

北海道開発局土木試験所 正員 湯上 雄三

1. 概 要

消波用異形プロック個々の特性, 機能についての研究¹⁾は多いが, プロック相互の比較はあまり行なわれていない。そこで筆者は, 実験条件をなるべく同一に与えて, 2,3の異形プロックの波の透過率, 遡上高, 安定性の測定を行ない, その特性を求めて比較考察した。

実験は図-1に示されるとおり縮尺模型で行なった。透過率, 遡上高の測定には16t Tetrapod, AKmon 堤体を乱積みし, 入射波高 H_i と透過波高 H_t を自記させ, 遡上高は断面から読み取った。安定の実験では, Tetra. と AKm. の比較には, $\cot\alpha=4/3$ の板張り砕石層斜面上に1.2tの個体をそれぞれ2層乱積みして, 進行波高と被覆層の破壊率との関係を求め, AKm. と Hollow square の比較には, $\cot\alpha=1.0$, 1.25, 1.5, 2.0, 2.5の5種類について, それぞれ1,2,3tの個体と一様に敷設し, 安定限界波高を求めた。

実験波は周期 $T=1.4, 1.8, 2.2$,

図-1 実験装置

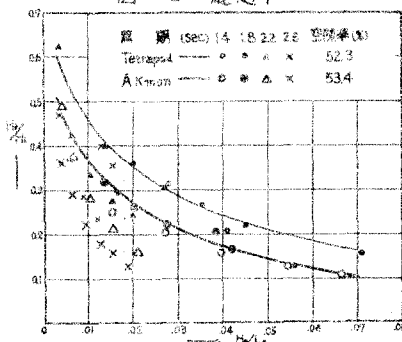
2.6 sec 波高 $H=5\sim 25$ cmで,

水深 $h=30, 50$ cmである。

2. 透過率と遡上高

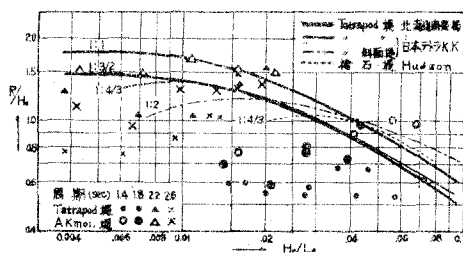
異形プロックを堤体に用いる場合, coreを設けてその上を被覆する構造が考えられるが, ここでは全断面を透率比は同等しく Tetra. と AKm. で乱積みする場合について述べる。図-2は透過率 T_p を示し, 沖波波高 H_i に反比例することがわかる。また, 周期 T にも関係しているが, 実用上は実験値の上限の包絡線で比較すれば5~7%の差が認められる。図-3は遡上高 R/H_i を示す。実験値が少なく適合線は求められないが, Tetra. 堤については, 以前の試験曲線²⁾から推定される値をとると考えよく, AKm. 堤では, 既往の資料³⁾による値より大きい。

図-2 透過率



これらの結果は, 個体形状の特質が消波性に影響をもつことを意味する。すなわち, Tetra. の空隙は連続したsmoothな管路と見なされるのに対し, AKm. の空隙は相交わる平面で作られる多面体で, 互に隔離された状態で存在し, turbulence によるenergyの損失が大きく, 従って波の透過が少なく遡上高が大きくなると説明できる。

図-3 遡上高



3. 被覆層の特性と安定限界重量

1). K_0 と破壊率の関係 (2層乱積み)

Paape は被覆層の破壊率と K_0 (Hudson 式に含まれる常数) の関係を実験的に調べて, 数種のプロックの安定性を比較している。しかし, 移動数を観察により判断する実験なので当然変動が考えられ,

特性曲線に疑問が残る。

筆者は、板張り斜面を5分して色別個体と2層乱積みし、移動の基準を個体が初めの位置から完全に離れた状態と定め、起波後10波以内に移動する数を破壊率で表わした。個体総数は梗斜堤の高さの1/2(45cm)に相当する数としたが、これは与えた最高波の2倍に等しく、Hudsonの定義に相当するものである。乱積みの基準はTetra.では2層目が倒立しないよう、AKm.では2層とも直立しないよう定めた。

結果は図-4のとおりで、 K_0 が破壊率の関数となることは明らかであるが、無次元数にもかかわらず個体の大きさ、周期による影響が認められる。しかし、個体の種別による差はPaapeが示すように区別できるものでなく、Tetra., AKm.とも適合線は下限値と結ぶとして一致すると考えられる。実験を通して個体が移動脱落するものは静水面付近が多く、上下の比は1:2である。これは、静水面上の個体は寄せ波で上向き力と浮力を受け、引き波による下向き力と重力で急激に復元しようとする運動のくり返しで、次第に噛み合わせが弛んで移動する状態が観察され、1個でも脱落すればその上の個体の方が影響を受けやすいからである。この破壊の特徴は、AKm.では表層だけに止まっているが、Tetra.では内層に及ぶ場合が多い。

2. N_0 と $\cot\alpha$ の関係(1層整積み)

実験はHollow sq.の結果と⁵⁾比較のために、1層整積みで行ない、梗斜堤の破壊過程にはHollow sq.と同じ特徴が見られるので、安定限界として、個体が斜面から1個でも脱落する状態をとった。

結果は、Hudsonの安定数の定義($N_0 = K_0 \cot\alpha$)に従って整理し、図-5に示す。 $\cot\alpha = 1.33$ に示される値は、図-4で得られる $K_{0(1\%)}$ から N_0 を求めたもので、整積みの場合の安定性はきわめてすぐれ、斜面が緩やかになるほど安定の度合が顕著になる特徴が見られる。

図-5に示される特性曲線は、斜面におかれる個体の安定条件を考えれば、

$$P_n \leq W' \cos\alpha + F \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで P_n : 個体に働らく揚圧力、 $W' = W(1 - \gamma_w/\gamma_c)$: 個体の水中重量、 F : 摩擦抵抗力(0とおける)、 P_n は受圧面積 A_n と平均の揚圧力強度 p_n と考えると、

$$P_n = p_n \cdot A_n \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$A_n = K_n \left(\frac{W'}{\gamma_c}\right)^{\frac{2}{3}}, \quad (K_n: \text{常数}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

(2),(3)を(1)に代入して解けば、

$$W = \frac{K_n K_0}{(\cot\alpha)^{\frac{2}{3}}} \left(\frac{K_n}{\gamma_c}\right)^{\frac{1}{3}} \frac{1}{\cos^2\alpha} \quad \dots\dots\dots (4)$$

これが安定限界重量を与える式である。

Hollow sq.の実験⁵⁾によれば、 $P_n = 0.12 \gamma_w H \sin 2\alpha$,

図-4 K_0 と破壊率

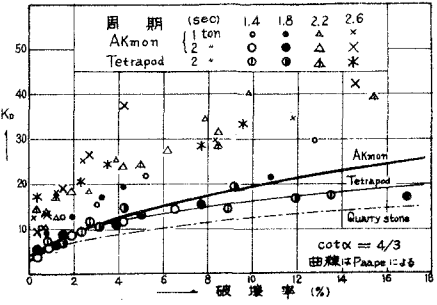
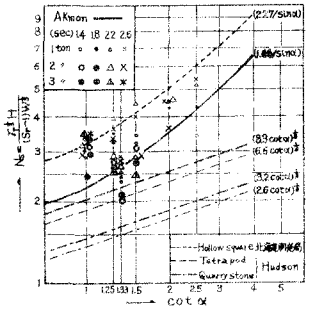


図-5 N_0 と $\cot\alpha$



$R_n = 1.843$ であり、AKm.では、 $P_n = 0.24 \gamma_w H \sin 2\alpha$, $R_n = 1.268$ である。これらを(4)に代入して解けば、
それぞれ $N_0 = 2.27/\sin\alpha$ (Hollow sq.) $\dots\dots\dots (5)$
 $N_0 = 1.64/\sin\alpha$ (AKm.) $\dots\dots\dots (6)$

参考文献

- 1) Hudson: Laboratory investigation of rubble mound breakwaters, Proc. ASCE No WW3, 1962.9.
- 2) 名古屋造船工業: テトラポット防波堤に関する実験的研究, 第8回海岸工学講演会, 昭36.9.
- 3) 土木学会文献調査委員会: 消波用異形ブロック, 土木学会誌, Vol. 49, No. 4, 昭39.4.
- 4) Paape and Walther: AKmon armour unit for cover layers of rubble mound break waters, Proc. of 8th conference on Coastal Engineering, 1962.11.
- 5) 近藤, 松山: 中堅四脚ブロックの安定限界, 北海道庁土木試験所月報, 132号, 昭39.5.