

ラップブロックの安定性に関する実験的検討

東洋建設㈱技術研究所 ○藤原隆一 建設省土木研究所 宇多高明 小俣 篤

1. はじめに

レンズマウンド、人工リーフ等の潜堤タイプの構造物用に、上下左右のいずれの方向にもかみ合わせを持ち、単純な形状でありながら安定性が高い被覆ブロックを考案した。この被覆ブロックの安定性を調べるために行った水理模型実験の結果について報告する。

2. 実験方法

実験は東洋建設㈱技術研究所の不規則波造波水路を用いて行った。堤体形状およびブロックの設置状況を図-1に示す。堤体は、合板で製作した仮底の上に8gf/個程度の碎石を30cm厚に敷き並べた。

波浪は以下に示す規則波と不規則波を作用させた。規則波の場合、それぞれの周期($T=1.2, 1.6, 2.0, 2.8$ s)のもとでブロックが移動するまで順次波高を高くした。不規則波としてはブレットシュナイダー・光易型のスペクトル形状を有する波浪($H_{1/3}=19.0$ cm, $T_{1/3}=2.2$ s)を作用させた。また、実験は2回繰り返して行い、2回の平均値として結果を整理した。

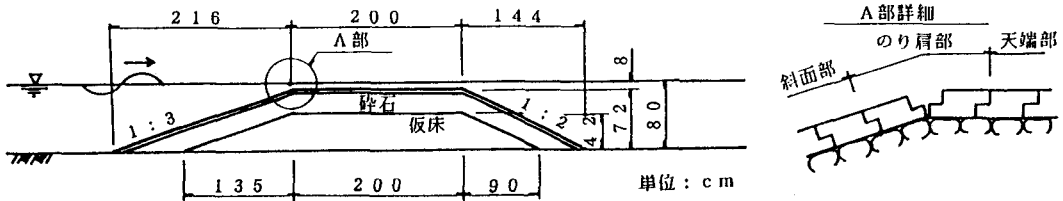


図-1 堤体形状

3. 模型ブロックの形状

ブロックは3種類の形状について検討した(図-2参照)。タイプⅠは基本形、タイプⅡでは中央の孔を大きくして空隙率を増し、さらにタイプⅢでは隅角部を2ヶ所切り落として空隙率の増大を図った。各タイプの模型重量、空隙率を表-1に示す。

4. 実験結果

(1) 被害率

各タイプごとの通過波高(H)と被害率の関係を図-3に示す。各タイプとも波高の増大とともに、被害率は急激に大きくなる。ブロックが移動しない最大の波高を H_s とすると、タイプⅠの H_s は13.9 cmである。タイプⅡの場合、波高 H_s は $T=2.0$ s, 1.6 s, 2.8 sの順に大きくなり、それらに対する波高は14.5 cm, 16.0 cm, 17.8 cmである。なお、 $T=1.2$ sのときには被害が生じなかった。タイプⅢの場合、 H_s は $T=2.0$ s, 1.2 s, 1.6 s, 2.8 s順に大きく、それらに対する

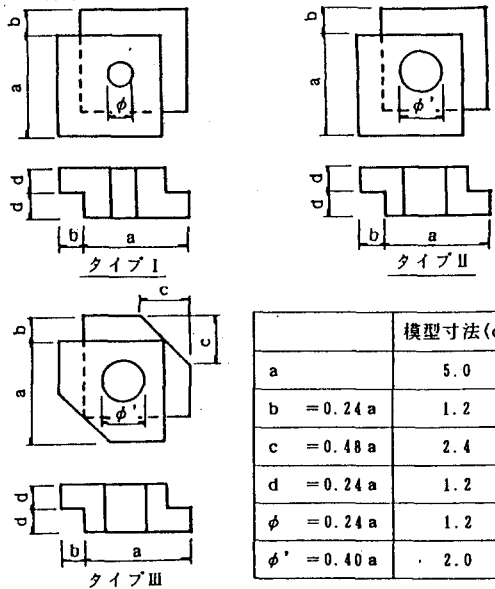


図-2 ラップブロックの形状・寸法

波高はそれぞれ18.3cm、19.3cm、19.7cm、21.0cmである。すなわち $T=1.2s$ の場合を除くと被災限界波高はタイプⅠ、Ⅱ、Ⅲの順に大きくなる。

ブロックが最初に被害を受ける区域はのり肩部であり、波の峰が通過するときにブロックの上端を支点として下端からめくれ上がる場合が多く観察された。ブロックの重量はタイプⅠ、Ⅱ、Ⅲの順に小さくなるが、空隙率は逆にこの順で大きくなる。また、タイプⅡとⅢではブロック1個当りの空隙率はほぼ変わらないが、全被覆面積当りではタイプⅢのほうがタイプⅡに比べて空隙率が高い(表-1参照)。これは空隙率の増加がブロックに作用する揚圧力を有効に低減することを表している。

(2)人工リーフの被覆材算定重量算定式における安定係数

人工リーフ被覆材の所要重量 W は、以下のように与えられる(宇多ほか, 1990)

$$W = K_L \cdot \rho_s \cdot (R + \bar{\eta})^3 / (s \cdot \cos \alpha)^3 \quad (1)$$

$$K_L = S_n^3 \cdot f_u^6 \cdot K_v$$

$$s = (\rho_s - \rho_w) / \rho_w$$

ここに、 S_n : 安定係数、 K_v : 被覆材の体積係数、 $\tan \alpha$: のり勾配、 ρ_s 、 ρ_w : 被覆材、海水の密度である。 S_n 、 K_v は材料によって異なるが、自然石の場合、 $S_n=0.9$ 、 $K_v=0.5$ とされている。式(1)に示される重量算定式の中で、安定係数 S_n 、被覆材の体積係数 K_v は、被覆材料によって異なる係数である。ブロックの場合、代表長さのとり方によって S_n 、 K_v はそれぞれ異なる値となる。したがって S_n のみを比較

することで自然石や各ブロックと安定性の比較を行うことは困難である。一方、式(1)を以下のように変形して、便宜的に S_n^3 と K_v の積を安定係数と考えると、各被覆材の安定性を同時に比較することが可能となる。

$$S_n^3 \cdot K_v = W \cdot (s \cdot \cos \alpha)^3 / (\rho_s \cdot (R + \bar{\eta})^3 \cdot f_u^6) \quad (2)$$

そこで式(2)を用いて、ラップブロックの $S_n^3 K_v$ を実験結果から計算した。自然石の場合、 $S_n=0.9$ が Hudson (1959) による "no damage" の基準 $A_R/d^2 < 1 \sim 3$ となる(土木研究所, 1988, 1990) ことから、計算に用いた波高は被害率が1%となるときの波高を沖波に換算したものとした。被害率1%に対する換算沖波高 H_0' は20.2~22.0cmであり、これから計算される $S_n^3 K_v$ の値は0.083~0.24、平均値は0.13であった。自然石の場合 $S_n=0.9$ 、 $K_v=0.5$ から、 $S_n^3 K_v$ の値は0.36と計算される。このことから、自然石に比べラップブロックの $S_n^3 K_v$ は、自然石の約40%と小さく安定性が高いことが分かる。

(3)不規則波作用下での安定性

不規則波の場合、全体の被害率はタイプⅡおよびⅢでそれぞれ17.2、7.3%となったが、規則波 ($T=2.0s$) の $H=19.0cm$ の場合にはタイプⅡおよびⅢでそれぞれ12.2および2.9%であった。通常、規則波に対して1%の被害率となる K_D 値は不規則波に対して被害率がほぼ5%の K_D 値と考えることが適切であるとされている(日本港湾協会編, 1979)。タイプⅢにおける被害率に関しては、これとよく似た傾向となっており従来の異型ブロックと同様の傾向を示す。

表-1 ラップブロックの諸元

タイプ \ 諸元	模型重量 $W_m (gf)$	空隙率(%)	
		1個	1列
Ⅰ	130	3.2	4.5
Ⅱ	121	8.8	12.6
Ⅲ	108	10.5	18.3

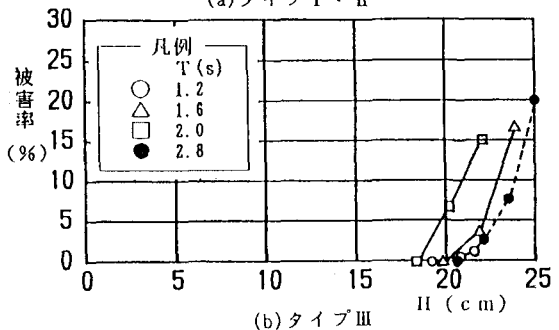
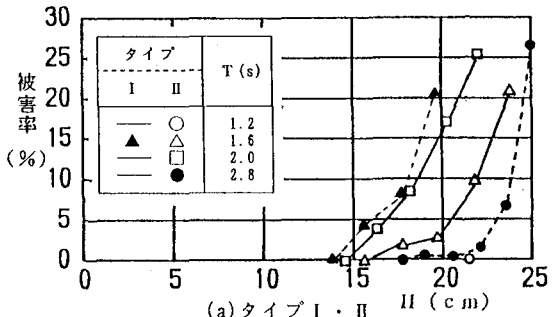


図-3 被害率と波高の関係