

水撃圧伝播の視覚的表示 Visual expression of water hammer

中村和正*・土肥諭志**
NAKAMURA Kazumasa and DOHI Satoshi

1. はじめに

水撃圧の説明には、上流に水槽を持つ均一な口径のパイプラインで、末端のバルブを操作するといった単純なモデルが用いられることが多い。しかし、現実には、必ずしも末端だけにバルブがあるわけではなく、多様な配管に多数のバルブ・給水栓が設置されているのが一般的である。このような一般的な事例では、最大の水撃圧が発生する場所は、必ずしも閉塞したバルブ地点とは限らず、その発生場所を想像することは難しい。

現在では、パーソナルコンピュータでも複雑なパイプラインの水撃圧を数値計算で計算することができるから、その計算結果の表示を工夫することによって、水撃圧の伝播の様子を容易に理解することができる。この報告では、著者らが、現場技術者に対して実験結果を説明する際に用いた水撃圧伝播の表現の試みについて述べる。

2. シミュレーションと結果の表示

(1) 解析対象パイプライン

解析対象パイプラインは図-1のようなものである。配管は分岐のない簡単なものであるが、上流端は圧力タンクを持つポンプ場または水面積の広い水槽を想定する。管径は下流ほど細くなっている、

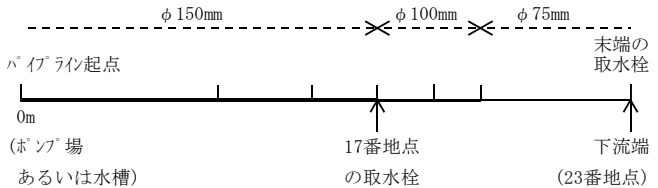


図-1 解析対象パイプライン

取水は末端取水栓のバルブあるいは途中の取水栓に接続した大型の散水機で行うことを想定する。これは著者らが水撃圧を実測した実在のパイプラインをもとにしたモデルであり、実測値との比較によって、シミュレーション手法¹⁾の適用性を別途確認した。

(2) パイプライン途中からの散水停止の場合

図-2は上流端を水槽とし、17番地点の取水栓に接続した散水機で $0.005\text{m}^3/\text{s}$ の散水を行っている状態から、標準的な速さで散水を停止した場合の水撃現象である。シミュレーションでは420秒間の水撃現象を計算した。散水機は288秒時点から約38秒間で全閉した。全閉直後の326.2秒時点で17番地点に生じた高圧部は、上下流の両方に伝わり始める(326.6秒時点)。下流側に伝わった水撃圧は327.8秒時点で末端に到達する。管路の途中で接続した散水機の操作による水撃圧の最大値が、管路末端で生じることが理解できる。

* (独)北海道開発土木研究所：Independent Administrative Institution, Civil Engineering Research Institute of Hokkaido, **北海道開発局網走開発建設部：Abashiri Development and Construction Department, Hokkaido Regional Development Bureau, キーワード：水撃圧, パイプライン

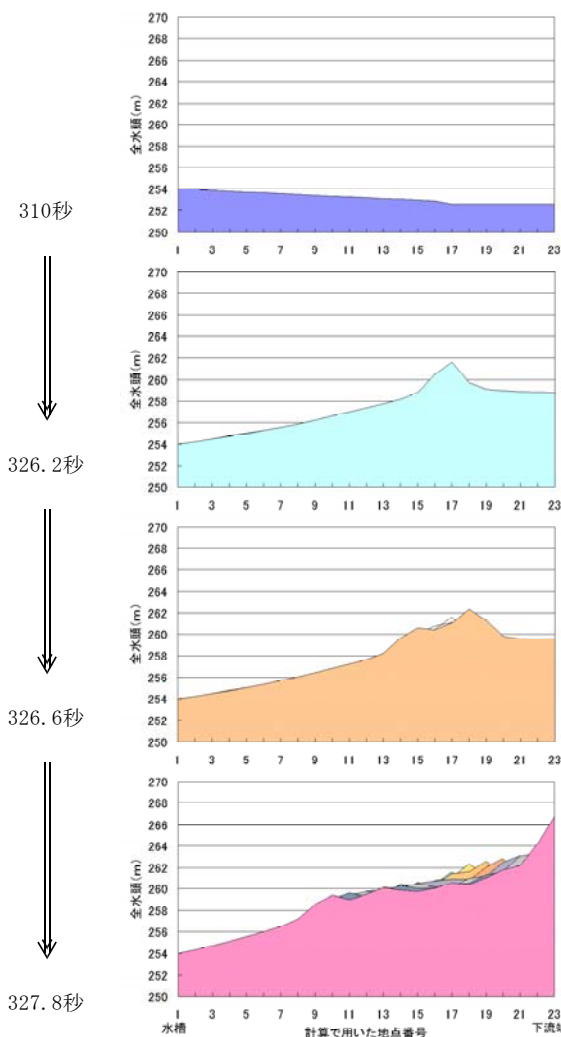


図-2 パイプライン途中で流量変化が生じた場合の水撃現象

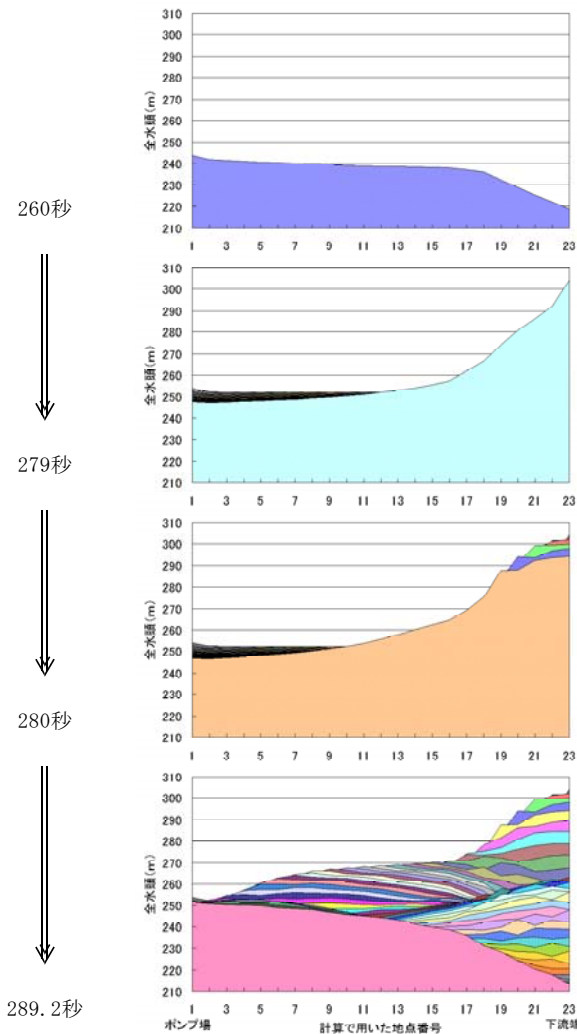


図-3 パイプライン末端で流量変化が生じた場合の水撃現象

(3) 内径が均一でないことの影響

図-3は上流端を圧力タンクのあるポンプ場とし、末端の取水栓から約 $0.006\text{m}^3/\text{s}$ の取水を行い、これをボールバルブの全閉によって停止した場合の水撃現象である。420秒間の現象をシミュレーションしており、バルブは270秒時点から10秒をかけて全閉した。

バルブ閉そく途中から下流側の圧力が急激に高まり、末端では最高で水頭にして約50mの水撃圧が生じている。これがこのバルブ全閉による最大水撃圧である。

図-2、図-3ともに過去の一連の圧力分布が残されているので、図-3の289.2秒時点で着色部の上縁をなぞれば、このバルブ操作によって生じる各地点の最大全水頭分布を知ることができる。最大全水頭分布は、管径の変化点に対応した場所で段差を有するような形状になっている。

5. おわりに

現場技術者への説明では、図-2、図-3を動画に編集したものを用いた。このような表現方法は、給水栓を慎重に操作する必要性を農家へ指導する際にも活用できる。

参考文献 1) 吉野秀雄・栗田吉晴：管水路（パイプライン）の設計手法（その5）－中心差分法を用いたパイプライン非定常水理解析－、ARIC情報 No.42、pp.5-22（1996）