

II - 90

水撃負圧部の気液混相流の研究

東北学院大学 工学部 学生員 大久保 真紀

学生員 佐藤 清彦

正会員 河野 幸夫

1. 目的

(1) 液体単相流と気液混相流の4式を、上流差分法を用いて同時に解析し、コンピューターにより、負圧が-10mになる状態について流速を変化させながら調べる。

(2) 実験値と比較検討する。

(3) 水のVoid率や温度による気化圧の到達点への影響を調べる。

2. 解析方法

(1) 液体単相流の連続方程式

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

液体単相流の運動方程式

$$\frac{\partial V}{\partial x} V + \frac{\partial V}{\partial t} + g \frac{\partial H}{\partial x} + f \frac{V^2}{2D} = 0$$

(2) 気液混相流の連続方程式

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

気液混相流の運動方程式

$$\frac{\partial \alpha}{\partial t} + \frac{\partial \alpha}{\partial x} V_m - \frac{\partial V_m}{\partial x} = 0$$

(3) 上流差分法により解析する。

(4) 水撃実験：理論的解析の信憑性を援助するため、簡易的に水道水を用いた水撃発生装置を使用して実験を行った。

(5) ボイド率の測定：DO-25Aポータブル溶存酸素計を用いて実験での水道水の溶存酸素を計り、それによりボイド率を計算する。

3. 実験管路のモデル化（解析モデル）

管路長 $L = 52.49\text{ m}$ で落差 $H = 5.94\text{ m}$ で出水口 $h = 2.97\text{ m}$ より傾斜した管を考える。ここで、 v は初速、 $f = 0.02$ 、 $a = 1324.61\text{ m/s}$ である。

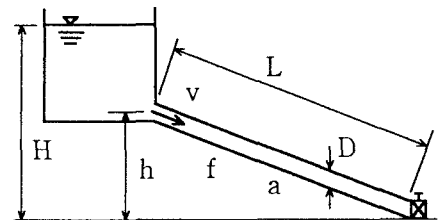


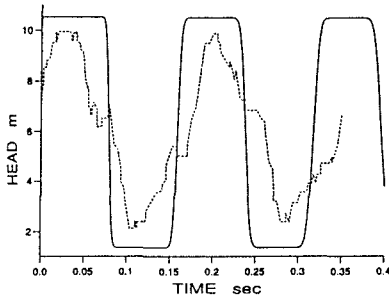
図-1 解析モデル

4. 結果

(1) 負圧を-10mとした場合の下流端閉鎖弁直前での水撃解析結果と実験結果との比較検討（図-2～図-5のグラフにおいて、直線は理論値、点線は実験値を示している。）

液体单相流

最大値は解析結果が実験値より大きく、最小値はその逆になった。

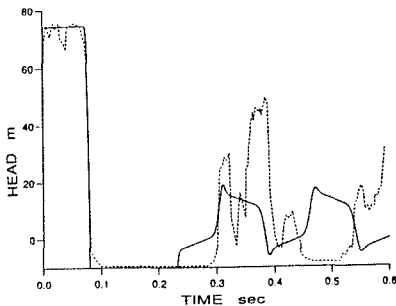


図－２ 解析結果と実験結果

との比較 初速0.034 m/s

気液混相流

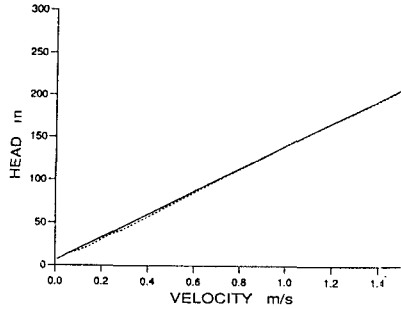
初速が速くなるにつれ－10mで切ったような形が長くなる。第2波目以後、理論値では気化圧に到達せず、実験値で達するのは、理論で第2波目の正圧部のピークが低い値となるため、負圧部へのエネルギーを充分蓄積できないためと思われる。



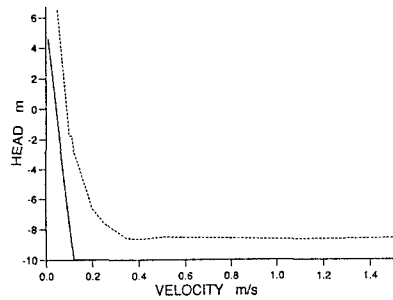
図－３ 解析結果と実験結果

との比較 初速0.508 m/s

(2) 各初速に対しての最大・最小水撃圧



図－４ 各最大水撃圧



図－５ 各最小水撃圧

気化圧に到達する水撃圧が－10mで一致しないのは、水道水に含まれるボイド率の影響と思われる。

(3) 実験で使用した水道水のボイド率は、0.0189であった。

5. 結論

(1) この管路において、初速0.12 m/s付近で発生する水撃圧の負圧部が－10mの気化圧に達し、気液混相流になることが本研究の結果明らかとなった。

(2) 水道水のボイド率は0.0189であるので、その影響により、理論値と実験値の負圧部に関しては差が生じている。