

壁面附着気泡の振動モード変化が生じる音圧条件

Sound pressure condition for oscillation mode transformation

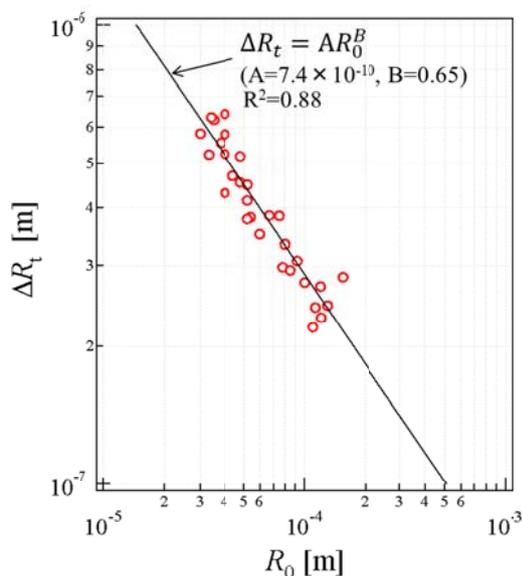
of an attached bubble

同志社大工¹ ○(PC)吉田 憲司¹, 森岡 峻一¹, 香川 幸大¹,小山 大介¹, 渡辺 好章¹Doshisha Univ.¹ ○(PC)Kenji Yoshida¹, Shunichi Morioka², Yukihiro Kagawa¹,Daisuke Koyama¹, Yoshiaki Watanabe¹

E-mail: ken-yoshi@mail.doshisha.ac.jp

水中の気泡に超音波を照射すると、気泡は周囲の圧力変動に呼応して膨張収縮運動を繰り返す。気泡が壁面に付着していると、壁面により付着部位の動きが拘束されるため、気泡は球形形状を維持できず、非球形に振動する場合が多い。ただし、照射音圧が低い場合は気泡形状の顕著な変形は確認されない。今回、気泡の非球形振動が生じる条件について実験的に検討し、振動モードが変化する音圧条件について検討した。

定在波音場中に単一壁面附着気泡を設置し、レーザドップラ振動計を用いて気泡表面部位の振動変位波形を計測した。気泡振動に含まれる周波数成分に着目し、照射音波の基本波成分、分調波成分の振動変位振幅を定量的に評価した。分調波成分は、気泡の非球形振動モードにより発生する特有の周波数成分である。気泡の直径は 20 ~150 μm である。超音波の周波数は 83 kHz である。照射音圧に対する振動変位（基本波成分、分調波成分）の変化を調べた結果、分調波成分は低音圧領域ではほとんど発生せず、ある音圧を超えると急激に振幅が増大することを確認した。この結果は、この音圧閾値において球形振動から非球形振動への振動モード変化が生じたことを示唆している。また、基本波成分の振動変位振幅 ΔR がある値に達すると分調波成分が発生すること、その閾値 ΔR_t が初期気泡半径 R_0 に依存することを確認した。

Fig. 1 Relationship between ΔR_t and R_0 .

ΔR_t と R_0 の関係から求めた近似曲線の決定係数は 0.88 であり、強い相関が確認された (Fig.1 参照)。上記の実験式を変形し、振動モード変化が生じる音圧条件 P_t を記述する下式を導いた。

$$P_t = \rho \sqrt{(\omega^2 - \omega_0^2)^2 + (2\beta\omega)^2} AR_0^{B+1}$$

ω は照射超音波の角周波数であり、 ω_0 及び β はそれぞれ球形振動モードの共振角周波数、減衰係数であり、 ρ は水の密度である。