

水制の透過性が水制周辺の洗掘および各種水理量に及ぼす影響

岡山大学大学院博士前期課程 学生員 ○上間 矢次

岡山大学大学院博士後期課程 学生員 Tomasz Mioduszewski

岡山大学環境理工学部 正会員 前野 詩朗

1. はじめに

水制は、その水はねと流速低減効果により洪水流を制御し、堤防への衝撃を緩和するために設置される水理構造物である。さらに、川の流れを多様に変化させることも可能であり、豊かな景観を創造することができる水制は、近年の多自然型の川づくりが叫ばれる中で重要な存在である。一方、水制先端部の河床で洗掘が生じ、水制

そのものが流失してしまうという欠点もある。しかし、河床の洗掘を考慮した具体的な水制の設計法は未だ確立しておらず、経験則に依存しているのが現状である。これまでも水制周辺の洗掘に関わる水理特性を明らかにするために多くの実験がなされているが、その殆どが不透過性水制を対象としたものである^{1) 2)}。そこで、本研究では、透過性水制モデルを用いた実験を行い、不透過性水制との比較により透過性水制の水理特性を明らかにしようとするものである。

2. 実験概要

実験水路の寸法と水制の寸法・設置位置は図-1、2 に示すとおりである。透過性水制は目の粗いメッシュと細かいメッシュの二重構造になっており、その中に平均粒径 1.9cm の石を詰めた。間隙水圧計測ポイントは図-3 に示すように、水制先端部の列を H、上流部の列を U、下流部の列を D とし、上から順に 1～4 を添える。さらに上流、下流部では水制先端側の列に H、水路側壁側に W を番号の前に加え区別する。実験条件は表-1 に示ように、20l/s の定常流を 2 時間通水するケースを Case 1、上流側にゲートを設置し、それを一気に引き上げて正の段波を発生させるケースを Case 2、下流側のゲートを一気に下げて負の段波を発生させるケースを Case 3 とし、間隙水圧、洗掘深を計測した。また、Case 1b では Case 1a の水深を変え、ピット内 25 ポイントの X(流下方向)Y(横断方向)平面の流速を計測した。各ケースについて透過性と不透過性の水制を用いた実験を行った。なお、透過性水制の場合の実験にはケース名に p を添え、不透過性水制の場合は i を添えて区別する。

3. 実験結果及び考察

(1) 流速分布

Case 1b で計測した水制周辺の流速分布を図-4 に示す¹⁾。Case 1b i では、水制先端付近で Y 成分の流速が顕著になっており、主流に合流するような向きになっている。また、水制下流側では時計回りに渦が見られる。これに対し Case 1bp では、水制上流からの流れの一部が水制を通過するため、水制先端付近の Y 成分の流速は不透過の場合よりも小さくなる。また、不透過性水制で見られた、水制下流部の渦は目立たなくなる。

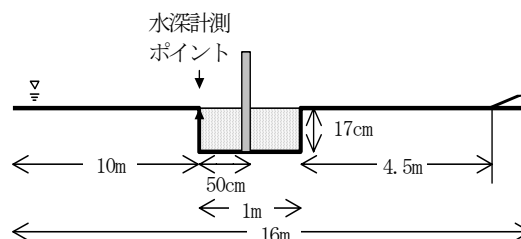


図-1 実験水路

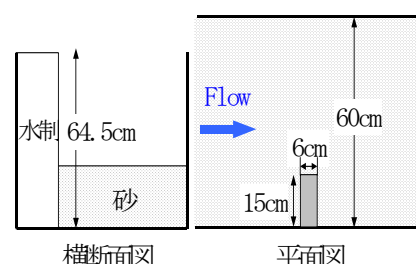


図-2 水制設置状況

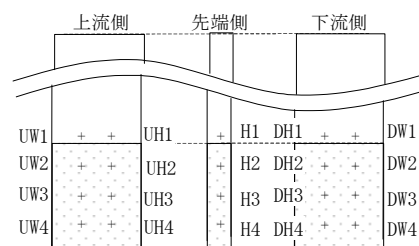


図-3 間隙水圧計測ポイント

表-1 実験条件

Case 1a(定常流)	Case 1b(定常流)
流量	20l/s
水深	11cm
通水時間	120分

Case 2(正の段波)	Case 3(負の段波)
流量	5l/s
ゲート高	30cm
通水時間	90秒

キーワード 段波、水制、透過性、過剰間隙水圧、有効応力、渦

連絡先 〒700-8530 岡山県岡山市津島中 1-1-1 岡山大学環境理工学部

(2) 最終洗掘深

Case 2 の最終洗掘深を図-5 に示す¹⁾。この図から、透過性有する Case 2p の水制周辺の洗掘は Case 2i に比べて浅く、洗掘が及ぶ範囲も狭くなることがわかる。ここで図は省略するが、Case 1a, 3 においても同様な結果が得られた。

(3) 間隙水圧

図-5 より、計測ポイント H 列（水制先端部）、UH 列（水制上流部先端側）付近で特に洗掘が大きくなることがわかる。図-6 に Case 3 で計測した、ポイント H1, H4 における変動間隙水圧を示す²⁾。この図から、透過性水制（Case 3p）の方が H1 と H4 の差、即ち H4 における過剰間隙水圧が小さくなっていることがわかる。図は省略するが、Case 2, 3 において H 列、UH 列では他のポイントでも透過性水制の過剰間隙水圧の方が小さくなった。

(3) 有効応力

Case 3 の計測ポイント H4 における無次元有効応力を図-7 に示す²⁾。従来の研究³⁾により明らかにされているように、過剰間隙水圧が小さい Case 3p の有効応力は大きくなっている。このことが不透過性水制に比べて洗掘が浅くなる理由の一つと考えられる。段波が水制に衝突する様子を観察したところ、透過性水制の実験では、水制先端部で不透過性水制のケースほど激しい渦を見られなかった。これもまた洗掘を軽減する原因の一つであろう。Case 1a では、間隙水圧の変動が殆どなかったため、過剰間隙水圧や有効応力の変化は洗掘の原因ではないようである。この場合には、水制先端部の渦を伴う局所流が洗掘の主な原因であると思われる。

4. 結論

定常流において、不透過性水制の場合は水制先端部で横断方向の流速が顕著になり、水制下流部では渦が見られるのに対し、透過性水制では横断方向の流速はそれほど目立たなく、渦も殆どない。また、定常流でも段波を含む流れにおいても、透過性水制では不透過性水制の場合と比べて洗掘深が浅くなる。その原因の一つとして、不透過性水制の場合より水制先端部で発生する渦が小さくなることと思われる。段波を含む流れでは、それに加えて透過性水制の場合に地盤の有効応力が大きくなることも洗掘低減の原因と思われる。

【参考文献】

- 1) 足立俊明, 山縣正明, 前野詩朗 (2002): 段波による水制周辺の河床変動と変動水圧特性に関する基礎的研究, 第 54 回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, pp.199-200
- 2) Shiro Maeno, Tomasz Mioduszewski (2002): PRESSURE AND SCOURING AROUND A SPUR DIKE DURING THE SURGE PASS: Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, VOL. 47, pp.829-834
- 3) 名合宏之 (1982): 変動水圧における砂層の液状化に関する研究, 水理講演会論文集, 第 26 巻, pp.589-594

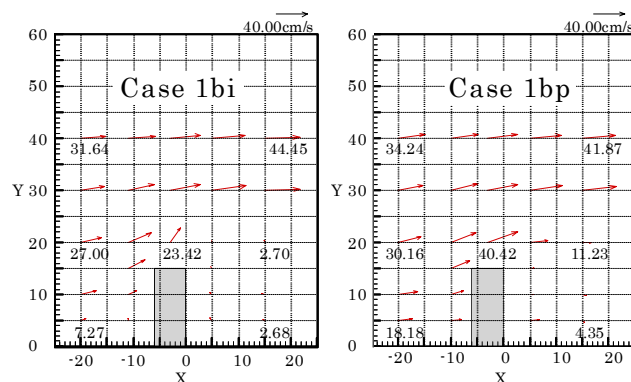


図-4 流速分布-Case 1b

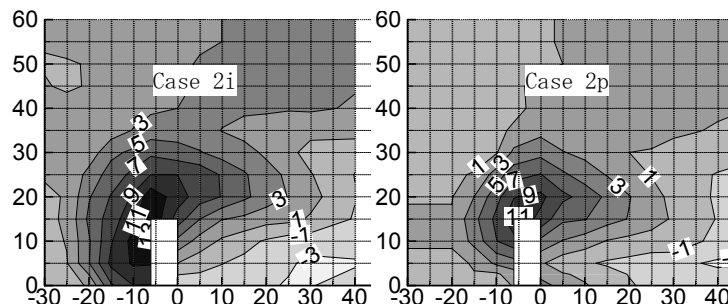


図-5 最終洗掘深-Case 2

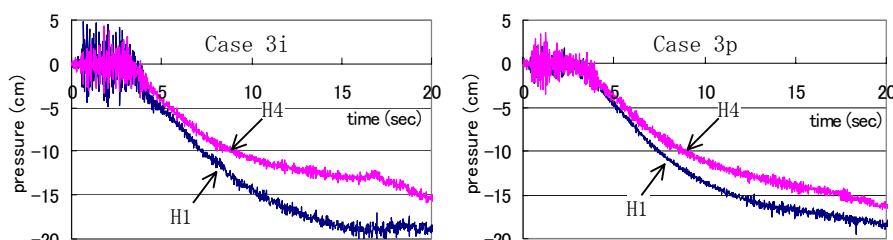


図-6 変動間隙水圧

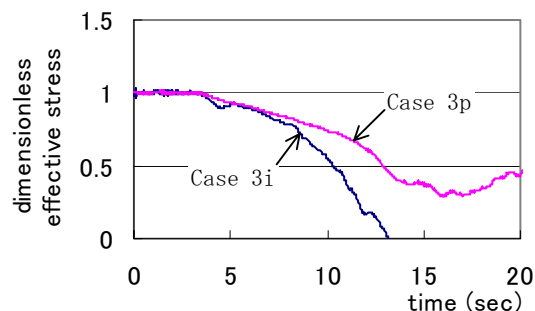


図-7 無次元有効応力-H4