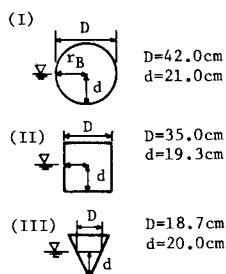


数値解析研究所(株) 正員 石本 浩二
愛媛大学工学部 正員 中村 孝平
日立造船(株) 正員 植本 大司

1. まえがき; 近年浮消波堤などに見られるように各種の物体形状と有する浮体構造物が建設されるようになってきている。しかしながら、このような構造物の天端高さも決定する上で不可欠となる物体まわりの遡上高については、構造物の安定性を検討する上からも重要となるにもかかわらず従来理論的にも実験的にも十分な検討が行われていない。このような観点から本研究は遡上現象の解明のための第1 stepとして各種の断面形状と有する2次元浮体を用いて回折波問題、すなわち浮体が固定された場合の物体まわりの遡上現象の実態について検討すると共に、著者らの一人が既に明らかにしているわざ出し分布法に基づく解析法により遡上高の算定を行い、実験結果との対応から解析法の妥当性を検証するものである。

2. 実験装置並びに実験方法; 実験は、愛媛大学工学部の高さ1.25m、幅1m、長さ28mの規則波造波水槽を用いて行った。この水槽の一端には、端部よりの反射波をなくすために砕石より成る消波工が設けられている。また堤体への入射波の精度良い測定が行えるように水槽を隔壁板によりほぼ二等分して、一方の本路に堤体と、もう一方の本路の堤体中心の真横に入射波の測定のための波高計を設置した。実験に用いた2次元物体の断面は、図-1に示す種類のもので、以下これを円形物体、三角形物体、矩形物体と称する。物体まわりの遡上高の測定は、物体の真横に設置したVTカメラにより水位変動を撮影し、その再生画面を解析することにより行った。この際、トレーサ法による流況の観測も同時に行っている。本実験に用いた波条件は、 $1/30$ 程度の模型比を想定して周期 T を1.2~2.4 secの範囲の7種類、波高 H をほぼ10cmとした。また設置水深は、円形物体の場合さきの関係より $R=71\text{cm}$ に、残りの2物体については $R=70\text{cm}$ に固定した。



3. 各物体まわりの遡上特性: (1) 各物体まわりの Run-up と Run-down の大きさ; 図-2より図-4は、物体の反射波側及び透過波側に測定されたそれぞの円形、図-1 物体モデル

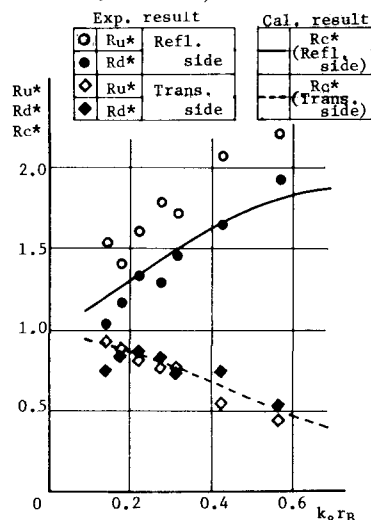


図-2 円形物体の Run-up, Run-down (実験値と算定値との比較)

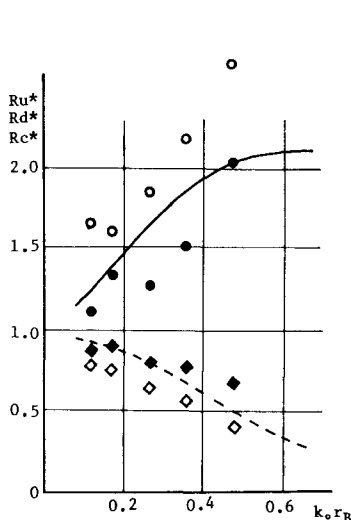


図-3 矩形物体の Run-up, Run-down (実験値と算定値との比較)

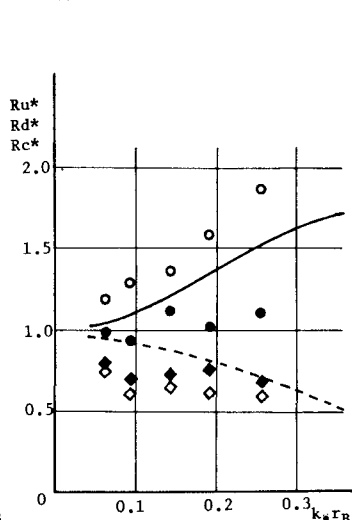


図-4 三角形物体の Run-up, Run-down (実験値と算定値との比較)

矩形, 三角形物体まわりの Run-up, Run-down の大きさを入射波の振幅 $H/2$ で無次元化して示すもので, 横軸には周期に関する無次元量 $k_0 b$ がとってある。ここに k_0 は波の波数で, b は静水面位置における物体幅の半分である。以下, 無次元化された Run-up, Run-down の大きさを各々 Ru^* , Rd^* と称する。これらの図から各物体共に $k_0 b$ の増大, すなわちより短周期波になるほど, 反射波の増大及び透過波の減少により Ru^* , Rd^* の両者は反射波側で増大し, 透過波側で減少する傾向が見られる。しかし三角形物体では, 反射波側の Rd^* に見られるように他の 2 物体とは多少異なる変動傾向を示すことや反射波側における Ru^* と Rd^* との差は全体的に見て物体の隅角部が鋭くなるほど大きくなることなども認められる。ii) わき出し分布法による算定結果との比較; 楔形理論によるわき出し分布法による各物体まわりの反射波側及び透過波側の遡上高の算定値と各々実験値, 点線を図-2 より図-4 に示す。この際 Rd^* は楔形理論によるものであるため Run-up と Run-down の大きさは同一となっている。a) 円形物体の場合; 図-2 に見られるように算定値 Rd^* の $k_0 b$ による変動特性は, 反射・透過波側共に実験値の Ru^* , Rd^* のそれと定性的にほぼ一致している。そして定量的にも反射波側の実験値 Rd^* が反射波側の算定値 Rd^* に比し 20% 程度大きくなる以外, 両者の対応は満足すべきものである。b) 矩形物体の場合; 図-3 に見られるように算定値 Rd^* の $k_0 b$ による変動特性は, 定性的に実験値とほぼ一致している。しかし定量的な一致は, 円形物体の場合に比較すると若干劣ることなどがわかる。c) 三角形物体の場合; 図-4 に見られるように算定値と実験値との対応は, 上記の 2 物体に比較すると十分でない。そして各物体まわりの Run-up, Run-down の実験値と算定値の差異は, 反射側の Run-up を除き, 断面形状が円形, 矩形, 三角形へと隅角部が鋭角になるほど増大する傾向のあることがわかる。そしてこの理由としては, 流況観測より確認された「円形物体の場合ほぼ完全な流れであること並びに隅角部が鋭角になるほど発生渦の規模が増大すること」などを考慮して遡上現象が渦により影響されていることが指摘される。

3. 遡上現象の時間的変動: 遡上現象に関するより詳しい検討を行うため, ここでは物体の反射・透過波側における遡上時間波形 ξ_R^* , ξ_T^* に着目すると共に物体に作用する波力を検討すると重要になると考えられる両者の差 $\Delta\xi^* = \xi_R^* - \xi_T^*$ に着目してみる。図-5, 図-6 は各々円形物体, 三角形物体についての ξ_R^* , ξ_T^* , $\Delta\xi^*$ の実験値と算定値との比較に関する代表例を示す。ここで ξ_R^* , ξ_T^* , $\Delta\xi^*$ は, 入射波の振幅中で無次元化してある。図-5 に見られるように円形物体の場合, 正弦曲線の算定値に比し, 実験曲線は ξ_R^* , ξ_T^* 共に山より谷への動きが速い波形となっているが, 両者の変動傾向は全体的にほぼ一致していることが認められる。そして $\Delta\xi^*$ の実験曲線は, 算定曲線に比し $\Delta\xi^* > 0$ となる時間が $\Delta\xi^* < 0$ となるそれに比し長くなっていることなどもわかる。一方三角形物体の場合, 円形物体に比し ξ_R^* の実験曲線は谷側における継続時間が長くなることや結果的に $\Delta\xi^*$ の実験曲線が算定曲線と異なった変動傾向を示すことなどがわかる。そしてこの ξ_R^* が谷側に長く留まる原因としては, ξ_R^* の谷位相時より反射波側で渦の形成・発生が見られ, ξ_R^* の上昇が渦により引き止められることによるものと推測される。

4. 結語: 以上の検討結果, 物体の反射波側における Run-up は, わき出し分布法による算定結果に比し大きくなることや隅角部の鋭い物体ほど遡上現象に関する実験値と算定値との差異は大きくなることなどが明らかとなった。

〈参考文献〉

- 1) 中村他, 「わき出し分布法を用いた 2 次元物体まわりの波変形と流体力の解析法」, 第 29 回海講演文集, PP.462~466, 1982.

図 5 円形物体の遡上時間波形 図 6 三角形物体の遡上時間波形