

II-294

海浜を被覆する捨石の波に対する安定性

徳島大学大学院 学生員○琢磨雅人

徳島大学工学部 正 員 三井 宏

徳島大学工学部 正 員 中野 晋

1. まえがき 離岸堤、突堤などを新設した場合、離岸堤前面では海底の洗掘、離岸堤間や突堤の付け根付近では海岸侵食がしばしば見られる。後者のような部分的侵食を制御するには捨石による海岸被覆が考えられる。捨石被覆により海浜形状を制御できることは、これまでの研究で明らかにしているが、捨石自体の安定性については明らかにされていない。本研究では模型実験により、捨石の海浜上での安定性について検討する。

2. 実験装置および実験方法 実験に用いた水槽は、長さ 30m、幅1.0m、高さ0.9mであり、水路端には規則波造波装置を設置し、他端には模型海浜を設置した。実験に使用した捨石モデルは、中央粒径 D_{n50} が1.25 cmと2.25cmの2種類(以下 d_1 , d_2 と表す。)の砕石とした。実験条件として d_1 には海底勾配 1:10, 1:7, 1:5, d_2 には 1:10, 1:7, を用いた。実験波のうち、水槽内で横振動を生じる周期1.1sec付近の波を除外した。模型海浜へ作用させた波の数は、いずれも約1000波である。捨石の被覆層はすべて3層乱積みとし、捨石の移動、転動を実験終了後に確認できるように表層を着色(10cm間隔で色分け)した。なお、砕波の波高、波峯高、砕波点位置、突込点位置、捨石の移動方向も目視により計測した。実験時の波高、周期は A/D 変換によりフロッピー・ディスクに収録した。以上の項目についての実験終了後、同一波浪条件で2成分小型電磁流速計により、砕波帯付近の流速測定を行った。その際基準点と流速測定点での水位変動を同時に測定した。捨石被覆層の部分的被害は任意の領域 i における全被覆個数 N_i と被害個数 n_i を用いて(1) 式のように表される被害率 D を用い、斜面全体の被害については(2) 式に示す被害パラメーター S を用いた。

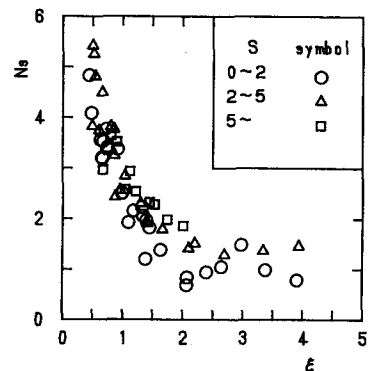
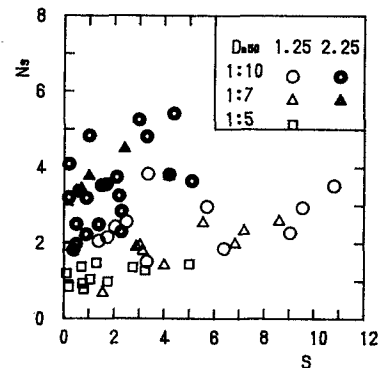
$$D_i(\%) = n_i / N_i \times 100 \quad (1)$$

$$S = n' d (= d n / B) \quad (2)$$

ここに、 n は被害総個数、 n' は海浜単位幅における被害個数、 d は代表粒径、 B は水槽幅である。

3. 実験結果 図-1は安定数 N_s と surf similarity parameter ξ による整理結果である。従来の研究は、捨石防波堤のように急勾配斜面を対象としており、このような場合には捨石またはブロックが斜面を転がり落ちる被害形態であるのに対し、本研究のような海底勾配1:10, 1:7においては、捨石の移動方向はすべて岸であった。実験データが少ないため、このような岸側へ移動する捨石の被害基準別 $\xi - N_s$ 曲線を描くにはいたらなかったが、これまで指摘されているとおり、 ξ が2~3において最も危険であるといえる。

図-2に安定数 N_s と被害パラメーター S との関係を示すが、これも実験データ不足のため、明確な関係は不明である。図-1, 2のような整理により Van der Meer¹⁾ は浸透性、波数、勾配の影響、砕波形式を考慮した捨石堤防被覆石の安定式を提案している。本研究においてもこれらの安定式と実験結果を比較しようと試みたが、被害の評価方法な

図-1 $N_s - \xi$ の関係図-2 $N_s - S$ の関係

どの違いがあり、その適用性を議論するにはいたらなかった。

図-3は海底勾配1:10のあるケースについて、斜面上で10cm区間ごとの被害率を表したものである。横軸は汀線を0としている。図中に示すB.P., P.P. はそれぞれ砕波点、突込点であり、この図では斜面上で被害が最も大になるのは突込点のやや岸側である。

図-4は図-3と同じケースについての底面付近の最大水粒子速度の測定結果である。図中のパラメーター1は岸向きで上向きの最大水粒子速度、2は沖向きで上向き、3は沖向きで下向き、4は岸向きで下向きの最大水粒子速度である。なお、流速計の構造上水深が浅くなりすぎると計測できなくなるため、測定範囲は砕波の突込点付近までにとどまっている。砕波点以浅では波形も水粒子速度も非対称性が強くなり、岸向きの流速が沖向きの2倍近くになっていることがわかる。図-3, 4をあわせ見ると、砕波点から突込点にかけての岸方向の流速の増大につれて、被害も大きくなっている。突込点以浅では、沖向きの流速を持つ水面に岸向きの速度をもって突っ込んだ水粒子が複雑な流速ベクトルを持ちながら岸側へ運ばれ、捨石被覆層へ最も大きな流体力を与える地点で被害率が最大になったと思われる。海底勾配1:10の場合には岸向きの流速が被害に大きな影響を与えることがこれらの図から予測できる。

ここで、突込点底面付近の付近の岸向き最大流速 V_m から次式に示す無次元流速 F_r を求める。

$$F_r = \frac{V_m}{\sqrt{g H_0}} \quad (3)$$

ここに、 g は重力加速度、 H_0 は沖波波高である。この F_r と ξ の関係を図-5に示す。この図で対象としている実験ケースは海底勾配1:10、中央粒径2.25cmの19ケースである。この ξ の範囲では、 ξ が大きくなるにつれて F_r も大きくなっている。実験の範囲が狭いため被害率による区分は判断できないが、樫木²⁾らの結果によれば ξ が2~3において砕波帯内の最大水粒子速度が最大になる。

4. あとがき 安定数 N_s と被害パラメーター S を関係付けようとしたが、実験総数が不足しているため明確な関係見出せなかった。被害率が最も大きくなる地点は目視による砕波の突込点のやや岸側となる。

砕波後の底面付近の最大水粒子速度は砕波点から突込点にかけて大きくなるが、岸方向の最大流速は沖方向の約2倍となる。今回の実験範囲では ξ が大きくなるにつれ、 F_r も大きくなるといった結果のみにとどまったが、被害の範囲、波形についてもっと広範囲な実験を行う予定である。

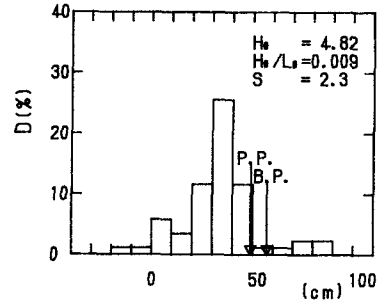


図-3 領域ごとの被害率

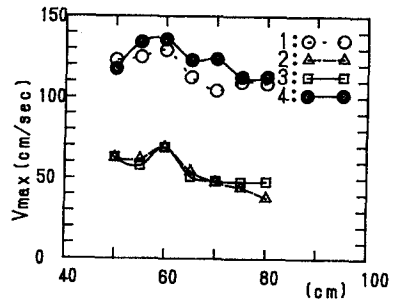


図-4 水粒子の最大流速

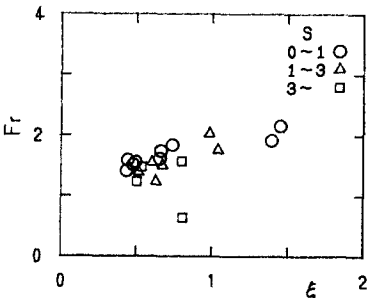


図-5 F_r - ξ の関係

参考文献 1) Van der Meer, J.W., Stability of breakwater armour layers—Design Formulae. Coastal Eng., 11:219-239, 1987

2) 樫木 亨・岩田好一郎・小林 真 : 防波堤斜面における共振現象の発生限界と発生確率, 第28回海岸工学講演会論文集, pp.352-356, 1981