

Ⅱ－28

電磁弁を用いた急閉鎖による水撃現象について

東北学院大学工学部 学生会員○佐藤 勇樹

東北学院大学工学部 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

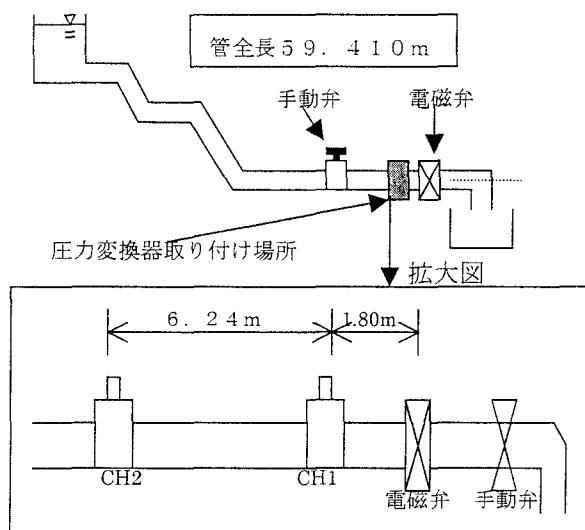
まず基本的に水撃現象を説明する。上流側に水槽があり、その水を管路で下流に自然流下させて通水している場合、下流側に取り付けられた弁を急激に閉鎖することにより、管内に急激な圧力上昇が発生する。これが水撃圧と呼ばれるものである。

弁閉鎖前の定常状態において、水圧は、動水圧で圧力水頭をあらわせるが、この弁が急に閉鎖（ Δt 秒）されることにより、水撃圧 ΔH が発生する。発生した水撃圧は、管内を圧縮しながら、毎秒約 1.3 km の速さで上流に伝わっていく。この圧力波の前面 L/a 秒かけて上部タンクに達すると、水撃圧の加わる前の段階の静水圧 H に戻りながら、同様に L/a 秒かけて下部タンクに進行する。 $2L/a$ 秒かけて下部タンクに到達した圧力波は、今度は負の圧力波 $H - \Delta H$ となって管内に引っ張りの力をかけながら、同様に上部タンクに向かって進行する。この周期を繰り返しながら減衰していく。ただし、液体は気化現象を起こさない場合にのみ

考える。

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リンドーで量り、管の内径を水道用鋼管の場合は 5.28 (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 G P - N E T 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。



図一 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

本実験では、流速 $0.10223(\text{m/s}) \sim 0.99944(\text{m/s})$ 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。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) 伝播速度について

本実験の伝播速度の理論値は、 $1342.02(\text{m/s})$ である。

本実験の伝播速度の実験値は、 $1273.71(\text{m/s})$ である。

3) 水撃圧第一波最大圧力、最低圧力について

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

- 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。
- 理論式から得た水撃圧伝播速度は、 $1342.02(\text{m/s})$ 、実験データから得た水撃圧伝播速度は、 $1273.73(\text{m/s})$ である。

参考文献 水撃入門 日新出版 横山重吉著