

II-57

移動床上の護床工ブロック周辺部の局所洗掘

明石工業高等専門学校 正員 神田 佳一
京都大学工学部 正員 村本 嘉雄
岐阜大学工学部 正員 藤田 裕一郎

1. はじめに

護床工下流部の局所洗掘に関して、護床工ブロックが移動床上に直接設置された場合を対象として模型実験を行い、ブロック下部からの砂の吸い出し過程と下流部の洗掘形状に関して考察するとともに、護床工ブロックの形状や屈撓性が洗掘特性に及ぼす影響について検討する。

2. 実験の概要

実験には、幅23cm、長さ6m及び河床勾配1/100の亚克力製長方形断面水路を用いた。水路には6cmの厚さで平均粒径 $d_m = 1.5\text{mm}$ の均一な細砂を敷き詰め、その上流部2.5mの区間には、図-1に示すように、3種の護床工ブロック模型をそれぞれ最密に埋設した。実験は、流量を $Q=1.78\text{l/s}$ として、表-1のように護床工の様式と給砂条件を設定した4ケースであって、護床工周辺部における水面形と河床形状の時間変化および洗掘に伴うブロックの変位過程を詳細に測定した。即ち、Run 2～4では通水後水路下流端から流出する砂を適宜ブロック上流端から給砂し、動的平衡状態を模擬している。

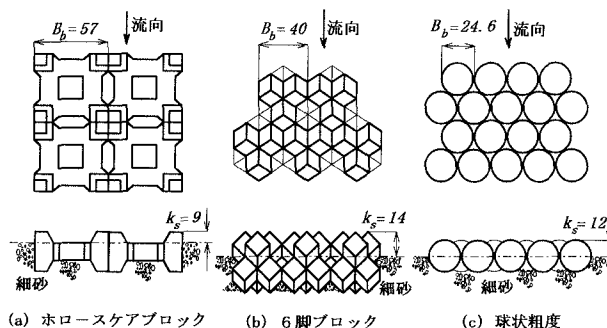


図-1 護床工ブロックの形状（単位mm）

3. 実験結果及び考察

まず、護床工が局所洗掘によって沈下・流失する過程において、最も危険な条件となる上流部からの給砂が無い場合（Run 1）について、水路中心線上の水面形と河床の縦断形状の時間的变化を示せば、図-2のようである。通水初期（ $t \leq 10\text{min}$ ）では、粗度変化点で河床せん断力が急増することにより護床工直下流部の河床が洗掘される。その洗掘形状は、護床工ブロックが固定床上に置かれた場合¹⁾と同様に、最大洗掘点に対してほぼ対称となる。水位は洗掘深が最大となる所で急に落ち込んでいて、弱い跳水状の変化を伴って下流の水位へと遷移している。さらに洗掘が進行し、護床工下流端の河床位がブロック下面よりも低

表-1 実験条件		
	護床工の様式	給砂条件
Run 1	ホースケア	給砂無し
Run 2	ホースケア	給砂有り
Run 3	6脚ブロック	給砂有り
Run 4	球粗度	給砂有り

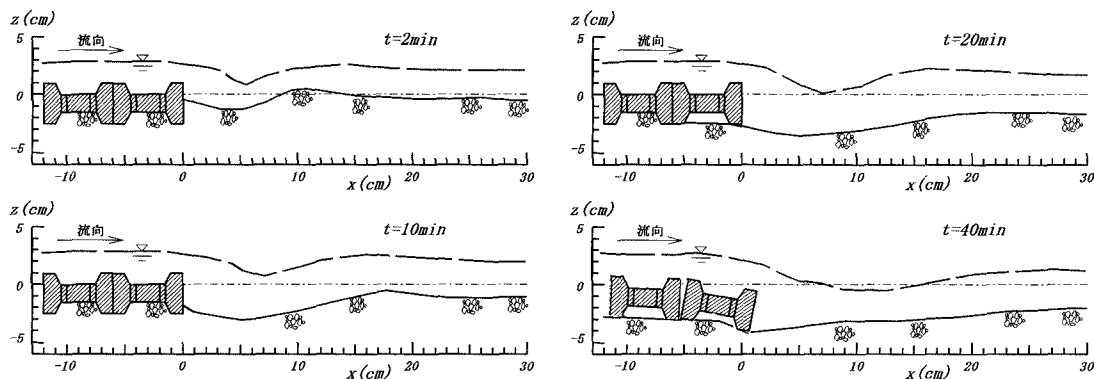


図-2 護床工周辺部の河床縦断形状の時間的变化（Run 1）

くなる $t=20min$ では、浸透流によってブロック下部の砂が吸い出され、部分的な空洞が生じる。この砂の吸い出し量が増大すると、 $t=40min$ の洗掘形状に見られるように、ブロック下部が浸食されて支持力を失い、砂面形状に対応して沈下するようになる。その結果、洗掘を助長させていた河床面に沿う急速な流れが傾斜したブロックの抵抗によって減速され、下流部の流砂量は減少する。このときの洗掘形状は、下流端ブロックの直下流部で洗掘深が最大となり、流下するにしたがってそれが減少する非対称な形状を示す。一方、ブロック間を連結して沈下を生じさせない条件の下では、図-3に示されるように、空洞内の乱れによって河床砂が急激に吸い出され、図-2の場合と比較してブロック下部に極めて大きな洗掘穴が発達する。

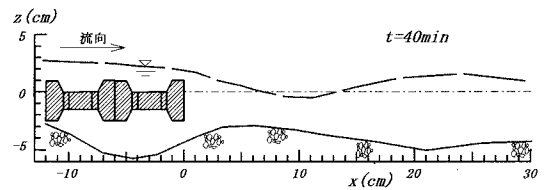


図-3 ブロックが沈下しない場合の河床縦断形状

つぎに、図-4は上流部から給砂を行ったRun 2の場合について、動的平衡状態($t=60min$)における河床形状の鳥瞰図を示したものであり、比較のため同じ流量条件で固定床上にブロックを設置した場合の実験結果¹⁾も併記している。動的平衡状態においても、ブロック下流端付近で最大洗掘深が生じていて、最下流端のブロックは幅方向に一様に約 $1.5cm$ 沈下していた。固定床上にブロックを設置した場合(図-4(b))と比較すると、最大洗掘深 Z_m (いずれの場合も $Z_m=2.3cm$)およびその下流部の洗掘形状は類似しており、ブロック下部が移動床であってもブロックが河床変動に伴って沈下・変位することによって、その下流部では固定床上にブロックを設置した場合と同様な洗掘特性を示すことが判る。

最後に、写真-1は、6脚ブロック(Run 3)および球粗度(Run 4)の場合について、通水後 $t=60min$ での各ブロックの変位状況を示したものである。いずれも、ブロック下部の砂の流失によって、下流端付近の数列のブロックが流下方向に移動している。これは、6脚ブロックの場合²⁾には、粗度要素背後の強い乱れの発生によって護床工下流端の洗掘量が大きいく、また、球粗度では、その安定性がホロースケアの場合に比較して著しく劣ることによる。これより、ブロックの安定性からみた適正な護床工の様式としては、河床面の変動に対する追随性(屈撓性)を有し、粗度要素が単純な形状であって下流砂床との境界面が幅方向に不整でなく、さらに、粗度高さに比してブロック長の大きいものが適しているものと考えられる。

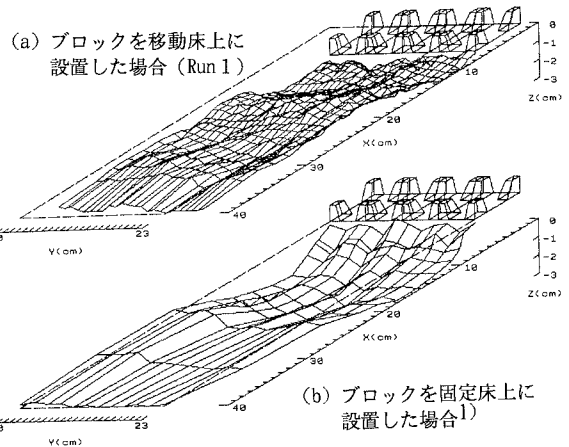
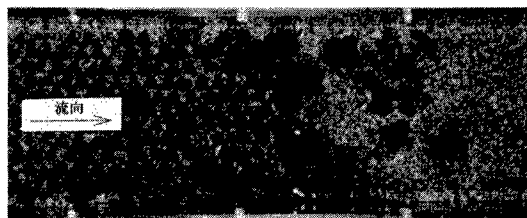
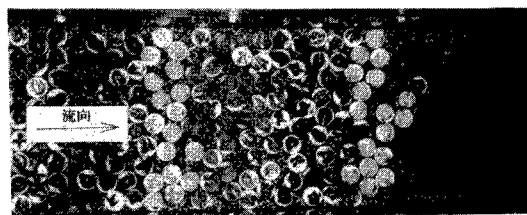


図-4 $t=60min$ における河床形状の鳥瞰図



(a) Run 3 (6脚ブロック)



(b) Run 4 (球粗度)

写真-1 $t=60min$ におけるブロックの変位状況

5. おわりに

本研究では、移動床上に設置された護床工ブロック周辺部の局所洗掘に関して実験的に検討し、給砂条件とブロックの形状や屈撓性が洗掘特性に及ぼす影響について興味深い結果を得た。今後更に、ブロック周辺の流況を明らかにするとともに、洗掘の防止・軽減法について検討していきたい。

【参考文献】 1) 神田 他：水工学論文集，第35巻，1991. 2) 神田 他：水工学論文集，第36巻，1992.