

II-11

急閉鎖弁遮断時の発生水撃圧と飛散速度の関連性についての研究

東北学院大学 工学部 土木工学科 学生会員○小泉 桃子
正会員 河野 幸夫

1 目的

約 12mの高さに上部水槽が設置されており、その水を管路を通して下部水槽へ自然流下させます。この時、下流側の出口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。これが水撃現象と呼ばれるものである。本研究は以下の項目について検討することを目的として行う。

- ① 緊急遮断弁、急閉鎖弁、高速遮断弁の流速 1.0(m/sec), 0.5(m/sec)、の時に、水撃圧を発生させ得られた実験波形について最大水撃圧、伝播速度について検討する。
- ② 弁閉鎖時の撮影結果から水の挙動を調べる。そして、弁閉鎖後の水の挙動から飛散速度を求め、実験波形と飛散速度の関連性を検討する。

2 実験手順

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つ為、オーバーフローさせておく。すべてのバルブを全開に開き、下部水槽に流出させる。

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。測定にはまず、電磁流量計及び超音波流量計を用いる。その後、単位時間あたりの流速をメスシリンダーで量る。管の内径を水道用鋼管の場合は、5.25 (cm) として計算する。

計算式：流量/管の断面積/水を計量した時間

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。

圧力変換器から動歪計を通し、パソコンの画面上に水撃圧の波形データを表示させ、パソコンにデータを保存する。一連の作業を3つの弁を付け替えて各弁において、流速(1.0, 0.5(m/sec))ごとに行う。

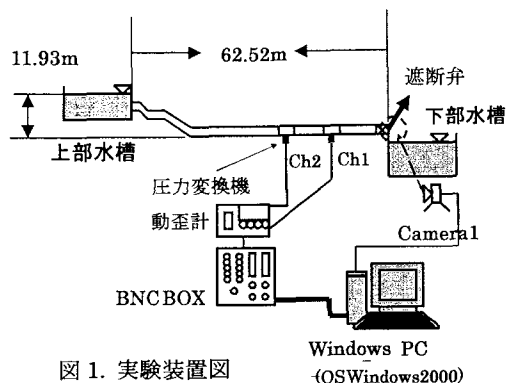


図1. 実験装置図

3 水撃圧の理論値(ジェーコフスキーの式より)

$\Delta v = 0.5(\text{m/s})$ の時の水撃圧の理論値

$$\Delta H = \frac{a}{g} \cdot \Delta v = \frac{1342.45}{9.81} \cdot 0.5 = 68.42(\text{m})$$

$\Delta v = 1.0(\text{m/s})$ の時の水撃圧の理論値

$$\Delta H = \frac{a}{g} \cdot \Delta v = \frac{1342.45}{9.81} \cdot 1.0 = 136.85(\text{m})$$

4 実験結果

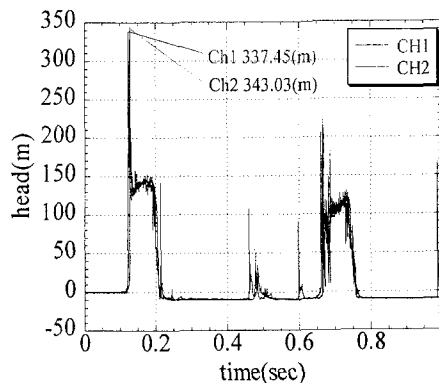


図2. 流速 1.0(m/s)の実験波形

図2は、流速 1.0(m/s)で自然流下している時に、高速遮断弁によって水の流れを急閉鎖した時に起きた水撃圧の波形である。最大水撃圧は、343.03(m)とな

った。3 で求めた理論値は 136.85(m)なので、実験値は非常に大きい事がわかる。また、緊急遮断弁、急閉鎖弁 $V=1.0(\text{m/s})$ 実験値は、理論と一致した。

4.1 実験画像 (高速遮断弁遮断時)

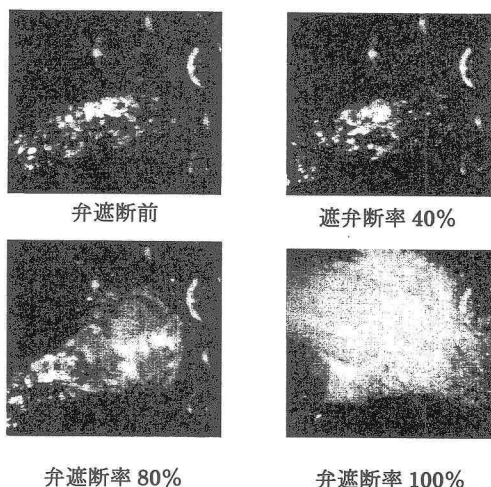


図 3. 弁閉鎖率における水の飛散

図 3 より弁遮断率 40% 付近から水の挙動に変化が起き始める。また遮断率 80% を超えると水の飛散は著しく発生する。飛散は高速遮断弁のみに見受けられ、緊急遮断弁、急閉鎖弁では起こらなかった。

4.2 水の飛散速度と飛散による水撃圧

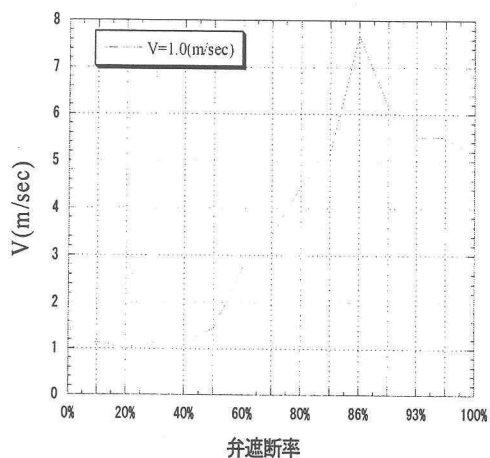


図 4. 流速 1.0(m/s) で発生する飛散速度グラフ

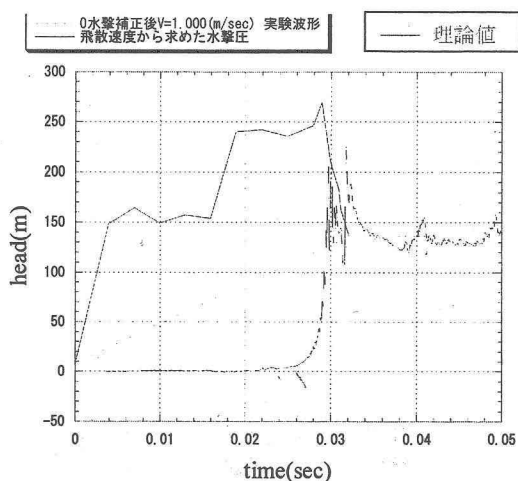


図 5. 0 水撃補正後実験値と飛散による水撃圧

図 4 は、画像から求めた飛散速度を弁遮断率ごとにプロットしたグラフである。弁遮断率 60% 付近から飛散速度が急激に上昇している。また最大飛散速度は $V=7.0(\text{m/s})$ 以上になった。図 5 は、0 水撃補正後の実験波形と飛散速度から求めた水撃圧とジェーコフスキーの式から求めた理論値のグラフである。このグラフから飛散速度による水撃圧と 0 水撃補正後実験値の最大水撃圧は高い値になり近似することがわかった。

5 結論

水撃圧は緊急遮断弁、急閉鎖弁の場合 $V=0.5, 1.0(\text{m/s})$ とも理論値と一致した。しかし、高速遮断弁の場合は $V=1.0(\text{m/s})$ 時、最大水撃圧が 343.03(m) となり理論値の 2.5 倍の水撃圧という結果になった。また、高速遮断弁の弁遮断時のみに水の飛散が見受けられた。そこで飛散が水撃圧に影響していると考え、飛散速度による水撃圧を求め、実験値と比較したところ、最大水撃圧の差が 44(m) となり近い値になることがわかった。

6 参考文献

渡辺雄一, 河野幸夫: 高速遮断弁によって鋼管内に発生する水撃波形の研究, 東北学院工学部土木工学科, 卒業論文, 2003