

大阪市立大学工学部 工博 正員 永井 荘太郎

大学院修士課程 学生員 楢垣 敏史

1. 緒言 新しく三柱ブロックと称する消波ブロックが考案されたが、そのブロックの特性と実験によって調べたところ、安定性において非常に優れた特性を有すると共に消波能力においても優れているので、ここにその特性を報告する。この消波ブロックは、図-1, 2に示すごとく3本の柱を互いに直角に結合したもので、図-3のごとく捨石の斜面工に容易に規則的に積むことができ、また防波堤などの頭部で半円形に積むことも容易に出来る。

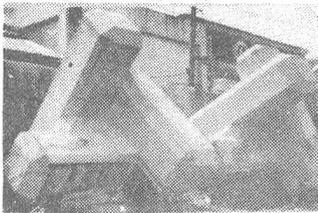


図-1 三柱ブロック

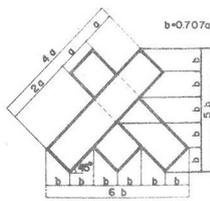


図-2 寸法

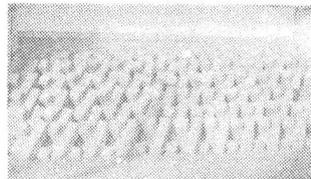


図-3 正層積(1層, 1:1.5勾配)

基本寸法 a

重量	a
2.0 t	0.920 m
4.0 t	0.525 m
6.0 t	0.800 m

2. 三柱ブロックの安定性 風洞付波浪水槽(長さ2.3m, 幅1.0m, 深さ1.0m)で2t 1/20模型を用い、大型水槽(長さ60m, 幅2.0m, 深さ2.5m)で6t 1/20模型および1/10模型を用いて、波高 $H_p = 2.8 \sim 9.8$ m, 周期 $T_p = 9 \sim 15$ sec, 波形勾配 $H/L = 0.034 \sim 0.061$ の波を当てて安定性を調べた結果は表-2に示すごとくである。実際に施工する場合、深い海中などで規則正しく積めない場合の状態も考慮して、正層積(1層積)ではブロック相互の間隔を広げて規則正しく積んだ場合の約85%にブロックの個数を減じた実験も行った。法勾配は全て1:1.5で行った。その結果、正層積では85%以上の個数に積んだ場合、6.0tで波高8.0mまで十分に安定であり、乱積の場合は6.0tで波高6.0mまで十分に安定であった。従って参考までにこれらの場合におけるHudson式の $K_d$ の値を求めると正層積(85%以上)の場合 $K_d = 70$ 、乱積の場合 $K_d = 30$ である。参考までに両水槽において2tのテトラポッドについても実験を行ったが、表-2に示すように安定限界の $K_d = 9$ であった。この値はHudsonが行った実験(1959年)で得た $K_d = 8.3 \sim 9.5$ とほぼ一致している。

表-1 三柱ブロック諸元

( )内は6tの値

積方	100m <sup>2</sup> 当りの個数	層高	空隙率
正層積1層	12.4/a <sup>2</sup> (34個)	5b (2.1m)	約 60%
乱積2層	18.0/a <sup>2</sup> (50個)	6a (3.6m)	約 60%

体積  $V = 12 a^3 (m^3)$ , 重量  $W = 27.6 a^3 (t)$

表-2 三柱ブロック安定試験(1:1.5勾配)

重量2.0t正層積1層		風洞水槽 1/20実験				
100m <sup>2</sup> 当りの個数	密度 (%)	空隙率 (%)	波の特性		$K_d$	
			$H_p$ (m)	$T_p$ (sec)		
72	100	56	5.0	9.0	50 KH 安定	
62	86	62	5.0	9.0	50 KH 安定	
重量6.0t正層積1層		大型水槽 1/20実験				
32	95	60	6.6	12.0	0.036	— 安定
			8.0	11.7	0.045	70 安定
29	85	64	7.4	13.1	0.026	— 安定
			8.0	14.7	0.036	70 安定
			9.8	14.6	0.041	128 移動
重量6.0t乱積2層		大型水槽 1/10実験				
50	—	60	4.6	8.6	0.048	— 安定
			4.9	10.7	0.041	10 KH 安定
重量6.0t乱積2層		大型水槽 1/20実験				
50	—	60	5.6	12.0	0.034	— 安定
			6.2	10.7	0.040	33 安定
			7.0	12.4	0.036	47 転倒
テトラポッド安定試験(1:1.5勾配)						
重量2.0t正層積2層		風洞水槽 1/20実験				
100	—	54	2.8	9.0	0.034 9 転倒	

図-4 正層積 6t (1/20)  
 $H_0 = 7.4m$   $T_p = 13.1sec$

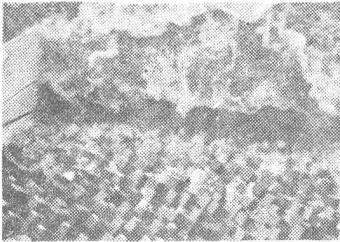


図-5 乱積 6t (1/10)  
 $H_0 = 4.6m$   $T_p = 9.6sec$

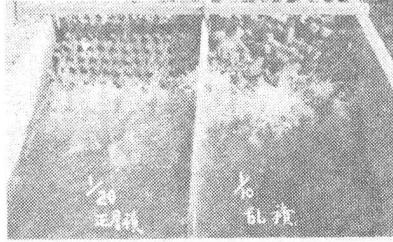
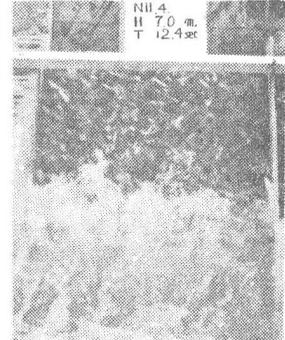
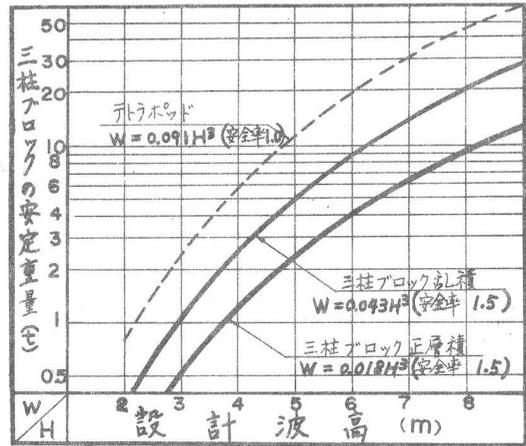


図-6 乱積 6t (1/20)  
 $H_0 = 7.0m$   $T_p = 12.9sec$



3. 三柱ブロックの消波効果 消波ブロックの消波能力は主としてブロック層の内部に波の運動量を吸収し、浸入した水相互および水とブロックとの衝突などによって波のエネルギーを消耗させる働きである。従ってブロック層の内部に適当に配置された空隙が多いものほど消波能力は大きい。三柱ブロックは正層積(1層積)にすると、図-3,4から知られるように、多数の遮蔽された空隙を有し、その空隙率は約60%で他の消波ブロックの2層積に相当する空隙率を持っている。従って1層積の正層積で他の消波ブロックの2層積に劣らない消波能力を持っている。防波護岸前面に設置した消波堤の被覆ブロックとして使用した実験(1/20縮尺)を3,4種類の実施例について行った結果によると、予想以上に消波能力が大きいことが明らかになった。消波堤の被覆ブロックとして使用する場合、消波堤の天端のみを2層積にすると更に消波効果が大きくなる。

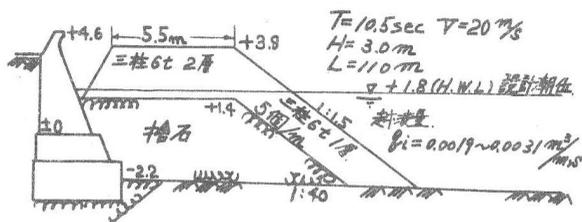
図-7 三柱ブロック安定曲線



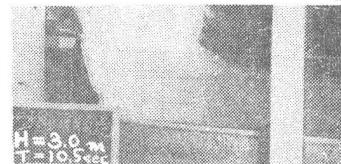
と結果によると、予想以上に消波能力が大きいことが明らかになった。消波堤の被覆ブロックとして使用する場合、消波堤の天端のみを2層積にすると更に消波効果が大きくなる。

和歌山県串本大木崎海岸埋立地の防波護岸の実験の例を示すと図-8のごとくである。一般に防波護岸のパラベット天端高は消波堤を設けても設計潮位±少なくとも波高の高さ位を必要とするが、ここでは観光上の理由で高くできず、パラベット天端高をD.L.+4.6mにした。この場合図-8の消波堤を設置すると越波量は著しく減少し、しぶきが飛び込む程度になり消波堤のない時の越波量の1/50に減少した。

図-8 串本大木崎海岸消波堤



消波堤なし



消波堤あり

