

Ⅱ-78

鋼管パイプネットワーク内における水撃圧発生と 各管内の初期流速について

東北学院大学大学院 学生会員○守谷 知真
東北学院大学工学部 正会員 河野 幸夫

実験目的

本研究は高さ 12m 上流に水槽を設置し、そこから鋼管パイプネットワーク内に水を自然流下させているときの各管内を流れる初期流速と、通水を急激に遮断したときの突発的な圧力上昇について、実験及び理論から検討する。

- ①パイプネットワーク各管内を流れる水の初速をそれぞれ測定し、管網理論を用いて実験値の信憑性を確認する。
- ②流出パターン変更時の、各管内における水撃圧を測定し、検討する。
- ③パイプネットワークに発生する水撃圧における正圧部の伝播速度を求める。

1. 管網理論(Hardy Cross Method)

$$\sum_{i=1}^N K_i Q_i^n = 0, \sum_{i=1}^N K_i (Q_i + \Delta Q)^n = 0 \quad (1)$$

$$\Delta Q = \frac{\sum_{i=1}^N K_i Q_i^n}{-n \sum_{i=1}^N K_i Q_i^{n-1}} \quad (2)$$

初期値を実験値とし①式から②式を導き、補正値 ΔQ を求め、繰り返し計算を行い収束値を求め比較することが可能となる。

2. 実験装置及び方法

上部水槽（水面高さ約 12m）から鋼管パイプネットワーク内に水を自然流下させ、流出パターンを変えながら（計 7 パターン）、各管を流れる水の初期流速を図 2 の超音波流量計を用いて測定する（15 箇所）。また、下流に設置してある高速遮断弁を急激に遮断（約 0.015 秒）することにより、管内に水撃現象を起こし、その圧力変化を図 1 に示す計 30 箇所で測定する。

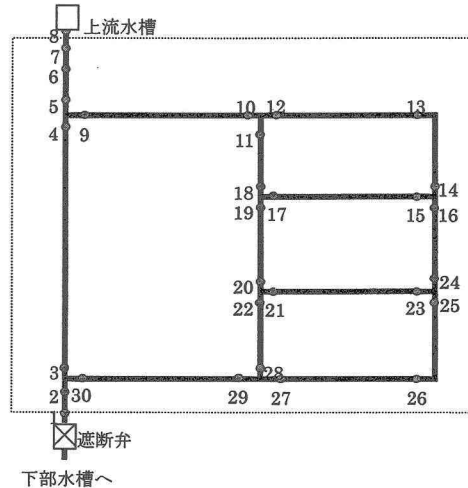


図 1 ; パイプネットワーク全体図

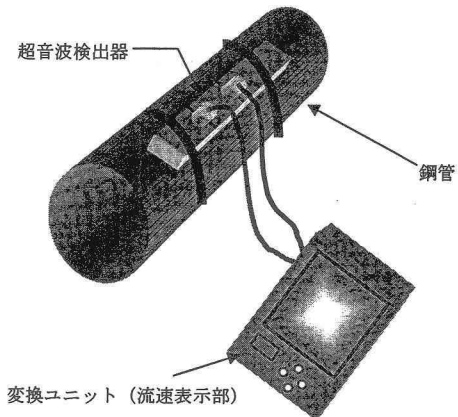


図 2 超音波流量計装置図

超音波流量計の測定原理は、鋼管の外側から超音波を発し、鋼管中を横断（通過）した超音波によって流速測定を行い、鋼管内の平均流速を捉える。このため、管の材質がライニング鋼管であったり、錆が堆積している箇所では超音波が通らなくなり、測定が不可能になる。

3. 測定結果

①流速測定結果

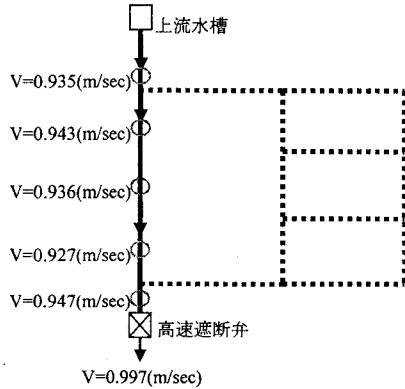


図 3； パターン 1-1 の管内初期流速模式図

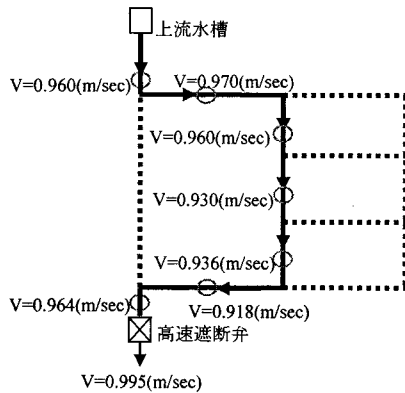


図 4； パターン 1-2 の管内初期流速模式図

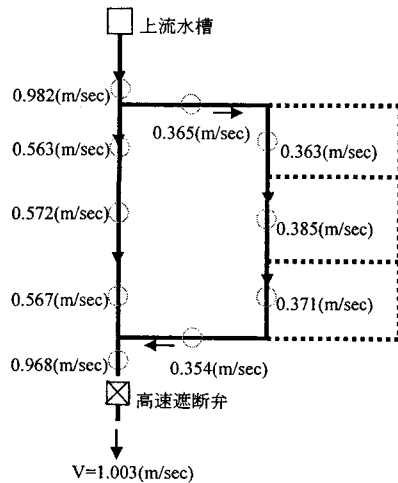


図 5； パターン 2 の管内初期流速模式図

②各パターンの伝播速度及び水撃圧の波形

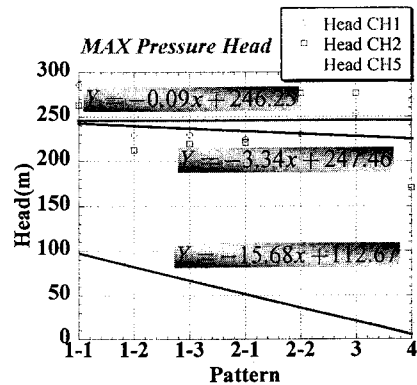


図 6； パターンと最大水撃圧の関係グラフ

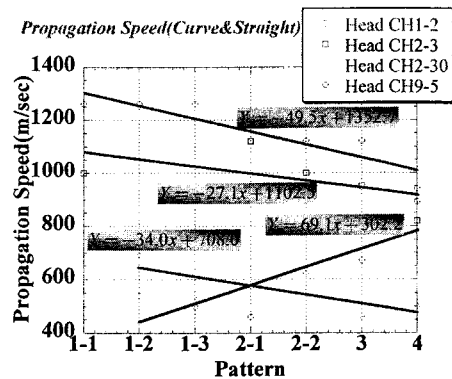


図 7； パターンと伝播速度の関係グラフ

4. 結論

- 1) 弁閉鎖前の初期流速は、実験値、理論値共に大きい差は見られなかったが、水撃圧 CH11,15,21,23 測定位置の管路では、殆ど水が動いていない死水域を確認でき、実験値とは逆に流れていることが解かった。故に、低流速での超音波流量計による測定は信憑性が低い事が解かった。
- 2) パイプネットワークにおける最大水撃圧は、測定位置が弁から離れば離れる程（上部水槽に近づくにつれ低くなり、流出箇所が増す程低下する傾向を確認した。
- 3) これまでは、曲がり等の損失では正圧部伝播速度に変化は無いと考えられてきたが、実際はその損失の影響を受け、低下していることが解かった。