

II-179

新しい護岸ブロックの水理特性

東京工業大学大学院 学生員 島村 喜一
 東京工業大学工学部 正員 福岡 捷二
 建設省土木研究所 正員 藤田 光一
 建設省福山工事事務所 正員 森田 克史

1 目的

護岸には 流れに対して安定で、かつ護岸近傍の流速を低減する効果を持つ機能が求められる。従来から用いられている護岸ブロックについて、これらの水理機能が、かなりの程度明らかにされてきており、護岸の設計法の中に取りこむ段階にきている¹⁾。本研究では 従来の護岸ブロックに比較して、水理機能が著しく改善される新しい粗度ブロックを開発し、これを用いた護岸に作用する抗力、揚力分布を種々の配列について調べ、新しい粗度ブロックを用いた護岸設計の基礎資料を得ている。

2 風洞実験

新しい粗度ブロックについて 建設省土木研究所のフラッター風洞を用い、粗度ブロック及びその周辺のブロックに作用する力を直接測定し、護岸に作用する揚力分布 L 、抗力分布 D を調べた。用いた新しい形状の粗度ブロックと従来のブロックの諸元を図-1に示す。風洞実験の粗度ブロックに関するレイノルズ数は、これら2つの型の粗度ブロックを用いた護岸が洪水流中に設置されたときのものに等しいレイノルズ数領域で実験を行っており、2つの流れは水理的に相似である。従って、次式(1)、(2)より求められる揚力係数 C_L 、抗力係数 C_D を用いて河川での護岸に作用する力を求めることができる。

$$L = 1/2 \cdot \rho \cdot A_L \cdot C_L \cdot u^2 \quad (1)$$

$$D = 1/2 \cdot \rho \cdot A_D \cdot C_D \cdot u^2 \quad (2)$$

ここに、 ρ は流体の密度、 A_L 、 A_D は揚力及び抗力が作用する投影面積、 u は境界層外縁流速である。ブロックの配列には 図-2に示す棧型と突起型があり、これら2つの配列について図中のパラメーター l を変化させ実験を行った。実験一覧を表-1に示す。

3 棧型配列

測定結果の代表例(I-4)を図-3に示す。粗度ブロック下流の剥離域では正の揚力と小さな負の抗力が、またそれより下流では負の揚力と小さな正の抗力が作用している。粗度ブロック及びその上流で負の揚力が発生しているのは、流線が下に凸の曲率を持つために、この部分では護岸は流体により押さえられているためである。

次に 測定された揚力、抗力から揚力係数、抗力係数を求め、これと粗度ブロックの配置間隔を示すパラメーター S'/F の関係を それぞれ図-4、図-5に示す。ここで S'/F が大きくなることは粗度ブロックの間隔が大きくなること

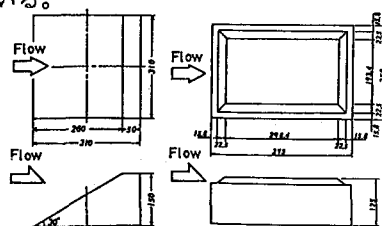


図-1 ブロックの諸元

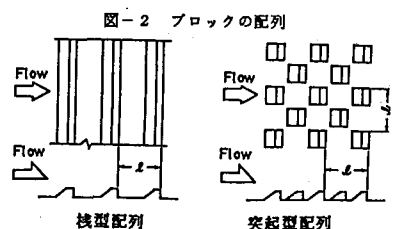
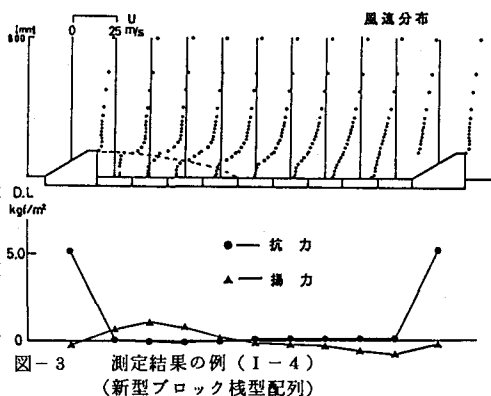


図-2 ブロックの配列

実験NO	I-1	I-2	I-3	I-4	I-5	I-6	I-7	I-8	I-9	II-1	II-2
ブロック形状	新型ブロック					従来型ブロック					新型 従来型
間隔 l (m)	0.0	0.8	1.2	1.8	3.0	0.0	0.8	1.2	1.8	3.0	∞ ∞
S'/F	0.0	5.3	8.0	2.0	0.4	0.0	5.3	8.0	2.0	0.4	∞ ∞
実験NO	II-1	II-2	II-3	II-4	II-5	II-6	II-7	II-8	II-9	II-3	II-4
ブロック形状	新型ブロック					従来型ブロック					新型 従来型
間隔 l (m)	0.0	0.4	0.8	1.2	1.8	0.0	0.8	1.2	1.8	3.0	∞ ∞
S'/F	0.0	3.4	1.1	2.2	3.7	0.0	5.3	8.0	2.0	0.4	∞ ∞

※ただし、各実験とも風洞中心風速1.5、2.0、2.5 (m/s) について計測している。

表-1 実験一覧

図-3 測定結果の例 (I-4)
(新型ブロック 棧型配列)

を示す。従来の研究より $10 \leq S'/F \leq 15$ の範囲で流速低減が大きいことから、 S'/F は、この範囲を含むように配置されている。図-4において 図中○は粗度ブロックの揚力係数、□は周辺ブロックも含めた護岸全体の揚力係数である。ブロックの形状が異なっても 護岸全体でみると 揚力の平均値はほぼ零となるが、揚力分布は大きく異なる。従来型ブロックでは 粗度ブロック上流端で剥離が生じるために粗度ブロックの揚力が著しく大きくなる。一方、新型ブロックでは その形状から粗度ブロックの揚力が負の値をもち、さらに周辺のブロックも含めて揚力分布もほぼ零となる。従来型ブロックは揚力が大きいため 安定性に問題が生ずる場合もあるが、新型のブロックでは 揚力がどこでもほぼ零になり、安定性が著しく改善される。新型ブロックの抗力は従来型よりもやや大きくなる。これは 新型ブロックの方が流れに大きな抵抗を及ぼし、流速低減も大きくなることを示している。なお、図-4、図-5に棧型粗度ブロックが孤立して置かれている場合の C_L 、 C_D も示されている。接近流速分布形が C_L 、 C_D の値に大きく影響することがわかる。

4 突起型配列

図-6には 結果の一例（Ⅱ-4）を示す。突起型配列でも ブロック直前方の領域で流線が下に凸の曲率をもつために負の揚力が発生する。図-7、図-8に それぞれ揚力係数、抗力係数と S'/F の関係を示す。揚力係数については新型粗度ブロックの揚力は零に近い負の値をとり、一方 従来型粗度ブロックでは正の揚力が発生している。これより 新型が安定性で数段優れていることがわかる。抗力については、新型ブロックの抗力の方が大きく、流速低減の機能においても 新型ブロックが大変優れていることがわかる。

参考文献

- 1) 福岡、藤田、森田（1988）護岸法覆工の水理設計法に関する研究、建設省土木研究所資料、NO2635。

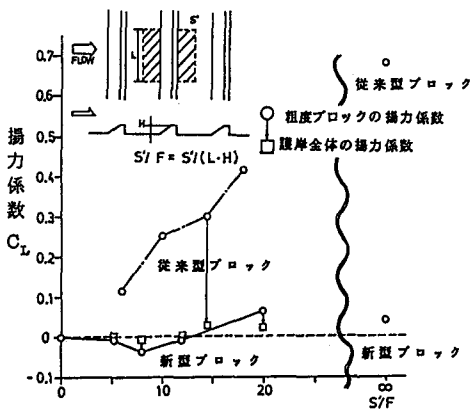


図-4 揚力係数と S'/F の関係（棧型配列）

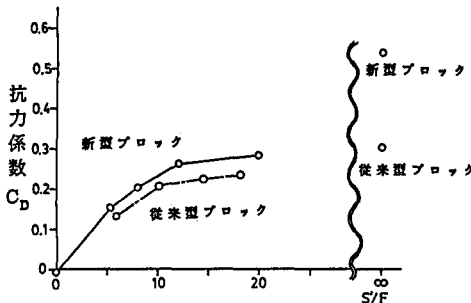


図-5 粗度ブロックの抗力係数と S'/F の関係（棧型配列）

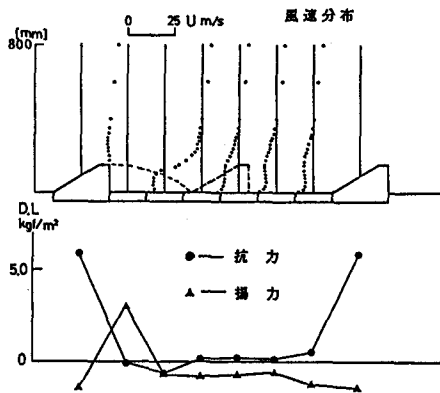


図-6 測定結果の例（Ⅱ-4）
（新型ブロック突起型配列）

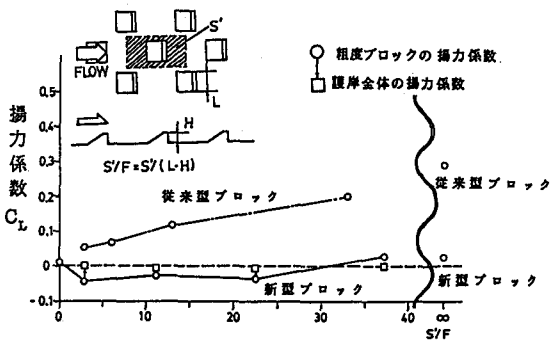


図-7 揚力係数と S'/F の関係（突起型配列）

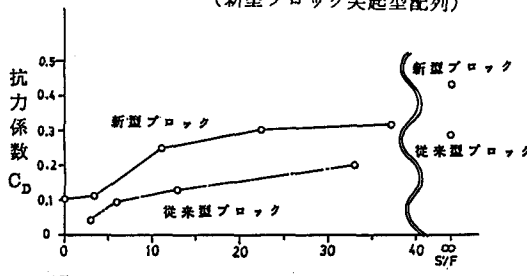


図-8 粗度ブロックの抗力係数と S'/F の関係（突起型配列）