

透過性防波堤における波形勾配・相対水深と透過率の関係

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 謙
大阪工業大学大学院 学生員○西尾久和

1. まえがき

筆者らは透過性防波堤の透過率が波形勾配だけでなく、相対水深も重要な要素であることを1個の高さ7.2、12.2および18.9cmのテトラポッドを用いた実験より結論を得、このことは既に指摘した^{1) 2) 3)} 本文ではさらに高さ4.5cmのテトラポッドを用いて前述のことを検証したので報告する。また入射波を波高・波長・水深により5つの組合せに整理し、透過率を比較した結果も発表したが^{4) 5)} この中でも特に重要で、現場にも応用できる2つのケース、つまり波形勾配ならびに相対水深が等しく、波の規模が異なる場合(Case 1)と、波高・水深が同じで波長のみが異なる場合(Case 3)の透過率についても詳述する。

2. 波形勾配、相対水深と透過率

実験設備および方法は既報^{1) 2) 3)} のとおりで、堤体材料は高さ4.5cmのテトラポッド、堤体幅は10, 20, 30および40cmである。表-1に実験波を示す。図-1は堤体幅20cmの場合の透過率と波形勾配の関係を示したもので、相対水深別に実験値を代表する曲線で示している。図より波形勾配が同じでも相対水深の値により透過率が大きく異なることがわかる。例えば、 $H_1/L=0.020$ の場合、 $h/L=0.167$ で44%に対し、相対水深が $h/L=0.083$ と小さくなると31%になり13%もの差が見られる。また他の堤体幅でも同様の傾向が認められた。したがって既報のように透過性防波堤における透過率を考えるに際し波形勾配と同等に相対水深も重要であることがこの実験でも確認された。

表-1 実験波の諸元

波 高 H_1 (cm)	20 ~ 70
波 長 L_1 (cm)	5.6 ~ 20.3
堤 幅 T (cm)	1.50 ~ 2.50
波 長 L_1 (cm)	253 ~ 593
波形勾配 H_1/L_1	0.010 ~ 0.056
相対水深 h/L_1	0.081 ~ 0.182
実験波数 (例)	58

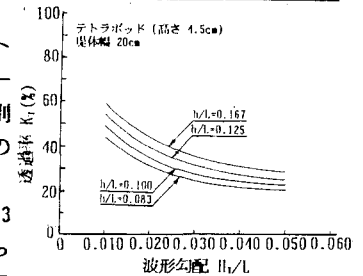


図-1 波形勾配、相対水深および透過率

3. 波形勾配ならびに相対水深が等しく、規模が異なる波の透過率(Case 1)

入射波①(添字1)と、入射波②(添字2)の2つの波について考える。入射波②は入射波①に対し、波高・波長・水深はいずれもm倍の規模で、両者は相似である。つまり、 $H_{12}/H_{11}=L_2/L_1=h_2/h_1=m$ であり、両方の波の波形勾配、相対水深は

$$H_{11}/L_1=H_{12}/L_2, \quad h_1/L_1=h_2/L_2(1)$$

で同じ値となる。このような関係にある20組43個の波について前記2.と同じ方法で、堤体幅20cmの場合の透過率を測定した。実験結果の例を表-2ならびに図-2に示す。この表から、いずれの組合せでも個々の実験値 K_T とその平均値 $\bar{K}_T$ の差、 $(K_T - \bar{K}_T)$ は±2%以内にある。そして全体

表-2 波形勾配、相対水深が等しい波の透過率 (case1)

波組	波高 H_1 (cm)	波長 L_1 (cm)	水深 h_1 (cm)	波形勾配 H_1/L_1	相対水深 h_1/L_1	透過率 K_T (%)	平均値 $\bar{K}_T$ (%)	差 $K_T - \bar{K}_T$ (%)
1	25	8.0	349	0.025	0.100	38	35	-3
	55	12.1	346	0.024	0.101	42	35	+7
2	40	6.8	227	0.021	0.122	44	43	+1
	70	11.8	577	0.020	0.121	42	43	-1
3	40	8.1	227	0.025	0.122	44	44	0
	70	14.1	577	0.024	0.121	43	44	-1
4	25	7.8	289	0.028	0.130	39	39	0
	55	12.0	421	0.031	0.131	47	39	+8
5	50	16.2	308	0.053	0.162	28	30	-2
	60	21.0	382	0.055	0.157	26	31	-5

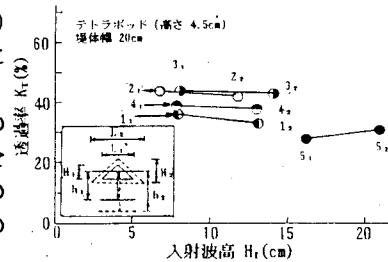


図-2 波形勾配、相対水深が等しい波の透過率 (case1)

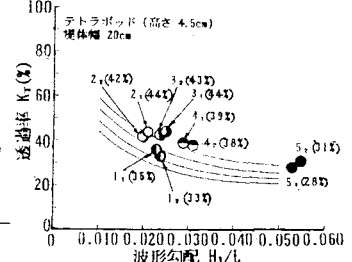


図-3 波形勾配、相対水深が等しい波の透過率 (case1)

Yasuo IDA, Iwao TAKADA, Mamoru FUKUDA, Hisakazu NISHIO

においても43個中88%が±2%以内にあり、すべての実験値が±3%以内である。

次に表-2の結果を同じ堤体による透過率の実験結果を示した図-1を用いて検討する。図-1によれば、任意の波形勾配、相対水深の波が示す透過率は常に1つの値しか存在しない。そこで表-2の結果を図-1に点記し、これを図-3に示す。つまり、いずれの組でもそれぞれの波の波形勾配ならびに相対水深がほぼ同じ値であるから透過率もほぼ等しくなることがわかる。

以上のように波形勾配ならびに相対水深が等しい波は波高・波長・水深が2倍程度大きくなっても透過率はほとんど変わらないことが、明らかとなった。

4. 波高・水深が等しく、波長が異なる波の透過率 (Case 3)

入射波②は入射波①に対し、波高・水深は等しく、波長のみがm倍である。つまり、 $L_2 = mL_1$ であるから両者の波の波形勾配、相対水深は

$$\frac{1}{m} H_{11}/L_1 = H_{12}/L_2, \quad \frac{1}{m} h_1/L_1 = h_2/L_2 \quad \text{-----}(2)$$

となり、入射波②の波形勾配、相対水深は常に1/m

倍である。このような関係にある18組39個の波について前記2.と同じ方法で堤体幅20cmの場合の透過率を測定した。実験結果の例を表-3ならびに図-4に示す。この表から、いずれの組合せでも $(K_T - \bar{K}_T)$ は±2%以内にある。そしてこの差は全体においても39個中、90%は±3%以内であり、すべての実験値が±4%以内である。

次に表-2の結果を前述のように図-1を用いて検討したものが図-5である。この場合、入射波②の波形勾配、相対水深はいずれも入射波①の1/m倍となることから両者の波の透過率はほぼ等しくなることがわかる。

以上のように波高・水深が等しく、波長が2倍程度大きい場合でも波形勾配と同じ割合で相対水深も小さくなることから透過率はほとんど変わらないものとする。

5. むすび

テトラポッド堤(直立・乱積み)で透過率の実験を行なった結果、次のことが明らかになった。

(1) 透過率は波形勾配が同じでも相対水深により大きく異なり、相対水深が波形勾配と同等に重要な要素である。

(2) 波形勾配ならびに相対水深が等しい波は波の規模が2倍程度大きくなっても透過率はほとんど変わらない。

(3) 波高・水深が等しい波は波長が2倍程度大きくなっても透過率はほとんど変わらない。

上記の(2),(3)は同一の堤体ならば一般的に成り立つものと考えられ、現場の防波堤において透過率を検討する上で意義あるものとする。

表-3 波高・水深が等しく波長が異なる波の透過率 (case 3) (テトラポットの高さ 4.5cm、堤体幅 20cm)

波組	水深	入射波高	波長	波高	波長勾配	相対水深	透過率	透過率	平均値	差
	h(cm)	H ₁ (cm)	L(cm)	H ₂ (cm)	H ₁ /L	h/L	H ₂ (cm)	K _T (%)	$\bar{K}_T$ (%)	$K_T - \bar{K}_T$ (%)
1	40	5.8	327	1	0.021	0.122	3.0	44	43	1
	2	40	5.5	494	1.51	0.013	0.081	2.7		-1
2	45	8.3	343	1	0.024	0.131	3.2	29	38	1
	2	45	8.1	522	1.52	0.016	0.086	3.0		-1
3	45	12.1	343	1	0.028	0.131	4.4	34	33	1
	2	45	12.0	522	1.52	0.025	0.086	4.1		-2
4	55	17.7	318	1	0.056	0.173	4.8	27	28	1
	2	55	17.4	571	1.80	0.030	0.096	4.3		-1
5	55	10.6	318	1	0.033	0.173	3.6	34	34	0
	2	55	10.6	571	1.80	0.019	0.096	3.6		0

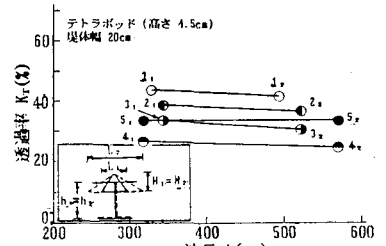


図-4 波高・水深が等しく波長が異なる波の透過率 (case 3)

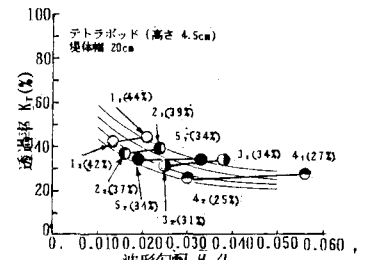


図-5 波高・水深が等しく波長が異なる波の透過率 (case 3)

- (参考文献) 1) 井田 康夫・高田 隆・福田 謙: 透過性防波堤における相対水深と透過率(その1), 第41回土木学会年次学術講演会講演概要集, II-296, 1986.
 2) 井田 康夫・高田 隆・福田 謙・亀山 貴之: 透過性防波堤の透過率におよぼす水深の影響, 土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集, II-94, 1986.
 3) 西尾 久和・井田 康夫・福田 謙: 透過性防波堤における相対水深と透過率(その2), 第42回土木学会年次学術講演会講演概要集, II-246, 1987.
 4) 高田 隆・井田 康夫・福田 謙: 透過性防波堤における入射波と透過率, 第41回土木学会年次学術講演会講演概要集, II-297, 1986.
 5) 高田 隆・井田 康夫・福田 謙: 透過性防波堤における入射波と透過率, 第42回土木学会年次学術講演会講演概要集, II-247, 1987.