

沿い波が作用する護岸スリット部の波圧について

宮崎大学 学生会員 陶山亮哉
宮崎大学 正会員 村上啓介 真木大介

1. はじめに

日本では、毎年のように台風等によって高波が発生し、越波による護岸背後での交通障害や越波水塊による乗用車のフロントガラスへの破損被害などが報告されている¹⁾。このような越波被害を従来の直立護岸で防ぐためには護岸天端高を高くする対策や、護岸前面に消波ブロックを設置するといった対策が考えられるが、コストや景観の面から現実的でない場合も多い²⁾。

筆者らは、直立護岸よりも低天端で高い越波阻止機能を備えているフレア型護岸を提案してきた。これまでの研究では、主に護岸に対して直角に波が入射する場合について越波阻止機能や作用波力について検討してきたが、実海域での適用例が増えるに伴い、斜め入射波に対する検討も必要になってきた。特に、護岸隅角部における越波処理は検討が急がれる課題の一つである。

筆者らは、護岸隅角部における越波低減方法としてフレア型護岸局面部に隔壁状のスリットを設置する断面を考え、その水理機能を検討している。本研究は、スリット部および護岸隅角部付近に作用する波圧特性を水理模型実験で明らかにすることを目的に実施した。

2. 実験方法

実験は、長さ 20m、奥行き 15m、高さ 0.7m の屋外平面水槽を用いて実施した (図-1)。水槽のほぼ中央に高さ 0.1m のマウンドを設置し、マウンドの上に模型縮尺 1/20 程度の模型を設置した。模型は入射波に対して角度 ($\theta=15^\circ, 30^\circ$) を持たせ、直立護岸と隅角部を有するように配置した。また、波の乱反射によって波が乱れることを防ぐため、水槽の周囲には消波ブロックを設置した。

波圧計は、図-2 のように直立護岸側には隅角部から 0.20m 間隔で静水面上に 4 つ取り付け、スリットには隅角部から 0.15m~0.30m 間隔で静水面高さの位置に 4~8 つ取り付けた。作用波圧は鉛直分布を持つが、本研究では最大波圧が発生すると考えられる静水面位置に波圧計を取り付けて計測を行った。

実験では周期が 1.4s, 1.6s, 1.8s, 2.0s, 2.2s の規則波

を発生させ、造波始動後の 10 波を測定して最大波圧を読み取った。その際、計測を 3 回行い平均値を求めた。今回の実験で行ったケースは表-1 の通りである。

表-1. 実施したケース

15°	case1	直立護岸×直立護岸
	case2	直立護岸×フレア型護岸
	case3	空隙率 0%スリット (7.5 cm間隔 2.4m)
	case4	空隙率 0%スリット (15 cm間隔 2.4m)
	case5	空隙率 35%スリット (15 cm間隔 2.4m)
30°	case2-1	直立護岸×フレア型護岸
	case2-2	空隙率 0%スリット (7.5 cm間隔 2.4m)
	case2-3	空隙率 0%スリット (15 cm間隔 2.4m)
	case2-4	空隙率 35%スリット (15 cm間隔 2.4m)
	case2-5	空隙率 0%スリット (30 cm間隔・4.8m)
	case2-6	直立護岸×フレア型護岸+水制工
	case2-7	直立護岸×フレア型護岸+水制工増量

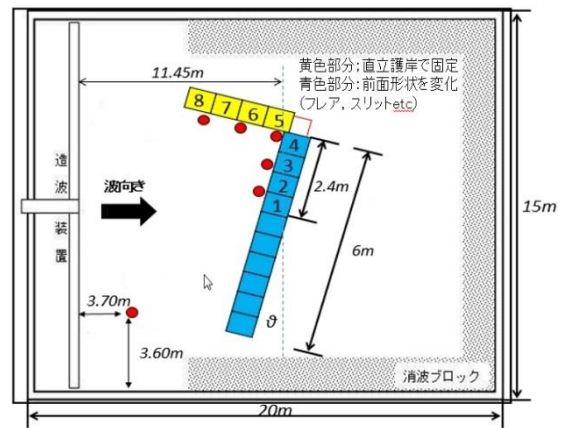


図-1. 水槽平面図

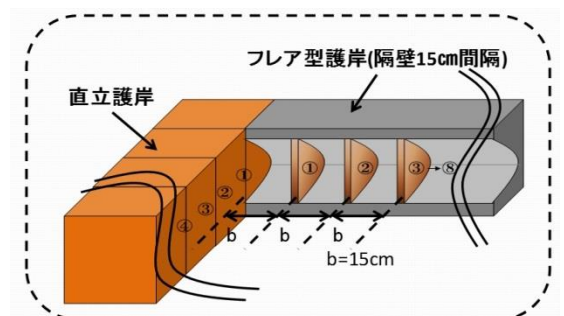


図-2. 波圧計設置位置の一例

3. 実験結果

図-3 に入射波角度 15° , 周期 2.2s の波を発生させた際に直立護岸側に生じた最大波圧を示す。図の縦軸は実験で得られた波圧を入射波高相当の静水圧で無次元化した無次元波圧, 横軸は波圧計設置位置を示している (図-2 参照)。いずれのケースの場合も, フレア型護岸に沿った波が直接作用する 1 番の箇所で大きな波圧の差が見られるが, 2~4 番における波圧の違いは小さい。スリットを用いることで沿い波が低減され, スリットがない場合に比べて波圧が低減されていることと, スリット間隔や空隙率による波圧の差が小さいことが確認できる。

図-4 に入射波角度 30° でフレア型護岸前面に水制工を設置し, 周期 2.2s の波を発生させた際に直立護岸側に生じた最大波圧を示す。水制工とはフレア型護岸前面に配置した $0.41\text{m} \times 0.24\text{m} \times 0.16\text{m}$ の消波ブロック列のことで, 図-1 で示した 1~4 番の護岸の前面に 4 箇所設置した。スリットを設置した場合と異なり, 水制工による沿い波の低減効果は小さく, 明確な作用波圧の差は見られなかった。

図-5 に入射波角度 15° で周期 2.2s の波を発生させた際に護岸形状を変化させた部分 (図-1 での 3, 4) に生じた最大波圧を示す。この部分に作用する最大波圧は護岸隅角部に向かうにつれ大きくなる傾向が見られる。これは, 隅角部付近で波高が増大する傾向によるものと考えられる。隅角部付近のスリットに作用する最大波圧は入射波高相当の静水圧の 2~5 倍程度であるとともに, 沿い波によってスリット部に衝撃的な波圧が作用していないことを確認した。

4. 結論

本研究では, 護岸隅角部付近およびスリット部に作用する波圧特性を水理模型実験で検討した。本研究で得られた結果を以下に示す。

- (1) 護岸隅角部の直立護岸側で生じる波圧は, 隅角部に最も近い場所では増大するが, 隅角部から離れるにつれ小さくなる傾向が見られた。また, フレア型護岸にスリットを設置した場合と設置しない場合を比較すると, スリットを設置した場合の方が直立護岸側に生じる波圧は小さくなる。その際, スリットの間隔, 空隙率の違いによる波圧分布の違いは見られなかった。
- (2) フレア型護岸前面に水制工を設置した場合は, 水制工がない場合に比べ護岸隅角部の直立護岸側に生じる波圧に大きな違いは見られなかった。

- (3) スリット部に作用する最大波圧は, 隅角部に近いほど大きくなる傾向が見られた。隅角部付近のスリットに作用する最大波圧は入射波高相当の静水圧の 2~5 倍程度であるとともに, 沿い波によってスリット部に衝撃的な波圧が作用していないことを確認した。

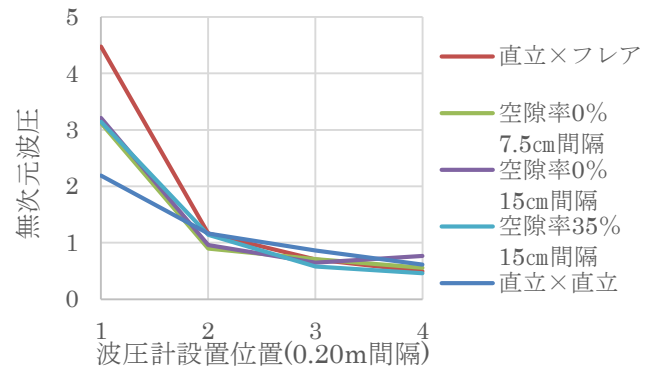


図-3. 直立護岸側に生じる波圧の比較

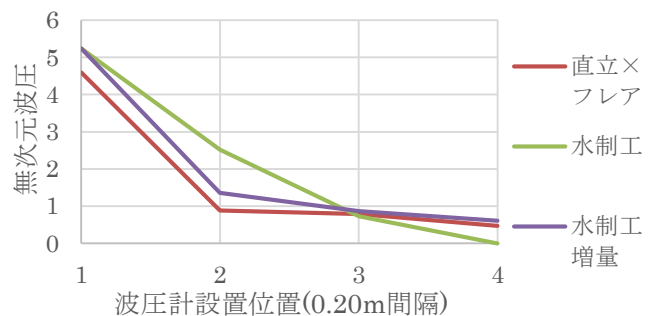


図-4. 水制工を用いた場合の波圧

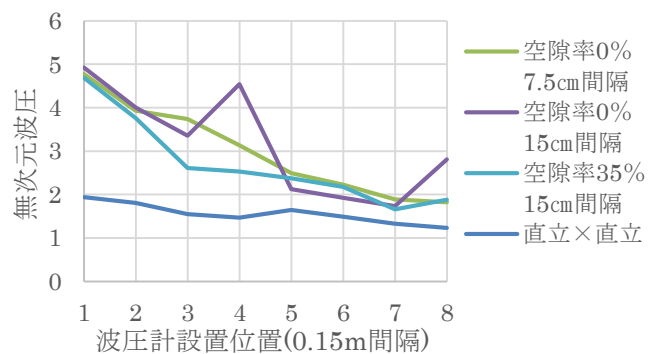


図-5. 形状を変化させた護岸部に生じる波圧の比較

参考文献

- 1) 木村克俊, 藤池貴史, 上久保勝美, 安倍隆二, 石本敬志: 道路護岸における波の打ち上げ特性に関する現地観測, 海岸工学論文集第 45 巻, 1998
- 2) 市川靖生, 片岡保人, 竹鼻直人, 濱崎義弘, 入江功, 村上啓介: フレア型護岸の道路護岸への適用に関する基礎的検討, 海洋開発論文集 vol. 16 pp. 251-256