

中央大学理工学部 正会員 ○西村 恵壽

中央大学理工学部 正会員 水口 慶

1 はじめに

砂質底面上を波が進行すると、底面上に砂連が形成されることはよく知られている。形成された砂連の形状等については、従来多くの研究がなされているが、砂連の発達機構については、未だ不明な点が多い。本研究は、砂連の発生、発達という経時的な過程についての実験結果を報告するものである。

2 実験装置と方法

まず、長さ30m、幅0.80m、深さ0.77mの片面ガラス張りの2次元波動水槽内におよそ3mの区間に渡って、中央粒径0.19mm、比重2.69、淘汰係数1.17の小さな砂を、厚さ5cmに水平に敷きならした。実験は、水深を砂面上で20cm、波の周期を1.0sと一定にして行なった。実験ケースは図中に示す。ケースAは、水平砂面から自然発生的に砂連を発生させた。ケースB-1～4は水平砂面に針金(φ1.7mm、長さ40cm)を置き、そこから砂連を発生させた。砂面の時間変形は、波を作用させると同時に砂面の水路中央部付近の80cmの区間を連続式砂面計(正豊工学製)を用いて一定時間ごとに測定した。又、写真による砂連の時間変化の記録も行なった。なお、波の反射率は3～4.5%、水温は7.5～8.1℃であった。

3 実験結果と考察

3-1 砂連の発達過程

砂連の発達過程を図-1に示す。砂連ができはじめると、砂連の波高 η 、波長 λ は共に発達してゆく。水平砂面の場合、波を作用させてから数分間は、砂連の形を連続式砂面計でとらえることができない。これは連続式砂面計の精度の問題であろう。また10数分で砂連は平衡状態に達したと考えられる。写真-1に発達過程の代表例を示す。写真-1に示されるように b で小さな高まりが現れる。それは3次元的な砂連になっていることが多い。それが次第に発達してゆき、 c 、 d のようになり、 c で2次元的な砂連になり剥離局の形成が見られ、それが d (平衡状態)ではさらに顕著になっている。剥離局が形成されると同時に、砂粒の浮遊がはじまり、砂連は岸側へ移動している。これは、浮遊した砂粒が一つまたはそれ以上沖側の砂連の岸側斜面に堆積したためである。また、針金を置いた場合の方が水平砂面より砂連ができやすく、波高が大きい程平衡に達するのも早い。平衡に達した砂連のスケールは従来の研究報告と一致している。

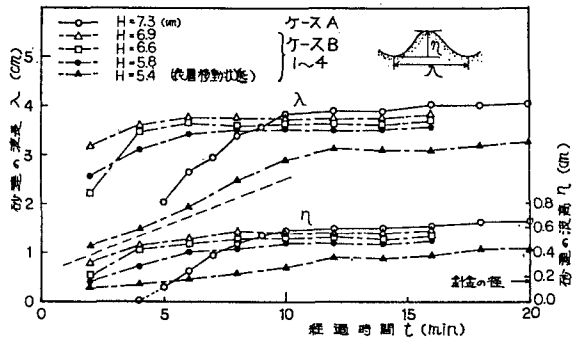


図-1 砂連の波高、波長の経時変化

3-2 底面形状と砂連の発生

底面形状の初期の凹凸が、砂連の発生に影響する。底面が水平な場合、波高が7.3cm(佐藤・田中(1962)による全面移動状況より小さな波高)で砂連の発生が見られた。それより小さな波高では、水平砂面からの砂連の発生は見られなかった。底面に針金を置くことによって上記の波高より小さな波高で砂連の発生が見られ、この傾向は底面の砂第一層が動く状態(佐藤・田中による表層移動状態)まで見られ、さらに小さな波高(突起した砂粒の移動が見られる状態;初期移動状態の波高)では、砂連の発生は見られなかった。

3-3 2次元的な砂連の伝播と発達

針金を置いた場合、砂連の伝播は、針金を境界にして、直接2次元的な砂連が発生し、それが、岸沖両方向へ伝わり、ゆくが、その伝播速度に差が生じている。岸側へ伝播する速度は、沖側へ伝播する速度よりも大きい。また、波高が大きいほど両者の速度も大きい(図-2)。伝播形式(写真-2参照)は、波の峯の通過の際、砂連頂部で掃流砂が見られ、同時に砂連の岸側の谷の砂が谷から、より岸側へ掃き上げられ、小さな高まりを作る。波の谷の通過の際は、上記とまったく逆の状態になる。波の峯の通過後、流れの遅れによって岸側斜面に渦が生じ、谷の通過後は沖側斜面に渦が生じる。それらの渦によって、砂連の谷の洗掘が進み、砂連の谷から峯に向けて砂粒が掃き上げられ、砂連の斜面の傾きの維持、砂連の発達が行なわれている。以上2次元的な砂連の伝播、発達は、掃流砂によって小さな高まりが生じ、渦によってそれが助長され、平衡状態の砂連に近づいてゆくというプロセスをふむ。そのことを繰り返すことにより、岸沖に伝播しつつ、新しい砂連を形成してゆく。写真2-cに見られるように針金端部では砂連の伝播は遅れることとなる。

4 結 論

- 1) 砂連の発生は、底面形状に大きく左右され、底面が水平な場合よりも凹凸面の方がはるかに起りやすい。
- 2) 底面が水平な時は、表層移動状態と全面移動状態の間で、砂連が3次元的な形で発生する。
- 3) 本実験で用いた人工的な2次元の凹凸($\phi 1.7mm$)程度では、砂連の発生限界は表層移動状態付近となり、はじめから2次元的な砂連が形成される。
- 4) 砂連の伝播は、発生日点から岸沖両方向に起こり、伝播速度は沖側よりも岸側の方が大きい。

参考文献

- 1) 堀川清司：漂砂特論，水工学に関する夏期研修会講義集，1970
- 2) 本地弘一，金子新：振動波によるサンドウェーブの発生に関する予備的実験，九大応力研究年報，1973
- 3) 佐藤昭二・田中則男：水平床における波による砂移動について，第1回海溝，PP 95~100，1962
- 4) 本地弘一・松永信博：波面上の剥離渦に関するノート，九大応力研究年報，1979

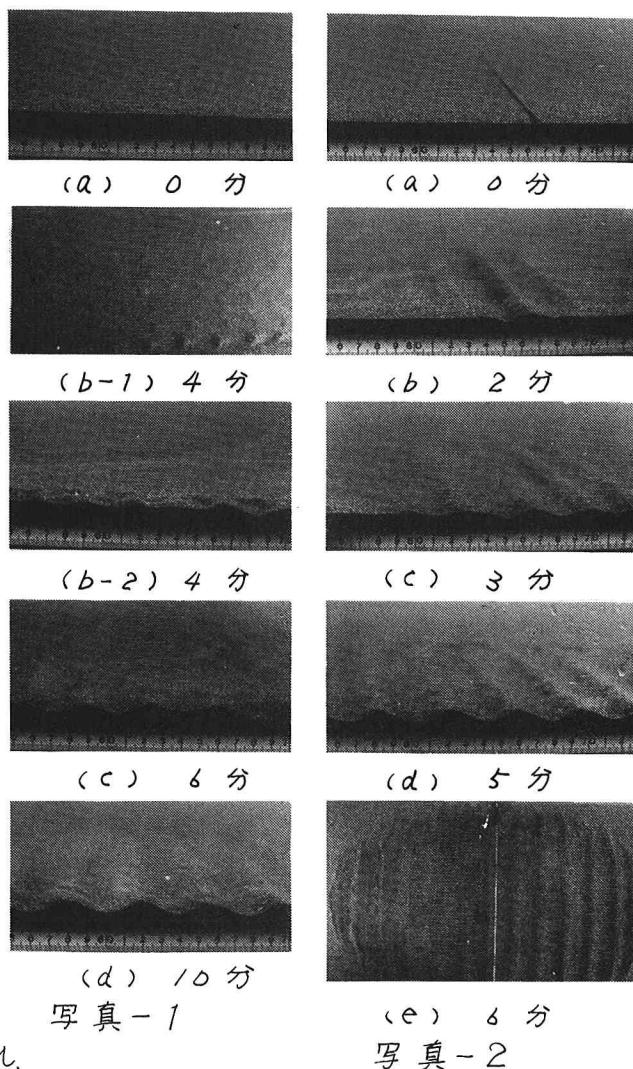


写真-1

写真-2

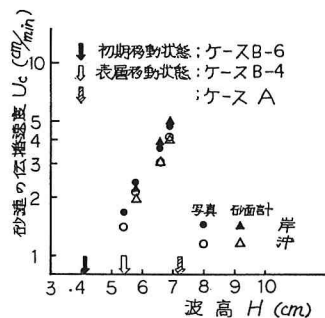


図-2 波高と砂連の伝播速度の関係