

Stem 波が作用する護岸の波圧特性に関する研究

宮崎大学 学生会員 陶山亮哉 黒枝亮太
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、越波被害が報告されている¹⁾。越波被害を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⁾。このような背景から、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が提案され、その水理特性や波圧特性が詳細に検討されてきた。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作用波力などを検討してきたが、実海域での適用例が増え、斜め入射波に対する検討が必要になってきた。

斜め入射波に対する護岸の設計では、その入射角度に応じて換算天端高係数を求めて護岸天端高さを決定する。一方、護岸に作用する波力は波圧に関しては、斜め入射波に対する換算係数は定められていない。そのため、必要に応じて実験等を実施し、波力や波圧を求めて設計に反映している。このような背景から、本研究では、斜め入射波が作用する場においてフレア型護岸前面に作用する波圧を実験及び数値計算により求め、入射角度が波圧に及ぼす影響を検討する。

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 程度の模型を入射波に対して角度 ($\theta = 0^\circ \sim 60^\circ$) を持たせ設置した (図-2)。作用波圧を測定するにあたって、波圧計を護岸の中央部に 4 つ取り付けた (図-3)。

実験では周期が 0.9s から 1.6s の規則波を発生させ、造波始動後の 10 波を測定して最初の 3 波を読み取った。その際、同一条件での計測を 3 回行い、平均値を求めた。今回の実験で行ったケース及び実験条件は表-1 の通りである。

数値計算では CADMAS-SURF/3D を用いた。水槽の大きさは屋外平面水槽の四分の一程度 (長さ 5m、奥行き 3.76m、高さ 0.7m) とし、護岸模型の幅は 1.5m とした。また、メッシュ

のサイズは、 $\Delta x=2\text{cm}$ 、 $\Delta y=2\text{cm}$ 、 $\Delta z=1\text{cm}$ とした。

表-1. 実験条件

護岸形状	護岸角度	天端から水面までの距離	周期	入射波高
直立護岸 フレア型護岸	0° 15° 30° 45°	0.038m	0.9s	0.04m
			1.1s	0.06m
			1.3s	0.08m
			1.5s	
	60°	0.064m	1.0s	0.08m
			1.2s	0.10m
			1.4s	0.12m
			1.6s	

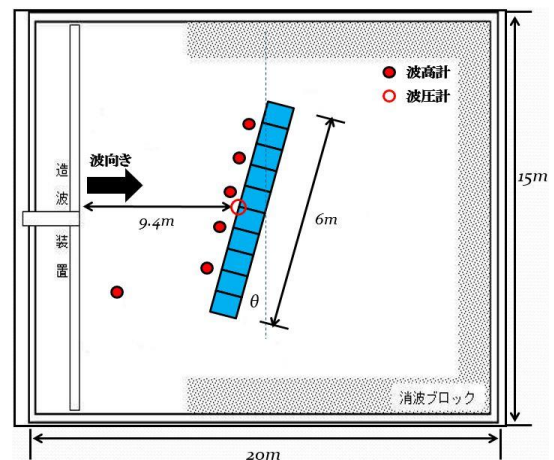


図-1. 水槽平面図

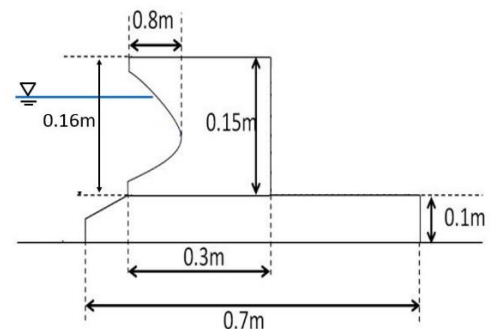


図-2. フレア型護岸断面図

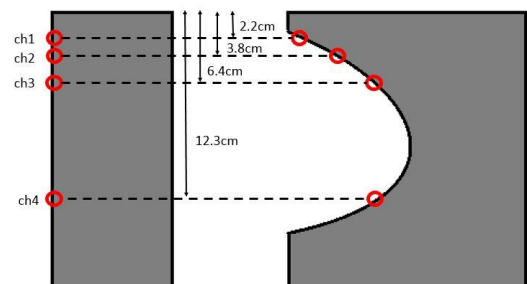


図-3. 波圧計設置位置(直立護岸・フレア型護岸)

3. 実験結果

図-4、図-5 に周期 1.0s、入射波高 0.08m の波を発生させ

た際に護岸前面の静水面位置 ch3 (天端からの距離が 6.4cm) に生じた波圧を示す。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、横軸は護岸角度を示している。フレア型護岸断面について見ると、入射波角度が 0° のときは無次元波圧に対して 2 倍程度の波圧が生じているが、入射波角度の増加にもとない波圧は減少する傾向を示している。一方、直立護岸については入射波角度による波圧値の変動は殆ど見られない。

フレア型護岸では、入射波角度が増大すると、護岸前面での波返し効果が低減し、それに伴って波当たりも軽減するので波圧は低減する傾向を示したものと館あげられる。一方、直立護岸では、部分重複波的な波圧変動が生じているため、入射波角度が変わっても波圧値自体の変動はほとんど生じないと考えられる。なお、碎波圧が生じるような場合は、波あたりの状況が入射波角度によって異なるので、入射波角度による波圧値の変化が予想される。

図-6 と図-7 は、実験で求めた波圧と数値計算で求めた波圧 (静水面付近) を比較したものである。入射波周期は 1.0 秒、入射波高は 0.08m である。両結果より、数値計算結果と実験結果は良好に一致していることが確認できる。三次元波浪場における耐波設計に CADMAS-SURF が用いられつつある。本研究で対象とフレア型護岸についても、同手法が有効に活用できることが確認できる。

4. 結論

本研究では、護岸前面部に作用する波圧特性を水理模型実験及び数値計算で検討した。本研究で得られた結果を以下に示す。

- (1) フレア型護岸法線に対して入射波が角度を持って入射する場合、護岸に作用する波圧は入射波角度が大きくなるにしたがって低減することを確認した。
- (2) 一方、直立護岸では、入射波角度による波圧変動は小さい結果となった。今回の実験条件では部分重複波的な波圧変動が生じていたため、入射波角度に対する変動が小さかったものと考えられる。
- (3) 護岸に作用する波圧は、護岸への波あたりの状況に大きく依存する。碎波圧が生じる条件においても同様の検討をする必要があることを確認した。
- (4) CADMAS-SURF /3D を用いて護岸に作用する波圧を求め、数値計算結果が実験結果と良好に一致することを確認した。

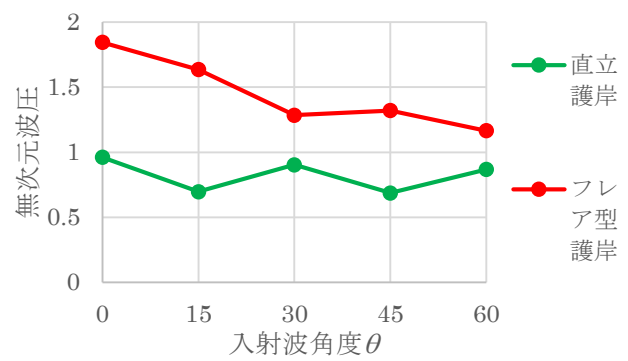


図-4. 静水面位置に作用する波圧 (実験値)

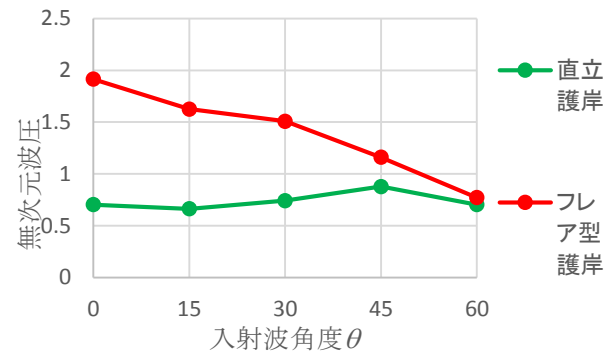


図-5. 静水面位置に作用する波圧 (数値計算)

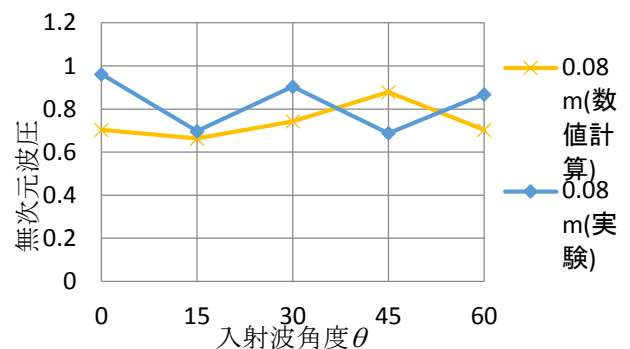


図-6. 直立護岸の静水面位置に作用する波圧

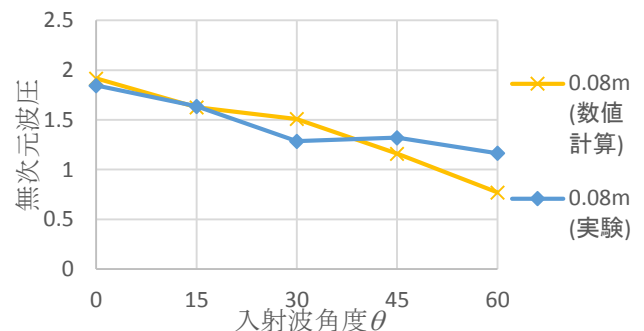


図-7. フレア型護岸の静水面位置に作用する波圧

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, 676-680, 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, 2000