

Ⅱ－13

水撃負圧部の気液混相流発生と気泡の挙動に関する研究

東北学院大学工学部 学生員○金須 保憲

東北学院大学工学部 正会員 河野 幸夫

1. はじめに

上流側の高さ 12m に水槽があり、その水を管路で下流に自然に流下させて通水している場合、下流側に取り付けられた弁を急閉鎖すると、管内に急激な圧力上昇が発生する。この現象は一般に水撃現象と呼ばれている。

圧力上昇は上流方向へ伝播し水槽側で反射して、下流方向へ伝播する。弁まで伝播した圧力上昇はその反動で急激に降下する。圧力が降下し圧力水頭が -10m に達した場合、管内を流れる液体が気化し、管内の流れは液体と気体の混相流となる。本研究は、管路の途中に透明なアクリル管を挟み高速度カメラにより管路内の気泡発生を撮影を行った。

- ・ 今回、管路内の流速を一定にし、水撃負圧部において鋼管の間に挟んだアクリル管内に発生する気泡を撮影すると同時に、管内の圧力と時間の変化を測定する。
- ・ 測定点であるアクリル管の位置において、気泡が発生する最も低い流速を明らかにする。

2. 実験方法

- 1: 圧力変換器 ch1、ch2、ch3 をそれぞれ高速遮断弁より 0.2m、6.7m、10.08m 離れた位置に設置し、異形チーズに取り付ける。
- 2: 圧力変換器を BNC ボックスを経由して解析用コンピュータに接続する。また、高速度カメラを解析用コンピュータと接続し、アクリル管の前に設置する。
- 3: 上流の水槽から水を自然流下させ、高速遮断弁を開く。下流の手動弁を全開にし、水を下流の水槽へ流下させる。
- 4: 管内を流れが定常状態になってから約 10 秒間計量バケツに水を溜め、メスシリンダーによって測定し、流速を求める。

5: 高速遮断弁を遮断すると同時に、高速度カメラのトリガーボタンを押して 2,000 分の 1 秒間隔でアクリル管内を撮影する。この時、Excel の書式で圧力の時間変化も保存される。

6: 流速を変化させ、各流速で 5 回程度測定する。

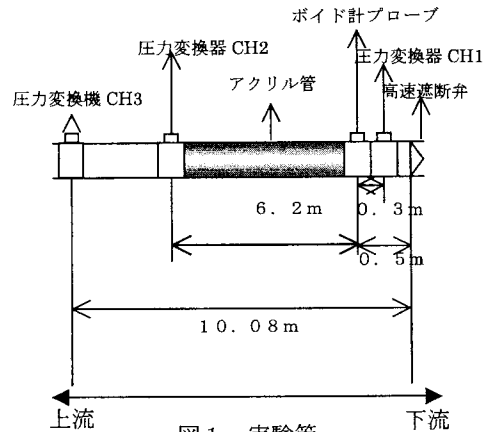


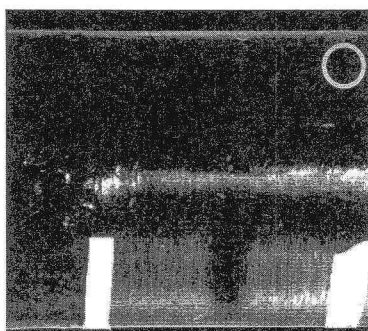
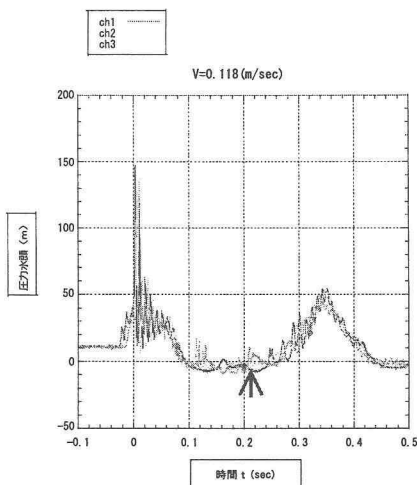
図1 実験管

3. 実験結果

次のグラフは流速 $V=0.11(\text{m/sec})$ と $V=0.12(\text{m/sec})$ で実験を行った際の実験データである。横軸には時間の変化を、縦軸には圧力の変化を取り、それぞれの変化を kareida・graf を用いて表にプロットした。

表下に載せた写真は、表の時間軸上にある矢印の時間で、実験管内に発生した現象を撮影したものである。流速 $V=0.12(\text{m/sec})$ で実験した際の写真には丸印が載せてあり、これは水撃負圧部で発生した気泡をピックアップしたものである。

流速 $V=0.11(\text{m/sec})$ で実験した際には気泡が発生しておらず、従って丸印を付けていない。

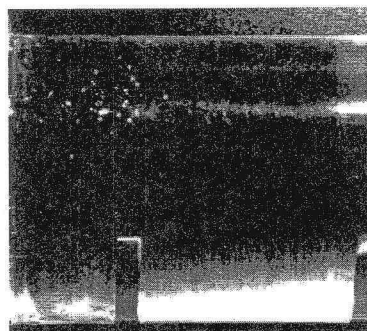
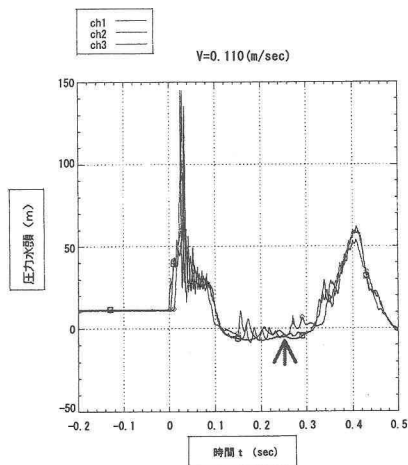


T=0.2030(sec)

図 2-1 流速 0.118(m/sec)での最大気泡発生時

図 2-1 とグラフに関するコメント

流速を $V=1.0(\text{m/sec})$ から $0.0(\text{m/sec})$ まで変化させて実験を行った所、 $V=0.118(\text{m/sec})$ において気泡が発生した。本実験では 1 つの流速に対して 5 回実験を行うが、この流速で気泡が 1 度だけ発生した。ここから流速を下げ、 $V=0.11(\text{m/sec})$ で 5 回の実験を行った所、気泡は確認できなかった。波形のグラフでは、第 1 波の負圧部において圧力変換器の ch2 が最低で $P=-10(\text{m})$ をマークしており、やや誤差があるがこの時間での ch1 の圧力波形は ch2 と重なりながら圧力水頭が $P=-10$ 近くをマークしている。第 1 波の負圧部では、気泡が発生する $P=-10(\text{m})$ を圧力変換器 ch1, ch2 共にマークしている。この事から水撃不圧部において気泡が発生する最も低い $V=0.118(\text{m/sec})$ であると思われる。



T=0.2580(sec)

図 2-2 流速 0.110(m/sec)での水撃負圧発生時

図 2-2 とグラフに関するコメント

管上の白い点は動きが無い事から撮影ライトの光が管の小さなキズに反射したものと思われる。グラフでは圧力変換器 ch1, ch2 共に圧力水頭が $-10(\text{m})$ 近くをマークし、気泡が発生していない事から圧力水頭は $-10(\text{m})$ に満ちていないと思われる。

4. 結論

流速 $V=1.0(\text{m/sec})$ から $V=0.0(\text{m/sec})$ まで流速を変化させて水撃圧と気泡に関する実験を行い、結果として管内の流れに気泡が発生する最も低い流速は $V=0.118(\text{m/sec})$ である事が解った。

5. 参考文献

米森康栄、河野幸夫：水撃不圧部における気液混相流に関する研究、東北学院大学工学部土木工学科、卒業論文、2003