

天下溝放水工の水力模型実験

Hydraulic Model Test for the Wasteway of Tenkamizo

○大西亮一* 加藤 敬** 樽屋啓之** 中 達雄**

OHNISHI Ryouichi KATO Takashi TARUYA Hiroyuki NAKA Tatsuo

1. はじめに

兵庫県加西市馬渡谷町は天下溝と呼ばれる了徳寺池の任溝(間接流域からの集水路)が通っている。了徳寺池は享保年間(1720年代)に拓かれた青野原新田(現加東市高岡町)の主水源として建設され、貯水量は約15万 m^3 であるが、流域面積は約14haと少ないため、約160haの間接流域を持っている。天下溝は建設年代が古いため、改修工事が進められ、馬渡谷町に放水工が設けられた。しかし、放水工の落差が7mもあり、排水路に直角に放流するため、洪水時の放流操作が心配されている。このため、農業土木ハンドブック及び土地改良事業設計基準 計画「ほ場整備」の「管路式シュート工」と「放水工の合流枡」に基づいて検討すると合流枡の規模が大きくなり、現地での対応が困難と考えられる。そこで、写真1に示す水力模型実験装置を作って合流枡の適切な規模と操作方法を検討した。その結果、管路式シュート工に設けられた1段目枡と下流端の合流枡に対して新たな水理学的知見が得られたので報告する。

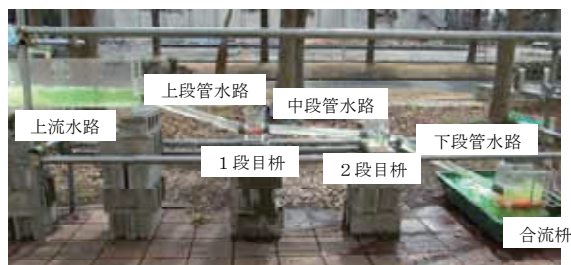


写真1 放水工の水力模型実験装置

2. 実験方法

天下溝放水工は50cmのコンクリート管を用いているので、放水工の水力模型は写真1に示す内径56mmの透明なアクリル管で製作した。このため、管水路長の縮尺は $K_l = 1/8.929$ 、管水路径の縮尺は $K_D = 1/8.929$ となる。フルード相似則で、流速の縮尺は $K_v = K_D^{1/2} = 1/2.988$ 、流量の縮尺は $K_Q = K_D^2 \times K_v = 1/238.2$ 、粗度係数の縮尺は $K_n = K_D^{1/6} = 1/1.440$ となる。

コンクリート管の粗度係数は $n_p = 0.012$ とすると、模型の粗度係数は $n_m = 0.0083$ になるが、透明アクリル管の粗度係数は $n = 0.010$ なので、少し大きくなっている。

天下溝放水工の設計洪水流量は $Q_p = 0.627m^3/s$ なので、模型の流量は $Q_m = 2.632 l/s$ となる。このため、 $Q_m=0.65 \sim 3.80 l/s$ の範囲で6ケースの流量を実験する。

実験方法は下流水槽の水の中ポンプで途中に流量計を持った送水管で上流水路へ揚水する。

予備実験結果、1段目枡が流の抵抗になることがわかったので、スムーズに流す整流工を設ける場合の実験を行う。2段目枡はスムーズに流れる。合流枡は下流端で水が跳上るので、跳上りを押さえる蓋を設置する場合と合流枡の底を5、10、15cm深くした場合及び長さを13cm長くした場合の実験をする。実験ケースは84ケースである。

3. 実験結果及び考察

(1) 1 段目柵



整流工がない場合

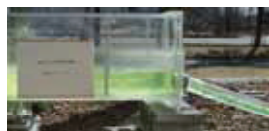


整流工がある場合

写真2 1 段目柵の流況

1 段目柵は整流工がない場合に流の抵抗が大きくなり、水位が高くなるため、柵から溢れる恐れがある。また、上段管水路へ空気の供給がなくなる。整流工で上段管水路の射流を下流へスムーズに流すと柵内の水位が低くなり、上段管水路へ空気が供給されるため、流が安定する。

(2) 上流水路



1 段目柵に整流工がない場合



1 段目柵に整流工がある場合

写真3 上流水路の流況

1 段目柵から上段管水路へ空気が供給されないと管水路の流れ脈流になる。このため、上流水路の水位は変動するが、水深は小さくなる。1 段目柵に整流工を設けると脈流がなくなるが、上流水路の水位は安定して高くなる。

(3) 合流柵

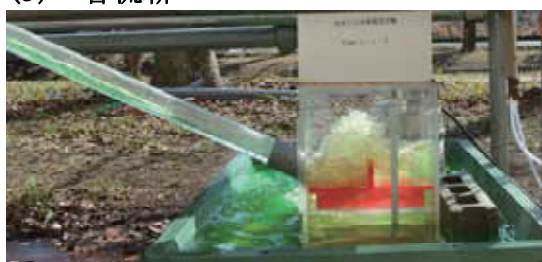
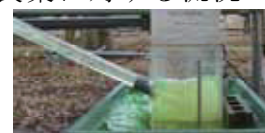


写真4 合流柵の現状モデルに対する流況

合流柵は現状モデルでは下流端で水が跳ね上がり、対岸を浸食する恐れがある。また、排水路を堰上げる危険性がある。写真5のように、対岸に幅 5cm の蓋を置くと水の跳ね上がりを押さえることができる。



写真5 合流柵の改良案に対する流況



長さは現況 長さは 13cm 長く

写真6 合流柵を 15cm 深した流況

合流柵を 15cm 深くすると下流端で水の跳ね上がりがなくなる。また、長さを 13cm 長くしても水位は変わらない。

4. まとめ

農業土木ハンドブックでは放水工は開水路を原則とし、減勢工を設けるとなっている。ほ場整備の設計基準では放水工を管水路にする場合は水深が管径の半分以下になるように規定しているが、写真1のように管水路の途中に柵を設ける場合は管水路へ空気を供給するため、写真2のように柵内に整流工を設ける必要がある。このような水理現象は中の研究によって急流水路に対する設計要件になっている。

合流柵は減勢工の兼ねるがほ場整備の設計基準で規定する長さが現状の3倍程度になるため、写真5に示す下流端に蓋をすることを提案する。写真6のように合流柵を深くすると減勢効果が高いが、平常時に落ちて溺れる危険性がある。

参考文献

- 1) 大西亮一；ARIC 情報 No.90、2) 農業土木ハンドブック、3) 土地改良事業設計基準計画「ほ場整備」、4) 土地改良事業設計基準設計「ダム」、5) 中達雄；農工研報告 30 号