

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

斜直もじり噴流による洗掘は局所洗掘に属する基礎的問題の一つとして、古くから数多くの研究が行われてゐる。著者らはこれまで平衡状態の流砂量数に基づく河床変動の基礎式に衝突噴流の特性を導入し、斜直もじり噴流による洗掘機構を数値的に検討してゐた。斜直もじり噴流による洗掘に関する問題のうち、下流水深の影響についてはほとんど論じられてゐない。本文は下流水深などの種度になれば水深の深い場合に較べて洗掘工れ易くなるかその限界条件を明らかにしようとするものである。

水深の深い場合、洗掘形状は図1-aのようになり、堆積部は明瞭な頂点をもつ三角形状を呈する。これは、洗掘穴からのふき上げ流れに因るたる浮遊砂が砂堆工に沈降し砂時頂面下流面に安息角に近い勾配をもつ斜面を形成することによる。水深が浅くなるにつれて、洗掘穴からのふき上げ流れは水面に割てられて水平流へ転じ、その結果堆積頂部が削られ図1-bのように台形状を呈する。下流水深によって堆積高の発達が制約されると、その分だけ堆積部上辺に沈降する砂粒子がふえることになる。堆積上部の砂粒は水平流によつて下流に流送されるためより洗掘工れ易くなる。図2は最大洗掘深の時間的变化を示したものである。堆積形状が台形状になると時間的变化率の大しくなってくることが分かる。図中に示す初期・中期の洗掘過程では水深の影響を認めにくく。[堆積形状が変形する時の水深]

図3は洗掘工影響を示す水深を評価するため堆積高の発達が停止もしくは減少し始める時期の堆積前線部水深 h_0 （下流水深より堆積高を差引いた值）と噴出流速 U_0 の関係を示したもので、図3-2

は同図を h_0/U_{0c} で直したものである。図中の直線は各粒径に対する限界と思われる水深を示した。砂堆上平均流速は $\bar{U} = U_0 B_0 / 2 h_0$

である、 $\bar{U} / U_{0c} = 4$ とすると、
 $B_0 / B_0 = \frac{1}{2} \frac{U_0}{U_{0c}} = \frac{U_0}{U_{0c}}$ であることが
 、浮遊 $y = 10$ cmとなるとき砂時頂部の砂粒は掃流されるといえる。
 図中バラツキが大きいのは下流水深を基準として砂堆部水深を評価したためである。洗掘穴からの水表面に向かうふき上げ流れによ

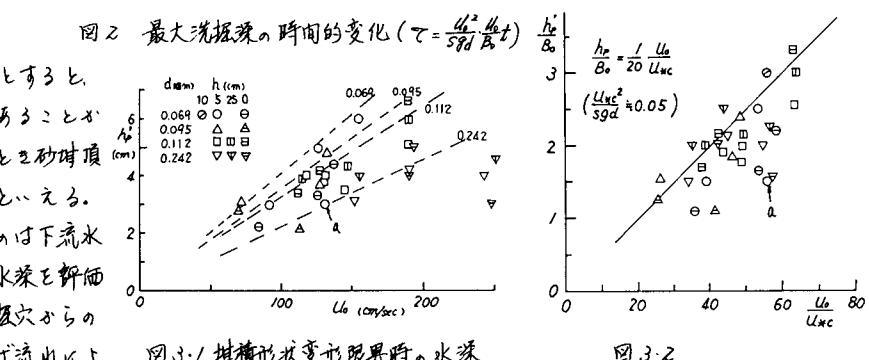


図3-1 堆積形状変形限界時の水深

図1-a

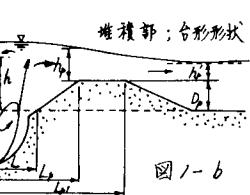
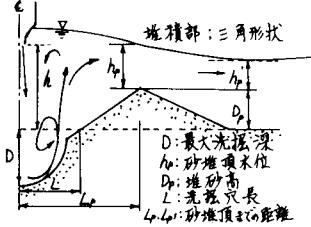
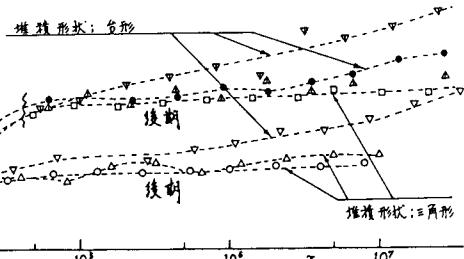


図1. 洗掘形状の概略

図2 最大洗掘深の時間的变化 ($t = \frac{U_0^2}{588} \frac{h_0}{B_0} t$)

る水面上昇量を考慮すればバラツキは少なくていいかと思われるが、噴流の動搖もあって水面変動が大きく適確にとらえにくい。図4は図3中の実験第Aの洗掘形状の時間的変化を示してある。この図のように後期洗掘過程に入ったときまで堆積部が台形状を呈する場合特に砂堆積部水深の測定が困難となる。

[水深の影響の現われる限界の時間]

水深の影響を受けるか否かは堆積高さの発達と密接な関係をもつことから、水深の影響を單に噴出流速や下流水深のみで判定せず洗掘経過時間と関係づけて考えねばならない。図5は水深の影響の現われた時間を示してある。

河川段落部の流れに対して、洪水継続時間や下流水深、突入流速、突入高さとともに同図を適用することで水深の影響を受けるか否か、すなわち洗掘され易いかどうか判定できる。

以上みてきたように水深の影響は堆積高の発達と密接な関係をもつことから、数値的な検討を行なおうとすれば1回のみではなくDP/10を適切に評価することが必要となるてくる。著者らのこれまでに行なった解析法では砂堆積部下流斜面形状についてはこれまで述べてあるため直接利用する。以下においてこれまでの水深の深さとの解析法に若干の改良を加え、水深の深さとの即の発達過程をみていく。

解析方法：後期洗掘機構は洗掘穴からのふき上げ流れによって砂移動が洗掘穴での掃除状態から浮遊状態へ変化することで特長づけられる。従って洗掘の進行は洗掘穴からのふき上げ流れによって砂堆積頂を越えていく砂量をどう評価するかということがある。この要に関して著者らは図6に示す水流砂搬散モデルによって取り扱ってきた。て時刻の形状に対し振数モデルによつてて+Δt時刻の過渡的形状(一夏領集)を求める。砂堆積面が安息角より急な斜面となる場合def₀やc₀の実線の様に修正する。これは砂堆積頂を越える浮遊砂が砂堆積部下流部に沈降し安息角勾配をもつ斜面を形成するところにこれを考慮したものである。又、これまでの解析法では過渡的形状に対し洗掘穴での流れの変向による流体力と滑り落ちよろとする土圧力との関係及び砂量の連続条件から砂堆積部の不安定部分が洗掘穴へ向め崩れることを考慮してきた。その際洗掘穴の修正割合を既往と比較せたがここで既往と比較せたが形状の修正を行なつた。その結果、て+Δt時刻の形状は図7中の実線とみなすことができる。洗掘形状の各時間毎の計算結果を図8に示した。砂堆積頂の軌跡は実験値とよく一致している。本計算は水深の深さの場合の一例であり、図3の関係を導入して砂堆積が削られる限界時間と今後数倍の時間経過してみた。一方、本研究は文部省種研究(機械A)の補助を受けたことを付記して謝意を表した。

参考文献；鶴見川による洗掘；土木学会論文集 VI-1298.

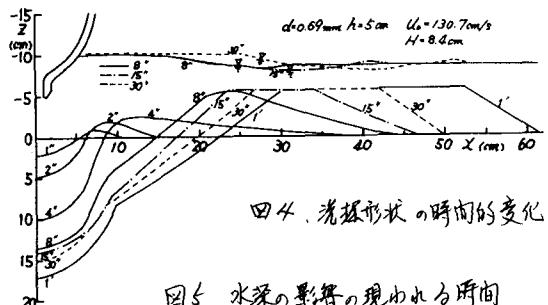


図4. 洗掘形状の時間的変化

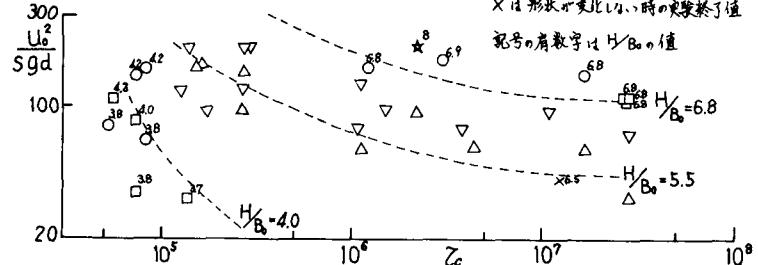
図5. 水深の影響の現われる時間

Xは形状が変化しない時の実験終了時

記号の肩数字はH/B₀の値

H/B₀=6.8

H/B₀=5.5



河川段落部の流れに対して、洪水継続時間や下流水深、突入流速、突入高さとともに同図を適用することで水深の影響を受けるか否か、すなわち洗掘され易いかどうか判定できる。

以上みてきたように水深の影響は堆積高の発達と密接な関係をもつことから、数値的な検討を行なおうとすれば1回のみではなくDP/10を適切に評価することが必要となるてくる。著者らのこれまでに行なった解析法では砂堆積部下流斜面形状についてはこれまで述べてあるため直接利用する。以下においてこれまでの水深の深さとの解析法に若干の改良を加え、水深の深さとの即の発達過程をみていく。

解析方法：後期洗掘機構は洗掘穴からのふき上げ流れによって砂移動が洗掘穴での掃除状態から浮遊状態へ変化することで特長づけられる。従って洗掘の進行は洗掘穴からのふき上げ流れによって砂堆積頂を越えていく砂量をどう評価するかということがある。この要に関して著者らは図6に示す水流砂搬散モデルによって取り扱ってきた。て時刻の形状に対し振数モデルによつてて+Δt時刻の過渡的形状(一夏領集)を求める。砂堆積頂の軌跡は実験値とよく一致している。本計算は水深の深さの場合の一例であり、図3の関係を導入して砂堆積が削られる限界時間と今後数倍の時間経過してみた。一方、本研究は文部省種研究(機械A)の補助を受けたことを付記して謝意を表した。

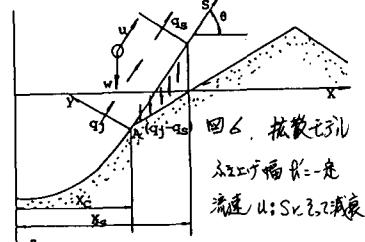


図6. 掘削モデル

スケーリング係数=1

速度 u; Sv; 3/2減衰

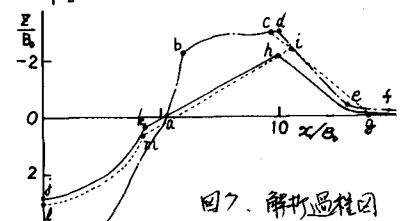


図7. 解析過程図

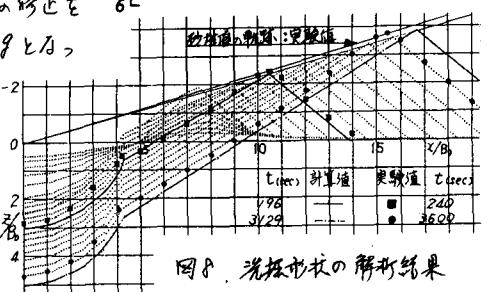


図8. 洗掘形状の解析結果