

河川ブロックの調査とその安定性に関する研究

岐阜大学工学部 正 員 藤田 一郎
 岐阜大学工学部 正 員 河村 三郎
 岐阜大学工学部 正 員 水上 精栄
 岐阜大学工学部 学生員 ○浅野 要

1. はじめに

実河川の形態は実に多様であり、また本来刻々と変化するものである。そうした営みとして、湾曲部や狭窄部などの水衝部では河岸、河床の洗掘が生じ、治水上重要な構造物の安全度が低下することになる。そのため従来より人工ブロックを用いた護岸工や護床工が施されてきたが、各ブロックの形状は極めて複雑であり、種類も豊富なため実際問題に即した移動床の安定に関する研究はあまり行われていないのが実状であろう。そこで本研究では移動床におけるブロックの安定に関する基本的な実験を、単純な幾何学形状のブロックを用いて検討するとともに、実河川における河川ブロックの実態調査を行った。

2. 実験概要

実験には幅0.6m、長さ5.4mの亚克力ル製循環水路を使用した。模型ブロックには陶土製の立方体、三角錐、球、及び円盤の4種類を用い（比重2.23）、それぞれの体積を1, 5, 10cm³に統一したものを使用した。実験ケースは表-1に示す通りであり、固定床実験では各ブロックの抵抗係数C₀を調べ、移動床実験ではブロック形状や河床砂の粒径等の条件が河床洗掘形状に与える影響を調べた。

3. 実験結果及び考察

固定床におけるブロックの安定条件式を示すと次式のようなのである。

$$D_F > D \quad \text{-----} (1)$$

ここに、D_F：滑り摩擦抵抗力、D：流水による抗力であり、

$$D_F = \mu (1 - \gamma_0 / \gamma) W \quad \text{-----} (2) \quad D = C_D \frac{1}{2} \rho V^2 A \quad \text{-----} (3)$$

で定義される。ここにμは摩擦係数であり静水中での斜面滑り実験によって求める。また、γ₀、γ：水及びブロックの単位体積重量、W：ブロック重量、C_D：ブロックの抵抗係数、A：流水方向のブロック投影面積、V：ブロック頂上部での流速で表した代表流速である。ここではD_F = Dとなる水理条件を実験的に求め、滑面・粗面の平板上に置かれたブロックに対する抵抗係数C₀を求めた。各々の平面において得られた三角錐ブロックのC₀値の分布を図-1に示す。多少のばらつきはあるものの、ほぼ一定したC₀値が得られていることがわかる。得られた抵抗係数の値を表-2に示す。

一方、実河川においてブロックが流失するのは、何らかの原因でブロック群より離れた単独のブロックが流水中にさらされ、流水抵抗を全面に受ける場合と考えられる。本研究ではこのように孤立したブロックが中洪水程度の洪水流中で沈下する状況について基本的な検討を行うために、静的平衡状態とした河床面に各ブロックを挿入し、沈下・安定後のブロック周辺の洗掘深を詳細に測定した。ブロックには最も大きいものを用いた。ブロックの沈下は、いずれのケースにおいてもブロックの存在によって生じる局所流が重要な影響を与えるが、大別すると2通りの流れによって沈下が進むようである。即ち、ブロック前面の下降流とブロック背後の剥離渦である。下降流は立方体ブロックのように流れに対して垂直な面がある場合に強く生じ、その流れは馬蹄形渦となつてブロックの周りを包むように流下する。三角錐ブロックでは下降流は強くないが、背後や両側からの剥離渦が強いために、その部分で局所的な洗掘が進み沈下を促進する。各ケースの結果をブロック体積に対する洗掘孔の容積比R_sとして図-2に示す。R_sは0.82～3.01程度と、ケースによる差異がかなりある。注目すべき点は、同じブロックでも剥離渦の生成が激しくなるように向きを変えると洗掘が著しく促進されているという点にある。この様子を比較したのが図-3であり、図-3(b)ではブロック背後の剥離渦による洗掘痕跡が確認できる。

4. 河川ブロックの現地調査

長良川におけるブロックの使用状況をまとめたものが表-3である。中・下流域では多くの箇所（特に湾曲部外側）に河川ブロックが設置され、堤防長に対する比率が20%を占めるのに対し、上流域での使用例は殆どないことがわかる。河川ブロックが前面の局所洗掘部へ落ち込んでいる箇所は8箇所、さらにそれらが流失している箇所は5箇所あったが、これらは今後の局所洗掘の進

行により落ち込み、流出をさらに引き起こして、堤防の安全性低下を招く危険性を含んでいるものと考えられる。

5. おわりに

河川ブロック周辺の流れの状況は非常に複雑であり、移動床実験における可視化手法の導入などによって詳細な流況把握を行うとともに、実河川における調査を進め、河川ブロックの安定性等に関する検討をさらに行っていく予定である。

表-1 実験ケース

実験水路	水路床状態	砂の粒径	使用するブロック
直線水路	固定床滑面		立方体 三角錐
	固定床粗面	0.4mm	円盤
	固定床粗面	2.0mm	
	移動床	0.4mm	立方体 三角錐
	移動床	2.0mm	
漸縮水路	移動床	0.4mm	円盤 球
	移動床	2.0mm	

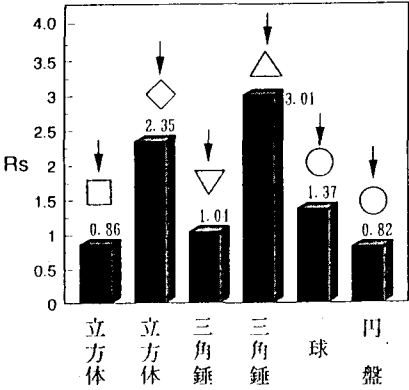


図-2 ブロック体積に対する洗掘孔の容積比 R_s

表-3 河川ブロックの設置状況

河口からの距離 (Km)	河川ブロック設置箇所	河川ブロック設置距離 (Km) (堤防長に対する比率)
0~ 50	17	20.6 (.21)
50~ 76	22	9.6 (.18)
76~102	3	.3 (.005)

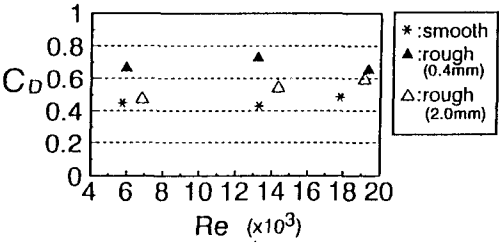


図-1 三角錐ブロックの C_D 値分布

表-2 固定床実験による C_D 値

実験ケース	立方体	三角錐	円盤
滑面	0.876	0.482	0.355
粗面0.4mm粒径	1.049	0.629	0.502
粗面2.0mm粒径	0.978	0.620	0.439

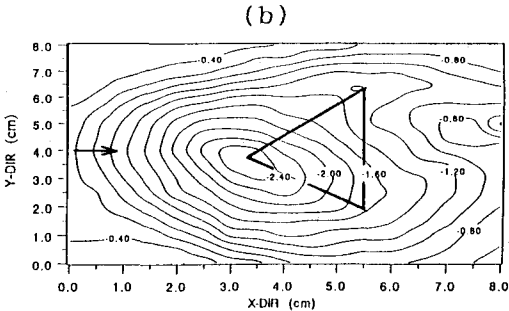
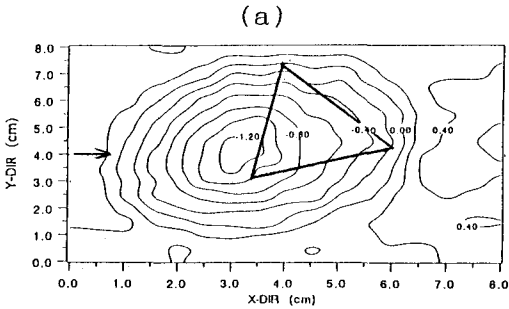


図-3 河床洗掘形状の比較