

津波に対する消波ブロックの安定性に関する実験的考察

徳島大学大学院先端技術科学教育部 学生員 ○富永数男

徳島大学環境防災研究センター 正会員 中野 晋

(株)不動テトラ 川野祐樹

1. はじめに

消波ブロック離岸堤は海岸侵食対策や高潮・高波対策として主要な沿岸防護施設として定着している。一方で 1983 年の日本海中部地震津波で見られたように津波来襲時には多数のブロックが散乱することが予想される。さらに散乱したブロックが沿岸部の施設や家屋に衝突し、2 次的な被害を拡大する危険性がある。しかし、これまでに津波時の消波ブロックの挙動を検討したものは少ない。そこで本研究では主要な沿岸構造物である消波ブロックの津波に対する安定性に関して実験により検討した。

2. 実験方法の概要

本実験では図-1 の長さ 20m、幅 0.8m、深さ 1m の両面ガラス張り鋼製の長水路を使用して実験を行った。津波発生装置は電動可動式でゲートを上昇させる事によって、津波を発生させた。斜面部の勾配は 1/10、水路の一樣部分の水深は 0.5, 0.52, 0.54m の 3 ケースである。また汀線より沖側 1m の地点に傾斜堤式消波ブロック離岸堤（以下、傾斜堤）、0.6m の地点に水平二層式消波ブロック離岸堤（以下、水平二層）を設置した。なお想定している模型縮尺は 1/50 である。また、静水面までの水深を h 、沖での津波高を η とする。実験は、消波ブロックを整積形式で並べて準備完了したのち、まず波高の小さい波から作用させ、消波ブロックの挙動を目視することによった。波高は順次大きな波を作用させたわけであるけれども、波高条件を変更の際、消波ブロックの並べ換えは行わず実験を行った。

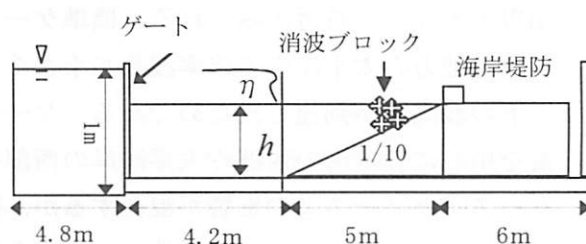


図-1 模型床と測定地点概略図

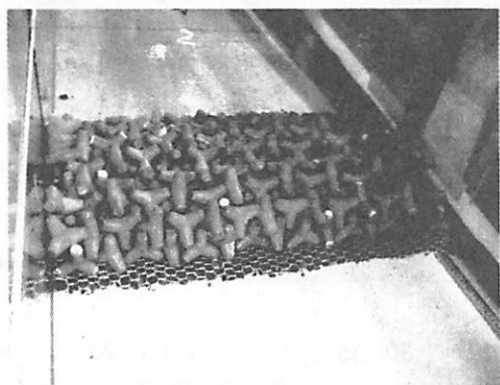


写真-1 傾斜堤式消波ブロック離岸堤

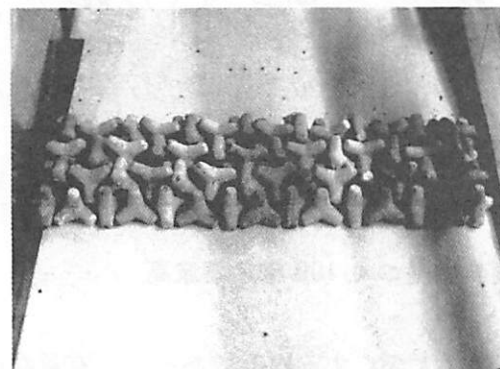


写真-2 水平二層式消波ブロック離岸堤

消波ブロックの被害個数は検査域を設定せずに実験水路幅全体から数えることにし、被害判定はブロックの 1/2 以上移動したものを被害とするのを基準とした。

被害率 $D(\%)$ は次の式で定義する。

$$D = \frac{n}{N} \times 100$$

ここに、 N は検査域での消波ブロックの総数、 n は当該波高条件での被害個数である。

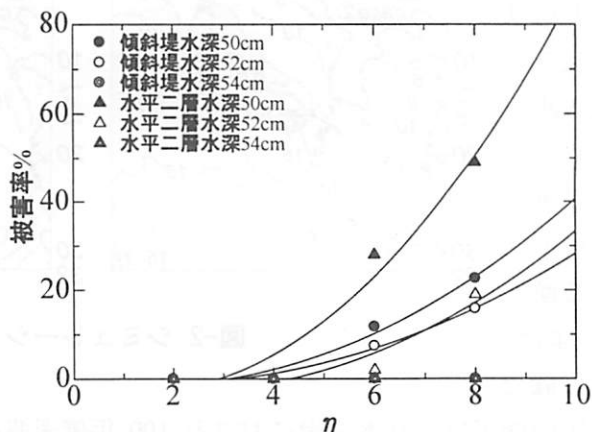


図-2 津波高と被害率の関係

3. 実験結果

今回の実験においては、傾斜堤、水平二層に対して沖での津波高 η を 2cm～8cm の 4 段階を各 18 回おこなった。図-2 は水深別に波高と被害率の関係をプロットしたものであり、図中の曲線は実験データの傾向を適当に表している。これによると水平二層に関しては傾斜堤にくらべて水深の影響がかなり大きいことがわかる。これはもちろん傾斜堤には消波ブロックの下に捨石が設置されているためで、水深が浅い時には水平二層、傾斜堤ともに全体が水面より多く現れることになり、津波全体のエネルギーをまともに受けることになるが、傾斜堤に関しては捨石による摩擦によって消波ブロックの被害を軽減されていることが考えられる。また傾斜式に比べて水平二層は波高が増大で被害が大きくなる傾向がある。図-3 は水深 50cm, 52cm において波高と被害率の関係から、 $D=0, 5, 10, 15, 20\%$ の時の波高を読み取り、それぞれの被害率に対する沖での津波高をプロットしたものである。水深 50cm, 52cm 両方とも線形の関係が確認され、水深 52cm に関してはほぼ同数の比例関係にある。水深が 50cm の場合では近似線の傾きは $\eta_s = 2\eta_k$ にほぼ等しくなる関係がわかった。次に被害率と変動係数の関係であるが、この関係を求めて行くにあたって各波高に対する消波ブロック被害率の平均値と標準偏差を求める必要がある。本研究において波高が大きくなるにつれて、平均値、標準偏差ともに大きくなる傾向が確認された。しかし、変動係数（標準偏差/平均値）は被害が大きくなるにつれて減少していく傾向がある。この傾向は混成堤マウンド被覆材の被害率の変動係数においても同様である。こうした被害率の変動性と沖での津波高の変動性を比較すると津波高の変動係数は被害率の変動係数よりも非常に小さく、被害率の変動性が著しく高いことがわかった。これは津波高の変動性に起因するというよりも、同一津波高による繰り返しによる変動に認められるように、消波ブロックの安定性における本質的な変動性によるところが大と推定される。図-4 は片対数上に被害率と変動係数の関係をプロットしたものである。この結果から消波ブロックの形体により相違がみられた。水平二層はほぼ直線の関係がみられたが、傾斜堤に関しては直線の関係はみられなかった。ただしこれは今回の実験条件と被害率の定義に対して得られたものであり、条件や定義が異なれば違った関係となる可能性が十分にあることに留意する必要がある。

4. まとめ

本研究では、急勾配斜面を遡上する津波に対する消波ブロック安定性についての実験を行った。これらの結果から同じ津波高でも水深、離岸堤の形体の相違において被害率が非常に大きく変わることがわかった。しかしながらこれらの結果は本研究での実験条件での結果であり、実水域での妥当性は検討出来ていないという問題がある。

参考文献

富永正照 (1967) : 消波ブロックの水理特性, 第 14 回海岸工学講演会講演集, pp188-192.

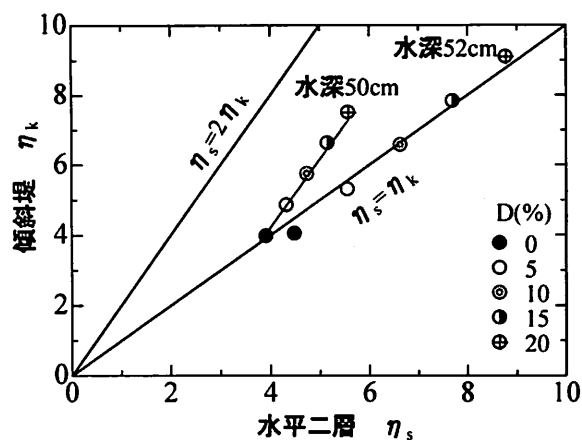


図-3 水平二層実験と傾斜堤実験との比

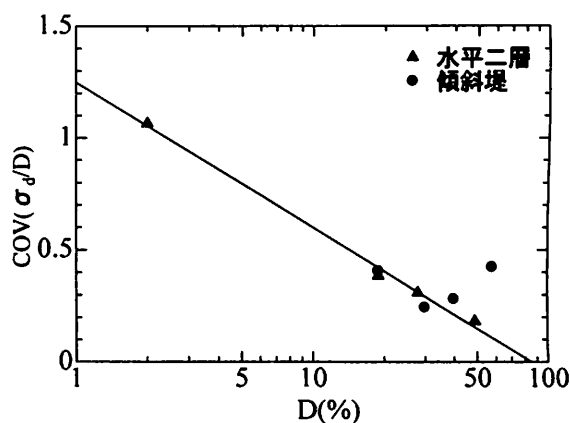


図-4 被害率と変動係数の関係