

II-446

多列配置された浮防波堤による平面的な波変形の特性

愛媛大学工学部 正員 中村 孝幸

愛媛大学大学院 学生員 野村 周吾

1. まえがき： 浮防波堤は、構造的な限界から、ある一定の開口幅を設けて、一直線にあるいは千鳥にと多列式に配置されるのが一般である。しかしながら、このように多列式に配置された浮防波堤による平面的な波変形の特性は、従来ほとんど明らかにされていない。ここでは、同一の浮防波堤が規則配列されている場合を想定して、これら堤体群による波変形を、波向きおよび波高特性に着目して検討するものである。この際、従来よりよく知られている無限の堤体長を仮定した1次元的な波変形の結果などとの比較も行う。

2. 実験装置および実験方法： 本研究で用いた浮防波堤の模型の断面を、図-1に示す。この浮防波堤は、堤体軸方向の異なる2カ所で、弾性鋼棒により水底に片持ち支持され、水平および回転方向にのみ動揺が生じる構造になっている。また、支持系の剛性を高めるため、上部の箱型浮力体を強制的に沈み込ませ、その余剰浮力による張力が弾性鋼棒内に作用するようにしてある。この模型堤体の動的な諸量を、一括して表-1に示す。表中で K_{11}^* 、 K_{33}^* 、 K_{13}^* (or K_{31}^*) は、浮体の代表重量($=\rho g R_0^3$ 、 ρ ：流体密度、 g ：重力加速度、 R_0 ：浮体の波向き方向の幅の1/2)を用いて無次元化したそれぞれ水平、回転方向へのばね定数および両者間での相互ばね定数である。実験では、このような模型堤体を5基製作し、これらを図-2に示すように平面水槽内に直線的に等間隔に配置した。このときの隣接堤体の中心間距離 λ は150cm、開口率は20%にした。そして、堤体列を通過する透過波の波向き特性や波高分布を測定するため、図中に示すように堤体列の背後で λ の距離にわたり7台の波高計を直線的に配置した。実験解析では、これらの多点同時記録を空間および時間に関して調和解析し、透過波を各波向き成分に分解した後これら成分の透過波に占めるエネルギー比 E_{Ti} ($i=0,1,2,\dots$)を算出した。また、代表透過波高としては堤体列方向における透過波高のrms値 $(H_T)_{rms}$ を求めた。実験で採用した波条件は、周期 T が0.6~1.7secの範囲の17種類で、入射波高 H については、ほぼ4cm程度に固定した。また、水深 h についても40cmと一定にした。なお、上記の周期の範囲は、透過波に入射波と波向きの異なる斜波成分が含まれるようになるかなどを判定するうえで重要になる、 λ/L (L ：波長)で示すとほぼ0.5~2.5にある。

表-1 動的諸量

重量	21.1kgf
排水重量	33.7kgf
余剰浮力	12.6kgf
回転半径	14.8cm
重心位置 (静水面下)	5.7cm
$K_{11}^* (/\rho g R_0^2)$	222
$K_{13}^* (/\rho g R_0^3)$	260
$K_{31}^* (/\rho g R_0^3)$	260
$K_{33}^* (/\rho g R_0^4)$	366

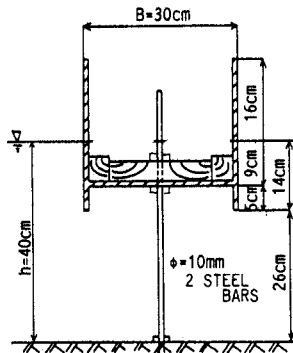


図-1 模型堤体の断面

3. 動揺変位： 図-3は、浮力体頂部の水平方向（入射波方向）における動揺変位振幅 X_T の λ/L による変化を示す。図中で X_T は、入射波振幅($=H/2$)で除した無次元量 X_T^* で表示してある。また、第2横軸には、浮防波堤の消波効果を示すときによく用いられる無次元量 L/B ($B=2R_0$ ：堤体幅)も採っている。

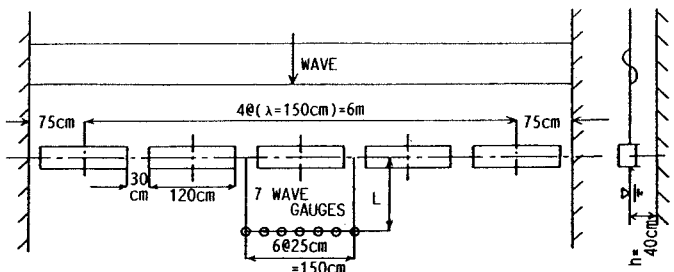


図-2 模型堤体および波高計の配置

そして、図中には、比較のため、開口部の効果を無視した2次元波浪ポテンシャル理論による算定値についても併せ示してある。この図より、 X_T^* は $\lambda/L=1$ 付近でピークを示すことや、その値は開口部の効果を無視した2次元理論によってもほぼ推定できることなどがわかる。

4. 波変形： 図-4は、上記した透過波高の代表値 $(H_T)_{rms}$ と入射波高 H との比 K_T の周期による変化を、図-3と同様にして示すもので、図中には比較のため2次元波浪ポテンシャル理論による透過率 C_T の算定結果についても併せ示した。この図より、多列配置された浮防波堤の透過波高は、開口部の効果を無視した2次元理論によるものより大きく、特にこの傾向は $\lambda/L > 1$ で顕著になっている。一方、図-5は、透過波に含まれる各波向き成分の無次元エネルギー比 E_{Ti} ($i=0,1,2,\dots$)の変化を示すもので、 $i=0$ が入射波と同方向の直進行波成分、 $i=1,2$ が入射波と異なる方向のそれぞれ第1, 2次斜波成分を表す。この図より、 $\lambda/L > 1$ では、ほぼ斜波成分が直進行波成分より卓越しており、堤体列の背後では短峰性の平面的な波変形になっていることが推察できる。そして、図-4に見られるように2次元理論で透過波高を小さく推定するのは、図-5に示すような斜波成分の影響が評価できないことや、斜波成分が開口部を通じて透過

波側に伝播することによるものと考えられる。これらの検討より、多列配置された浮防波堤による波変形は、開口部の効果を無視した2次元理論により予測することは困難で、配列の効果を考慮できる3次元理論による推定が必要と言えよう。本研究では、開口部の効果を考慮できる3次元理論による理論算定も進めており、講演時に紹介したい。

5. 結論： 多列配置された浮防波堤の動揺特性は、開口部の効果を無視した2次元理論によってもほぼ推定できるが、それによる透過波については斜波成分が卓越して含まれるようになるため、2次元理論で予測することは困難であることなどが判明した。

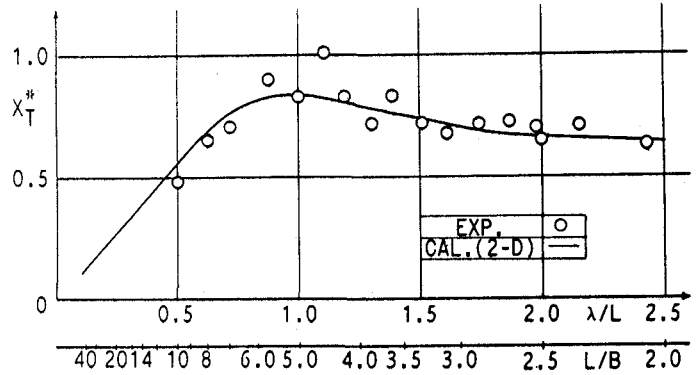


図-3 浮体頂部の水平動揺変位

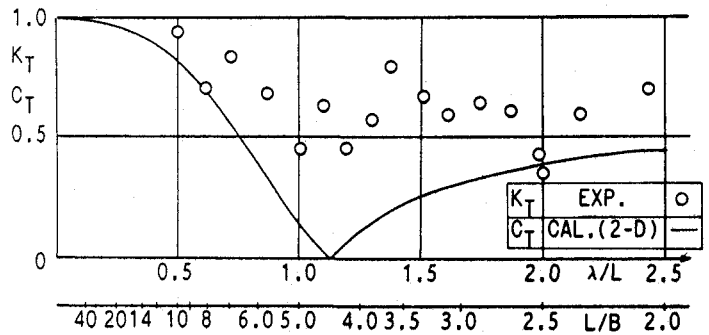


図-4 浮体列の透過波側での波高比

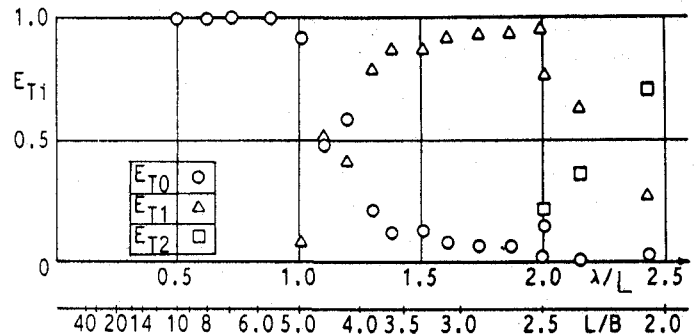


図-5 浮体列による透過波の波向き特性