

長尺化被覆ブロックの安定性に関する実験的研究

九州大学工学部 学生員 ○喜多寛史 越智宏充
 共生機構(株) 正会員 谷山正樹
 九州大学工学部 正会員 吉田明德 鄺 曙光

1 まえがき

景観を損なわない潜堤は広い海域の静穏化を目的として、将来より大水深に施工されることが想定される。また、潜堤背後で生じる平均水位上昇や、非線形干渉によって生じる複雑な波動場を改善する方法として短い天端幅の潜堤を2つ並べる複列潜堤の研究等もなされている。この様な大水深に施工される潜堤や、複列潜堤では被覆面積が増大するため、用いられる被覆ブロックも、耐波安定性、経済性、施工性においてより優れたものが要求される。従来用いられてきた被覆ブロックは、無筋コンクリートの型枠製作という前提から、細部の形状はともかく、全てが方形ブロックに限られており、その枠内で耐波安定性や施工性等が考えられていて、方形形状を変えることによる耐波安定性や施工性、経済性の検討は全くなされていない。そこで従来の方形ブロックに変えて、入射波に垂直な方向に対して入射方向の寸法が大きい長尺化ブロックを考案し、その作製に近年注目されているリサイクルタイヤを用いる長尺化被覆ブロックを提案した。本研究は、新しく提案した長尺化被覆ブロックの耐波安定性を調べるため、Bretschneider-光易型スペクトルの不規則波を用いた水槽実験を行って、従者の方形ブロックの安定性と比較、検討したのである。

2 リサイクルタイヤを用いた長尺化被覆ブロック

図-1に示すようにリサイクルタイヤに中詰コンクリートを充填し、鉄筋によって連結して作製する長尺化ブロックを考案した。タイヤでコンクリートを被覆(補強)しているため、ブロックの破損、消耗の可能性が小さく、引張強度、耐磨耗性、耐酸性などの耐久性も高く、有害物質の湧出も環境基準を十分下回っている¹⁾。また、ブロックの寸法諸元をタイヤの段積数、配列で調整することができ、型枠を必要としないため、製作が容易であり、吊り鉄筋にワイヤーを掛けるだけで運搬、据付をすることができる。大量に生じるリサイクルタイヤを利用することによって資源の有効利用が計れ、ブロック自体にフレキシビリティがあることなどの利点を有する。

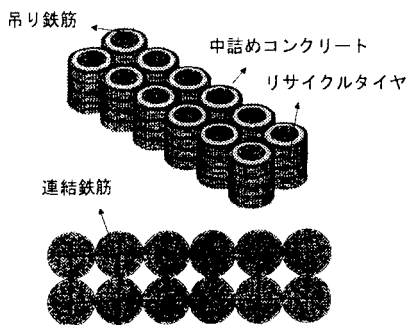


図-1 長尺化被覆ブロック

3 実験装置および実験方法

実験は、図-2に示す底面形状を有する反射吸収式2次元造波水路に、砂利(透過率46%)を用いて、前勾配1:3、後勾配1:2の捨石マウンドを作り、その法面と天端を、方形ブロック(天端幅 $B=76\text{cm}$)及び長尺化ブロック($B=74\text{cm}$)で被覆して堤体模型を制作し、耐波安定性の実験を行った。被覆ブロック模型は、実物のほぼ1/50を想定し、寸法 $4.2\text{cm} \times 4.2\text{cm} \times 2.4\text{cm}$ 、比重 1.9g/cm^3 の方形被覆ブロックと、縦横比をほぼ3:1に取り、軽量コンクリートを用いて、実物と比重を同じになるように調整して作製した寸法 $4.1\text{cm} \times 12.3\text{cm} \times 2.6\text{cm}$ 、比重 1.31g/cm^3 の長尺化被覆ブロックを用いた。入射波は、Bretschneider-光易型スペクトルの不規則

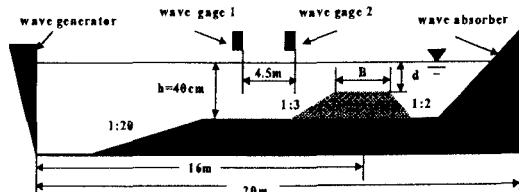


図-2 実験装置図

波を用い、有義周期 $T_{1/3} = 1.84\text{s}$ ($kh = 0.60$) と、 1.79s ($kh = 0.75$) の 2 通りについて被覆ブロックごとに、天端水深 d を 0cm から 5cm まで 1cm きざみで変えた 6 通りについて行った。有義波高 $H_{1/3}$ を 8cm から 1cm ずつ大きくし、被覆ブロックが飛散するまで各波高ごとにブロックの揺動と飛散の状況をビデオ撮影した。各波高ごとにまず 500 秒間波を作用させ、ブロックに有意の揺動が認められる場合には、さらに 500 秒間波を作用させ、500 秒の波作用後ごとにブロックの被災状況を写真撮影した。

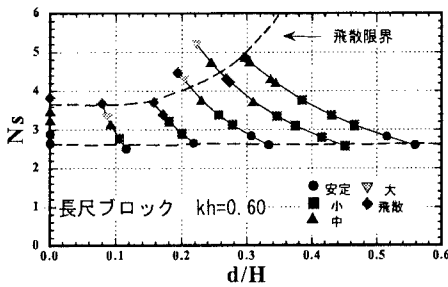


図-4(a) 安定数

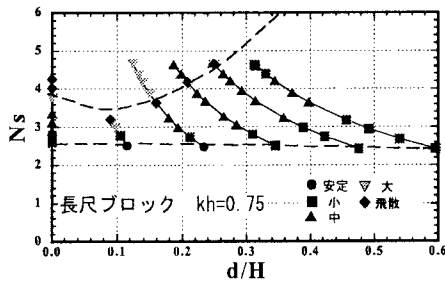


図-4(b) 安定数

ブロックを比べると、方形ブロックでは $N_S \cong 2$ 、長尺化ブロックでは $N_S \cong 2.5$ で、*Brebner - Donnelly* の式よりわかるように、所要重量 W は N_S 値の 3 乗に比例することから、長尺化ブロックは方形ブロックの半分近い重量で同じ安定性を得られることがわかる。しかも、*Brebner - Donnelly* の式には、ブロックの被覆面積はパラメータとして含まれておらず、長尺化被覆ブロックが方形被覆ブロックのおよそ 3 倍の面積を被覆できることを考えると長尺化ブロックは方形ブロックに比べて格段と優れていると判断できる。また、図-4 と図-5 の中の飛散限界曲線を比較すると、長尺化被覆ブロックの飛散限界の N_S 値は、天端水深が大きくなるとともに急激に大きくなり方形ブロックに比べて著しく安定性が増すことも見て取れる。

Brebner - Donnelly の式

$$W = \frac{\gamma H^3}{N_S^3 (S_r - 1)^3}$$

W : ブロック重量 γ : ブロックの単位体積重量
 $H_{1/3}$: 有義波高 $S_r = \gamma/\gamma_0$

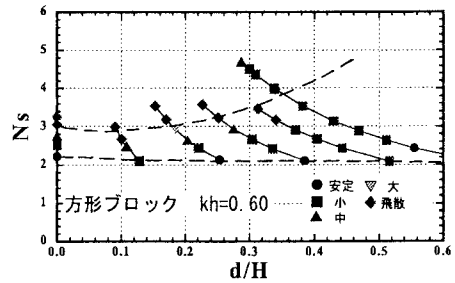


図-5 安定数

4 結果と考察

実験により得られた長尺化被覆ブロック ($kh=0.60$ 、 $kh=0.75$) と方形被覆ブロック ($kh=0.60$) の N_S 値とブロックの揺動状況の分布を図-4(a)(b) と図-5 に示す。横軸の d/H は、天端水深を入射波の有義波高で無次元化したものである。 N_S 値は安定数と呼ばれ、設計波高に対して安定なブロック重量を算定するために用いられる下記の *Brebner - Donnelly* の式により算出される。有義周期が異なる入射波より得られた N_S 値に関する図-4(a) と図-4(b) を比較すると N_S 値の分布はほぼ同様で、入射波の周期による差異は従来の方形ブロックと同様に長尺化ブロックにおいてもほとんどない。ブロックが多少なりとも揺動をはじめの限界 (安定限界) について、図-5 の方形ブロックと図-4 の長尺化ブ

5 あとがき

長尺化被覆ブロックが方形被覆ブロックに比べて、優れた安定性を有することを確認した。安定性が高いことは、同じ設計波に対しては単位被覆面積当たりの重量の小さい経済的なブロックで済むことを意味する。ただし、斜め入射に対しては長尺化の効果は減少することも考えられ、これらの点についての検討や、長尺化ブロックの安定性について水理現象面からの解明も今後行う予定である。

参考文献

1. 共生機構株式会社 (2000): リサイクルタイヤを利用した被覆根固ブロックの海岸及び、港湾・漁港施設への適用について