

消波ブロック被覆堤の波力に関する実験

東北工業大学 学生員○小畑 孝司
東北工業大学 正 員 高橋 敏彦
東北工業大学 正 員 沼田 淳

1. はじめに

直立部の前面に、消波ブロックを設置した消波ブロック被覆堤は、波の反射及び波力低減効果があるため主要な防波堤構造物の1つとなっている。消波ブロック被覆堤に作用する波力算定式として、重複波から碎波領域に対して、連続的に適用できる合田式を準用する方法がある。しかし、十分な実績がなく波力低減率(λ)の与え方に問題が残されている。そこで、本研究は実験値と合田式を準用する計算値を比較するとともに、波力低減率について検討した。

2. 実験装置と実験方法

実験水路は、長さ18.0m、幅 1.0m、高さ 0.8mの一端に、プランジャー型の造波装置が取り付けられている。二次元造波水槽で行った。2種類の模型堤体(模型縮尺1/30、図-1,2)に、小型圧力変換器を前面に7個、底面に4~5個取り付け、波圧・揚圧力の測定をし、動歪計を介してレコーダーに記録した。波高は、容量式波高計を用いて測定し、反射波の影響を受けない起波後4~6波目の3波を解析対象とした。なお、消波ブロック被覆堤と直立壁に作用する波力の比較は、波高の差が ± 0.5 cm 以内のデータについて行った。

3. 実験結果及び考察

(1) 波圧・揚圧力分布

波圧・揚圧力の測定は、実験を3回繰り返し、起波後4~6波目の波について読み取って、それらの平均を、各点の波圧・揚圧力とした。図-3,4中の黒丸は、消波ブロック被覆堤の実験値であり、白丸は、直立壁の実験値である。また、図中の破線は合田式による直立壁の計算値であり、一点鎖線は被覆堤の波高を用い波力低減率 λ を0.8及び1.0として合田式を準用した場合の計算値である。

$T = 1.46$ secの場合、ケーソンA・Bとも、静水面下の測点の波圧は、消波ブロック被覆堤の方が小さく、波高が高くなるにつれて、被覆堤と直立壁の差は大きくなる。しかし、静水面上の測点の波圧は、被覆堤の方が大きくなっている。

$T = 2.19$ secの場合、ケーソンA・Bとも、静水面下の測点の波圧は、5cm以下の波高では被覆堤の方が大きくなるが、波高5cm以上になると逆転しその差は波高の増大とともに幾分か大きくなっていくようである。しかし、静水面上の測点の波圧は、ケーソンBの場合で波高が5cm以下の実験値を除けば、全て被覆堤の方が小さい値となっている。

表1-実験条件

ケーソン	A				B			
水深(cm)	50.0				38.0			
周期(sec)	1.46		2.19		1.46		2.19	
テトラポット	有	無	有	無	有	無	有	無
波高(cm)	2.86	3.27	1.87	2.08	2.99	3.45	1.65	1.37
	>	>	>	>	>	>	>	>
	12.69	12.78	10.10	9.79	10.31	10.34	6.69	6.23
テトラポット平均重量(g)	16t 型				495			
	50t 型				1481			

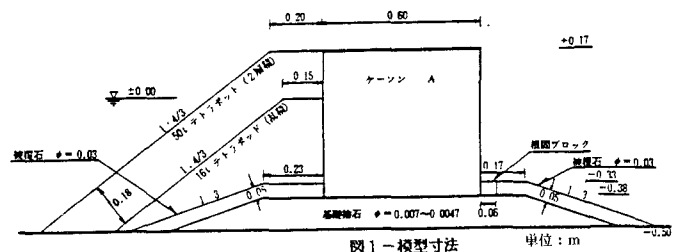


図1-模型寸法

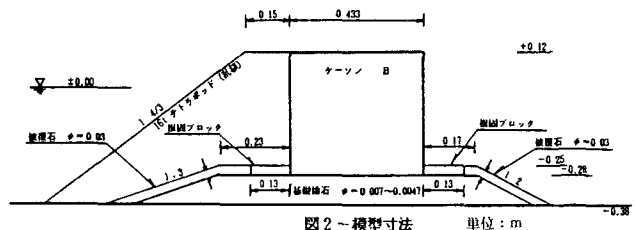


図2-模型寸法

揚圧力をみると、 $T = 1.46\text{sec}$ の場合はケーソンA・Bとも、被覆堤の方が小さく、波高が高くなるにつれてその差は大きくなるが、 $T = 2.19\text{sec}$ の場合は、ケーソンA・Bとも、被覆堤の場合も直立堤の場合もほぼ同じ値を示している。

波圧・揚圧力の実験値と計算値を比較すると、直立壁の場合、ケーソンA・B、各周期とも、幾分実験値の方が大きい、同程度の値となっている。被覆堤の場合、ケーソンA・B、各周期とも波高が小さいときは、 $\lambda = 1.0$ の場合に、ほぼ一致しているが波高が大きくなるにつれて、 $\lambda = 0.8$ の方に適合するようになる。

(2) 波力低減率

波力低減率(λ)は、次式にて求めることができる。

$$\lambda = \frac{\text{消波ブロック被覆をした直立ケーソンに作用する力}}{\text{直立ケーソンに作用する力 (非被覆)}}$$

図-5, 6 は、実験値より求めた λ をケーソン別に図示したものである。縦軸に λ 、横軸に $\bar{H}/h$ を取っている($\bar{H}$ は比較した波の波高の平均である)。また、図中の線はそれぞれ、ケーソンA・Bの平均値と標準偏差の値である。各ケーソンの周期別平均値と標準偏差は次のように成っている。

$$\begin{array}{l} \text{ケーソン A} \quad T=1.46\text{sec} \quad 0.928 \pm 0.129 \\ \quad \quad \quad T=2.19\text{sec} \quad 0.937 \pm 0.139 \end{array} \quad 0.933 \pm 0.120$$

$$\begin{array}{l} \text{ケーソン B} \quad T=1.46\text{sec} \quad 0.871 \pm 0.300 \\ \quad \quad \quad T=2.19\text{sec} \quad 1.044 \pm 0.202 \end{array} \quad 1.017 \pm 0.242$$

ケーソンA・Bともに、周期が長くなると、波力低減率はやや大きくなる傾向にある。また、波高が大きくなるにつれ、波力低減率は低くなる傾向がみられる。

<謝辞>

本研究は、佐藤正紀君、沼崎一弘君との共同研究であり、ここに付記し感謝の意を表します。

<参考文献> 1) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準、同解説 (1979)P.2-115~117 2) 合田良実：防波堤の設計波圧に関する研究、港湾技研報告、第12巻第3号(1973)P31~69 3) 島田真行：消波ブロック被覆堤ケーソンに対する作用力の伝達過程について、第30回海講論文集(1983)P571~575 4) 谷本・高橋・明瀬：消波ブロック被覆堤の直立部に働く不規則波力、第32回海講論文集(1985)P485~489

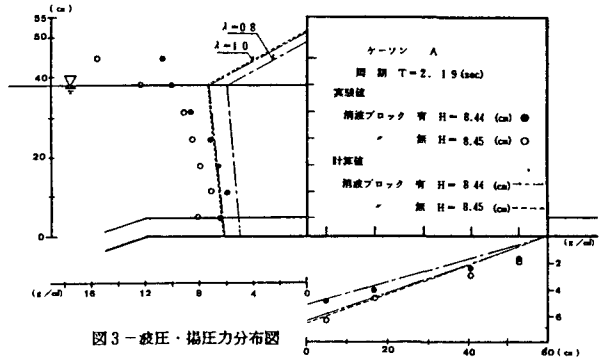


図3-波圧・揚圧力分布図

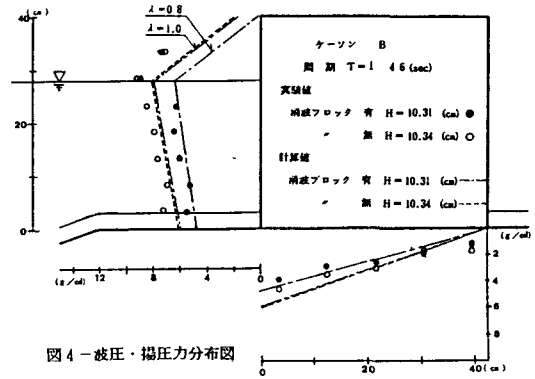


図4-波圧・揚圧力分布図

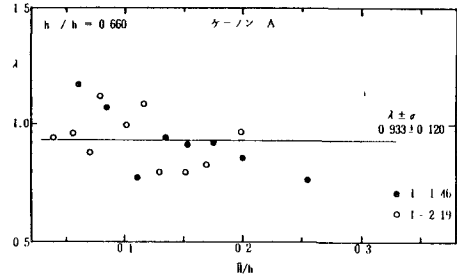


図5- λ と $\bar{H}/h$ の関係図

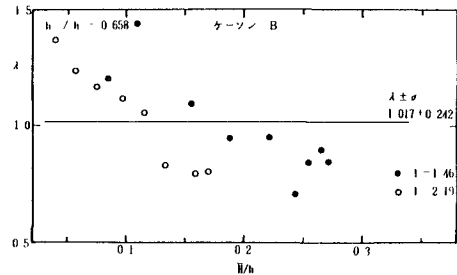


図6- λ と $\bar{H}/h$ の関係図