津波はん濫流中の構造物周りの流体特性および流体力に関する水理模型実験

岩手大学　学生会員　○三橋寛，正会員　小笠原敏記，堺茂樹

１．はじめに

津波が陸上に遡上した後，はん濫流として広範囲に渡り人的・物的被害を及ぼす．その流速の推定として，松冨・飯塚（1998）は沿岸津波諸元を基に簡易的な推定法を提案している．特に，構造物の前面浸水深 h_f および背面浸水深 h_r と津波打ち上げ高 R の関係より，フルード数 F_r をパラメータとして流速の推定を行っている．

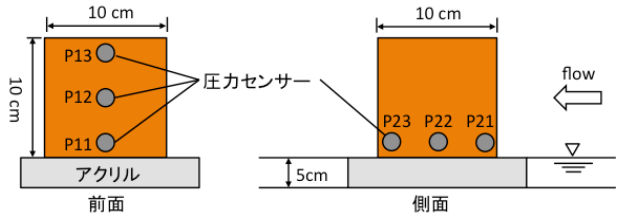
本研究では，循環式開水路を用いた水理模型実験より得られる構造物側面の浸水深および流速を基に，構造物周りの流体特性を明らかにすると共に，構造物側面の流速の推定の評価式を提案する．

２．実験の概要

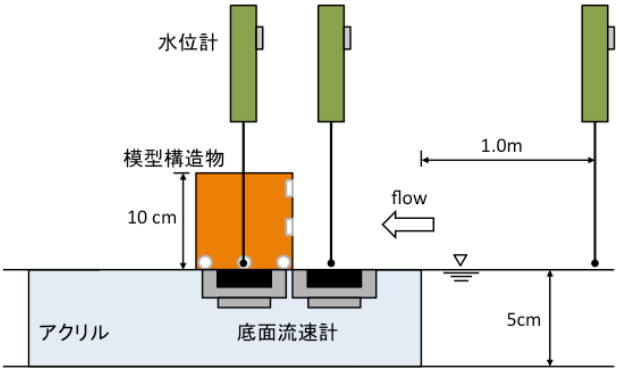
実験は，**写真－1** に示すような循環式開水路を用いて，準定常的な流れを発生させて行った．計測区間は，長さ 10m，高さ 0.8m，幅 1.0m である．開水路上流端から 3.0m の位置に高さ 5cm のアクリルの台を設置し，その上にウレタン樹脂による 1 辺 10cm の立方体の模型構造物を固定した．構造物前面および側面には，**図－1** に示すように圧力センサー（共和電業製，PS-D）を 6 ヵ所に埋め込んだ．前面の圧力センサーは構造物中央で鉛直方向に，側面は底面近傍で水平方向に等間隔とした．さらに，**図－2** に示すように水位計（ケネック製，SH-30）を構造物前面および側面近傍に設置すると共に，それらの底面に流速計（ケネック製，FMT2-80P）を設置した．また，入射水位 h_0 として，アクリル先端から 1.0m の位置に水位計を設置した．

実験は初期水位 5cm で開水路を満たし，アクリル天端を陸上域と見なして，構造物のない場合とある場合で実施した．構造物のない場合，浸水深と流速を計測し，構造物のある場合，浸水深，流速および圧力を計測した．アクリル天端からの水位を設定水位として，1.5cm から 11cm までの 13 通りの水位になるように準定常的な流れを発生させた．各設定水位に対して，30 秒間で 3 回の繰り返し計測を行った．

写真－1：循環式開水路



図–1：模型構造物の前面・側面の圧力計の位置



図–2：水位計および流速計の位置

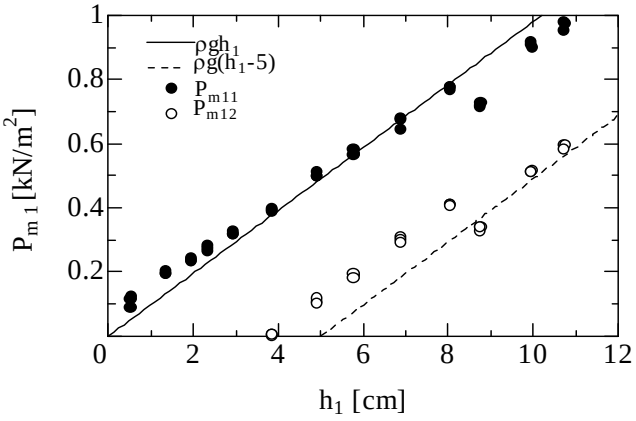
３．実験結果

(1) 構造物前面および側面の圧力

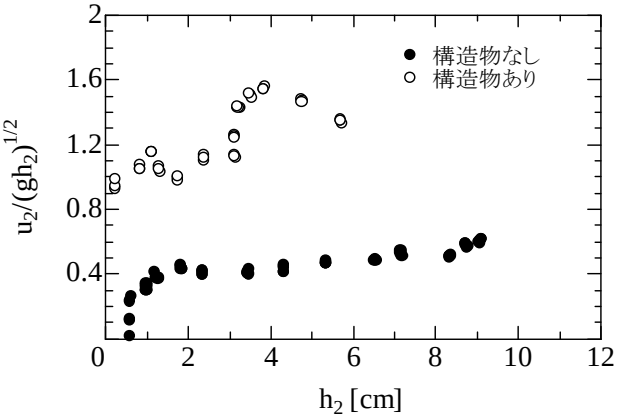
図–3 は，構造物前面の底面および中央の最大圧力 P_{m1} と浸水深 h_1 の関係を示す．なお，図中の実線および破線は各静水圧を表す．また，浸水深は 30 秒間

キーワード　津波氾濫流，水理模型実験，波力防

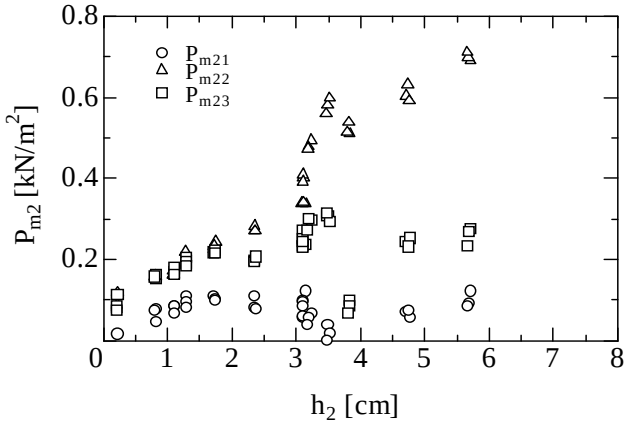
岩手県盛岡市上田 4-3-5　岩手大学工学部社会環境工学科・e-mail：togasa@iwate-u.ac.jp



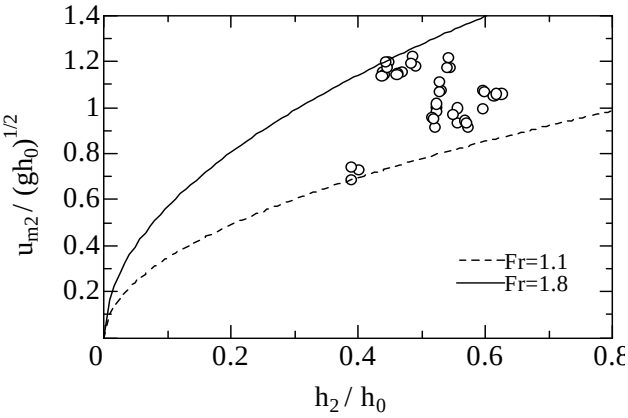
図－3：構造物前面に作用する最大圧力 P_{m1} と水位 h_1 の関係



図－5：構造物の有無による側面の流速 u_2 と水位 h_2 の関係



図－4：構造物側面に作用する最大圧力 P_{m2} と水位 h_2 の関係



図－6：構造物側面の最大流速と浸水深の関係

の平均値である．底面の圧力 P_{m11} および中央の圧力 P_{m12} の値は，浸水深の増大に伴い単調比例し，静水圧と概ね一致することがわかる．準定常的な流れが構造物に及ぼす力は静水圧で近似可能と考えられる．

図−4 は，構造物側面の各最大圧力 P_{m2} および浸水深 h_2 の関係を示す．構造物側面に作用する圧力は，中央（P_{m22}），後方（P_{m23}），前方（P_{m21}）の順で大きくなることがわかる．この要因として，流れが構造物前面に衝突後，側面に回り込むときに渦が発生し，側面前方では平均的に負圧となり，渦が衝突する側面中央では最大の力を受けるためと考えられる．また，P_{m22} の値は，浸水深 h_2 の増加に伴い大きくなるが，構造物の 1/3 を超える浸水深になると，静水圧よりも大きくなることがわかる．つまり，準定常的な流れが構造物に作用する場合，その前面よりも側面，特に渦により流れが強くなる部分で構造物に被害を及ぼす可能性があると言える．

(2) 構造物側面の流速

図−5 は，構造物側面の流速 u_2 と浸水深 h_2 の関係を示す．なお，長波の波速で無次元化し，構造物のない場合の流速を比較として示す．構造物側面の浸水深は，構造物のない場合に比べて低くなるが，その流速は大きくなる．さらに，流れの状態は浸水深の増加に伴い常流から射流へと遷移することがわかる．

図−6 は，構造物側面の最大流速と浸水深の関係を示す．なお，流速は入射水位 h_0 による長波の波速，浸水深は入射水位で無次元化した値を示す．危険側における最大流速と浸水深の関係は，

$$u_{m2}/\left(gh_0\right)^{0.5}=1.8\left(h_2/h_0\right) \qquad (1)$$

と表すことができる．このときの $Fr=u_{m2}/(gh_2)^{0.5}$ の値 1.8 は，松冨・飯塚（1998）の背面浸水深でまとめた値 2.0 に近い値となる．したがって，式（1）より建物側面の流速を推定することが可能と考えられる．

参考文献

松冨英夫・飯塚秀則(1998)：津波の陸上流速とその簡易推定法，海岸工学論文集，第 45巻，pp. 361−365.