

高比重ブロックの水利特性に関する実験的研究

—— 波の作用時間と安定係数 ——

名城大学

正会員 伊藤 政博・岩垣 雄一

学 生 ○山内 敏治

日本テトラポッド(株) 正会員 根本 建治・山本 方人

1. まえがき

フランス・グルノーブルのネールビック水利研究所の Danel は、実験的研究によって、これまでの被覆材とは異なった機能をもつテトラポッドを1949年に開発し、消波ブロックとしてわが国に紹介した。その後、テトラポッドは消波工及び、海岸侵食防止のための離岸堤など多くの海岸で設置、施工されてきた。Hudson公式によると、消波ブロックの所要重量は設計波高の3乗に比例するので、波高の増大に伴って消波ブロックの所要重量が、飛躍的に大きくなる。しかし、施工上の制約からブロック寸法を、十分大きくできない場合が生じている。これに対処するためにコンクリートの比重を大きくすれば、形状は変わらなくても波に対する安定性が、相当良くなることが考えられる。本研究は、テトラポッドの比重の変化が、Hudson公式の安定係数にどのような影響を与えるかについて調べることにする。その第一歩として、安定係数を実験的に求めるに当たり、被害率の挙動が非常に重要であるので、これが波の作用時間に伴って、どのような挙動を呈するか注目して検討する。

2. 実験方法

実験は図-1のように 18m×10m×1.17mの平面水槽を、幅約1.0mまたは約0.5mに仕切り、A,B,C及びDの小水路とし、各水路内に法面勾配 1:4/3の捨石堤(図-2参照)を造り、その上に模型ブロックを2層積みした。特に B水路は、高波高を発生させるために増波板を設置した。また造波板と模型堤防からの波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、軽量骨材及び鉛を混入して調整した。波は波高の小さいものから順次波高を大きくしていき、ブロックの挙動を目視とビデオカメラで撮影することにし、波の作用時間を十分に長くするようにした。表-1には実験に使用したテトラポッドの代表的なものが示してある。なお消波ブロックの被害個数は、ブロックの長さの1倍以上移動したものを、被害を受けたものとした。被害率Dは次の式で定義する。

$$D = (n/N) \times 100 \quad \text{----- (1)}$$

ただし、N:ブロックの総数、n:被害個数である。また、安定係数 K_D は次式の Hudson 公式より求める。

$$K_D = \frac{\rho_d g H^3}{W \{ (\rho_d / \rho) - 1 \}^3 \cot \theta} \quad \text{(2)}$$

ただし、H:波高、W:ブロック重量、 θ :斜面の角度、 ρ_d :ブロックの密度、 ρ :水の密度である。

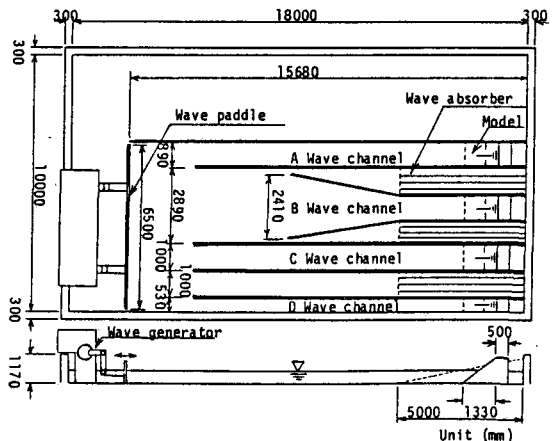


図-1 水槽概略図

3. 実験結果

実験条件と、代表的な重さのテトラポッドの安定係数と被害率は、表-1に示してある。この表から比重 2.30の整積の場合、被害率が 0~1%: $k_D=33$, 1~5%: $k_D=41$, 乱積の被害率が0~1%: $k_D=10$, 1~5%: $k_D=23$ である。さらに、図-3に整積、図-4に乱積の場合について、被害率と波の作用時間の関係が示してある。

4. 考察

Danelによると、非碎波の波を2層乱積状態のテトラポッドに作用させることにより求めた、被害率 0~1%の安定係数は 10.2である。本実験では波が、非碎波状態となり、安定係数は乱積で 7ないしは10となり整積では、37ないしは81となった。

図-3, 4の波の作用時間と被害率の關係に注目すると、Run No. B-2, C-1のようなstep的に被害が進む“step type”と、Run No. A-1, A-2, B-1のように、指数関数的な“exponential type”があることがわかる。step typeは、1つのブロックが移動することにより、その上部付近にあるブロックが、それに伴い連続的に移動するためにおこる。また、exponential typeは、波の初期作用時間にブロックが連続的に移動するが、その後はほとんど移動しなくなる。exponential typeの場合、波の作用数は図より、500程度にすればよいことがわかる。しかしstep typeの場合、波の作用数が1000を越えてもブロックは移動しているので、さらに長時間波を作用させて検討する必要がある。この他に、より大きな波を作用させた場合に起きる“radical type”がある。これは、波の作用後比較的短時間の間に、大半のブロックが移動崩壊するものである。

5. あとがき

本研究からブロックの被害の変化には、少なくとも“step”, “exponential”及び“radical” typeの3種類があることがわかった。このように被害率の進行過程で、3種類のtypeに分かれる原因については、波の周期の特徴を考慮したparameterとして surf similarity parameterなどを考慮した検討が必要であろう。なお、比重の高いブロックについては、当日発表する予定である。

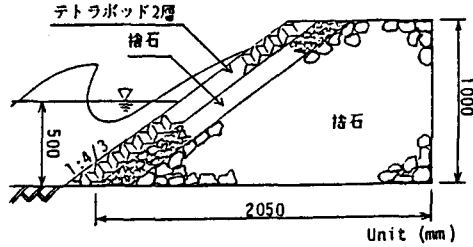


図-2 堤体概略図

表-1 ブロックの種類と安定係数

Run No	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2
γ_s	2.30		2.30		1.82	
h (cm)	4.52		5.68		7.16	
v (cm ³)	25.6		51.2		102.4	
w (g)	58.9		117.8		186.4	
積み方	整積	乱積	整積	乱積	整積	乱積
N (個)	1069	997	1135	1135	780	780
n (個)	10	9	8	25	11	---
T (s)	1.0	1.0	2.5	1.0	2.5	---
H (cm)	14.0	9.0	23.0	10.0	23.0	---
N_s	3.7	2.3	4.8	2.1	6.0	---
k_D	37	10	81	7	162	---
D (%)	0.9	0.9	0.7	2.2	1.4	---

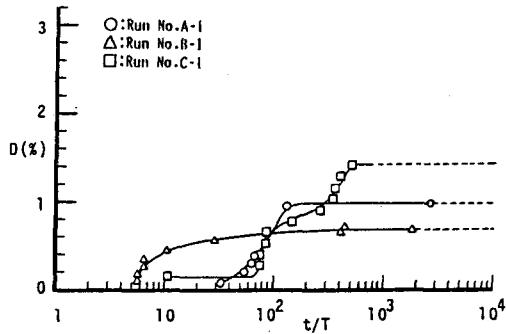


図-3 波の作用時間と被害率 (整積)

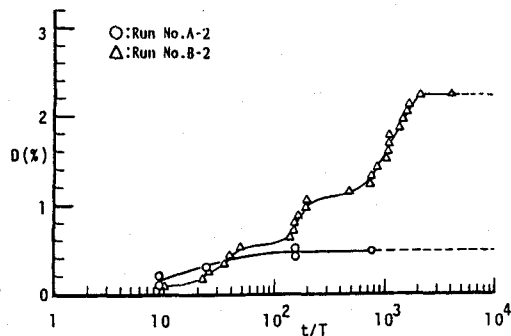


図-4 波の作用時間と被害率 (乱積)