

急勾配海底条件における消波ブロックの耐波安定性について

Stability of Armor Block for Steep Foreshore Conditions

室蘭工業大学 建設システム工学科	○ 学生員 田谷年樹	(Toshiki Taya)
室蘭工業大学 建設システム工学科	正 員 木村克俊	(Katsutoshi Kimura)
北海道開発局 開発土木研究所	正 員 山本泰司	(Yasuji Yamamoto)
島田建設株式会社	正 員 大橋俊彦	(Toshihiko Ohashi)

1. まえがき

離島をはじめとして、海底勾配が急な条件では衝撃的な波力が発生し易く、防波堤の耐波安定性の確保が難しいことが知られている。消波ブロック被覆堤はこうした衝撃波力を緩和ができるため有効な構造形式であるけれども、急勾配条件では消波ブロックの移動や破損が生じやすく、高橋ら¹⁾による最近の被災事例の分析結果においてもその危険性が指摘されている。

現行の港湾の設計基準（運輸省港湾局²⁾）では、消波ブロック被覆堤に対して、半沢ら³⁾による安定数の算定法が採用されている。しかしながら海底勾配が1/30よりも急な条件に対する適用性は示されていない。これまで竹田ら⁴⁾は海底勾配が1/10と1/3の複合勾配となる条件を対象とした安定実験を行っているが、一般的な結論は得られていない。

本研究は、急勾配海底条件に対する消波ブロック被覆堤のブロックの耐波安定性を明らかにし、その標準的な設計法を確立することを目的としている。本報告では、消波ブロックに働く波力を直接計測することにより、ブロックを破損させる外力の特性を把握する。さらに安定実験を行って、安定質量に対する波浪条件の影響を分析する。

2. 実験方法

波力実験は長さ18m、幅0.4m、高さ1.0mの2次元造波水路において行った。1/10勾配の水路床に図-1に示す消波ブロック被覆堤の模型を設置した。消波ブロックの質量は585gとし、天端はブロック2個並びとした。波力測定用ブロックを3分力計（定格10N）の先端に固定して波力を測定した。堤体位置における水深 d を0～16cmで5種類、ブロックの位置を5種類に変化させた。波力実験はすべて規則波で行い、周期 T を1.0、1.25および1.5sの3種類、波高 H を4～12cmに変化させた。波力データはサンプリング周期2msで取得し、パソコンを用いてその時間変化を解析した。

安定実験は長さ30m、幅0.6m、高さ1.0mの2次元造波水路において、すべて不規則波を用いて実施した。実験模型は図-2に示す消波ブロック被覆堤とし、堤体設置水深 h を3種類、消波ブロックの質量を125、256および386gの3種類に変化させた。実験波の周期 $T_{1/3}$ は1.4、1.9および2.4の3種類とし、波高 $H_{1/3}$ を徐々に大きくしていった移動個数を調べた。なお一つの波群の作用波数は500波を標準とした。

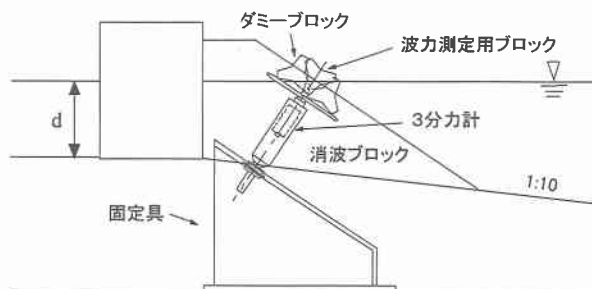


図-1 波力実験の堤体模型

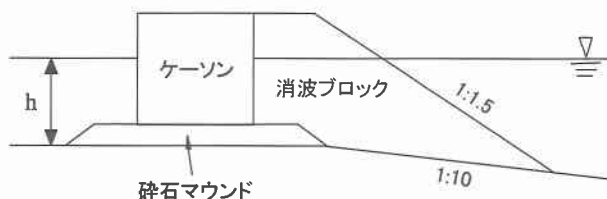


図-2 安定実験の堤体模型

3. 消波ブロックに働く波力

写真-1は、 $d=8\text{cm}$ の条件に対する、 $T=1.5\text{s}$ 、 $H=10\text{cm}$ の波が作用した状況を0.06s間隔で連続的に示している。写真中の③のタイミングで切り立った波面が消波ブロックに衝突していることが分かる。図-3は同一条件に対して得られた波力の時間変化を示している。波面の衝突時にブロックを押し付ける方向に約2.6Nの波力が作用している。以下、ブロックを法面直角方向に押す力 F_x に着目して実験結果を示す。

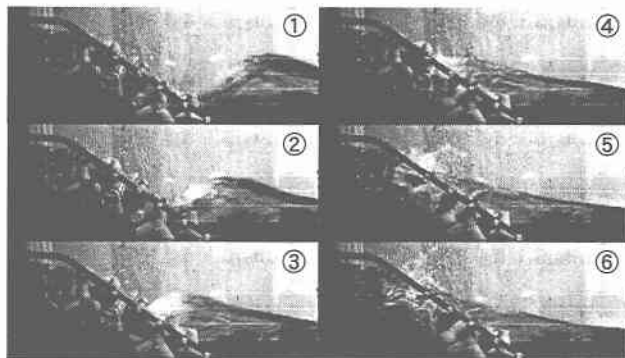


写真-1 波力測定時の波の作用状況

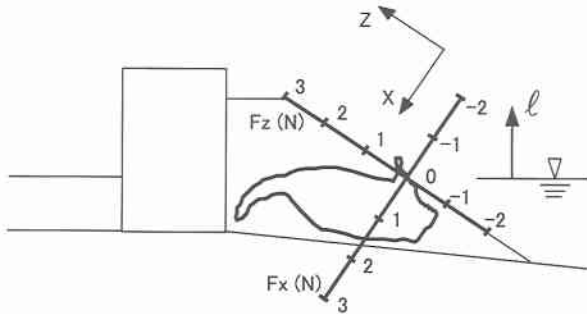


図-3 波力の時間変化

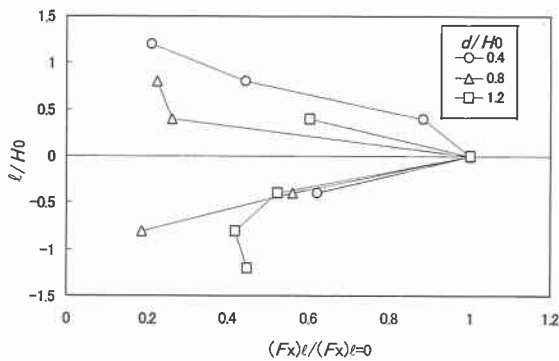


図-4 波力分布

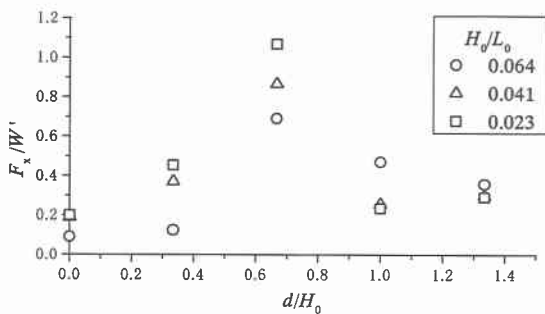


図-5 水深波高比の影響

図-4は、各水深条件に対して、ブロックの設置位置による波力変化を示している。いずれも静水面に位置するブロックの波力が最大となっていることがわかる。

図-5は、横軸には水深波高比 d/H_0 、縦軸には作用波力 F_x をブロックの水中重量 W で除した値をプロットしている。ブロックに働く波力 F_x は d/H_0 が 0.7 付近で最大となる。こうした傾向は Mitsuyasu⁹⁾ による直立壁に働く衝撃波力の実験結果に一致している。

4. 消波ブロックの安定数

急勾配海底条件では、最初に法先部のブロックが沖側に移動し、支えを失ったその上のブロックが崩れ、被害がさらに進行していく。安定実験結果の整理に当たっては、波高と被害率の関係を整理した上で、被害率 1% に着目して安定限界波高を求めた。さらに以下に示すハドソン式を用いて安定数 N_s を逆算した。

$$W = \frac{\gamma_r H_{1/3}^3}{N_s^3 (S_r - 1)^3}$$

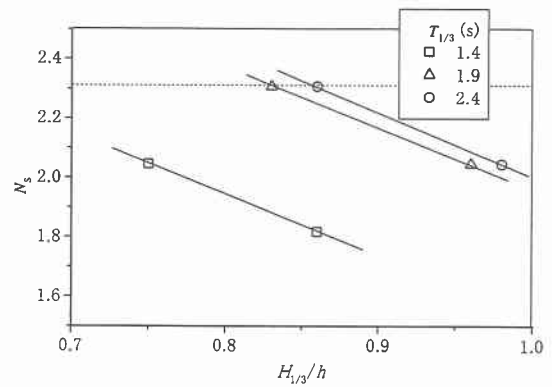


図-6 消波ブロックの安定数

図-6は、水深波高比 $H_{1/3}/h$ と N_s の関係を示している。 $H_{1/3}/h$ が 0.7 以上になると安定数 N_s が減少し、標準値である 2.31 よりも小さくなるのが分かる。また周期の短い条件ほど、安定数が小さい傾向が認められる。

5. まとめ

- ① 急勾配条件下の消波ブロック被覆堤では、ブロック面に波面が衝突する際に、ブロックを抑える衝撃的な波力が発生する。
- ② 消波ブロックの安定数と波浪条件の関係を示した。水深波高比 $H_{1/3}/h$ が 0.7 以上になると、一般的な安定数を用いると質量が不十分となる場合がある。

急勾配海底条件では噛み合わせの強いブロックに対して部材強度に関する検討を行う必要があると考えられる。また法先部のブロックは移動しやすいため、質量の割増や、平形ブロック等で被覆された法止めマウンドを設ける必要がある。こうした実際的な対処法も含めて今後も検討を継続し、急勾配海底条件に対する一般的な消波ブロックの必要質量算定法の確立を目指したい。

本報告で示した波力実験の実施に当たっては、室蘭工業大学建設システム工学科 4 年の和泉貴亮、斎藤信之の両氏の協力を得た。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 高橋重雄・木村克俊・下迫健一郎・鈴木高二朗・五明美智男：ケーソン式混成堤の主要な被災パターンについて、海講論文集、第 46 巻、pp.816-820,1999.
- 2) 運輸省港湾局監修：港湾施設の技術上の基準・同解説、上巻、pp.151-157,1999.
- 3) 半沢稔・佐藤弘和・高山知司・高橋重雄・谷本勝利：消波ブロックの安定性評価式に関する検討、海講論文集、第 42 巻、pp.886-890,1995.
- 4) 竹田英章・山本泰司・木村克俊・笹島隆彦：急勾配斜面上の防波堤に作用する衝撃波力と消波ブロックの安定性、海洋開発論文集、Vol.11、pp.289-290,1996.
- 5) Mitsuyasu, H.: Experimental Study on Wave Force against a Wall, Coastal Engineering in Japan, Vol.5, pp.23-47,1962.