

気泡液体中の衝撃波現象に関する基礎的研究

A Basic Study on the Shock Wave Phenomena in Liquid Containing Gas Bubbles

○学 谷口 陽一(室蘭工大・院) 正 杉山 弘 (室蘭工大)
正 溝端 一秀(室蘭工大) 正 湊 亮二郎(室蘭工大)

Yoichi TANIGUCHI, Muroran Institute of Technology, 27-1, Mizumoto, Muroran, 050-8585
Hiromu SUGIYAMA, Muroran Institute of Technology
Kazuhide MIZOBATA, Muroran Institute of Technology
Ryojiro MINATO, Muroran Institute of Technology

Key Words: Shock wave, Bubbly liquid, Shock tube, Gas-Liquid interface, High speed schlieren photography

1. 緒言

気泡液体中を伝播する衝撃波(圧力波)現象は、気液二相流中の水撃現象、高圧容器からの液体の放出現象等と関連し重要であり、これまでに多くの研究がなされてきている。しかし、気泡液体中の衝撃波伝播は、極めて複雑な現象であり、特に比較的強い衝撃波が気泡液体中を伝播する際に生じる衝撃波波頭背後の不規則で激しい圧力振動現象については不明な点が多く残されている。⁽¹⁾

本研究では、縦型の液体衝撃波管を用い、比較的強い衝撃波(ここでは、入射衝撃波による圧力ステップ $\Delta P=0.24\text{MPa}$ の衝撃波)を気泡液体に入射させ、気泡液体中を伝播する衝撃波の圧力特性および気泡の変形・崩壊現象を、圧力測定および高速度デジタルビデオカメラを用いた透過法、シュリーレン光学的観察により調べた。

2. 実験装置および実験方法

Fig.1 に実験装置の概略図を示す。実験装置は縦型の液体衝撃波管、気泡発生装置および圧力測定系から構成されている。衝撃波管は、高圧室と低圧室が隔膜で隔てられている。高圧室に圧縮空気を充填し、隔膜を電磁撃針装置により破膜して、衝撃波を発生させる。観測部の下端から上方 650mm の位置に観測窓が設けられ、衝撃波の伝播や気泡群の挙動を観察することができる。観測部の下端には気泡発生装置が取

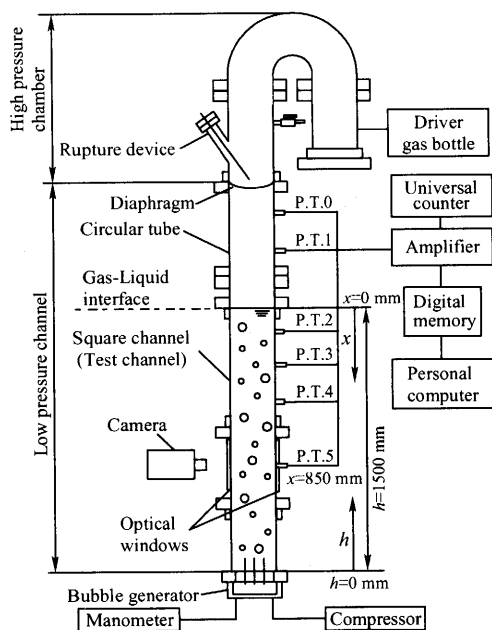


Fig.1 Schematic diagram of experimental apparatus.

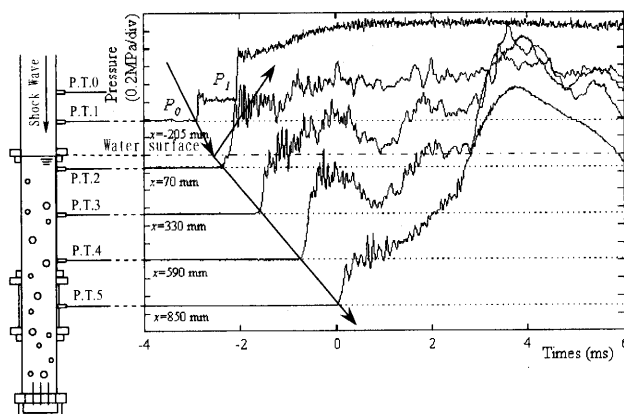


Fig.2 Shock wave pressure histories in the bubbly liquid.
($\Delta P=P_1-P_0=0.24\text{MPa}$, $\alpha_0=0.5\%$)

り付けられている。液相媒体としてグリセリン 80%水溶液を用い、観測部に高さ約 1500mm の気泡を含む液体柱を作った。気泡液体中の衝撃波圧力波形の測定は、Fig.1 に示す、P.T.2 ~ P.T.5 の 4 つの半導体圧力変換器 (Kulite Semiconductor XCQ-093-500A) により行った。圧力変換器 P.T.1 は、入射衝撃波によるステップ的な圧力波形を測定するために、気液界面より上方 205mm の位置に設置した。

衝撃波が作用した際の気泡群の移動および変形・崩壊挙動を、高速度デジタルビデオカメラ (Photron FASTCAM-MAX) を用いて撮影した。

圧力波形測定では、Fig.2 の $\Delta P=0.24\text{MPa}$ の衝撃波を気泡液体中に入射させたとき、衝撃波波頭背後における圧力変動は不規則で大きい振幅を伴っていることがわかった。また、そのときの気泡の変形・崩壊挙動を詳細に観察することができた。

3. 結言

本研究では、縦型の液体衝撃波管を用いて、比較的強い衝撃波を気泡液体に入射させ、気泡液体中を伝播する衝撃波の圧力特性を詳細に調べた。次に、高速度シュリーレン写真により、気泡液体中を伝播する衝撃波の様相を捉えた。最後に、高速度写真により、衝撃波が気泡群に作用した際の気泡の挙動、すなわちマイクロジェットの発生、気泡の変形・崩壊、分裂挙動を詳細に捉えた。

参考文献

- (1) 大谷・杉山・溝端, 気泡を含む液体中を伝播する強い衝撃波と崩壊現象, 日本機械学会論文集 (B 編), 68 巻 670 号, (2002-6), pp.1646-1652.