

II-338

人工リーフの水利特性と被覆ブロックの安定性について

東海大大学院 学 鷺見浩一
東海大・海洋 正 小菅 晋
東亜土木 笠原康祐

1.はじめに

良好な海洋環境を保全するために海水交換性に優れ、海岸の環境を確保し、さらに天端面上を有効利用することができる人工リーフの計画・施工例が近年増加している。人工リーフは砕石やコンクリートブロックを用いて築造されるため被覆材の重量が不足すると来襲波により、被覆材が転倒し堤体に破壊が生じて本来の波浪減衰機能を発揮できなくなることがある。人工リーフの被覆材所用重量算定法・水利特性については宇多ら¹⁾により検討されている。宇多らの研究は砕石を用いた堤体に規則波を作用させたものであり、被覆材としてコンクリートブロックを用いたものではない。

そこで、本研究では被覆材としてコンクリートブロックを用いた水利模型実験を行い、人工リーフの設計諸元となる天端水深 R 、堤体高さ d 、設置水深 h 、の変化が被覆ブロックに及ぼす影響、また透過率 K_t 、人工リーフ周辺での水位上昇量 η 、およびリーフ法肩周辺での最大流速 U_{max} の変化等の水利特性について検討した。

2.実験装置および実験方法

実験は、反射吸収制御を備えた2次元造波水路(38m×1.0m×0.6m)を用いた。図-1に示すように $i=1/30$ 斜面上に人工リーフ模型を設置した。模型堤体は前面法勾配 $s=1/3$ 、天端幅 $B=1\text{m}$ とし、設置水深・天端水深を変化させた。実験断面の組合わせは堤体高さを $d=6, 10, 14\text{cm}$ の3種類とし、 $d=6\text{cm}$ に対応する天端水深として $R=0, 2, 4\text{cm}$ 、 $d=10, 14\text{cm}$ に対応する天端水深として $R=2, 4, 6\text{cm}$ の合計9種類とした。被覆材は図-2に示す重量32gのブロックを用い、基礎マウンドには3~4gの砕石を用いた。実験波はブレットシュナイダー・光易型の波浪スペクトルを持つ不規則波を作用させ、堤体周辺に容量式波高計・水位計、堤体上に電磁流速計を設置し、水面変動・流速変動を計測した。作用波浪条件は有義波 $H_{1/3}$ を4.0~14.0cm、有義周期 $T_{1/3}$ を1.13, 1.41, 1.98秒の3種類とした。実験波は24分間作用させ、転倒・移動・振動するブロックの様子を8mmビデオカメラにより録画観測した。

3.実験結果および考察

3.1.被覆ブロックの安定限界

被覆ブロックの散乱の状態は法先から天端面前部に集中しその大部分は法肩付近であった。これは、法先から天端面前部にかけて入射波が砕波し、波高・水位の変位分布が激しくなるためである。また、天端水深・設置水深が大きくなると被覆材の不安定となる個数は減少するものの範囲は広がる。これは、人工リーフ上で砕波した波が進行に伴って急速に減衰することを考えると、天端水深の深い場合には入射波の強制砕波する砕波帯が広範囲に及ぶためである。被覆材の不安定となる場合の波・流れの状況は、1)戻り流れの強いときに沖方向に動く、2)入射波の波力により岸方向に動くの2つに大別された。

本研究では被覆材の安定性を示す指標として広く検討されているプレブナー・ドネリーの安定係数 N_s 値を用いた。図-3は安定係数 N_s を縦軸に、天端水深を沖波換算波高で無次元化し

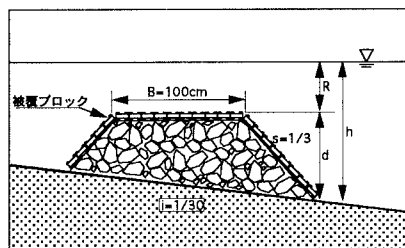


図-1 堤体模型

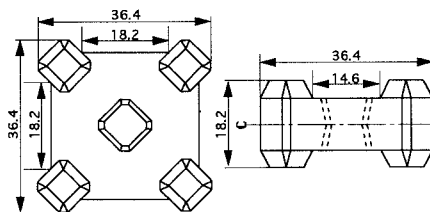


図-2 被覆ブロック模型

た R/Ho' を横軸として関係を示したものである。安定・不安の境界が比較的明瞭であり、不安定の下限值を用いて Ns を求めると3.5程度となる。被覆材が不安定となる範囲は $R/Ho' \leq 0.75$ であり、この範囲内で R/Ho' が大きくなると安定限界を示す Ns も大きくなるのがわかる。

3.2.透過率

図-4は堤体上で砕波する場合の透過率 Kt の測定結果を R/Ho' をパラメータとして天端幅を波長で無次元化した B/Lo との関係を示し、宇多ら¹⁾の研究結果との比較した。 R/Ho' が小さく B/Lo が大きくなるほど Kt が小さなることがわかり、既往の実験結果とほぼ同様の傾向を示し、波浪減衰効果は $R/Ho'=0.4$ では1割程度向上している。これは、被覆材の特性が関係していると考えられる。また、 R/Ho' が小さくなるほど Kt の減少率は低下し、 B/Lo が大きくなるほど透過率は R/Ho' に関係なくある一定の透過率に近づく傾向がうかがえる。

3.3.水位上昇量

人工リーフ周辺の水位上昇量は法先から法肩にかけて下降し、岸側に近くなるにつれて上昇することがわかった。また、設置水深が浅く岸側に近くなるにつれて水面変動が激しくなる傾向を示した。図-5は人工リーフ背後域での平均水位上昇量を沖波換算波高で無次元化した η/Ho' を縦軸に、 R/Ho' を横軸にして波形勾配 Ho'/Lo をパラメータとして示したものである。 R/Ho' が大きく、 Ho'/Lo が小さいほど水位上昇量は小さくなるのがわかる。既往の実験結果として宇多ら¹⁾と比較してみるとデータにばらつきがあるものの傾向的には一致しているが、今回得られた結果が小さいことに気付く。これは、被覆材の相違、波の不規則性が影響していると考えられる。

3.4.最大流速

宇多ら¹⁾は最大流速の無次元数として $U_{max}/\sqrt{g(R+\eta)}=fu$ を定義している。図-7は $U_{max}/\sqrt{g(R+\eta)}$ を縦軸に沖波換算波高を設置水深で無次元化した Ho'/h を横軸として R/Ho' をパラメータとして示したのもである。図中の曲線は宇多らが求めた最大流速の研究結果であり、 $Ho'/h \leq 0.04$ を境界として $U_{max}/\sqrt{g(R+\eta)}$ は増加から減少に移行している。データにばらつきがあるものの $Ho'/h \leq 0.4$ ではほぼ同様の結果を示し、 Ho'/h 、 R/Ho' が大きくなると $U_{max}/\sqrt{g(R+\eta)}$ は小さくなっている。

4.おわりに

人工リーフの被覆材の安定性と水理特性について検討した結果、次のことがいえる。

ブレブナー・ドネリーの式で被覆材の安定性を示す Ns は R/Ho' に依存して変化する。透過率・水位上昇量・最大流速などの水理的特性は人工リーフの設計諸元に支配され、水位上昇量は堤体高さすなわち堤体背後の水域が関係している。また、波の不規則性・堤体の構成材料に影響されることがわかった。

参考文献

- 1) 宇多・小俣・斉藤:人工リーフ被覆材の所用重量算定法,土木研究所資料第2893号,pp4~15.1990.

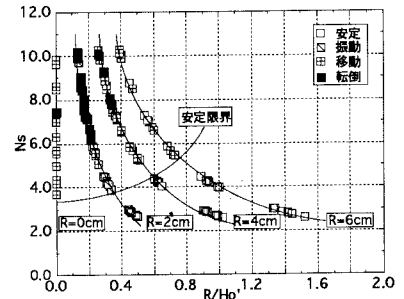


図-3 被覆ブロックの安定係数

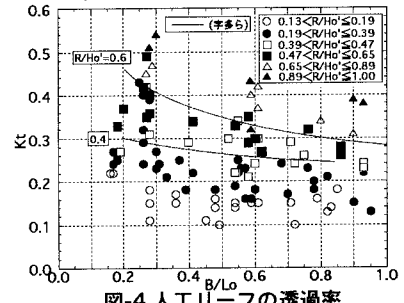


図-4 人工リーフの透過率

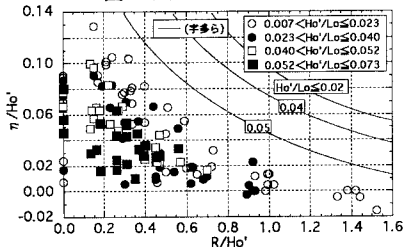


図-5 水位上昇量

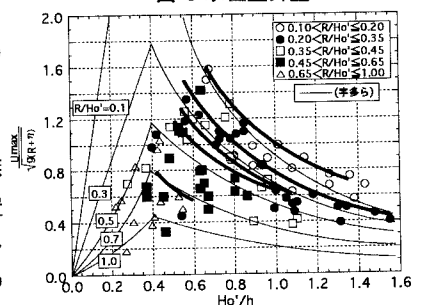


図-6 最大流速