

# 水撃圧負圧による気体発生状況の可視化

東北学院大学工学部

学生員 伊藤 朗

正会員 河野 幸夫

## I 序論

これまで、水撃圧負圧による気液混相流の研究は、水撃第1波正圧部から水撃第1波負圧部の伝播速度の減速からの推定で行われてきた。

## II 目的

1. 本研究では気体発生状況を透明アクリル管を用い可視化することで理論と比較する。
2. 気体発生状況をビデオカメラで撮影することにより、各流速の気体発生状況を解析する。

## III 実験方法、

### (1) 実験手順

- 1 アクリル管を取り付ける、この際取り付け部分から水が漏れないようにシールテープなどでしっかり固定する。
- 2 圧力変換器を取り付ける、圧力変換器をはずした状態では動歪計をOFFにしておく。
- 3 電磁弁、手動弁を全開にし、上水槽から自然流下してくる水を下水槽へ流出させる。水を流出させる際は静水圧、流速を正確に測定するために上水槽をオーバーフローさせておく。
- 4 流速を測定する。流速は単位時間で流出する水量をメスシリンダーで測り、管の内径を5.3cmとして計算する、これを3回繰り返しその平均値を流速とする。流速はアクリル管から下流側の手動弁で調節する。
- 5 下水槽に流出する流量が安定した時点で実験装置につながれた記録装置が正しく機能することを確認した後、電磁弁を閉鎖する。水撃圧が発生しアクリル管内に気体が発生する。
- 6 気体発生状況をビデオカメラで撮影する。

- 7 発生した圧力変化は圧力変換器から動歪計を通してオシロスコープに入力される。オシロスコープに表れた波計は計測がしやすいように表示の大きさを調節する。このときch1, ch2の波計の差がないことを確認する。
- 8 オシロスコープからGP-NETを通して、パソコンにデータを入力しフロッピーディスクに記録する。
- 9 オシロスコープからプロッターに波計を出力する。
- 10 気温、水温を記録する。
- 11 以上の実験を流速を変えて必要回数分繰り返す。

### (2) 流速測定法

- 1 上流水槽がオーバーフローしていることを確認する。
  - 2 電磁弁より上流側の手動弁、電磁弁を全開にし、電磁弁より下流側の手動弁で流量を調節する。
  - 3 下流から出てきた水をストップウォッチで時間を測りながら、バケツでくむ。
- ° 管路の内径Aは管の内径53(mm)とする  
 ° 管路断面積  $A = \pi \times r^2 = 22.05 \text{ cm}^2$   
 ° バケツに溜めた水の体積 x (cm<sup>3</sup>)  
 ° 時間 y (s)  
 ° 流速 v (m/s)

$$V = \frac{x \text{ (cm}^3\text{)}}{y \text{ (s)}} \times \frac{1}{22.05 \text{ (cm}^2\text{)}} \text{ (m/s)}$$

- 4 この計算を3回繰り返し平均をとる。

結果

(1) 理論値との比較

1. 水撃第1波の最大水撃圧を実験より出力し、理論値と比較したもの。

$$\Delta H = a/g \times V$$

$\Delta H$  : 水撃圧

$a$  : 伝播速度

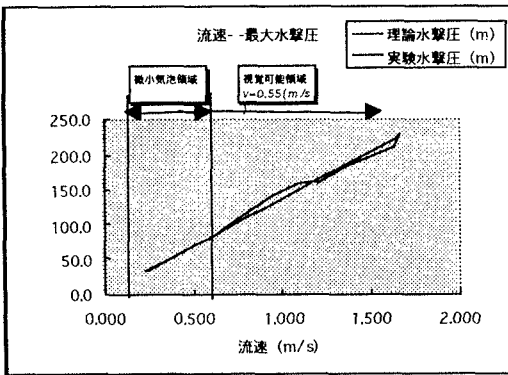
$g$  : 重力加速度

$V$  : 流速

表-1

流速 (m/s)	理論水撃圧 (m)	実験水撃圧 (m)
0.240	32.8	32
0.400	54.7	54
0.480	65.6	67
0.580	79.3	78
0.600	82.0	77
0.690	94.3	96
0.800	109.4	115
0.940	128.5	140
1.090	149.0	158
1.200	164.1	159
1.360	186.0	181
1.640	224.2	210
1.670	228.3	228

グラフ-1

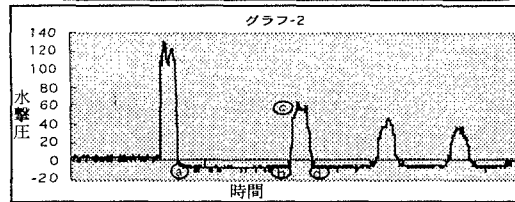
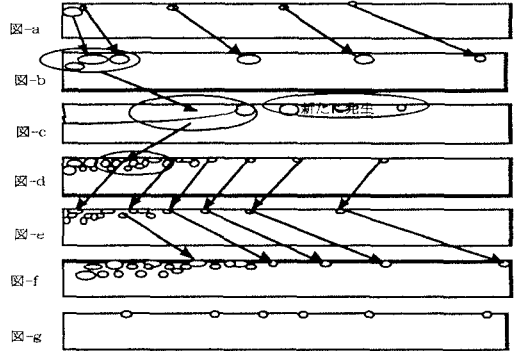


以上の表-1とグラフ-1より最大水撃圧は理論値とほぼ一致することが分かる。

伝播速度の関係から、求める気液混相流領域は流速が0.08 (m/s) 以上であるが、実際に視覚できるような気体粒を確認できたのは、流速が0.55 (m/s) 以上である。

そのことから、気液混相流とは視覚できない領域でも、伝播速度に影響を与える微小な気体の粒が発生していることがわかった。

(2) 気泡発生状況



1. 水撃圧が起り、第一波負圧 (グラフ 2-点 a) により、図-aのように管内にランダムに小さな気泡が発生する。この気泡発生は負圧の伝播に伴って下流側から順に発生するはずだが、実際には伝播速度が1340m/sと高速なためほぼ同時に発生していると考えられる。
2. 図-aで発生した気泡が図-bのように膨張しながら上流側へ移動する。
3. 気泡の集合が管上部へ上昇しながら気体の体積が最大に到達する。ただし、気体の体積増大は静水圧の到達時まで続くので、その時点での気体体積を最大 (限界気体混入量) とする。(図-c およびグラフ 2-点 b 参照)
4. 水撃負圧が自由水面に到達し、静水圧となって伝播してくるため気体体積が大幅に減少する。(図-d 参照)
5. 第二波正圧 (グラフ 2-点 c) によってミスト状となった気泡が第二波負圧 (グラフ 2-d) によって、再び膨張しながら上流側へ移動する。(図-f 参照)
6. この後 (4) (5) を繰り返す。最大で第六波まで気泡の往復が確認できる。
7. 流速  $v=1.2\text{m/s}$  以下の場合には、気泡は無くなるが、 $v=1.2\text{m/s}$  以上では図-gのように小さな気泡が残ってしまう。