

ドロスのウエストレシオと耐波安定性について

(株)テトラ 正会員○ 田安正茂
 正会員 松田節男
 正会員 松本朗
 錦織和紀郎
 正会員 半沢稔

1. はじめに

ドロスは、日本国内において沖縄や離島を中心に約 20 箇所の防波堤で使用されている消波ブロックである。その耐波安定性は、ブロック相互のかみ合わせにより K_d 値が 20~25 と非常に優れている。現在使用されているドロスは、最大 50t 型、高さと同幅の比（ウエストレシオ： r ）が 0.32 である。その安定限界波高は、 $\cot \alpha = 1.5$ 、被害率 1% とした場合に $H_{1/3}$ が 11.2m~12.1m となる。しかし、近年では防波堤の大水深化にともない設計波高が大きくなり、ブロックの大型化が必要になっている。ブロックの大型化を行ううえで構造強度の面からウエストレシオを大きくすることは有利であるが、ウエストレシオが 0.32 よりも大きなドロスの全断面被覆形式による耐波安定性は明らかとなっていない。

本研究では、全断面被覆におけるウエストレシオと耐波安定性の関係について水理模型実験を行い検討することを目的とし、実験により得られた結果と 2 層厚被覆による既往の研究結果との比較を行った。

2. 実験条件

水理模型実験には（株）テトラ環境技術センターの 2 次元造波水路（長さ 55m、幅 1.2m、高さ 1.5m）

を用いた。模型堤体構造は、全断面被覆形式とし乱積みで成形した。図 - 1 に堤体断面形状を示す。模型ブロックは、ウエストレシオが異なる 2 種類のドロスとした。模型ブロックの諸元を表 - 1 に、形状を図 - 2 に示す。実験波浪は、修正 Bretschneider-光易型の周波数スペクトルを有する不規則波とし、有義波周期を 1.95 秒とした。被害が生じない小さな波高から概ね 1cm ピッチで順次大きな波高を作用させ、その間ブロックの積み替えは行わないこととし、被害個数は累計で整理した。実験波数は波高ランク毎に約 1000 波とし、目視によりブロックの挙動を観察した。なお、ブロックの長さの 1/2 以上移動したもののおよび 45 度以上回転したものを被害とした。その際、被害の判定を行う検査域は静水面上および静水面下 $1.5H_{1/3}$ までとし、側壁に接するブロックは観察対象外とした。

表 - 1 使用模型の諸元

r	高さ h	模型質量	模型体積	密度
0.32	6.1 cm	83.7 g	35.64 cm ³	2.35 gf/cm ³
0.36	6.6 cm	136.2 g	59.79 cm ³	2.28 gf/cm ³

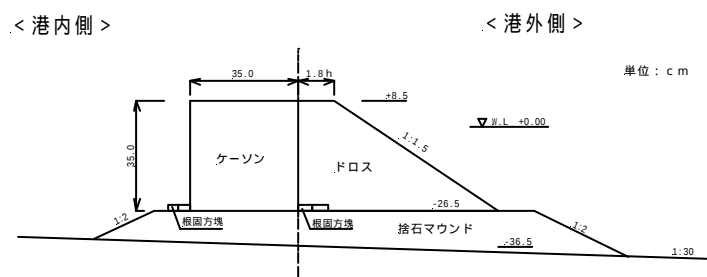


図 - 1 堤体断面形状

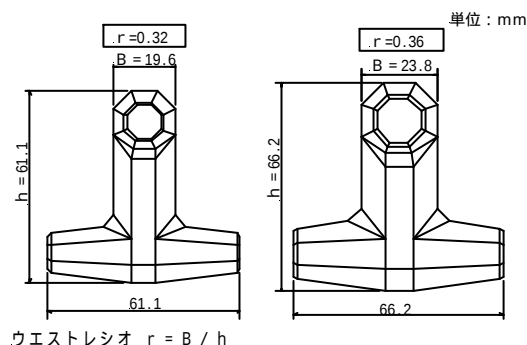


図 - 2 ドロスの形状

キーワード：ドロス，ウエストレシオ，耐波安定性，安定数 N_s

連絡先：300-0006 茨城県土浦市東中貫町 2-7 TEL:0298-31-7412 FAX:0298-31-7693

3. 実験結果

図 - 3 は、被災度 N_0 と K_d 値の関係についてウエストレシオをパラメーターとして示したものである。被災度 N_0 は、ブロックの代表径 D_n の幅当たり（法線方向）の被災個数であり、以下の式で表される。

$N_0 = \text{被災個数} / (\text{観察対象領域の幅} / D_n)$ (1)
ここで、 D_n は (ブロックの体積)^{1/3} である。なお、今回の実験断面において被害率 1% となる被災度は、 $r=0.32$ で $N_0=0.37$ 、 $r=0.36$ で $N_0=0.29$ となった。

図 - 3 から、 K_d 値は被災度 $N_0=0.35$ の時に $r=0.32$ で約 20、 $r=0.36$ で約 13 となり、ウエストレシオが 0.2 大きくなると K_d 値が 35% 程度小さくなることが確認された。また、被災度が大きくなるほど K_d 値の差が広がる傾向を示している。このウエストレシオと K_d 値の関係は、ウエストレシオの増大がかみ合わせの効果を低減させることが原因であると考えられる。

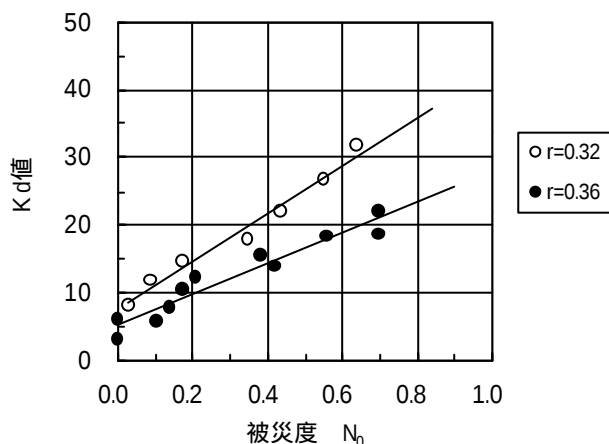


図 - 3 被災度と K_d 値の関係

Burcharth ら(1992)は、2層厚被覆断面によるウエストレシオと安定数 N_s の関係を表す実験式を以下のように提示している。

$$N_s = \frac{H_s}{\Delta D_n} = (0.47 - 0.72r) \psi_{n=2} D^{1/3} N_z^{-0.1} \quad (2)$$

ここで、 N_s は安定数、 H_s は堤体前面での有義波高、 Δ は (ブロックの密度 / 水の密度) - 1、 D_n はブロックの代表径、 r はウエストレシオ、 D は被害率、 N_z は作用波数である。 $\psi_{n=2}$ は2層厚被覆における packing density であり、以下の式で表される。

$$\psi_{n=2} = \frac{N}{A} v^{2/3} \quad (3)$$

ここで、 A は被覆面積、 N は A を被覆するのに必要なブロック個数、 v はブロック 1 個の体積である。なお、式 (2) の適用範囲は r が 0.32 ~ 0.43、 $\psi_{n=2}$ が 0.61 ~ 1.0、 D が 1% ~ 15% である。

今回行った実験断面から表層2層厚分のブロック個数を算出し、その個数に対して被害率が 2% となるときの安定性について既往の研究と比較した。

図 - 4 は、Burcharth ら(1992)が示した図表に本実験の結果をプロットしたものである。

本実験の $N_s \cdot N_z^{0.1} / \psi_{n=2}$ の値は、 $r=0.32$ で 7.29、 $r=0.36$ で 6.34 となり式 (2) の計算値よりやや大きな値となるがばらつきの範囲に入っている。したがって、今回の実験結果から2層厚部分を取りだして耐波安定性を検討した結果は、既往の研究結果と一致すると考えられる。

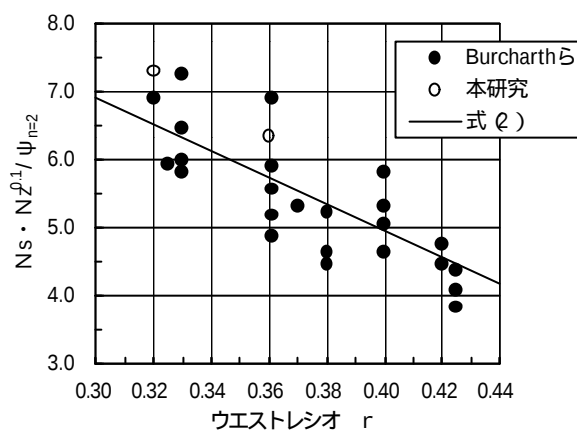


図 - 4 ウエストレシオと安定性の関係 ($D=2\%$)

4. おわりに

ドロスの全断面被覆の消波工を対象とした水理模型実験から、ウエストレシオと耐波安定性の関係を検討した。主要な結論は以下のとおりである。

(1) ウエストレシオが大きくなると耐波安定性が低下することが確認された。

(2) 実験の結果から2層厚部分を取りだして耐波安定性を検討したところ、既往の研究結果と一致した。

(3) 既存の消波ブロックの形状を変更する場合は、軽微な修正であっても新たに耐波安定性を検討することが重要である。

参考文献

Burcharth, H.F., Liu, Z.(1992): Design of Dolos armour units, Coastal Engineering, Vol.1, pp.1053-1066.