

スリット型上部工を用いた一層被覆型消波護岸の水理特性について

Hydraulic performances of single-layer block mound seawall with slit crown wall

室蘭工業大学院

○ 学生員 山口圭太(Keita Yamaguchi)

室蘭工業大学建設システム工学科 正 員 木村克俊(Katsutosi Kimura)

1. はじめに

消波ブロック積み傾斜式護岸は、比較的浅海域を対象とした護岸の一般的な構造形式のひとつである。近年、構造物のコスト縮減の要請が高まっており、被覆部を噛み合わせの良いブロックで一層とする工法が注目を集めている。

本研究では一層被覆型消波護岸の越波および反射特性の向上を目的として、スリット型上部工を用いた構造形式について水理模型実験を行った。

2. 実験方法

水理模型実験は二次元造波水路(長さ24m、高さ1.0m、幅0.6m)に1/30勾配の水路床を設置して実施した。堤体断面は図-1に示すように、天端2個並び、法面勾配1:4/3、空隙率52%とした。消波ブロックは写真-1に示すハマバイト模型(123g)を使用し一層乱積みとした。上部工は図-2に示す開口率25%のスリット型とし、遊水室幅 B を12.1cm～42.1cmに変化させた。なお比較のために、直立型上部工およびテトラポッド模型(180g)を用いた二層乱積みの断面についても検討した。

反射率および越波実験は不規則波で行い、有義波周期 $T_{1/3}$ を1.46s、2.01sおよび2.55sの3種類とし、作用波数を150波程度とした。反射率実験は有義波高 $H_{1/3}$ を6.9cm～17.2cm、非越波条件で行った。越波実験では、有義波高 $H_{1/3}$ を12cmで一定とし、天端高さを10.6～22.6cmと変化した。堤体天端に導水樋を設置し、越波水を堤体背後の取水容器に集め、その流量を測定した。

波力実験では測定用ブロックを分力計の先端に固定し、水平および鉛直方向成分を測定した。実験は規則波で行い、水深 h を31cmで一定とし、波高 H を9～17cm、周期 T を1.46、2.01および2.55sの3種類とした。波力の測定は図-1に示す静水面、法肩および堤前の3ヶ所において実施した。解析対象は3波とし合力のピーク値の平均を求めた。なお縮尺は1/30を想定している。

3. 反射および越波特性

図-3は、波形勾配 $H_{1/3}/L_{1/3}=0.04$ に対する反射率 K_R と無次元遊水室幅 $B/L_{1/3}$ の関係を示している。直立型($B/L_{1/3}=0$)の場合は $h/L_{1/3}$ が小さいほど反射率が大きくなる傾向にある。スリット型の場合は、 $h/L_{1/3}=0.135$ および0.093の条件では遊水室幅の効果がみられない。これは波高が小さいため波面が上部工まで到達する回数が少ないことが理由と考えられる。これに対し $h/L_{1/3}=0.072$ の条件では遊水室による効果が顕著に現われており、直立型と比べ反射率が0.1程度低くなる。また $B/L_{1/3}=0.04$ より大きくすると反射率は一定となる。図-4は反射率と $H_{1/3}/L_{1/3}$ の関係を示している。スリット型上部工を用いることにより直立型上部工を用いた二層被覆よりも反

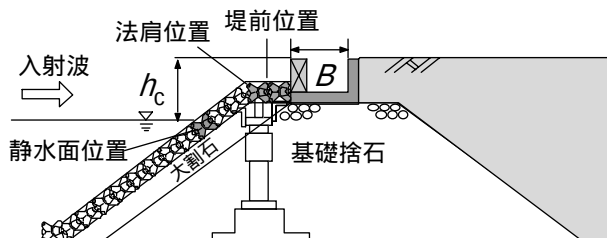


図-1 堤体断面図



写真-1 ハマバイト模型

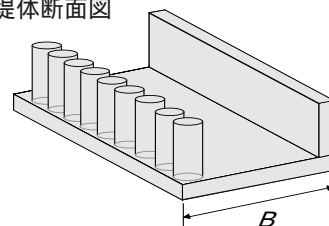


図-2 スリット型上部工

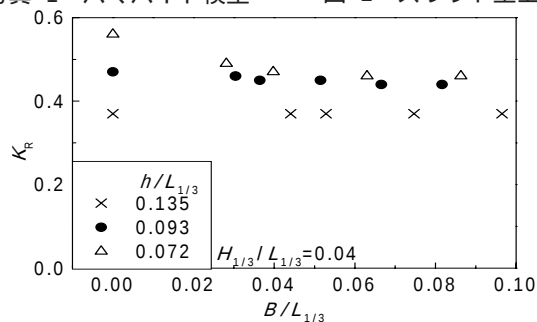


図-3 反射率と遊水室幅の関係

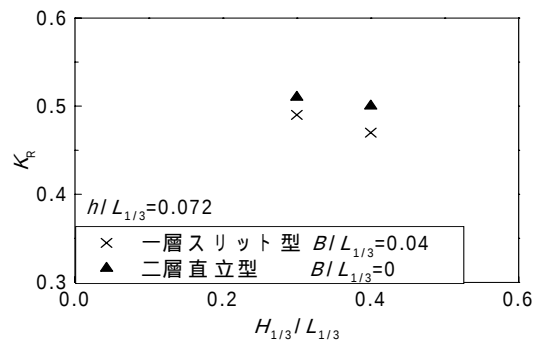


図-4 従来型との比較

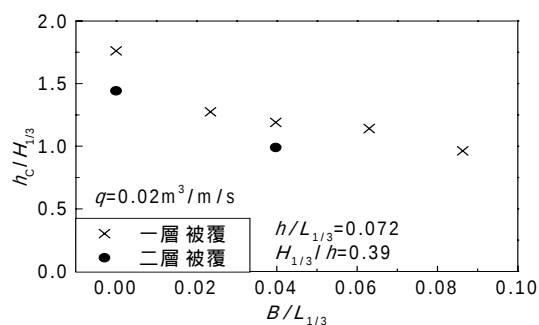


図-5 無次元天端高さ

射波を抑えられることがわかった。

図-5は、 $h/L_{1/3}=0.072$, $H_{1/3}/h=0.39$ の条件に対して、許容越波流量を $0.02\text{m}^3/\text{m/s}$ (現地換算値)とした場合の無次元天端高さ $h_c/H_{1/3}$ と $B/L_{1/3}$ の関係を示している。スリット型上部工を用いた一層被覆は直立壁上部工を用いた二層被覆より天端を低く抑えることができ、反射率が一定になる $B/L_{1/3}=0.04$ 程度で天端高を3割程度抑えることができる。

4. 消波ブロックの安定性

4.1 安定数

清水ら²⁾は直立型上部工を用いた消波護岸の安定実験を行いハマバイトの安定数として以下の式を提案している。

$$N_s = 2.32 \left(\frac{N_0}{N_{w,0.5}} \right)^{0.2} + 1.89 \quad (1)$$

ここで N_0 は被災度、 N_w は作用波数である。

$N_0=0.1$, $N_w=5000$ とした場合の安定数 N_s は2.51であり、実験で用いたハマバイト(123g)の安定限界波高は $H_{1/3}=12\text{cm}$ となる。波力実験においてはその最大波高に着目し $H=17\text{cm}$ を実験対象波とした。

4.2 波力特性

図-6は $h/L=0.072$, $H/h=0.55$ に対して、各測定位置での波力の時間変化を示したものである。スリット型上部工では、静水面では波力が法面に沿った方向から法面を垂直に押す方向に作用し、法面に沿った方向でピーク値をもっている。法肩では水平方向よりやや下向き、堤前では水平方向からやや上向きでピーク値をもっている。これに対し直立型上部工の堤前では図の右下に示すようにやや下向きの水平方向の力が作用している。

外力に対して安定となる最小の重量を安定限界重量 W_{crit} と定義し、図-7に示す力の釣合いより式(2)が得られる。

$$W_{\text{crit}} = \frac{F_z + \mu F_x}{\mu \cos \theta + \sin \theta} \quad (2)$$

ここで θ は法面勾配、 μ は摩擦係数である。図-8は、各測定位置による安定限界重量をブロックの水中重量で除した W_{crit}/W' と B/L の関係を示したものである。静水面と法肩では上部工の違いによる影響は見られないことから、式(1)によりブロックの安定数を求めることができる。これに対し堤前では $B/L=0.04$ でピーク値をもつ。これは図-9に示すように遊水室における水面変動が大きく、遊水室に引き込む流れが生じるためと考えられる。遊水室が広い場合には、水面変動が小さく波力の増大はみられない。このため堤前においてはこうした波力特性を考慮して、ブロック重量の割増し、あるいは根固め方塊等の設置が必要になると考えられる。

5. まとめ

本研究で得られた結論を以下に示す

上部工にスリット型を用いることにより反射率、越波流量を低減でき、天端高さを抑えることができる。

ブロックに作用する波力におよぼす B/L の影響を明らかにした。

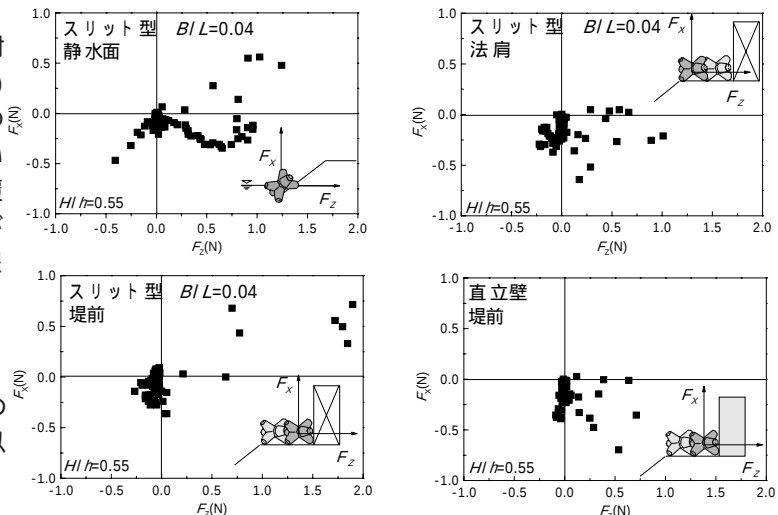


図-6 波力の時間変化

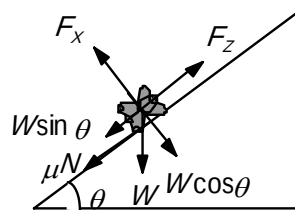


図-7 消波ブロックに作用する波力

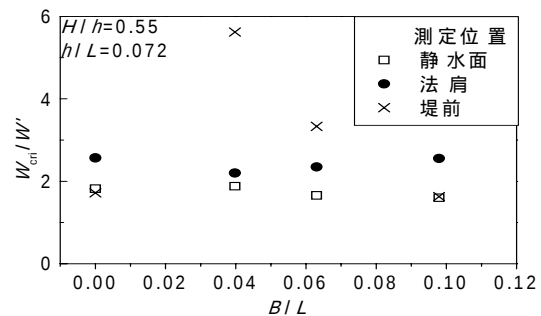


図-8 安定限界重量

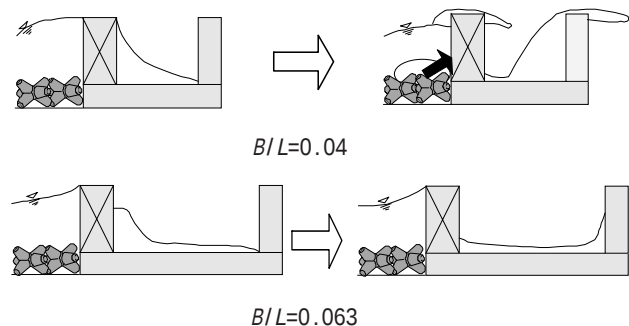


図-9 遊水室における波の作用状況

参考文献

- 1) 高橋重雄, 下迫健一郎, 近藤充隆, 山口貴之: 傾斜堤の越波量等に及ぼす被覆ブロックと上部工の影響, 海洋開発論文集, 第15巻, pp74-79, 1999
- 2) 木村克俊, 清水雄平, 五明美智雄, 笠原康雄, 佐野朝昭: 一層被覆型消波ブロックを用いた護岸の水理特性について, 海洋開発論文集, 第19巻, pp.541-546, 2003