

東北大学工学部 学生員 佐藤雅之
東北大学工学部 正会員 首藤伸夫
東北大学大学院 学生員 後藤智明

1 まえがき

Swash zone すなわち波の打ち上げ帯における砂の移動は、一連の海浜過程のなかでも重要な問題の一つであろう。しかしながら、砂の移動に直接かわりをもつと思われる、汀線近傍における水の流れを適確に把握することは非常に困難である。これは、水が押し寄せたり引いたりする場所であり、底面が露出する期間があるため普通の波運動の式では取り扱いにくいためである。従って、遡上の評価の方法としては、水の無い面上を進む bore としての取り扱いが基本であると考えられる。そして、現象が一次元的であるとして良いならば、これは特性曲線法によって計算することができる。

本研究は、現地実測のデータと特性曲線法による数値計算を用いて、swash zone における波の遡上現象について検討を実施したものである。

2 現地観測と結果

現地観測は茨城県阿字ヶ浦海岸にある建設省土木研究所の漂砂観測桟橋を利用して、昭和53年1月12日に実施された。図-1に見るように、桟橋から北側に30m離れて桟橋に平行に4m毎に一のポール群を設置し、桟橋上に16mmメモーションカメラを据え、ポールを通過する波を撮影した。撮影間隔は0.2秒で12分(54波分)継続して撮影した。波高及び波の先端の位置のデータは、こま送り可能なプロジェクターを利用して読みとった。

図-2は水の無い海浜上を遡上して来る波の前面、いわゆる surging front の波高と波速の関係について調べたものである。観測結果は、Froude 数 1.0 から 2.0 に分布している。従って、従来 surging front の Froude 数を 2.0 とすると実験値をうまく説明できるという議論とは一致しない。

3 数値計算とその結果

ここでは、現地のデータを用いた数値計算をおこなうことにより、浅水波の方程式と bore のモデルでどの程度波の遡上について再現しうるかを論議する。

図-3に示す座標系において、浅水波の方程式は次式のようにあらわされる。

$$\left\{ \frac{\partial}{\partial t} + (u+c) \frac{\partial}{\partial x} \right\} (u+2c) = G \quad \text{--- (1)} \quad \left\{ \frac{\partial}{\partial t} + (u-c) \frac{\partial}{\partial x} \right\} (u-2c) = G \quad \text{--- (2)}$$

ここに $G = -gs - f(4/c)^2$ であり、 g は重力加速度、 s は斜面勾配、 f は底面摩擦係数である。

計算は定格子特性曲線法を用いた。計算の為の初期条件としては、 $x=0$ で計算領域全体が静水面を呈しているものとした。沖側の境界条件すなわち入力する波の諸元は A 点 (図-1) での波高データを用い、計算が容易なように、図-4の実線のようになめらかな波形としている。

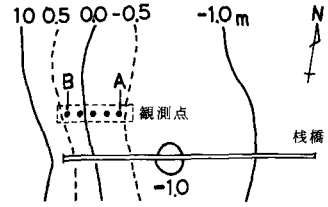


図-1 swash 地形

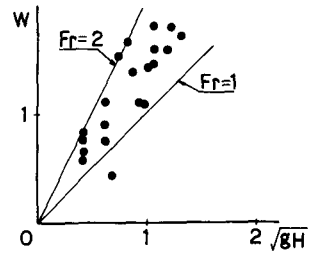


図-2 surging front の Froude 数

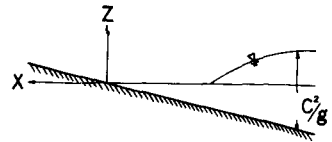


図-3 座標系

また、surging front としての条件は、① 観測結果から Froude 数 1.6 を使用—(RUN 1)、② Froude 数 2.0 を使用—(RUN 2)、③ Froude 数 1.0 を使用—(RUN 3) の三種類について実施した。

その他、諸定数としては A 点の水深を 0.4 m、斜面勾配 0.027、底面摩擦係数 0.0065 としている。

図-5 から図-7 は、B 点(図-1 参照)における実測結果と計算結果とを比較したものである。破線が実測結果であり、実線が計算結果である。

図-8 および図-9 は波の先端の位置と時間の関係を示している。これも破線が実測結果、実線が計算結果である。

図5から9を比較すると、実測結果の Froude 数よりも小さい 1.0 を用いた RUN 3 は、他のものに比べ不安定な波形になるようである。そして、逆に Froude 数を過大評価したものは、安定な波形を得ることがわかる。波の先端の速度については

本計算では実測値と約 10% 程度の相異が見られる。これは、本来なら無数に連続に來襲する波を単独波として取り扱ったことや、摩擦の評価、浸透性の影響によるものと考えられる。

4 結言

本研究では、波の遡上を取り扱う際に最も問題となる surging front での Froude 数について、現地観測結果及び特性曲線法による数値計算により検討してきたが、観測結果から Froude 数は 1.0 から 2.0 まで分布しており一定値にはならないこと、そして、数値計算においては Froude 数を過小評価すると結果が不安定になり易いことがわかった。そして、海浜の底面摩擦の評価、浸透性の効果など今後検討を要することも数多くあるが、swash zone の波の遡上を特性曲線法で取り扱える見通しがついた。

現地観測を実施するに当たって、建設省土木研究所橋本宏氏、宇多高明氏に御協力をいただいた。紙上を借りて感謝の意を表する。

参考文献

岩崎敏夫・密啓宏由：津波の汀線における水理特性と陸上遡上，第 17 回海講，1970

J.C. Freeman・B. LeMéhauté：Wave Breakers on a Beach and Surges on a Dry Bed, Proc. ASCE, Vol. 90, No. HY2, 1964

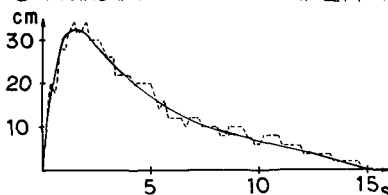


図-4 入力波形

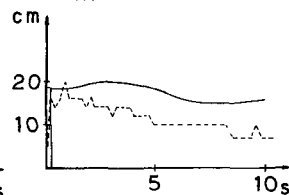


図-5 実測結果との比較 (RUN-1)

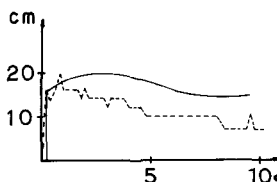


図-6 実測結果との比較 (RUN-2)

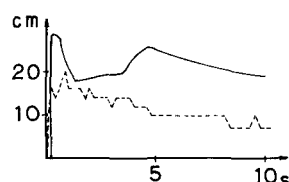


図-7 実測結果との比較 (RUN-3)

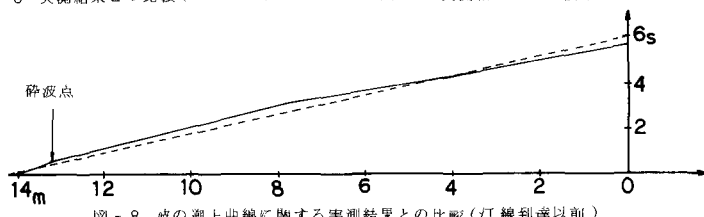


図-8 波の遡上曲線に関する実測結果との比較 (汀線到達以前)

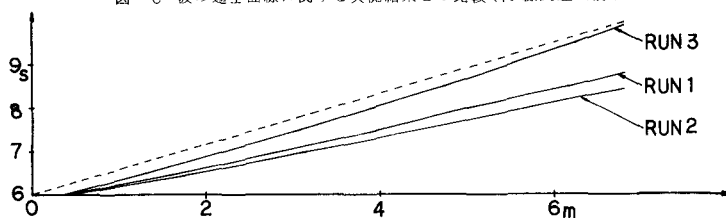


図-9 波の遡上曲線に関する実測結果との比較 (汀線到達以後)