

大阪市立大学工学部 正員 工博 永井 荘七郎

大阪市立大学工学部 正員 工修 大坪 崇彦

東洋建設株式会社 正員 遠藤 正男

1. 緒言 本研究は当研究室において新しく開発した異形ブロック合掌ブロックの波浪に対する安定性および消波特性を実験によって調べ、他の異形ブロックと比較検討した結果を発表する。

2. 合掌ブロックの形状および寸法 新しく開発した合掌ブロックは図-1a, bに示すごとく3本の柱を交叉してできている。表-1はブロックの諸元を示す。このブロックの特徴は従来用いられて来たブロックに比して、安定性が著しく優れていることのほか、表-1に示すごとく使用目的に応じて(たとえば安定性を必要とするときには相互のかみ合わせをよくするために密に積み、特に消波効果を期待するときは粗に積むなど)縦横方向の据付間隔を変え、所要個数と空隙率を変えることができることである。

図-1a 合掌ブロック2枚

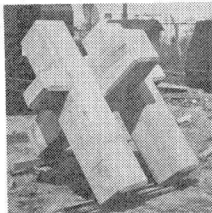


図-1b 形状寸法

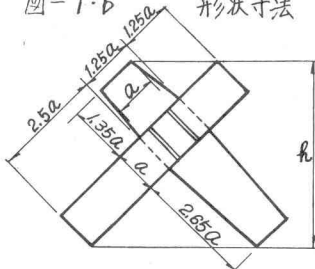


表-1 合掌ブロック諸元

	2枚	4枚	6枚
基本寸法			
a (m)	0.37	0.47	0.53
h (m)	1.58	2.00	2.25
100㎡当りの個数			
空隙率 50%	89	55	42
63%	66	41	32
72%	49	31	25

3. 合掌ブロックの安定性 ブロックの安定性を定量的に表わす1つの目安としてHudson式の中

の K_a が用いられる。 K_a が大きいほどブロックの安定性がよい。実験は風洞付波浪水槽(長さ50m, 巾1.0m, 深さ1.65m)で合掌ブロック6枚の $1/20$ 模型と、大型水槽(長さ60m, 巾1.0m, 深さ2.5m)で2枚の $1/10$ 模型とモルタルで作った、波高 $H_p=2.0\sim 9.0$ m, 周期 $T_p=6.0\sim 13.0$ secの波を作用させて行った。合掌ブロックの積み方は正層積および乱積の場合について実験を行ない、正層積の場合実際に施工される場合を考慮して、ブロック相互間の間隔を拡げて、一番密に積んだ場合の62~79%にブロック個数を減じた。

図-2 大型水槽での安定実験状況

その実験結果を表-2に示す。図-2は大型水槽での安定実験状況を示す。

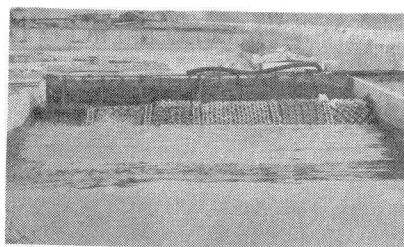


表-2 各種ブロック安定実験(1:1.5勾配)

100㎡ 当りの 個数	密度 (%)	空隙率 (%)	波の特性			K _a	
			H _p (m)	T _p (sec)	H/L		
合掌ブロック2.0t 正層積1層 (大型水槽1/10実験)							
82	78	54	5.0	8.0	0.059	50以上	安定
65	62	64	5.0	8.0	0.059	50以上	安定
55	52	69	5.0	8.0	0.059	50以上	安定
合掌ブロック6.0t 正層積1層 (風洞水槽・大型水槽1/20実験)							
39	78	55	8.4	11.2	0.050	80	安定
31	62	64	8.4	11.2	0.050	80	安定
31	62	64	9.0	11.2	0.053	99	移動
合掌ブロック7.0t 乱層 (風洞水槽1/20実験)							
32	64	63	5.6	10	0.050	23	安定
32	64	63	6.0	10	0.054	28	移動
テトラポッド2.0t 正層積2層 (大型水槽1/10実験)							
94	—	52	2.6	8.0	0.031	7	安定
94	—	52	3.0	8.0	0.035	11	移動
中空三角錐6.0t 正層積2層 (大型水槽1/20実験)							
42	—	66	4.0	8.5	0.037	9	安定
42	—	66	4.4	8.5	0.041	11	転落
中空四角ブロック2.0t 正層積2層 (大型水槽1/10実験)							
93	—	49	3.4	8.0	0.040	16	安定
93	—	49	3.8	8.0	0.045	22	転落

表-2より合掌ブロック6枚、正層1層積(62%積み)は、波高8.4mまで十分安定であった。この場合Hudson式の K_d は80である。他のブロックの K_d の値は同表に示すとく、今回の実験においてもこれまでに得られた値、テトラポッド $K_d=8\sim9.5$ 、中空三角錐ブロック $K_d=11$ 、中空四脚ブロック $K_d=20$ とほぼ同じ結果が得られた。乱積の場合には、合掌ブロックの K_d はほぼ23である。他の異形ブロックの乱積の K_d の値はそれぞれテトラポッド $K_d=6.6$ 、中空三角錐ブロック $K_d=7.67$ である。

これらの実験結果より合掌ブロックは正層積、乱積いずれの場合においても、ブロック相互のみ合せが強くあるので、安定性において従来のブロックに比較して遙かに優れている。過去数年間、当研究室で行った安定性の実験結果と台風時の現地における安定状況と比較した結果によると、両者はかなり良く一致しているので、合掌ブロックの K_d の値も実物に適用して差支えないと考えられる。

4. 合掌ブロックの消波効果 異形ブロックの消波効果はおもに越波量の多少によって判断される。この越波量は侵入波が消波堤に対してどの位置で碎けるかによって大きく3つの領域(沖側碎波の領域、法先碎波の領域、法面碎波の領域)に分類される。

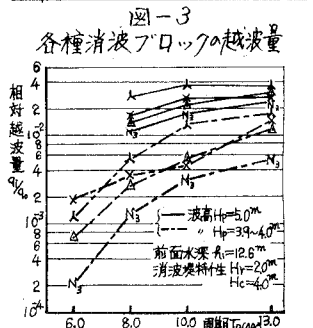
今回は、消波堤の被覆ブロックとして合掌ブロックを用いた場合、これら3つの領域に対する消波効果を調べる目的で表-3に示す条件で、消波堤と浅い水深に設置した場合、深い水深に設置した場合の実験を行なった。消波堤の法勾配はいずれも1:1.5で、合掌ブロックと正層1層積にした。なお、比較のため、テトラポッド、中空三角錐、中空 N_3 型ブロックを正層2層積にして同様の実験を行なった。

図-3は同じ消波堤断面において、各種ブロック6枚の消波効果を比したものである。この図より合掌ブロック正層1層積で他の消波ブロックの正層2層積に劣らない消波能力をもっていることがわかる。

図-4は合掌ブロックについて、(a)沖側碎波 $h/H < 1.2$, (b)法先碎波 $1.2 < h/H < 1.7$, (c)法面碎波 $h/H > 1.7$ の領域について、相対越波量 q/q_0 をパラメーターとして H_c/H と H_r/H との関係を表わしたものである。これらの図から法先碎波の領域の越波量が最も多く、ついで法面碎波、沖側碎波の順である。またこの図より許容越波量に対する、設計潮位上の護岸の天端高さ H_c 、消波堤の天端高さ H_r を求めることができる。

表-3 実験条件

条件	浅い場合	深い場合
前面水深 h_1 (m)	3.0~6.0	8.0~14.0
実験に用いた波高 H_r (m)	4.0	6.0
天端中 (m)	6.0	7.5
周期 T_p (sec)	6.0~10	6.0~13
波高 H_r (m)	2.5~5.0	3.0~5.0
H/L	0.028 ~0.093	0.019 ~0.088
碎波領域	沖側碎波	法面



諸元	ブロックの重量 (正層)	100m ² の積方 (正層)	100m ² の積方 (乱積)
人テトラポッド	6.0t	2	42
△中空三角錐	6.0t	2	42
N3中空N型ブロック	6.0t	2	49
X合掌ブロック	6.0t	1	31

