

直積消波ブロックを用いた護岸に関する水理模型実験

Model tests on hydraulic performances of wave-absorbing block seawall

室蘭工業大学 大学院 ○学生員 岡田真衣子 (Maiko Okada)
 室蘭工業大学 建設システム工学科 正員 木村克俊 (Katsutoshi Kimura)

1. まえがき

臨海部において自動車や人の安全な通行を確保するためには、越波による影響を抑えることのできる適切な護岸を設置する必要がある。既設の直立護岸に対しては消波ブロックによる改良が一般的であるが、海域利用者との調整が難しく、適切な改良が行えない場合が少なくない。直積消波ブロックを用いた護岸(以下、直積式護岸)は海域の占有幅が比較的少ないことから直立護岸の改良に適した構造と考えられる。直積式護岸についてはすでに多くの研究が行われ、一般的な水理特性は明らかになっている^{1),2)}。本研究では道路護岸のように前面水深が浅い条件に対して水理模型実験を行いその水理特性を比較・検討するものである。

2. 実験方法

水理模型実験は2次元造波水路(長さ24m, 幅0.6m, 高さ1.0m)で行った。図-1に実験対象とした現況の護岸、消波護岸および直積式護岸の断面形状を示す。実験はすべて不規則波で行い、波浪条件を表-1に示すように変化させた。なお、一般的な現地の道路護岸に対する模型縮尺はおよそ1/35となる。

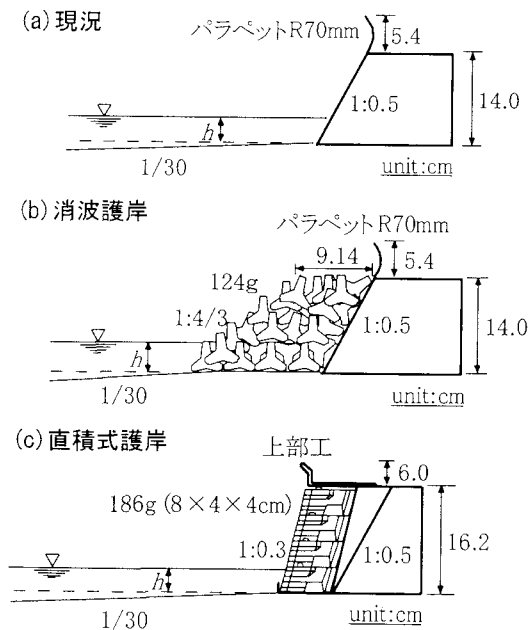


図-1 模型の断面形状

表-1 波浪条件

堤体設置水深 h (cm)	3.7, 6.9, 10.1
周期 T (s)	1.52, 1.86, 2.20
換算沖波波高 H_o' (cm)	2.9~22.9
実験波(作用波数)	不規則波(150波)

3. 越波飛沫の打ち上げ特性

越波状況は堤体側面に設置したデジタルビデオカメラを用いて撮影した。ビデオ画像をもとに、一波ごとの打ち上げ高さを読み取った。静水面からの最大到達高さを R_s とし、有義波諸元に相当する打ち上げ高さ $R_{SI,3}$ を求めた。

図-2に $H_o' = 11.4$ cm, $T = 1.52$ s に対する構造別の飛沫の発生パターンを示す。現況では飛沫が堤体法面に沿って勢よく打ち上がるのに対し、消波護岸では波面がブロック法面で碎波し、飛沫はブロック法面に沿って発生する。一方、直積式護岸については波面がブロック法面に作用したときに、飛沫はブロック法面に沿って発生する。

図-3は、 $h = 3.7$ cm, $T = 2.20$ s における構造別の無次元打ち上げ高さ $R_{SI,3}/H_{I,3}$ と水深波高比 h/H_o' の関係を示したものである。直積式護岸における飛沫の打ち上げ高さ $R_{SI,3}$ は、他の護岸に比べて低く抑えられていることがわかる。また、図中の実線は木村ら³⁾による消波護岸における飛沫の打ち上げ高さの算定式で、実験値と算定値は概ね一致している。

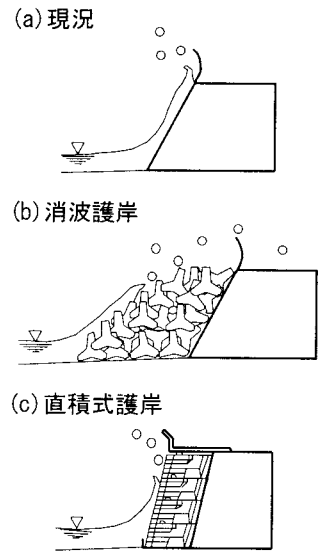


図-2 飛沫の発生パターン

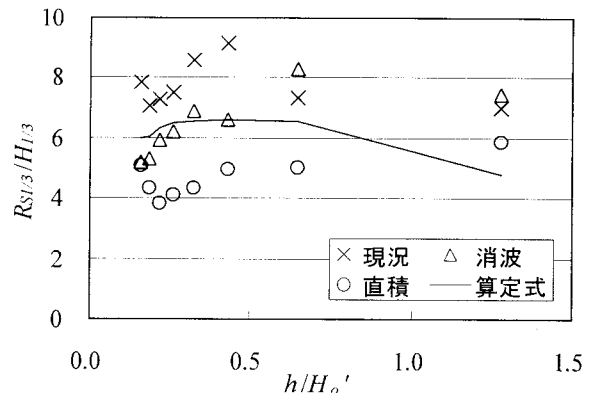


図-3 飛沫の打ち上げ高さ

4. 反射特性

波高を $H_o' = 11.4$ cm で一定とし、周期を $T = 1.52$ s および 2.20 s とした場合の反射率 K_R と水深波高比 h/H_o' の関係を図-4に示す。いずれにおいても h/H_o' が大きな条件では

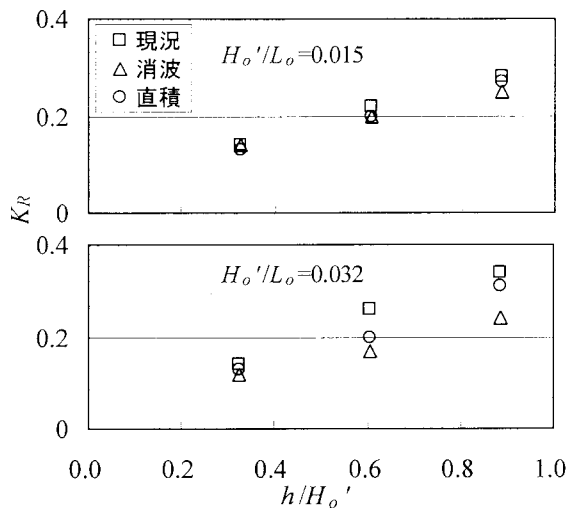


図-4 反射率

構造間の反射率 K_R の差は大きいですが、水深 h が浅い条件では堤体前面で砕波するためにその差は小さくなる。

5. 直積式護岸の上部工に作用する波圧

(1) 測定方法

図-5に示すように、上部工に波圧計を2点取り付け、パラペット(p_1)と上部工下部(p_2)における波圧を測定した。サンプリング周波数100Hzで波圧データを取得し、不規則波群中の最大波圧 p_{max} に着目して実験結果を整理した。なお、 p_{max} は同一波群を3回作用させてその平均値を用いた。

(2) 波圧特性

図-6は $H_o' = 22.9\text{cm}$ 、 $T = 2.20\text{s}$ における波圧の時間変化を示している。左側の図のように、波面の衝突後、水塊がブロック法面に沿ってパラペットに作用し(①)、その直後にブロックを透過した波が揚圧力として上部工下部に作用する(②)。両者の波圧の時間差は0.06s程度である。

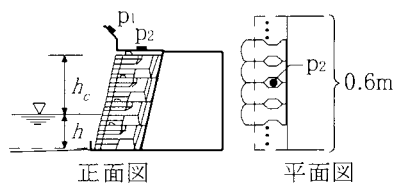


図-5 波圧計の取り付け位置

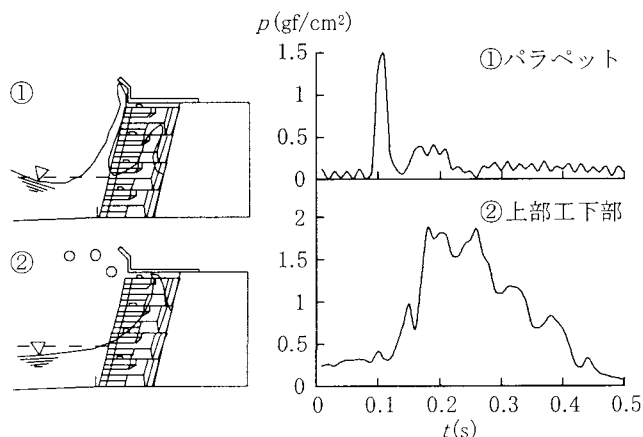
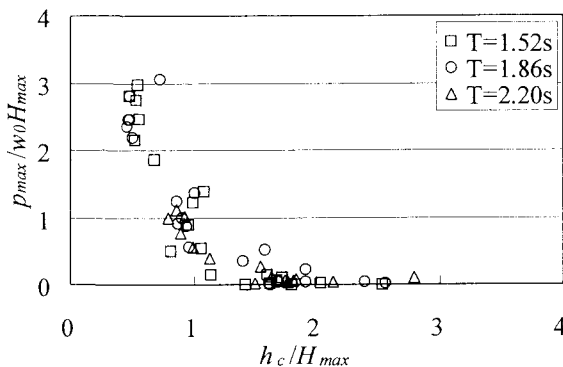


図-6 波圧の時間変化

(a) パラペット



(b) 上部工下部

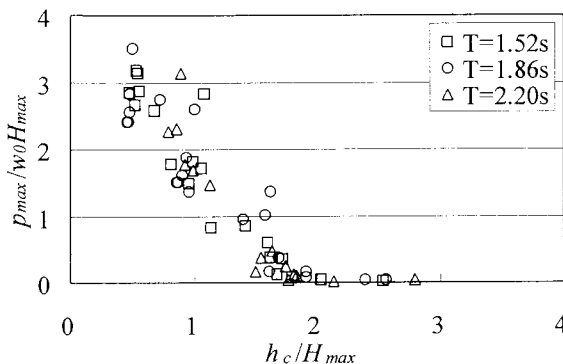


図-7 上部工に作用する波圧

用する(②)。両者の波圧の時間差は0.06s程度である。

図-7は水深が波圧に及ぼす影響を示しており、縦軸は最大波圧 p_{max} を w_0H_{max} で除した無次元波圧、横軸は堤体設置位置における相対天端高さ h_c/H_{max} である。いずれの周期に対しても、 h_c/H_{max} が小さいほど上部工への波圧が増大する。とくに h_c/H_{max} が1.0以下の条件では衝撃的な波圧が生じることから、適切な対策が必要である。

6. まとめ

本研究の主要な結論を要約すると、以下のようになる。

- ① 現況護岸や消波護岸と比較し、直積式護岸における越波特性および反射特性を明らかにした。
- ② 直積式護岸の上部工に作用する波圧特性を明らかにした。

本研究の実施に当っては、室蘭工業大学4年生三橋祐介君の協力を得た。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 竹田英章・赤塚雄三・河口隆明：ブロック直立消波構造の水理特性，第23回海講論文集，第23巻，pp.117-122，1976。
- 2) 水野雄三・井元忠博・柳瀬知之・岸哲也：直立消波ブロック堤の波力に関する実験的研究，海洋開発論文集 vol.5，pp.285-290，1989。
- 3) 木村克俊・浜口正志・岡田真衣子・清水敏晶：消波護岸における越波飛沫の飛散特性と背後道路への影響，第50回海講論文集，第50巻，pp.796-800，2003。