

大型波返工付スリット式護岸の水理特性

Hydraulic characteristics of slit-type seawall with wide parapet

室蘭工業大学大学院博士前期課程
室蘭工業大学建設システム工学科
室蘭工業大学大学院博士後期課程

○ 学生員 澤田陽気 (Yoki Sawada)
正 員 木村克俊 (Katsutoshi Kimura)
正 員 清水敏明 (Toshiaki Shimizu)

1. まえがき

近年、海岸道路において、越波による通行障害が増加する傾向にある。その対策として消波ブロックを用いた護岸改良が行なわれているが、景観、環境、コストの面での課題が少なくない。スリット式構造は、港湾における防波堤や護岸では一般的であり、その設計法はすでに確立している。しかしながら、こうしたスリット式構造の水深の浅い道路護岸への適用例は少なく、設計上不明確な点が多い。

そこで本研究は、スリット式構造を道路護岸に使用した場合の水理特性として、反射、越波および波圧特性について明らかにする。

2. 実験方法

(1) 実験模型および実験波

実験は二次元造波水路(長さ24m、高さ1.0m、幅0.6m)内の海底勾配1/30水路床上に実験縮尺1/43の堤体模型を設置して行った。図-1は消波ブロック式護岸の実験断面、図-2は大型波返工付スリット式護岸の実験断面、図-3は大型波返工付護岸の実験断面である。実験ではすべて不規則波を用い、実験波数を150波とした。水深 h は7.0, 9.3, 11.6cmの3ケース、沖波波高 H_0' は7.0, 9.3, 11.6, 14.0, 16.3cmの5ケース、周期 $T_{1/3}$ は1.22, 1.52, 1.83sの3ケースとした。

(2) 反射実験

反射率は堤体の沖側に設置した2本の容量式波高計を用いて入反射波分離推定法(合田ら¹⁾)により求めた。波返工の水平とのなす角度は 45° とし、張り出し幅 B を5.0cmとした。遊水室幅 a は0, 5.0, 10.0, 15.0, 20.0cmの5ケースとした。

(3) 越波実験

堤体天端上に幅30.0cmの導水路を設置し堤体背後の集水枡に越波水を取得して、その体積を計測して越波流量を求めた。

波返工の水平とのなす角度は反射実験と同様に 45° とし、張り出し幅 B を0, 3.0, 5.0cmの3ケースについて測定を行った。

(4) 波圧実験

堤体模型中央内部に分力計を設置し、波返工に作用する波力を測定した。波返工の水平とのなす角度を他の実験と同様に 45° とし、張り出し幅 B を5.0cmとした。また遊水室幅 a は10.0cmとした。

以下、実験結果は実験縮尺を考慮した現地量で表示する。

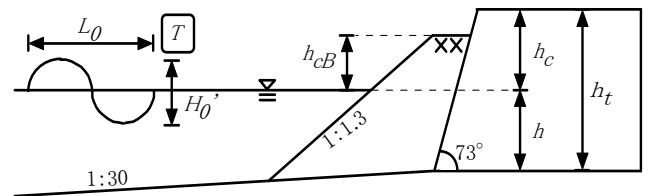


図-1 消波ブロック式護岸

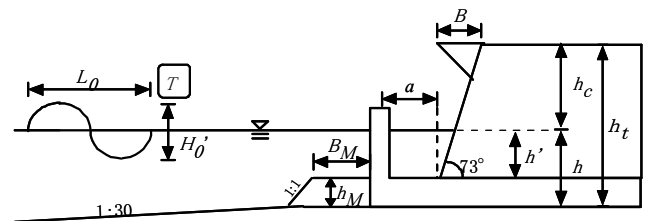


図-2 大型波返工付スリット式護岸

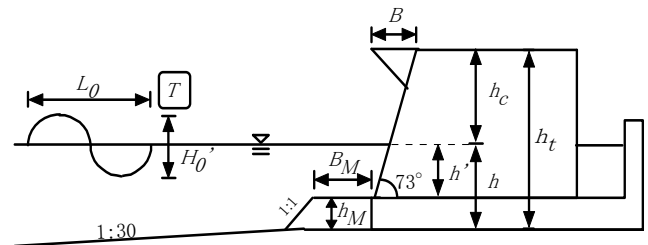


図-3 大型波返工付護岸

3. 反射特性

図-4は、現地でH.W.L.に相当する堤体設置水深 $h=4.0$ mの条件に対して、周期 $T=12.0$ s、沖波波高 $H_0'=7.0$ mにおける反射特性を示している。ここでは、スリット式護岸の反射率を K_{rs} 、消波ブロック式護岸の反射率を K_{rb} として、縦軸に両者の比 K_{rs}/K_{rb} をとり、横軸に遊水室幅と波長の比 $a/L_{1/3}$ をとった。この結果から消波ブロック式護岸より反射率を低く抑えるためには $a/L_{1/3}$ を0.02以上、すなわち遊水室幅 a を約4.3m以上とすればよいことが分かった。

図-5は、遊水室幅 a を4.3m、張り出し幅 B を2.2mとしたスリット式護岸に対して、水深、波高、周期を変化させた場合の反射特性を示している。これより上記の構造条件を採用することで、おおむね消波ブロック式護岸の消波性能を上回ることが分かる。

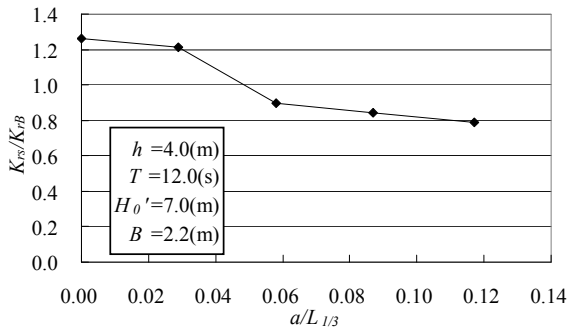


図-4 反射率に及ぼす遊水室幅の影響

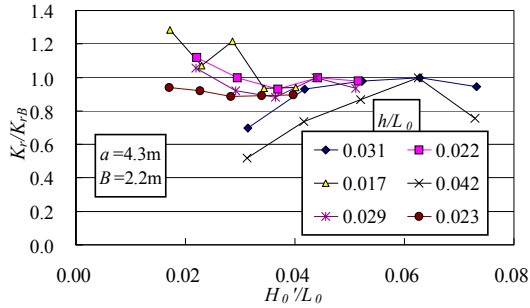


図-5 反射特性

4. 越波特性

現地で H.H.W.L に相当する堤体設置水深 $h=5.0\text{m}$ を対象として、設計波（周期 $T=12.0\text{s}$ 、沖波波高 $H_0'=7.0\text{m}$ ）に対する越波性能を検討する。図-6 は張り出し幅 B と消波ブロック式護岸における波高と越波流量の関係を示している。なお、縦軸は各構造で得られた越波流量 q を目標値 $q_a(1 \times 10^3 \text{m}^3/\text{m/s})$ で除して無次元化している。実験結果より、張り出し幅 B を 2m 程度にすれば、ほぼ目標値を満たすことが分かる。

図-7 は消波ブロック式護岸の越波特性を示している。縦軸は消波ブロック式護岸の越波流量 q_B を目標値 q_a で除して無次元化し、横軸は水面から天端までの高さ h_c を水深 h で除して無次元化した。天端高さ h_c が大きくなるほど越波流量の低減効果が高い。ここで消波ブロック式護岸の天端高さを $h_c=7.0\text{m}$ とすれば、消波ブロック式護岸は目標値を満たすことが分かった。一方、大型波返工付スリット式護岸は $h_c=4.6\text{m}$ で同程度の条件を満たすことより、消波ブロック式護岸よりも天端高さ h_c をおよそ 35%程度低くすることが望める。

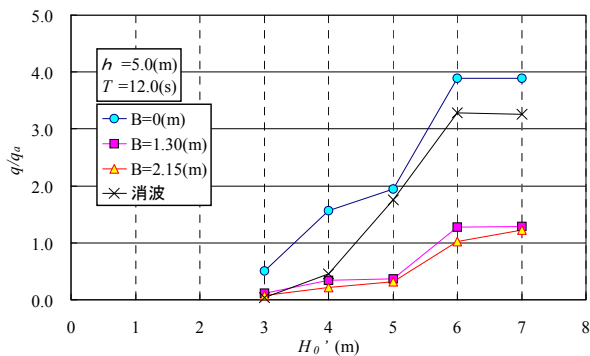


図-6 越波特性

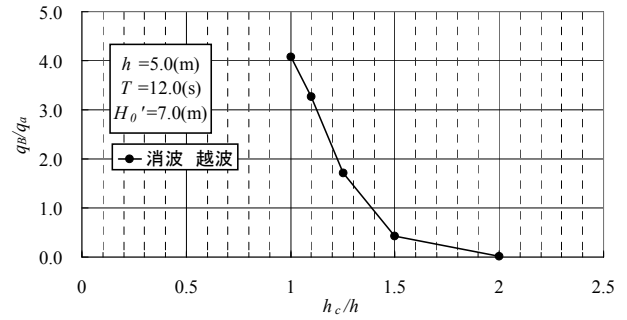


図-7 消波ブロック式護岸の越波特性

5. 波圧特性

波圧実験では、越波実験と同一の水深および波浪条件に対して検討を行った。図-8 は、遊水室幅 a と波返工に作用する最大波圧 p_{max} の関係である。ここでは、縦軸に波返工に作用する波圧 p_{max} を $\rho g H_{max}$ で除し、無次元化している。また横軸に遊水室幅 a と堤前波長 $L_{1/3}$ の比 $a/L_{1/3}$ を示している。堤前波長 $L_{1/3}$ に対して遊水室幅 a が小さくなるほど作用する最大波圧比 $p_{max}/\rho g H_{max}$ が大きくなる。これはスリットによる消波効果が働いたためであると考えられる。最大波圧比 $p_{max}/\rho g H_{max}$ は $a/L_{1/3}=0.05$ 以降ほぼ一定状態になる。この結果により、遊水室幅 $a=4.3\text{m}$ とすればよいことが分かった。

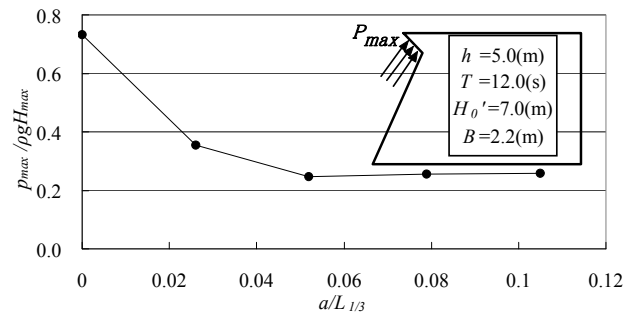


図-8 波圧特性

6. まとめ

本研究で得られた主要な結論を以下に示す。

今回検討対象とした波浪条件に対して、反射および波圧を考慮して遊水室幅 a を決定した。
越波特性に基づいて、張り出し幅 B を決定した。
大型波返工付スリット式護岸は従来の消波ブロック式護岸よりも 35%程度低天端化が可能である。

今後は、波浪条件を変化させた場合の水理特性を確認するとともに、スリット部の形状や開口率の影響についても検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 合田良実・鈴木康正・岸良安治・菊池 治：不規則波実験における入・反射波の分離推定法，港湾技研資料，No. 248，1976 年，24p.