

空隙形状の相似な透過性防波堤の 堤体幅と透過率

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。

このような防波堤に波が透る場合、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、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はすでに報告した¹⁾本文では引き続き、このことを詳述し、さらに堤体幅の算定法についても言及するものである。

2. 透過率の関数形

透過率(K_T)は波、堤体材料および堤体形状の3特性が関係し、次の諸量が因子となる。

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

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

そこで式(1)に次の諸条件を考慮する。

- (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。

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-2は4種の、大きさの異なるテトラポッドによる透過堤の実験結果の例を示す。そして図-3は縦軸に堤体幅、横軸にテトラポッドの大きさをとり、透過率を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

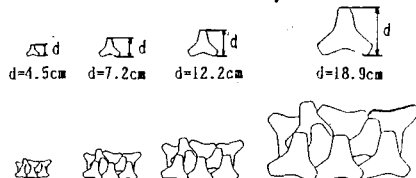


図-1 構造の相似(テトラポッド)

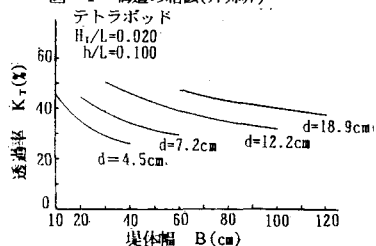


図-2 堤体幅と透過率の関係

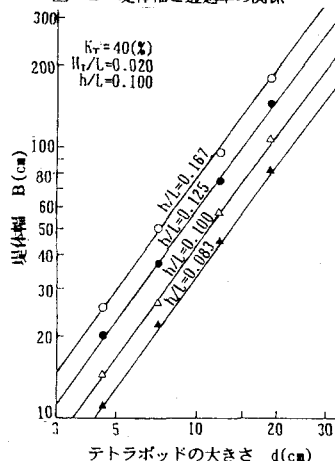


図-3 テトラポッドの大きさ、堤体幅と透過率の関係

Yasuo IDA, Iwao TAKADA, Mamoru FUKUDA

「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。この β により堤体幅とテトラポッドの大きさの関係を表わすと両者が両対数紙上で直線となることから

$$B = C d^{\beta} \quad (\beta = 1.4) \text{-----}(3)$$

で表わすことができる。そこで式(3)中の C について考察する。式(3)を式(2)と照合すると 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%の場合を表一に示す。すなわち、図一3から $d=7.2\text{cm}$ においては $h/L=0.125$ で $B=35.4\text{cm}$ 、また $h/L=0.100$ で $B=25.9\text{cm}$ 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。表一2に代表例として透過率が40%と70%の場合の C 値を示す。

以上のように透過性防波堤の設計に際し、設計波浪が決まり、透過率を設定すれば式(3)ならびに C 値表より、使用するテトラポッドの大きさに対応する所要の堤体幅の算定が可能になった。

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

$$B = C d^{\beta}$$

C : 透過率・波形勾配・相対水深により決まる定数

β : 堤体材料の種類と積み方により決まる定数

(テトラポッドで乱積みの場合、 $\beta=1.4$)

で表わせる。

このように透過性防波堤の透過率は模型実験に依存することなく、波の特性、堤体材料の大きさならびに堤体幅と透過率の関係が明らかになった。なお傾斜堤における透過率は静水面部の堤体幅と同じ堤体幅の直立堤の場合より若干、小さくなるという結果が得られているので、この場合の透過率、堤体材料の大きさに見合う所要堤体幅の算定等について機会を得て発表したい。

表一 所要堤体幅と C 値

H_1/L	$K_T = 40\%$			
	$h/L=0.125(L/h=8)$ $B(\text{cm})$	C	$h/L=0.100(L/h=10)$ $B(\text{cm})$	C
0.005	331.0	20.9	174.9	11.0
0.010	88.0	5.6	63.0	4.0
0.020	35.4	2.2	25.9	1.6
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	12.1	0.8

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

表一2 C 値

K_T β/L	40%				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)
H_1/L								
0.005	33.3	20.9	11.0	8.2	1.7	1.5	1.1	1.0
0.010	8.2	5.6	4.0	3.2	1.0	0.8	0.7	0.5
0.020	3.2	2.2	1.6	1.3	0.5	0.4	0.3	0.3
0.030	1.8	1.3	1.0	0.9	0.3	0.3	0.2	0.2
0.040	1.3	0.9	0.8	0.8	0.3	0.2	0.2	0.2
0.050	1.0	0.8	0.8	—	0.2	0.1	0.1	—

(参考文献)

- 1) 井田 康夫・高田 豊・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-248, 1987.