

II-1 単体人工魚礁の波に対する安定性について

北海道工業大学

正員 村木 義男

共和コンクリート工業株式会社

高島 清光

同 上

大貫 隆

1. まえがき

一般に、乱積、整積を問わず、集合体をなしている異形ブロックは、相互補強の状態にあるため、単体状にあるブロックにくらべ安定性がかなりよい。単体状ブロックは、直接全波力を全体に受け、しかも、その波に対する支えはそのブロック自体のみであるので、集合体にくらべ安定性は落ち、かつ、形が異形であるため、置かれた状態によって安定性はかなり違ってくることが予想される。このことは人工魚礁についても同様である。したがって単体魚礁を用いる場合には、これらのことを念頭におき種々の観点から安定性について検討しておくことが必要であると思われる。

この報告は「セピア」と称する単体人工魚礁について、波の方向に対する設置向きの違いによる安定性の違い、設置水平傾きの有無による安定性の变化など設置の状態が安定性におよぼす影響について実験的に考察したものである。

実験に供したブロックの種類と設置向き区分

種類 向き	A	B	C	D	E
最下段波に対し 内 (X印)					
南 (O印)					
頂 (△印)					

図-1

2. 実験に供した魚礁ブロック

実験に供した魚礁ブロックは、正六角形を基本形とする、図-1、図-2、図-3に示すようなものである。5種類あり、それぞれに A型、B型、C型、D型、E型の名称がつけられてある。A、B型は単層、C、D型は2層、E型は3層をなしている。側面的には、孔のある状態（開の状態）と孔のない状態（閉の状態）に区分される。この様子を 図-1 に示した。底面は 図-2 のような2種類である。

これら魚礁ブロックの単位体積重量は、 2.51 g/cm^3 で、1個あたり重量は、A、B型は約 48g、C、D型は約 99g、E型は約 150gである。寸法は、図-2、図-3にあるように、六角形の1辺は約 33mm で、1まいの厚さは約13~15mmである。この模型は実物の 1/40 を想定しつくったものである。

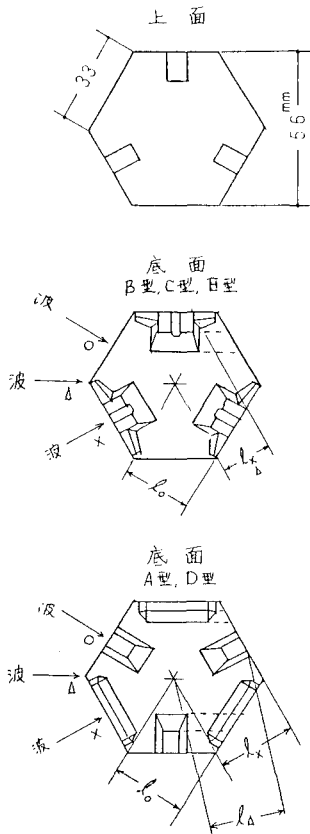


図-2

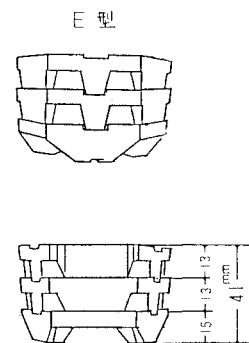


図-3

3. 実験方法

実験水路は、長さ 24 m、幅 60 cm、深さ 1 m の2次元波動水路である。波高は計測技研製容量式波高計を用い測定した。

図-1 に示したA、B、C、D、Eの5種類の魚礁ブロックを水路内に横1列にならべ、同一波に対する同時実験を行った。波に対する向き3種、波周期 1.2 ～ 2.6 秒の間10種、波高は各周期に対し最大10種（最大波高23 cm）、以上のケースについて実験を行った。

波に対するブロックの設置向きは、図-1 に示したように、最下段に孔のない状態（閉で示す）、孔のある状態（開で示す）、それに六角形の頂点が波に向いている状態（頂で示す）の3種である。

また、C型、E型ブロックについて、波到来方向に対し、0～8度の範囲で仰角を5種与え、ブロックの動きを調べた。

これらを一括し示せば 表-1 のとおりである。魚礁ブロックの動きは、表-2 に示すとりの9階級に従い目測により判定記録した。

表-1

実験の種類

1. ブロックを水平に置いた実験

ブロックの種類	A, B, C, D, E (同時)	
向き	最下段波に対し閉の状態	X _{sp}
	最下段波に対し開の状態	O _{sp}
	最下段波に対し頂の状態	Δ _{sp}
水深 (cm)	15, 25, 35	
周期 (秒)	1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.66	
	1.8, 2.0, 2.2, 2.4, 2.6	
波高 (cm)	10～25 1条件最大10種	

2. ブロックを傾けて置いた実験

ブロックの種類	C, E	
水深 (cm)	25	
周期 (秒)	1.66	
向き	最下段波に対し閉の状態	X _{sp}
	最下段波に対し頂の状態	Δ _{sp}
仰角 (度)	0, 2, 4, 6, 8	
波高 (cm)	13～23, 1条件最大11種	

表-2

魚礁ブロックの動きの大きさ(階級)区分

1	不 動	全く動かない
2	微振動	その場でがすかに振動する
3	小振動	その場で小さく振動する
4	中振動	その場で中ぐらいに振動する
5	大振動	その場で大きく振動する
6	小移動	2 cm以内移動する
7	中移動	2 cm以上 5 cm以内移動する
8	大移動	5 cm以上移動する
9	転 倒	横倒しもしくは裏返しになる (横転) (反転)

4. 実験結果と考察

(1) 設置向き(波向き)の影響

実験結果を総括し表-3、表-4に示した。いずれも水平設置の場合である。これには中移動以上の移動についてのみ記載してある。これを見ればわかるように、ブロックの転倒は、そのほとんどがある特定の波向きのときに生じている。そしてその転倒ブロックのほとんどはE型ブロックである。B型、C型がこれに次ぐがE型にくらべずつと少ない。水深15cmの場合、A、B型ブロックが他の波向きの場合にも転倒しているが、この場合は水深が浅いことによる影響かと思われる。

表の内容をいま少し詳しく知るため、転倒ブロックの最も多かった水深25cm、設置向き 閉、周期 2.6 秒の場合について、波高とブロックの動きの大きさとブロックの種類との関係を調べたのが図-4である。なお、転倒のなかった他の波向きの場合の図も比較の意味で、図-5、図-6に示した。どのブロックについても、波に対するブロックの設置向きによって安定性が違ってくることがよくわかる。いずれの向きの場合に安定性が劣るか予め判断つけばこれに越したことはないが、一般には、魚礁ブロックは異形であるので、その判断は難しいであろう。単体ブロックの場合、波向きによって安定性は大きく違ってくることがあるということを認識しておく必要があらう。

表-3

実験ブロック 番号	ブロックの向き (設置向き)	水深 (cm)	目標波 周期(秒)	波高 (cm)	転倒した ブロック数	大移動した ブロック数	中移動した ブロック数
A B C D E	閉	X	2.5	1.6	5		
A B C D E	閉	O	*	1.6	6		
A B C D E	閉	X	*	1.0	1		
			1.2	2			
			1.4	3			
			1.6	3			
			1.8	4			
			2.0	4		E(2)	
			2.2	6		E(2)	
			2.4	5		E(3)	
			2.6	10		E(3), C(4)	
A B C D E	閉	O	*	1.0	1		
			1.2	2			
			1.4	3			
			1.6	3			
			1.8	3			
			2.0	4			
			2.2	6			
			2.4	5			
			2.6	6			B(1), D(2)
A B C D E	閉	Δ	*	1.0	1		
			1.2	2			
			1.4	2			
			1.6	3			
			1.8	3			
			2.0	3			
			2.2	4			
			2.4	4			
			2.6	4			

() 数字: 発生件数

表-4

実験ブロック 番号	ブロックの向き (設置向き)	水深 (cm)	目標波 周期(秒)	波高 (cm)	転倒した ブロック数	大移動した ブロック数	中移動した ブロック数
A B C D E	閉	X	1.5	1.2	7		
			1.6	7			
			2.0	7			
			2.4	7			
			2.6	7	E(3), B(1)	E(1), C(1)	
A B C D E	閉	O	*	1.2	3		
			1.6	3			
			2.0	4			
			2.4	5			
			2.6	5	A(1)	B(1)	
A B C D E	閉	Δ	*	1.2	3		
			1.6	2			
			2.0	2			
			2.4	3			
			2.6	5	B(1)		B(1)
A B C D E	閉	X	3.5	1.2	3		
			1.6	4			
			2.0	4	E(1)		
			2.4	4	E(2)		
			2.6	4	E(2), B(3)		
A B C D E	閉	O	*	1.2	1		
			1.6	4			
			2.0	5			
			2.4	4			D(1)
			2.6	4			
A B C D E	閉	Δ	*	1.2	1		
			1.6	4			
			2.0	4			
			2.4	3			
			2.6	4			

(2) 設置水平傾き（仰角）の影響

次に、魚礁ブロックを水平に対しある傾きを与え設置した場合、安定性がどのように変わるかを調べた。具体的には、波方向に対し、0～8度の仰角を設置ブロックを与え、それぞれの場合におけるブロックの動きを観測した。実験結果を表-5と図-7、図-8に示した。これらからわかるように、仰角が2度以内であれば不動もしくは微振動であるブロックでも、6度を越えると大移動もしくは転倒にかわるもの多く、その変化は大きい。このように、設置水平傾きの影響は予想以上に大きいようである。5～6度の傾きは、海底条件が悪い場合十分考えられる大きさである。

5. あとがき

単体魚礁ブロックの波に対する安定性は、ブロックの設置のしかた、すなわち、波に対するブロックの向き、ブロックの水平に対する傾きによってかなり大きく違ってくることが、実験によりたしかなものとなった。悪い条件が重なれば、安定性がかなり落ち込むことも考えられるので、設計に当たっては、この点を十分考慮に入れる必要があるように思う。

セピア	水深	ブロックの置き方 波の向きに対し	波周期
A B C D E	25 cm	南 (X)	2.58 秒

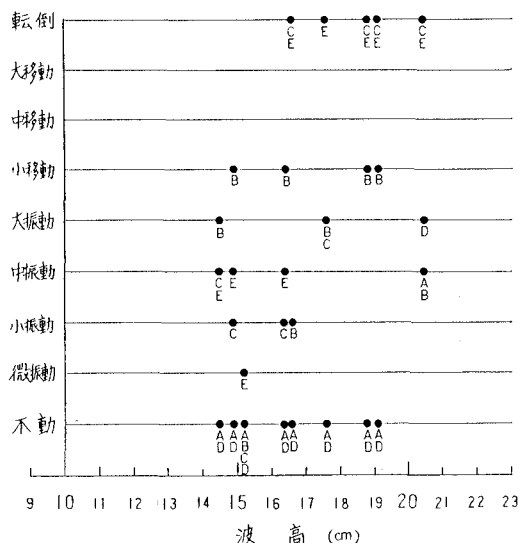


図-4

セピア	水深	ブロックの置き方 波の向きに対し	波周期
A B C D E	25 cm	南 (O)	2.58 秒

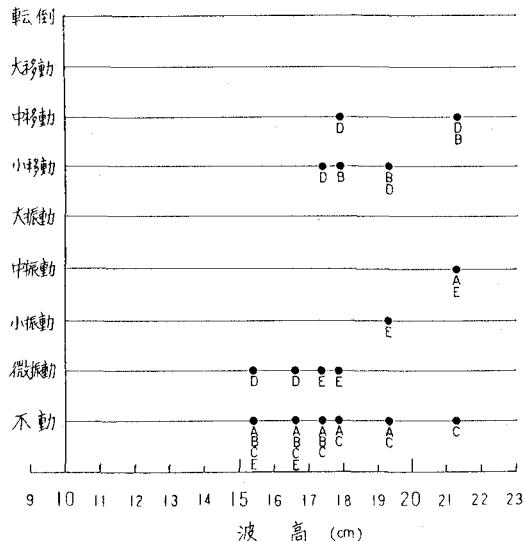


図-5

セピア	水深	プロツクの置き方 最下段波に對し	波周期
ABCDE	25 ^{cm}	頂 (Δ)	2.58 秒

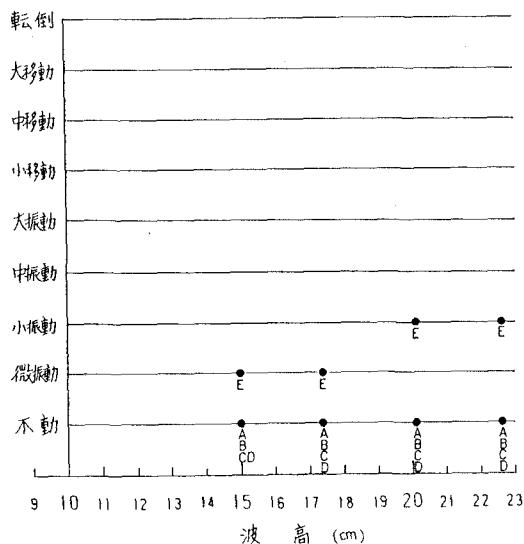


図-6

セピア	水深	波周期	プロツクの置き方(1) 最下段波に對し	プロツクの置き方(2) 波に對する傾角
E	25 ^{cm}	1.66 秒	内 (x)	0 2 4 5 8 度 □ Δ ○ ●

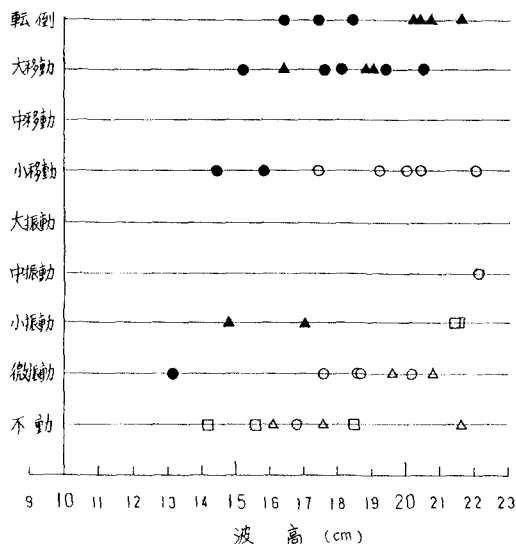


図-7

表-5

実験1077 セピア	1077-置 最下段波に 対し	水深 (cm)	目標波 周期(秒)	1077 19(°)	波高 (cm)	転倒した 件数	大移動した 件数	中移動した 件数
E	内 X	25	1.66	0	5			
				2	5			
				4	11			
				6	9	4	3	
				8	10	3	5	
	頂 Δ	"	"	0	3			
				2	-			
				4	2			
				6	3			
				8	9	1	4	1
C	内 X	"	"	0	5			
				2	2			
				4	4			
				6	5		2	
				8	5	1	2	
	頂 Δ	"	"	0	3			
				2	-			
				4	1			
				6	2			
				8	5			

セピア	水深	波周期	プロツクの置き方(1) 最下段波に對し	プロツクの置き方(2) 波に對する傾角
C	25 ^{cm}	1.66 秒	内 (x)	0 2 4 5 8 度 □ Δ ○ ●

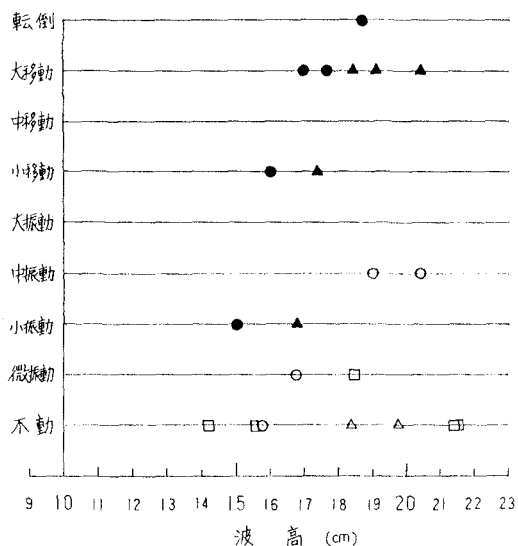


図-8