

II-113 水面突入流れによる河床衝突流特性

西日本工業大学 正○赤司 信義  
 西日本工業大学 正 石川 誠  
 山口大学工学部 正 斎藤 隆

1. はじめに 水深が十分に深い静水池に落下水脈が突入する時、気泡は一定の深さで停滞する。実際に見られる現象においては、この停滞深さよりも浅い位置に河床が存在することが多く、気泡の浮力効果によって流速が減勢されるといっても少なからぬ影響を河床に及ぼす。本研究では、こうした状態を対象にして流れの特性値、特に最大流速や流れの幅の変化を混入空気量と関係づけて実験的に明らかにしようとするものである。なお、実験装置や方法は前報と同じである。

2. 実験結果とその検討 図1は流れの概略を示したものである。気泡停滞深さよりも浅い位置に河床が存在するため、気泡の流動状況はかなり水平方向におし拡げられている。実験結果をみる前に前報で求められた突入流れの拡散特性を次式の形で示しておく。

$$u_{m*} = (u_1^2 / f_0 g b_1)^{1/3} \cdot u_m / u_1 \quad f_{m*} = (u_1^2 / f_0 g b_1)^{1/3} \cdot f_m / f_1 \quad (1)$$

$$y_{w*} = (u_1^2 / f_0 g b_1)^{-2/3} \cdot y_w / b_1 \quad x_* = (u_1^2 / f_0 g b_1)^{-2/3} \cdot x / b_1$$

水流の連行係数  $\alpha = 0.065$ 、ポイド分布係数  $\lambda = 1.5$  とした時のこれらの特性値に関する解析結果を前報に基づいて示したものが図2である。実験値との比較を容易にするため図2に示される関係を次の近似式（図2中の点線）で示しておく。

$$u_{m*} = 2.1 (x_*^{-1/2} - x_*^3), \quad y_{w*} = 1.7 (x_* + x_*^6), \quad \delta_{0*} / y_{w*} = 0.693 \quad (2)$$

（河床衝突前の流れの特性）

図3は、(1)式の表示に基づいて河床衝突前の流れの特性を示したものである。図3中の実線は図2のそれぞれの理論線を示している。各特性値とも、ばらつきはあるものの、ほぼ理論値と合致して、 $\alpha=0.065$

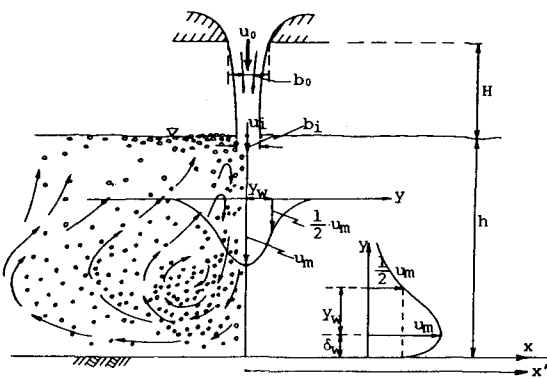


図1 流れの概略

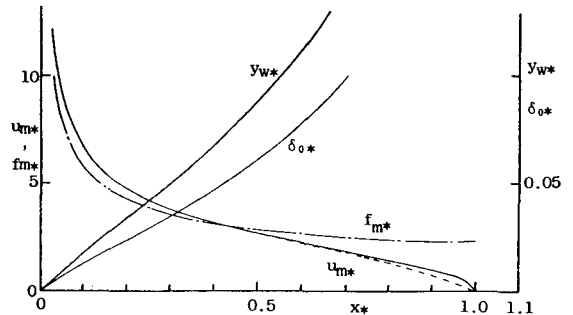


図2 流れの特性値の解析結果

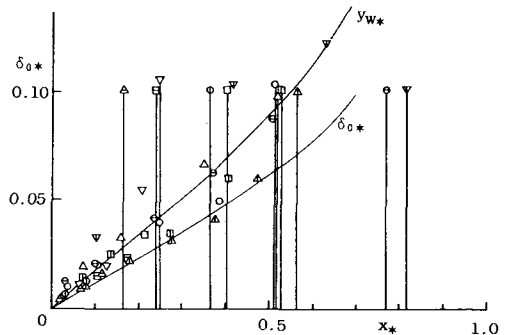
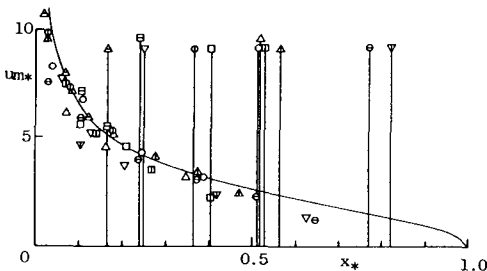


図3 河床衝突前の流れの特性

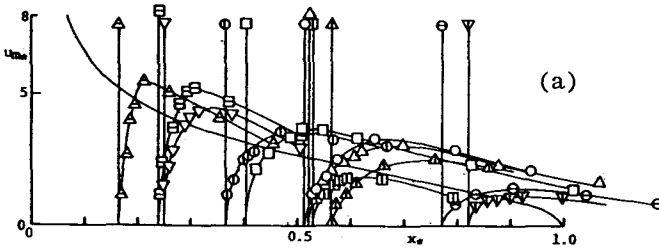


図4 河床衝突後の最大流速の変化

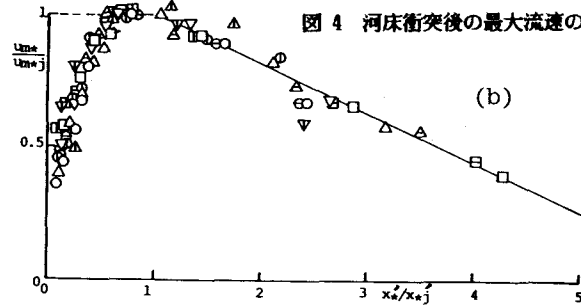


図5 最大流速のピーク値

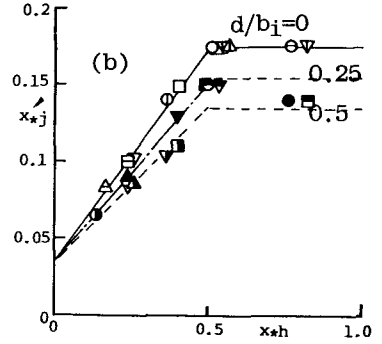
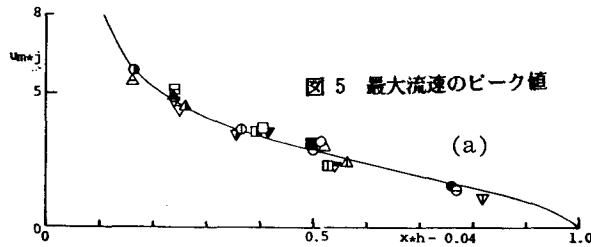


図5-b 衝突領域の長さ

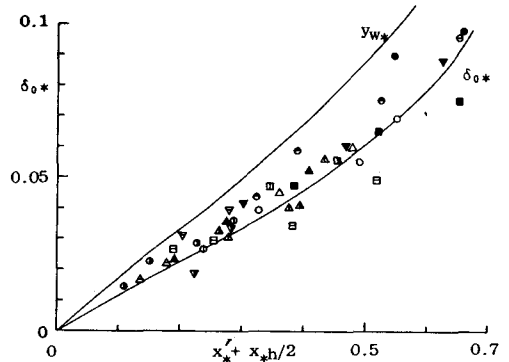


図7 河床衝突後の流れの幅

$\lambda = 1.5$ とすることで大略の傾向を説明できることが分る。

(河床衝突後の流れの特性)

図4は河床衝突後の河床に垂直な断面内の最大流速を流過距離  $x^*$  に対して示したもので、図中の記号付きの垂直な実線はそれぞれのデータの衝突点位置を示している。図中の□データについてみると、衝突点より急激に最大流速が増大しある位置(衝突点よりこの位置までを衝突域と呼ぶ)でピーク値に達し、その後流速は減少している。衝突点よりピーク値までの衝突域の長さを  $x_{*j}'$ 、 $U_{m*}$  のピーク値を  $U_{m*j}$  とし各データよりそれらの値を読み取り、最大流速の変化を規格化したものが図4-bである。ばらつきはあるもののほぼ一曲线で示されることが分る。図4-bの結果は次のような実験式として示される

$$\begin{aligned} U_{m*}/U_{m*j} &= 1 + (x_{*j}'/x_{*j}' - 1)^3 \quad \text{for } x_{*j}'/x_{*j}' < 1 \\ U_{m*}/U_{m*j} &= 1 - 0.74/4 \cdot (x_{*j}'/x_{*j}' - 1) \quad \text{for } x_{*j}'/x_{*j}' > 1 \end{aligned} \quad (3)$$

ここに  $x^*$  は衝突点を原点とする水平な軸である。図5-a, bは図4-bの規格化に用いた  $x_{*j}'$ 、 $U_{m*j}$  を示していて、それぞれ実験式として次式のように示される。

$$U_{m*j} = 2.1 \cdot ((x_{*h} - 0.04)^{-0.5} - (x_{*h} - 0.04)^3) \quad (4)$$

$$x_{*j}' = 0.175 \quad \text{for } x_{*h} > 0.5, \quad x_{*j}' = 0.28 \cdot x_{*h} + 0.035 \quad \text{for } x_{*h} < 0.5 \quad (5)$$

図5-bのデータの平均線を示す実線は壁面砂粒径  $d/b_1 = 0, 0.25, 0.5$  のデータを示していて、壁面粗度によって衝突域の範囲が変化することがよく表されている。次に図7は河床衝突後の流れの代表幅  $\delta_0$  ( $1/2$ 最大流速幅)を  $x_{*j}' + x_{*jh}/2$  に対して示したもので、ばらつきはあるがほぼ一曲线で表されることが分る。実験式として示せば次式となる。

$$\delta_{0*} = 1.7 \cdot 0.693 \cdot (x_{*j}' + x_{*jh}/2 + (x_{*j}' + x_{*jh}/2)^6) \quad (6)$$

### 3. おわりに

今後、本研究で明らかにされた水面突入流れによる河床衝突後の流れの特性を示す実験式を基にして壁面抵抗係数を検討していきたい。

参考文献) 前報; 第41回(1986)全国大会年次講演会概要集: 水面突入流れによる混入空気量と気泡停滞深さ