

消波構造物の粒径レイノルズ数に関する 2, 3 の考察

大阪工業大学大学院	学生員	○森松	芳隆
大阪工業大学工学部	正会員	井田	康夫
大阪工業大学大学院	学生員	中村	晋太郎

1. はじめに

沿岸域においては近年の技術開発により多種多様な消波構造物が建設され、防災・水域利用などの面で実効を挙げている。なかでもこれらの構造物の基本形である捨石堤、捨ブロック堤の施工例は極めて多い。このように単体を積み上げ、有意な空隙を持つように造られた構造物による波の変形について筆者らはすでに「入射波と空隙の大きさの相対比」ならびに「粒径レイノルズ数」が大きく関係することを明らかにした。そこで本報では 直立ブロック堤を対象に、実験スケールと波の透過特性、 直立壁の作用波圧に対する消波工の波力低減特性についていずれも粒径レイノルズ数をキーワードとして考察を試みた。

2. 直立ブロック積み堤の粒径レイノルズ数と透過率の関係

(1)実験概要 粒径レイノルズ数が透過率におよぼす影響を詳細に検討するためには、入射波高と空隙代表径の比(H_1/d')が一定のもとで、入射波ならびに堤体構造は相似であるが、大きさは異なるという実験条件を広範囲に設定しなければならない。そこで図 - 1 に示すようにまず 1 個の高さ $d=4.5\text{cm}$ (空隙代表径 $d'=3.7\text{cm}$ — ブロック 1 個の体積と同体積の球の直径)のテトラポッド模型により直立堤を造り、表 - 1 の TYPE : A について 3 種類の入射波を設定し、それぞれの透過率を測定した。次にブロックならびに堤体の大きさがそれぞれ 1.6、2.7 および 4.2 倍となる TYPE : B、C および D の実験を 3 種類の入射波を設定して同様に行なった。実験は非越波とし、水槽は長さ 80m、高さ 1.5m、幅 1.2m で、金網で被覆した直立堤は水槽中央に設置した。なお透過波高は堤体後方 4m の位置で測定した。

(2)考察 表 - 2 に示す実験結果を用い、透過率(K_T)と実験倍率の関係を見たものが図 - 2 である。これから、波高・空隙代表径比、波形勾配、相対水深が一定の場合、実験のスケールが大きくなるほど透過率が大きくなることは明らかである。また図 - 3 に示すように、粒径レイノルズ数を $Re = u \cdot d' / \nu$ [u : 入射波の最大水粒子速度, ν : 水の動粘性係数]と定義すると、粒径レイノルズ数の増大とともに透過率が大きくなることが明瞭に認められる。しかしおおむね $Re=3 \times 10^4$ 程度で粒径レイノルズ数による透過率の変化は

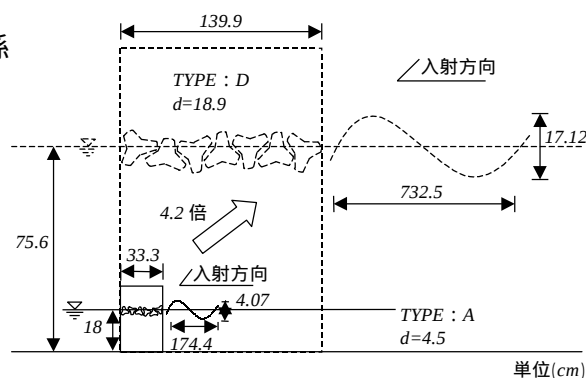


図 - 1 実験断面（その 1）

表-1 実験条件(その1)

TYPE	A	B	C	D
実験倍率	1	1.6	2.7	4.2
ブロック高さ	4.5	7.2	12.2	18.9
空隙代表径	3.7	5.8	9.9	15.3
堤体幅	33.3 ~ 139.9			
水深	18.0 ~ 75.6			
入射波高	4.07 ~ 17.12			
周期	1.4 ~ 2.87			
波長	174.4 ~ 732.5			
相対水深	0.103			
波形勾配	0.023			
相対堤体幅	0.191			
波高・空隙代表径比	1.12			
粒径レイノルズ数	5900 ~ 50300			

表-2 実験結果

TYPE	A	B	C	D
実験倍率 N	1	1.6	2.7	4.2
粒径レイノルズ数 Re	5900 ~ 50300			
入射波高 H_i (cm)	4.07 ~ 17.12			
透過波高 H_T (cm)	0.73 ~ 4.47			
透過率 K_r (%)	17.8 ~ 30.6			

キーワード：消波構造物，レイノルズ数，透過率，波力低減

連絡先: 〒536-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工業大学 工学部 土木工学科 (TEL 06-6954-4146 FAX 06-6957-2131)

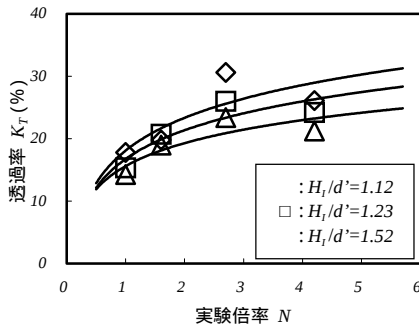


図 - 2 透過率と実験倍率

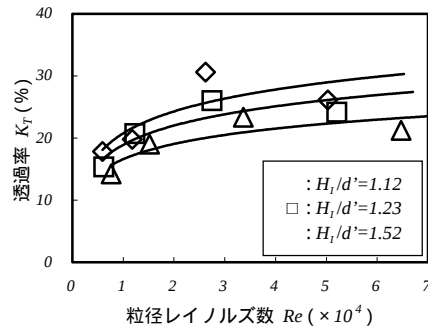


図 - 3 透過率と粒径レイノルズ数

表 - 3 実験条件 (その 2)

堤脚水深	h (cm)	50
マウンド上の水深	h' (cm)	20
波高	H_t (cm)	10.6 ~ 21.2
周期	T (s)	1.4, 1.8, 2.2
波長	L (cm)	256, 357, 453
相対水深	h/L	0.110 ~ 0.195
波形勾配	H_t/L	0.023 ~ 0.081
水深波高比	h'/H_t	0.94 ~ 1.89
波の個数		15
ブロック高さ	d (cm)	4.5, 7.2, 12.2
空隙代表径	d' (cm)	3.7, 5.8, 9.9
堤体幅	B (cm)	20
遊水部幅	l (cm)	0, 10, 20
波高・空隙代表径比	H_t/d'	1.071 ~ 5.732
粒径レイノルズ数	Re	9800 ~ 68800
相対堤体幅	B/L	0.044 ~ 0.079
相対遊水部幅	l/L	0 ~ 0.079

微弱となる。

3. 直立壁前面の消波工の粒径レイノルズ数と波力低減率の関係
(1) 実験概要 実験は長さ 50m, 高さ 1.2m, 幅 0.8m の水槽に, 図 - 4 に示す不透過マウンドを設定し, その上に直立壁(中央に波圧計を 7 個埋込み)を構築して行なった。そしてこの状態で, 表 - 3 の実験条件により直立壁の作用波圧を計測した。次にマウンド上の直立壁に接してテトラポッド模型を用いた直立型の消波工を設置し, 同様に作用波圧を測定した。

2) 考察 図 - 5 は消波工の有無ならびに空隙代表径による波圧分布の違いを, 示したものである。これによると静水面上の波圧には大差は認められないが, 静水面下の波圧は消波工の設置により著しく減少している。またブロックが小さくなるほど波圧が減少していることがわかる。次に, 消波工の粒径レイノルズ数による波圧, 波力の低減効果は, 消波工が有る場合の最大波圧(pm), 波圧合力(P)と消波工が無い場合の最大波圧(pm_0), 波圧合力(P_0)のそれぞれの比で表わすこととし, これを m , M と定義する。粒径レイノルズ数と最大波圧低減率(m), 波力低減率(M)の関係を示したものが図 - 6 である。この図より明らかに粒径レイノルズ数の増大にともなって m , M は減少していることが分かる。

4. おわりに

ブロック積みタイプの直立堤における透過率と, 直立壁の作用波圧に対する被覆ブロックの波力低減効果についていずれも粒径レイノルズ数に着目して実験的に検討した。その結果, 他の条件が一定でも粒径レイノルズ数の増大にともなって波の変形が少なくなること, また直立壁の作用波圧の低減率も粒径レイノルズ数の増大とともに減少することが判明した。

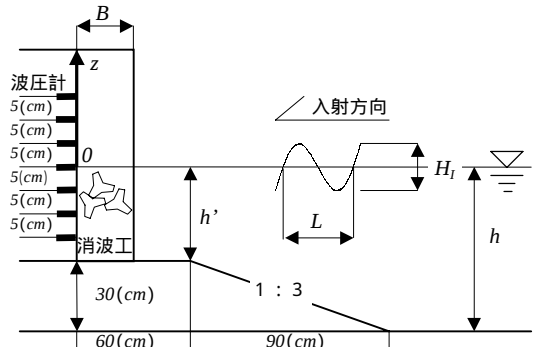


図 - 4 実験断面 (その 2)

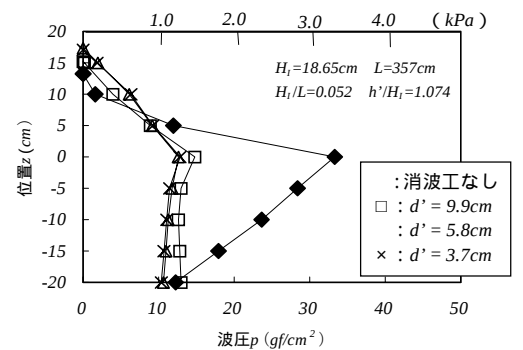


図 - 5 波圧分布

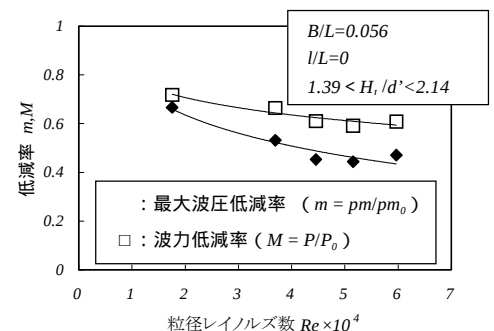


図 - 6 低減率と粒径レイノルズ数

参考文献 1) 榎木享・井田康夫・後野正雄・菅智浩: 透過性構造物による波変形の模型実験の限界について, 海岸工学論文集, 土木学会, 第 39 巻(2), pp616-620, 1992. 2) 井田康夫・森松芳隆・安井陽平: 直立透過堤における実験スケールと透過特性, 海洋開発論文集, 土木学会, vol16, 2000. 3) 井田康夫・中村晋太郎・森康祐: 消波工の持つ減勢機能におよぼす粒径レイノルズ数の効果, 海洋開発論文集, 土木学会, vol16, 2000.