

II-102

循環式水路における水撃圧

東北学院大学工学部 学生会員○郷湖俊平

東北学院大学工学部 正会員 河野幸夫

1. 序論

本研究は、流体が流れる管路を急激に閉鎖することによって、流体の流れは、急激に断たれるか減速される。この時、流動していた流体の運動量の急激な変化によって圧力上昇が起こり、圧力波を生じる水撃現象が起こる。その水撃現象を追求するため、上部タンクから下部タンクへ水を自然流下させている管路内に電磁弁を設置し、下部タンクへ自然流下させた水を更に、上部タンクへ電動ポンプで戻すことで、循環式水路とし、弁を急閉鎖することにより水撃圧を発生させ、それにより得られた実験データを以下の項目について比較・検討する。

- (1) 水撃波形について実験値の検討
- (2) 伝播速度について実験値と理論値の比較・検討
- (3) 最大水撃圧について実験値と理論値の比較・検討

2. 実験方法

図-1、図-2は今回使用した装置であり、以下の手順を繰り返す。

- (1) 上部タンク、下部タンク共に満水にし、水位を一定に保たせる。
- (2) バルブを全開にし、電動ポンプを動作させる。
- (3) 流速は、メスシリンダーで時間を計りながら水をうけ、体積を測り、体積を時間で割り、その値を管の断面積で割ることにより測定する。

- (4) 流速測定後、実験装置につながれた機器が

正しく作動することを確認し、電磁弁を閉鎖し水撃圧を発生させる。

- (5) 発生した水撃圧は、圧力変換機から動歪計を通してオシロスコープに入力される。

- (6) オシロスコープからペンレコーダに波形をプロットする。

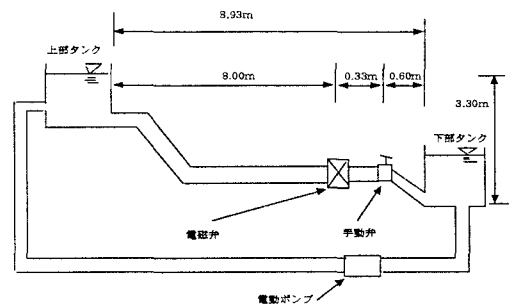


図-1 実験装置全体図

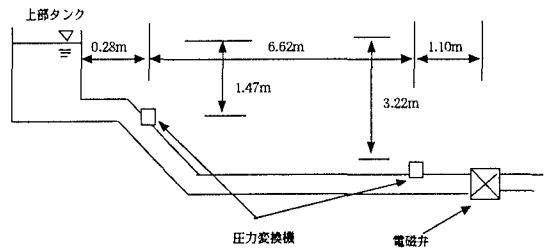
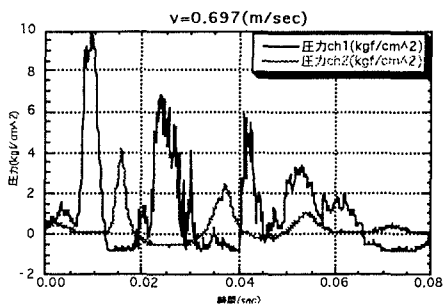


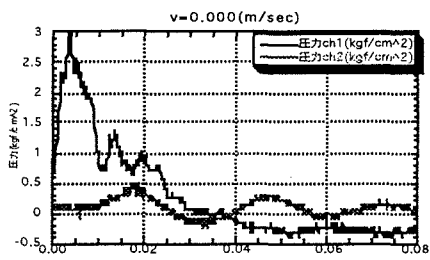
図-2 圧力変換機取り付け場所

3. 実験結果および考察

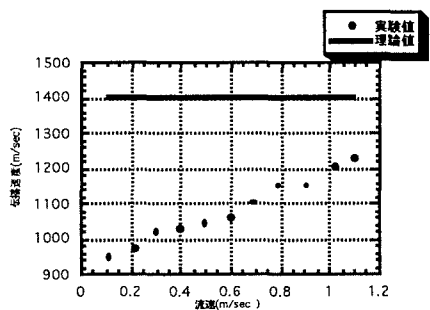
- (1) 実験の水撃圧のデータ（図-3）を見ると、Ch1とCh2の水撃圧の波形のズレが生じている結果が出た。それは流速0のときの圧力上昇（図-4）が原因であると考えられる。
- (2) 各流速における伝播速度の関係（図-5）を示す。



図—3 流速 0.70 (m/sec) の水撃圧波形



図—4 流速 0 の場合の弁閉鎖時の圧力上昇



図—5 流速と伝播速度の関係

伝播速度は Ch1 と Ch2 の圧力の上がり始めの時間の差で Ch1 と Ch2 の設置部分の距離を割ったものである。その結果、流速が上がると伝播速度も上昇した。理論値は(1)式より、

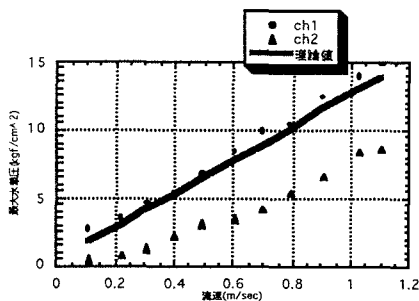
$$a = \sqrt{\frac{\frac{k}{\rho}}{1 + \left(\frac{k}{E}\right) \cdot \left(\frac{D}{e}\right) \cdot (1 - \mu^2)}} \dots (1)$$

k : 水の弾性係数 μ : ポアソン比
E : 管の弾性係数 D : 管の内径
 ρ : 水の密度 e : 管の肉厚

$a=1395.6(\text{m/sec})$ となる。

なお、(1)の結果より Ch1 の波形の立ち上がりの場所は、弁閉鎖の圧力上昇の部分とした。

- (3) 各流速における最大水撃圧の関係 (図 6) を示す。実験波形から、理論値、Ch1、Ch2 の最大水撃圧は比例関係になっている



図—6 流速における最大水撃圧の関係

4. 結論

- (1) 実験波形では、圧力変換機 Ch1 と Ch2 の波形のズレが生じていたが、弁の閉鎖そのものの動作による低い圧力上昇、また、その直後の弁閉鎖時の急激な圧力上昇により、波形のズレが生じた。
- (2) 各流速の実験での伝播速度の平均値は 1018.9(m/sec)を示しました。また、流速を速くするにつれ、伝播速度は 945.7 (m/sec) から 1225.9(m/sec)まで上昇し、理論値の 1395.8 (m/sec)まで近づくという結果を示しました。
- (3) 最大水撃圧は理論値と Ch1 の値は近い結果になりました。Ch2 の最大水撃圧は Ch1 に比べ、半分の値になりましたが、Ch1 の圧力が減衰されたと考えられる。