

II-316 空隙形状が相似の透過性防波堤における透過率（その2）

大阪工業大学 正員 井田康夫
大阪工業大学 正員 高田 巖
大阪工業大学 正員 福田 護

1. まえがき

捨ブロック堤等の透過性防波堤に用いられる材料の種類は多いが図-1, 2のように同種で、大きさの異なる材料を用い、同じ状態に造られたそれぞれの構造は互いに相似となり、空隙の形状も相似する。このような構造物に波が透る場合、入射波の波形勾配ならびに相対水深が与えられ、透過率を設定すれば、図-1のように堤体材料の大きさと所要の堤体幅が対数関係にあることをガラス球を用いた基礎実験で示した。¹⁾ 本文では図-2に示す4種類のテトラポッドを用いて前述のことを検証し、さらに所要の透過率に対応するする堤体幅の算定方法についても報告する。

2. 透過率の関数形

透過率(K_T)は波の特性、堤体材料の特性および堤体形状の特性の3特性が関係し、次の諸量がそれぞれの特性を表わす因子と考えられる。

$$K_T = f(h, H_I, L, \text{堤体材料の形状}, d, B, R, \alpha) \cdots \cdots (1)$$

ここに h : 水深, H_I : 波高, L : 波長, d : 堤体材料の大きさ,

B : 堤体幅, R : 天端高, α : のり面勾配

いま透過現象の基本態を把握するため式(1)

を吟味し、次の条件を考慮する。

- (1) 堤は直立で、非越波とする。
- (2) 堤体材料の形状を特定する。
- (3) 波の特性は H_I/L と h/L で表わす。

この結果、上式は

$$K_T = f(H_I/L, h/L, d, B) \cdots \cdots (2)$$

となることから、これらの諸量と透過率の関係を実験的に検討する。

3. 実験

水槽は高さ0.9m、幅0.8m、長さ30mで、波は非碎波、非越波とした。入射波を表-1に示す。堤体は直立としテトラポッドを乱積みした。用いたテトラポッドは1個の高さ(d)が4.5, 7.2, 12.2および18.9cmの4種で、堤体幅はそれぞれ、10・20・30・40cm, 20・30・40・60cm, 30・40・60・100cmそして60・80・120・200cmである。なお入射波高は無堤時の値、透過波高は堤体後面より2mの位置の値とし、水槽側面からビデオで記録し、読み取った。

また空隙形状の相似性は水槽の一部を1~3mに仕切り、4種類のテトラポッドをそれぞれ別個に積み上げた状態で、水槽側面から観察し、これを撮影した。この結果、テトラポッドの大きさが異なっても安定な状態に積み上げれば同形の空隙が多数認められ、空隙の形状も相似であることが確認された。

4. テトラポッドの大きさならびに堤体幅と透過率の関係

図-3は4種の、大きさの異なるテトラポッドによる透過率の実

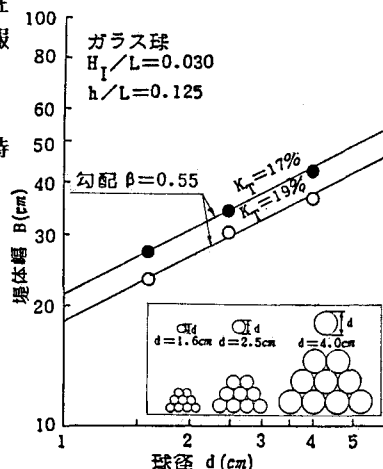


図-1 ガラス球の径、堤体幅と透過率の関係

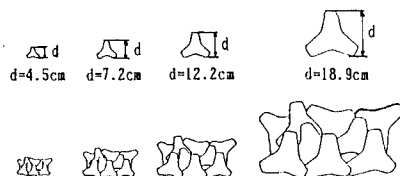


図-2 構造の相似(テトラポッド)

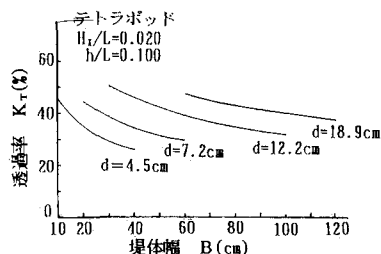


図-3 堤体幅と透過率の関係

験結果の例を示す。そして図-4は縦軸に堤体幅、横軸にテトラポッドの大きさをとり、透過率が40%とした波形勾配0.020の波の実験例である。図よりいずれの相対水深の実験においてもその値は両対数紙上で直線関係にあり、4つの直線とも勾配(β)は1.4であり、直線は互いに平行である。このような方法で5種類の波形勾配(0.010~0.050)の各透過率における直線の勾配をすべて求めたところ、69例中50例が1.2~1.6の範囲にあり、かつ $\beta=1.4$ は50例のうち19例も認められた。さらに β の総平均も1.4であるため、 $\beta=1.4$ と決定した。この β は空隙の形と大きさにより決まるもので「乱積みされたテトラポッド」が持つ固有の値と判断される。また図-5は波形勾配0.020,相対水深0.100の波の透過率が30,35,40%の場合の堤体幅とテトラポッドの大きさの関係を示したものである。

このように堤体幅とテトラポッドの大きさの関係は両者が両対数紙上で直線関係にあるから次式で表わすことができる。

$$B = C d^{\beta} \quad \dots\dots\dots (3)$$

上式のCの意味を式(2)と照合して考えてみるとCは堤体材料の大きさ、堤体幅に関係しない独立量で、波自身の特質を示すものであることは明らかである。つまりCはある透過率のもとで、波形勾配ならびに相対水深に関係する量で、これらの値により一定値を持つものと思われる。

次にC値の算出例として透過率40%の場合を表-2に示す。すなわち、図-4から $d=7.2\text{cm}$ においては $h/L=0.125$ で $B=35.7\text{cm}$ 、また $h/L=0.100$ で $B=26.2\text{cm}$ が読み取れ、式(3)を変形した $C = B / 7.2^{1.4}$ よりC値が求められる。このようにして透過率30%から5%ごとに70%まで、各透過率において波形勾配ならびに相対水深に対応するC値表を作成した。表-3に透過率が40,50,60,70%の場合のC値を示す。

5. むすび

同形で、大きさの異なる材料を用い、同じ状態で積み上げたそれぞれの構造は相似となり、空隙の形状も相似する。このことをテトラポッド模型を用いて観察・写真等で確認した後、種々の条件で透過率を測定した。その結果、波形勾配、相対水深が決まり、透過率を設定すれば、堤体幅(B)とテトラポッドの大きさ(d)の関係は次式で表わせる。

$$B = C d^{\beta} \quad C: \text{透過率} \cdot \text{波形勾配} \cdot \text{相対水深により決る定数}$$

$$\beta: \text{堤体材料の種類と積み方により決る定数}$$

(テトラポッドで乱積みの場合、 $\beta=1.4$)

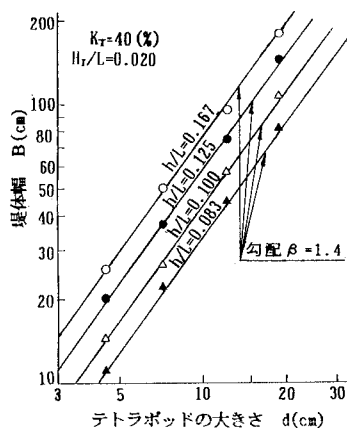


図-4 テトラポッドの大きさ、堤体幅と透過率の関係

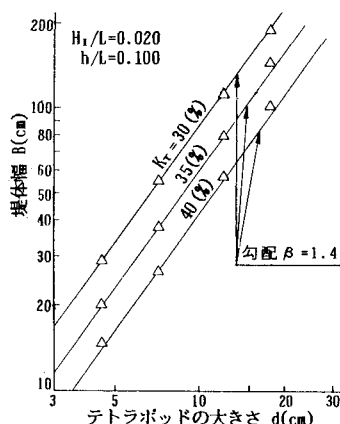


図-5 テトラポッドの大きさ、堤体幅と透過率の関係

表-2 所要堤体幅とC値
 $K_T = 40\%$

H_1/L	$h/L=0.100(L/h=10)$		$h/L=0.125(L/h=8)$	
	B (cm)	C	B (cm)	C
0.005	326	20.5	185	11.7
0.010	84.7	5.3	64.2	4.1
0.020	35.7	2.3	26.2	1.7
0.030	20.3	1.3	16.3	1.0
0.040	14.8	0.9	12.9	0.8
0.050	12.2	0.8	11.7	0.7

$B(\text{cm})$ は $d=7.2\text{cm}$ における値
 $C=B/d^{1.4}$

表-3 C 値

K_T H_1/L	40%				50%				60%				70%			
	0.167 (6)	0.125 (8)	0.100 (10)	0.083 (12)	0.167 (6)	0.125 (8)	0.100 (10)	0.083 (12)	0.167 (6)	0.125 (8)	0.100 (10)	0.083 (12)	0.167 (6)	0.125 (8)	0.100 (10)	0.083 (12)
0.005	33.3	20.5	11.7	8.2	10.1	6.9	4.5	3.6	3.9	2.9	2.2	1.8	1.9	1.4	1.1	0.9
0.010	8.2	5.3	4.1	3.2	3.6	2.6	2.0	1.6	1.8	1.3	1.1	0.9	0.9	0.8	0.7	0.5
0.020	3.2	2.3	1.7	1.3	1.6	1.2	0.9	0.7	0.9	0.8	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
0.030	2.0	1.3	1.0	0.9	1.0	0.8	0.6	0.5	0.6	0.5	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2
0.040	1.3	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1
0.050	1.0	0.8	0.7	—	0.6	0.5	0.4	—	0.3	0.3	0.2	—	0.2	0.2	0.1	—

(参考文献)

1) 井田 康夫・高田 歳・福田 謙：空隙形状が相似の透過性防波堤における透過率、第42回土木学会年次学術講演会講演概要集、II-748、1987。