

II - 9

緩傾斜堤への波の打ち上げ速度と戻り流れに関する実験的研究

東北工業大学 学生員○伊藤智雄

東北工業大学 正 員 高橋敏彦

東北工業大学 正 員 沼田 淳

1. はじめに

緩傾斜堤の目的は、波の反射率 (K_r) を弱め、打ち上げ高さ (R) を低くし、戻り流れの流速 (V) と量をできるだけ小さくすることである (豊島, 1986)。このうち波の反射率や打ち上げ高さについては、これまで、種々検討されているが、打ち上げ速度、戻り流れ、透水層内の流速等については、ほとんど検討されていない。本研究では、緩傾斜堤の表層及び透水層内の波の打ち上げ速度と戻り流れを同時測定し、その特性について検討した。

2. 実験装置及び実験条件

実験は、長さ18.0m、幅1.0m、高さ0.8mの両面ガラス張り造波水路の水路幅を2分し、片側0.3mの水路で行った。水路の一端にプランジャー型造波装置、他端には法面勾配1/5の模型堤体を設置し、水深は0.2mに設定した。本実験では斜面堤として、滑面及び「有孔板+透水層」を採用した。入射波高、反射波高はHealyの方法で解析し、波の遡上、戻り流れの状況は目視及びビデオで観測した。波の打ち上げ高さは、波が安定する21波から40波の平均値とした。周期は1.26secに固定して、波形勾配は $H_0/L_0=0.0055, 0.0118, 0.0259$ の3種類とした。流速の測定は、汀線を基準として沖側0.8m、岸側0.4mの区間で、10.0cm間隔の13点についてプロペラ流速計 ($\phi 5.0\text{mm}$) を用いて測定した。表層流速は滑面、「有孔板+透水層」共斜面上5mmの位置に、透水層内の流速は透水層厚の中央にプロペラの中心がくるように設置した (図-1)。なお、「有孔板+透水層」の場合は、表層と透水層内の流速を同時に測定した。流速の解析は21波から30波の10波を対象に行った。

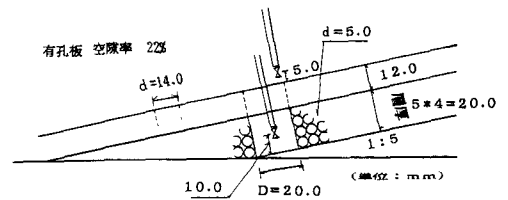
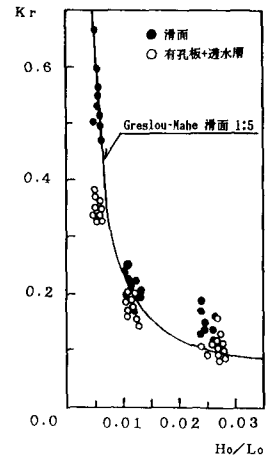
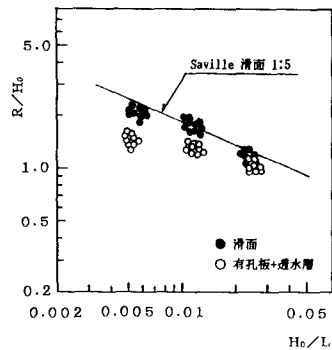


図-1 模型堤体概略図

図-2 (a) R/H_0 と H_0/L_0 の関係 図-2 (b) K_r と H_0/L_0 の関係

3. 実験結果及び考察

3-1. $R/H_0, K_r$ と H_0/L_0 の関係

図-2 (a), (b)は $R/H_0, K_r$ と H_0/L_0 の関係である。 R, K_r は、流速の測定が設備、機器の制約上、前述の13地点で同時測定が出来ないため、流速の測点を交えるごとに造波し測定している。そのため $R/H_0, K_r$ 共ある程度ばらつきがあるものの、Saville, Greslou-maheの実験曲線とほぼ一致すると見なすことが出来る。以下の流速の解析は、流速測定時の波形勾配の、平均値を用いて行っている。

3-2. プロペラ流速計の検定

図-3は、プロペラ流速計の検定図である。プロペラ流速計の検定は、定常流において、プロペラ流速計の検出部を空中から水面下約1cmの所に自由落下させ、図-3 プロペラ流速計検定図

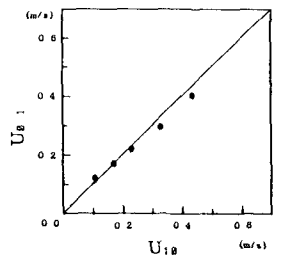


図-3 プロペラ流速計検定図

プロペラの応答性能を検定した。検定に用いたサンプリング周波数は100Hzで、横軸は、流速が安定したと思われる点から1000個(10s)のデータの平均を U_{10} とした。また、縦軸は流速に変化が現れた点から10個目(0.1s)のデータを $U_{0.1}$ として示した。両者はほぼ1:1の対応を示すことから、サンプリング間隔を10Hzとして以下の流速解析を行った。

3-3. 打ち上げ速度と戻り流れ

図-4は「有孔板+透水層」の、表層と層内の流速変化を同時測定し、重ね合わせたグラフの例である(汀線-50cm地点)。図-5は $H_0/L_0=0.0259$ の場合の滑面と有孔板の表層(以下表層と呼ぶ)及び層内の最大打ち上げ速度と戻り流れの最大速度の平均値(21波~30波)を図示したものである。縦軸は流速 $V(\text{cm/s})$ で、正は岸、負は沖向きの流速を表す。横軸の0は汀線を表し、正は岸、負は沖側の地点を示し数字は汀線からの距離である。滑面の打ち上げ速度は、-40.0cm付近から碎波点を含み、流速が急激に大きくなり、-10.0cmでピークとなっている。表層は-80.0cmから徐々に流速が大きくなり、汀線で最大となっている。戻り流速については、両者共ほぼ同じ値となっているが、ピークとなる-20.0cmより岸側で、滑面の方が幾分大きい値となっている。また、層内の流速に関しては、-10.0cmより沖側で、幾分変動はあるものの、約 $\pm 10.0\text{cm/s}$ 前後の流速を示しているが、汀線+20.0cmまでは、常に負の値、即ち常時戻り流れが現れていることが、注目される。

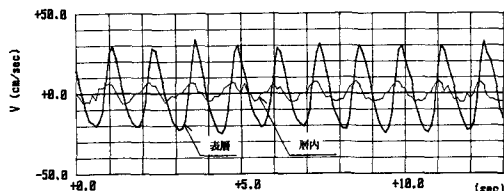


図-4 流速の同時測定例

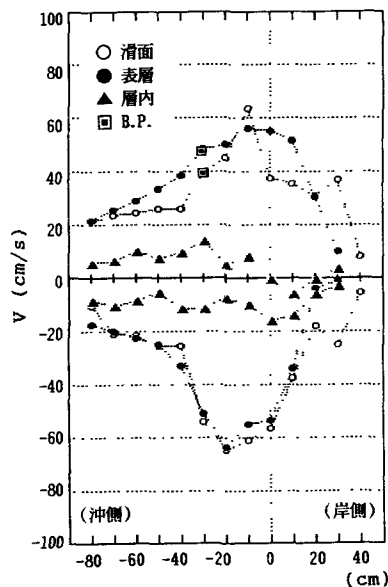


図-5 各点の打ち上げ速度と戻り流れ

3-4. スペクトル解析

表層と層内については、各地点でスペクトル解析を行った。表層と層内の位相差を求めるため、相互相関関数を用いて、位相遅れ時間 τ を求め検討した。図-6は-50cm地点での相互相関の1例である。沖側では、0.4~0.6sec程度、表層の方が遅れる結果となっているが、汀線付近より岸側は、 $\tau \approx 0$ となっている。図-7は、同地点でのPhaseを求めた結果である。入射波周波数(0.79Hz)に対応する位相は約60度であり、図-6を裏付ける結果となっている。

4. おわりに

今回は、斜面上、各地点の表層及び透水層内の打ち上げ速度及び戻り流れの速度、位相差等について検討を行った。今後さらに詳細な解析を進める予定である。最後に、御助言をいただいた東北大学首藤伸夫教授、ならびに共同実験者の熊谷勲児君、栗原明君、斉藤昭一君に感謝の意を表します。
《参考文献》1) 豊島: 海岸, No. 26, 1986. 2) Saville: ASCE, Vol. 86, No. WW3, 1960. 3) Greslou-Mahe: Proc. of 5th C.C.E., 1955. 4) 斉藤ら: 東北支部59年度, pp84~85

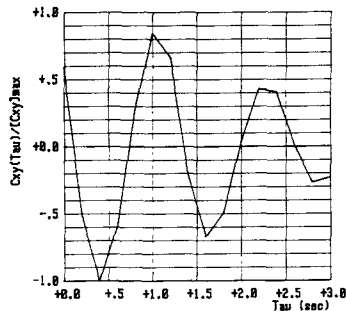


図-6 相互相関の一例

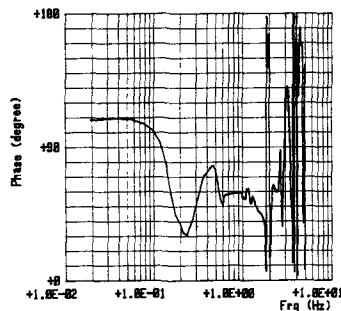


図-7 Phaseの一例