

神戸大学大学院 学生員 ○栗田 雅司
 神戸大学工学部 正 員 鹿 澤 亮
 神戸大学大学院 学生員 木 永 清 冬

1. はじめに

透水性を有する防波堤は消波機能としては従来の防波堤よりも劣るが閉鎖的な港内を開放的にし海水交換が容易に行なわれる利点がある。問題点としては、透水性であるために着床へ侵入する波浪の減衰と堤体の消波効果である。ここでは、まず、透水性を有する堤体の正常波中での抗力係数の比較を行い、次に、一樣な海底勾配をもつ断面にて透過性堤体を設置し、風波の作用はせむ場合、波の反射・透過について実験を行い考察する。

2. 実験装置と実験方法

透過性堤体の抗力係数の比較においては、幅15cm、長さ103.5cmの開水路において動水勾配の測定を行なう。流量を測定はするところから、流速を変化させた。実験条件は表-1のような空げき率にした。

風波実験においては、使用した実験装置は幅15cm、長さ4.2m、水路部水深20cm、風筒部10cmの風洞水槽である。この水路部下流端には勾配 $\alpha=1/11.5$ の斜面を設置して水渠が一樣減少するようにしている。堤体は抗力係数の比較実験において用いたのと同じである。実験条件は表-1である。堤体の設置位置は碎波以前の水深位置に固定し、流速を測定した。サンプリング間隔は40msec、サンプリング回数は2048個である。反射率は合計による方法で算定する。透過率は風向の面からくる入射波エネルギーに対する堤体後部において堤体方向からくる透過波エネルギーの比の $1/2$ 乗することと算定した。

表-1 実験条件

有義波高 $H_{1/3}$ (cm)	0.9	1.2	1.5	
堤体構成材	棒		球	
空げき率 E	0.69	0.58	0.48	0.48
堤体厚 B(cm)	3.85	3.30	3.09	5.06

3. 透過性堤体の抗力係数

動水勾配と抗力係数の関係式に隣接する粒子からの影響を考慮するための係数 ϵ を用いた関係式²⁾は

棒の場合

$$I = \frac{2(1-E)v^2}{g\pi E^3 \delta} \cdot \frac{\epsilon C_D}{\alpha^2}$$

球の場合

$$I = \frac{3(1-E)v^2}{4g\pi E^3 \delta} \cdot \frac{\epsilon C_D}{\alpha^2} \quad (1)$$

I: 動水勾配, E: 空げき率, v: みかけの流速, δ : 堤体構成材の径
 α : 流水面積補正係数, C_D : 抗力係数

図-1は ϵ と E との関係式である。 ϵ のオーダーは棒・球共に1~5の範囲に入る。棒の ϵ の値は空げき率が大きくなれば小さくなる傾向がある。

空げき率Eが0.48の棒、球を比較すると球の ϵ の方が少し高い値を示している。これは、棒のような二次元的変位であるものより、球のような二次元的変位のある方が隣接する粒子からの影響が大であることを示している。

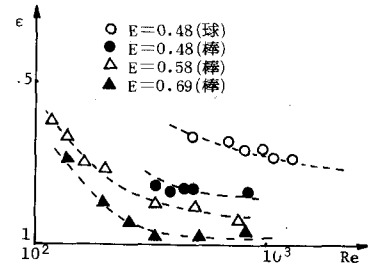


図-1 ϵ と Re の関係図

4. 透過性堤体における風波の透過率と反射率について

図-2は、空げき率Eと反射率 R_r 、透過率 T_t との関係である。有義波高が大きくなるにつれて反射率は小さくなり、有義波高が同じ場合は、空げき率が大きくなるにつれて反射率は小さくなる傾向を示している。また、同じ有義波高の岸、空げき率が大きくなれば透過率は大きくなり、同じ空げき率の場合は、有義波高が小さくなれば透過率は大きくなる。すなわち、空げき率が大きくなれば、反射率が減少し透過率が増加する。有義波高が大きくなれば、透過率・反射率は小さくなる。透過性堤体は有義波高が大きくなつた方が波の消散性にすぐれている。

る。図-1は透過、反射率と堤体厚との関係を示したものである。横軸は厚、正波前し、2波間の同位波高を測定し、波速と周期を求めて算出したものである。堤体前方の波長は有義波高が小さくなるにつれて短くなる傾向を示していた。また、堤体後方の波長は前方の波長より短く、有義波高が小さくなるにつれて短くなっていった。周期においては波速と同じ傾向がある。図-1においては有義波高が大きい程、反射率 K_R 、透過率 K_T の値は小さくなる傾向がある。同じ有義波高の時は、 B/L が大きくなるにしたがって、反射率 K_R 、透過率 K_T は小さくなる傾向がある。

5. 透過性防波堤におけるエネルギーの消散性

図-1のようになる性質を持つ防波堤構造物を風波実験において堤体とした場合、モリソン公式においての抗力係数と質量係数について述べる。モリソン公式の抗力係数の代わりに隣接する粒子からの影響を考慮するための係数と抗力係数の積 eC_D を入れた時、 eC_D と質量係数 C_M のオーダーを比較した場合、 eC_D の方が大きくなり透過性防波堤では抗力項が慣性力項より卓越している²⁾ので主として抗力項 eC_D について以下を述べる。もちろん、棒、球の C_D は同じ数値において、球の方が小さい。図-4は堤体の構成材が棒で空げき率が0.69と0.58の場合の反射、透過率と有義波高との関係である。反射率は空げき率にさかかわらず、同じ値を示しているが、透過率は空げき率 $E=0.58$ の方が小さくなっている。すなわち、空げき率が小さい0.58の方が波のエネルギーをより消散することを示している。この違いは、空げき率と隣接する粒子からの影響係数が考えられる。図-5は棒と球の堤体の場合でその空げき率は共に $E=0.48$ である。同じ有義波高での反射率の差は透過率の差よりも小さく、球の反射率が棒の反射率よりも高く、透過率は球が小さく棒の方が大きくなっている。すなわち、これは、波が堤体を通過する時、その堤体は棒よりも球の構成材の方が球のエネルギーをより消散することを示している。よってこのエネルギーの消散の目安となる係数は、まわりの粒子からの影響係数に関係していると考えられる。

6. あとがき

本研究は不規則波に対する透過性防波堤に関する基礎的実験であり、さらに堤体、材料形状と波浪、港内の流れ等の関係をより明確にし、入射波に対して最適な消散効果をもつ、海水交換も大きい透過性防波堤について検討する必要があると考える。

参考文献

- 1) 合田龍典 他; 不規則波実験における入射波の分離推定法 技研資料
- 2) 鹿野亮, 山崎平政; 透水性堤体に働く波力と堤体周りの流れに関する研究

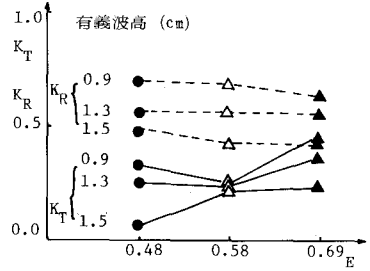


図-2 K_R K_T と空げき率E

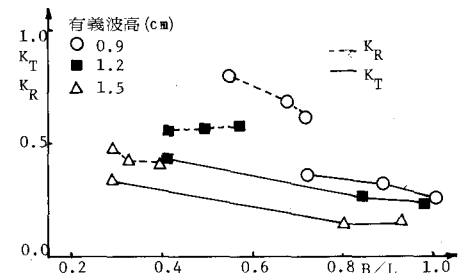


図-3 K_R K_T と B/L の関係 (B: 堤体厚 L: 波長)

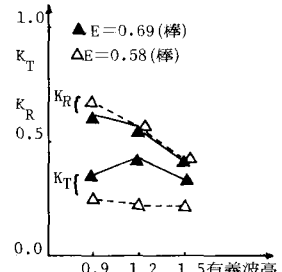


図-4 K_R K_T と有義波高

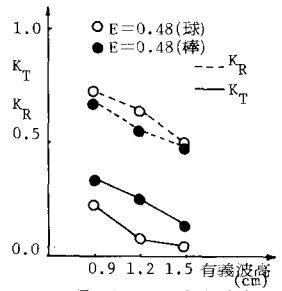


図-5 K_R K_T と有義波高