

Ⅱ－2

鋼管通水経路の遮断による発生水撃圧と流速測定について

東北学院大学 学生会員○但野 和人

東北学院大学 正会員 河野 幸夫

1. 目的

日々の生活で利用している水道水はダムから複数の通水経路（パイプネットワーク）を通して供給されているが水道水供給通水経路であるパイプネットワークは、構造が複雑になればなるほどに、水が滞留してしまう管路や、常に流速が高い管路が多くなってしまい、これは管路の腐食や摩擦による管路の破壊原因となる。また、水道である程度の高い流速を保って水を流している時にバルブを急激に閉鎖するなどという水の流れを急激に止める時に発生する圧力を水撃圧と呼ばれる。この突発的な圧力上昇による水撃圧は管路破壊原因にもなる。本研究目的は鋼管通水経路上での流速と水撃圧の作用の仕方を明らかにする事である。

2. 実験手順及び実験装置図

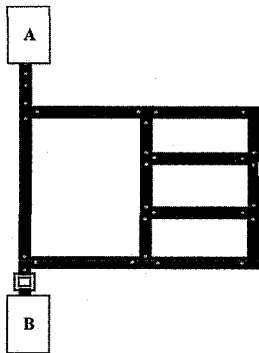


図1 実験装置模式図

上の図1は実験装置の模式図である。この模式図を見ながら実験装置と実験手順について説明する。この図1にあるAは上部水槽で、Bは下部水槽で、A-B間にあるのが実験装置（パイプネットワーク）である。上部水槽は実験装置の約12mの高さに設置してある。実験手順はまず上部水槽をオーバーフローして、流量を一定にさせる。そして、上部水槽からパイプネットワーク、下部水槽へと水を自然流

下する。下部水槽付近にあるバルブをひねり一定の値（本研究は1.0m/s、0.5m/sに定める）に近い値を出した後に手動計測によって微調整をし、許容範囲である $\pm 0.003\text{m/s}$ まで値を合わせ、パターンS1（直管路）、S2（単管小回り管路）、S3（単管大回り管路）、D1（並列小回り管路）、D2（並列大回り管路）、T1（三本並列管路）、A1（複合管路）、凹と凸（単管変形管路）の9種類それぞれ異なった位置で超音波流量計により各々の位置の流速を測定する。ここで超音波流量計の説明をする。図2は測定の様子である。超音波流量計はいくつか特性や使い方が異な

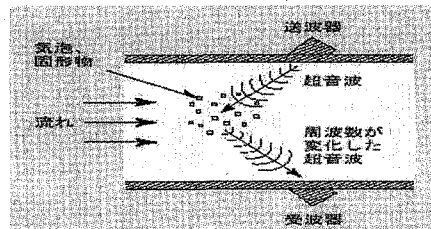


図2 超音波流量計の測定の様子

るものがあるが、管内のゴミや気泡を超音波で拾いそれを利用して測定するものがドップラー効果による流量計である。ドップラー効果とは、音の発生源が観測者に対して近づいたり遠ざかったりしたとき、見かけ上音波の周波数が変化する現象である。今回の実験ではこの形式を用いている。この超音波流量計により流速を記述したあとに下部水槽付近に設置してある緊急遮断弁を閉鎖して、その時に発生する水撃圧を下部水槽付近にある動歪計（管路上に設置してある圧力変換機からコードを伝って圧力のデータを最大CH1～CH30の30ヶ所の圧力水頭を集計できる装置）によりサンプリングする。そのデータをグラフ化した物を見て検討し、データを保存するというのが実験手順の流れである。



図3 動歪計写真

3. 実験結果

実験で得た波形を理論値と比較し、検討する。図3はS1(直管路)の1.0m/sでの水撃圧の波形と理論

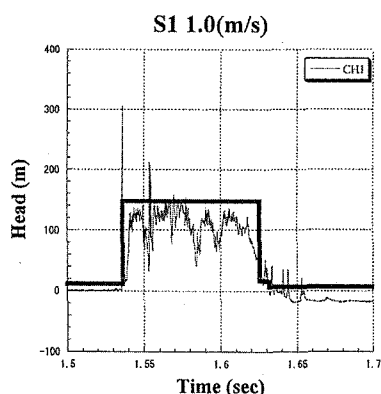


図4 実験波形例

値とを比較した実験例である。多少の減衰は見られるがほとんど理論値に合った結果だと分かる。S1は曲がり一つも無い経路であるから理論値と合った結果が出る。また図4のD1(並列小回り管路)の1.0m/sとS1を比べると水撃波形(水撃圧)に乱れと圧力の減衰が見て取れる。ある場所では100%以上も減衰している所もある。D1は曲がり四つあり、その曲がりによる反射波の影響によりこの様な波形が出ると考えられる。

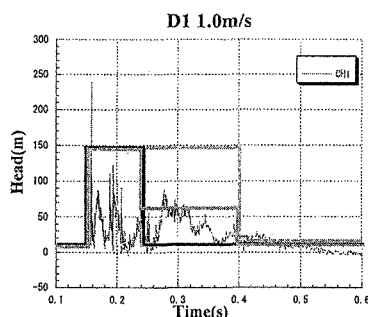


図5 実験波形例

4. 結論

水撃圧第一波正圧部の細かい箇所に着目して分析を行った結果、直列管路における水撃圧伝播速度は、曲がりを経ることにより減速することが明らかとなった。また、緊急遮断弁から管網部に差し掛かるまでの直列単管路での伝播速度は殆ど減衰せず、CH2~CH30間の曲がりを経た伝播速度は、通水距離及び曲がりの数が増す程減速が著しいことも同時に明らかとなった。最下流部から最上流部間の伝播速度分析を行った結果、パターンS-1以外の曲がりを持つ通水パターンでは非常に遅く、中でもパターン凹-1が最も低速である。しかし、通水距離が短いパターンS-2よりもパターンS-3の方が速くなっているが、曲がり~曲がり間の距離が短い程、水撃圧のぶつかり合いが増すために減速してしまうことが解明された。

参考文献

- 守谷知真：パイプネットワークにおける初期流速と水撃圧に関する研究、東北学院大学工学部工学研究科土木工学専攻、修士論文、2004
- 八馬巧：9種の通水経路を持つパイプネットワークにおける流速測定と発生水撃圧について、東北学院大学工学部土木工学科、卒業論文、2004