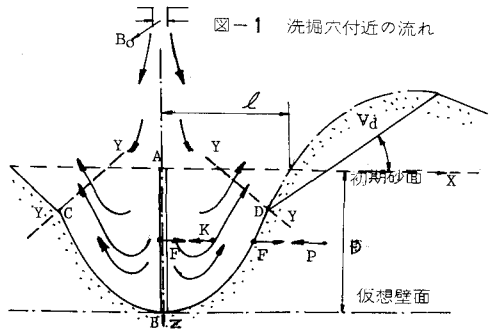


西日本工業大学 正員 赤司 信義
山口大学 正員 奇曜 隆

ダムや橋等の水理構造物の安定を図るためには構造物下流部における局所洗掘現象を解明せねばならない。こうした構造物からの落下水による洗掘を単純化すれば自由落下水による場合ともぐり噴流による場合に分けられるが、ここではともぐり噴流による場合を取り扱う。局所洗掘現象に因しては古くから研究されているが未だ現象の統一的説明はなされていない。局所洗掘は各断面を通過する砂土の移動量の場所的变化によるもので砂土の移動は非平衡状態であり、洗掘の進行に伴って流れが変化しそれによって洗掘が進行していくのでこれを同時に考慮する事が必要である。従来の研究では洗掘の進行に伴う流れの変化は考慮されていない。

本文では洗掘の進行に伴う流れの変化を大胆な仮定であるが洗掘穴付近の曲面上の流線を平板に流う流れとして近似することと評価し、洗掘後期における洗掘形状がほぼ相似であることを洗掘穴において安息角以上の砂面勾配がみられるとい、大実験事実に基づき埋めもどしのモデルを設定したものである。

著者らはこれまで平板へ衝突した壁面に沿う噴流流れに対し境界内速度分布則を提案しその妥当性を検証してきた。その結果得られた抵抗則ならびに流れの特性を前述の仮定に従い、洗掘の進行に伴う流れの特性の変化として河床変動の連続の式に導入したものである。流砂式としては Einstein の砂移動モデルによる非平衡状態のものを使用し、砂粒の平均移動距離は粒径の 100 倍とした。又砂粒の移動確率を平衡状態のものに近似し、平衡状態の流砂式としては Karinski-Brown 形を用い、指数 n は 1.8, K は 0.0 を使用した。

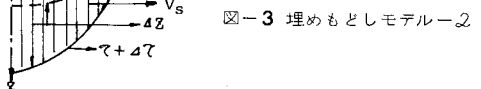
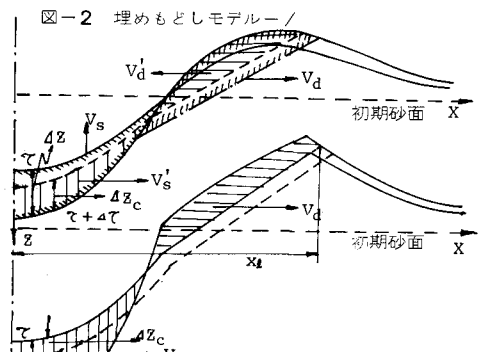


洗掘の進行に伴う流れの変化のモデル化；取り扱いは図-1に示す。図-1は洗掘穴付近の流れの状態を示している。モデルとしては洗掘穴付近の流れを最大洗掘深部の位置の仮想平板壁面に沿う流れとして近似したものである。流れの変化を導入して洗掘量に因する First Order を把握するという観点にたてばこうした流れのモデル化を行ってもよしつかえないと考える。平板に衝突した後の壁面噴流流れの抵抗則、最大流速の変化をここに示しておく。

$$C_x = K_1 \left(\frac{x}{B_0} \right)^{K_2}, \quad K_1 = 0.142 \left(\frac{k_s}{B_0} \right)^{0.397}, \quad K_2 = -0.384 \left(\frac{k_s}{B_0} \right)^{0.126}$$

$$\begin{aligned} \frac{U_m}{U_0} &= (0.95 + 0.2 \alpha \frac{x}{A}) \cdot \frac{U_0}{U_0} \quad \text{for } 0 < \alpha \frac{x}{A} < 0.25 \\ &= U_i / U_0 \quad \text{for } 0.25 < \alpha \frac{x}{A} < 0.5 \\ &= \sqrt{0.9 / (\alpha \frac{x}{A} + 0.4)} \cdot \frac{U_i}{U_0} \quad \text{for } 0.5 < \alpha \frac{x}{A} \\ \frac{U_i}{U_0} &= \sqrt{7.2 / (\frac{A}{B_0} \pi + 2)} \end{aligned}$$

埋めもどしモデル；洗掘が進行すると図-1の様に洗掘穴部において安息角以上の砂面勾配が現われる。この現象は流れの向きが変わる事によって生じる力と砂面圧合力とのバランスによって起こると考えられる。流れによって物体に働く力を考えるため洗掘穴の流れを左半分と右半分に分けて図に隔壁ABがあると考えると、左側の流れによって物体ABC



は右方何の力 F を受けると考えられる。この力は右側の流体の受ける力となり、その反作用として右側の物体におこえる力が生じる。右側の流れについても同様、左側の物体に何の力が生じる。釣合い位置の算定は検査面位置から砂の水中安息角で砂堆部を切り取り、水中安息角と地表面勾配として、Rankin 土圧公式を用いて土圧合力を評価し、検査面位置から流出る運動量を $\rho U_m \delta_0 \cos \theta$ (δ_0 は $4m/2$ の位置までの流れの幅) として流れによって何の力を評価して行ったものである。図-1 の Y-Y の検査面位置で砂堆部を実線の如く切り取り、状態から流れによって受ける力 F と土圧合力 P が釣り合っているとすれば、砂堆部切り取り量 V_d がうめどとされると考えられる。このうめどとしモデルを図-2 に示す。うめどとし量 V_d が $(V_s' + V_d')$ と等しくなるように収束させたもので、その近似としては t で時刻における洗掘量 V_s 、うめどとし量 V_d 、洗掘深 z とすると z のうち $z_0 = 4z \cdot V_d / (V_s + V_d)$ がうめどとしで $t + \Delta t$ 時刻の洗掘形状は図-2 の実線の様になる。力の釣合によりうめどとしが生じた後は図-3 の様に別のうめどとしモデルを設定した。図-3 は、 t でにおける洗掘量を V_s 、砂堆部頂上流側の斜線部の堆積量 V_d として、 $t + \Delta t$ 時刻には $z_0 = (V_s - V_d) / X_d$ だけ洗掘深に変化があったとして図-3 の実線のように行った。又その時刻の釣合位置から下流側の流砂量 Q として計算を行った。

実験結果と計算結果を比較したのが図-5, 6, 7 である。いずれも定性的には満足のか結果が得られている。

