

気胸治療最適化に向けた 医療用気相流量計測手法の開発

SATテクノロジー・ショーケース2018

■ はじめに

現在呼吸器科では、気胸における胸腔ドレナージは極めて重要な治療法であり、頻繁に実施されている⁽¹⁾。患者の胸腔から漏れ出る空気をエアリークと呼び、その流量は症状の重症度を示す重要な指標である。過去の研究からエアリークが20ml/min以下になった時点でドレナージが可能であると報告されている⁽²⁾が、日本の医療現場で一般的に使用されているドレナージユニットには流量計が付属されていない。本研究ではエアリーク流量の定量化を目的とし、気液二相流における低流量域での気相流量計測技術の開発を行う。気相流量を気泡発生頻度と単一気泡体積を乗じて算出する手法を考案しており、そのうえで実機を模擬した実験装置水封部における排気の可視化を実施し、さらに気泡発生過程の圧力変動との相関を解明した。

■ 活動内容

1. 気泡の可視化

実機を模擬した装置を用いて、気泡の出現を確認できる水封部で気泡生成過程の可視化を行った。模擬装置のノズル径を実機と同じにすることで、気泡生成挙動を実機と同一にして計測したところ、画像解析から、水封部内では気相流量によらず同程度の体積の単一気泡として、間欠的に発生することを確認した(図1)。この挙動は実機でも確認された。

更に、可視化計測から得られた単一気泡体積、気泡出現頻度を乗じて気相流量算出を試みた結果を図3に示す。グラフから、可視化計測により約10%以内の誤差範囲で気相流量を見積もることに成功した。

2. 気相流量と圧力変化

可視化計測により明らかとされた特徴的な気泡発生挙動に着目し、圧力計測を行った結果を図2に示す。気泡発生時に水封部入口、出口共に圧力値が大きな変動を示し、気泡発生が圧力変動と相関することを確認した。

周期的な変動を示す圧力値にフーリエ変換を行った結果、圧力変動の最大周波数と気泡発生頻度が良好な一致を示した。更に単一気泡と相関することが分かった。そこでこの周波数を用いて気相流量を算出した結果を図3に示す。グラフから、約10%以内の誤差範囲で測定周波数から気相流量を導ける可能性が示唆された。

以上の結果から、圧力計測を行うことで、100ml/min以下の低流量域でのエアリーク流量の定量的計測が実現可能であることを見出した。

■ 特許出願番号

2017-177106

■ 参考文献

- (1) 奥村ら, 胸部外科, 2008;61:693-9.
- (2) Aneeg U, et al. Eur J Cardiothorac Surg 2006;29:867-72.

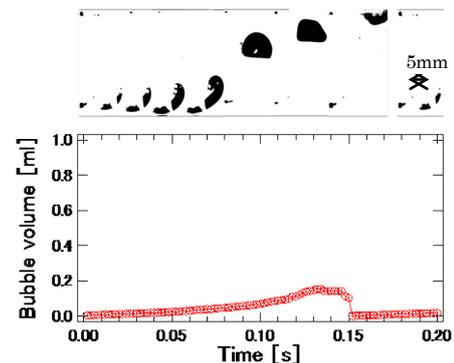


図1. 単一気泡体積の時系列変化

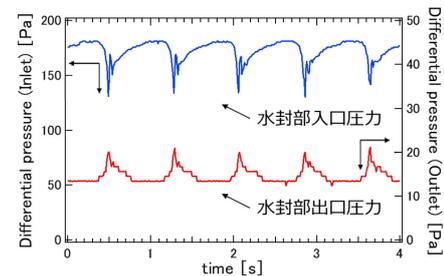


図2. 水封部入口、出口での圧力計測値

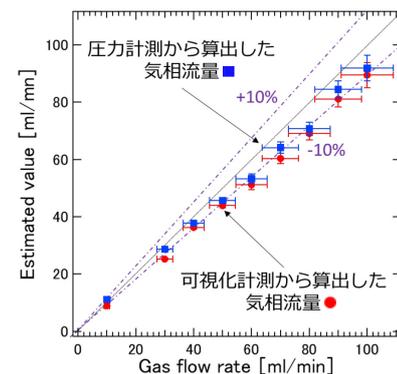


図3. 気相流量計測

代表発表者 阿部 豊(あべ ゆたか)
所属 筑波大学 システム情報系
構造エネルギー工学域
問合せ先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1
筑波大学第三エリア F棟 3F323 室
TEL:029-853-5266 FAX:029-853-5266
abe@kz.tsukuba.ac.jp

■ キーワード:

- (1) 胸腔ドレナージ
- (2) 気液二相流
- (3) 計測技術

■ 共同研究者:

- 岩上 聖(筑波大学大学院)
金子 暁子(筑波大学)
酒井 光昭(筑波メディカルセンター)