

水たまり下流部の洗掘

山口大学
協和コンサルタント
山口 景

正 奇藤 隆
。玄場 康政
小田 定良

著者らは、一昨年水門下流部の洗掘穴内の流れを湾曲噴流ならびに散落境界面に再接触後形成される壁面噴流に近似すること、洗掘の進行に伴う流れ特性の変化を非平衡状態での砂移動にもとづく流動関数と河床変動の基礎式に導入し、水門下流部の洗掘過程を解析し実験結果をかなりよく説明することに成功した。

本文は水門水たまり下流部の洗掘過程を壁面噴流、エプロン下流散落面に再接触する湾曲噴流と再接触後形成される壁面噴流流れで洗掘穴内の流れを近似して洗掘過程を解析したものである。

昨年、水たまり下流部散落部の流れについて発表（昭和53年中四半期）しているが、その概要のみを図-1に示す。再接触位置（ X_r ）、減速領域となる位置（ X_e ）は昨年明らかにしているが、再接触後の流れは主として複雑な流れであるため、加速領域と定速領域の境界位置（ X_s ）は実験結果から決め難い。加速領域と定速領域の範囲を共に定めて（ $X_s = (X_r + X_e)/2$ ）として散落境界面の局所抵抗係数を計算した結果と平均流速分布から逆算した実験結果とを比較したものが図-2である。

水たまり下流部の洗掘は、その洗掘段階から水門下流部の洗掘と同様に初期・中期・後期洗掘に分けることができ、後述する各期の流れ特性ならびに砂移動モデルを非平衡状態での砂移動にもとづく河床変動の基礎式に導入して洗掘過程を解析した。

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = \frac{K}{1+\lambda} \frac{d}{L} \left\{ \bar{Q}_{ex} - \bar{Q}_{in} \exp\left(-\frac{B_0}{L}\right) - \frac{B_0}{L} \bar{Q}_{ex} \exp\left(-\frac{B_0}{L}\right) \right\}$$

$$\zeta = \frac{z}{B_0}, \quad \bar{Q} = \frac{Q}{B_0}, \quad \tau = \left(\frac{U_0}{\rho g d} \right)^{m-1} \frac{U_0}{B_0}, \quad L = \lambda d$$

$$\bar{Q}_{ex} = \left\{ \frac{(U_0)^2 (U_0)^2}{(U_0)^2 \sin \theta + U_0 \cos \theta} \right\}^{1/m} \left\{ 1 - \frac{U_0^2}{U_0^2} \right\}$$

初期洗掘：河床変動量が小さく、流れは粗面に沿って拡散する壁面噴流とみなす。 $X/B_0 = 0$ 点での洗掘が $z/B_0 = 0.5$ までとし、実験の結果から計算形状で $z/B_0 \geq 0.25$ の範囲での洗掘深さは $z/B_0 = 0.25$ であるものとした。

図-1

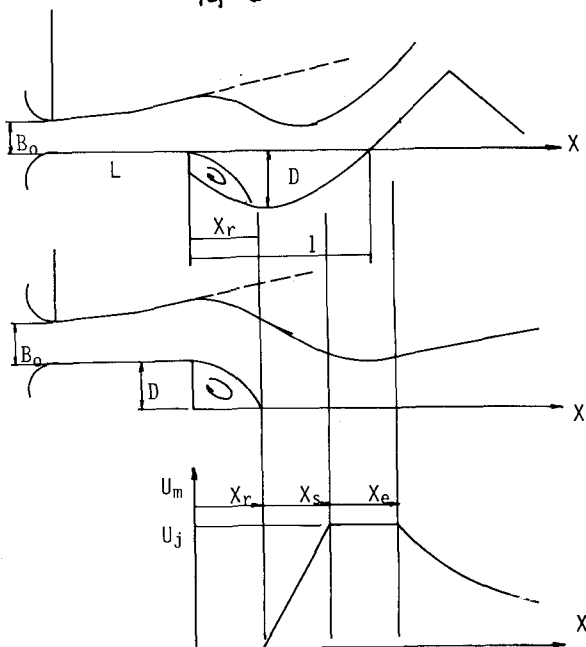
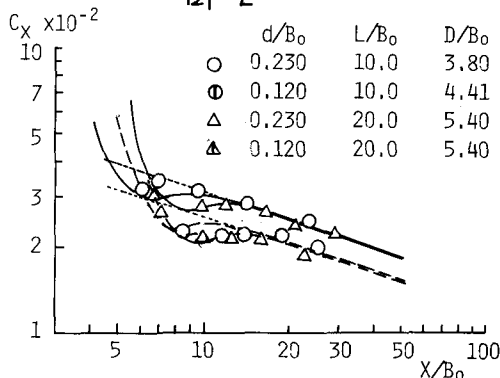


図-2



中期洗掻: 洗掻穴内の流れは、図-1に示してあるように、最大洗掻深さDと同じ大きさの水たまり下流終落境界面に再接触する舌曲噴流と再接触後形成される壁面噴流に近似し、計算を簡略化するため洗掻砂面に沿う局所抵抗係数を図-2に実線で示した値に近似した。なお、加速流域における最大流速の増加は図-1に示してあるように直線的であるものとした。洗掻砂面上に凸出する曲線を呈する穴で流れが剥離しているの、洗掻砂面の最大勾配奥からその下流で最大勾配より10°緩い勾配となる奥までの間で流れが剥離し、その間を移動しはじめる砂量は直線的に減少するものとした。

後期洗掻: 洗掻穴内の流れは中期洗掻のものと同じであるが、△で岡の厚変動量が零となる奥で流れが剥離するものとし、洗掻穴下流側斜面は岡的的に崩落し、平均的に水中安息角以上にはならないものとした。岡的崩落による洗掻穴の埋めもどしは洗掻穴下流側斜面の勾配が水中安息角より小さい範囲では洗掻量に比例し、その下流は水中安息角をなすものとし、同時に砂量の連続の条件は満足する。

以上の方法によって解析した結果と実験結果とを比較したものが図-3, 4, 5では両者は量的にもよく一致している。これらの図のみでは明らかではないが、水たまりが長くなるほど後期洗掻に達するまでの無次元時間 τ は大きくなり、 $L/B_0 = 40$ の場合、 $\tau = 5 \times 10^3$ 程度で後期洗掻になるようである。

図-3

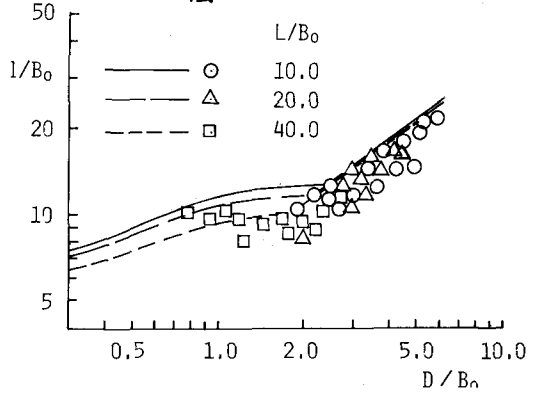


図-4

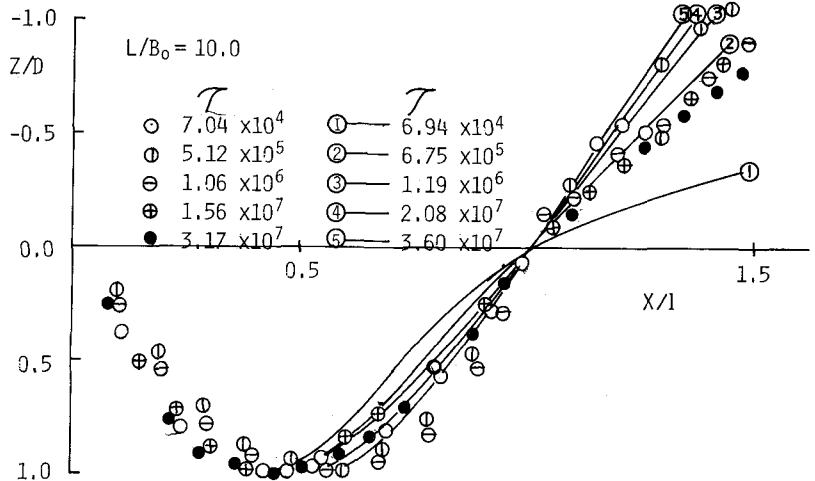


図-5

