

II-302

規則配列された堤体構造物による平面的な波変形の特性

大阪大学工学部 正 員 小野正順
愛媛大学工学部 正 員 中村孝幸
愛媛大学大学院 学生員 長田和久

1. まえがき: 沖合消波堤の配置法として、離岸堤のようにある開口部を設けて規則的に堤体を配列する多列形式のものがある。しかしながら、従来において、このような堤体列まわりの平面的な波変形の特性やその消波効果等は、ほとんど明らかにされていない。本研究は、透過性および不透過性堤体の各々を多列形式に配置した場合の平面的な波変形の特性を堤体形式による相違などに着目して検討するものである。

2. 堤体列による波変形を表す特性量: 既に著者ら¹⁾は、規則配列された堤体まわりの波浪ポテンシャル問題の解析法をグリーン関数法に基づき明らかにしている。このような解析法によると、直角入射波を受ける場合、波長 L が隣接する堤体の中心間距離 λ よりも小さくなる条件下では、回折波において入射波とは波向きの異なる進行波成分が出現するようになることが知られている。そして、このため堤体列のまわりには、平面的な波変形が生じることになる。ここでは、このような平面的な波変形を合理的に評価するため、主にエネルギー的な考察に基づく以下の3種類の特性量を定義し、上記の解析法による算定の対象にした。

(1) 反射率 C_R および透過率 C_T : C_R 、 C_T は、各々反射波および透過波の堤体列の法線方向(x 方向)への平均エネルギーフラックス(E_R) $_x$ 、(E_T) $_x$ と入射波のそれ(E_I) $_x$ との比を考慮して次式により算定できる。

$$C_R = \sqrt{(E_R)_x / (E_I)_x} \quad (1)$$

$$C_T = \sqrt{(E_T)_x / (E_I)_x} \quad (2)$$

ただし、この場合、堤体列方向(y 方向)にも平均化されたフラックスとする必要がある。

(2) 堤体列方向における波高比の r.m.s. 値: 平面的な波変形が生じる場合に上述したような C_T を実験的に求めることは一般的に容易でない。ここでは、 C_T より実験的に求めやすい特性量として、式(4)で算定できる堤体列の透過側における波高 H_T と入射波高 H との波高比の堤体列方向における r.m.s. 値(K_{HT}) $_{rms}$ を定義した。

$$(K_{HT})_{rms} = \sqrt{\int_0^\lambda H_T^2(y) dy / (\lambda H^2)} \quad (3)$$

なお、この波高比と式(2)の C_T とは、 $\lambda/L < 1.0$ で一致するものであることを付記しておく。

(3) 波向きに着目した成分波のエネルギー比: 上記の解析法¹⁾によれば、透過波は入射波と同じ方向に進む成分波(以下直進行波成分と称す)とそれとは異なる方向に進む成分波(以下斜波成分と称す)との2つに大別できる。そしてそれらの卓越度は、次式で示すような各成分波のエネルギーと透過波のエネルギー E_T との比で表すことができる。

$$T_0 = E_{T0} / E_T \quad (4)$$

$$T_1 = E_{T1} / E_T \quad (5)$$

ここで、 E_{T1} 、 E_{T2} は、各々透過波の直進行波成分のエネルギーおよび斜波成分のそれである。

3. 実験の概要: 本実験は、直角入射の条件を想定してを行った。この条件下で無限列配置は、鏡像原理により隣接する堤体間の中心間距離 λ に等しい幅の水路内に1つの堤体を設置することにより実現できる。実験に用いた水槽は、長さ28m、幅1mの2次元造波水槽である。多列式堤体の模型には、図-1に示すような直径4.8cmの塩ビパイプを千鳥に空隙率 $\epsilon = 0.45$ で配列した透過性のパイプ堤およびこれと同じ外郭寸法(堤体長 $B = 0.8m$ 、堤体幅 $D = 0.16m$)を有する矩形堤の2種類を用いた。なお、これらの堤体列の開口率 α は、0.2である。また、このような模型堤体による実験に加え、開口部の有無の波変形に及ぼす影響も検討できるように、開口部にもパイプを設置したいわゆる無限堤体長を想定したパイプ堤についても実験を行った。なお、これら堤体の設置水深 h は35cmと一定にした。また、入射波の条件としては、波高 H がほぼ5cmで、周期 T が0.65~1.50secの範囲の12種類のものを採用した。

4. 各堤体まわりの波変形: C_T 、 C_R および(K_{HT}) $_{rms}$ の λ/L による変化をパイプ堤体列および矩形堤体列について各々図-2、3に示す。これらの図中で、 $\lambda/L > 1.0$ の範囲では、 C_T と共に式(3)の(K_{HT}) $_{rms}$ も併せ示してある。まず最初

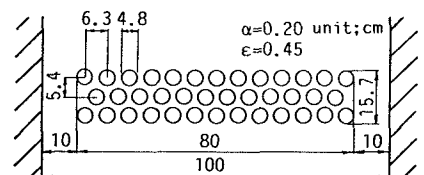


図-1 パイプ堤(有限堤体長)の模型

にこれら特性量の実験結果と算定結果との比較を行うと、矩形堤体の場合 C_R に、またパイプ堤の場合 C_T に多少の差異が見られるが、ほぼ両者は対応した結果となっている。そして、これら堤体の C_T （あるいは $(K_{HT})_{rms}$ ）の比較を行うと、 $\lambda/L < 1.0$ の範囲では、一般的に予想されるように不透過性の矩形堤の方がパイプ堤よりも小さく、ほぼ $1/2$ 以下となっている。しかしながら、 $\lambda/L > 1.0$ の範囲では、両堤体形式でそれほど差異のないことがわかる。これは、矩形堤の場合の式（4）、（5）の T_0 、 T_1 を示す図-4 からわかるように、矩形堤ではこの条件下で斜波成分が卓越し、開口部を通り抜ける波が増大するためである。一方、透過性のパイプ堤の場合、図-5 に見られるようにほぼ T_0 が1に近く、逆に直進行波成分が卓越していることがわかる。なお、これらの図中の第2横軸は、 T_1 成分の波向きを表す。次に図-6 は、開口部のない無限堤体長を想定したパイプ堤の C_R 、 C_T を示す。この図と開口部を有する場合の図-2 とを比較すると、開口部のあるほうが C_T は多少大きくなっているが両者に有意な差は見られない。これは、上述したように、斜波成分の現れる $\lambda/L > 1.0$ の範囲でも堤体が透過性であるため直進行波成分が卓越することによるものと考えられる。

5. 結語：不透過性堤体列では、 λ/L の増大に伴い直進行波成分の卓越する1次元な波変形から斜波成分の卓越する2次元なそれへと変化することや、透過性堤体列ではほぼ直進行波成分が卓越するためその透過率は開口部の効果を見捨てた1次元な波変形の結果で代用しても大差ないことなどが判明した。

<参考文献> 中村、小野：規則配列された沖合消波堤まわりの波浪共振の特性とその解析法、第35回海論論文集、pp.527-531, 1988.

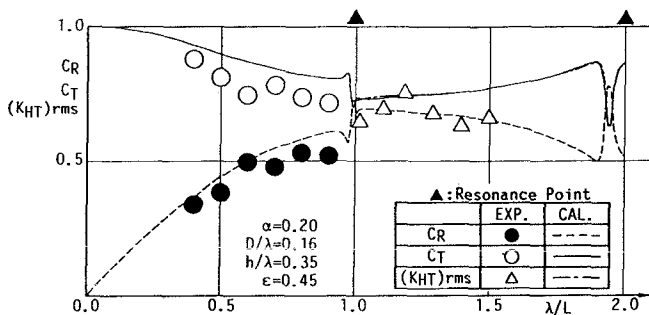


図2 パイプ堤体列まわりの波変形

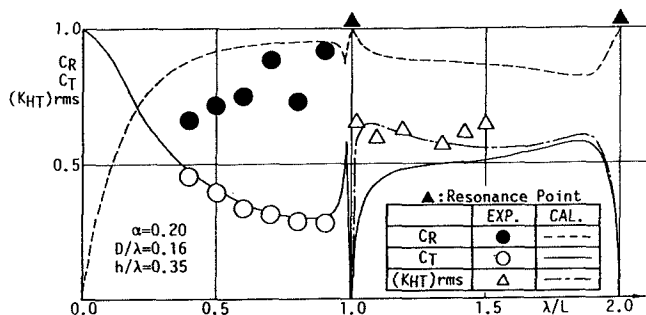


図3 矩形堤体列まわりの波変形

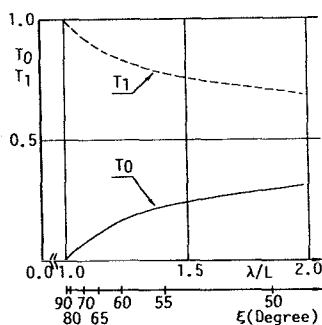


図4 矩形堤体列の透過波側での成分波解析

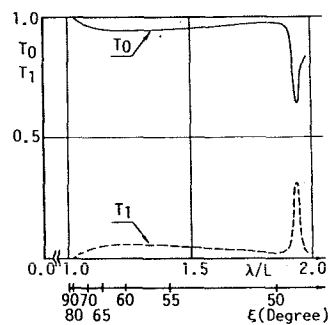


図5 パイプ堤体列の透過波側での成分波解析

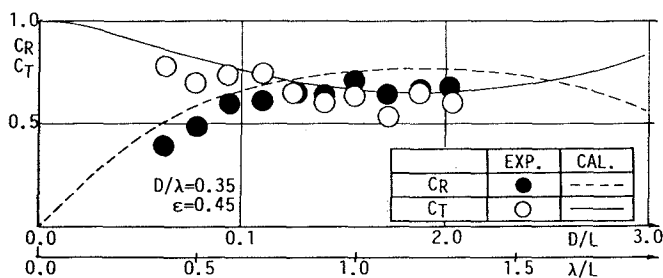


図6 パイプ堤(無限堤体長)まわりの波変形