

技研興業株式会社 正員 下田直克

はじめに 海岸侵食防止、背後地の防災、あるいは堤内の静穏度を得る事を目的に異形消波ブロックによる離岸堤工法が普及している。しかし、特に全断面整正積式の離岸堤の安定特性、あるいはブロック重量の決定法については未だ不明な点も少なくない。本報告は六脚ブロックによる堤体の前面に六脚ブロックの変形ブロックを組み合わせた新しい離岸堤断面の波力に対する安定性、及び離岸堤ブロック規格の決定に関して新しく提案する方法について、水理模型実験を通じて検討を行なった結果である。

離岸堤構造 六脚ブロックの形状は図-1に示すものであり、従来、これらによる離岸堤断面は一般に図-3に示すような構造である。この断面では沖側ブロック、特に天端沖側ブロックの前面に突き出た二脚に強い波力に加わると考えられ、従ってこの二脚を取り払った形の図-2に示す変形ブロックを考案し、これを図-4のように堤体前面に組み合わせ、安定の向上を計ったものが新断面である。

実験方法、実験条件 本実験は当社の規則波仕様2次元フラップ型造波水路（ $L5.0 \times W1.0 \times H1.3^m$ ）で行なった。海底床模型は表面モルタル仕上げの固定床である。

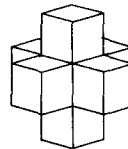
離岸堤の天端高は設置地盤上、堤体前面水深の1.4倍、天端幅はブロック3個並び相当、積層数は2, 3, 4層の3通りとした。設定された静水位に関し、所定の天端高に対する不足分については捨石マウンドによりこれを補った。

六脚ブロックの模型は1種類の規格を用い、変形ブロックのものは同一規格の六脚ブロックの二脚を取り払ったものと同じ形状のものをを用いた。従ってこの重量は堤体部の六脚ブロックの5/7相当となる。海底勾配は1/20とし、水理条件については表-1に示すように周期7通り、堤体前面水深10通りとしこれらを組み合わせて設定した。

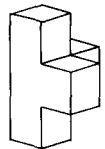
天端ブロックに加わる波力 六脚ブロックで構成された断面と変形ブロックを組み合わせた新断面の安定性を比較する為、両方の断面の天端沖側ブロックに多分力検出器を取り付け、両者に加わる波力を測定し、その特性を比較検討した。多分力検出器は水路上方より鋼製アームで吊り下げ、さらに鋼板を介して模型ブロックと剛結し、それぞれ対象とする模型ブロック1個に加わる水平方向力（岸沖方向力）、鉛直方向力、及びこれら2方向のなす面内でのモーメントが求められるよう設定した。そして波高を前面波高にして2.0^{cm}程度より小刻みに上げ、堤体前面より0.7~1.0^m程度沖側の箇所まで砕波するまでの範囲で波力を測定した。

結果の一例を図-5に示す。これは0.04^{sec}刻みにブロックに加わる力をベクトル表示したもので、力の大きさに関してはそれぞれのブロック重量で除して表わしており、左側が沖側、右側が岸側である。この実験結果より、以下の事がわかった。

- ①波の衝突の第一撃により水平方向力のピークが発生するが、この値は六脚ブロックの方が変形ブロックのそれに比べ、かなり大であり、ブロック重量の2~3倍となる事がある。



六脚ブロック
図-1



変形ブロック
図-2

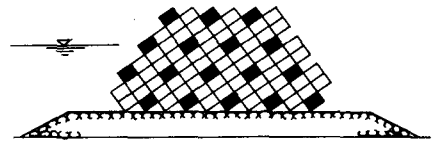


図-3

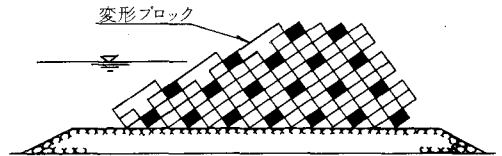


図-4

周 期	水 深
1.2 ^{sec}	1 2.0 ^{cm}
1.6	1 4.0
2.0	1 4.5
2.3	1 6.0
2.7	1 8.0
3.0	1 8.5
3.3	2 0.0
	2 2.0
	2 4.0
	2 6.0

表-1

$h=18.0\text{ cm}$ $T=2.7\text{ sec}$

$H=20.0\text{ cm}$

F/W 0.0 0.5 1.0

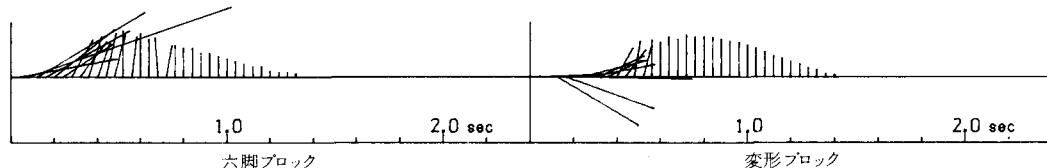


図-5

②六脚ブロックの場合は水平方向力のピーク発生と同時に鉛直上向きの力のピークが発生するが、変形ブロックはこの時、鉛直下向きの力が働き、堤体に抑えつけられる。また上向きピークは遅れて発生し、その値も小さい。この値は全実験ケースを通じて浮力程度以上となる事はほとんどない。

従って、この変形ブロックは波力が最大となる時に、衝突する水粒子の反作用として堤体に抑えつけられこの事が相当強大な波力に対しても、ブロック重量が5/7と軽量である事にかかわらず、堤の安定の維持に貢献しており、離岸堤断面としても従来のものに比べ、より優れた安定性をもつと言える。

ブロック重量算定について 従来は、かかる全断面整積式離岸堤のブロック重量算定においてもハドソン公式が準用されて来た。しかしながら、この方法ではブロックの積層数など構造のちがいが、あるいは来襲波浪の周期などの影響が無視されているが、これらはかなりの影響力を持っている事が予想される。

また、このような消波ブロックによる離岸堤は、そのほとんどが荒天時における砕波帯内に設置されるものであり、堤体直前砕波等の最も危険な状態の波が来襲する条件下にある。従って離岸堤の安定を検討するに際しては、堤体前面位置での砕波限界の波、あるいはその前後で砕波する波等、設置位置で発生し得る最も危険な波を対象とするのが妥当であると考えられる。砕波限界波を含め、このような波は、基本的には海底勾配、周期、前面水深で決定されるという前提で、以上の条件によりブロック重量を決定する為の水理模型実験を行なった。対象とした離岸堤構造は、前述の変形ブロックを組み合わせたもので、2, 3, 4層積と積層別に分けた。先に示した周期、水深の組み合わせによる各ケースにおいて、前面波高で2^{cm}程度の波高より順次これを上げ、堤体より0.7~1.0^m前方で砕波するまでの範囲で堤体の安定性を目視観測により検討した。以上の実験により求められた安定限界曲線を無次元化して図-6に示す。hは堤体前面の水深であり、aは六脚ブロックの規格を表す代表長で、脚の一辺長でありブロック重量をWとすると $W \propto a^3$ の関係にある。また L_0 は沖波波長であり、これは周期に対応する。グラフ中、それぞれの曲線より左上の部分が安定領域であり、h, L_0 及び積層数より必要なブロック規格のaを求める事ができる。実験結果として安定性に対する周期及び積層数の影響が大きい事がわかった。このグラフより周期が5割程度(沖波波長にして2.3倍)大になると、同一水深でもブロック規格

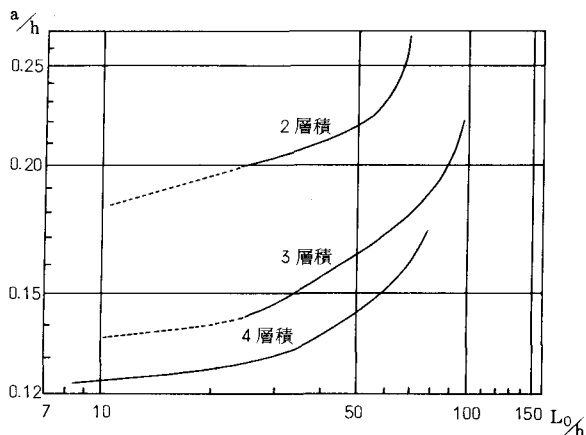


図-6

以上の結論を得たが、今後、こういった結果を実際の設計に活用して行くと共に、より安定な構造、及び離岸堤の効果に対する検討も含め、離岸堤工法全体に関する研究を進めて行く所存である。