

# 水撃負圧部における常温沸騰の泡の発生について

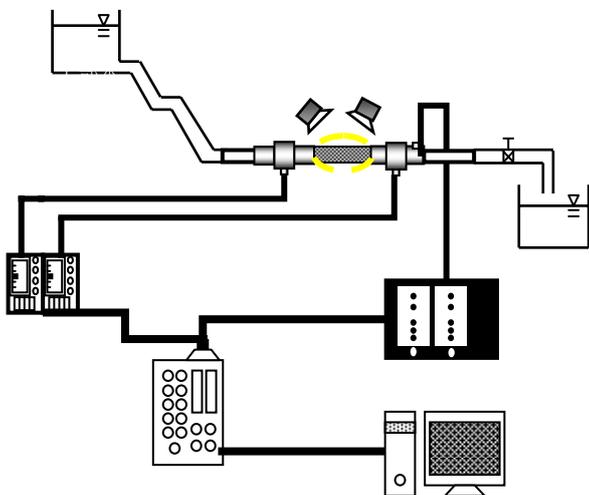
東北学院大学工学部 学生会員○安保 知  
東北学院大学工学部 正会員 河野 幸夫

## I 実験目的

水が流れる管路を急激に閉鎖したときに生じる急激な圧力上昇(水撃圧)は、その圧力が低下することにより負圧となり、水を気化させて管路内が気液混相流になる。本研究は高速度カメラとオプティカルプローブボイド計を用いて水撃負圧部の発生気泡を可視化および計測し、以下の項目について検討することを目的とする。

- ①水撃負圧部において気泡が発生する圧力および初期速度を明らかにする。
- ②ボイド計センサー及び高速度カメラの静止画から、各流速のボイド率の変化を表す。
- ③水撃負圧部での気泡の発生、成長、減少、崩壊する過程を調べる。

## II 実験装置及び手順



- ①ボイド計アンプとWindowsを接続する。
- ②水面高さ1.2mの上部水槽バルブを全開にし、水を自然流下させて全長約60mの管路の電磁弁を開け、手動弁を全開にする。
- ③上部水槽をオーバーフローさせ、流量が一定になったら流速を測定する。

- ④Windows上でボイドの測定時間設定を行う。
- ⑤アンプの電圧調整後、手動弁を閉めてからボイド計先端を管路に取り付ける。
- ⑥電磁弁を急閉鎖させることにより水撃圧を発生させると同時に、ボイド計による気泡測定、高速度カメラでの撮影を行う。
- ⑦実験より得られたボイド計センサーの実験値および高速度カメラの静止画像を解析し、ボイド率を算出する。

## III 画像、ボイド計からのボイド率算出方法

### ①画像からのボイド率算出方法について

図2は、モーシヨンプロ10000による画像である。面積Aは、この画像は正方形なので、 $A=L^2=2500(\text{mm}^2)$ と求めることができる。次に気泡の面積aは、 $a=\pi D^2/4=8.04(\text{mm}^2)$ となり、ボイド率 $\alpha$ を求める式は $\alpha=a/A$ なので、この画像のボイド率 $\alpha$ は $\alpha=8.04/2500=0.003216$ と求めることができる。

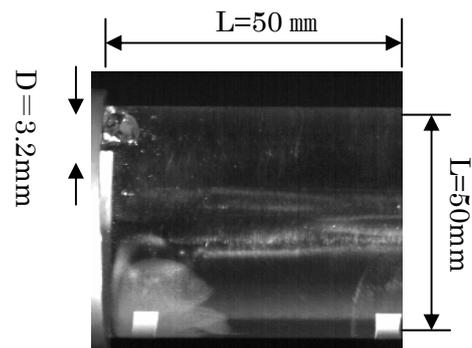


図2 モーシヨンプロ10000による画像

### ②ボイド計からのボイド率算出方法について

図3は、センサーの図である。センサーが水に触れているときは5V、空気に触れているときは0Vと設定されており、この時間T間の水と空気の割合をボイド率 $\alpha$ とする。

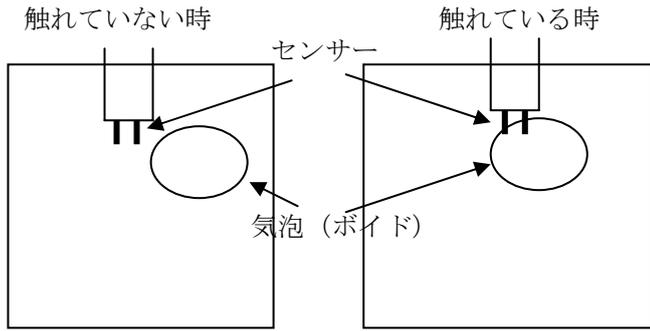


図3 ; センサーのモデル

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \tau_i}{T}$$

#### IV 実験結果

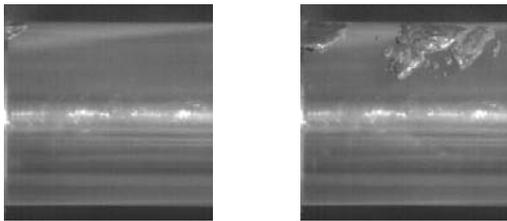
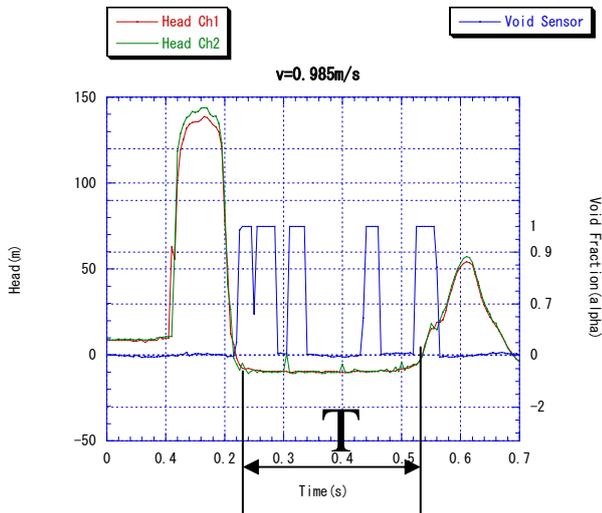


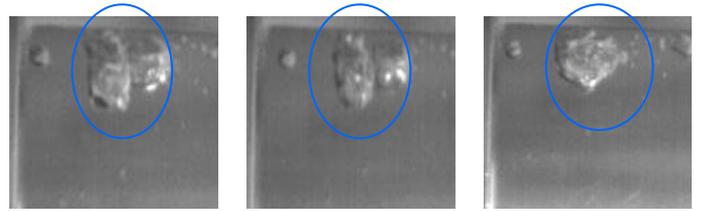
図4 ; 流速V=0.985(m/s)のと最大気泡をとらえた画像

##### ①気泡の変化過程

###### 1. 個別に成長する場合



###### 2. 合体しながら成長する場合

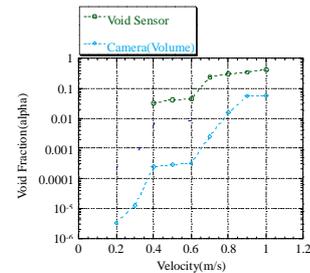


###### 3. 減少し崩壊する場合



高速度カメラによる各初期流速のボイド率と

ボイド計による各初期流速ボイド率



#### V 結論

①水撃負圧部において気泡が発生し負圧が-10(m)に到達してからであることがわかった。その為の初期流速は異なり以下の通りである。

水撃圧測定実験 : 0.201(m/s) 高速度カメラ : 0.201(m/s)  
ボイド計 : 0.282(m/s)

②気泡の成長については単純に増大していく場合と複数の気泡が合体しながら成長していく場合があることがわかった。最大から減少する際には球形からドーナツ状につぶれ、複数の細かな気泡となって分散することが明らかになった。

③高速度カメラによるボイド率、またボイド計によるボイド率は初期流速に比例しボイド率が上昇することがわかった。どちらの結果も急激にボイド率が上昇する初期流速があり、ボイド率が上昇する傾向は一致していると考えられる。