

消波ブロックの変形調査結果に基づく安定数 N_s の推定

五洋建設（株） 正会員 ○水流 正人 *
 五洋建設（株） 中野 正之 *
 東北電力（株） 正会員 内海 博**
 東北電力（株） 正会員 斉藤 知秀**
 東北電力（株） 正会員 佐々木大輔**

1. はじめに

消波ブロックの設計法としては、設計有義波高に対して被害率 1 % 程度を想定した所要重量をハドソン式から求めるという決定論的な手法が標準的に採用されているが、近年では確率論を用いた信頼性設計の導入が試みられており、高橋ら（1998）によって耐用年数間における期待被災度の計算法が提案されている。一方、実務設計に反映される消波ブロックの K_D 値や安定数 N_s などは一般に水理模型実験から求められるが、現地へ適用した場合の妥当性は十分に確認されていないのが現状である。そこで本研究では、太平洋側 A 港防波堤における消波ブロック被覆ケーソン堤を対象に実施した消波ブロックの変形調査結果を基に、被害の履歴を考慮できる高橋ら（1998）の計算法を用いて消波ブロックの安定数を同定し、水理模型実験結果との比較・考察を行った。

2. 消波ブロックの被災調査結果

A 港の主防波堤は図-1 に示すように消波ブロック（アクロポッド）が部分的に設置されている。図-2 は代表的な断面として $N5$ および $N3$ の標準断面図を示したものであり、変形調査結果も併せて破線で示した。 $N3$ よりも基部側の断面では顕著な変形が認められず、変形の程度は堤頭部に近いほど大きいことがわかった。なお、現地の海底地盤は砂層厚の薄い岩盤であることから、法尻沈下が生じているとは考えにくい。図-2 に示した変形状況と消波ブロックの大きさを考慮すると、 $N3$ 断面では重量不足による散乱はなく、消波ブロックがかみ合うことによる見かけ上の沈下のみが生じたものと判断される。 $N5$ 断面においては、見かけ上の沈下と重量不足による散乱が併発していると考えられるため、 $N3$ 断面を参考に消波ブロックの全断面積に対する見かけ上の沈下の割合が等しいと仮定して重量不足のみの実測被災度を試算したところ $N_0=3.35$ が得られた。

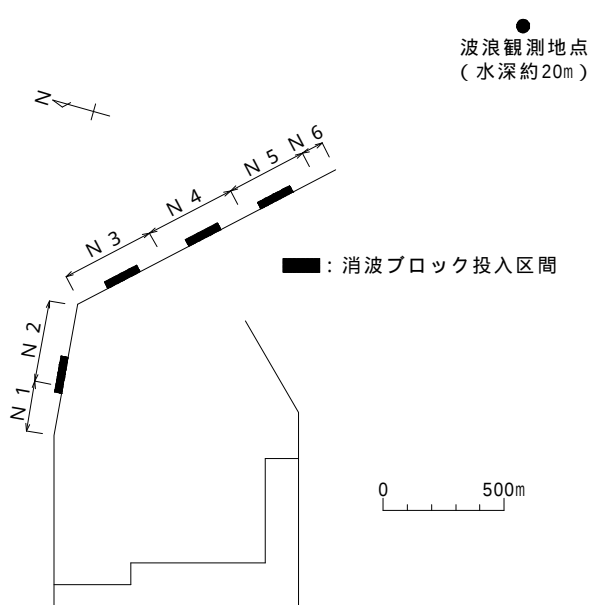


図-1 A 港平面図

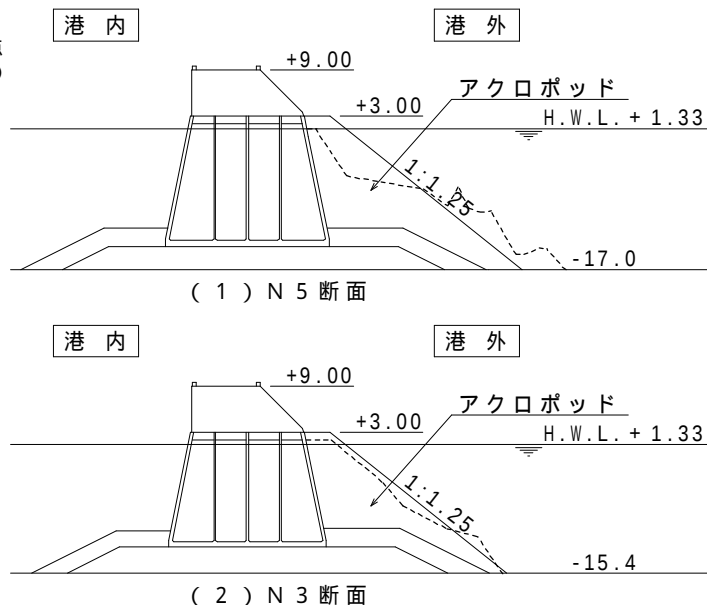


図-2 $N5$ および $N3$ の標準断面図

キーワード：消波ブロック，安定数 N_s ，変形調査，水理模型実験

* 〒112-8576 東京都文京区後楽 2 - 2 - 8 TEL03-3817-7804 FAX03-3817-7805

3. 消波ブロックの安定数算定式

高橋ら(1998)は安定数算定式として次式を提案している。

$$N_s = \frac{H_{1/3}}{(S_r - 1)D_n} = C_H \{ a(N_0 / N^{0.5})^c + b \} \quad (1)$$

ここに、 a 、 b 、 c は消波ブロックの種類(形状)や斜面勾配ごとに決まる定数、 N_0 は被災度、 N は波数、 C_H は砕波効果係数(ここでは1.0とする)である。高橋らは斜面勾配1:4/3のテトラポッドの場合、ブロック特性値は $a=2.32$ 、 $b=1.33$ 、 $c=0.2$ であることを実験結果から求めている。

A港のN5断面を想定した水理模型実験結果によれば、図-3に示すようにアクロポッドの安定数も概ね(1)式で表されることが確認できた。ただし、高橋らも指摘しているように実験結果はバラツキが大きいので、設計値としてどのような値を採用するか(特に、 b 値や N_0 、 N の設定法)は今後解決すべき課題であると考えられる。ここでは、高橋らと同様に $N_0=0.3$ 、 $N=1000$ を用い、実験結果の平均的な値である $a=9.11$ 、 $c=0.6$ を採用する。 b 値は現地の実測被災度から推定するが、実験から得られた値は2.2~3.4程度(平均値2.82)であった。

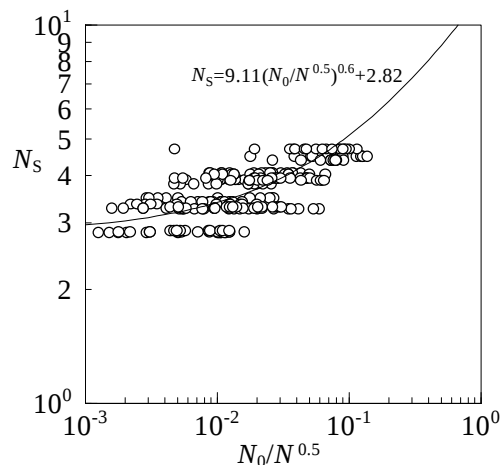


図-3 $N_0/N^{0.5}$ と N_s の関係

4. 被災調査結果に基づく安定数 N_s の推定

安定数 N_s (ブロック特性値 b)の推定は高橋ら(1998)の方法で行うが、乱数を用いて現象を繰り返し試行するモンテカルロ法は用いずに、全て確定値として計算を行う。入力条件である波浪・潮位は、設置から調査時期までの実測データを用いることとし、その条件が観測ピッチである2時間継続すると仮定した(波数は7200秒÷周期)。A港湾沖合の波浪観測地点から堤体位置への波高換算は、エネルギー平衡方程式による計算結果から周期・波向別の屈折係数を予め算出しておき、変換された換算沖波波高から合田の浅水・砕波変形モデルにより堤体位置での進行波高を求めた(図-4)。この外力条件に基づき実測被災度と等しくなる安定数 N_s (b 値)をパラメタスタディで求めたところ、 $N_s=1.3$ ($b=0.75$)が得られた。

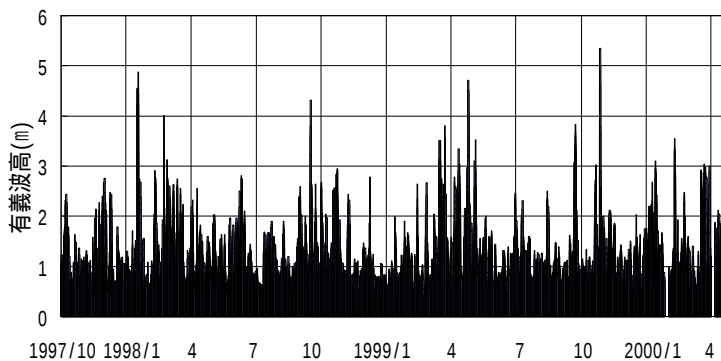


図-4 N5断面における有義波高

同定された値は実験値やカタログ値と比べるとかなり小さい。この理由としては、設定した実測被災度が任意の1測線の調査結果から求めたものであるため、ブロック投入範囲を代表する平均的な値とかけ離れている可能性があること、投入範囲が不連続であるため堤頭部や端部のように被災しやすいこと(回折散乱波や周辺非被覆部の反射波などによる波の増大効果)、などが考えられる。

5. おわりに

消波ブロックの変形調査結果とブロック設置期間の時系列波浪・潮位データを基に安定数 N_s の推定を試みた。前述した要因により消波ブロックの設計法の妥当性を検証するまでには至らなかったが、実験結果と現地への適用結果の両面から研究を進める意義は高いと思われる。今後は、より詳細な消波ブロック変形調査を実施するとともに、堤頭部や端部といった断面実験では考慮できない要因を解明するための研究を行う予定である。

参考文献 高橋重雄・半沢稔・佐藤弘和・五明美智男・下迫健一郎・寺内潔・高山知司・谷本勝利(1998): 期待被災度を考慮した消波ブロックの安定重量 - 消波ブロック被覆堤の設計法の再検討, 第一報 -, 港湾技術研究所報告, 第37巻, 第1号, pp.3-32.