

京都大学工学部地球工学科	学生会員	○溝江	敦基
京都大学大学院工学研究科	正会員	後藤	仁志
京都大学大学院工学研究科	学生会員	五十里	洋行
京都大学大学院工学研究科	フェロー	酒井	哲郎

張り出し部を有するケーソン護岸が大規模地震によって傾斜した場合には、越波流量が増大することが予想されるが、その場合の越波に対する防護機能について系統的に研究された例はない。そこで、本研究では、複雑な形状の境界条件や水塊分裂に柔軟に対応でき、越波量の予測に対する適用性も確認されている^{1),2)} 粒子法を用いて越波過程をシミュレーションし、護岸堤体が大規模地震によって傾斜した場合の越波量への影響を検討する。

MPS 法とは粒子法の一つであり，自由表面流解析手法である．連続体は有限個の粒子の集合体として定義され，粒子は移動計算点として，**Lagrange** 的に流体運動が扱われる．基礎式中の微分演算は粒子間相互作用モデルを通じて行われる．

3.1 概要

始めに、傾斜していないケーソンの場合でシミュレーションを行い、越波が顕著な水位を求める。次に、その水位でケーソン護岸を傾斜させ、各傾斜角に対して越波量の比較を行う。

3.2 計算条件

対象計算領域を傾斜角 $\theta = 0^\circ$ を例に図 - 1 に示す．また傾斜した護岸についてはケーソンの沖側の脚部を回転中心としてケーソン護岸のみを傾斜させ、護岸の傾斜角は、 $\theta = 5$ 度、10 度、20 度の 3 ケース設定した．図 - 2 に傾斜した護岸における境界条件を示す．また現在の粒子法では、不規則波に対応した長時間の計算は計算機的能力上困難であるため、今回は一波について計算を実施し、不規則波条件で生じる護岸前面の水位の変化については、静水深を適宜調整することにより再現した．波浪条件は、波高 $H_{max} = 0.193(\text{m})$ 、周期 $T = 1.3(\text{s})$ である．

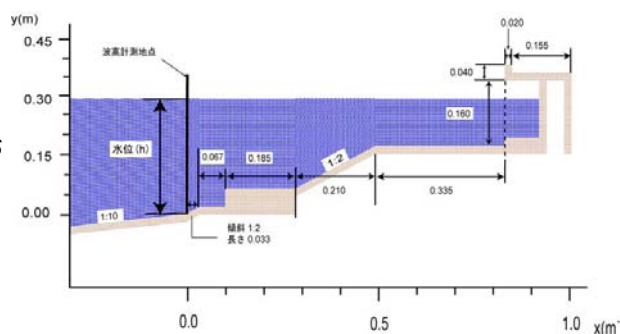


図-1 計算領域

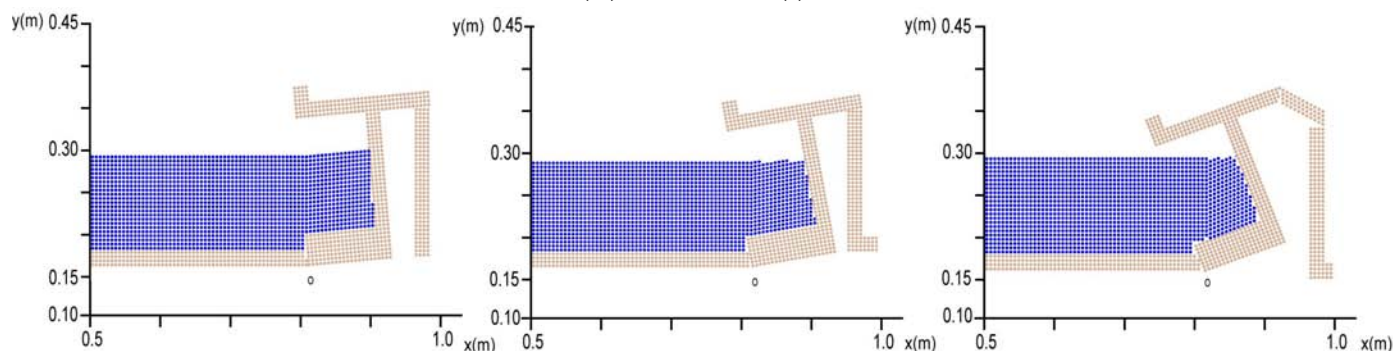


図-2 護岸の傾斜の様子 (左から傾斜角 $\theta=5$ 度, 10 度, 20 度)

3.3 計算結果

水位を段階的に上げ、越波が顕著な水位を求めた。水位が十分に低い場合には波は護岸の高さに対して十分低く入射し、護岸直前で砕波を起こしながら護岸に衝突する。その後、張り出し部に抑えつけられるようにして沖側に戻る。そして、水位を $h=0.285\text{m}$ まで上げると越波が顕著となった。この場合の瞬間像を図-3に示す。この場合も護岸直前で砕波は生じるが、波峰が張り出し部下端よりも高く、沖側の水位上昇が顕著となり、護岸が波を包み込むことができず、水塊は天端に乗り上げる。

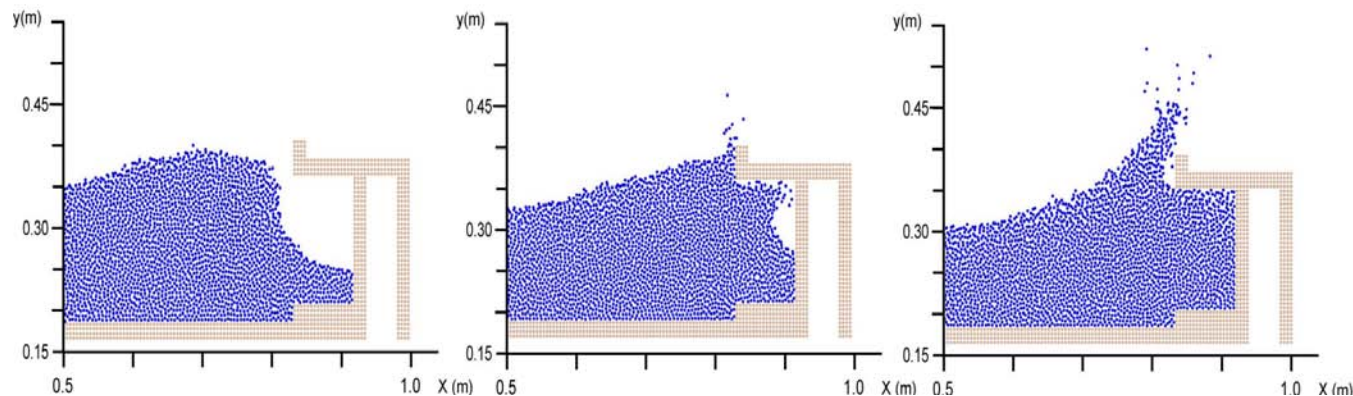


図-3 $h=0.285\text{m}$ の場合の連続瞬間像

この水位に固定し、護岸のみを傾斜させたシミュレーションを実施して観測された越波量を傾斜なしの場合と併せて図-4に示す。図-4には、天端沖側端に設置されたパラペットによって護岸の天端上に残留した残留越波水塊 Q_1 と、護岸を完全に越波して後背地まで達した越波量 Q_2 、及びその合計 Q_3 を併せて示す。傾斜角 $\theta=5$ 度では Q_2 が減少するという結果が得られた。 Q_2 が減少した原因は、護岸が傾斜した事により、天端部も平坦な構造から沖側に傾斜した構造となったことで、越波水塊の一部がこの傾斜を上りきれずに傾斜に沿って流下したためである。傾斜角 $\theta=10, 20$ 度でも同様の現象は起き護岸前面へ一部の越波水塊は流れ落ちてはいるが、それらの傾斜角では護岸前面のオーバーハング部の容量が大きく縮小するので、護岸が波を包み込むことが出来ず、 Q_2 は増加する。

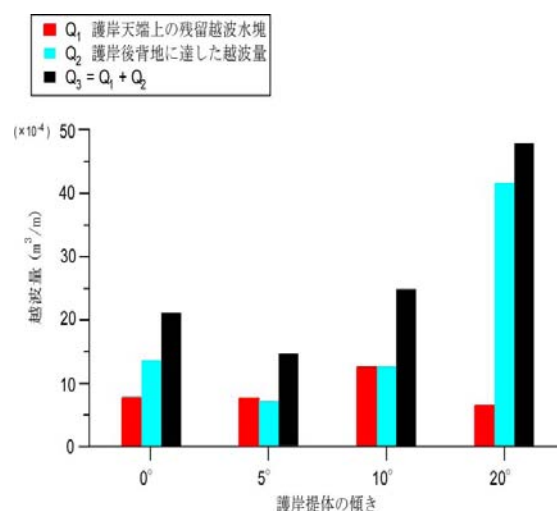


図-4 越波量

4. 結語

本研究では、MPS法を使って、張り出し部を有する護岸が大規模地震によって傾いた場合の、越波量への影響を検討した。結果として、護岸が傾斜してもそれに比例して越波量が増加するとは限らないことが分かった。それは護岸の傾斜に伴い、天端部も同様に沖側へ傾斜したため越波水塊の一部が傾斜に沿って流下し護岸前面へ流れ落ちるためである。今後の課題としては、今回は静水深を変える事で不規則波群が作用した場合に生じる護岸前面の水位変化を再現したが、より実現象に近い現象を扱うためには、実際に不規則波を作用させた場合の調査も必要になると考えられる。

5. 参考文献

- 1) 後藤仁志, 五十里洋行, 目見田哲, 安岡恒人, 望月貴文: 低天端護岸上部の大型排水路への越波過程に対する粒子法の適用性, 海岸工学論文集, 第53巻, pp701-705, 2006.
- 2) H.Gotoh, H.Ikari, T.Memita and T.Sakai : Lagrangian Particle Method for Simulation of Wave Overtopping on a Vertical Seawall, *Costal Eng. J.*, Vol.47, Nos.2 & 3, pp.157-181, 2005.
- 3) S.Koshizuka, H.Tamako and Y.Oka : A particle method for incompressible viscous flow with fluid fragmentation, *Comp. Fluid Dyn. J.*, Vol.4, No.1, pp29-46, 1995.