

緩傾斜護岸ブロックの波に対する安定性

日本テトラポッド 正会員○三島 洋司
徳島大学工学部 正会員 中野 晋
徳島大学大学院 学生員 都 浩輔
徳島大学工学部 正会員 三井 宏

1. はじめに 近年、親水性や景観の面にも配慮された「緩傾斜護岸工法」を採用して、コンクリートブロックを用いた緩傾斜護岸の施工が広く行われるようになった。そのため多くの緩傾斜護岸用ブロックが提案されているが、それぞれの水理特性は十分明らかにされていない。本研究では緩傾斜護岸用ブロックの1つであるクラブロック（日本テトラポッド社製）を取り上げ、その波（規則波・不規則波）に対する安定性を模型実験により検討したものである。

2. 実験方法 実験は全長30m、幅0.8mの不規則波造波水槽で行われた。護岸模型と実験条件は都ら¹⁾と同じで、護岸の勾配は1:n (n=4, 5, 6, 7)、波の周期 $T = 0.9 \sim 1.9$ s, $T_{1/3} = 1.3 \sim 1.7$ s (Bretschneider-Mitsuyasu Type) の範囲で実施した。周期 T または $T_{1/3}$ を一定にして波高を順次増加させて各Run ごとに安定性を調べた。昨年度の実験²⁾では規則波が作用した場合の汀線前後のブロックの被害率を基準に安定性を検討したが、安定限界の判定基準としては物理的意味がやや不明瞭であった。緩傾斜被覆ブロックでは1個でもずれたり、移動すると護岸が被災していると受け取られるため、波作用後に最も移動しているブロックの状況で被災度を判定した。その際、被災度を表-1に示す基準で評価した。波作用時間は規則波実験では1000波、不規則波実験では有義波周期の1000倍とした。捨石被覆斜面の安定性を実験的に検討した Van del Meer³⁾ は被害率が作用した波数の影響を受けることを報告しており、今回の実験の内、規則波での実験ではいくつかのケースで5000波を作用させて調べた結果、1000波で被災度3のものはほとんど被災度4に移行すること、被災度2以下のもので被災度4に移行するものが少ないことがわかった。そこで1000波で被災度2以下の場合を工学的には安定であると考え、毎回護岸の条件を等しくするため、1つのRun が終了するごとに被災状況をスケッチし、被災度を判定した後、裏込石、ブロックを設置しなおした。なお不規則波実験での代表波には $H_{1/3}$ 、 $T_{1/3}$ を用いて以下の解析を行っているが、それぞれの評価方法は都ら¹⁾と同じである。

表-1 被災度基準

被災度	ブロックの移動状況
安定	全く変化なし
被災度1	3mm以下の沈下・浮上
被災度2	3～7mmの沈下・浮上
被災度3	7～15mmの沈下・浮上
被災度4	完全に離脱

3. 実験結果と考察 傾斜堤における捨石やブロックの安定限界は次の Hudson式 を用いて評価されることが多い。

$$W = \frac{\gamma_r H^3 \tan \alpha}{K_D (\gamma_r / \gamma_w - 1)^3} \quad (1)$$

ここで、 W は被覆材の重量、 H は法先での波高、 γ_r 、 γ_w は被覆材と流体の単位重量、 $\tan \alpha$ は斜面勾配である。 K_D は被覆材によって決まる定数であるとされているが実際には周期や碎波の状況によって変化する。図-1は規則波実験に関するもので式(1)を変形し、波高に換算沖波波高 H_0 を用いた時の $1/K_D$ 、つまり

$$\frac{1}{K_D} = \frac{W (\gamma_r / \gamma_w - 1)^3}{\gamma_r H_0^3 \tan \alpha} \quad (2)$$

と被災度の関係を surf similarity parameter ξ (=

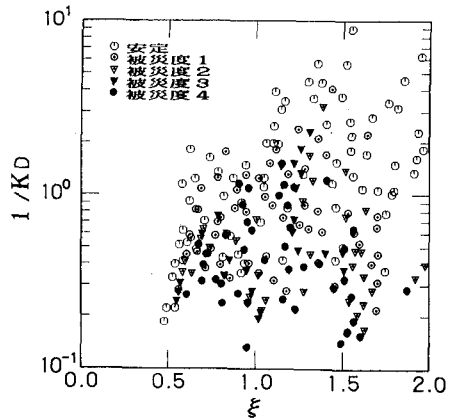


図-1 K_D 値による安定性評価

$\tan \alpha (H'_0/L_0)^{-1/2}$ に対してプロットしたものである。図中▼あるいは▽で示される安定限界に近い $1/K_D$ は ξ が 1 付近で大きめとなる傾向がみられるが、ばらつきが大きく、この図から安定限界を評価することは難しい。そこで次式に示す安定数 N_s について検討する。

$$N_s = \frac{\gamma^{1/3} H}{W^{1/3} (\gamma_r / \gamma_w - 1)} \quad (3)$$

図-2, 3はそれぞれ規則波と不規則波の実験に関して波高に換算沖波波高 H'_0 を用いた N_s と ξ の関係を示したものである。

N_s には斜面勾配に関する量が含まれていないため、これは ξ のみで考慮されたことになる。若干のばらつきはみられるが、実線で示す安定限界曲線を記入することができる。この安定限界曲線では $1 < \xi < 1.5$ 付近で安定限界の N_s が小さくなっており、この付近で共振現象が生じているものと思われる。

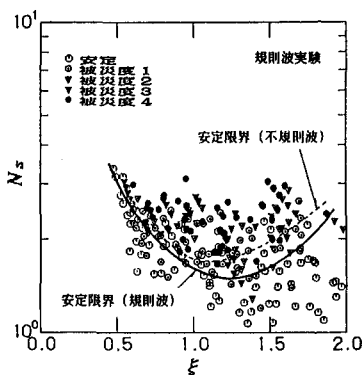


図-2 安定数 N_s による評価(規則波)

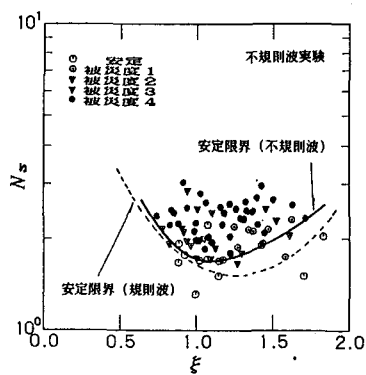


図-3 安定数 N_s による評価(不規則波)

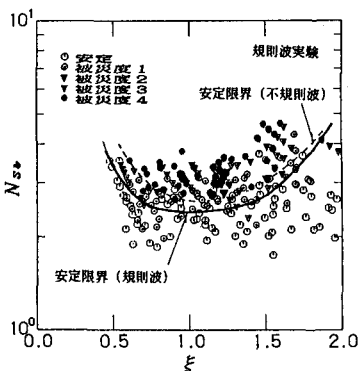


図-4 安定数 N_{s0} による評価(規則波)

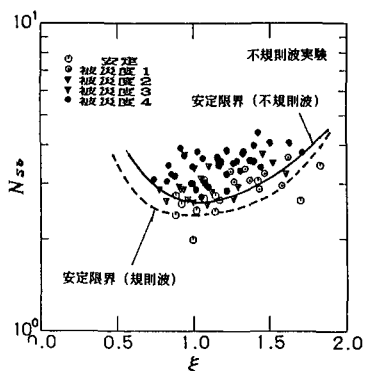


図-5 安定数 N_{s0} による評価(不規則波)

ブロックの被災は作用波の碎波形態や突っ込み状況と深く関連しているので安定限界も換算沖波波高よりは碎波波高と関係すると考えられる。そこで Le Mehaute・Koh⁴⁾ による碎波波高式 $H_b/H'_0 = 0.76 (\tan \alpha)^{1/7} \times (H'_0/L_0)^{-1/4}$ を用いて計算した波高 H_b を式(3)の波高に用いた安定数 N_{s0} と ξ の関係を調べた。図-4, 5が規則波、不規則波ごとに示したものである。図-2, 3に比べるとさらにまとまりがよくなり、図中に示すような安定限界曲線が得られる。図-2, 3および図-4, 5に示した安定限界曲線を比較すると、いずれも不規則波実験が規則波実験の上にきているが、その差は小さく、実験値のばらつきの程度を考えると規則波と不規則波との間の差は有意ではないと考えられる。

謝辞 本研究の一部は日本テトラポッド株式会社の研究助成金の補助の下に実施された。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 都ら(1991): 第43回中四支部概要集 2) 青野ら(1990): 第45回年講概要集, II-383, pp. 818-819
- 3) J. W. van del Meer(1987): Coastal Eng. 11(3), pp. 219-239 4) たとえば本間仁監修(1985): 海岸環境工学, 75p.