

緩勾配斜面上の捨石の波力に対する安定限界

泉佐野市 正会員 牛之浜竜児
 徳島県庁 正会員 山田 典宏
 高知県庁 正会員 小松 信彦
 徳島大学 正会員 三井 宏

1. まえがき

海浜侵食を面的に防止する意図で、海浜を捨石などで被覆する工法が考えられるが、被覆材が波力によってぐらつき、押上げ流れや戻り流れによって移動してしまうと、意図した目的が達成されないことになる。波力に対して安定を保ちうる捨石、あるいはブロックの1個あたりの重量を求める公式がいくつか提案されているが、これらの公式はいずれも防波堤などにおける消波工のように、急勾配に積み上げた捨石や消波ブロックに対する経験式、あるいは実験式である。本研究では急勾配斜面に対する従来の実験式が、緩勾配斜面上の被覆材の波力に対する安定限界に適用できるかどうかを評価しようとするものである。このため、模型実験を行って波力による捨石被覆の被害率を求め、従来の所要重量算定式と比較検討する。なお、共振現象による破壊機構について若干の考察を加える。

2. 実験装置と実験方法

本実験に用いた水路は流さ30m、水平部水深35cm、幅1.0mの2次元水槽で、水面の横振動を防止するために整流板で分割した。図-1に示す模型海浜は、1:10の緩勾配の砂浜全面の表層を砂利で3層乱積み被覆した。これらの砂利の安定限界を目視できるよう砂利の片側を着色したが、着色砂利の総数は大粒径が549個で、小粒径が736個である。砂利の諸元を表-1に示す。

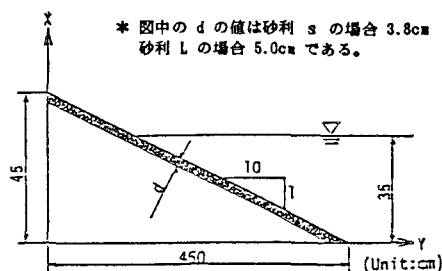


図-1 模型初期海浜断面

実験は表-1に示した2種類の砂利に対して、造波機のストロークと周期を順次変えていき、総計30種類の波を入射させた。なお、それぞれのケースについて、波が1000波作用した時点で実験を終了した。入射波高は、合田の分離算定法を用いて算定し、被害率Dは、着色した砂利が移動した個数 n_d と総数 N の比率から求めた。すなわち、 $D = n_d / N \times 100 (\%)$ である。

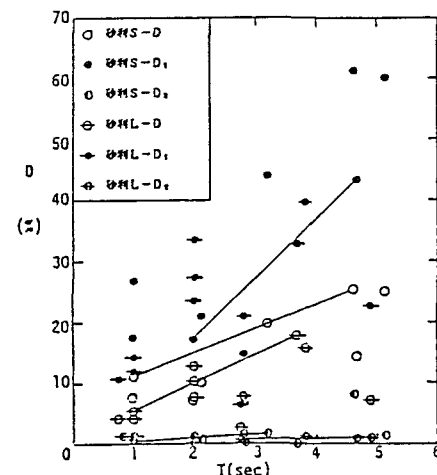


図-2 被害率と入射波周期の関係

3. 実験結果および考察

斜面上の波高の算定は、水深波長比 h/L を基準として求めた。すなわち、 $h/L \geq 0.1$ では、合田ら¹⁾の指摘に基づき、微小振幅波理論を採用した。 $h/L < 0.1$ で非碎波なら岩垣、酒井により算定されたハイパボリック波理論およびストークス波理論に基づく波高変化の図²⁾より波高 H を求めるものとした。 $h/L < 0.1$ で碎波の場合は、合田の碎波指標に関する近似式³⁾を変形して算定した。

服部ら⁴⁾によると、被害率は波高以外に周期にも影響されるので、服部らにならい図-2に示すように、被害率の実験結果を入射波周期により整理した。図中

表 1 砂利の諸元

	粒径範囲 (mm)	1個あたりの平均重量 (g)	比重	透水係数 (cm/s)
砂利 S	10 - 15	3.2	2.65	8.25×10^{-6}
砂利 L	15 - 20	5.4	2.65	1.21×10^{-4}

の実線は、 $W/r_f H^3$ の値が同じ2点を結んだ直線であり、服部らが指摘した周期増大に伴う被害率増大は、本実験においても認められる。なお、ここには図示しなかったが、砂利の領域によっても被害率は変化し、砕波点およびそれ以浅の領域の被害率は大きく、砕波点以深の領域の被害率は小さい。

本実験では斜面勾配を1種類しか使用していないので、緩斜面に対するハドソン式の妥当性を検討できなかったが、上述のように周期が被害率に深く関与していることから考えれば、緩勾配斜面上の被覆材の波力に対する安定限界に対しても適用に無理があると思われる。さらに、ハドソン式は慣性力項を無視し、抗力のみが破壊に影響すると仮定したものであるが、樁木⁵⁾によると破壊が最も強く現れる時、つまり堤防斜面上で波の共振現象が生じる時に水粒子の加速度項が急増する。捨石緩斜面の安定実験の結果を砕波点以浅および以深の領域ごとに被害率をパラメーターとして N_s 曲線で示したのが図-3、4である。ここに、 ξ はイリバーレン数で $\xi = \tan \theta / \sqrt{H_0/L_0}$ 、 N_s は安定係数で $N_s = r_f^{1/3} H / ((r_f/r_w - 1) W^{1/3})$ である。樁木は ξ の値が2.0~3.0の範囲で共振がおくと指摘しているが、図中の等被害率曲線の極小値の位置が上述の共振領域に明確に存在しているのは図-3だけで、図-4では1.5< ξ <5.0の範囲となり、あまり明確ではない。しかし、このような緩斜面でも共振現象が捨石の移動に及ぼす影響は大きいものと思われる。

4. あとがき

1種類の勾配についての本実験結果からは、ハドソン式の妥当性を直接検討できなかったが、急勾配斜面上の被覆材の安定限界と同様に、緩斜面の被覆材についても入射波の周期やイリバーレン数が影響するようである。今後、実験データをさらに収集する予定である。

参考文献

- 1) 合田良実・佐藤昭二：海岸・港湾，彰国社，1982。
- 2) 岩垣雄一：京大防災研究所年報 第10号B，pp.283~294，1967。
岩垣雄一・酒井哲郎：第15回海岸工学講演会講演集，pp.10~15，1968。
- 3) 合田良実：土木学会論文報告集，第180号，pp.39~49，1970。
- 4) 服部昌太郎・岡本 博：第35回年次学術講演会概要集，第2部，pp.49~50，1980。
- 5) 樁木 亨・柳 青魯・大西明德：第29回海岸工学講演会論文集，pp.428~432，1982。

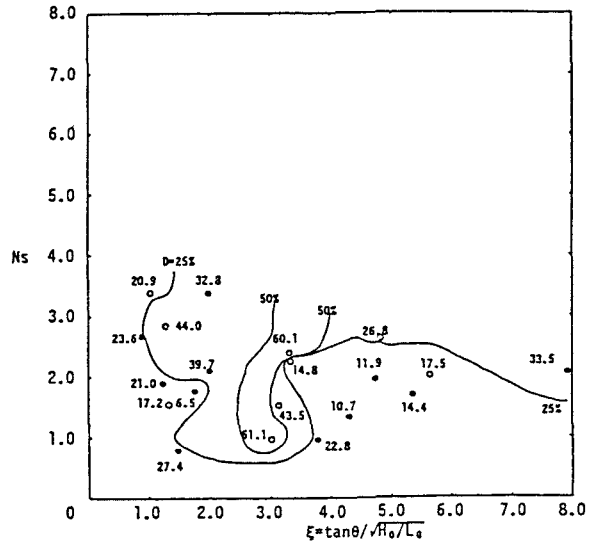


図-3 砕波点以浅の領域における破壊特性

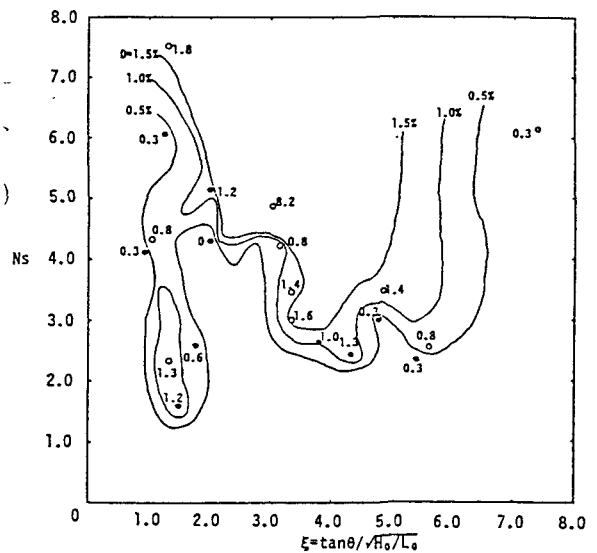


図-4 砕波点以深の領域における破壊特性