

II-83

水撃負圧部の気液混相流についての研究

Liquid-vapor two phase flow under the condition on negative surge pressure

東北学院大学大学院 学生会員○田嶋大樹

東北学院大学工学部 正会員 河野幸夫

岡山大学環境理工学部 渡辺雅二

1. 序論

液体が流れる管路を急激に閉鎖すると圧力が上昇し、水撃現象が発生する。その圧力が降下し、負圧が-10(m)に到達すると水が気化し、管路内が気液混相流になる。管路内における気体の発生や挙動について、以下の項目について検討することを本研究の目的とする。

- 1、水撃負圧が-10(m)に到達してから気泡が発生する事を調べる、
- 2、水撃負圧部で発生する気泡が崩壊するまでの過程を調べる。
- 3、水撃負圧部における気泡について現象の一つ一つを明らかにする。

2. 数値解析

2. 1 水撃負圧部気液混相流の水撃方程式

液体流の運動方程式と連続方程式及び気液2相流の運動方程式と連続方程式により水撃圧とボイド率を上流差分法で計算した。

I) 液体単相流の運動方程式

$$\frac{\partial V}{\partial x} V + \frac{\partial V}{\partial t} + g \frac{\partial H}{\partial x} + f \frac{V|V|}{2D} = 0 \quad (1)$$

液体単相流の連続方程式

$$\frac{a^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial x} V + \frac{\partial H}{\partial t} - \frac{\partial Z}{\partial x} V = 0 \quad (2)$$

II) 気液混相流の連続方程式

$$\frac{\partial \alpha}{\partial t} + \frac{\partial \alpha}{\partial x} V_m - \frac{\partial V_m}{\partial x} = 0 \quad (3)$$

気液混相流の運動方程式

$$\frac{\partial V_m}{\partial x} V_m + \frac{\partial V_m}{\partial t} + g \sin \theta + \frac{f V_m |V_m|}{2D} = 0 \quad (4)$$

2. 2 解析結果

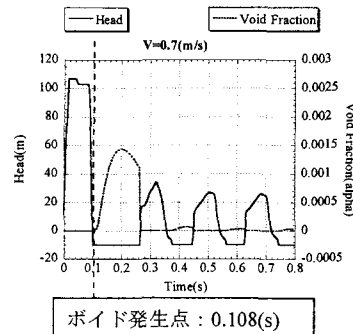


Fig.1 数値解析水撃圧波形(初期流速 0.701m/s)

3. 水撃圧測定実験

水面高 11.93m、全長 59.7mの管路の下流側に設置した高速遮断弁を急閉鎖し、水撃現象を発生させ、圧力変動を測定する。

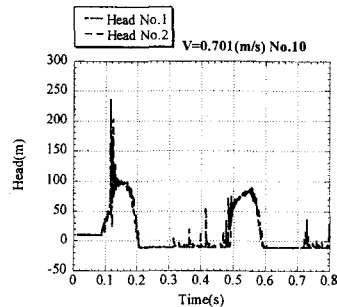


Fig.2 実験水撃圧波形(初期流速 0.701m/s)

4. 気泡計測および撮影実験

Fig.3に示す気泡計測および撮影実験装置を用いて水撃圧及びボイド計によるボイド率と高速度カメラによる撮影を同時に行うことが可能である。

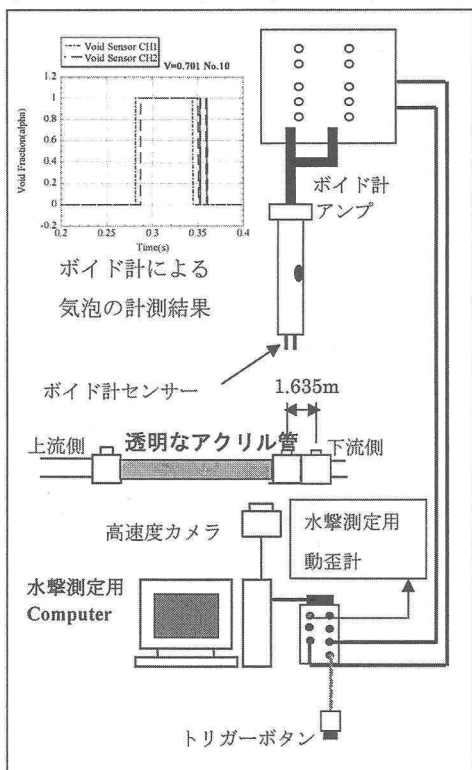


Fig.3 計測及び撮影実験装置

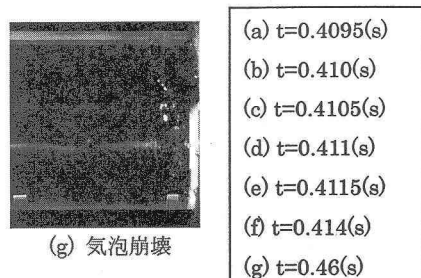
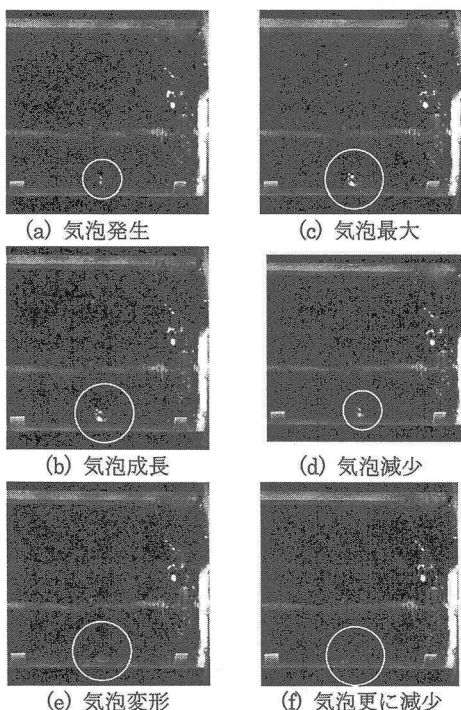


Fig.4 気泡発生から成長、減少、崩壊の様子

5. 数値解析結果と実験結果の比較

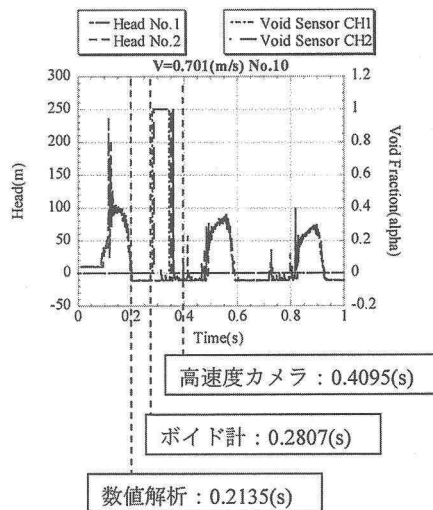


Fig.5 気泡発生点の比較

6. 結論

- 1、水撃負圧が-10(m)に到達する初期流速は0.196(m/s)以上であり、水撃負圧部で気泡確認できた初期流速も0.196(m/s)以上となった為、負圧が-10(m)に到達してから気液混相流になることがわかった。
- 2、高速度カメラを用いた撮影により気泡は負圧が-10(m)到達した瞬間に発生するわけではなく0.21(s)程度の時間差があり、成長は早いが増加から崩壊までは時間がかかる。また、負圧が-10(m)から上昇して、正圧になってから崩壊することが明らかになった。
- 3、気泡の発生について数値解析結果と各実験結果を比較した結果、気泡は下流から発生することが判明した。