

遮断弁及び逆止弁による水撃圧の抑止についての検討

東北学院大学 工学部

学生会員 ○遠藤 譲

正会員 河野 幸夫

1、実験目的

管路内に水が流れている場合に急激に弁を閉鎖すると管路内に急激な圧力上昇が生ずる。これを水撃圧という。この水撃圧とは非常に大きな圧力であり、発生した場合には水道管などが損傷、破損することもある。

この実験では圧力変換器、動歪計、パソコンを用いた水撃圧計測システム使って圧力波形を得ることができる。私の実験では、遮断弁に抑止装置を用いて水撃圧を抑止することや逆止弁により水撃圧を抑止することが研究目的である。

- 1) 自然流下させた水を遮断弁により緊急断し、その時の水撃圧を調べる。
- 2) シングル式、スプリング式逆止弁を設置した管路において、水中ポンプで水を送り、ポンプ停止時の発生した水撃圧を調べる。
- 3) 2)において、ポンプ停止時の流速の変化を記録する。この流速の変化から理論値を算出して、実験値と比較検討する。また、水撃圧の波形についてもグラフから検討する。

2、水撃圧とは

管路を水が高速で流れている場合にバルブを急激に閉めると、水流が持っている大きな速度水頭は圧力水頭に急変換される。このとき、バルブ部で生じた圧縮波は、縦波として管路の上流に向かって伝播し、上流の管路入り口で負の圧縮波として反射されてくる。この反射波は、バルブで正の圧縮波としてまた上流に向かって反射されるという現象を繰り返す。この現象を水撃作用 (Water Hammer) と呼び、圧力上昇を水撃圧と呼ぶ。水撃圧が大きいと管が変形したり、場合によっては破裂し危険となる。

$$\Delta H = \frac{a}{g} \cdot \Delta v \quad (\text{水撃圧の公式}) \cdots (1)$$

ΔH : 最大水撃圧(m)

a : 伝播速度(m/s)

g : 重力加速度(m/s²)

Δv : 流速(m/s)

上式より水撃圧の理論値を算出できる。

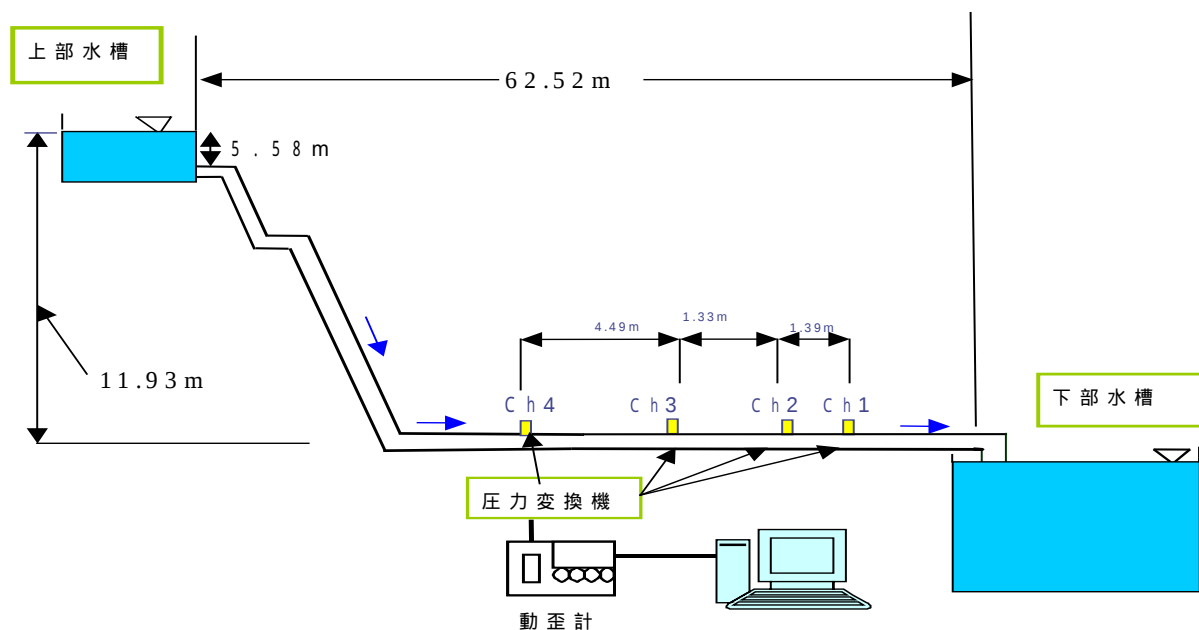


図1 実験装置図

3、実験方法

- 1) 圧力変換機を ch1 ~ ch4 (水撃抑止装置がある場合は ch1 ~ ch5 となる) の各部分に取り付け、動歪計につなぐ(写真参照)。また、電源をいれる前に圧力変換機が正確に繋がれていることを確認する。
- 2) 図1の実験装置図のように超音波流量計を設置し、ゼロ設定を行う。
- 3) 下部水槽から電動ポンプで水を上部水槽に汲み上げる。その際上部水槽の水位を一定に保つ為に、オーバーフローさせておく。オーバーフローしていることを確認し、すべてのバルブを全開に開く。
- 4) 上部水槽から水を下部水槽へ自然流下させる。
- 5) 超音波流量計で流速を測定する。
- 6) 流速が安定したら遮断弁の遮断スイッチと動歪計の計測スイッチを押す。
- 7) 動歪計で測定した水撃圧を、動歪計に接続しているパソコンで波形を見てデータを保存する。

4、実験結果

実験の結果をグラフの波形にしたものが図2,3である。

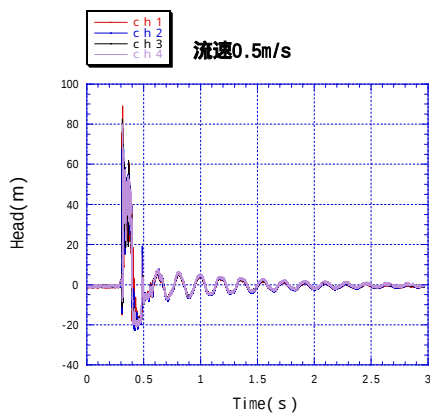


図2 緊急遮断弁で水撃抑止装置なしの波形

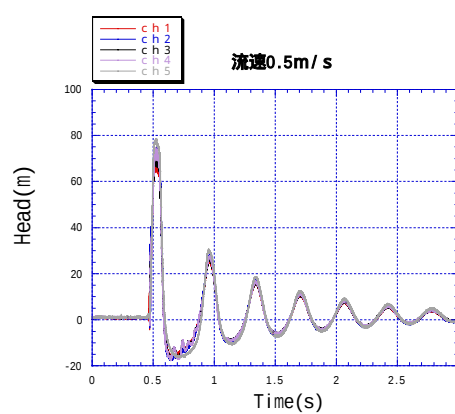


図3 緊急遮断弁で水撃抑止装置ありの波形

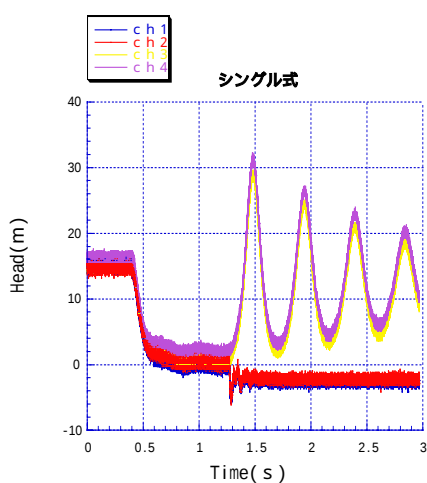


図4 シングル式逆止弁設置時の波形

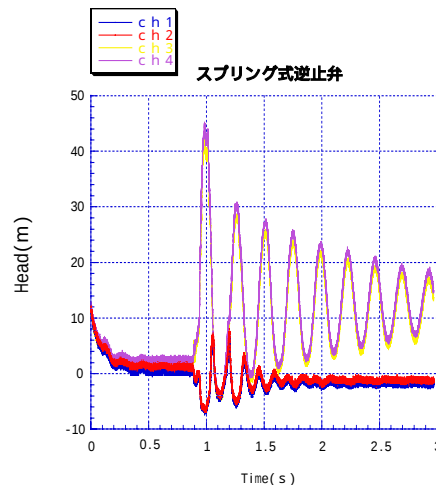


図5 スプリング式逆止弁設置時の波形

5、結論

- (1) 流速 0.5m/s において、抑止装置なしの場合は第一波の最大水撃圧が 82.472m であった。抑止装置ありの場合は第一波の最大水撃圧が 78.613m であった。
- (2) 流速変化の表より算出した水撃圧の理論値は 35.816m であり、グラフで得た最大水撃圧は 31.738m であった。
- (3) 流速変化の表より算出した水撃圧の理論値は 72.429m であり、グラフで得た最大水撃圧は 44.922m であった。

参考文献

- (1) 高橋和希、河野幸夫：逆止弁及び遮断弁による水撃圧発生と水撃圧抑止についての研究、東北学院大学工学部環境土木工学科、卒業論文、2007。