

津波の陸上翹上に関する実験

東北大学大学院 学生員 ○荒井 唯
東北大学工学部 正 員 岩崎敏夫
東北大学工学部 正 員 真野 明

1. はじめに

津波の陸上翹上現象を明らかにすることは、津波災害を研究し、防災対策を考へるときの基礎となるものである。近年、津波の陸上翹上と扱った数値計算がいくつか提案され、そのモデルの精度についての評価も、計算翹上高と理論最大翹上高の比を考へるという形で、一次元について行われている¹⁾。さらに、平面二次元の水理実験と数値計算との比較も行われてきており²⁾、周期の長い波であれば数値実験はかなり良く水理現象を再現することがわかってきている。問題は短い周期の波についてであり、物理的には、砕波現象を含む領域である。本論文は、このような領域について、一次元の数値実験・水理実験と行って検討した結果と報告するものである。

2. 数値計算と理論解の比較

数値計算方法は、非線形浅水理論式を鉛直方向に積分した長波の方程式を基礎方程式とし、Leap-frog scheme を用いて解く。陸側での波先端での境界条件は、岩崎・真野の方法によった。計算条件を Fig. 1 に示す。

この計算法の精度については後藤・首藤³⁾が無次元パラメータ $\Delta X / \sqrt{gT^2}$ を用いて検討しており、これが 10^{-3} 以上で理論解との誤差が大きくなることを指摘している。本研究では、この領域を再検討し、これを非砕波と砕波に分類した。

Fig. 2 は、非砕波の場合であり、 $T = 480$ 秒、 $S = 1/100$ 、 $\Delta X = 50$ m の場合の空間波形と、最大翹上時と引き波時について、オイラー流の理論解と比較した。この結果、数値解析の誤差は先端の数メッシュに現われ、これはメッシュを細くすれば小さくなることが確認できる。また、参考のために、ラグランジュ流の理論解を破線で示した。この解は、先端ではオイラー流のものと一致するが、他では差異を示す。

Fig. 3 は、砕波する場合であり、 $T = 240$ 秒、 $S = 1/100$ 、 $\Delta X = 50$ m の場合の、第1波が翹上した後の30秒毎の空間波形である。第1波からのもどり流れと、第2波押波によって、波前面が急勾配となり、立ち上がり部分では格子間隔 ΔX の2倍の波長を持つ振動が起きていることがわかる。この振動は、可線直ぐで消えている。

ここで、数値解析における砕波(段波)の発生は、Fig. 4 に示すように、首藤の砕波限界³⁾で、きれいに分離できる。図中の△は、砕波を、○は非砕波を示し、L は外海波長である。

3. 水理実験と数値計算との比較

津波実験用大型平面水槽(15×50×0.9 m)を、Fig. 5 の様に仕切り、全長36.92 m、幅0.9 m、深さ0.9 mの水路とした。この水路の一端は、長周期波造波装置の吐出口に接続し、他端は、1/10、1/30 の一様勾配斜面とした。この斜面に対して、周期8秒と10秒の正

計算条件
格子長 ΔX : 25, 50, 100 m
初期水深 S : 1/50, 1/10, 1/100
入射波周期 T : 240, 360, 480, 600 sec
水中水深 h_0 : 50 m (固定)
入射波振幅 a : 1 m (一定)

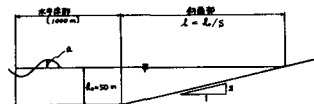


Fig. 1

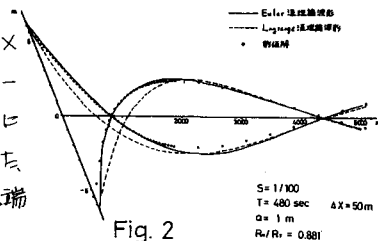


Fig. 2

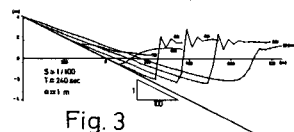


Fig. 3

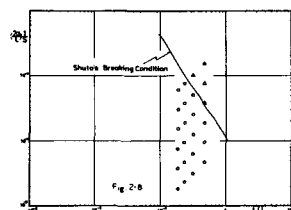


Fig. 4

Fig.5

Fig. 6

Fig.7は、斜面勾配1/10、入射波周期10秒の場合であり、Fig.7-1は各波高計位置での水位の時間変化を示している。実線が水理実験結果、破線が数値計算結果を示す。計算結果は、波高、位相ともに水理実験結果と良く合っている。Fig.7-2は崩上時の空間波形であり、各時刻で、水面形が少しづつ異なるが、概して水理現象と良くシミュレートしていると考えられる。

Fig. 8は、斜面勾配1/30、入射波周期10秒の場合であり、このケースでは、段波が起こっている。Fig. 8-1は時間波形であり、No. 6の波高計は、段波社の波を記録して、 $t = 61$ 秒で急な立上がりを示している。数値計算でもここでは、波形が急激に上昇していることを示している。Fig. 8-2は空間波形であり、水理実験の段波と数値計算がかなり良く再現しているといえる。

Fig. 9は、潮上高について、理論・水理実験・数値計算の三者を比較したものである。図で、実線は理論、○は水理実験、□は数値計算を示している。非碎波の場合良く一致するが、碎波すると、水理実験値は非常に小さくなる程度との傾向を示している。

4. おわりに

津波の陸上型上計算について検討を行ない、非破壊の場合には大理実験との比較からも、その有効性が示された。また、破壊後については、なお検討が必要であると考えられる。最後に、本研究を行うにあたり、東北大学工学部4年吉田行伸君より多大な3協力を得ました。また、本研究は昭和56年度科研費(代表者堀川清司教授)の補助を受けた。ここに記して感謝致します。〈参考文献〉1) 後藤・首藤: 27回海講, 2) 岩崎・真野: 西宮: 28回海講, 3) 首藤: Coastal Eng. in Japan, 1972.