

人工リーフによる波変形と被覆ブロックの安定性に関する研究

愛媛大学工学部 正 員 中村孝幸
 (株) ダイホーコンサルタント 正 員 O 山本博文
 三柱ブロック (株) 大塚明人
 三柱ブロック (株) 小野塚孝

1. まえがき: 既に宇多ら¹⁾²⁾は、捨石で構成される人工リーフの耐波安定性を、主にリーフ上の流体場との関係から実験的に検討している。しかしながら、リーフの構成部材に作用する波力の特性は、事前に検討されておらず、移動は揚力により生じると仮定されている。本研究は、人工リーフ上の被覆ブロックの移動状況を水理模型実験により分類し、その安定限界について考察を行う。さらにそのときのブロックへの作用波力の特性を明らかにすることで、人工リーフ上の被覆ブロックの安定性を評価するものである。またこれらと平行して、透過波の周波数特性を明らかにして、人工リーフによる波浪制御効果についても実験的に検討する。

2. 実験装置および実験方法: (1) 模型堤体; 平均粒径10mm程度の砕石よりなる台形マウンド上に偏平な被覆ブロックを敷き詰めたものである(図-1参照)。この際、ブロックの外縁間隔は2mm程度にした。また、天端上水深Rは2.1, 4.5, 9.6, 18.5cmの4種類を採用した。

(2) 実験概要; 作用波の周期Tは6種類(1.24, 1.39, 1.55, 1.78, 2.00, 2.20sec)を天端上水深により選択し、各周期の条件について、ブロックの移動状況を見ながら徐々に波高(H)を増大させた。また図中に示す位置に波高計を設置して透過波の測定もおこなった。そして、この移動状況をもとにブロックへの作用波力を水平、鉛直の2成分に分離して測定した。波力測定の対象にしたブロックは図中に示す測点A, A', F, Gの4測点で、波力と流体場の関係も検討できるようにこれらの測点上で水平流速も測定した。

3. 人工リーフによる波の変形: ここでは波群中の最高波による定義で求めた透過率 C_T と、エネルギーフラックスによる定義で求めた透過率 $(C_T)_E$ の結果を紹介する。図-2は各定義で求めた透過率の R/H による変化を天端上水深ごとに示すものである。この図より、低天端の条件下では入射波高の増大にともない透過率は減少する傾向があるが、高天端の条件下では逆の傾向が見られる。

4. 被覆ブロックの移動状況: 本研究ではブロックの移動状況を以下に示す4形態に分類できた。移動形態1; ほとんどブロックは移動しない, 移動形態2; 天端上の特定の1~2列で水平滑動が見られ周囲の列

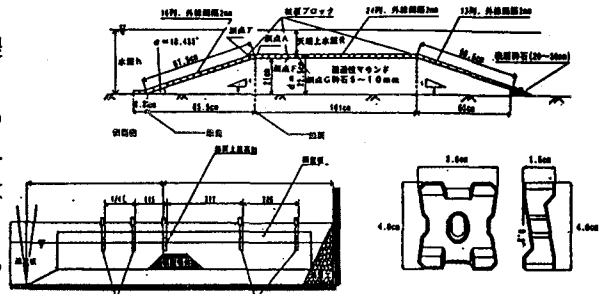


図-1 模型堤体と被覆ブロック

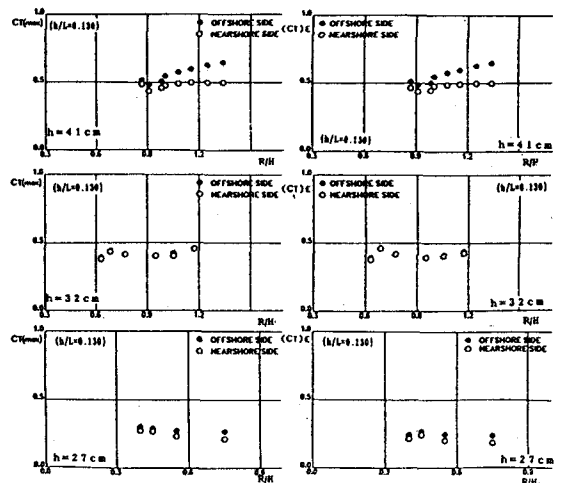


図-2 各定義に基づく透過率

の滑動はほとんど無く安定した状態に入る、移動形態3；天端上のほとんどで水平滑動が生じるが大部分の列では滑動量が小さい、移動形態4；天端上のほとんどの列で顕著な水平滑動が生じ、特定のブロックは浮き上がり、飛散する場合もある。この分類は主にブロックの移動の時間経過に対する進行性に着目したもので、本研究では安定状態が崩れる移動形態3を実際的な安定限界と定義した。この定義に基づきブロックの安定限界波高を周期ごとに調べた。図-3に代表例を示す。この図から短周期の方が安定限界波高は小さくなる事がわかる。

5. 波力の時間波形：図-4は、代表例として天端上水深 $R=9.6\text{cm}$ のときの測点A, Gの結果を示す。図中にはブロックに作用する水平波力(F_H)、ブロック真上での水平流速(U_H)、水平流速の数値時間微分により算出した加速度($\partial U_H / \partial t$)の時間波形がプロットしてある。また、水平流速、加速度が正のピーク値を示す時間位相を、それぞれ実線と破線で表示してある。この図から、水平波力には正のピークが2つあり、それぞれ加速度、流速に対応しているのがわかる。このことから、人工リーフ上では作用波力の特性の把握にモリソン式が適用できると考えられる。そして、A点～G点に移るにつれ正方向のピークが突出し、流速のピークと加速度のピークの間に現れる傾向があることから、天端上では法肩付近で慣性力が卓越し、波進行方向に移るに従い慣性力と抗力の割合が接近してくると考えられる。

6. 抗力と慣性力の卓越度：図-5は各天端上水深におけるA, G点の抗力と慣性力の比 F_{HD}/F_{HI} を、入射波高Hをブロックの高さ D' で除した無次元波高比による変化で示したものである。この図より天端上では全体的に慣性力卓越が認められるが、波進行方向に移るにつれて、また、天端上水深が深くなるほど抗力と慣性力の割合は接近してくることなどがわかる。

7. 結語：(1)人工リーフの透過率は天端上水深と入射波高により特性が変化する。(2)被覆ブロックの安定限界波高は、短周期の場合ほど小さくなる。(3)移動を生じやすい天端上のブロックでは、主に慣性力が卓越することから、人工リーフ上の被覆ブロックの安定性を論じる上で、慣性力は重要な波力と言える。

<参考文献>
1) 宇多ら：土木研究所資料，第2696号，1989。
2) 宇多ら：土木研究所資料，第2893号，1990。

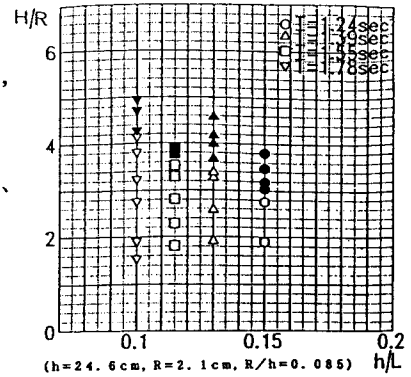


図-3 ブロックの安定限界

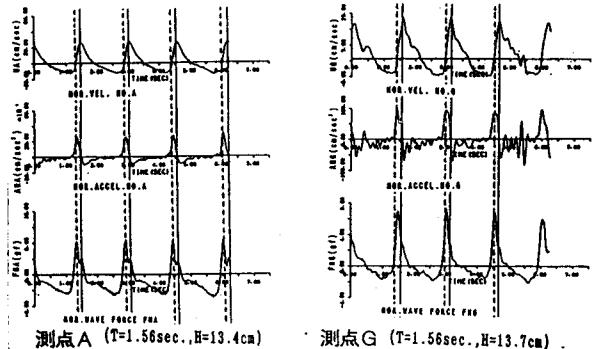


図-4 各測点における時間波形

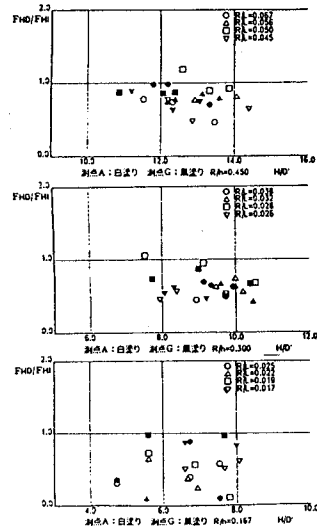


図-5 抗力と慣性力の卓越度