

高比重ブロックの水利特性に関する実験的研究

—— 安定係数について ——

名城大学

日本テトラポッド(株)

正会員 伊藤政博・岩垣雄一

学 生○安立典弘・田中正和

正会員 根本健治・山本方人

1. まえがき

テトラポッドの安定係数については、これまでに多くの研究がなされており、Shore Protection Manual(CERC)によると、Hudson公式の安定係数は、乱積で被害率1%のとき 8.0としている。安定係数が大きくなれば、小さなブロックでより大きな波に耐えられることになり、ブロックの波に対する性能を示す指標であることは周知の通りである。この係数を大きくするブロック形状の改良が、これまで多数の関係者によって行われ 100種類以上の異形ブロックが考案されている。一方、ブロックの比重を従来の普通のコンクリート比重2.3 より重くして耐波性能を高めることができるが、この種の研究はまだ十分行われておらず数件をあげる程度である。筆者らは、このような比重の重いテトラポッドを実用化するに際して、比重の変化が安定係数にどのような影響を及ぼすかについて若干の検討を加える。

2. 実験方法

実験は、18^m×10^m×1.17^m の平面水槽内を A,B,Cおよび D水槽として、幅約1.0mまたは約0.5mに仕切り各水槽内に法面勾配 1:4/3の捨石堤を造り、その上に模型ブロックを2層積みとした。特に B水槽は波高をより高くするための増波板を設置した。また、造波板と模型堤防からの多重反射を防ぐために反射波吸収斜面を1つおきに設置した。模型ブロックの比重の変化は、軽量骨材およびブロック内に鉛を入れるなどして調整した。波は波高の小さいものから順次波高を高くしていきブロックの挙動を目視とビデオカメラで撮影した。

3. 結果と考察

消波ブロックの安定性に関する実験条件と結果の一例が表-1および表-2に示してある。消波ブロックに作用する波力と抵抗との比をあらわすStability Number N_s は、次式で定義される。

$$N_s = \frac{H \gamma_s^{1/3}}{W^{1/3} (S-1)} \quad \text{----- (1)}$$

ここに、H：波高(cm)， γ_s ：消波ブロックの単位体積重量(g/cm³)，W：消波ブロック1個の重量(g)，S：消波ブロックの空中比重で普通コンクリートは 2.3である。この式を用いて実験結果を整理し図-1に示す。横軸には消波ブロック周りの流体粘性力の影響を示すレイノルズ数R_sをとったものである。

さらに、斜面勾配を θ の影響を入れると、Hudson公式のK_D値は次式により表される。

表-1 乱積の場合

記号	$g T^2 / (W / \gamma_s)^{1/3}$	N_s	K_D	$R_s (\times 10^4)$	W(g)	H(cm)	D(%)
○	264	2.1	7	2.8	117.8	10.0	2.2
■	332	2.3	10	2.2	58.9	9.0	0.8
■	332	2.8	13	2.3	58.9	10.0	0.3
■	594	3.6	36	3.6	117.8	17.5	17.6
▲	748	3.3	26	2.8	58.9	12.5	30.1
●	1848	2.1	7	2.1	58.9	8.0	0.8

表-2 整積の場合

記号	$g T^2 / (W / \gamma_s)^{1/3}$	N_s	K_D	$R_s (\times 10^4)$	W(g)	H(cm)	D(%)
○	264	2.1	7	2.8	117.8	10.0	0.3
○	264	1.8	5	2.7	117.8	9.0	0.1
■	332	3.7	37	2.6	58.9	14.0	0.8
■	594	3.6	36	3.8	117.8	17.5	0.3
▲	748	3.8	41	2.7	58.9	14.5	85.5
●	2892	4.8	81	4.4	117.8	23.0	0.7

$$K_D = \frac{N_s^3}{\cot \theta} \text{ ----- (2)}$$

本研究では、テトラポッドの重量を27.9gから2329.6gと幅広く模型の大きさを変えるので、縮尺効果の影響も無視できないと考えられる。そこで、島田真行ら(1986)¹⁾がかなり広範囲(16gから49.3kg)のテトラポッドの模型を使って、実験を行い、Stability No. の縮尺効果を次式で示すようなレイノルズ数を用いて表しているのを、これを引用して検討する。

$$R_o = \left(\frac{\gamma_f}{\mu} \right) \cdot \left(\frac{W}{\gamma_s} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{H}{g} \right)^{1/2} \text{ ----- (3)}$$

ここに、 γ_f ：流体単位体積重量(g/cm³)、 μ ：流体の粘性係数(g・sec/cm³)、 g ：重力加速度(cm/sec²)である。また、無次元周期は $gT^2/(w/\gamma_s)^{1/3}$ で表される。

このレイノルズ数は、速度の項を砕波における水粒子の速度を長波の波速近似とし、さらに長波の波速 $C = \sqrt{g h_b}$ 、 h_b ：砕波水深、また長さの項に消波ブロックの重量の1/3 乗として求められる長さを代表させている。

記号	無次元周期の範囲
A	$1100 < gT^2 / (w/\gamma_s)^{1/3} < 1700$
B	$600 < gT^2 / (w/\gamma_s)^{1/3} < 1100$
C	$300 < gT^2 / (w/\gamma_s)^{1/3} < 600$

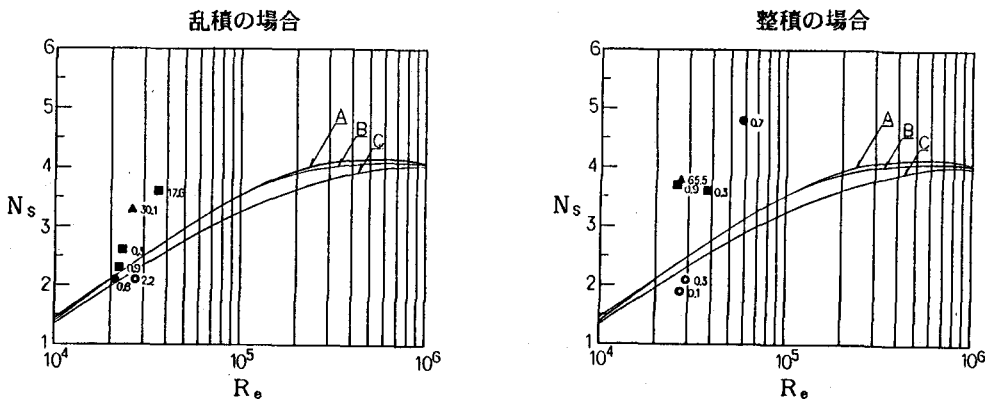


図-1 N_s と R_o との関係 (図中の値は被害率(%)である)

図-1はテトラポッド重量58.9gおよび117.8gの実験結果をプロットしたものである。この図中の曲線は、島田ら(1986)が被害率0から2%の条件で行った消波ブロックの安定性についての縮尺効果を調べた結果である。筆者らの実験では被害率0から30.1%の条件で整理してあるのでばらつきが大きい、特に乱積みの場合被害率が1%未満では、島田らの関係とよく対応している。また、整積の場合、島田らの実験結果がないため比較することができないが、筆者らの実験では多少ばらつきが大きいことがわかる。しかし、実験数が少ないため十分な結論を述べることは困難である。

本論文では普通コンクリート(比重2.3)の結果のみが検討してあるが比重の重いブロックについては当日発表する予定である。

【参考文献】

- 1) 島田真行：藤本稔美、斉藤昭三、榊山 勉、平口博丸：消波ブロックの安定性に関する模型縮尺効果について、土木学会第33回海岸工学講演会論文集，1986, pp442～445。