

水撃圧波形を利用した漏水検知手法の現場適用技術の開発

Development of practical application in actual irrigation scheme thorough Leakage Detection Method by Water Hammer Wave

清水 拓哉*・加藤 亮*・福重 雄大**

Takuya SHIMIZU・Tasuku KATO・Yudai FUKUSHIGE

1. 背景

農業用管水路の大半は高度経済成長期に整備されたため、老朽化が進み、漏水による突発事故が増加している。漏水は地中で起こるため目視による点検が難しいが、いったん大量に漏れると道路の不通や用水の不足などが問題となる。そこで、漏水が少ない段階でも検知しうる、簡便かつ高精度な漏水検知手法が求められている。そこで、浅田ら(2018)は下流制水弁を急閉鎖させ、管内に水撃作用による大きな圧力上昇を起こし、漏水による圧力変化量を捉えることで漏水検知を行う方法を開発した。しかし、急閉鎖はバルブの操作性や管体負荷の観点から現場への適用は難しい。以上から、本研究では、水撃圧波形を利用した漏水検知手法について現場に適用できる制水弁の操作方法である完全緩閉鎖・部分急閉鎖を導入し、圧力波形の変化及び反射波の大きさから漏水検知能力について評価することを目的とする。

2. 実験方法

実際の農業水利システムを参考に構築された Fig.1 のような実験装置を用いて実験を行った。管内の圧力伝播速度は実測と理論式より約 1310m/s と分かっている。漏水部はバルブを取り付けた漏水孔とそれにチューブをつなげて漏水を再現しており、チューブの出口は漏水孔と同じ高さに固定している。漏水量はバケツとストップウォッチを使って測定、管内の圧力はセンサーとロガーを用いて計測した。装置では、コンプレッサーで圧力タンクに圧力をかけた。また、管路に水を流した。手動弁であらかじめ約 6.0L/s になるように流量を設定した。条件に合う漏水量となるようにバルブを調節し、漏水量をバケツとストップウォッチを用いて 3

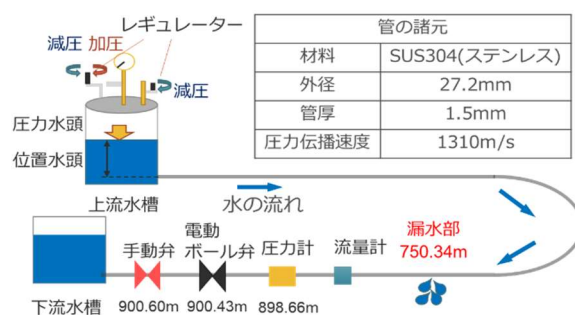


Fig.1 実験圧力管水路の概要
Experimental pressure conduit

Table1 実験条件 experimental conditions

Case	1	2	3	4
閉鎖方法	完全急閉鎖	完全緩閉鎖①	完全緩閉鎖②	部分急閉鎖
漏水量(L/s)	0.052	0.052	0.054	0.051
閉鎖前幹線流量(L/s)	0.100	0.100	0.102	0.105
閉鎖後幹線流量(L/s)	0.000	0.000	0.000	0.060

*東京農工大学 Tokyo University of Agriculture and Technology,

** (国研) 農研機構 農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード：漏水検知, 圧力変動, ストックマネジメント

回測定した。流量と圧力が安定したら、弁を閉塞し、水撃圧を発生させ、その圧力波形を測定した。ただし、完全急閉鎖、完全緩閉鎖は電動ボール弁、部分急閉鎖は手動弁を用いた。Table1に各実験条件における閉鎖方法、漏水量、閉鎖前幹線流量・閉鎖後幹線流量(いずれも漏水部より下流の流量計で測定した流量)を示し、Fig.2に部分急閉鎖のイメージ図を示す。また、完全緩閉鎖2は完全緩閉鎖1よりもゆっくり閉鎖させる。完全急閉鎖、完全緩閉鎖が通水部分がなくなるように完全に閉め切るのに対して、部分急閉鎖は通水部分の一部を閉鎖させる閉鎖方法である。漏水位置は全てのCase共通で750.34mとした。

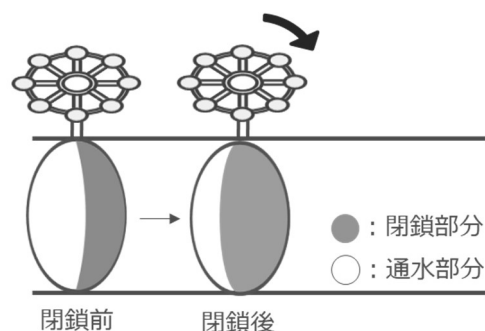


Fig.2 部分急閉鎖の説明
Illustration of Partial Rapid Closure

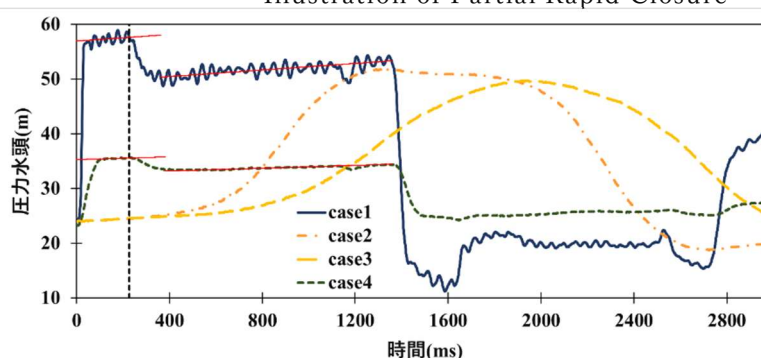


Fig.3 全閉鎖方法の圧力波形 (漏水量約 0.05L/s)

Pressure Wave of All Closure Methods (Leakage 0.05L/s)

3. 実験結果

観測点で計測した管内の圧力波形を Fig.3 に示す。上流水槽から 226ms 時点の破線は理論式から計算した漏水部からの反射波が観測点に到達した時間を表している。Fig.3 より、波形から部分急閉鎖(case4)の漏水による圧力低下は完全急閉鎖(case1)より小さくなるのが分かった。だが、部分急閉鎖において完全急閉鎖同様、漏水位置を特定できる程度に圧力低下を示すことが分かった。しかし、完全緩閉鎖1(case2)においては漏水による圧力低下が見えにくいことに加え、その位置もずれている。また、さらにゆっくり閉鎖させる完全緩閉鎖2(case3)では、圧力低下も見えなくなった。よって緩閉鎖での漏水検知は困難と考えられる。

4. 結論

本研究では、浅田らが開発した検知手法に新たに部分急閉鎖と完全緩閉鎖を導入し、閉鎖方法と検知能力の関係を求めたところ、完全緩閉鎖では検知困難、部分急閉鎖では完全急閉鎖には劣るが検知できるということが分かった。今後は、部分急閉鎖において、検知可能な漏水量の限界を明らかにするとともに、閉度と検知精度との関係について詳細を明らかにする予定である。

参考文献

- 1) 農村振興局：「農業水利施設の機能保全の手引き」-パイプライン編-の策定について p.9-p.10 2009
- 2) 浅田洋平, 木村匡臣, 安瀬地一作, 飯田俊彰, 久保成隆: 漏水中の管水路における水撃圧波形を利用した漏水位置と漏水量の推定, 土木学会論文集 B1(水工学), 74(4), pp. I_613- I_618, 2018.