

特殊形状を有した長大サイホンの実験的検証 Experimental Verification of Long Siphon with special shape

浪平篤*

○長谷川真也**

NAMIHIRA Atsushi

○HASEGAWA Shinya

川邊義裕**

持田純弥**

矢野聡恵**

KAWABE Yoshihiro

MOCHIDA Junya

YANO Satoe

1. はじめに 国営S地区の頭首工では、堰がなく自然取水していることから、上流の水力発電による河川水位の影響を受け、日変動が著しく用水供給が安定しない。現況の用水路一部は支川水が流入し、河川と利用されているが豪雨の頻発化によって用排分離が不可欠であった。このため、新たに幹線用水路（サイホン L=2.6km、φ3500mm）を整備し、取水樋管内に下流水位一定自動調整ゲートを設置して、下流 2.6km 先にあるサイホン出口の引上げ式ゲートで流量制御する水管理方式に改修予定である。本実験では、取水口より計画最大流量 12.5m³/s を通水した場合に、上流接続水路から幹線用水路、下流接続水路を経て、下流受益地へ確実に通水できる施設であることを検証とともに、水理模型実験を行い、特殊な形状の水路内の流況を調査する。

2. 検証課題 (1)サイホン上流接続水路(開渠)は、用地制約により樋管内空幅 10.6m から立坑Φ4.3m に湾曲しながら急縮されるため、偏流が生じやすく立坑内にスムーズに流入しない可能性がある。(2)下流接続水路は、用地制約により水路線形は曲線半径を設計基準¹⁾の最小曲線半径(水面幅×10倍)より小さく計画しており、S形状の湾曲区間で偏流が生じて下流工区に過度な乱れが伝播する可能性がある。(3)長大サイホンや立坑を含む複合的な水路区間で生じる損失水頭が、許容範囲を超えて設計値を上回ると、水位自動調整ゲートが対応できず、動作が不安定になる。

3. 実験方法 図-1 に実験模型の概要を示す。縮尺は 1/10 スケールとし、サイホンはアクリル管を、開水路は耐水塗料を塗った木材を用い、フルードの相似則に基づき製作した。模型は接続水路を含む全体模型とするが、実験場の広さに制限があるため、サイホンはエネルギー勾配が原設計と同一になるよう勾配を調整し、長さを 1/3 に短縮した。



図-1 水理模型概要図 Configurations of the hydraulic model

*農林水産省 農林水産技術会議事務局 AFFRC, MAFF (旧所属：農研機構 農村工学研究部門 NARO)

**サンスイコンサルタント株式会社 Sansui Consultant Co.,Ltd

キーワード：水理模型実験，管・開水路流れ

4. 実験結果

(1)上流接続水路：立坑手前の上流側では導流壁による整流効果を検証した。樋管から立坑向かって湾曲しながら急縮されるため水路中央に導流壁を設けることで安定した流れを確保した。主流線の流速に差が生じるものの、写真-1に示すように剥離、滞留といった偏流は生じることなく導水された。また、立坑内では初期充水を想定し、気泡の発生や消滅、空気溜まりの定性的な傾向を確認した。開始直後は、空水状態の立坑内に勢いよく注水され底部に叩きつけられるが、充満し始めると騒音も気泡もなくなり、安定した流れに落ち着いた。かんがい期の通水再開時は、常に充満されるため、空気溜まりによる通水障害は発生しない可能性が高いと考えられる。

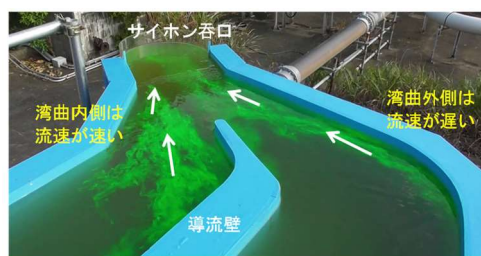


写真-1. 上流接続水路の導流壁
Guide wall

(2)下流接続水路：下流側では、写真-2のように導流壁を取り外しできるような加工し整流効果の比較を行った。その結果、導流壁を取り付けることで、湾曲部内側と外側の流速差と水位差が縮まって偏流が生じにくくなるとともに、下流水路の流況が安定した。開水路など最小曲線半径を確保できない湾曲部においては、導流壁による下流水路への整流効果は有効であることが確認された。

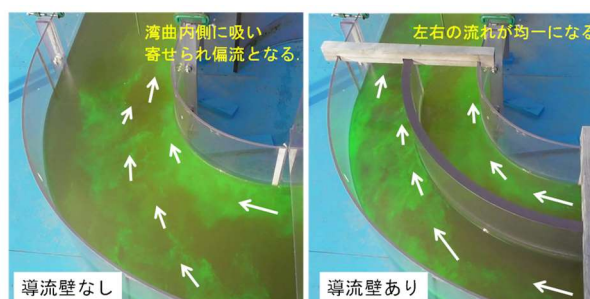


写真-2. 導流壁による流況比較
Flow comparison

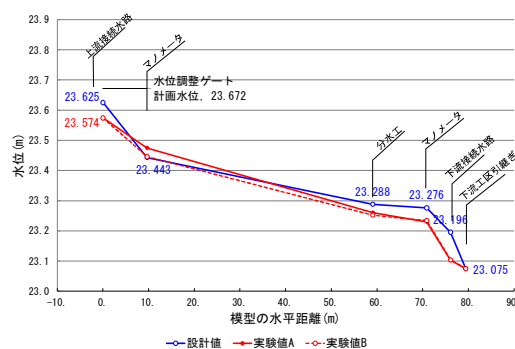


図-2. 計画最大流量時のサイホン

上下流の水頭差(原型値)

Water-level difference between the upper and lower Siphon

(3)損失水頭：計画流量を流下させた場合の取水口地点における実験値水位を図-2に示す。設計値 23.625m に対して、実験値 23.574m は原型値で 5.1mm 下回る程度であり、ゲート運用後の水面動揺の許容範囲内にあり、所定の取水量は通水可能といえる。これにより設計基準²⁾を参考に上下流接続水路や立坑、長大口径のサイホンを含む複合的な水路形式の水理計算で与えた損失水頭は妥当であったと考えられる。

5. おわりに 本実験により上下流の接続水路やサイホン断面諸元の設計で用いた水理条件の妥当性が確認され、計画最大流量に対して通水能力を有する施設であると言える。また、設計基準に基づいた一般的な設計手法に適合しない形状であっても、実験結果を通して設計の妥当性が評価された。今後は、同規模の施設設計を行う際の参考として活用して頂ければ幸いである。

参考文献 1)土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」(H26.3)

2)土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」(R3.6)