

III - 15 水平噴流による局所洗掘の実験

京都大学大学院 学生員 今村正孝

著者は水平噴流による局所洗掘の際生ずる渦に着目して洗掘機構の解明に努め、その一部を才6回の水理研究会において発表した。ここではその渦の特性に関する若干の実験結果とその考察について述べる。

洗掘実験の装置としては $0.5 \times 2 \times 10\text{m}$ 及び $0.25 \times 0.7 \times 3\text{m}$ の大小2つの片面ガラス張りの実験水槽を用い、水たまりの長さ L 、噴流出口の中 D を変えて実験を行なっている。現在大水槽では平均粒径 $d_{50} = 0.055\text{cm}$ 、小水槽では $d_{50} = 0.185\text{cm}$ の砂を用いている。実験方法はすべて写真撮影とし、一定時間間隔で自動的に撮影されるようになっている。また渦の速度に関する実験は小水槽において、ほとんど比重が1の小とし、浮子を流し、その様子をストロボ装置を用いて写真撮影した。

図-1 洗掘形状の一般図

図-1は洗掘形状の模型図であるが、図に示すように、洗掘が進むに従って一般に F_1 , F_2 , F_3 なる3つの渦が発生する。この3つの渦のうち F_1 が洗掘に最も大きな役割を果たしているものと考えられるので、この渦に着目して考察を進めることにする。図-2は下流水深 h_0 も一定とし、水たまり先端での流速 U_0 を変えたときの最大洗掘深さ Z_0 の時間的変化を示したものである。洗掘深さ Z_0 は時間とともに増加しているが、極めて初期はその勾配が急であることが分る。この状態での洗掘は主として渦の作用のな流れの掃流力によって行なわれ、渦は楕円形をなし、勾配が緩やかになる付近から円形の渦になることが観察された。

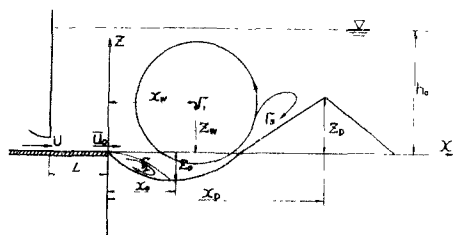


図-2 洗掘深さの時間的変化の数例

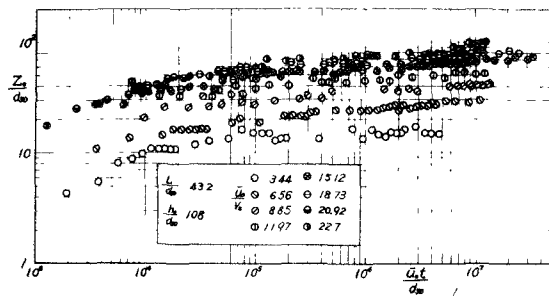


図-3 洗掘深さと渦の中心の時間的変化

図-3は洗掘深さと渦の中心の時間的変化を示した一例で、洗掘初期をのぞき、図の無次元量はほとんど一定値になる。また図-4は右の無次元量の流速による変化を示したもので、渦の中心の Z 座標 Z_w はほとんど一定値になるが、 X 座標 X_w は流速の増加に対しわずかに減少する傾向を示している。図-5はストロボ装置によって測定した渦の切線速度 U_0 と半径 r との関係である。図中の表示は、中心からの垂線と中心と砂堆の頂点と結んだ領域での流速を黒く塗り、そのうち2重円は

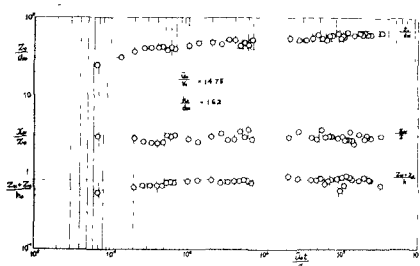


図-4 渦の中心の流速による変化

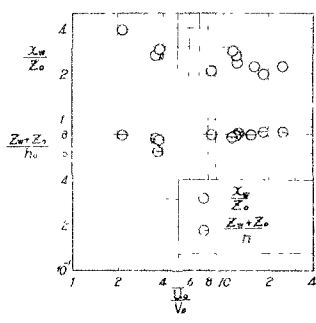
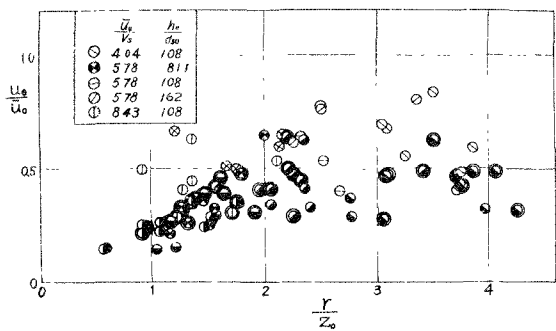


図-5 渦の切線速度に関する実験結果



砂面付近の流速を示す。また黒く塗ってないものは中心からの垂線と中心と水たねとの先端を結んだ領域での流速を示している。図-6は下流水深 h_0 を変化させた場合の最終最大洗掘深 Z_{02} の流速に対する変化を示したものである。 h_0/d_{50} であらわされるパラメーターである程度のまとまりがみられるようである。 Z_{02} は h_0 の減少とともに減少するがある値になると、図-7(a)に示すように砂堆が平らになり、周期性が現われる。これは渦の動性から考察すると、下流条件により渦 r_1 と r_2 との平衡が崩れることにより現われるようである。さらに h_0 を下げると、洗掘形状は図-7(b)に示すようなほとんど砂堆が存在しない形状となり、周期性は現われなくなるが最終最大洗掘深 Z_{02} は増加する傾向があるようである。

図-6 最終洗掘深 Z_{02} の無次元表示

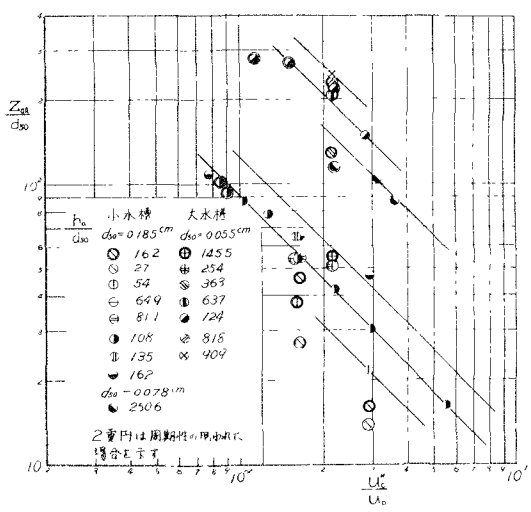


図-7(a) 洗掘形状の無次元表示

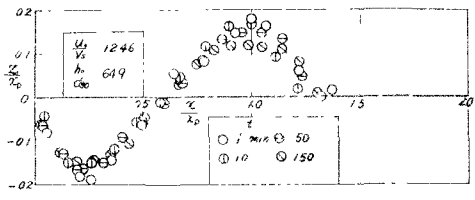
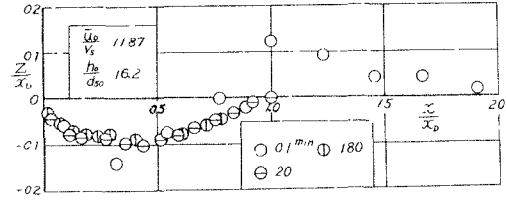


図-7(b) 洗掘形状の無次元表示



以上洗掘の進行にともなって発生発達する渦の特性に関して考察した結果について述べるが、こうした渦の特性に立脚した洗掘機構の解明に対する一つの試みについては講演時に述べるつもりである。最後に終始即懇切な御指導をいただいた石巻雄一おとび土屋義人両先生に謝意を表す次第である。