

複列鉛直板による波の制御効果

九州大学 学生員 ○日野 昇 木佐貫徹
九州大学 正会員 古賀論志 吉田明徳

1. まえがき

潜堤は、常時海面下にあつて景観上好ましい形の防波堤であり、近年人工リーフ等の潜堤による波の制御が考えられるようになってきている。しかし、潜堤は波による水粒子の動きが大きい海面近くには何ら遮断壁を有しない構造であるため、潜堤によって有効な波の制御効果(少なくとも通過率にして50%以下)を得るためには、たとえば不透過の矩形潜堤を例にとると、堤体高は水深の9割近く、また堤体幅は少なくとも水深の2倍以上を要し、しかも特定の波長の波に対してしか防波効果を有しないという特性をもつため¹⁾、工費に比べ防波効果が小さく、これが従来あまり使用されなかった理由の1つであると思われる。本研究は、鉛直板をある間隔離して複列設置(構造上は骨組み構造として一体の構造物と考える)することによって有効な防波効果を有し、かつ経済的な潜堤として用い得る可能性があるのではと考え、まず2列の海底に固定された鉛直板による波の防波効果と鉛直板に作用する波力の特性を、水槽実験によって検討した結果について述べるものである。

2. 実験の方法

実験は図-1に示すように、2次元造波水路(幅0.3m, 深さ0.5m, 長さ28m)を用い、水深は0.35m入射波高はほぼ4cmに取り、水路の中央に鉛直板を設置して、容量式波高計により入射波高と通過波高を測定して通過率を算定した。鉛直板は1cm厚の亚克力板を用い、図-2に示すように、コンクリート塊に埋め込んだ2cm×2cmの鋼鉄の角棒にボルトで固定して使用した。鉛直板に作用する波力 F と浮力 U によって鋼棒上の2点、A, Bに生じる曲げモーメントを M_A , M_B とすると、 $M_A = F(a+1) + Ub$, $M_B = F + Ub$ であり、従つて波力 F は、 l , b の値によらず2点間の曲げモーメントの差によって $F = (M_A - M_B)/a$ で算定される事になる。そこで、図-2に示すように、A, B点の表(入射波側)と裏(通過波側)に歪ゲージを、図に示すようなブリッジ回路をなすようにはり、2点の曲げモーメントの差に比例する $e-f$ 間の出力電圧を記録し、鉛直板が水中にある状態で行ったキャリブレーション値を用いて波力を算定した。

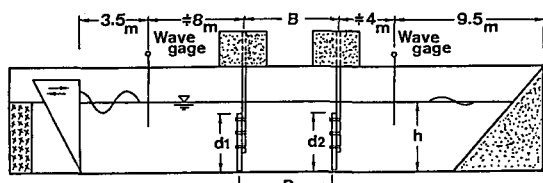


図-1 実験水路

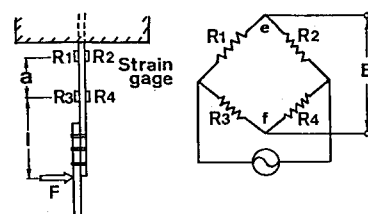


図-2 鉛直板模型と歪ゲージ

3. 実験結果と考察

図-3は、入射波の波数 $kh=1.0$ ($T=1.36$ 秒)と 1.5 ($T=1.02$ 秒)、鉛直板の高さ $d_1/h=d_2/h=0.714$ 、と 0.857 について、前後の鉛直板の間隔 B を $B/L=0.1\sim 1.0$ まで、 0.05 ごとに变えて、通過率を測定した結果である。波長が短い程水粒子の運動は海面近くに集中するため、 $d/h=0.714$ 、 0.857 とも $kh=1.5$ の時の方が通過率は若干高くなるが、どのケースも B/L の値による通過率の変化特性は同様で、 $B/L=0.35$ および $B/L=0.85$ 付近で通過率が最も小さく、 $B/L=0.6$ で最大となる。通過率の最小値は、 $B/L=0.35$ 近傍と $B/L=0.85$ 近傍とで、ほぼ同じ値を取る事から、鉛直板の間隔は、入射波長の3~4割程度に取ればよいと言え、通常対象となる周期5~10秒、波長50~120m程度の波に対して、鉛直板の間隔は15~50m程度でよい事になり構造上も十分可能性があると思われる。また通過率の最小値は $d_1/h=0.714$ の時で0.5

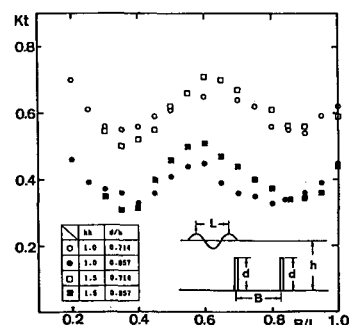


図-3 通過率

5程度、 $d/h=0.857$ の時0.35程度であり、40~50%程度の通過率を得るためには、鉛直板の高さを水深の75~80%程度に取れば良さそうである。図-4は、比較のため、 $d/h=0.714$ と0.857の天端高の不透過潜堤の通過率と反射率をポテンシャル接続法により求めたもので、これを見ると、 B/L の値によらず常に通過率は0.75よりも大きく、また周期的に通過率が変動する。従って不透過潜堤の場合には、堤体高と堤体長を大きく取って、堤体天端上で碎波を引き起す事によらねば、有効に波を遮断する事は出来ない。

図-5は $kh=1.0$ の場合についての、前と後ろの鉛直板に作用する波力と波力の位相差を示している。 d/h が大きくなると当然鉛直板に作用する波力も増大するが、前方の鉛直板に比べ、後方の鉛直板に

作用する波力は d/h によってそれ程変化しない。位相差はほぼ直線的に変化し、 $B/L=0.5$ で逆位相となり、この近傍で前後の波力もほぼ同じとなるため、前後の波力の合力は、図-6に示すように非常に小さくなり、 $d/h=0.714$ の場合にはほぼ0となっている。これは前後の鉛直板を一体の構造物と考えた場合には、前後の波力が互いに相殺して構造物に対する波力がほとんどかからない状態が生じる事を示している。しかし通過率が最小となる $B/L=0.35$ 近傍では、合成波力はそれほど小さくはならず、 B/L の値が0.5より小さく(あるいは大きく)なるにつれ急激に増大している。

図-7は、前後の鉛直板の高さが異なる($d_1/h=0.571$ 、 $d_2/h=0.857$)場合の通過率と合成波力を示している。 $d_1=d_2$ の場合と比べると、通過率は若干増大するが、合成波力が最小となる B/L の値は0.5よりも小さいほうへ移り、通過率が最小となる B/L の値とほぼ一致するようになる。また、 B/L に対する合成波力の変動も小さくなっており、 $d_1=d_2$ の場合のように、合成波力が最小となる B/L をはずれると合成波力が急激に増大することがないため、広い範囲の入射波長に対しても安定した構造であるといえる。

4. あとがき

2列の鉛直板による波の防波効果と鉛直板に作用する波力を、限られた条件についてではあるが実験的に調べた結果、潜堤として十分用い得る可能性を有することがわかった。ただし、防波効果ができるだけ大きく、かつ堤体に作用する波力が小さくなるような、最適条件を見出すためには、理論解析による方が効率的であり、現在解析プログラムの作成を行っているところである。

参考文献

(1)井島、佐々木、潜堤の効果に関する理論的研究、第18回海岸工学講演会論文集、1971

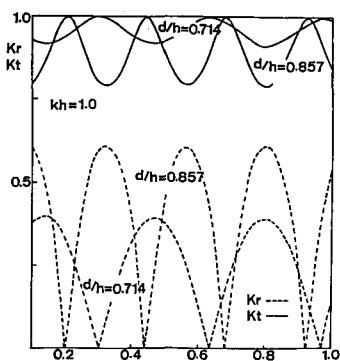


図-4 矩形潜堤の通過率・反射率

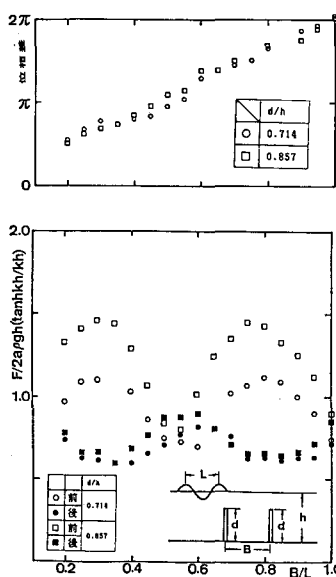


図-5 波力と位相

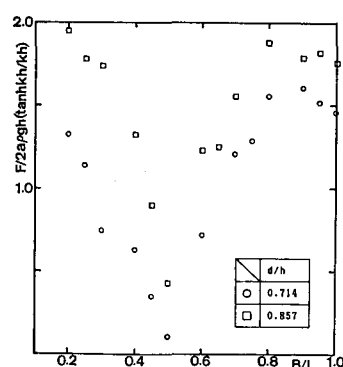


図-6 合成波力

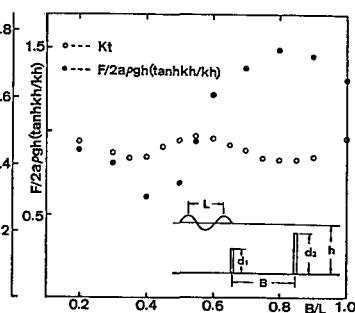


図-7 通過率と合成波力