

II-65

一次元水路における漂砂を伴う津波の水理特性

東北大学大学院 学生員 ○高瀬智壮
 東北大学工学部 正 員 高橋智幸
 東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1 はじめに

津波来襲にともなって大量の土砂移動が生ずることは、良く知られた事実である。数m以上の侵食・堆積が生ずることも珍しくない。こうした土砂移動は、遷移的な非定常運動の下に生ずることもあって、その推定には困難がつきまとう。ここでは、段波状に陸へ遡上しつつある津波先端部での土砂侵食と堆積とに注目した実験の一部を報告する。特に、土砂洗掘の原因となる津波先端部の流速についての考察を行なうものとする。

本研究では、津波を想定した段波を一次元水路に発生させ、その水理特性を明らかにする。また、得られた水理量から、シールズ数を算定し、津波と漂砂の関係を示す。

2 実験装置及び方法

実験装置を図-1に示す。水路床には移動砂粒径に等しい砂を貼り付けてある。水路の上流側に水を貯めておき、ゲートを急開して、段波を発生させた。ここで発生させた段波は、時間とともに波高や流速を変えながら進んでいく波である。そこで、波高及び流速の時間的・空間的变化を得るために、容量式波高計及び電磁流速計をゲートから110cm下流部を先頭に、10cm間隔で移動させ、18地点において測定した。

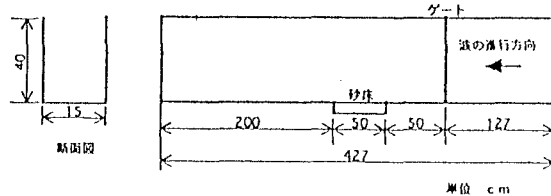


図-1 実験水路図

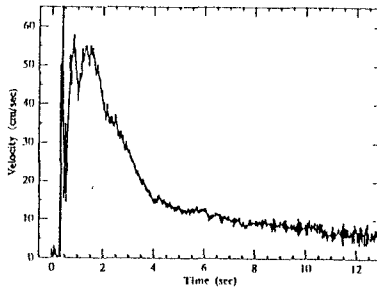


図-2 ゲートから150cmにおける流速測定値

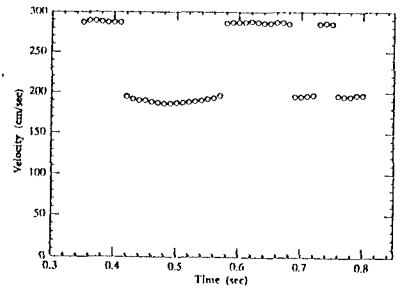


図-3 水塊を利用した先端部の推定流速

3 測定流速と局所フルード数

3.1 段波先端の流速推定

段波の先端部分では、水の運動は単純ではない。ここでは、フルード数は1を越え、背後の水が波の前面へ投げ出され、投げ出された水の落下により、水路底が激しく叩かれ、このため砂が激しく動かされるなど、平衡状態での砂の移動とは全く異なった現象の影響も考えられる。かなりの量の移動砂が、こうした水の動きと関連して発生する。したがって、先端での水理特性を明らかにすることが極めて重要である。

しかし、ここでの水理量は時間的・場所的に急変するため、測定が困難な部分でもある。図-2に流速の時間変化を示すが、流速計の応答が遅いこともあって、測定値は段波先端部で大きく振動し、正確な値を得ることは出来ていない。

したがって、先端部での水塊の移動速度を求めて、これを流速値として用いる。すなわち、ある時刻の空間波形において、その先端部に小水塊を設定する。つぎに、微小時間後の空間波形での、その小水塊の占める範

阻を求め、その移動距離から流速値を推定する。ただし、こうして求められた流速値は、設定する小水塊の大きさの関数となることに注意しなければならない。この論文では、水塊はゲートから150cmのところを基準にとり、それより下流側を水塊と設定し、ある時間より0.1秒後の波と比較している。この方法で求めた流速の例を図-3に示す。この図において、流速が0.1s程度で変動していることが判る。これは、先端部が常に形を保持しながらスムーズに移動していくとは限らないことと関連している。図-4のように、先端部の動きが底面摩擦の影響で遅くなり、背後の水塊が先端部の前方に投げ出されるように進む為である。しかし、このような場合でも、対象水塊の取り方を調節することにより、先端部での流速近似値を求めれことは可能である。

3.2 準等流部での推定流速と測定値

紙面の都合上、実験データは示せないが、図-2における5秒以降は準等流状態になっている。すなわち、図-5のように、水深と流速の関係をプロットしてみると、ちょうど、直線の屈折部の左側(水深4.5cm以下)が等流状態になっている。その上に、勾配を1/1400としたときのマンニングの平均流公式より求めた値をプロットしてみると、その0.6~0.7倍が準等流部での測定値となっていることがわかる。

3.3 フルード数の変化

図-6に波先端でのフルード数の時間変化を示す。波の先端近くでは、小水塊の移動を利用して推定した流速とその水塊の平均水深とを用いてフルード数を算定した。また、それ以外では流速と水深の測定値を用いた。波先端部の水深急変部ではフルード数が5程度から急変する流れとなっており、その後1以下の流れとなる。

4 流速の時間変化と砂移動について

砂移動に関係する掃流力の表現であるシールドズ数の時間的変化を推定してみた。その結果の一例が図-7である。フルード数と同様、先端部付近で急激に変化する。その値は、先端部通過から1s位の間に大きく変化し、その後はあまり変化しない。先端部での砂移動はこうしたシールドズ数の変化を考慮して、求める必要がある。その後については、通常の河川流での砂移動に近いものとしても良い近似になると思われる。

5 おわりに

津波の先端部のように、時間的・空間的に変化する流れの水理特性をとらえることは非常に難しい。しかし、ここでの砂移動がきわめて大きい可能性があるため、その解明なくしては、津波による砂移動を論ずることはできない。今後とも、様々な手段を通じて、こうした流れでの水理量を測定し、その結果を用いて砂移動の量的推定に結びつける事としたい。

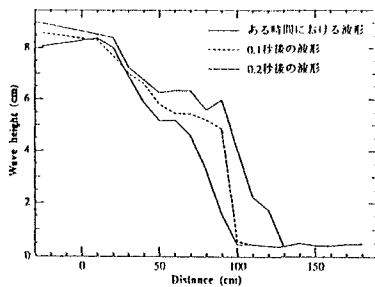


図-4 ある時間における波の移動

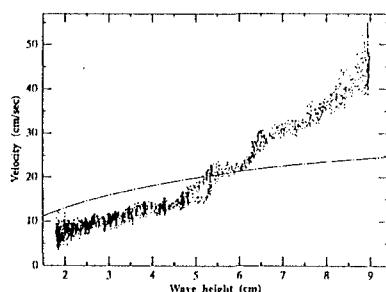


図-5 ゲートから150cm地点における波高と流速の関係

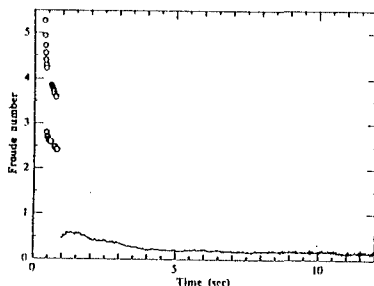


図-6 フルード数の時間的変化

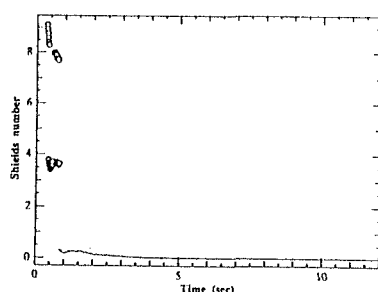


図-7 ゲートから150cm地点におけるシールドズ数の時間的変化