

II-15 水門下流部の洗掘について (I)

山口大学 正員 斎藤 隆
和泉組 ○坂本 修
日邦工設 松下 浩二

水門下流の水深が浅い場合、水門下流部の洗掘深が下流水深の約1/3程度になると、水門よりの噴出流は洗掘面方向に湾曲していたのが突然水表面方向に湾曲方向を変え、その結果生ずる洗掘面上の逆流によって洗掘穴は埋めもどす水、約7割程度洗掘深が埋めもどす水と再び噴出流は洗掘穴の方へ湾曲する。以前この現象について実験を行ない発表したのであるが、その際の実験水槽は長さ1.3mと短く実験的に制約があった。今回は長さ5mの水槽に約3mの移動底部を設け、下流水深を系統的に変化して実験を行った。

噴出流の湾曲方向が変化する直前の洗掘形状はその時の最大洗掘深および洗掘穴長さを基準長とすると、前報と同じく、湾曲方向が上向きになる直前に下向きになる直前とも実験条件の違いに因縁なくそれぞれ一曲线でほぼ表わすことが可能である。湾曲方向が変化する直前の洗掘形状を規定する2つの代表長のそれぞれとの関係を図示したものが図-1、2である。代表値に付いている添字u、lはそれぞれ上向きより下向きに、下向きより上向きになる直前のものであることを示す。両図より洗掘形状を規定するいずれかの状態の基準長を知れば他方は線形関係で知ることが出来る。

周期的洗掘が始まり噴出流が偏向する幾何学的条件は前報で報告したものと全く同じであるが、今回は実験時間が長く洗掘穴の長さが大きくなったことより固定床の状態により近すぎ、特に下流水深 H/B_0 が7程度以下であると洗掘深に較べ洗掘長が大きく固定床の結果と一致した結果が得られた。

水門からの噴出流が水表面方向に湾曲した場合、水表面と噴出流とによって囲まれた剥離領域(Roller)内は力の釣合関係より水表面が低下することを利用して噴出孔上鉛直上に静圧管を設置し、圧力の変化をペン書きレコーダで記録した結果より噴出流の変流を求めて図示して示したものが図-3である。図-3に用いた無次元量は、下向きの流れによる洗掘が進行する時間に較べ上向き噴出流に伴う洗掘面上の逆流による洗掘穴の埋めもどす時間の方が充分大きいことより、逆流流速によって洗掘穴を埋めもどすに要する時間が近似的に周期に等しいとし、逆流の代表流速およびガウスの式を

$$\frac{u_R}{u_0} \propto \left(\frac{L_u}{B_0}\right)^{\frac{1}{2}}, \frac{gB}{\sqrt{g d^3}} \propto \left(\frac{U_R^2}{g d}\right)^n, U_R \propto U_R$$

と置くと周期Tを規定する関係として次式が導かれた結果を用いたのである。

$$\frac{\sqrt{g d^3}}{B_0^2} \left(\frac{U_R^2}{g d}\right)^n T \propto \frac{H}{B_0} \left(\frac{L_u}{B_0}\right)^{n+1}$$

図-1 D_u/B_0 と D_l/B_0 の関係

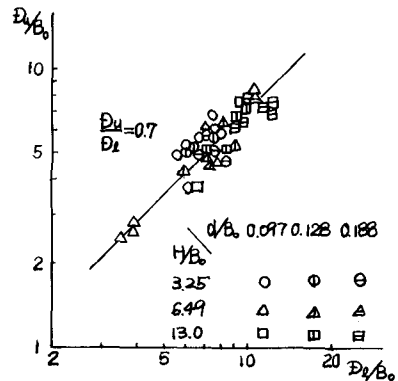
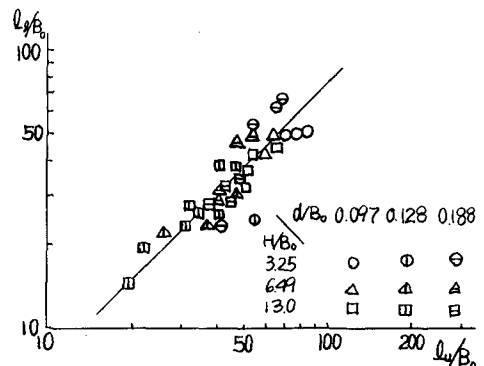


図-2 L_u/B_0 と L_l/B_0 の関係



上式に含まれる荒砂公式の指数 n を種々変化させて、実験点の散乱状態および一定値における実験値の変化よりみて、 $n=2$ として示したのが図-3である。

水門下流の水深が充分深い場合に較べ水深が浅く周期的沈掘現象が現れ水門と固定床の結果より沈掘深は下流水深なる幾何学的条件によって制約を受けることとなる。この状態を明らかにするため 10^6 無次元時間 $T = 10^6$ のときの最大沈掘深を下流水深 H/B_0 に対して図示したものが図-4である。同図中に記入されている直線AおよびBは下流水深によって周期的沈掘が発生する時の沈掘深を示し、直線Bの手えり水は下流水深に対して横出流が水面方向に湾曲する固定床沈着の実験結果である。すなわちA直線の左側の範囲にあるような沈掘は生じえないし、B直線より右側の範囲にあっては周期的沈掘は生じえず、A、B直線間の範囲で周期的沈掘のみがみられ、この範囲での沈掘深は他の条件が等しいものよりは沈掘深は浅くなる。

図-3 $\frac{\sqrt{Sgd^3}}{B_0^2} \left(\frac{U_0^2}{Sgd} \right)^2 \cdot T$ と $\frac{H}{B_0} \left(\frac{Q_u}{B_0} \right)^3$ の関係

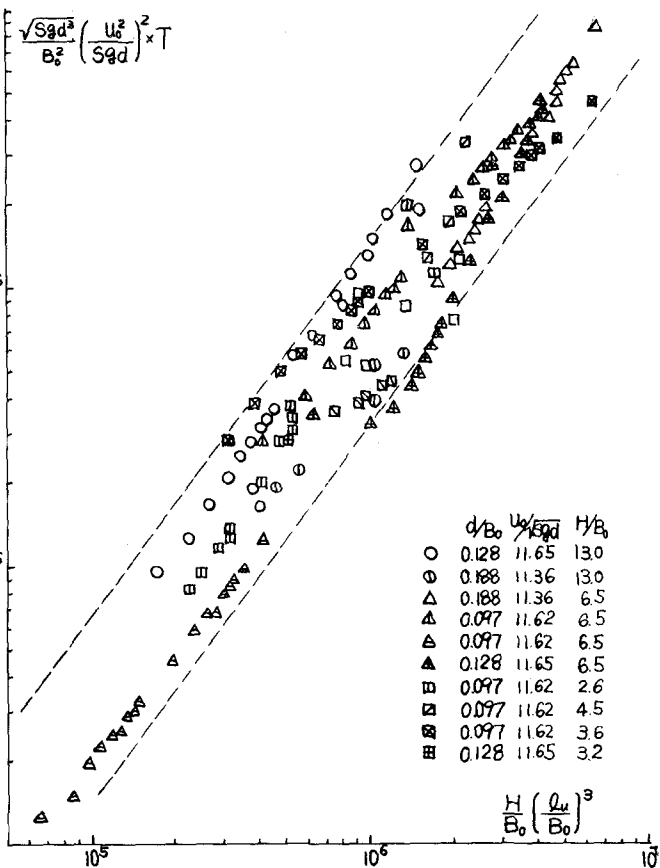


図-4 $T = 10^6$ のときの最大沈掘深

