

高比重ブロックの水理特性に関する実験的研究(2)

—— 安定係数について ——

名 城 大 学 正会員 伊藤政博・岩垣雄一
学 生○柳田英治
日本テトラポッド(株) 正会員 根本健治・山本方人

1. まえがき Hudson式によると、消波ブロックの所要重量は設計波高の3乗に比例する。従って、外力としての波高が増大すると消波ブロックの所要重量は飛躍的に増大することになる。しかしながら、クレーン船の能力など施工面での制約から、ブロック寸法が制約される反面、耐波能力の増大が求められる場合がある。このような要求に対して、安定係数の増大あるいはブロック比重の高比重化といった方法が考えられる。ブロック寸法が制約されて同じ形状の消波ブロックを用いる場合には、前者の方法は不可能で、後者の比重を重くするといった改良方法が考えられる。しかしながら、ブロックの比重の変化が、安定係数にどのような影響を及ぼすかについてはまだ研究されていない。本研究では、消波ブロックとして、各種比重のテトラポッド模型を用いて、比重の変化が安定係数にどのような影響を及ぼすかを、実験的に調べる。

2. 実験方法 実験は、18m×10m×1.17m の平面水槽内を、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の捨石堤を砕石で造り、その上に模型ブロックを2層積みとした。特に B水槽は波高を高くするための増波板を設置した。また、造波機の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、比重は普通コンクリート(2.3)より、軽いものから重いものまで、5種類(1.82, 2.3, 2.77, 3.4, 4.27)変えた。波の周期は1.5から3.0secまで0.5secおきに变化させ、それぞれに波高の小さいものから順次波高を高くしていき、ブロックの移動などによる被害の挙動を目視とビデオカメラで撮影した。実験は乱積のみであり、水深は60cmと50cmの2種類とした。

3. 結果と考察 消波ブロックの安定係数を考える上で、消波ブロックに作用する波力と抵抗との比を表す Stability Number N_s は、(1)式で定義される。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 (2)式により表される。

$$N_s = \frac{w_r^{1/3} H}{W^{1/3} (w_r/w - 1)} \dots\dots\dots (1)$$

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

ここに、 H : 波高(cm), w_r : 消波ブロックの単位体積重量(g/cm^3), W : 消波ブロック1個の重量(g), w_r/w : 消波ブロックの空中比重である。また、本研究では模型のテトラポッドの重量を27.7gから2329.6gと幅広く変えるので、縮尺効果の影響も無視できないと考えられる。

そこで、島田ら(1986)¹⁾ がかなり広範囲(16g~49.3 Kg)のテトラポッドの模型を使って実験を行い、被害

記号	無次元周期	印
A	$1100 < gT^2 / (W/w_r)^{1/3} < 1700$	⊕
B	$600 < gT^2 / (W/w_r)^{1/3} < 1100$	⊙
C	$300 < gT^2 / (W/w_r)^{1/3} < 600$	○

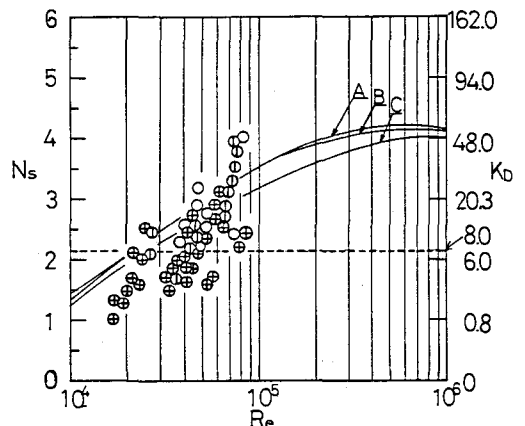


図-1 N_s と R_e の関係(水深60cm)

率 0~2.7%を対象にして、Stability No.の縮尺効果を式(3)のレイノルズ数 Re を用いて検討し、図-1, 2の中の曲線 A,B,およびCのように無次元周期で、縮尺効果の影響を表した。

$$R_o = \left(\frac{W}{\mu} \right) \cdot \left(\frac{W}{w_r} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{H}{g} \right) \dots\dots\dots (3)$$

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

図-1および2は、実験結果が法先水深50および60cmの場合について、Stability No.とレイノルズ数との関係でプロットしてある。この図にプロットした結果は被害率が0~2.7%(水深60cm)と0~30.1%(水深50cm)である。この図中には、島田らのコンクリート(比重2.3)の結果が曲線で示してあるが、本実験結果との対応はあまり良くないようである。

また、図-3には、各種の比重のテトラポッドの K_D 値がまとめてある。また、Hudsonがテトラポッドを用いて行った実験結果も、【●印】で示してある。この図中にプロットした実験結果で、被害率が5%以上については、印にその被害率が記入してある。この図から、 K_D 値は、かなりばらついていることがわかる。このばらつきの原因として、Hudson式の K_D 値の中には、誘導過程の中で各種の影響及び仮定が含まれてあることなどが原因と考えられる。また、テトラポッドを積む時に置いた向きによって、不安定な状態にある場合、小さな波高でも移動または脱落するといったことが実験で見受けられた。このようなことも、ばらつきの原因になっていると考えられる。図-3に整理した結果は、当初実験予定していた比重1.82~4.27のデーターが、全部入っていないので、はっきりしたことはまだ言えないが、比重が重くなるにつれて、安定係数が小さくなるような傾向が見られる。

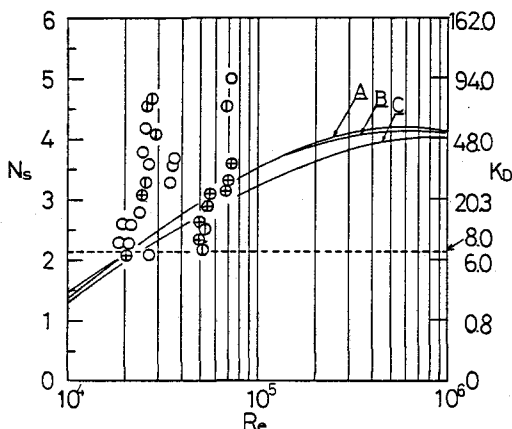


図-2 N_s と R_o の関係(水深50cm)

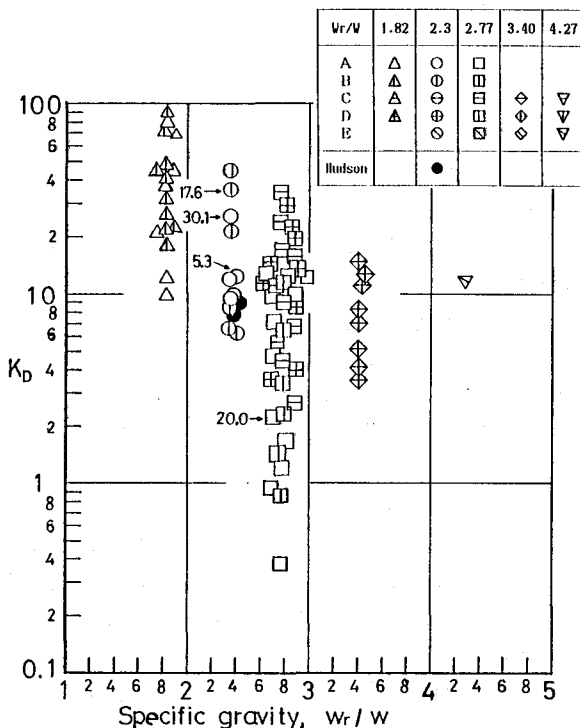


図-3 K_D と比重の関係

【参考文献】

- 1) 島田ら：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，pp.442~445.
- 2) 伊藤ら：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 — ，土木学会中部支部研究発表会講演概要集，pp.232~233,1989.