

II-270

突堤状護岸周辺の局所洗掘における護岸傾斜角の影響

五洋建設株式会社 正会員 村田浩隆
 京都大学工学研究科 学生会員 Md.M.Rahman
 京都大学工学研究科 フェロー 村本嘉雄

1. はじめに

本研究は、橋梁のアバットメントやガイドバンドなどに用いられる突堤状護岸周りの洗掘に対する護岸傾斜角の影響を明らかにすることを目的とし、傾斜角の異なる5種の護岸模型に対して静的洗掘条件の実験を行い、最大洗掘深の軽減効果及び流速分布との対応について検討する。

2. 実験の概要

実験水路は図1のようで、長さ6m、幅0.8mで、護岸模型を $x=400\text{cm}$ に設置した。水路勾配は全ての実験において1/500に設定し、河床材料としては平均粒径 0.142cm の一樣砂を用いた。護岸模型は、図2に示すように長さ20cm、幅10cmの上面を持ち、高さは15cm、傾斜は高さ1に対し水平方向0、0.5、1、2、3の比で広がる5種類（V1H0、V1H0.5、V1H1、V1H2、V1H3で表す）を、さらに護岸幅の影響を調べる実験に使用するため、長さ20cm、幅12.5cm、15cm、20cm、高さ15cmの直方体（V1H0）の護岸模型3種類を用意した。

実験は、表1に示すようにV1H1に対して流量 Q を変化させ4ケース（Run1～4）、 Q を一定としてV1H0で護岸幅 b を変化させ4ケース（Run5～8）及び護岸傾斜角を変化させて5ケース（Run9～12）行った。なお、表中の h は護岸上流の等流水深、 d_g は最終時点（平衡状態）の最大洗掘深、 K_s は後述する洗掘軽減効果を表す形状係数である。

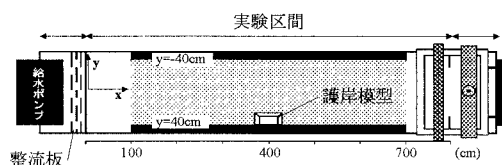


図1 実験水路平面図

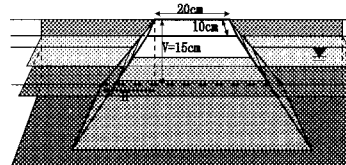


図2 護岸模型

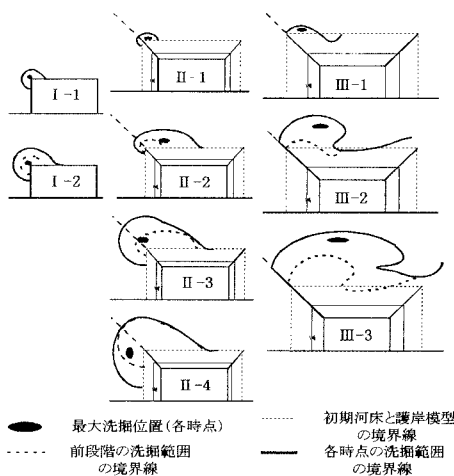


図3 洗掘過程のパターン

表1 実験条件と最大洗掘深の測定結果

Run No.	Revetment type	Q (l/s)	h (cm)	b/h	d_g/h	K_s	elapsed time (min.)
1	V1H1	2.41	1.53	9.31	1.20	-	40
2	V1H1	5.05	2.39	5.78	-	-	60
3	V1H1	6.19	2.69	5.08	-	-	60
3a	V1H1	6.19	2.69	5.08	1.93	-	240
4	V1H1	6.19	3.02	4.47	1.97	-	110
5	V1H0	4.24	2.15	4.65	1.49	-	2880
6	V1H0	4.24	2.15	5.81	1.95	-	3055
7	V1H0	4.24	2.15	6.98	2.51	-	4080
8	V1H0	4.24	2.15	9.30	3.07	-	2730
9	V1H0.5	4.24	2.15	5.56	1.80	0.94	2880
10	V1H1	4.24	2.15	6.48	1.29	0.60	2585
11	V1H2	4.24	2.15	8.30	1.75	0.63	4320
12	V1H3	4.24	2.15	10.1	1.87	0.55	4400

3. 実験結果と考察

3.1 洗掘過程のパターン

5種類の形状に対して行った実験の観察から、護岸傾斜角の違いにより洗掘過程は図3に示す3つのパターンに大別されることがわかった。すなわち、Iは最大洗掘位置が護岸の上流先端部（nose）で固定しているパターン（V1H0、V1H0.5）、IIは最大洗掘位置がnoseから上流方向へ移動するパターン

(V1H1), Ⅲは最大洗掘位置がnoseから下流に移動するパターン(V1H2, V1H3)であってⅡ, Ⅲの最大洗掘深はそれぞれⅡ-4, Ⅲ-3の位置で安定する.

3.2 最大洗掘深に対する護岸傾斜角の影響

まず, 垂直護岸Run5~8の実験結果から, 護岸幅の影響は次式によって評価できることを確認した.

$$d_s/h = 0.34b/h - 0.02 \quad (1)$$

つぎに, 傾斜護岸Run9~12の b/h に対して, 式(1)より得られる d_s/h と実験結果のそれとの比を形状係数 K_s と定義し, その値を表1に示した. この結果から, Run10, 11, 12(V1H1, V1H2, V1H3)においては $K_s = 0.59, 0.63, 0.55$ であり, 傾斜角による著しい洗掘軽減効果がみられた. 一方, Run9(V1H0.5)については, $K_s = 0.96$ とほとんど垂直護岸(V1H0)との違いはみられなく, 両者が同じ洗掘過程のパターンに分類されたことと対応している. また, 洗掘パターンの異なるRun10とRun11では, V1H1からV1H2へ護岸が緩傾斜化するにもかかわらず K_s が増加し, 同じ洗掘パターンのRun11, 12では緩傾斜化するほど K_s が減少している. このように最大洗掘深に対する護岸傾斜角の影響は洗掘過程のパターン(最大洗掘深の発生位置)によって変化することがわかる.

3.3 流速分布と洗掘パターンとの対応

流速の測定は, Run5, 11の初期河床状態(セメント固定)と洗掘の平衡状態で2成分電磁流速計を用いて行った. 図4にそれぞれの初期状態における水深平均流速の縦断分布を示す. Run5の流速分布は, どの縦断面においても $x = 390\text{cm}$ で最大となっており, 洗掘位置が流下方向に移動しないことと対応している. このことは河床付近の流速2成分から計算したdivergenceの分布からも確認された.

一方, Run11の流速分布は, $y = -20\text{cm}$ の測線上においては $x = 390\text{cm}$ の位置で, $y = -16, -12\text{cm}$ の測線上においては $x = 396\text{cm}$ で流速が最大となっている. このように流速ピークの位置が左岸側にいくほど下流にあるため, 洗掘が進行するに従い洗掘位置は横方向及び下流方向へ移動するといえる.

なお, 平衡状態の流速分布は護岸及び洗掘孔周辺に流れが集中し, その外では平行流の特徴が顕著であった.

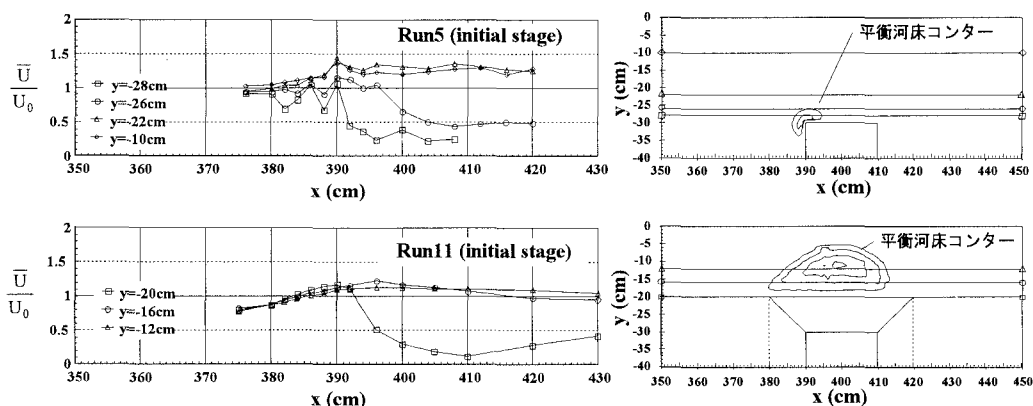


図4 初期状態における水深平均流速の縦断分布

4. おわりに

本研究では, 突堤状護岸周辺の洗掘過程と最大洗掘位置の違いにより, 3つの洗掘パターンに大別し, 垂直護岸と対比して護岸傾斜角による洗掘軽減効果を明らかにするとともに, 初期状態における流速分布の測定結果から, 洗掘過程のパターンとの対応を説明した. しかし, 本実験では上流が限界掃流力以下の条件で行ったので, 最大洗掘深の評価についてはさらに検討を要する.

最後に, 実験ならびにデータ整理に協力された, 渡辺奈保樹君に謝意を表する.