

防衛大学校 学生会員 ○ 山口貴之
防衛大学校 正会員 林建二郎

防衛大学校
防衛大学校 正会員

上野紗代
大野友則

1. はじめに

混成堤など直立壁を持つ防波堤や護岸では、写真-1に示すように砕波によって消波ブロックが直立壁に衝突し、直立壁が局所的な損傷や破壊に至る事例がある¹⁾。本研究は、衝撃砕波力を受ける消波ブロックの動的挙動と防波堤直立壁への衝突力について検討することを目的としている。

2. 実験の概要

(1) 実験装置

実験は長さ40m、幅0.8m、深さ1mの2次元造波水路を用いて、フルード則を適用し縮尺1/36の模型で行った。この水路は図-1(a)に示すように海底模型をステンレス鋼材を用いて形成した。海底勾配は3/100であり、水路床上高さ30cmの水平床に鋼製の直立壁模型(高さ70cm、水路長手方向50cm、直立壁の鋼板厚み16mm)をボルトで固定した。

(2) 計測項目

実験では、直立壁に作用する波圧および消波ブロックの衝突力の計測を行った。波圧計13個(定格容量200gf/cm²、固有振動数2kHz)を直立壁中央部(図-1(b), P1からP13)に取り付けた。また、消波ブロック1個の衝突力を計測するロードセルL1(固有振動数58Hz)を製作した。ロードセルは、写真-2に示すステンレス製の本体に防水用ひずみゲージを片面2枚ずつ(貼付間隔12cm)の計両面4枚を貼付し、4アクティブゲージ法を用いてひずみ量から荷重を計測する仕組みとなっている。このロードセルを図-1(b)に示すように、直立壁背面に固定し受圧面と直立壁前面を同一面となるように設置した。本実験での波圧および衝突力のサンプリングタイムは1kHzで計測を行った。

(3) 実験パラメータ

実験は図-2に示す①消波ブロック被覆堤を基本断面とし、②基本断面の消波ブロック天端から水深 $h=28.9$ cmまで取り除いた断面、③消波ブロックのない直立堤断面の3種類で行った。水深は $h=28.9$ cmと $h=33.1$ cmの2種類とした。実験で使用する消波ブロックは、モルタル製の模型テトラポッド(600gf、高さ約9cm)で実物32tf型(28.75tf)に対応し、斜面勾配が1:1.5となる乱積形式で配置した。実験で用いた波はすべて規則波であり、周期 $T=1.67$ sと $T=2.53$ s、沖波の入射波高で $H_0=15.5$ cm、 $H_0=20$ cmおよび $H_0=21.3$ cmの3種類とした。

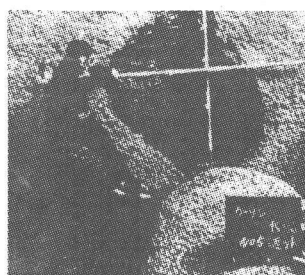
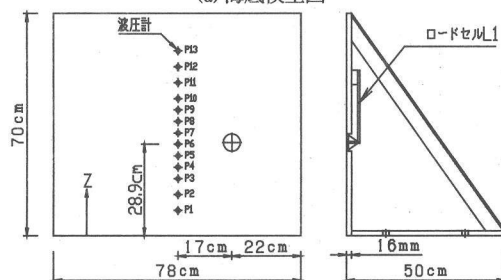


写真-1 消波ブロック衝突によるケーソン壁の局部破壊



(a) 海底模型図



(b) 直立壁模型図

図-1 実験装置

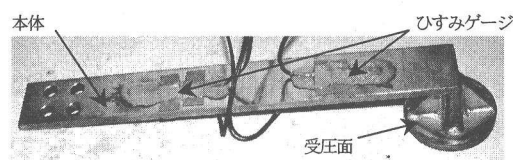


写真-2 ロードセル

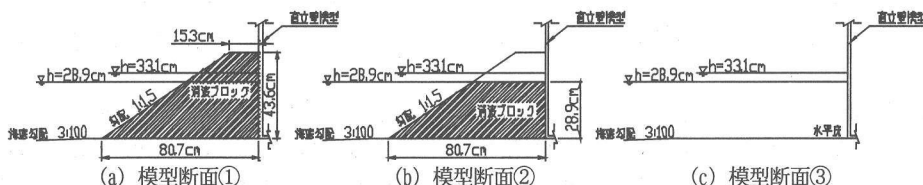


図-2 実験模型の断面図

キーワード: 砕波、直立壁、衝撃砕波力、消波ブロック被覆堤、消波ブロックの衝突力

連絡先: 〒239-8686 横須賀市走水1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 Tel0468-41-3810 Fax0468-44-5913

3. 実験結果および考察

(1) 直立壁に作用する波圧

模型断面②において、 $T=2.53s$ 、 $h=28.9cm$ 、 $H_0=21.3cm$ のときの直立壁面に作用する波圧分布を図-3に示す。縦軸は波圧計の水平床からの高さ Z 、横軸は無次元最大波圧強度 $P_{max}/(\omega_0 H^*)$ である。波高 $H^*=15.4cm$ は、水平床上に直立壁模型を設置していない直立壁の設置位置における通過波高である。この図から、直立壁に作用する波圧は、静水面付近では衝撃砕波圧が作用していることがわかる。この実験結果における最大波圧強度は、最も大きな値で9.9であり、静水面付近においては3から6の値を示している。すなわち、消波ブロックに対しても衝撃砕波圧が作用していると考えられる。

(2) 砕波による消波ブロックの衝突力

ロードセルの受圧面に1個の消波ブロックの1脚が接触するように配置し、受圧面に作用する消波ブロックの衝突力と波圧による力 F_t を計測した。また、比較のためにロードセルの前面に金網を設置して、受圧面に消波ブロックが衝突しない波圧による力 F_0 も計測している。図-4(a)は、消波ブロックの衝突力と波圧による力 F_t の時間変化の一例を示し、図-4(b)は波圧による力 F_0 の時間変化を示している。これら実験ケースは、模型断面②において $T=2.53s$ 、 $h=28.9cm$ 、 $H_0=21.3cm$ の条件での結果である。これらの時間波形をスムージング化した場合の衝突力と波圧による力の最大値 F_{tmax} は約1200gfであり、波圧による力の最大値 F_{pmax} は約800gfであった。これより、消波ブロックの衝突力 F_t は $F_t = F_{tmax} - F_{pmax}$ の関係式で示すことができる。したがって、衝撃砕波力の影響を受ける1個の消波ブロックの直立壁面への衝突力は F_t は約400gfであることがわかる。

(3) 沖波波高 H_0 と衝突力の関係

模型断面② ($h=28.9cm$) における F_{tmax} と F_{pmax} の沖波波高 H_0 に対する変化を図-5、図-6に示す。図-5は $T=1.67s$ 、図-6は $T=2.53s$ の場合である。これらの図から沖波波高 H_0 が増加すると消波ブロックの衝突力 F_t が増加する傾向にあることがわかる。また、 $T=1.67s$ 、 $H_0=21.3cm$ の場合の F_t は600gfから700gfと推定できる。

4. まとめ

本研究は、衝撃砕波力を受ける消波ブロックの衝突力について模型を用いて水理実験で検討したものである。その結果、本実験手法により消波ブロックの衝突力が計測できることが認められた。また、沖波波高 H_0 が増加するにつれて直立壁面に作用する消波ブロックの衝突力 F_t も増加することがわかった。

参考文献

- 1) 防波堤ケーソン壁の破壊と衝撃砕波力について：高橋重雄・津田宗男・下迫健一郎・横田弘・清宮理、海岸工学論文集、第45巻(1998)、p751-p766
- 2) 直立壁に作用する衝撃波圧の発生機構に関する一考察：高橋重雄・谷本勝利・鈴木諭司、港湾技術研究所報告、第22巻、第4号、p3-p31
- 3) わかりやすい耐波工学 その4：高橋重雄、波となぎさ137号 1998年

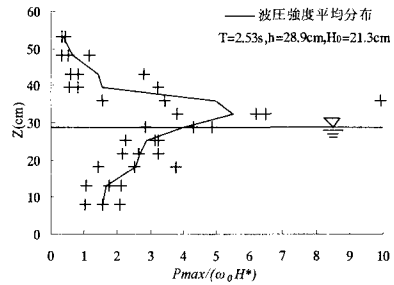
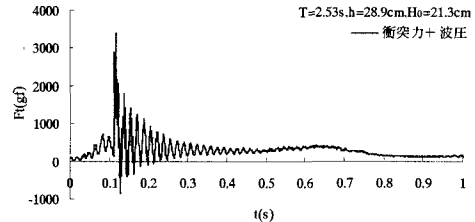
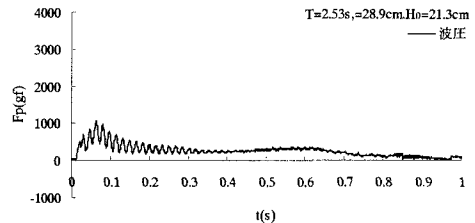


図-3 波圧計の設置高さ Z と無次元最大波圧強度 $P_{max}/(\omega_0 H^*)$ の関係



(a) 衝突力+波圧と時間変化の関係



(b) 波圧と時間変化の関係

図-4 衝突力 F_{tmax} と波圧 F_{pmax}

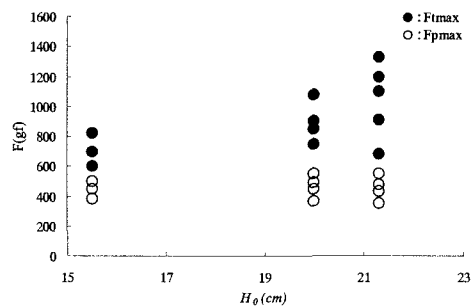


図-5 周期 $T=1.67s$ における衝突力 F と H_0 の関係

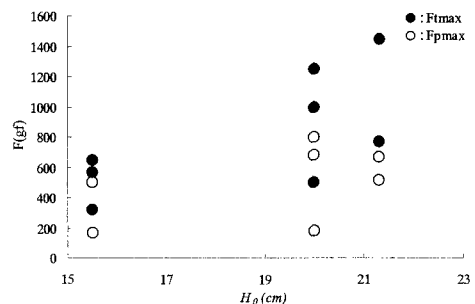


図-6 周期 $T=2.53s$ における衝突力 F と H_0 の関係