

II-24 異形ブロックの抵抗係数について

建設省土木研究所 正員 富永正昭

正員 ○坂本忠孝

1. まえがき 近き異形ブロックを使用した構造物が多く建設されているが、その構造物の水理的特性は定性的には明らかであっても、定量的には明らかでない場合が多い。しかし現在異形ブロック等の構造物を空隙をもつ透過性構造物と見て定量的に取り扱う手法が発達しつつあり、これらの取り扱いにおいては、透過性構造物の水理的抵抗を知る必要がある。透過性構造物の水理的抵抗の表現法は抵抗体モデル、管抵抗モデル、急拡張モデル等各種考えられるが、ここでは各種のブロックについて透水試験を行ない、管抵抗モデルによる抵抗係数の形で評価した異形ブロックの抵抗特性について報告する。

2. 考察 著者等はすでに礫の透水性について、空隙率と粒径を考慮した管抵抗モデルにより、抵抗係数の形で評価を行ない、実験値と対比し好ましい結果を得た。それによれば、礫の透水性は空隙率と粒径が異なっても次のように統一的に表現された。

$$\frac{P^3}{1-P} \frac{zgd}{U^2} \cdot \frac{\Delta h}{l} = f(Re) = \frac{1000}{Re} + \frac{29.3}{\sqrt{Re}} + 4.3 \dots \dots (1) \quad Re = \frac{U \cdot d}{(1-P)\nu} \dots \dots (2)$$

ここに d = 代表径、 P = 空隙率、 l = 透水体の長さ、 Δh = 損失水頭、 U = 断面平均流速、

ν = 動粘性係数、 g = 重力の加速度。

(1)および(2)式において特徴的なことは空隙率と粒径の効果が分離された形で表示されていることである。この式を導くにあたっての主な仮定は、礫の各粒は球形とみなされ、等方的に詰めこまれているという点であった。この式を異形ブロックについて拡大適用する場合、異形ブロックの形はいびつであり、必ずしも等方的に詰めこまれているが、これらの異形ブロック特有の効果は、(1)および(2)式中の代表径 d の増減に現われるものと考え、ブロックの種類により代表径がどの程度変るものか実験により各種のブロックの代表径を算定して見た。

3. 実験 実験施設の概要は図-1に示す通りである。透水供試体部分は長さ10m、幅60cmあるいは80cm、高さ30cmである。この部分に異形ブロックを詰めこみ、ゴムマットおよび試料おさえを乗せ、閉水路として実験した。異形ブロックは縮尺効果等の影響を除くため、各ブロックとはほぼ250gおよび500gのものを使用した。実験は各ブロックとも整層積みと乱積みの両者について行なった。整層積みは最も良く用いられる積み方の整層積みとし、側面部分は切り欠いたブロックを挿入し、大きな空隙のできないようにした。方向性のあるブロックでは、乱積みの場合は全くの乱積みとした。測定事項は流量、水位差、空隙率、水温、異形ブロックの体積等であり、異形ブロックの体積の算定は20個の平均を取った。実験コースおよび使用ブロックの体積は表-1に示す通りである。

4. 実験結果とその検討、実験結果より U 、 l 、 Δh 、 P 、 ν を知って、礫の実験曲線(1)および(2)式に合うように代表径 d を求め、その平均値を表-2に示した。その平均の d を使用して、実験値を整理したものが図-2である。表-2によれば、同一重量であれば、各ブロックとも代表径は大差ない

ことがわかる。しかし六脚ブロックのみは他のブロックが乱積みより整層積みの方が代表径が大きいものに対して、乱積みの方が大きく、他のブロックと傾向が異なっている。これは六脚ブロックの整層積みはブロックの面と面との接触が多く、着しく透水を阻害することより容易に理解できよう。代表径は長さの次元を持つものであるから、ブロックの寸法と比例的な関係があるはずである。事実テトラポッドの250gと500gでは長さの比にすると $\sqrt[3]{V_2/V_1}=1.267$ であり、それに対応する代表径の比も整層積みの場合 $777/6.25=124.3$ 、乱積みの場合 $585/4.7=124.7$ とほぼ一致している。他のブロックについても同様である。乱積みと整層積みの代表径の比 d_2/d_1 は同一ブロックでは重量が異なっても、ほぼ同一の値を示していて、整層積みと乱積みでは代表径が異なることがわかる。テトラポッドは他のブロックより多少代表径が大きいようである。ここで注意しなければならないことは代表径の大小が必ずしもブロックの優劣とは直接的には結びつくものではないことである。例えば離岸堤の設置等では透過波高を減少させる面からは代表径の小さい方が良いが反面離岸堤前面の反射波が増大するという相反する結果を生む。また異形ブロック全体の抵抗特性は(1)および(2)式からわかるように空隙率と結びついたものであるから多少代表径が小さくとも、空隙率が大きければ全体として、抵抗が小さいことあり得るので、使用目的に注意しながら表-1および表-2を解釈しなければならない。表-3に現地で使用される程度のブロックについて、代表径を換算した。換算は体積を基準にして行なっている。設計資料等の一助となれば幸である。

表-3 異形ブロックの代表径

(整層積み, 250gの実験値に換算)

重量	テトラポッド	中空三角	六脚ブロック
8トン型	148.9mm	110.5	108.5
6トン型	183.1	100.3	107.3
4トン型	157.8	87.7	106.2

表-1 実験ケースおよびブロック体積

種類	体積 V_1 (約250g)	体積 V_2 (約500g)	$\sqrt[3]{V_2/V_1}$
テトラポッド	99.17	218.60	1.267
六脚ブロック	108.43	196.51	1.220
中空三角	104.15	209.90	1.263
ホロスチヤー	114.08		
三連ブロック	146.02		

表-2 異形ブロックの代表径

種類	積み方	空隙率	代表径 d	d_2/d_1
テトラポッド (250g)	整層積み	0.48	$d_1=6.25$	0.78
	乱積み	0.51	$d_2=4.87$	
六脚ブロック (250g)	整	0.53	1.20	2.54
	乱	0.62	0.85	
中空三角 (250g)	整	0.54	0.43	0.62
	乱	0.62	2.12	
テトラポッド (500g)	整	0.49	7.77	0.75
	乱	0.55	5.85	
六脚ブロック (500g)	整	0.51	1.77	2.03
	乱	0.61	3.59	
中空三角 (400g)	整	0.51	4.46	0.61
	乱	0.55	2.71	
ホロスチヤー (263g)	整	0.49	7.69	0.75
	乱	0.63	5.78	
三連ブロック (307g)	整	0.41	6.69	0.77
	乱	0.56	5.16	

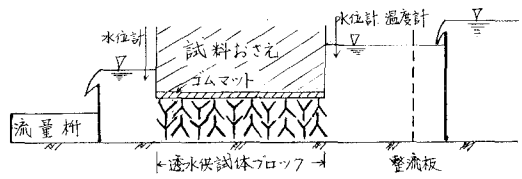


図-1 実験装置概要

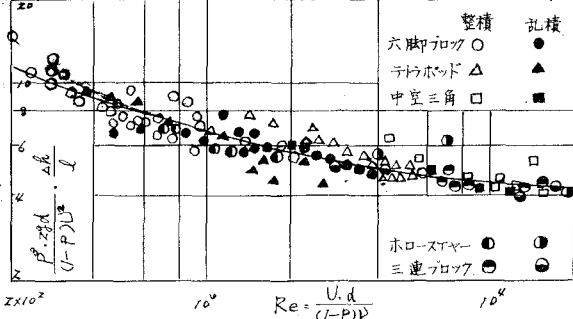


図-2 レイノルズ数による抵抗係数の変化

- 1) 富永 成木「透水性構造物による波浪変形に関する研究」 第16回海岸工学講演会講演集
- 2) 首藤伸夫「消波ブロックの抵抗について」 第16回海岸工学講演会講演集
- 3) 富永 成木「疎の透水性について」 第23回土木学会年次講演会