

一般演題 4 O4-04

高圧環境下における単一気泡の生成

○高橋凜汰郎¹⁾ 星野将輝¹⁾ 福田純平²⁾ 堀江正樹²⁾
川島久宜¹⁾

[1) 群馬大学
2) オリエンタル白石]

【緒言】

本研究では減圧症の発症メカニズム解明に焦点を当てている。これまで報告されている減圧症に関する研究は、高圧作業者を対象にした症例報告をはじめとする生物学的、医学的な研究が主である。本研究では工学的な観点から、減圧症発症に起因する体内の発泡現象を圧力変化による気泡の析出現象としてとらえ物理現象の解明に挑む。モデル実験により減圧時の気泡挙動の解析を行うためには高圧環境下で単一気泡を生成する必要がある。高圧環境下における単一気泡の生成にはニードルを用いた最も単純な方法での気泡の発生に注目した。

【実験装置】

Fig.1に実験装置概略を示す。高圧容器とサージタンクを送水にて加圧し、圧力差を作り、その圧力差を用いてニードルの先から単一気泡を生成した。ニードルとサージタンクの間に直動式 2 ポート電磁弁を接続し、電磁弁とサージタンク間のチューブ内からニードルへの送気を制御した。高圧容器に取り付けた可視化窓からバックライト法により、高速度カメラを用いて気泡の様子を撮影した。送気制御用の直動式 2 ポート電磁弁と高速度カメラにはパルスジェネレータを接続し、気泡の生成と撮影を同時に行った。本実験では、ニードル内径 0.51mm、高圧容器内圧 0.7MPa、二つの圧力容器の圧力差は 0.7kPa とした。

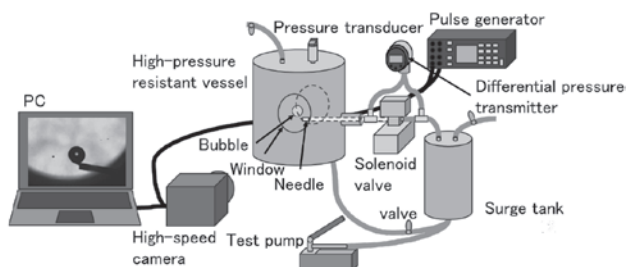


Fig.1 : Experimental equipment

【実験結果および考察】

算出した気泡直径の最小値は 1.4mm、最大値は 1.9mm、平均値は 1.6mm であった。撮影開始から気泡がニードルから離脱するまでの時間は、最短で 43ms、最長で 79ms、平均 54ms であった。

ニードルから生成される気泡に働く力の釣り合の式 (1) を以下に示す。

$$\frac{\pi D^3}{6}(\rho_l - \rho_g)g > 2\pi r\sigma \quad (1)$$

D 気泡の直径 [m] ρ_l 液体の密度 [kg/m³]
 ρ_g 気体の密度 [kg/m³] g 重力加速度 [m/s²]
 r ニードル内径の半径 [m] σ 表面張力係数 [N/m]

ニードルの先端から離れる時の気泡直径は、式 (1) に常温、常圧での水の密度、空気の密度、水の表面張力係数を代入すると、 $D=2.8\text{mm}$ となる。実験で得た気泡直径は上式より算出された理論値よりも 1 mm 程度小さかった。理論モデルではニードルが上向きであるのに対し、実験ではニードルが横を向いていた。その影響で気泡が変形し、ニードルへの接触角の変化により、気泡の表面張力および界面張力に偏りができたことが原因と考えられる。

【結論】

本実験では、高圧環境下における気泡生成を目的として実験を行い、以下の結果を得た。

高圧環境下において、二つの圧力容器の圧力差を用いて単一気泡の生成に成功した。

実験では理論値よりも小さい気泡が生成された。