

蛇かごタイプ消波工の耐波安定性について Stability for waves of compacted rubble type wave dissipating block

平石 哲也
Tetsuya Hiraishi,

A wave energy dissipating block employed in coastal areas is developed. It is small rubbles compacted rectangular wires and named “Marin Mat” The mat is mainly employed as the artificial reef, sea wall, shallow water breakwater and coastal dike. Their characteristics of the mat are the flexibility to prevent scouring around the foot of mat and simplicity of construction and mobility. The study using experimental channel is done to test the stability of mat against irregular swell type wave and tsunami flow to predict the stability of it in the proto type condition.

1. はじめに

日本の海岸は各地で浸食が進み、その対策が急務となっている。浸食が進むと背後地への波あたりが強くなり、護岸を越波して、住宅地等へ浸水する場合がある。また、護岸の基礎も洗掘等の被害を受ける。海浜の浸食対策としては、離岸堤や突堤あるいは潜堤が各地で用いられている。特に潜堤は岸沖方向の幅がある程度広いとき人工リーフとも言われ、景観にも優れ、さまざまなタイプのものが考案されている。その多くは、コンクリートの厚さが小さめの長方形ブロックで形成されており、設計波が来襲しても転がってしまわないような重量が設定されている。一方、ブロック自体が固いコンクリート製であり、可撓性がないので波によって海底面が洗掘されるとブロックの底面が浮き上がり基部が洗掘されてしまいブロックそのものも海底中に沈み込む事例が報告されている。また、ブロックを製作するためには型枠と材料を持ち込む必要があり運搬コストや建設コストがかかる。そこで、これまで小型の形式が河口部の護岸などで使われた実績を有するマリンマットを沿岸で用いることを提案し、より大型の6 t～8 t程度のマリンマットを沿岸域に導入し、離岸堤や人工リーフの材料として活用することを検討した。マリンマットは、型枠は網だけなので大量に一度に輸送が可能である。また、内容物は碎石であり、沿岸で取れるものを用いればいいので材料にも困らない。また、もともと、可撓性、透水性に優れているので洗掘防止工として活用が期待できる。本研究では、マリンマットの実用化を図るため、うねり製の波浪および津波流に対する安定

性を実験で検討することを目的とした。

2. 実験内容

Fig.1 にマリンマットの1/50 縮尺の模型を示す。



Fig.1 Overview of Marine Mat

実験で用いたマリンマット模型は、長さ6 cm高さ2 cm、幅4 cm、重さ80 gであり、実機では10 tタイプに相当する。マリンマットは、もともと、鋼線ワイヤーを四角い網上の籠にして碎石を詰め、上から蓋を取り付けるシンプルなもので、重さについては、目標値の前後にばらつく場合がある。

実験は、京大防災研究所宇治川オープンラボラトリー3号棟平面水槽の一部を仕切り壁でくぎった水路でおこなった。水深は20 cmおよび24 cmとし、水底から高さ10 cmの径3～4 cmの碎石を用いてマウンドを作成して、その上に、被覆材としてマリンマットを2層で設置した。用いたマリンマットの数は2層合計で100個である。うねり性の波のケースでは、有義波周囲 $T1/3=14.1$

および 10.1 の 2 ケース、水深は 12m（マウンドが 5m 分あるのでマリンマットの面は 8m になる）とした。このとき、波高を 3m から順に大きくしていき 1000 波作用させたときの被災個数を数えた。この時、元にあった位置から完全に移動したもの、回転して跳んだものは 1 個とカウントし、もとのいちにあるものの、少し移動したり回転したものを、0.5 個とカウントした。

津波流の場合も同様のマウンド上に 2 層にマリンマットを被覆材として並べ、津波を模擬した孤立波を作用させて動揺を観察した。孤立波は、ピストン型造波装置を後方に下げて一挙に前方に押すことによって造波するので 1 度きりの衝撃的な波作用になる

うねり性の波については次式の安定係数を用いてマリンマットの安定性の指標とした。この係数は人工リーフの被覆材の安定性を示す指標として標準的に用いられており、この値から必要なブロック重量が求まる。

$$M = \frac{\rho_s H_{1/3}^3}{N_s^3 \Delta^3} \quad (1)$$

M : マット重量

ρ_s : マットの単位体積重量

N_s : 安定係数

津波流に関しては流れの中での被覆材の安定係数として以下の式が用いられる。式中の y がイッシュ数と呼ばれる安定での指標であり、捨石の場合は 0.9~1.2 になる。

$$M = \frac{\pi \rho_y U^6}{48 y^6 g^3 (S_y - 1)^3 (\cos \theta - \sin \theta)}$$

M : 構造物の所要重量 (t)

ρ_y : 構造物の密度 (t/m^3)

U : 捨石等の上面における流速 (m/s)

S_y : 構造物の水に対する重さ

θ : 水路床の軸方向に対する勾配 (= °)

3. 実験の結果

ピストン型造波機で起こした波は、あらかじめ検定をしておいたが、模型からの反射波等で変化するので実験中は、模型の岸側と沖側で波高を観測しその平均を作用波高として整理した。Table.1

に実験の結果として造波板への INPUT 値と観測波高、1 回目の試行で動いた模型個数、2 回目の試行で動いた個数とそれらの平均値を整理する。

Table.1 Result of Swell test

Input T=2s	Try1 H1/3	Dmn	Try2 H1/3	Dmn	Ave Dmn%
H=7	6.0cm	0	6.0	0	0
H=8	6.8	0	6.8	0	0
h=9	7.9	0.5	7.9	0	0.25
h=10	8.6	2	8.6	1.5	1.75
H=11	10.8	3	10.8	4	3.5

Input T=1.5s	Try1 H1/3	Dmn	Try2 H1/3	Dmn	Ave. Dmn%
H=7	6.8cm	0	6.8	0	0
H=8	7.6	0	7.6	0	0
H=9	8.8	0	8.8	0	0
H=10	9.8	0	8.6	0.5	0.25
H=11	9.57	2.5	9.57	2	2.25

被災の許容値は、一般に 2% から 5% が用いられている。ここでは、マットは連結されておらず 1 個の被災が隣のマットへ影響すると考え、許容被災率を 2% とした。上記の表から T1/3=2s のときは H1/3=8.6cm 程度、T1/3=1.5s のときは H1/3=11cm 程度で許容値となり、現地換算値で平均をとると N_s 値は約 1.4 程度となった。

津波流に対しては、流速に対して、移動したものを被災 1 個、その場で微動したり回転したものを 0.5 個と数えた。INPUT 値と出力値は異なるので、マウンド上に設置した流速計を用いて、作用流速を測定しイッシュ数を適用して安定数 y を算出した。結果の例として水深 20 cm の結果を示す。

Table 2 Results for tsunami flow

Input	Umax cm/s	TRY1	TRY2	TRY3	AVE.
11	51.1	0	0	0	0
12	55.5	0.5	0	1	0.5
13	57.4	0.5	0	3	1.17
14	62.4	2	0.5	3	1.83
14.9	63.8	2.5	2	3.5	2.67

被災率 2% 相当の流速を 62.4 cm/s とする。実機で 4.41 m / s で、 $y = 1.2$ と計算できる。