

長殿地区河道閉塞排水路工に関する水理模型実験

国土交通省近畿地方整備局 紀伊山地砂防事務所 桜井亘 ○大山誠[※]
 京都大学大学院農学研究科 水山高久
 (株)建設技術研究所 長井斎 岸根泰三 柳崎剛 丸田隆一郎
 (一財)砂防・地すべり技術センター 池田暁彦 西尾陽介
 協和設計株式会社 西岡孝尚 南部啓太 (※現 近畿地方整備局)

1. はじめに

2011年9月、台風12号により大規模な河道閉塞が形成された奈良県十津川村の長殿地区では、越流による河道閉塞部の侵食を防止する対策工事が行われている。計画では、閉塞部の標高を切り下げ、背後の湛水池を埋め戻した後に排水路工を整備し、閉塞部の脚部には閉塞部の固定と排水路工を高速で流下する流水の減勢を兼ねた砂防堰堤を整備することとしている(図-1、2参照)。

しかし、河道閉塞部斜面の排水路工は落差が約80mと大きく、斜面部の勾配は1/2.5と急峻で、設計上の平均流速が18~19m/secと高速であることから、偏流による外湾側の水位上昇に加え、衝撃波の発生による護岸溢水の可能性が予想された。

過去、このような条件下で砂防施設の水理模型実験を実施した事例が無いことから、長殿地区の河道閉塞部を対象とした水理模型実験を実施し、新たな知見を得たので報告する。

2. 実験の着眼点と予想される現象

設計計画案について、予想される下記の現象に着目し、対策工の効果の確認と構造検討の留意点を明らかにするため実験を行った。

- 着眼点①**：斜面部の排水路工を高速で流下する湾曲部の水位上昇高と流況の確認
- 着眼点②**：偏流状態で減勢工に突入した場合の減勢工の効果と流況の確認
- 着眼点③**：減勢工の堆砂状況の違い(未満砂と満砂)による減勢効果と流況変化の確認
- 着眼点④**：副堰堤工～垂直壁間の側壁取り付け形状と流況の確認
- 着眼点⑤**：排水路工クレスト部(水路勾配変化点)における負圧発生の確認



図-1 長殿地区対策施設イメージ図

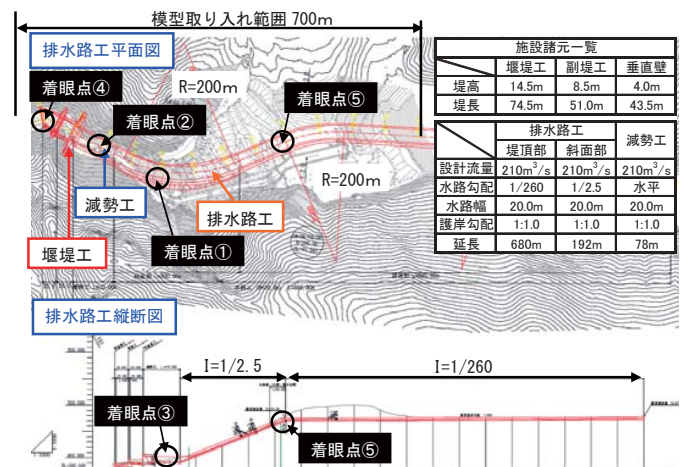


図-2 排水路工計画案の平面・縦断図

3. 水理模型実験

3.1 実験条件

- ①模型縮尺：S=1/60 ②相似則：フルード相似則
- ③模型取り入れ範囲：図-2に示す700m(模型延長約11.7m)区間
- ④実験ケース：7ケース ⑤対象流量：5流量階 210m³/sec(1/100年)、160m³/sec(1/5年)、110m³/sec(1/2年)、70m³/sec、40m³/sec

3.2 実験結果

3.2.2 排水路工湾曲部外湾側の水位上昇高について

外湾側の水位は、上流のBC点を基点として30°~35°附近で最も高くなる。予想された衝撃波の発生が確認されたが、水位上昇高は設計値(ナップ式)とほぼ一致している。

特徴的な現象は、図-3、写真-2に示すように流れが左岸側に集中的に偏っており、中央から右岸側はほとんど水

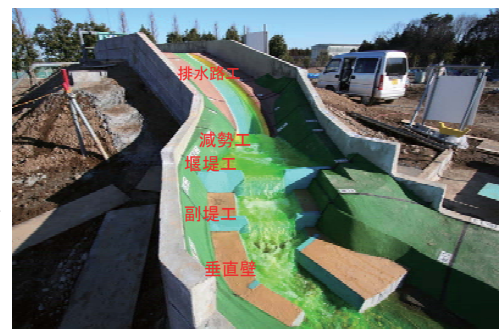


写真-1 長殿地区の実験模型

が流れていない。そのため、外湾側の護岸法面を最大流速 20m/sec (フルード数 8.9) の高速で流下するため、流速に耐えられる護岸構造の設計が必要であることを確認した。

3.2.2 偏流に対して必要な減勢工の規模について

流れが偏流した状態で減勢工に突入すると、減勢工内で激しい渦流が発生する。渦流が発生しても、設計計画案の減勢工の長さ 70m と深さ 10m であれば、堰堤工水通し部の流れは安定する。

しかし、これよりも長さが短いと渦流の影響が堰堤に及ぶため、袖部の溢水等の問題が生じることから、設計計画案の堰堤サイトは適切であることを確認した。

実験では、流れを平均化させて減勢工に突入させた条件での検証を試みた。その結果、減勢工の渦流は消え、設計計算上の減勢工の規模 (長さ 39.8m、深さ 6.7m) で減勢できることと、地形模型 (湾曲部) を取り入れた実験の有用性が確認できた。

3.2.3 減勢工の堆砂状態と流況の変化について

減勢工は、未満砂の状態ではウォータークッション、満砂の状態ではサンドクッションとして機能することになり、一般的にはサンドクッションの方が減勢効果が高い。しかし、長殿のように偏流した状態で減勢工に突入すると、減勢工内で激しい渦流が発生し、満砂状態の方が未満砂状態に比べて水面の動揺と流況の乱れが大きくなり、流況が不安定になることが解った。

3.2.4 副堰堤工～垂直壁間の側壁の取り付けについて

設計計画案では、垂直壁で軸方向を変えて下流河道の方向に合わせているため、副堰堤工の水通し断面を基準として投影面積を比較すると垂直壁の投影面積が小さい。そのため、水位上昇による袖部の溢水が確認されたが、垂直壁の水通し断面の拡幅と袖部が河道に突出しないように側壁を取り付けることで袖部の溢水が解消されることをが解った。

3.2.5 排水路エクレスト部の負圧発生について

流量 160m³/sec (1/5 年) までは負圧は発生しないが、210 m³/sec (1/100 年) では -0.3m の負圧が発生する (図-4 参照)。多目的ダムでは負圧 -3.0m までは許容範囲とされているが、クレスト部を半径 5.0m の曲線にすることで負圧の発生が解消されることを確認した。このため、他の地区においても同様の対策を行うことで負圧の発生によるコンクリート破損のリスクが軽減できる。

4. おわりに

本実験は、大規模深層崩壊によって河道閉塞した規模の大きい赤谷地区、長殿地区、栗平地区、熊野地区、北股地区の中から、斜面部の排水路工に曲線部が入る長殿地区を対象に実施し、以下の知見を得た。今後は、これらの知見を活かし、類似の条件下で対策を行う際に反映していきたい。

- ①減勢工の規模を決定するにあたっては、流れが偏った状態での突入が予想される場合には、偏流の程度を考慮して流入条件を設定するか水理模型実験により規模を決定することが望ましい。
- ②斜面勾配 1/2.5、最大流速 20m/sec (フルード数 8.9) の射流領域の条件下では、側壁護岸から衝撃波が発生して水面の一部が盛り上がる現象が確認されたが (図-3 参照)、ナップ式は遠心力による水位上昇と衝撃波を考慮した式であり、実験結果とも近似していることから、水位上昇高の算定に適用できることが確認できた。
- ③減勢工は、一般的には未満砂状態のウォータークッションよりも満砂状態のサンドクッションの方が減勢効果が高いが、偏流状態で突入する条件では渦流が発生して流況が不安定になる場合があることが実験で確認されたことから、維持管理の際には留意すべき課題であることが確認できた。

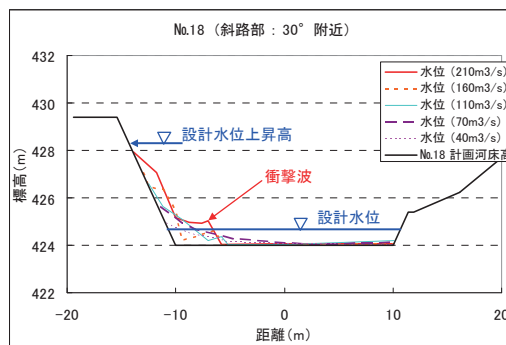


図-3 湾曲部 30° 附近の水位断面図

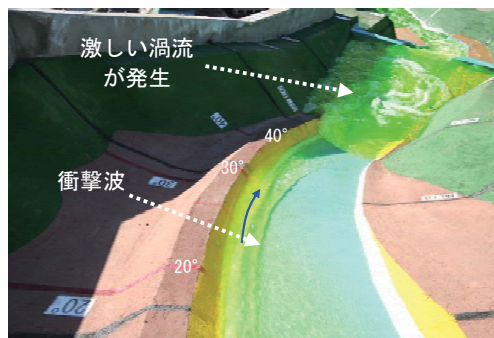


写真-2 排水路工湾曲部の偏流状況

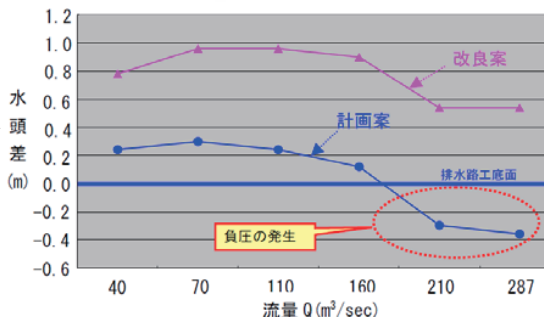


図-4 排水路エクレスト部の負圧発生状況