

人工リーフ被覆材としての消波ブロックの安定性評価

大阪大学大学院 工学研究科 正会員 ○荒木 進歩

大阪大学大学院 工学研究科 永谷江梨花

大阪大学大学院 工学研究科 正会員 出口 一郎

1. 目的

没水型構造物で景観性、海水交換性に優れる人工リーフは、その性能を発揮するために、一般には中詰材を十分な質量の自然石または被覆ブロックで覆い、その形状を保持している。しかし、離岸堤や護岸の消波工として使われてきた消波ブロックを人工リーフに転用する場合もある（半沢ら，1996）。人工リーフ被覆材の安定質量の算定法としては、宇多ら（1988，1990）をもとにした人工リーフ設計の手引き（全国海岸協会，2004）に記載の土研式のほか、Hudson 式や Brebner-Donnelly 式において適切な K_D 値または安定数 N_s を用いる（海岸保全施設技術研究会，2004；全国漁場漁港協会；2003）ことが示されている。このうち土研式は自然石を用いた規則波実験に基づくものであり、不規則波作用時の消波ブロックの安定質量算定には不明な点が多い。

そこで本研究では、人工リーフ被覆材としての消波ブロックの安定実験を行い、土研式を用いて安定性の評価を行った。

2. 水理実験

水理実験は図-1 に示す長さ 26.0m、幅 0.7m の 2 次元造波水路で行った。勾配 1/30 の固定床上に天端幅 $B=70\text{cm}$ 、法面勾配 1:4/3、法先水深 $h=15\text{cm}$ 、天端水深 $R=3\text{cm}$ または 4.5cm の人工リーフを作製した。人工リーフは代表粒径 $D_{50}=1.59\text{cm}$ の碎石を中詰材として、質量 15.0g の消波ブロックにより 2～3 層の被覆を行った。

この人工リーフ模型に Bretschneider-Mitsuyasu 型を目標スペクトルとする有義波周期 $T_{1/3}=1.2\text{s}$ 、 1.5s 、 1.8s の不規則波を 500 波程度入射させ、消波ブロックの安定性を調べた。

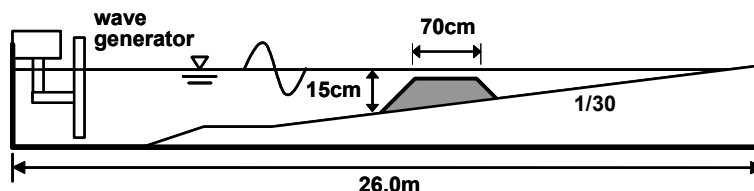


図-1 実験水槽

3. 消波ブロックの移動状況

消波ブロックの移動は主として沖側法肩付近で生じた。移動形態としては沖側斜面への転落がほとんどであったが、有義波周期の長い $T_{1/3}=1.8\text{s}$ のケースでは天端上を岸向きに転動する形態も見られた。また、ごく少数ではあるが $T_{1/3}=1.8\text{s}$ のケースでは天端上の中央から岸側法肩にかけての消波ブロックが移動する場合もあった。

4. 土研式

土研式は次式で表される。

$$M = K_L \frac{\rho_s (R + \bar{\eta}_t)^3}{s^3 \cos^3 \phi}, \quad K_L = S_n^3 f_u^6 K_V \quad (1)$$

ここに、 ρ_s : 被覆材の密度、 s : 被覆材の水中比重、 ϕ : 堤体表面上の最大流速発生地点の堤体表面と水平面の

キーワード 消波ブロック，安定性，人工リーフ，土研式

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院 工学研究科 地球総合工学専攻 TEL: 06-6879-7614

なす角度, η_t : 平均水面からの高さ, S_n : 安定係数, f_u : 堤体表面上の最大流速の無次元係数, K_V : 被覆材形状に関する係数 である。

式(1)中に含まれる安定係数は, 自然石を対象とした規則波実験での安定条件が $S_n = 0.9$ とされている。そこで, 不規則波実験における消波ブロックの安定条件を安定係数 S_n を用いて評価することとした。式(1)を変形すると次式が得られる。なお, データ整理においては波高, 周期はそれぞれ有義波高, 有義波周期を用いた。

$$S_n = \left(\frac{M}{\rho_s} \right)^{1/3} \frac{s \cos \phi}{f_u^2 K_V^{1/3} (R + \bar{\eta}_t)} \quad (2)$$

5. 土研式による安定性の評価

図-2 に安定実験の結果から得られた安定係数 S_n を示す。横軸は沖波波長 L_0 を用いた波形勾配である。 ρ_s は 2.3, K_V は用いた消波ブロックから $K_V = V/d_R^3$ (V : 消波ブロックの体積, d_R : 消波ブロックの高さ) により計算し 0.42 とした。また, 被害の程度は消波ブロックの移動個数で表現した。これは Van der Meer 式等で用いられる被害レベル ($= Ae/D_{50}^2$, Ae : 侵食断面積, D_{50} : 被覆材の代表粒径) に相当する。図中には自然石を対象とした規則波実験での安定条件 $S_n = 0.9$ を示しているが, 不規則波作用下での消波ブロックの場合, 有義波高より大きな波高の来襲があるにもかかわらず, 消波ブロックのかみ合わせの効果により高い安定性が得られていることが分かる。参考までに, 図-3 に安定数 N_s を用いて整理した結果を示す。

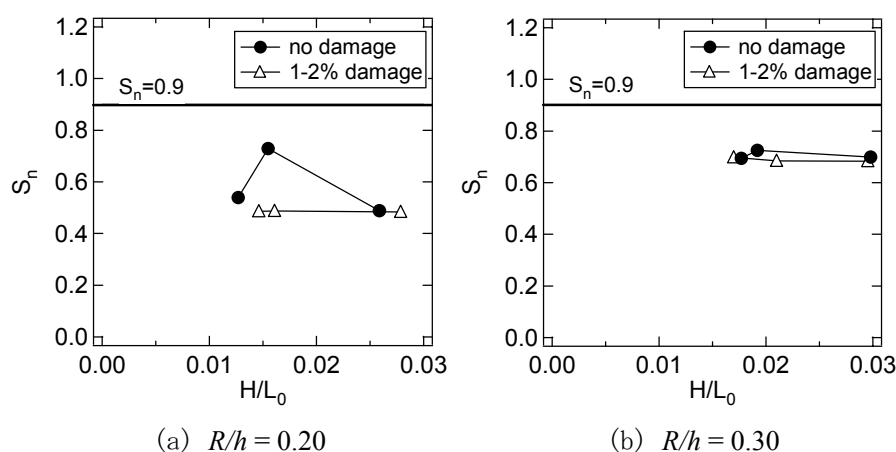


図-2 安定係数 S_n による評価

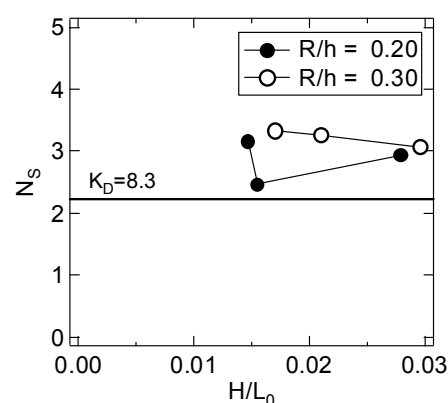


図-3 安定数 N_s による評価

謝辞

本実験を行うにあたり, 消波ブロックを株式会社テトラより借用させて頂いた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 宇多高明・小俣 篤・横山揚久(1988): 人工リーフの機能と設計法, 土木研究所資料, 第 2696 号, 71p.
- 宇多高明・小俣 篤・斉藤友伸(1990): 人工リーフ被覆材の所要安定重量算定法, 土木研究所資料, 第 2893 号, 48p.
- 海岸保全施設技術研究会編(2004): 海岸保全施設の技術上の基準・同解説, pp. 3-99-3-107.
- 社団法人 全国海岸協会(2004): 人工リーフの設計の手引き (改訂版), 95p.
- 社団法人 全国漁港漁場協会(2003): 漁港・漁場の施設の設計の手引き, pp. 59-76.
- 半沢 稔・周 遠強・杉浦 淳・佐藤弘和(1996): 消波ブロックを用いた人工リーフの機能・安定性に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第 43 巻, pp. 821-825.