

浅い水深での鉛直噴流による洗掘特性について

○西日本工業大学 正 赤司 信義
山口大学工学部 正 斎藤 隆

1. まえがき： 急勾配水路の流勢を減少させるため緩落式減勢水路が設けられる場合が多々あるが、こうした緩落流れによる河床洗掘機構はまだ十分に明確にできていない。著者らはこれまでに港下水流れを鉛直噴流とみなし、むぐり状態での洗掘機構を検討してきた。本文はその際考慮した、大水深の影響を受ける洗掘機構を実験的に検討しようとするものである。

2. 実験の概要

図1に示すように $2m \times 0.7m \times 0.2m$ の鋼板製水槽上部に噴流発生装置を設け、ノズル幅 $B_0 = 2cm$ 、砂面よりノズルまでの距離 $h/B_0 = 0, 1.25, 2.5$ 、砂面上水深 $H/B_0 = 5.5, 8, 10.5$ 、砂粒径 $d/B_0 = 0.056, 0.121$ にて洗掘実験を行った。形状の読み取りは装置前面よりモニタードラッグにて撮影し、映写機によって行った。

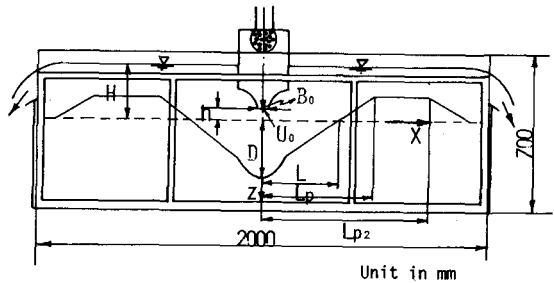


図1 実験装置及び記号説明

3. 実験結果

図2は洗掘穴内の斜面が砂の水中央部より急になり、斜面の不安定部が局部的に崩落する後期洗掘形状を示したものである。洗掘穴内の形状はいづれも大差なく、ほぼ相似とみなせるが堆積部を含めた洗掘形状全体を一曲線で表示することは困難である。流れが膨張後砂堆積付近ではく離する初期および砂堆積部洗掘穴斜面ではく離する中期での洗掘過程の観察によれば、洗掘の進行過程に及ぼす水深の影響は特に認められるが、図3のa, bは流速条件のみを変えたものを示して、図3aはほぼ1/4程度、図3bは2/3程度で堆積部が台形状に変形しているのが認められる。これ

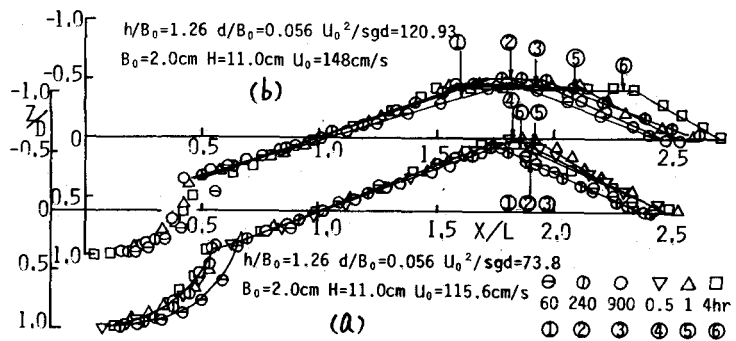


図2 洗掘形状の時間的变化

初期および砂堆積部洗掘穴斜面ではく離する中期での洗掘過程の観察によれば、洗掘の進行過程に及ぼす水深の影響は特に認められるが、図3のa, bは流速条件のみを変えたものを示して、図3aはほぼ1/4程度、図3bは2/3程度で堆積部が台形状に変形しているのが認められる。これ

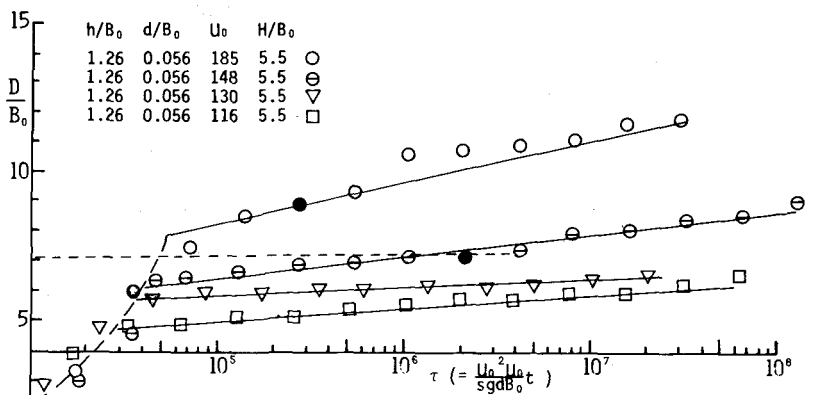


図3 最大洗掘深の時間的变化

は砂堆頂上を通過する流れ
 により砂堆頂が削り取ら
 れることによるものである。
 洗掘穴へ突入した流れは
 洗掘穴斜面上に沿って斜め上
 方に不安定斜面上の崩落砂と
 共にふき上げられるが、水

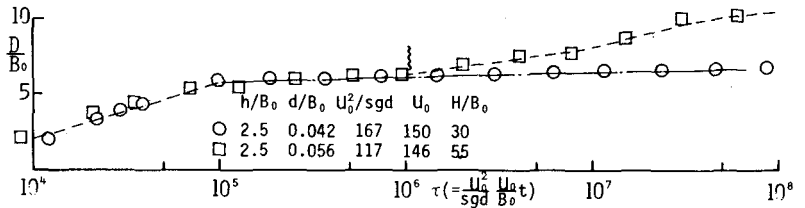


図4 最大洗掘深の時間的变化

深が浅いことならびに砂堆部台形始端位置が洗掘穴ふき上げ位置
 のほぼ3~4倍の距離にあることなどのため、砂堆頂部を通過す
 る流れはほとんど流れ砂を含む砂堆頂上の砂粒子を転動させて
 いる。図3は最大洗掘深 d/B_0 の時間的变化と示したもので、
 図中△、□記号は堆積部が三角形状であり、○記号は稜線を超え
 た部は台形状と、又○記号は後期洗掘時(崩落時)に明確な砂
 堆頂面は見えず、すでに台形堆積形状が認められるものでは
 ある。堆積形状が変化した後は砂堆頂上を流通し易くなるため洗掘
 深の変化率の増大がうかがわれる。図4は粒径条件が若干異なる
 が流速をほぼ同一にして水深の影響をみたものである。図中稜線
 部までは特に差異は認められるが、台形状に変形する○記号は
 稜線部を境として洗掘深が増大している。図5は洗掘穴長と洗
 掘の関係を示したもので、図中矢印位置が形状変化を認めた時で
 ある。形状変化前後でそれらの関係には特に差異は認められる。
 これは堆積部形状のいかに関係なく、流れにより不安定斜
 面に傾く力と不安定斜面土圧力との釣り合いが生じることによ
 り、洗掘穴形状がほぼ相似形を保持するものと考ええる。

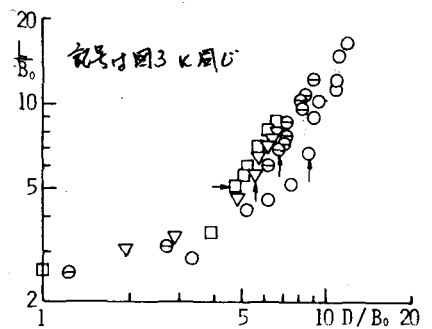


図5 洗掘穴長と最大洗掘深

ここで、鉛直噴流による洗掘特性と水深の影響と関連させて検討
 する場合、上述のように堆積部形状の変形を考慮せねばならな
 い。堆積部三角形頂部が削り出さるかどうかは砂堆部付近の流れと密
 接に関連をもち、流水特性の把握が必要である。ここでは変形限
 界の砂堆頂平均流速 U_p を求め、洗掘の進行過程において明
 確に三角形状及び台形状と認められる変のみを示したものが図6
 で、変形限界の流速は図に実線のように示した。

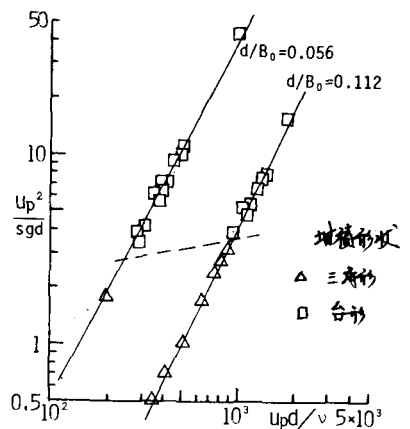


図6 堆積形状変形限界

4. あとがき

水深の影響を受ける鉛直噴流による洗掘機構は、水深の影響を受ける一時的に本質的に変りなく、不安定砂堆部
 の土圧力と流れの斜面に傾く力との不均衡によって生じる凹欠の崩落による砂粒子が洗掘穴からのふき上げ流れ
 によって流れ距離で流送されるものである。ただ水深が浅い場合流れ砂を含むふき上げ流れが水面の存在によ
 り制せられ、水平に変向し流送されることと相連関があり、この水平流によって砂堆頂が削り出さるかどうかによ
 り水深の影響が加わらう。実験数が少ないため洗掘特性を定量的に論じ得るが、今後はこうした洗掘特性
 と共に砂堆頂付近の流水特性を推計していただきたい。

参考文献

鉛直噴流による洗掘に関する研究：寺田・斎藤：土木学会論文集 16/298, 1980