

九州大学工学部 正員 井島武士

九州大学工学部 正員 松尾隆彦

福岡市港灣局 島田長彦

1. まえがき

従来の消波用異形ブロックは斜面堤として用いるのが一般であるが、ここで述べるのは個々のブロックを組立てて一体の直立壁として用いるものである。従って、従来のブロックと異り、ブロック個々の安定性の問題の外に壁体としての一体性、消波効果等の水理現象や組立施工、補修等について多くの問題があるが、ここでは先づ第一段階として、この直立壁体の消波効果について実験的に調べた結果について簡単に報告する。なお、引続いて類似の形のものについて消波効果を検討し、最も効果的な形を求め、このブロック堤の一体性及び安定性についても検討を進める予定である。

2. ブロック形状と堤体の形

ブロックは図-1に示す様に六角柱のウェブに六角面のフランジを上下につけたものである。

このブロックを水平方向、垂直方向に組立てて堤体を作る。写真-1は福岡市能古島に施工中のものである。

堤体の空隙率は六角柱の太さとフランジの高さにより変えられるが図-1に示すブロックの空隙率は46.5%である。又ブロック間の結合のためにフランジには凸凹をつけてある。

次に堤体を水平方向に法線に直角方向から見た場合は図-2(b)の様になり、法線に60°の方向から見た場合は図-3(b)の様になる。又上下方向にはフランジによって遮断された形になる。(図-2(a), 図-3(a)参照)そこでこの堤体の波に対する消波の水理的な効果は六角柱による水平運動の遮断とフランジによる上下運動の遮断になる。

3. 実験

この堤体の予備的な実験として水の水平運動と上下運動の両者を考えた全体的な効果を調べるために次の要領で実験を行った。

(i) 実験水槽

図-4に示す様なFlap式の造波装置を持った全長22m, 巾1m, 深さ60cmの実験水槽で実験を行った。造波機の能力は周期変換0.9sec~3.0sec, 波高20cmまで可能である。

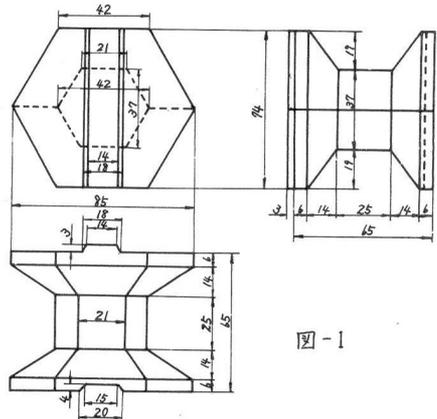


図-1

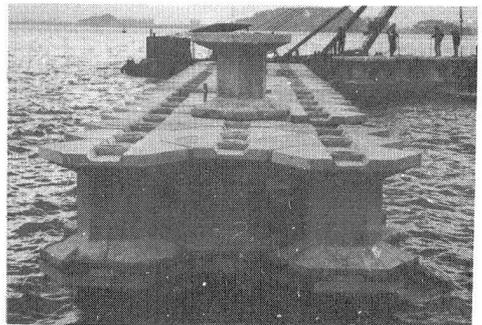


写真-1

(ii)波高計

容量式波高計を2台使用した。即ち波の透過度を調べるためブロック堤外と堤内にそれぞれ波高計を固定した。固定場所は図-4に示す通りである。

容量式波高計は図-5に示すように被覆線端子Aと接地側端子Bとの間に高周波電圧を加えればその電気容量C₀は被覆線Aの水中部分の長さXに比例する。

従ってこの電気容量の変化の計測を行いペン書きさせたものである。

(iii)実験内容

消波効果を調べる為にはブロック堤外と堤内の波高を比較することとしブロック堤による波の透過率Dを次の式で示す。

$$D = H_t / H_r \times 100 (\%)$$

但し H_r; 堤内波高

H_t; 堤外波高

実験条件は次の通りである。

(a)ブロックの配列を変える。

これを調べるため図-6の様に波の進行方向に対して3列、波の高さ方向に3段のブロックを

組立てたものと波の進行方向に4列、高さ方向に3段に組立てたものについて透過率を調べる。

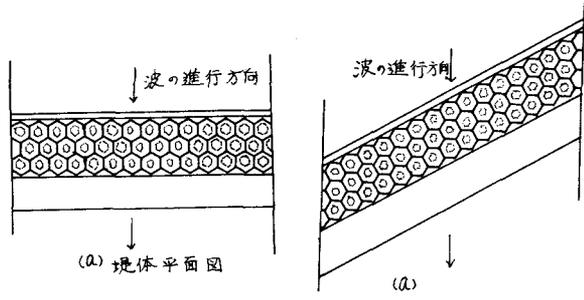
(b)ブロック堤の法線角度を変える。

図-2(a)、図-3(a)に示す様に波の進行方向に対して堤の法線を90°と60°の方向にそれぞれ設置した場合の透過率を比較する。ブロック堤の法線角度を進行方向に60°に設置したのは図-3に示す様に波が進行して来た場合、六角柱の並びが波の進行方向に対して平行になるので堤外の波が堤内に透過し易いと思われるからである。但し、この実験を行うについては実験水槽の平面が充分でないために水槽側面からの反射波が入って来る事が考えられる。

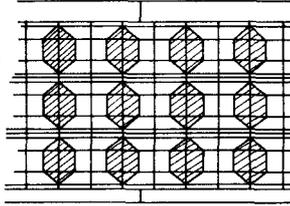
(c)水深を変化させる。

ブロック堤の水深変化による消波効果の相違を調べるために水深を40cmと45cmにする。

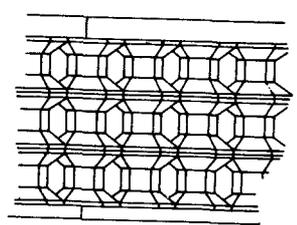
以上の条件をまとめると表-1になる。この実験条件の基本条件は配列では3列3段、法線角度は



(a)堤体平面図



(b)堤体正面図



(b)

図-2

図-3

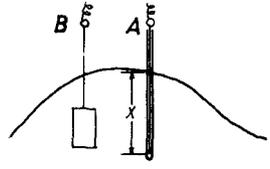
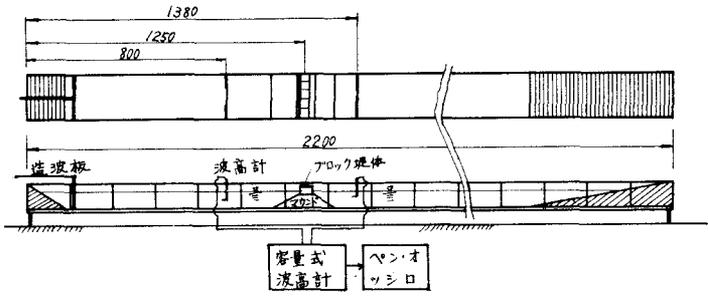


図-5

90°, 水深は40 cmである。

以上3つの条件の他に別の角度から見E場合

(d)ブロック形状を変える。

ブロックの形状で消波に対して一番効果的と思われるのは上下にあるフランジである。従ってこのフランジの有無によってブロック堤体の消波効果がどのように変わるかを調べることはこのブロックの特徴を考える上で一番重要な事である。

そこで図-7(a)に示す様に3列3段のブロック堤のフランジの最上部と最下部以外は全部取り除いた新しいブロック堤について前述と同様な方法で波の透過率を測定しフランジの有効性を確かめる。同様に図-7(b)(c)の様なブロック堤についても実験を行う。又これらのブロック堤の空隙率を表-2に示す。

4. 実験結果

(a)のブロック配列を変えた場合の結果は図-8に示す。

この図に於て横軸は沖波波形勾配(H_0/L_0)、縦軸は透過率である。この結果によると透過率は3列3段で H_0/L_0 の変化によって25%~35%、4列3段の場合は15~25%となり、ブロックの水平方向の配列の効果がはっきり示されている。

又 H_0/L_0 が大になると透過率は3列3段の場合も4列3段の場合も共にそれぞれ20%、10%に収束している。

(b)のブロック堤の法線角度を変えた場合の結果は図-9に示す。

この結果によると堤の法線角度を60°にした場合、沖波波形勾配が緩かな所では透過率は50%近くまで上っている。従って波の方向が堤の法線に対して60°になった場合は90°の場合に比べて明らかな違いを示している。しかし H_0/L_0 が大になると法線角度の違いによる透過率の差はなくなり、 $H_0/L_0 = 0.11$ ではほぼ一致して25%位になる。

(c)の水深を変化させた場合の結果は図-10に示す。

この結果によると水深を40 cmから45 cmにす

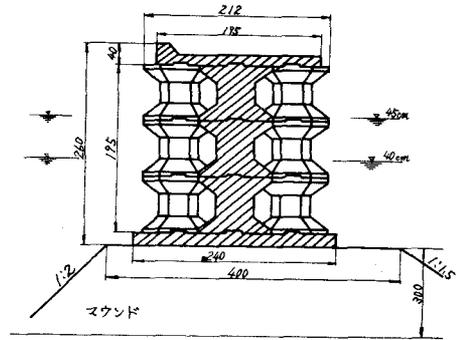


図-6

		配列を変えた時		法線角度を変えた時		水深を変えた時	
配列	3列3段	○		●	●	●	●
	4列3段	◎					
角度	90°	○	◎		●	●	●
	60°			◎			
水深	40 cm	○	◎	●	●		●
	45 cm					●	

表-1

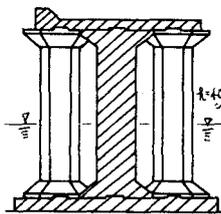


図-7(a)

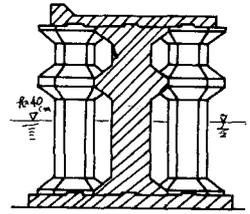


図-7(b)

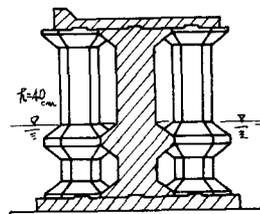


図-7(c)

堤体の種類	空隙率
フランジなし	65.5%
フランジ2個有り	46.5%
フランジ1個有り	56.0%

表-2

ると透過率は上昇する。しかしながら実験水槽の関係で H_0/L_0 の大きな時の透過率が求められなかったので両者の最終的な関係は得られなかった。

(d)のブロック形状を変えたものについては図-11にその結果を示す。

この結果によるとフランジがない場合(図-7(a))の透過率は H_0/L_0 が小さい時は70%以上に達し、フランジが中にスッ所ある場合(図-6)の2倍になっている。次にフランジが水面から離れている場合(図-7(b))では H_0/L_0 が小さい時はフランジがない場合とほぼ同じであるが H_0/L_0 が大きくなるとフランジの影響が出て透過率は下る。又フランジが水面に近い場合(図-7(c))では H_0/L_0 が小さい時にフランジの影響により透過率はフランジが水面から離れている時より非常に小さくなる。

5. 結論

(i)ブロックを3列3段に組み、水深 $\approx 40\text{cm}$ 波を堤体法線に直角に当てた場合の波の透過率は25%~35%である。

(ii)水深、波の方向、ブロックの配列を変えると堤体の波の透過率は変化する。

(iii)ブロックのフランジは波の消波に大変有効である。

6. 結び

本実験に際して容量式波高計での波高測定で宮崎大学工学部土木工学教室の島田米夫氏の御協力を得ました。ここに厚く感謝の意を表します。

参考文献

(1) Costello, R. D

"Damping of water waves by vertical circular cylinders," Transactions American Geophysical Union vol. 33, No. 4 (August 1952)

