

重複波による護岸前面の砂の移動に関する一実験

東北工業大学 学生 ○坂田 功
 ” ” 山崎 秀春
 ” 正員 沼田 淳

1 まえがき

本研究では、重複波領域に設置された直立堤および消波堤前面における砂の移動状態に着目した実験を行ない、波形勾配や反射率の相違によって海底砂の移動状態にどのような差異を生ずるかを検討した。

2 実験設備および実験方法

実験は、長さ7.8 m、幅0.4 m、高さ0.3 mの両面強化ガラス張り二次元造波水路を使用して行った。水路の一端に直立堤あるいは消波堤（直立壁面に直径2 cmの穴を縦4列、横7列開けて中に消波材を填充した）を設置し、その前面に小高6号ケイ砂（中央粒径0.15 mm、比重2.62、沈降速度は水温14℃で1.82 %secである）を5 cmの厚さに水平に敷き並べて海底地形とした。実験は周期0.58～0.85秒、沖波換算波高20～41 cm、波形勾配0.023～0.074の波をプランジャー型造波機で発生し、海底地形がほぼ平衡状態に達したと思われる4時間後に、重複波の節の位置で浮遊砂の鉛直方向の濃度分布を、5時間後に、最終的な海底地形を測定した。実験時の水深はすべて10 cmとした。海底地形は、水路中央で砂面検出器によって測定し、砂れんの波長・波高はガラス面から目測した。浮遊砂はFairchild¹⁾が用いたとほぼ同様の採水装置を使用して採取し、メンブランフィルター法によって濃度を測定した。

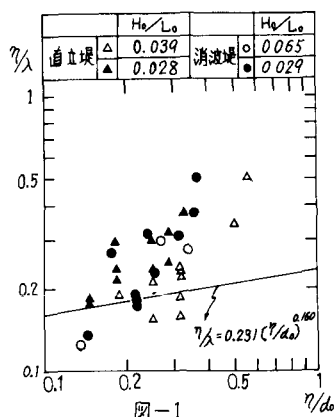


図-1

3. 実験結果および考察

3-1 海底地形について、波形勾配が同じ場合、直立堤（反射率65%）の方が消波堤（反射率47%）に比べ平衡状態に達するまでの時間が長く、海底地形の変動も大きくなる。一方、波形勾配を変えて行った消波堤の実験では、波形勾配の大きい方が平衡状態に達するまでの時間が短く海底地形の変動も小さくなった。後者の結果は、従来の実験結果と矛盾するが、本実験では波高をほぼ一定に保ち周期を変化させて波形勾配を変化していることおよびねじれ波や側壁の影響によると考えられる。

3-2 砂れんの波長と波高。図-1は砂れんの波高と底部水粒子移動全振幅との比 η/d_0 と砂れんの波形勾配 η/λ との関係を図示したもので、図中の実線は本間・堀川²⁾の実験曲線である。また、図-2は砂れんの波長と波高の関係を図示したもので、図中の直線³⁾は砂れんの波形勾配の最大値を示している。また、◎印は今回の実験条件を本間・堀川²⁾の実験式に当てはめて計算した値である。今回の実験値は従来の実験結果に比べ、 η 、 λ ともに小さく、 η/λ の値は幾分大きくなっている。これはねじれ波の影響で側壁に対し斜め方向に発生した砂れんを真横から測定

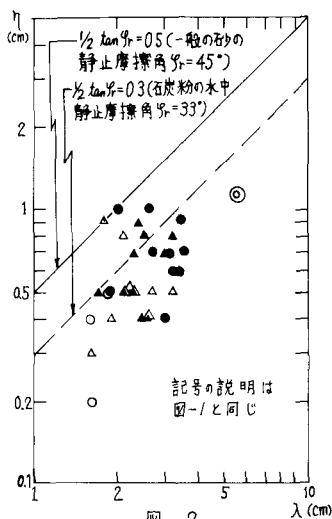


図-2

したことに起因していると考えられる。

3-3 浮遊砂濃度の鉛直分布 図-3は重複波の節の位置2~3箇所所で測定した浮遊砂濃度の平均値の鉛直分布を示したもので、片対数方眼紙上ではほぼ直線と見做せるような結果が得られた。消波堤の方が直立堤に比べて全体的に浮遊砂濃度が小さく、前述した海底地形の変化状況と関連づけて考えることができるようである。また波形勾配が大きくなると、消波堤の場合は全体的に濃度が小さくなるが、直立堤では水面附近で逆に大きくなる傾向が認められた。

3-4 拡散係数 図-3の浮遊砂の鉛直濃度分布から分るように、浮遊底質濃度比 C/C_a (C_a 基準点濃度) の鉛直分布も、半対数方眼紙上で直線的に変化することとなる。したがって、浮遊底質の一周平均濃度を取り扱う場合、鉛直方向の拡散係数がほぼ一定になると考えられる。今、図-3の濃度分布が平均的に定常かつ平衡状態にあるものと考え、沈降速度 V_s 、拡散係数を E_z として、図中の直線が式(1)のように表わされるものとする。⁴⁾

$$C/C_a = e^{-\alpha z}, \quad \alpha = V_s/E_z \quad (1)$$

式(1)と図-3から E_z を求め、その鉛直分布を示したのが図-4である。同図には野田の重複波の実験(底質は塩化ビニール)、本間・堀川の進行波の実験(底質は自然砂)および現地観測から求められた E_z と併記した。⁵⁾ この図から分るように、拡散係数の値は野田の実験、本間・堀

川の実験、著者らの実験、現地観測の順で、ほぼ1桁づつ大きい値を示している。また、その鉛直分布は、本間・堀川らおよび著者らの実験ではほぼ一定となっているのに対し、野田の実験および現地観測値は水面に近づくにつれて急激に増加する傾向を示している。前者は、浮遊砂濃度の鉛直分布形が直線の場合、後者はくの字型の場合に対応しており、浮遊砂濃度の鉛直分布形と E_z の鉛直分布形との間には何らかの相関があるのではないかと推定される。なお、野田は本間・堀川らの E_z の値が1桁大きくなっている原因を進行波と重複波の違いというよりも砂れん発生の有無に求めているが、沈降速度がほぼ同じ砂を用いて行、た著者らの実験値は、本間・堀川らの実験値よりさらに1桁大きい値となっており、砂れんの有無だけでは説明できない結果となった。これが重複波と進行波の違いによるものか、あるいはその他の原因によるものかは今後の検討課題である。最後に著者らの実験値をみると直立堤と消波堤の拡散係数の差異は少なくむしろ波形勾配による差が大きくなっており、波形勾配が大きいほど拡散係数が大きい値を示している。

4 むすび

実験ケースが少く、反射率の相違による海底砂の移動状態の差異を充分明らかにすることができなかったが、今後さらに実験を継続し、検討して行きたいと考えている。

参考文献 1) Fairchild, J. C.: 10th Congress of I. A. H. R., Vol. 1, 1963. 2) 本間 仁他: 11回海講, 1964 3) 田中則男他: 港研報告 2巻1号, 1973 4) 栗原道徳他: 3回海講, 1956 5) 野田英明: 14回海講, 1967.

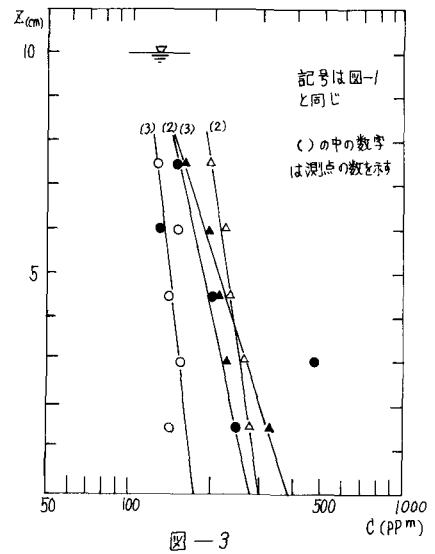


図-3

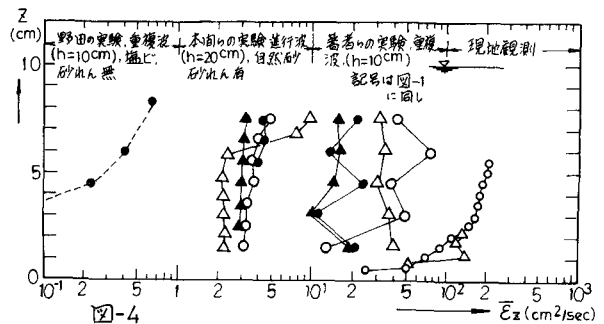


図-4