

II-441

潜水型構造物周辺の海底地形変化の簡易予測

○ 玉野総合コンサルタント(株) 正 員 村上 宗隆
 名古屋大学工学部 横井 英二
 名古屋大学工学部 正 員 岩田 好一朗

1. はじめに 潜水構造物は、波浪制御機能の他に、着定式の構造物に比べて、下部遊水域による海水交換と水質の維持・大水深における施工性、といった利点を有している。また、静水面下に潜水させることにより、景観への配慮も可能である。潜水構造物周辺の海底地形に関する研究¹⁾は幾つかあるが、その予測手法については充分研究されていない。そこで本報告は、波が構造物天端で砕波する場合の潜水構造物周辺の流速場を水理実験により詳細に計測し、得られた流速場の特性より、海底地形変動量を予測する簡易手法について報告することとする。

2. 水理実験 水理実験は、名古屋大学の二次元鋼製造波水槽(長さ25m×幅0.70m×高さ0.95m)を用いて行った。静水深 h は50cmで一定に保ち、水路床は固定床とした。水槽の一端に設置したフラップ型造波機から2種類の規則波を発生させ、構造物として圧気型構造物²⁾と矩形構造物の2種類を用いた。今回の実験ケースは、過去の移動床実験で、特徴的な海底地形が形成されるケースである(表-1参照)。実験は、浮体模型の大きさ、設置位置を変え、計7種類のケースで行った。構造物は、アクリライト製で、ステンレス製のワイヤーロープで水路床と係留索のなす角度が45°となるように設置した。構造物の前後1.2mの領域をほぼ10cm間隔メッシュに分割して、各格子上の点毎で、水平・鉛直方向流速と水位変動を計測した。底面近傍(底面+1.5cm)は、メッシュを3.0cm間隔と小さくして、詳細に流速を計測した。計測した流速データは、計測機器数の制限による同時性が確保できなかったことや、実験精度を鑑みて、前後2点ずつによる計5点の移動平均値を用いて整理した。

3. 実験結果及び考察 圧気型浮体の場合³⁾は、形成される地形を大別すると、概ね4つのタイプに分類される。浮体の沖側に堆積するタイプとして、局所洗掘型及び全面侵食型、また、浮体の岸側に堆積するタイプとして、中央堆積Ⅰ型(沖側に堆積有り)及び中央堆積Ⅱ型(沖側に堆積無し)、の4つである。沖側に砂が堆積するタイプは、浮体を固定した場合と浮体の運動が非常に小さい場合に多く出現した。そして浮体の運動が大きくなるにつれて、岸側に堆積する量が増加し、最終的に岸側に堆積するタイプの地形が多く現れるようになる。

紙面の制約の関係で図示できないが、計測した全てのケースにおいて、構造物天端で岸向き、構造物下部で沖向きに卓越した循環流が確認された。構造物背後の岸向き流速は、天端水深が小さいほど、また構造物下部の沖向き流速は、実験の範囲内で、遊水域が小さいほど速くなる傾向が見受けられた³⁾。

実験によって得られた流速と海底地形の相関について、最大流速(V_{max})と平均流速($\bar{V}$)に分けて考察を行った。図-1に、各測点の最大流速の大きさ(V_{max})と、初期移動限界流速(U_{bi} :式(1))、全面移動限界流速(U_{bc} :式(2))の関係の一例を示した。なお本報では、 $h = h_i = h_c$ として計算している。

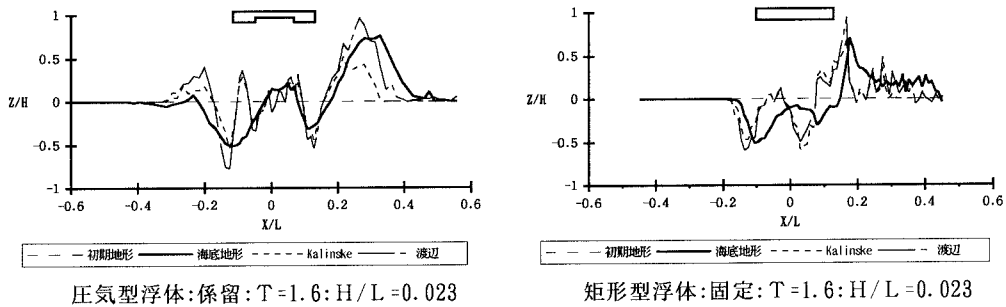
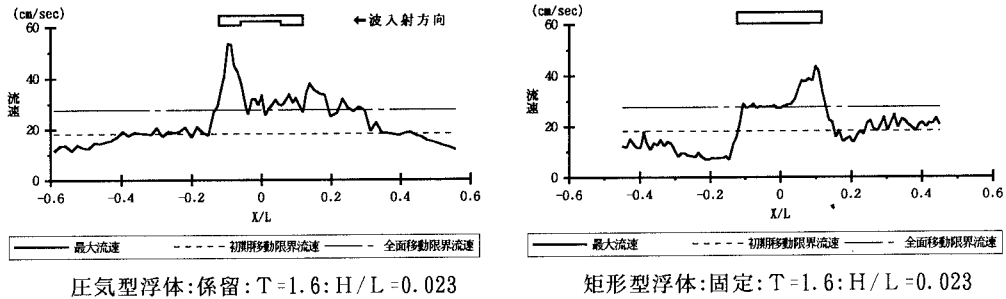
$$U_{bi} = \left[\frac{\pi H}{T} \right] \left[\sinh \frac{2\pi h_i}{L} \right]^{-1} ; \left[\frac{H_0}{L_0} \right] = 0.171 \left[\frac{d}{L_0} \right]^{1/4} \left[\sinh \frac{2\pi h_i}{L} \right] \left[\frac{H_0}{H} \right] \quad (1)$$

$$U_{bc} = \left[\frac{\pi H}{T} \right] \left[\sinh \frac{2\pi h_c}{L} \right]^{-1} ; \left[\frac{H_0}{L_0} \right] = 0.565 \left[\frac{d}{L_0} \right]^{1/3} \left[\sinh \frac{2\pi h_c}{L} \right] \left[\frac{H_0}{H} \right] \quad (2)$$

(H_0, L_0 :換算沖波波高と波長; d :砂の中央粒径; H, L :水深 $h (=50\text{cm})$ での波高と波長)

定性的な傾向としては、構造物を固定したときは沖側端部で、係留した場合には岸側端部で最大値をとることがわかる。また、最大流速が、全面移動限界流速を越える地点で侵食が生じ、初期移動限界流速に満たない地点で堆積が生じている傾向がある。

最大流速が全面移動限界流速を越える地点で生じた漂砂が、平均流速($\bar{V}$)によって移動すると考えると、海底地形は、平均流速により支配されると考えられる。本研究では、平均流速は浮体下部に於いて常時冲向



きであること、また砂は浮遊状態でなく、全て掃流状態で移動していることを実験で確認しているため、漂砂量の表示式としては、Kalinske-Brown型の式(式(3))と渡辺の式(式(4))の2種類の式を用いた。

$$\frac{qB}{u_* d} = f \left[u_*^2 \left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right) g d \right] \quad (3)$$

$$\Phi = 7 (\phi_m - \phi_c) \phi_m^{1/2} \quad ; \quad \Phi = \frac{q_{net}}{w_o d} \quad \phi_m = \frac{f_w u_{bm}^2}{2 \rho_s d g} \quad (4)$$

$\left[\begin{array}{l} u_*: \text{摩擦速度}(=\bar{V}): f: \text{Kalinskeの係数}, \rho_s: \text{底質の密度}, \rho: \text{水の密度}, \phi_m: \text{最大底面せん断力に対するShield数} \\ \phi_c: \text{移動限界に対するShield数}, f_w: \text{Jonssonの波の摩擦係数}, u_{bm}: \text{底面での波の進行方向の流速振幅}(=\bar{V}) \end{array} \right]$

各メッシュ毎の、両端の単位時間漂砂量の差を侵食・堆積量として、これに作用時間を乗じて海底地形を計算した。海底地形の計算値と実験値と比較したものが、図-2である。a)の場合、流速がパルス的に変動している付近($x/L=0.1$)を除けば、計算値は中央堆積1型の地形を良く表している。これは、相隣り合う平均流速の値の増減が微小で、かつ、変化量の増減が急変するところがあるため、地形変化の計算値が急に大きくなったものと考えられる。また、b)では、堆積・侵食のピークの位置が若干ずれるものの、構造物の両端が侵食され、沖側に堆積を生じる全面侵食型の地形を計算値は良く表現している事がわかる。侵食・堆積を生じる箇所、その堆積量が正確に再現できない要因として、①固定床で計測された流速が、作用時間内続くと仮定しており、地形変化による流速の変化を加味していないこと、②計算上、水平方向流速しか考慮していないことなどが挙げられる。

4. おわりに 本報告では、下部に透水域を持つ潜水構造物下部周辺の地形変化を予測する簡易手法について検討を加えてきたが、更に精度の高い予測手法について今後検討を加えていく所存である。

5. 参考文献 1)金: 圧気型構造物による波の変形および波による構造物の動的応答に関する基礎的研究, 名古屋大学学位論文, 1993 2)金・他: 没水浮体周辺の海底地形変動, 第44回年次学術講演会, 1988 3)岩田・他: 潜水圧気型構造物周辺の流速場と海浜地形に関する研究, 第41回海岸工学論文集, 1994