

# 自由水面を有する暗渠管が接続する管理孔部の流れに関する実験的研究

## Experimental Study on the Flow in Cross Section Changing Unit Connecting with Culvert Pipe

○藤山 宗\*・樽屋啓之\*\*・靱井和朗\*\*\*

FUJIYAMA So, TARUYA Hiroyuki and MOMII Kazuro

1. はじめに A地区では、自由水面を有する暗渠管 ( $\phi 2,200\text{mm}$ ) による排水路 ( $I=1/280$ ) の建設が計画された。同排水路区間には、堆積物の除去等の維持管理を目的とし、複数の管理孔 (内空  $B3,000\text{mm}\times L2,000\text{mm}\times H3,500\text{mm}$ ) が配置される。管理孔には、片側  $400\text{mm}$  の急拡と急縮から成る断面変化部、管理孔と上流暗渠管の平面的な取り付け角度 (最大  $11^\circ$ ) と、管理孔に接続する上下流暗渠管の敷高の差 (最大  $700\text{mm}$ ) が生じている。これらの特徴を有する管理孔では、断面変化に伴う局所流の発生により、設計洪水流量  $Q=9.425\text{m}^3/\text{s}$  の流下が困難となる水理的な問題が生じることが懸念された。以上のことから、本研究では、自由水面を有する暗渠管が接続する管理孔部を対象に水理模型実験を実施し、断面変化に伴う局所流の発生に起因した水理的な問題を把握するとともに、対策案の検討を行うことを目的とする。

2. 水理模型実験の方法 2.1 水理模型の諸元 水理模型は、実物に対し約  $1/21$  の縮尺比であり、管理孔部 ( $B=0.143\text{m}$ ,  $L=0.095\text{m}$ ,  $H=0.164\text{m}$ ) と、管理孔部に接続する上下流水路 ( $\phi 104\text{mm}$ ,  $L=5.66\text{m}$ ,  $2.00\text{m}$ ) から構成される (図-1)。上流水路の始点から  $5.42\text{m}$  地点に屈曲部があり、屈折角度  $11^\circ$  にて、上流水路が管理孔部に接続する。管理孔部に接続する上下流水路の敷高の差は  $0.03\text{m}$  である。水路勾配は、実物と同じく  $I=1/280$  である。

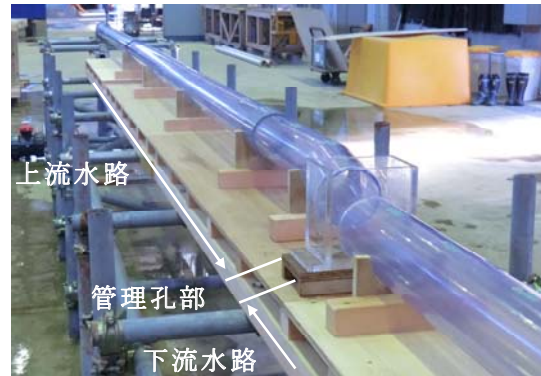


図-1 実験水路の状況  
Hydraulic model

上流水路には、流量調整用のバルブが設置されており、本バルブにより、流量の設定を行う。2.2 実験条件 本実験における流量は、フルード相似則に基づき換算した設計洪水流量  $Q=0.0046\text{m}^3/\text{s}$  を勘案し、 $Q=0.0004$ ,  $0.0009$ ,  $0.0016$ ,  $0.0030$ ,  $0.0042$ ,  $0.0053\text{m}^3/\text{s}$  の6ケースとした。下流水路終点の流況は、堰上げ無しで自由流出である。2.3 計測方法 本実験では、管理孔部および上下流水路における水深の計測と下流水路の終点における流量の計測を行った。水深の計測地点 (計測箇所) は、上流水路区間5点 (左岸、右岸にて計10ヶ所)、管理孔区間6点 (左岸、中央、右岸にて計18ヶ所) および下流水路区間5点 (左岸、右岸にて計10ヶ所) の計16点 (38ヶ所) とした。水深の計測方法は、管理孔部ではスケールを用いた手測りとし、また、上下流水路では管外面の上端から左右岸の水面位置までの周長を巻尺にて手測りし、水深に換算した。流量の計測方法は、最下流にて、ストップウォッチと秤による手測りとした。

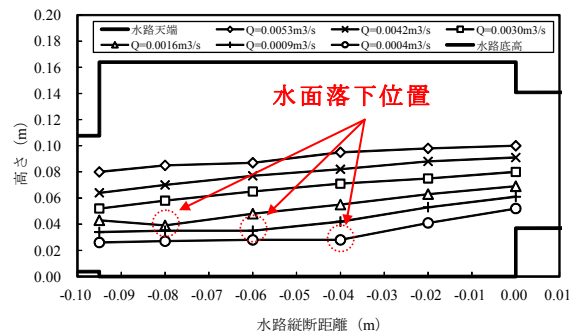
\* (株) 三祐コンサルタント Sanyu Consultants Inc. \*\* 農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, National Agriculture and Food Research Organization \*\*\* 鹿児島大学農学部 Faculty of Agriculture, Kagoshima University キーワード: 管理孔, 局所流, 水理模型実験

### 3. 実験結果と考察 3.1 現設計 図-2

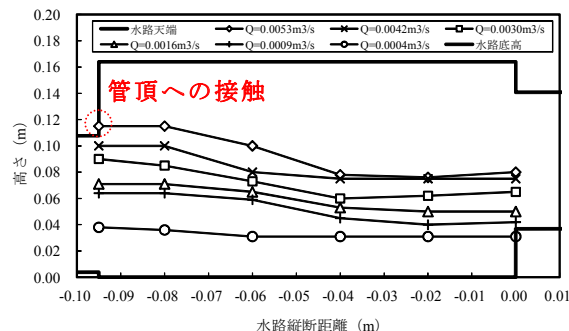
は、現設計における縦断水面形を示す。(a) 中央水位より、管理孔部では、水面落下が生じ、流量増加に伴い、明確な落水脈の形状を有する完全落下状態から、不完全落下やもぐりの状態に移行した<sup>1)</sup>。3 ケース ( $Q=0.0004$ ,  $0.0009$  (図-3),  $0.0016\text{m}^3/\text{s}$ )にて、管理孔部での水面の落水脈が確認され、流量の増加に伴い、水面落下位置は下流へと移動した。また、 $0.0053\text{m}^3/\text{s}$  のケースにて、上下流水路での水深が 8 割水深程度となり、設計洪水流量  $Q=0.0046\text{m}^3/\text{s}$  の流下が可能であることがわかった。(b) 右岸水位より、管理孔部から下流水路に移行する急縮部にて、局所流の発生に伴う波立ちが生じ、 $0.0042$  から  $0.0053\text{m}^3/\text{s}$  への移行過程にて、下流水路の管頂への流水の接触が確認された。管頂への流水の接触は、下流水路断面の一時的な閉塞を生じさせ、管理孔部にて急激な水位上昇や溢水、上流水路にて開水路流れから管路流れへ移行する水理現象を引き起こす可能性がある。また、左岸水位に比べて、右岸水位の方が、急縮部における波立ちは大きく、管理孔および上流水路の平面的な取り付け角度  $11^\circ$  が起因していることが示唆された。

### 3.2 対策案

現設計で確認された急縮部における局所流の発生を軽減するために、急拡と急縮から成る断面変化部(片側 19mm)をなくす対策案を検討した。 $Q=0.0053\text{m}^3/\text{s}$  のケースにおける右岸側急縮部の水位は、現設計  $0.115\text{m}$  (図-2(b)) に対し、対策案  $0.078\text{m}$  (図-4) となり、32%の低下が生じ、局所流の発生が軽減された。また、対策案においては、下流水路の管頂への流水の接触は、生じなかった。【参考文献】1) 農林水産省農村振興局(2014): 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」平成 26 年 3 月, 600-604.



(a) 中央水位



(b) 右岸水位

図-2 現設計における縦断水面形  
Comparison of the vertical sections of water surface in the existing design

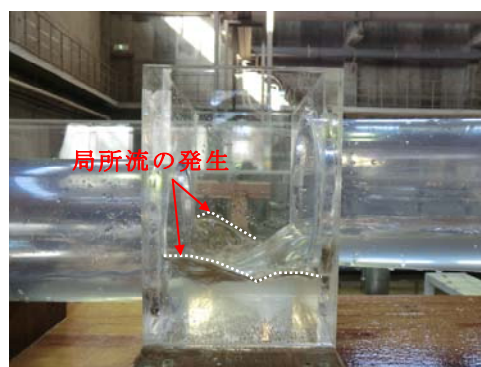


図-3 管理孔部における流況 ( $Q=0.0009\text{m}^3/\text{s}$ )  
Flow behavior in cross section changing unit

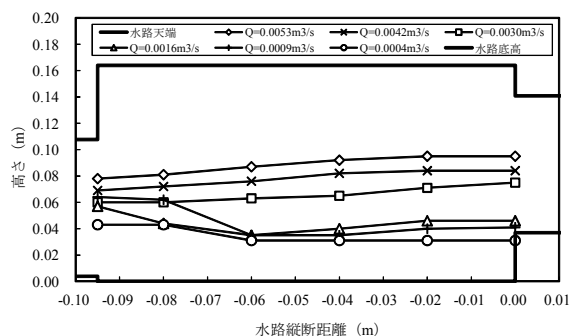


図-4 対策案における縦断水面形(右岸水位)  
Comparison of the vertical sections of water surface in the improved design