

水平板付コーン型ブロックを用いた人工リーフの水利特性について

Hydraulic performances of artificial reef armored by cone shape block with horizontal plate

室蘭工業大学院建設システム工学専攻 ○学生員 掛水則秀(Norihide Kakemizu)
 室蘭工業大学建設システム工学科 正員 木村克俊(Katsutoshi Kimura)

1. はじめに

人工リーフは、天端高を干潮面以下に潜らせ、天端幅を広くして、波の減衰効果を期待する海岸構造物である。人工リーフの施工には一般的に消波ブロックを用いるが、堤体高さの制限やブロック同士のかみ合わせにより性能が左右されやすく、一定の効果を発揮するのは難しい場合がある。そこで、消波ブロックに代わって図-1に示す水平板付コーン型ブロックを用いて図-2の上段に示す人工リーフ用構造物を開発した。この構造物は堤体高さを自由に決められ、単純形状であるため施工も容易である。本研究ではコンクリート量を同程度とした通常型的人工リーフ(図-2の下段参照)との反射および伝達特性、波力特性について比較検討した。



図-1 水平板付コーン型ブロック

2. 数値計算による検討

数値解析には、数値波動水路(CADMAS-SURF)を使用した。水路の長さは1150m、海底勾配は1/30とし、堤体前面水深 $h=8\text{m}$ とした。規則波を用い、波高 $H=3.0\text{m}$ 、周期 $T=11\text{s}$ とした。

図-3は凹部堤体幅と波長の比 l/L を0.06および0.18とした場合の波の作用状況を示したものである。 $l/L=0.18$ は前方突出部で碎波した波が凹部へ落ち込み、さらに後方突出部で碎波しているのに対して、 $l/L=0.06$ は前方突出部で碎波した波が凹部へ落ち込むことなく後方突出部へ伝わっている。

図-4は堤体凹部幅と波長の比 l/L と伝達率 K_T の関係を示したものである。 $l/L=0.18$ のときに伝達率が最小値をとり、 l/L の値が大きくなっても K_T に大きな変化は見られないことが明らかになった。

3. 実験方法

実験は2次元造波水路(長さ24m、高さ1.0m、幅0.6m)内に勾配1/30の海底勾配を再現した。堤体設置水深 h は20.1cm、マウンド上水深 h' は18.8cmで一定とした。水平板付コーン型ブロックの高さは8.2cm、13.7cmの2種類とし、通常型人工リーフにはテトラポッド(360g)を用いた。

反射・伝達率実験はすべて不規則波を用い、有義波高 $H_{1/3}$ を7.5~22.5cmの間で変化させ、有義波周期 $T_{1/3}$ を1.27s、1.74sおよび2.21sの3種類とした。波力実験は測定用ブロックを分力計の先端に固定し、水平及び鉛直方

向成分を測定した。実験は規則波を用い、波高 H を8~16cmの間で変化させ、周期 T を1.27s、1.74sおよび2.21sの3種類とした。

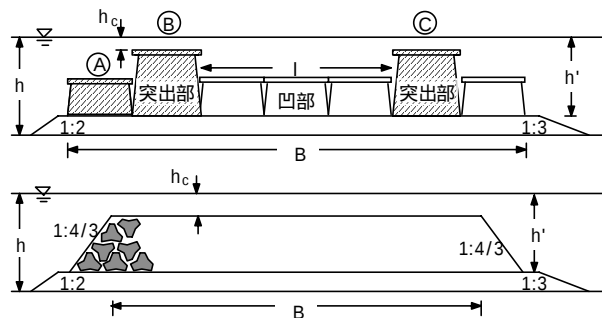


図-2 模型形状

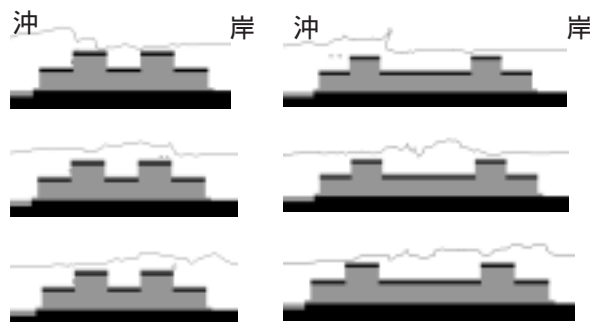
(a) $l/L=0.06$ (b) $l/L=0.18$

図-3 CADMAS-SURFによる水面形状

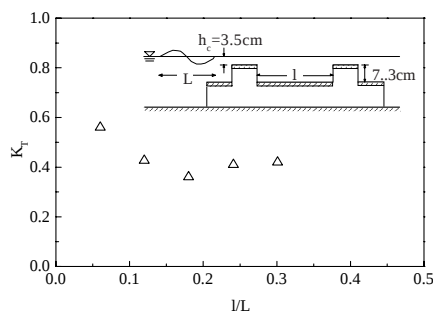


図-4 数値計算による伝達率

4. 反射・伝達波特性

沖側、岸側それぞれ2ヶ所に波高計を設置し、反射および伝達率を測定した。伝達率は、無堤時の通過波高に対する伝達波高の比で求めた。図-5は $T_{1/3}=1.74\text{s}$ において通常型と水平板付コーン型ブロックの伝達率 K_T 、反射率 K_R と波形勾配 $H_{1/3}/L_{1/3}$ の関係を示したものである。反射・伝達率ともに2つの構造形式の間に差がみられない。

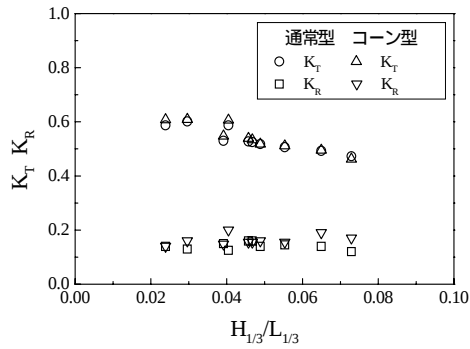


図 - 5 通常型人工リーフとの比較

5. 波力特性

図 - 6 は $T=1.74s$ および $T=2.21s$ の条件に対して水位 η 、マウンド近傍流速 U 、水平波力 F_H 、鉛直波力 F_V および波力の合力 $F=F_H+\mu F_V$ の時間変化を示したものである。なお、 μ はコンクリートと捨石マウンドの摩擦係数である。各々のピーク値に時間差があることがわかる。これは波による急激な水位の上昇により水平板に鉛直上向きの力が作用し、その後コーン部に波の進行方向の力が作用しているためである。同一波高では、周期が長いほうが流速が大きく、波力も大きい傾向がある。

水中および静水面付近にある構造物に作用する抗力 F_H および揚力 F_V は流速に対して式 (1)、式 (2) で求められる。

$$F_H = C_D \frac{1}{2} \rho_w A_D U^2 \quad (1)$$

$$F_V = C_L \frac{1}{2} \rho_w A_L U^2 \quad (2)$$

ここで、 A_D は構造物の流れ方向の投影面積、 A_L は構造物の流れ直角方向の投影面積、抗力係数 C_D 、揚力係数 C_L である。図 - 7 は実験値と計算値を比較したものである。水平板付きコーン型ブロックの場合、 $C_D=4$ 、 $C_L=2$ とすることにより実験値と同等の値を得ることが明らかになった。

図 - 8 は $h/L=0.086$ において各ブロックにかかる波力を水深波高比 H/h と無次元滑動波力 $F_H/\mu(W'-F_V)$ で示したものである。ここで、比重 s を 2.3 としたときのブロックの水中重量を W' とする。ブロック B に対してブロック A、C は波力が小さいことがわかる。この結果から、波浪条件に応じて、通常のコンクリートに比べて比重の小さな石炭灰等の材料を有効利用出来る可能性があることがわかった。

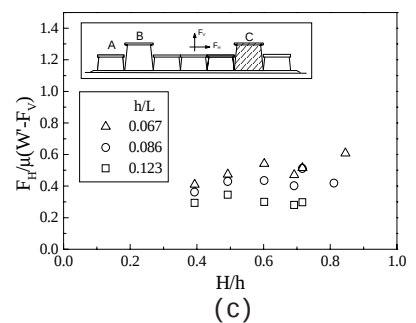
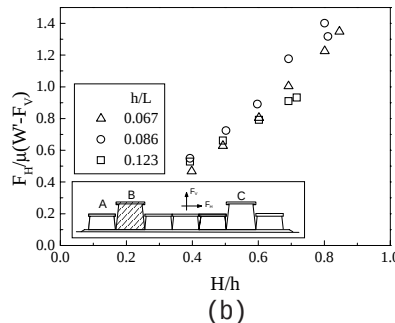
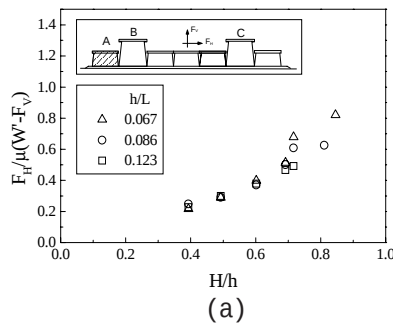


図 - 8 設置位置ごとの無次元滑動波力

6. まとめ

本研究で得られた結論は以下のとおりである。

CADMAS-SURF を用いた数式計算により、伝達に及ぼす堤体凹部幅の影響を明らかにした。

同一のコンクリートボリュームで通常型と同程度の反射・伝達率を得られることを確認した。

水平板付コーン型ブロックの波力特性を明らかにした。

参考文献

- 1) 財団法人 沿岸開発技術研究センター：数値波動水路の研究・開発 2001.

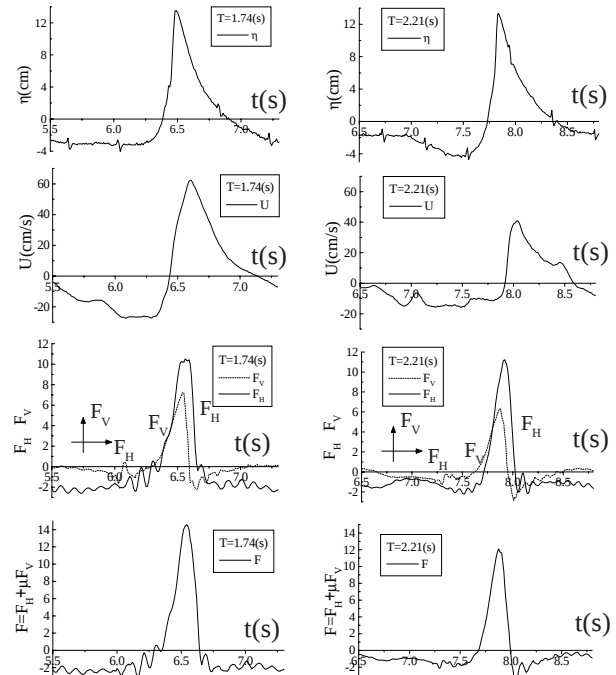


図 - 6 時系列データ

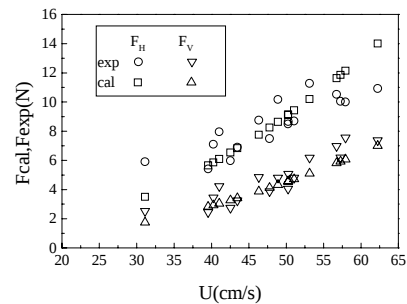


図 - 7 水平および鉛直波力