

II-77

水撃負圧部の気化現象における オプティカルプローブボイド計による発生気泡計測について

東北学院工学部 学生会員○田嶋大樹

東北学院工学部 正会員 河野幸夫

(1) 序論

液体が流れる管路を急激に閉じた時に生じる急激な圧力上昇（水撃圧）は、その圧力が降下すること負圧になり水を気化させ、管路内が気液混相流になる。

- 1、今回、水撃圧の実験装置に新たにボイド計を組み込み水撃負圧部で発生する気泡を測定する。
- 2、管路内の流速を一定にし、測定点のボイド率の時間変化をボイド計と専用のソフトを用いて表す。
- 3、管路内の流速を変えた時のボイド率の変化を調べる。

(2) 実験手順

1. Amplification(アンプ)と Windows を接続する。
2. ボイド計プローブの先端を管に取り付ける前に、Voltmeter(電圧計)で電圧の調整を行う。
3. 上水槽のバルブを全開にし、水を自然流下させて本線の電磁弁を開け、手動弁を全開にし、上水槽から流下してくる水を下水槽へ流下させる。
4. 定常状態になってからバケツで約10秒間、水を溜め、メスシリンダーによって測定し、流速を求める。
5. Windows を立ち上げ、Vin-2へのショートカットをダブルクリックする。
6. One-by-one process、Configuration definitionの順にクリックして、測定時間などの設定を行う。
7. プローブの先端を管に取り付ける。
8. 下水槽に流出する流量が安定した時点で、オシロスコープを作動させ電磁弁を急閉鎖し水撃圧を発生させると同時に Windows の Vin-2 xveにて Launching Acquisition をクリックする。

(3) 実験装置全体図

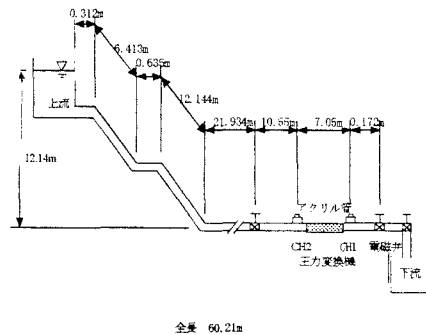


図1 実験装置全体図

(4) 実験結果と考察

- 1) ボイド計と専用ソフトを用いて得られたデータのボイド率と時間の変化をグラフと数値で表す。
ワードパッドで表された $\alpha(t)$ の値がボイド率なので、その値を全て足しタイムステップを掛け測定時間で割り、CHごとの全体ボイド率とする。
0.03~0.001sec 単位で測定点のボイド率の時間変化を計測すると図2、3のようになり、測定開始を水撃発生時あたりとしプロットすると図4のようになる。

```
Date of analysis: 100-11-27_16-31-23
Studied data file: Acq10-100-11-14-27-39
*****;
Channel analysis, time evolution:
Channel N:1
Common data:
Time step: 0.001
Number of classes: 563
Value on stop time:
time t(s.): 0.2205:0.2215:0.2225:0.2235:0.2245:0.2255:0.2265:0.2275:0.2285:0.2295
alpha(t): 0.4501333333333246:0.0:0.0:0.0:0.0:0.0:0.0:0.0:0.0:0.0
```

図2 ワードパッドで保存されるデータの一例

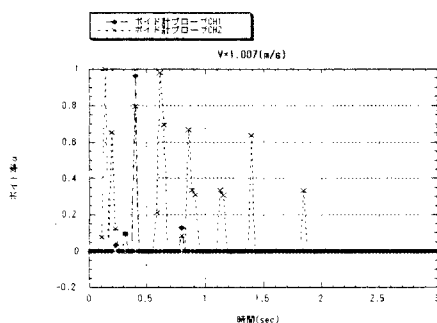


図3 ボイド率の時間変化グラフ

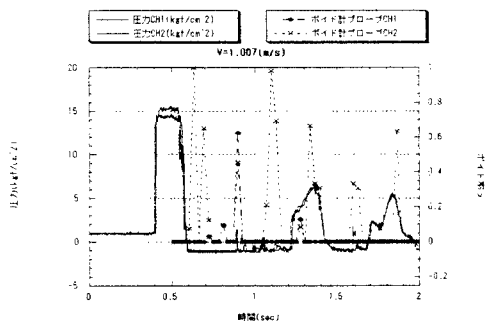


図4 水撃圧波形にプロットしたボイド率

ボイド率は、その多くが水撃圧波形の第一波目直後の負圧部で高くなっている傾向にある。ボイドは発生後すぐには消えない為、第二波目あたりでもボイド率が多少高くなる。

- 2) 各流速において得られた何個かのデータから、1個ずつ上記の方法でCHごとの全体のボイド率を求め、流速ごとに得られた全体ボイド率全ての平均をとる。それをその流速の平均ボイド率として、CHごとに流速とボイド率の関係を表す。

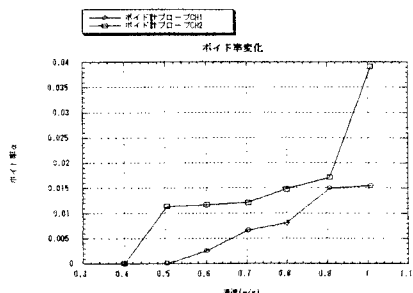


図5 流速と平均ボイド率のグラフ

CH2がCH1より上流側になるように常に設置している為、本実験の測定点では下流より上流の方により多くのボイドが発生している。

- 3) 最後にCH1とCH2の平均を取り、それを本研究で用いたボイド計で得られた最終的結果とする。

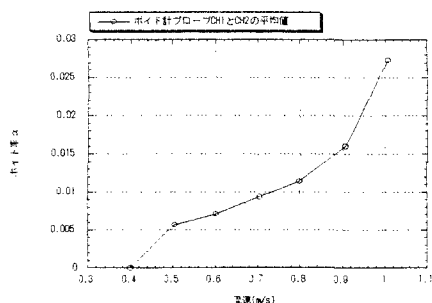


図6 流速と平均ボイド率のグラフ(CH1と2の平均)

(5) 結論

1. 今回新たに水撃実験に組み込んだボイド計では針の先程の大きさしかないセンサーに気泡が触れなければ、気泡が発生していてもカウントされない。従って、測定を行えば必ずデータが取得できるわけではないが測定する回数を増やしていけば、水撃実験にも使用できる事がわかった。
2. 時間とボイド率の関係グラフより、どの流速においても水撃圧波形の第一波目直後あたりの負圧部でボイド率が高くなっていることがわかった。また、更に精度を上げる為には水撃圧とボイド率の測定開始時間を手動ではなく自動的に一致させる必要がある事が判明した。
3. 各流速の平均ボイド率は流速が高くなればなるほど高い値を示す。また、流速約0.9と0.5(m/s)を境にその値は急に跳ね上がる。

参考文献

日本流体力学学会・編集

混相流体の力学