

水圧をき下流段落部の流れについて

山口大学 正 亀田 芳 清
三谷 建設 " 寺岡 建 治
山口大学 + 斎 藤 隆

水門、カルバートなどの下流部における洗掘を防止する目的で水圧をき設けられるが、これらの水理構造物自体の性能および河道維持に障害をきたさない限度であれば、水圧をき下流部の洗掘は容認される。しかしながら、洗掘を量的に精度よく予測できることが必要の前提条件となる。局所洗掘は洗掘の進行とそれに伴う流れ特性の変化とが密接に関連した複雑な現象であるが、水門下流部の洗掘において噴出流の洗掘方向への湾曲が洗掘の進行に重要な役割をもつことを前報で明らかにした。水圧をき下流部の洗掘においても同様に洗掘方向への流れの湾曲が重要な役割をもつと考えられるので、境界条件を単純化して水圧をき下流に段落を設け、段落床面に沿う流れの特性について実験的に検討を行なった。

実験に用いた水槽は巾20cm、深さ20cm、長さ5mの両面有床ガラス張りの鉄枠製のものである。水圧をきは厚さ10mm、長さ $l=5, 10, 20$ cmの3種類のアノリル樹脂板である。水圧をきおよび段落床面の粗度として用いた砂は中央粒径が0.13, 0.25mmのほぼ均一な砂である。

流速の測定には内径1.9mm、外径2.2mmのステンレス管の先端を厚さ0.2mmの矩形断面に研磨仕上げしたもので製作したピトー管を用いた。

実験は噴出厚 $B_0=1.07$ cm、噴出流速 $U_0 \approx 200$ cm/sとし、噴出孔中心から段落床面までの距離を $D/B_0=2.35 \sim 6.1$ と変え、水圧をき長さおよび粗度を各3通りに対して行なった。

図-2は水圧をき下流端より湾曲し段落床面に衝突後形成される流れの速度分布の一例である。衝突直後の流れはきわめて複雑な流速分布をしているが、壁面近傍の流れは加速されて最大流速は下流ほど床面に近くなっている。 $x=20 \sim 30$ cmで最大流速の値があまり変化せず、その下流で最大流速が減少し狭義の壁面噴流と同様な速度分布となっている。境界層外縁の流速の変化状況から、再接触後の流れは加速流域、定速流域なると減速流域に分けることができ、図-3は定速流域より下流における最大流速の変化をプロットしたものである。減速流域における最大流速の逆数は $x^{1/2}$ で減少している。

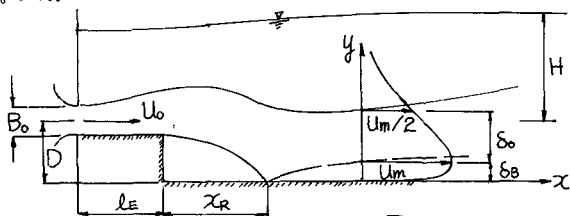


図-1

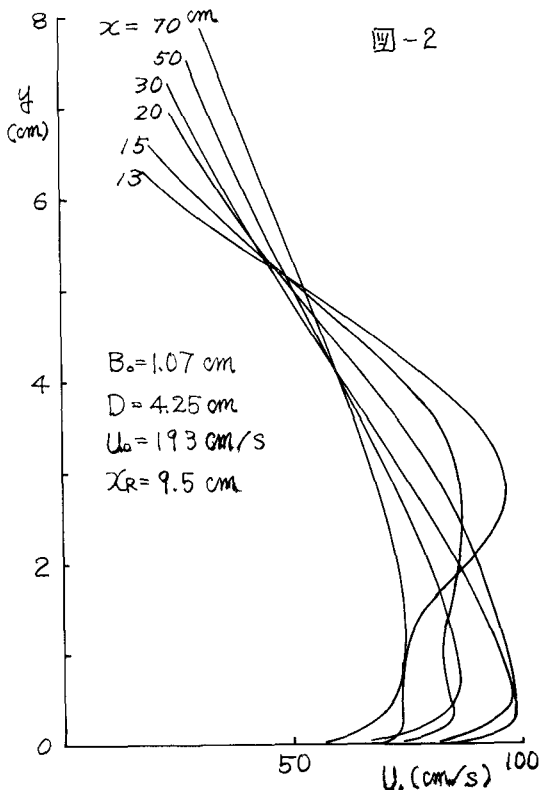


図-2

湾曲噴流による壁面噴流の最大流速の変化と比較して、本式を長による修正項を k_3 として実験式化すると次式となる。

$$\frac{U_m}{U_0} = K_{u1} \cdot K_{u2} \cdot K_{u3} \sqrt{15.4 / \left(\frac{x}{B_0} + 5.9 \right)} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} K_{u1} &= 12.4 / \left(\frac{D}{B_0} + 1.9 \right)^{1/8} \\ K_{u2} &= A \left(\frac{d}{B_0} \right)^{1/4} / \left(\left(\frac{d}{B_0} \right)^2 + 0.005 \right) \\ A &= 0.176 \log \left(\frac{D}{B_0} \right) + 0.553 \\ K_{u3} &= \left\{ 0.011 \sqrt{\frac{x}{B_0}} \left(\frac{D}{B_0} - 0.5 \right) + 0.1 \right\}^{-1} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

図-4は定流速域における最大流速 U_m/U_0 を D/B_0 に対してプロットしたものである。湾曲噴流による壁面噴流の U_m/U_0 を基準として d/B_0 による変化を実験式化すると次式となる。

$$\frac{U_m}{U_0} = \sqrt{\frac{A+0.5}{A+D/B_0}} \quad (3)$$

$$A = 10^{-0.128 \frac{D}{B_0} + 0.417} + 0.39 \quad (4)$$

図-5は主流部流れの代表す法面の流下距離による変化をプロットしたもので、図の実線は湾曲噴流による壁面噴流の拡散についての実験式である。

$$\frac{\delta_0}{B_0} = 0.068 \left(\frac{x}{B_0} + 5 K_{\delta 1} + K_{\delta 2} + K_{\delta 3} \right) \quad (5)$$

$$\left. \begin{aligned} K_{\delta 1} &= 1.5 \left\{ \frac{(D+0.5)^2}{(D+0.5)^2 + 0.001} \right\} \\ K_{\delta 2} &= 7.5 \left\{ 2 \frac{(D)^2}{(D+0.5)^2 + 0.001} - 1.0 \right\} \\ &\quad \times \left\{ 2 \frac{(D)^2}{(D+0.5)^2 + 0.001} - 1.0 \right\} \\ K_{\delta 3} &= \sqrt{(229 \frac{D}{B_0} + 46.4) \frac{D}{B_0}} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

図-6は段落床面に色染を流して測定した流下距離の大きさと、図には湾曲噴流の段落境界面への再接触位置とも記入してある。実験値の平均値は湾曲噴流の再接触位置の実験範囲の大きさといふところにあるが、全体的にはほぼ一致しているとみてよい。

定速流域と減速流域との境界位置は式(1)と式(3)の流速の等しくなる点として与えられる。

加速流域と定速流域との境界は速度分布が複雑なものでより詳細な速度分布の測定によるなければならない。

