

津波中の遡上漂流物が建築物に与える衝突力に関する研究

A Study on Influence of a Drifting Body Washed onto a Apron for an Architecture in Tsunamis

○大河原靖徳², 増田 光一¹, 居駒 知樹¹*Yasunori Ohkawara², Koichi Masuda¹, Tomoki Ikoma¹

Abstract: This paper investigates Characteristic of Influence of Drifting Bodies Washed onto Apron for Architecture in Tsunamis. It applies the water tank test and A suitable MPS method for the analysis of a nonlinear phenomenon as a research method. The MPS method is a particle method, and a Lagrange technique for catching the current place by catching the movement of every the time of the particle arranged in the space. But, the accuracy verification has not been done as for three dimension MPS method yet, and there is a necessity of the accuracy validation. Therefore, it is assumed that the water tank experiment is compared with the result of the MPS method and accuracy is verified in the research now. In addition, make a study on Influence of the differ in form of architectural structure for collision force

1. 緒言

本報では、津波によって遡上した漂流物の建築物に対する衝突力及び推定法について述べる。既存の研究において、漂流物の衝突力に着目したものは幾つか見受けられるが実験的研究が多い。しかし、水槽実験では多くの費用がかかることや規模の制限といった問題があるため、数値シミュレーション手法の確立は重要といえる。増田^[2]は、2次元 MPS 法を用いて、漂流物の岸壁への乗り上がりについて水槽実験との比較を行い、その適用性を明確にした。しかしながら、水槽実験との比較による 3次元 MPS 法の適用性については検討されていない。そこで、本報では、岸壁上に乗り上がった津波漂流物の建築物に対する衝突力の推定法としての 3次元 MPS 法の適用性を明確にし、さらに建築物設置の差異による遡上漂流物の衝突力について 3次元 MPS 法により検討することを目的とする。

2. 水槽実験概要

水槽実験は日本大学理工学部が所有している 2次元水槽において行った。実験器具配置図を Fig.2.1 および Fig.2.2 に示す。模擬津波には孤立波を適用し、仮底上に長さ 2.0m、奥行き 0.59m、高さ 0.22m の岸壁模型を設置した。浮体模型は幅 0.23m、高さ 0.10m、奥行き 0.53m であり、喫水は 0.025m、質量は 2.5kg である。なお、浮体と水槽両側面の間には 0.06m 程度の隙間がある。浮体模型は離岸距離がない状態で設置し、建築物を模擬した固定模型は幅 0.23m、高さ 0.10m、奥行き 0.53m の直方体で、岸壁から 0.09m 程浮かせた状態で設置してある。建築物の前端部か

ら岸壁先端までの距離 x を 0.25m とした。計測項目は入射波高、漂流物の挙動および建築物に作用する衝突力である。入射波高は H1 の容量式波高計、浮体の挙動はビデオトラッカー、衝突力は F1 の検力計を用いて計測した。

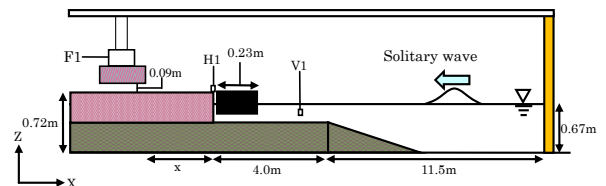


Fig.2.1 Experimental setup system (elevation)

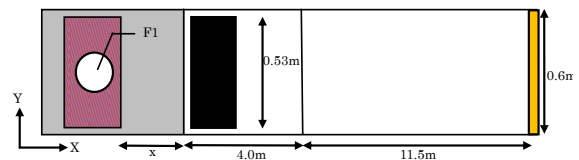


Fig.2.2 Experimental setup system (plan)

3. 数値計算概要

水槽実験に対応する 3次元 MPS 法による数値計算(Type-A)を実行し、さらに建築物の形状が衝突力に与える影響の検討を行うため入射波等は同条件とし、建築物模型を浮かさず岸壁上に設置した場合 (Type-B)についての数値計算を実行した。MPS 法での造波方法は Fig.2.1 の V1 で計測した水平流速データを時間積分し、ピストン式造波板の変位として与えることで造波した。なお、MPS 法での衝突力は下記の(1)式を用いて算出した。

$$F_c = \sum_{i=1}^N P_i \cdot \Delta S_i \quad (1)$$

1: 日大理工・教員・海建
*2: 日大理工・院(前)・海建

Department of Oceanic Architecture and Engineering/CST/Nihon University
Department of Oceanic Architecture and Engineering/CST/Nihon University

P_i は被衝突物の衝突面の粒子の圧力値であり、 ΔS_i は粒子間距離、 N は衝突面の粒子数である。本計算において総粒子数は 701,613 個である。また、既存の研究²⁾において 2 次元 MPS 法を用いて同様の計算を行った際は、空間解像度にあたる粒子間距離を 0.005m に設定したが、本研究では 3 次元への拡張による計算負荷の増大を考慮し、粒子間距離を 0.01m に設定した。

4. 結果および考察

水槽実験との比較により、3 次元 MPS 法で求めた衝突力の妥当性を検討する。Fig.4.1 は入射波高を比較したものである。このグラフを見ると、両者の入射波高が良好な一致を示していることが確認できる。また Fig.4.2, Fig.4.3 は漂流物が建築物へ衝突するまでの変位を水平方向と鉛直方向に分けて比較したグラフである。これらのグラフを見ると、漂流物が建築物へ衝突するまでの挙動が水槽実験と良好な一致を示していることが確認できる。また、Fig.4.4 は漂流物が建築物へ衝突したときの衝突力を時系列で比較したものである。衝突の瞬間を除いて良好な一致を示していることが確認できる。衝突の瞬間に差異はあるが、3 次元 MPS 法の結果は、衝突力を安全側に評価しているため、実用上問題ないといえる。本結果から 3 次元 MPS 法を用いて算出した衝突力の妥当性および有用性を検証することができた。さらに、Fig.4.4 は数値計算による Type-A と Type-B との津波遡上漂流物の衝突力の結果も示す。建築物模型を浮かせて設置した Type-A の衝突力が高い結果が得られた。このことから、Type-B では遡上漂流物が衝突する前に流体が衝突することで建築物模型からの反射波が衝突力に影響を与え低い値となったと考えられる。しかし流体力の作用から Type-A に比べ Type-B の方が建築物模型にかかる荷重の作用時間が長くなっていることから、建築物の耐力の検討を行う上では、建築物の形状を考慮し検討を行う必要があると考えられる。

5. 結言

本研究によって以下のような知見を得た。

- 1) 水槽実験との比較により、漂流物の衝突力推定における 3 次元 MPS 法の適用性を確認することができた。
- 2) 数値計算より Type-A と Type-B とでは遡上漂流物における衝突力では Type-A が大きくなったが、Type-B の方が流体力の作用の影響より津波荷重の作用時間が長い結果が得られた。

今後は、建築物に開口部を設けるといった、建築物の形状等を考慮し、また、沿岸市街地を想定したような現実的な問題への適用性も検討する必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導して頂いた増田光弘先生（東京海洋大学 助教）に深く感謝を申し上げます。

また、本論文を作成するにあたり、協力して頂いた伊藤雅文氏（研究当時 日本大学大学院生）に深く感謝を申し上げます。

参考文献

- [1] S. Koshizuka and Y. Oka, Moving-Particle Semi-implicit Method for Fragmentation of Incompressible Fluid, Nucl. Sci. Eng., 123, pp.421-434, 1996.
- [2] 増田光弘; 津波中の浮体挙動解析への粒子法の適用性に関する研究, 日本大学博士論文, 2009.

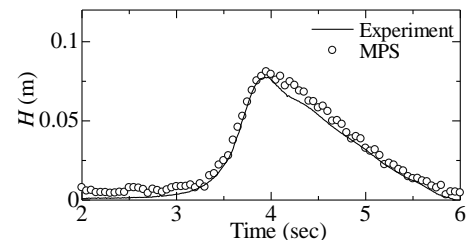


Fig.4.1 The comparison of incident wave

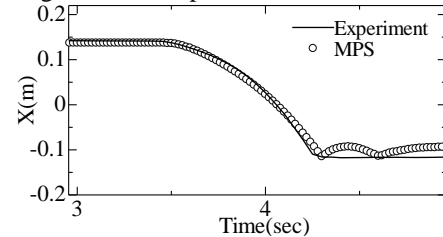


Fig.4.2 The comparison of horizontal displacement

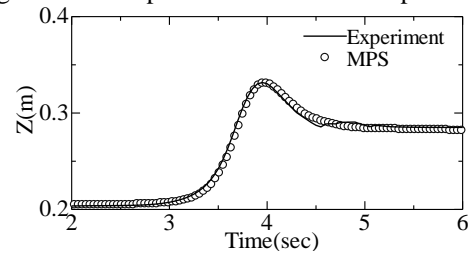


Fig.4.3 The comparison of vertical displacement

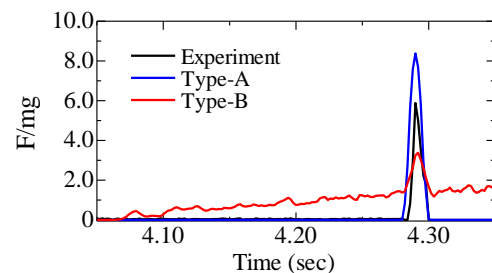


Fig.4.4 The comparison of collision force on the facility on apron by Tsunamis