

捨石傾斜堤法勾配変化に伴う1層被覆式消波ブロックの安定性について

東北電力(株)

正會員 ○ 保坂 稔

(株)東北開発コンサルタント

正会員 佐藤 啓二

1. はじめに

当社が原町火力発電所専用港湾に国内で最初に導入した新型消波ブロック『アクロポッド(R)』(図-1参照)は、一層積みで十分な安定性を確保でき、経済性に優れた消波ブロックである。この消波ブロックを捨石傾斜堤に採用した場合について、標準勾配である1:4/3の条件でブロックの安定性や水理特性を把握した事例¹⁾はあるが、それ以外の勾配条件ではない。そこで、堤体断面の縮小化の可能性を検討するための基礎実験として、捨石傾斜堤の法勾配変化に伴う消波ブロックの安定実験を行った。

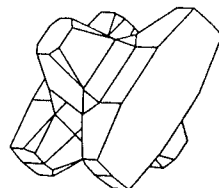


図-1 アクロポッド(R)の構造図

2. 実験概要

(1)実験装置および条件:実験は図-2に示す2次元造波水路(長さ35.0 m, 幅0.7 m, 深さ1.0 m)を使用して, 縮尺1/36の堤体模型を図-3に示す断面を標準として製作し, 堤体法先位置を造波板中立位置より25 mの位置に合わせて設置した。堤体設置水深は現地スケールで10.0 m, 潮位D.L.+1.5 m(H.W.L.), 海底勾配1/100を実験条件とした。なお, 実験ケースは捨石傾斜堤の法勾配を1:1.1, 1:1.2, 1:1.3 および1:1.5の4ケースとした。

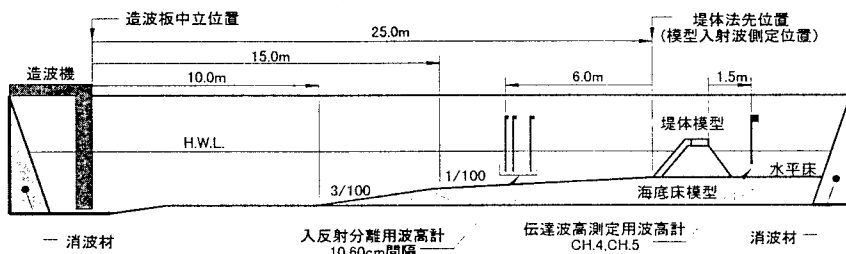
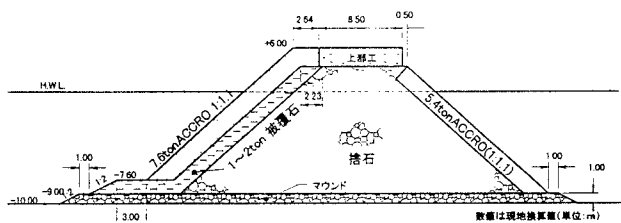


図-2 実験装置配置概略図

(2) 実験方法および被害率の算定: 実験波は不規則波で、プレットシュナイダー・光易型のスペクトルを目標として造波した。有義波周期は現地換算値で 16 秒の 1 種類とし、所定の有義波高 (1.9~7.3 m) が得られるよう信号増幅アンプの出力レベルを調整した。実験は堤体模型を設置した後、ブロックが移動しない程度の小



圖一3 實驗模型標準断面圖

さい規則波を数百波作用させた状態を初期条件とした。その後、所定の実験波を波高レベルの低い方から順次5～6段階に分けて造波し、ブロックの被害状況の確認と被害個数の測定を目視観察とビデオ撮影により行った。なお、各波高レベルで移動したブロック個数はそれ以前の波高レベルで移動したブロックを含めた累計個数とした。また、検査領域内におけるブロックの被害は各波高レベルの波を作用させた後、作用前の状態からブロックが1個分以上移動したものについてのみ被害を受けたと見なし、被害率D(%)を式(1)により算定した。ここで、nは測定検査領域における移動ブロックの累計個数、Nは測定検査領域におけるブロックの総数である。

$$D = n / N \times 100\%$$

(1)

(3)ブロックの安定性評価:ブロックの安定性評価はブロックの安定重量の算定に用いられる式(2)に示すハドソン式によるものとし、実験に使用したブロック重量および実験から得られた被害率 0%に相当する波高値を用いて、各

法勾配条件における K_D 値を求め比較した。なお、ブロック重量は適当に被害が生ずるブロック重量を選定するために行った予備実験の結果をもとに現地換算値で3.6tonとした。ここで、 W は被覆材の所要最小重量(t)、 γ_r は被覆材の空中単位体積重量(t/m^3)、 S_r は被覆材の海水に対する比重、 θ は傾斜法面が水平面となす角度、 H は防波堤設置位置における進行波としての波高(m)、 K_D は被覆材の形状および被害率 D によって定まる係数である。

$$W = \gamma_r H^3 / K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta \quad (2)$$

3. 実験結果および考察

実験で得られた被害率0%に相当する入射波高(HD_0)および K_D 値を表-1に示す。この表から法勾配1:1.1の条件で $K_D = 59.6$ と最も大きく、法勾配が緩やかになり $\cot \theta$ の値が大きくなるほど K_D 値が小さくなる傾向にあることがわかる。また、図-4は法勾配を1:1.1

表-1 ブロックの安定実験結果

法勾配	実験結果				計算結果	
	HD_0	K_D 値	$\cot \theta$	$K_D \cot \theta$	$K_D \cot \theta$	HD_0
1:1.1	6.3m	59.6	1.1	65.6	60.0 (仮定値)	6.10m
1:1.2	6.4m	57.5	1.2	69.0		
1:1.3	6.0m	43.6	1.3	56.6		
1:1.5	6.0m	38.0	1.5	57.0		

～1:1.5の条件とした全てのデータを対象として、入射波高と被害率の関係を一つのグラフにまとめたものであるが、この図から入射波高と被害率の関係に法勾配変化の影響はほとんど見られず、いずれのケースも入射波高が6mを越えたあたりから被害が生じていることがわかる。つまり、ハドソン式から被害率0%に相当する入射波高をもとにブロックの所要重量を求めようとした場合、所要重量は法勾配に関係なく一定となり、ハドソン式中の $K_D \cot \theta$ の値がほぼ一定となることを意味するものと考えられる。このことは従来から非常に噛合せの良いブロック(K_D 値が20程度以上)の場合、このような傾向を示すことが知られており、例えばドロス(Dolos)ブロックの場合、 $K_D \cot \theta \approx 24$ であることが報告されている²⁾。

そこで、今回使用したアクロポッド(R)の場合についても同じように法勾配毎の $K_D \cot \theta$ の値を求め、これらの平均的な値として $K_D \cot \theta = 60$ と仮定した(表-1参照)。この値から3.6tonのブロック重量に対する被害率0%に相当する波高をハドソン式から逆算して求めると $HD_0 = 6.1$ mとなり、表-1に示した実験で得られた法勾配毎の HD_0 の値とほとんど差がないことがわかる。ここで、図-4には仮定して得られた波高値($HD_0 = 6.1$ m)と、実験データの全体的な傾向から推定した入射波高と被害率の関係(破線)を示したが、被害率0%に相当する波高値とほぼ同等であり、仮定した $K_D \cot \theta$ の妥当性を確認できる。従って、本実験の範囲内で被害率0%に相当する入射波高からブロックの所要重量をハドソン式により求めようとした場合、 $K_D \cot \theta \approx 60$ として算定できるものと考えられる。

4. おわりに

以上のことから、アクロポッド(R)はブロック相互の噛合せが非常に強く、捨石傾斜堤の法勾配すなわちブロック被覆勾配を1:1.1～1.5程度としても勾配の影響を受けることなく十分な安定性を確保できることがわかった。しかしながら、堤体を構成する捨石や被覆石の高波浪下での施工性を考慮すると、急勾配での施工は困難を伴うことが予想される。また、 K_D 値を大きくしてブロック重量を軽減させたとしても、逆にブロックの所要数量が増加して施工コストも増加することが考えられることから、実設計の際はこうした捨石傾斜堤全体としての施工性および経済性を考慮した検討が必要である。

参考文献

- 1) 千田他: 新型消波ブロック(アクロポッド(R))の導入, 電力土木No. 236, 1992.1
- 2) 合田: 港湾構造物の耐波設計-波浪工学への序説-, 鹿島出版会, 昭和57年5月

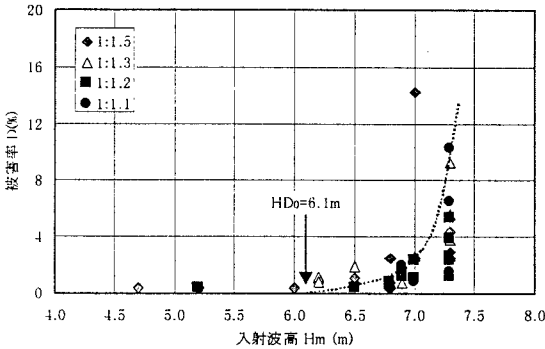


図-4 入射波高と被害率の関係(全データ)