

関西大学工学部 正会員 井上 雅夫
 関西大学工学部 正会員 菊岡 敏

1. ま え が き

最近、越波量が海岸堤防の設計基準として考えられるようになり、このため、その合理的推算方法を確立しようとする試みが行なわれている。たとえば、吉川、椎貝らおよび高田は、若干の方法は異なるが越波をセヨの越流と類似の現象と考え、それぞれ越波量の推算公式を提案している。数年前、著者は傾斜堤の越波量を、特性曲線法で求めた天端に相当する位置での水位が流速の時間的变化から計算し、孤立波で碎波しない場合については実験値とよく一致することを示した。しかし、周期波で特に碎波する場合に、こうした方法によって越波量を求めることは現状では困難であり、越波の詳細な機構は明らかでない。この研究は、こうした越波機構を明らかにしようとするものであり、ここでは、現象が比較的簡単な鉤直堤と碎波しない越波する場合について実験を行ない、その結果について若干の考察を行なうものである。

2. 実験装置および実験方法

実験水槽は長さ24m、幅0.5m、深さ0.6mの一部片面がガラス張りの鋼製のもので、一端にはmulti-purpose型造波機があり、他端には1/10勾配の斜面上に鉤直堤を設置した。波高は一樣水深部で測定し、越波量は堤防背後の小容器に入る水量を直接測定した。さらに、越波時の堤防付近の波の挙動を知るために、比重がほぼ1に近い直径約3mmの中立粒子を波峰の水表面近くに入れ、その動きを16mmカメラにより毎秒48コマで撮影した。実験波の周期 T は1.5secに一定とし、沖波波高 H_0 は5.2~7.0cmの間に数種類変化させた。のり先水深 h は18.0cm、静水面からの天端高さ H_c は4cmとした。実験は、^{波高}一様な造波機始動後の3波~4波目で対象として、すべての測定を行なった。

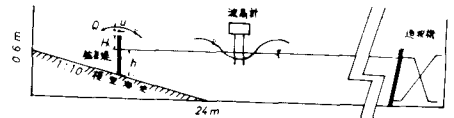


図-1 実験装置と記号の説明

3. 実験結果とその考察

まず、この実験では入射波の周期、のり先水深、天端高は一定として波高だけを変化させ、入射波高と越波時の堤防前面の水位、波峰での表面水粒子速度との関係調べた。図-2は、越波時の堤防前面の天端から波峰までの水位 η の時間的变化を示した一例である。これによると、越波時の最高水位での上昇時間に対し下降時間は比較的長く、越波時の水位は時間的に非対称であることがわかった。また、実験範囲内の波高については、波高が大きいほど時間波形の波峰は鋭く、小さくなるも平滑になるようである。図-3は、波動運動に伴って越波した中立粒子の走時曲線の一例であり、縦軸の x は天端位置を原点とし、沖側を正として

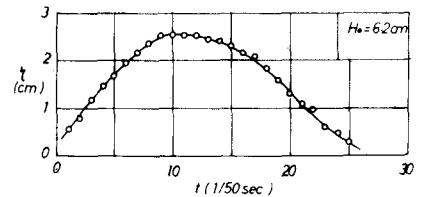


図-2 堤防前面水位の時間的变化

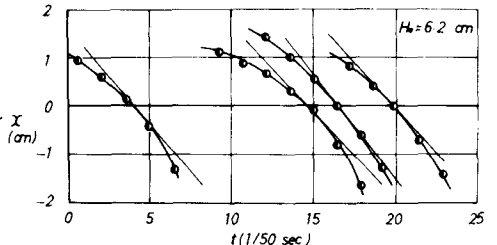
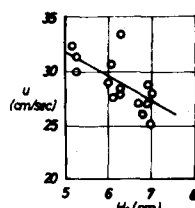
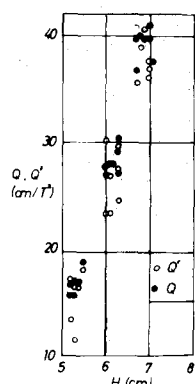
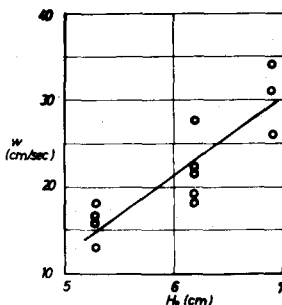


図-3 中立粒子の走時曲線

測定した距離である。この走時曲線は $x=0$ (堤防天端)で接線を描くと、その勾配が越浪時の天端での向岸方向の水粒子速度 u である。この向岸方向の水粒子速度は時間的にあまり変化しないようである。たとえば図-3の結果によれば、1浪が越浪する間に4個の粒子が天端を通過し、それらの向岸方向の流速は、越浪した順にそれぞれ 27.1 cm/sec , 28.1 cm/sec , 29.2 cm/sec および 29.5 cm/sec であり、時間によってあまり変化しないことがわかる。また、向岸方向の流速の鉛直分布は、粒子を所定



の位置に同時にしかも正確に投入できなかったため、詳細は不明であるが、以下の解析にはできるだけ表面近くの粒子を対象とした。図-4は、図-3の操作によって求めた流速と入射波高との関係を示したものであり、波高の増大とともに流速は減少している。一方、図-5は、図-2と同様な方法によって求めた越浪時の天端での鉛直方向の水粒子速度 w と入射波高との関係を示した。これによると、波高の増



大とともに鉛直方向の流速も増大し、この傾向は重複波理論の傾向とも一致している。図-4および図-5などの結果から、越浪量には堤防前面の水位と流速とが関

係し、さらに流速は、堤防前面の水位に起因するものと、波動運動そのものに起因するものとが考えられ、波高が小さく越浪量が少ないときは後者が卓越し、波高が大きく越浪量が多いときは前者が卓越するように考えられる。なお、 u および w の実験値のばらつきの主要な原因は、前述のように粒子の位置を正確に固定できなかったためである。図-6は越浪量と入射波高との関係を示したものである。図中、○印でプロットした値 Q' は、図-2に示したような u と向岸方向の流速 u との積(u^2)を1周期について積分したものである。この場合、水位の時間的な変化は簡単に求めるが、流速については困難であるが、これは前述したように時間

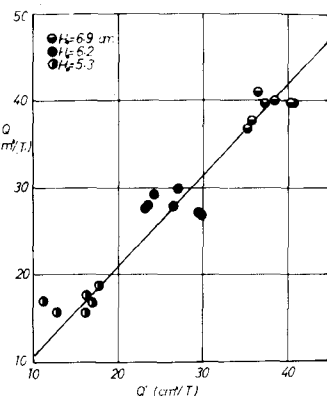


図-7 越浪量の比較

によってあまり変化しないため、ここでは越浪時の最高水位に近いときの向岸方向の流速を代表流速として、結局、式 $Q = u \int u dt$ によって求めることにした。なお、●印の Q は実際に直接測定した越浪量である。これによると、いずれの方法で求めた越浪量も波高の増大とともに増加している。この傾向は破散しない波越浪するときの大きな特性である。図-7は、直接測定した越浪量 Q と前式に示したように求めた越浪量 Q' との比較を示したものである。これによると、実測値 Q の方がわずかに多いようであるが、ほぼ両者は一致しているといえる。以上、ここで述べた実験条件のもとでの結果を提示することにしたが、今後は広範な実験条件で堤防前面の水位、流速を測定し、波動理論との比較も行なうという。最後に、この研究に際しご指導いただいた京大岩垣雄一教授、土屋義人教授、実験に助けた当時学部学生伊藤清三、福本利基の両君に謝意を表するとともに、この研究は文部省総合研究費による研究の一部であることを明記する。