

II-75

高速遮断弁によって鋼管内に発生する水撃波形の研究

東北学院大学 工学部 学生会員 ○渡邊 雄一
 東北学院大学 工学部 正会員 河野 幸夫
 東北学院大学 工学部 学生会員 田嶋 大樹

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取り、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) 各流速において水撃圧を発生させ、得られた実験波形についての高速遮断弁の検討を行う。
- (2) 各流速において水撃圧を発生させ、得られた実験波形についての伝播速度の検討を行う。
- (3) 各流速において水撃圧を発生させ、得られた実験波形についての水撃圧第一波の最大水撃圧について実験値データを検討する。

2. 水撃圧とは何か

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。こういった現象を水撃現象と言う。

3. 実験手順

- 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5.25 (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、高速遮断弁を急激に閉鎖して水撃圧を発生させる。
- 5) 圧力変換器から動歪計を通し、パソコンの画面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。

- 6) 一連の作業を流速ごとに行う。

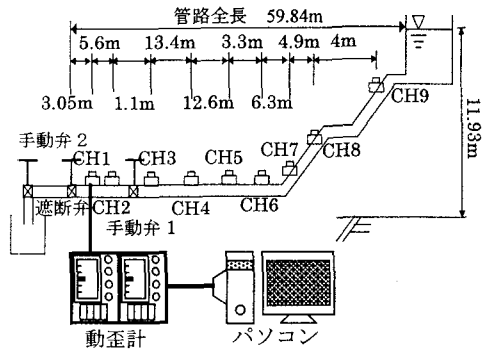


図-1 実験装置図

4. 実験と考察

- (1) 高速遮断弁について

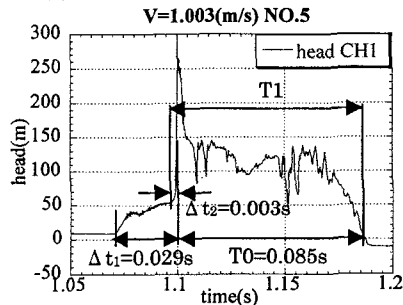


図-2 弁閉鎖時に水撃を与える時間 T1

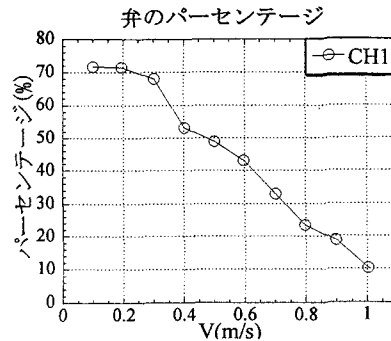


図-3 V=0.1~1.0(m/s)のパーセンテージ

図-2は弁閉鎖時に水撃を与える時間 T_1 のグラフである。図-3は $(\Delta t_2 / \Delta t_1) \times 100$ で求めた、弁閉鎖時に水撃を与えるパーセンテージとして各流速ごとに示したグラフである。

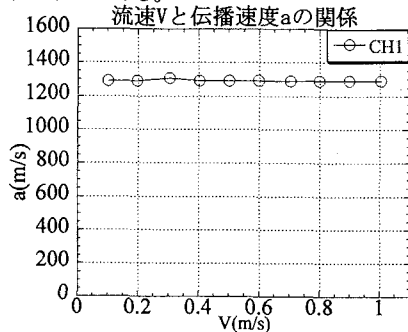


図-4 流速とV正圧部伝播速度aの関係

図-4はパーセンテージを含んだ時間で正圧部伝播速度を各流速ごとに示したグラフである。

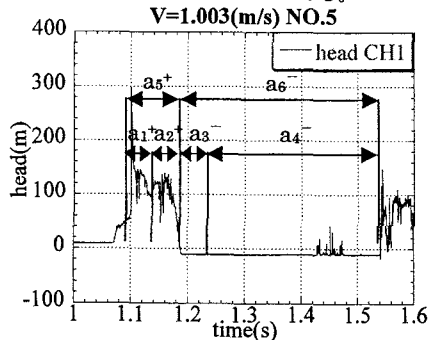


図-5 正圧部行き帰り、負圧部行き帰りの時間

図-5は弁と水槽を伝わる時間を正圧部行きと帰り、負圧部行きと帰りにわけ伝播速度を求めるグラフである。

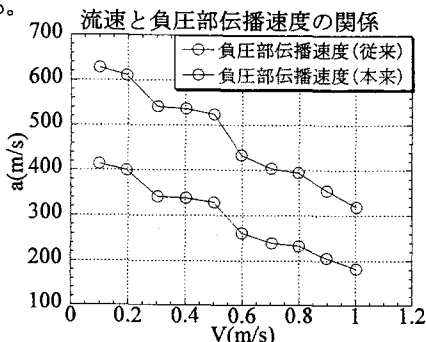


図-6 各流速と負圧部伝播速度(従来と本来)の関係

図-6は負圧部伝播速度の従来と本来の時間で各流速ごとに求め、比較したグラフである。

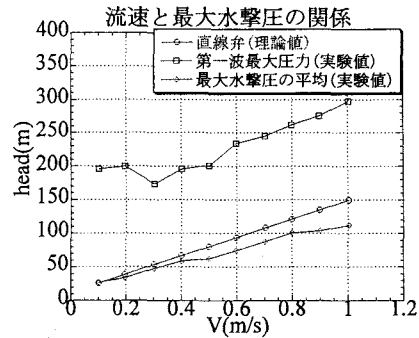


図-7 流速と最大水撃圧の関係

図-7は、最大水撃圧の理論値と平均の実験値と第1波最大圧力の関係を流速ごとに示したグラフである。

5 結論

- ・弁の閉鎖中に水撃が発生していると考え、水撃圧が発生していると思われる位置から弁が閉鎖するまでの間の時間をパーセンテージで表し正圧部伝播速度を求めた結果、理論値とほぼ同じ値を示したのでこの方法で決定した。

- ・正圧部の行きと帰り、負圧部の行きの3つの伝播速度の値がほぼ同じで、負圧部の帰りの伝播速度だけが遅い値を示した。結果、負圧部伝播速度の求め方は、正圧部が静水圧に達した位置と第2波正圧部の始めの間の時間から、正圧部伝播速度を求める時間を2で割って引いた時間が負圧部伝播速度を求める時間である事がわかった。また、負圧部伝播速度の時間を従来と本来の求め方で計算して比較したところ、本来の求め方のほうが従来の求め方より各流速で約200も遅くなった。

- ・最大水撃圧の理論値と平均の実験値を比較すると、ほぼ同じ値であった。しかし、第1波最大圧力の値は非常に高くなっている。その理由として、高速遮断弁の閉鎖する直前は流速が非常に高くなっているため、弁が閉鎖した瞬間、強い水流の勢いと共に圧力が強く発生するからである。このような場合、弁を閉める際は閉める直前は流速が倍以上に速くなるため、とても危険なのでゆっくり閉めるよう注意しなければならない。