

II-65

水道用鋼管の急閉鎖における水撃圧の波形に関する研究

東北学院工学部 学生会員○佐藤 大輔

東北学院工学部 正会員 河野 幸夫

1. 研究目的

本研究は、実際に水撃現象を発生させて水撃圧の実験波形をとり、以下の項目について実験により得られたデータについて検討し、また理論値と比較することにより考察しながら、水撃現象の基本的な部分について学んでいくことを目的とする。

- 1) 水道用鋼管における水撃実験で得られた水撃波波形について。
- 2) 水道用鋼管における水撃圧の伝播速度について。
- 3) 水道用鋼管における水撃圧第一波最大圧力、最低圧力について。

2. 水撃圧とは何か

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が、このとき水の圧縮性を無視できない場合がある。このとき、バルブ部で生じた圧縮波は、縦波（疎密波）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。

3. 実験方法

- 1) 下部水槽から電動ポンプで水を上部タンクに汲み上げる。その際、上部タンクの水位を一定に保たせるため、オーバーフローさせておく。
- 2) 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き、下部水槽に流出させる。
- 3) 下流側についている手動弁で流量を調節し、流速を測定する。流速は単位時間あたりの流速をメスシリンダーで量り、管の内径を水道用鋼管の場合

は5.30 (cm) として計算する。

- 4) 流速測定後、実験装置につながれた記憶装置が正しく作動することを確認し、電磁弁を急激に閉鎖して水撃圧を発生させる。

- 5) 圧力変換機から動歪計を通し、オシロスコープに出力された水撃圧の波形をオシロスコープからX-Yプロッターでプロットする。

- 6) オシロスコープからGP-NETを通してパソコンに波形データを保存する。

- 7) 一連の作業を流速ごとに行う。

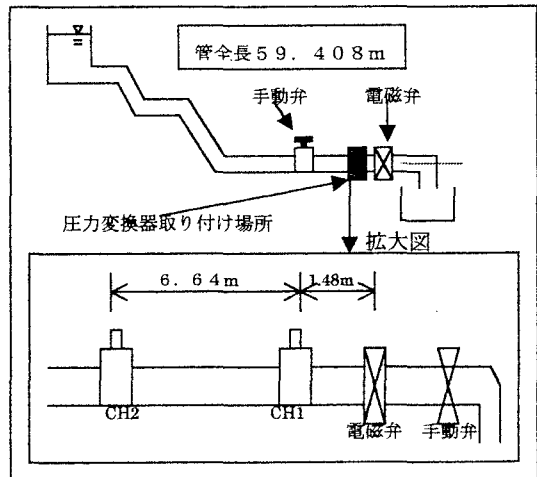
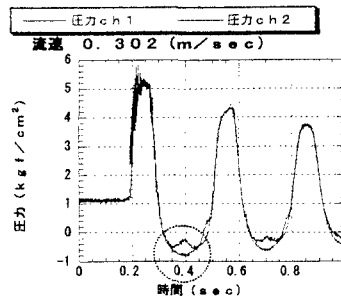


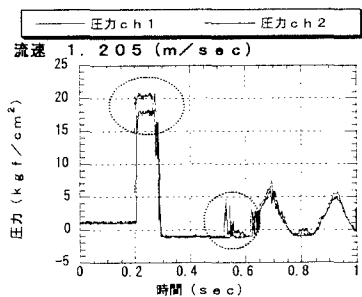
図-1 実験装置図

4. 実験と考察

- 1) 実験で得られた水撃圧波形について



(1)流速0.302(m/s)の波形



(2)流速 1.205(m/s)の波形

図-2 流速波形

図-2 は流速 0.302(m/s)と 1.205(m/s)の波形である。本実験では、流速 0.199(m/s)～1.205(m/s)の水撃圧実験波形を得た。負圧部に着目すると、波形には、少しの圧力上昇を示している。この現象は、0.302(m/s)より速い波形に見られる。また、負圧部の時間は流速が速くなると長くなることが見られる。

2)水道用鋼管における伝播速度について

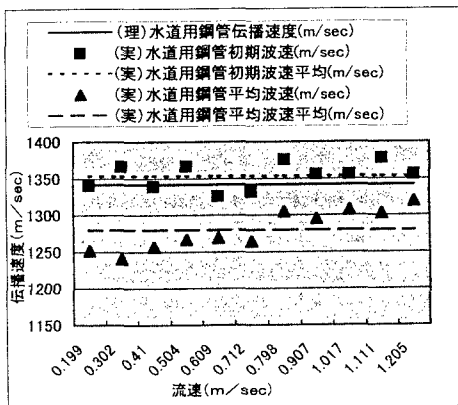


図-3 流速と各伝播速度

本実験の伝播速度の理論値は、1341.7(m/s)である。本実験の水道用鋼管初期波速は、1353.3(m/s)、本実験の水道用鋼管平均波速は、1279.3(m/s)であった。

3)水道用鋼管における水撃圧第一波最大圧力、低圧力について

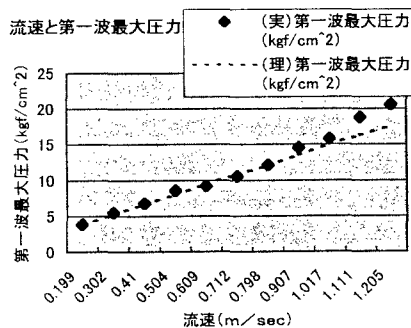


図-4 流速と第一波最大圧力

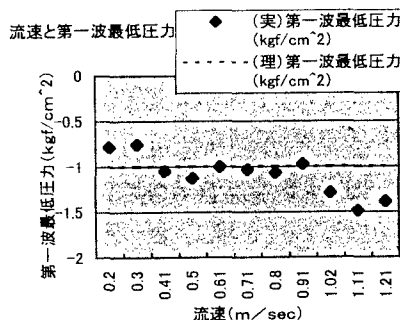


図-5 流速と第一波最低圧力

第一波最大圧力について理論値とほぼ近い値が出た。第一波最低圧力について理論値以下の値が出た。これは、誤差と考えられる。

5. 結論

- 流速が速くなるにつれ減衰が大きくなる。
- 負圧部において気泡が発生したと見られる波形が見られる。
- 実験データから得た水撃圧初期波速は、1352.3(m/s)、水撃圧平均波速は 1279.3(m/s)である。

参考文献 水撃入門 日新出版 横山重吉著