

II-384 重量ブロックの安定性に関する実験的研究

東亜建設工業（株）技術研究所 正員 ○大中 晋
東亜建設工業（株）横浜支店 正員 石崎郁夫
東亜建設工業（株）技術研究所 正員 堺 和彦

1. はじめに

防波堤等の海岸構造物が次第に波浪条件の厳しい大水深域へと広がるのに伴い、消波ブロックも大型化し、最近では80tを超える大型ブロックも製作されている。しかしブロックの大型化により、施工上の問題、また例えばロッキング等による防波堤本体への被害等も問題となりつつある。ブロックの必要重量を確保するためにはブロックを大型化すること以外に、高比重の重量ブロックを用いることが考えられる。しかしこれまでに重量ブロックに関する研究はほとんど行われておらず、重量ブロックの効果あるいは従来の消波ブロックとの相違点についてはほとんど知られていない。本研究では、従来の消波ブロックに比べて高比重の重量ブロックの安定性を調べる第一段階として、形状および大きさが同じで単位体積重量のみ異なる4種類のブロックを用い、その安定性について検討することを目的とする。

2. 実験方法

実験は、当技術研究所内の全長50m、幅1.0m、深さ1.2mの二次元水槽を用いて行った。底面勾配を1:30とし、その上に図-1に示すような直立堤被覆形式の模型を設置し、法面に模型ブロックを2層整積みにした。用いたブロック模型は、表-1に示すように、大きさ、形状が同じで単位体積重量のみ異なる4種類のブロックである。ここでType-Aは通常の比重のブロックであり、Type-Bでは骨材として鉛を混入したもの、Type-C、Dではさらに比重を増すために、骨材として鉍石を用いたものである。ブロックの総量は下層110個、上層108個の計218個であり、このうち被害率の算定を行うための検査断面内のブロック総数は下層64個、上層81個の計145個である。実験に用いた入射波条件は、表-2に示すように、規則波および不規則波の両方を用いて行った。実験は波高の小さいケースから順次20分づつ波をあて、その間に動いたブロックの個数を数える。ブロックの移動個数は画像解析装置より、初期状態の画像と、移動後の画像から、ブロックの重心の移動量から読み取った。

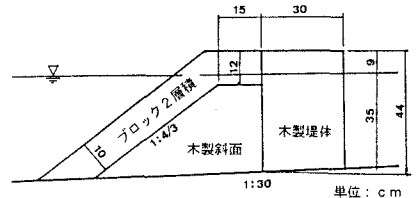


図-1 堤体模型

表-1 ブロック諸元

Type	A	B	C	D
平均重量 (gf)	292.7	315.9	408.4	525.8
体積 (cm ³)	130	130	130	130
単位体積重量 (gf/cm ³)	2.25	2.43	3.14	4.04

表-2 実験条件

不	周期 (s)	波高 (cm)
規	1.45	8.3, 11.1, 13.5, 16.2, 18.4, 19.5
	1.85	11.5, 14.0, 16.8, 19.8, 21.9
	2.25	8.3, 11.0, 13.7, 16.4, 19.1
波	1.50	10.2, 13.2, 14.8, 18.1, 21.3, 23.0
	2.01	13.1, 16.3, 17.4, 21.0, 23.7
	2.25	10.2, 13.5, 16.0, 17.8

3. 結果および考察

はじめに波高と被害率との関係について示したものが、図-2である。ここで(1)が規則波、(2)が不規則波における波高と被害率との関係を示したものであり、縦軸が被害率、横軸が堤前波高を表している。ここで被害率の算定は、次式により行う。

$$D(\%) = (n/N) \times 100 \quad \text{-----} (1)$$

ここでNは検査域内のブロック総数、nはブロック幅の1/2以上動いたもののブロック数を表す。これより波高の増加に伴う被害率の増加は、当然ながら重量が増すほど小さくなり、安定になっていく。また不規則波の方が規則波に比べて被害率は大きくなっている。

つぎにハドソン公式より逆算されるK₀値と被害率との関係を示したものが図-3である。K₀値を用いて整理すると、ハドソン公式中の分母に含まれるS₁項（ブロックの比重）が3乗で増加していくため、単位体積重量が重いほどK₀値が小さくなるという一見矛盾した結果になる。このことから重量の異なるブロック間の安定性を議論する場合には、単にK₀値の絶対値のみで判定

することはできないことがわかる。ここで、ある波高に対するブロックの所要重量は、ブロックの比重の違いに関わらず、一義的に決まるとした場合、標準のブロックの K_D 値（ここでは $K_{D2.25}$ と表す）に対する異なる比重のブロックの K_D 値の比は、次式で示される。

$$\beta = K_D / K_{D2.25} \\ = (S_{r,2.25} - 1 / S_r - 1)^3 \cdot (\gamma_r / \gamma_{r,2.25}) \quad (2)$$

つまり上式はある波高に対する必要重量が確保されれば、どの単位体積重量のブロックを用いても変わりがないことを表している。これと今回の実験より得られた K_D 値の変化と比較するため、実際の設計時に用いる被害率0～1%の範囲の各ブロックの平均的な K_D 値を計算し、標準ブロックに対する K_D 値の比を求め、上式で示される β と比較したものが図-4である。これより実験結果は上式で表される曲線にほぼ一致している。つぎに他の形状のブロックとの安定性の比較を行うため、重量ブロックを標準のブロックと見なした場合にどの程度の K_D 値の増加に相当するかを調べるために、ハドソン公式中の w 、 S_r 、 γ_r として、標準のブロックの値を用いたときの K_D 値に相当する係数（ここでは $K_{D'}$ で表している）を示したものが図-5である。また表-3に被害率が2%以下の各ブロックの大まかな $K_{D'}$ 値を示す。これよりブロックの比重が増加するほど $K_{D'}$ 値は増加し、安定性が向上していることが分かる。

4. おわりに

従来のブロックよりも高比重のブロックの安定性を調べるために、形状および大きさが同じで比重のみ異なる4種類のブロックを用いた実験を行った。ただし今回はあくまでも重量の違いによる安定性の違いのみに着目したものであるため、大きさの違いによる安定性および水理特性の違いについては明らかにされていない。今後この点についてさらに検討していく予定である。

表-3 各ブロックに対する $K_{D'}$ 値（ $D=2\%$ 以下）

単位体積重量(gf/cm ³)	規則波	不規則波
2.25	7～15	4～9
2.43	8～16	4～9
3.14	13～27	9～20
4.04	20～28	10～24

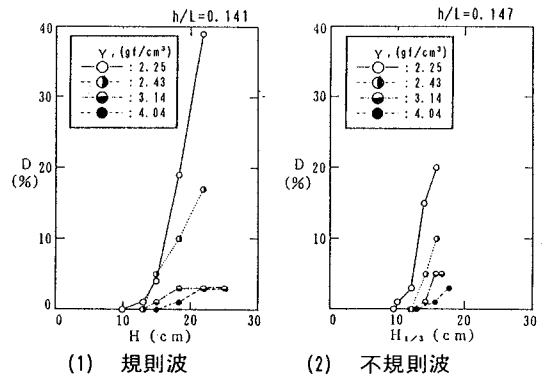


図-2 波高と被害率との関係

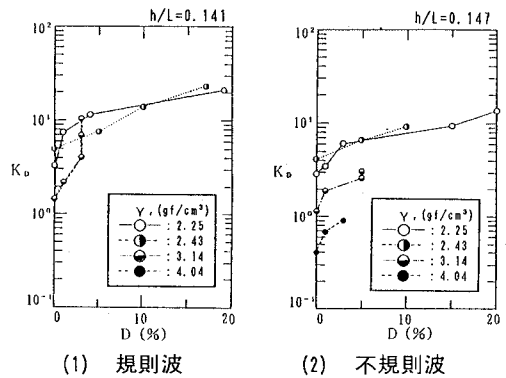


図-3 K_D 値と被害率との関係

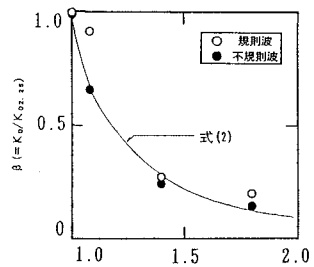


図-4 比重の違いによる K_D 値の変化

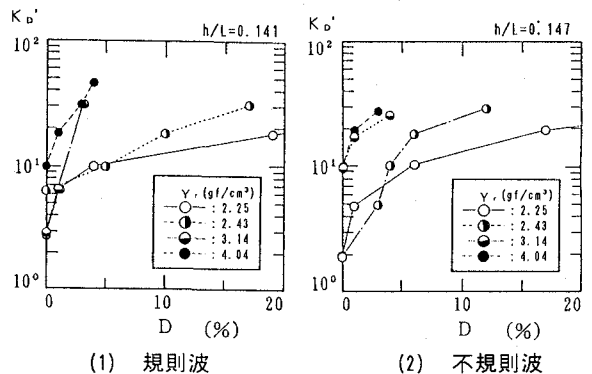


図-5 $K_{D'}$ 値と被害率との関係