup>2</sup>, 海老原 格<sup>2</sup>, 大淵 武史<sup>3</sup>, (1. 筑波大・シス情工, 2. 筑波大・シス情系, 3. 防衛大・応物)

°(D)</sup>Takanobu Kuroyama<sup>1</sup>, Koichi Mizutani<sup>2</sup>, Naoto Wakatsuki<sup>2</sup>, Tadashi Ebihara<sup>2</sup>, Takeshi Ohbuchi<sup>3</sup>, (1. Univ. of Tsukuba, 2. National defense academy)

E-mail: mizutani@iit.tsukuba.ac.jp

#### 1. はじめに

水中に入射した強力な超音波によって生じ振動する気泡である音響キャビテーションは、収縮・崩壊時に個々の気泡から液中に衝撃波が放射される事が知られている. 1)しかし、多数の気泡からの衝撃波の重畳によって形成される瞬時音場の報告は少ない. 本報告では水中にホーン型振動子によって形成される音響キャビテーションを伴う音場をシャドウグラフ法2)によって可視化する.

### 2. 音場の計測結果

Fig. 1 にシャドウグラフ法による音場の計測結果を示す. 光源には持続時間 30 ns, 波長 640 nm の半導体レーザを用いた. なお, 示した光強度は背景光の影響を除去するために次式で得られる正規化した光強度の差  $\Delta I$  とした.

$$\Delta I = (I - I_{\rm b})/I_{\rm b}. \tag{1}$$

ここで、I は計測した光強度、 $I_6$  は背景光強度である。超音波は断面が  $30 \times 30 \text{ mm}^2$  の水槽に高さ 55 mm まで満たした水の表面に接触させた直径 30 mm の円形出力面を持つホーン型振動子によって入射した。振動子は周波数 19.6 kHz の正弦波交流電圧で駆動した。

Fig. 1(a) - (c)からいずれの振動子駆動電力においても、1 mm 程度の空間周期を持つ斑点状の音場が形成さている事がわかる. これは、ランダムに位置する多数の音響キャビテーションから放射された衝撃波の干渉によって生じたものであると考えられる. また、斑点のコントラストは駆動電力の増加に伴って高くなる.

Fig. 1 (c) - (d) は駆動電力 30 W,振動子駆動電圧の位相  $\phi=0$ ,  $\pi/2$ ,  $\pi$ ,  $3\pi/4$  (rad)における計測結果である. いずれの位相においても,ホーン表面から離れた領域の音場は斑点状である. このように,斑点状の音場は入射する超音波の位相とは無関係に形成される.  $\phi=0$ ,  $\pi/2$ ,  $3\pi/4$  (rad) においてはホーン軸上のホーン表面付近に光強度の低下がみられるが,これは多数の音響キャビテーションによって入射光が遮られためである.  $\phi=\pi$  rad においてはこの光強度低下は見られないが,これは音響キャビテーシ

ョンが収縮し崩壊したためである.一方で,この位相では気泡の崩壊によって生じたと考えられる衝撃波がホーン軸付近に見られる.

#### 3. まとめ

シャドウグラフ法による計測によって,音響 キャビテーションを伴う音場は,気泡から放出 された衝撃波の重畳によってランダムな斑点 状の音圧分布を持つことがわかった.

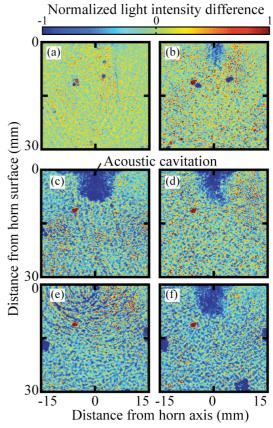


Fig. 1 Shadowgraph images of acoustic field under horn. Input powers to horn transducer were (a) 8 W, (b) 15 W, (c)-(f) 30 W. The images were captured at phases of driving voltage  $\phi$  were (a)-(c) 0, (d)  $\pi/2$ , (e)  $\pi$ , (f)  $3\pi/4$  (rad).

#### 参考文献

- 1) W. Lauterborn et al., Ultrason. Sonochem. 14 (2007)
- 2) K. R. Weninger et al., Phys. Rev. E 63 (2000) 016310.