

日本大学生産工学部土木工学科

正会員

三浦 晃
遠藤 茂勝
落合 晃

1 まえがき

消波構造物の効果を定量的に把握する目的で理論的・実験的研究が進められている。消波構造物の構築材料である消波用変型ブロックの水理特性に関する研究もこれまで数多く行なわれてきた。

また消波工としての変型ブロックは、複雑な形状をなし、種々の条件、たとえば海底勾配や設置水深あるいはブロックの積み方などがみ合せなどによって波力に対する安定性が異なるため、水理学的特性が十分明らかにされたとはいえないように思われる。

消波構造物の安定性を検討するために、現在最も一般的に用いられているのが Hudson 公式である。

本文は、球体や立方体に近い形状の多い消波ブロックの中で、長方体をなすブロックを対象に、主としてブロックの崩落機構に着目して実験を行ない、ブロックの移動限界と斜面の安定性について検討したのでここに報告する。

2. 実験方法

実験は、長さ27.6m、幅0.7m、高さ1.0mの断面がラス張りの鋼製二次元波水槽を用いた。造波機は、スライド型ピストン式である。ブロック設置台は、静水面と1:1.3の傾斜をもった木製台で、その面に直接ブロックを設置した。またブロック設置台の沖側に1/10勾配の海底斜面を設けた。

実験用ブロックは、現寸1ton型ブロックを縮尺1/25としてセメントモルタルで製作したものである。積み方は、2層積みと原則とし、比較的空隙の大きい層積みと乱積みの2種類である。本ブロック型体は、単位ブロックを数個合せて1ユニットブロックとなっており、2~5単位型ブロックまで4種のブロックがあり、そのユニットブロックの長手方向を入射波方向と一致させ、1層目を8列、2層目を7列として並べ入射波が越波しない高さまで積み上げた。また設置台法先には、根固工を置いた。

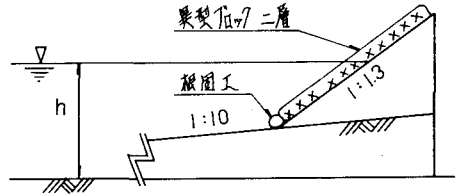


図-1

図-1は、実験に一般配置図である。また実験に用いたブロック種類および波条件をまとめたものが表-1である。波高測定は、容量式波高計を用い、デジタル水位記録装置により記録した。ブロックの崩落状況は、水槽両側のガラス面から目視観測し、その様子を次のように分類した。

- a) 揺動：入射波周期とほぼ等しい周期でめがかに振動する。
- b) 転動：明らかに振動し、その配列が乱れる。
- c) 転落：配列から脱落する。

解析に使用した移動限界は、b)の状態が発生する場合とした。実験は、ブロックに当たった波が反射して再び逆波機にもどるまでの間に測定を終了させた。また入射波を数波当てるとブロック相互が全体的に組み合い、その餘波を当てても被害が発生せず、堤体全体として非常に安定となる場合が生ずるので、この場合には、再度ブロックをいっしょに組み変えて実験を行なった。

3. 実験結果および考察

(1) ブロックの崩落：ブロックの移動は、静水面より少し下方に多く生じ、その崩落は、波の入射時の衝撃的な波力に対しては比較的安定であり、むしろ入

表-1

ブロック	積み方	h(cm)	T(sec)	H(cm)	H/L	W(g)	γ_r (g/cm ³)
A (2単位型)	乱	50	1.1	6.68	0.023	111.4	2.1
B (3単位型)	乱	55	}	}	}	168.4	
C (4単位型)	層	60				215.8	
D (5単位型)	層	65	1.5	21.57	0.100	265.5	

射波の揚圧力と引き波時の吸い出し作用によって崩落することと認められた。そしてその形態は、本ブロックの場合、2個の下層ブロックで上層1個を支える2層積みであるため、上層ブロックの移動のために下層が移動する場合とその逆の場合の2通りに大別された。前者は、入射時の衝撃的な波力によることが多く、

後者は、揚圧力や吸い出し作用によって主に失われることが認められた。

(2) 入射波高と被害率の関係 本実験における被害率は、各波高に対する移動ブロック数をブロック全体の個数で除してパーセントで表わしたものとした。

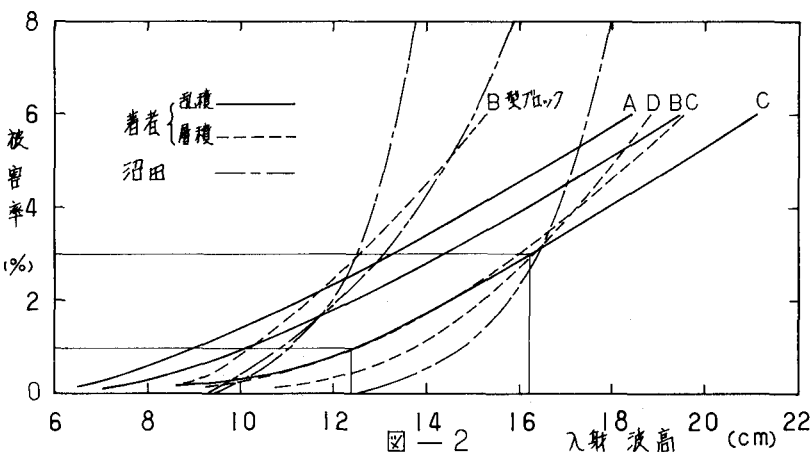
図-2は、入射波高と被害率の関係を示すもので、図中の曲線は、各ブロックに対する限界曲線を示すものである。また本実験条件とほぼ等しい条件と思われる沼田の実験結果¹⁾、テトラポッド、六角ブロック、トリバーについて同時に示す。図から波高が大きくなると被害率も大きくなっているが、同一ブロックでも積みかにより若干、その曲率が異なることがわかる。またこの曲率は、各ブロックの安定性を意味し、曲率の大きなものは不安定となることを示している。その傾向は、被害率が5%程度の時明らかに表われていることがわかり、そしてこの5%程度は、ブロック自体の被害とより堤体全体の破壊に相当するものと考えられる。そこで、その時の波高を堤体の破壊限界波高と考えることができる。

Hudsonは、ブロックの重量算定式を次のように示した。

$$W = \gamma_r H^3 / K_0 (S_r - 1)^3 \cot \alpha \quad \text{--- (1)}$$
 そこで両辺を無次元となるように変形すると、

$$W / \gamma_r H^3 = 1 / K_0 (S_r - 1)^3 \cot \alpha \quad \text{--- (2)}$$

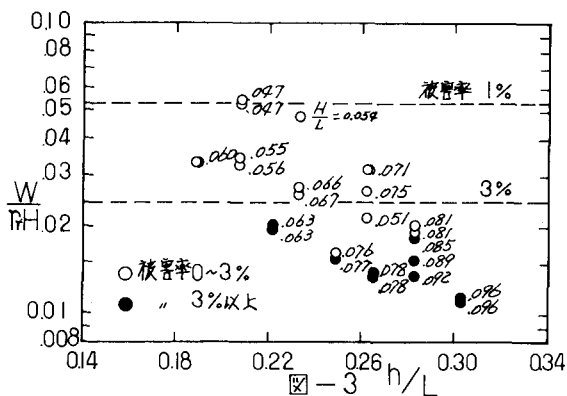
となり、右辺は、本実験の場合定数となることから、左辺とこの式に含まれない入射波周期の関係を図-3に示す。本図は、C型2層積みの場合を示すが他のブロックにおいてもほぼ同様の傾向が見られた。図において H/L が大きい波は、 $W / \gamma_r H^3$ が小さくなり、また、



h/L が小さくなると、 $W / \gamma_r H^3$ が大きくなる傾向を示しており、波の特性が移動限界を変化させることを表わしている。図中の破線は、図-2から得られる被害率1%と3%時の波高を(2)式に代入して求められる値で移動限界値と考えられるが実験値はかなり広い範囲にバラツキていることがわかる。

4. あとがき

以上、異型ブロックに関して、その崩落、ブロック個々や堤体全体の安定性について考察し、一応の定性的特性を把握することができたが、それらは、数多くの要素が原因し、このようは堤体にとって被害率の定義が不十分であるため、より多くの模型実験や現地観測からより厳密な移動限界について今後検討したいと考えている。



参考文献

- 1) 沼田 淳: 消波工の波浪制御特性に関する研究、学位論文、1979。
- 2) 三浦 晃、遠藤 茂勝: 消波ブロックの K_0 値に関する実験的考察、日本大学生産工学部報告、Vol. 8, 1975。