

土塊の流入に伴う水位上昇に関する研究

鳥取大学工学部 正 員 道上正規  
鳥取大学地域共同研究センター 正 員 宮本邦明  
鳥取大学工学部 正 員 檜谷 治  
鳥取大学大学院 学生員 ○ 畦森雅樹

1. はじめに 海・湖やダムなどの水域の周辺で大規模な斜面崩壊が生じた場合、その土砂の水域への流入に伴い発生した津波が、沿岸や対岸の広範囲にわたり多大な被害を及ぼすことが予想される。これまで、崩壊等の土砂流入に伴う津波の特性に関する研究は、1次元水槽<sup>1)</sup>及び2次元水槽<sup>2)</sup>で検討がなされているが、特に2次元水槽では土塊流入速度が速い場合に対する検討が不十分である。そこで本研究では、大型2次元水槽を用いて津波の発達過程・伝播および減衰について実験的に検討するとともに、従来提案されている数値計算法<sup>3)</sup>の適用性に関して再検討する。

2. 実験方法および数値計算法 実験は図-1に示すような勾配30度・水路幅50cmの開水路とそれに接続する幅5m、長さ6m、深さ60cmの水槽を用いて、任意の場所から図-2に示す高さ20cm、底面100cm、幅50cmの土塊モデル（以下土塊）を落下させて行った。実験条件としては、水深 $h=40\text{cm}$ とし、土塊の先端角度、土塊の移動距離をそれぞれ変化させて行った。実験の測定は、高速ビデオカメラによって土塊の流入速度を測定し、波の発生・伝播状況を測定するため、容量式波高計、サーボ式水位計及びビデオカメラを用いた。また、数値計算法にはMacCormack法<sup>3)</sup>を採用し、基礎式には平面二次元浅水方程式を用いている。数値計算は実験の再現計算と、一般的な伝播・減衰特性を検討するため土塊を等速に流入させた場合について計算を行った。

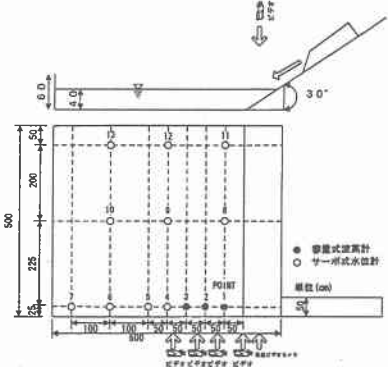


図-1 実験装置

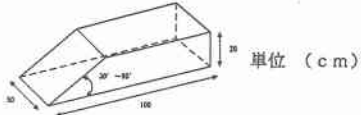


図-2 土塊の形状

3. 結果および考察 図-3は、実験における土塊落下終了地点から最大波高が生じる位置までの距離と流入速度 $V$ の関係を示したもので、横軸に $\sqrt{gh}/V$ の無次元変数をとっている。この図から土塊流入速度が速く、先端角度が緩やかになるほど最大波高が生じる位置が上流側に生じ、波の発達が急激であることがわかる。これは先端角度が緩やかな土塊が流入する場合は、水が土塊の流入方向と反対方向に乗り上げるためであると考えられる。また、縦軸に最大波高 $H_{\text{max}}$ を土塊厚 $D$ で無次元化したものを取り、最大波高と流入速度との関係を示したものが図-4である。この図から同じ流入速度では、先端角度が急になるほど最大波高が高くなる傾向がある。

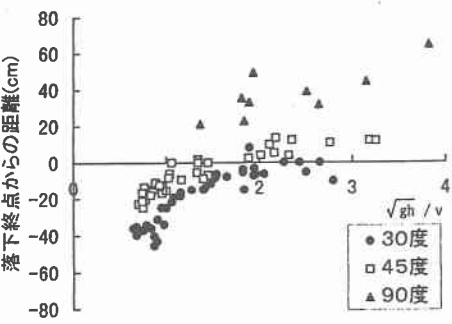


図-3 流入速度とピーク位置の関係

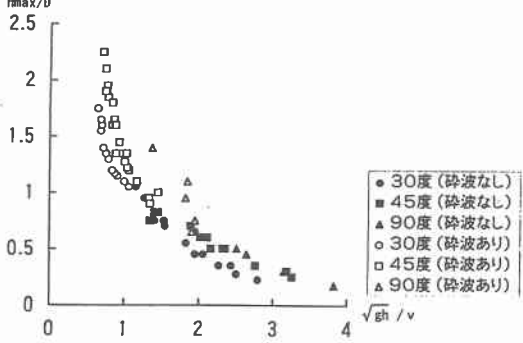


図-4 流入速度と最大波高の関係

また、流入速度が速くなるほど最大波高が高くなることが予測でき、従来の研究<sup>2)</sup>では最大波高の上限が土塊厚の1.8倍程度であったが、本研究で土塊の流入速度が速い場合、土塊厚の2倍以上の最大波高が生じることがわかった。

つぎに実験の再現計算の結果として水面形変動を図-5に、POINT1での時間的水位変動を図-6に示す。なお、これらの図は先端角度30度、平均流入速度  $V=1.55\text{m/s}$  水深  $h=0.4\text{m}$  の結果を示したものである。実験値と計算値を比較すると、最大波高や波形などの発達過程に関しては実験結果を再現できている。しかしながら、水位変動について見てみると、第一波が実験より発生時間がやや早く、波速が実験より速いことがわかり、また POINT1 では第一波の最大波高が高くなっている。

最後に、等速に土塊を流入させた数値計算結果について示す。図-7に最大波高と土塊の流入速度関係を示す。流入速度が  $\sqrt{gh}/V=0.7$  付近になると最大波高が低くなる。これは、流入速度が速くなると水が上流に乗り上げていくために、波の発達が押さえられると考えられる。実験結果について同様に示した図-4と比較すると、実験結果とほぼ同様な値をとっているが  $\sqrt{gh}/V=1.0$  以下になると、計算結果の方が最大波高が低くなり、適用範囲に限りがあると言える。また、縦軸に最大波高を土塊厚で割ったもの、横軸に最大波高の50%までに減衰する地点の原点からの距離  $S$  を水深で無次元化したものをとり、波の減衰状態を示したものが図-8である。実線は縦断方向、破線は横断方向を示している。この図から縦断方向については、最大波高が高いものほど減衰が激しく、最大波高の50%の波高が生じる位置が原点の近くにくることがわかる。横断方向については、流入速度が遅くなると減衰が遅くなるという傾向にあるものの、最大波高の50%の波高が生じる位置は水深の2倍の距離の地点に集中し、最大波高にあまり影響されないと言える。

**4. おわりに** 本研究では土塊の流入に伴う波の発達過程・伝播・減衰について検討を行ったが、波の特性に関係する基礎的な因子を特定できた。また、実験の再現計算においては波速がやや速く出るなどの問題はあるものの、ほぼ再現できていることがわかった。

**参考文献** 1) 道上ら：地すべりによる貯水池内の波の形成に関する研究，第47回中四，1995，pp.167-168，2) 道上ら：「閉鎖性水域での土砂流入による水位変動に関する研究」第48回中四，1996，pp.191-192，3) 道上ら：「バイオンダム災害の数値シミュレーション」，第47回中四，1995，pp.169-170

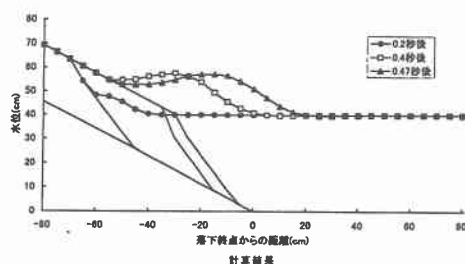
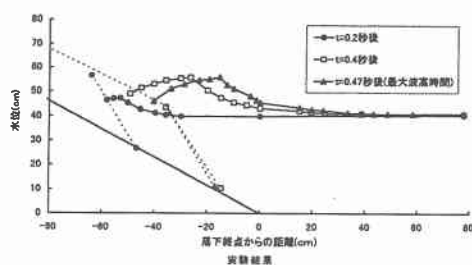


図-5 水面形変動

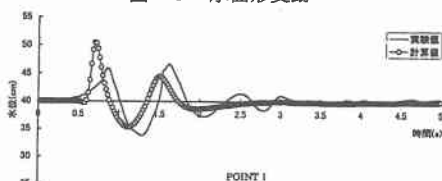


図-6 時間的水位変動

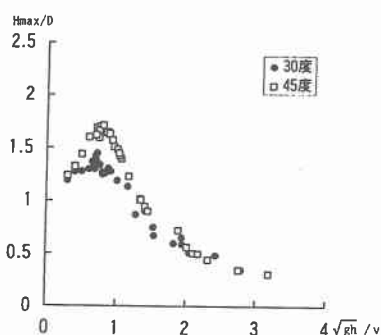


図-7 流入速度と最大波高の関係(計算値)

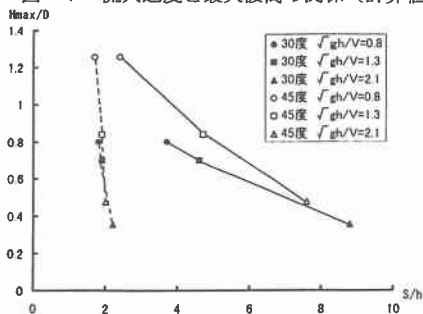


図-8 最大波高と減衰の関係