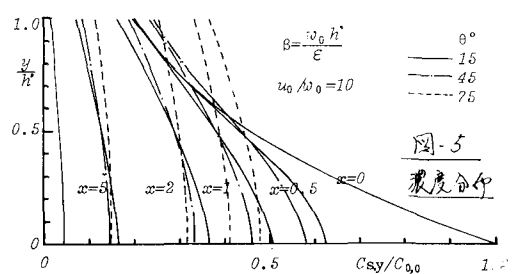
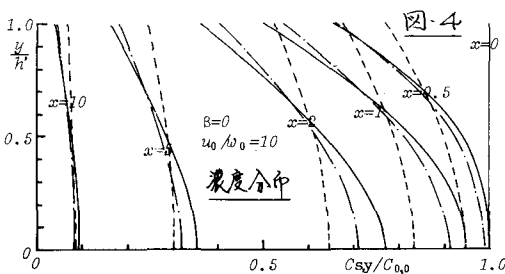
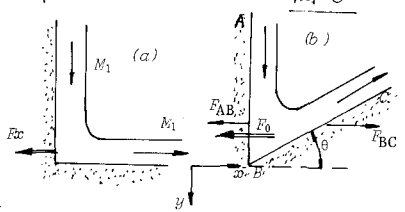
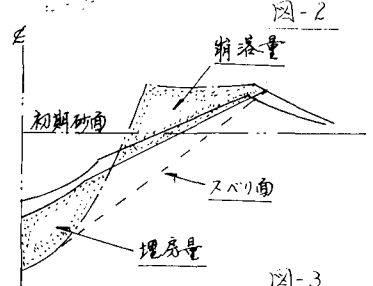
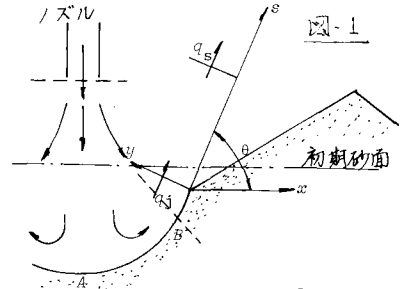


鉛直噴流による洗掘…後期洗掘機構

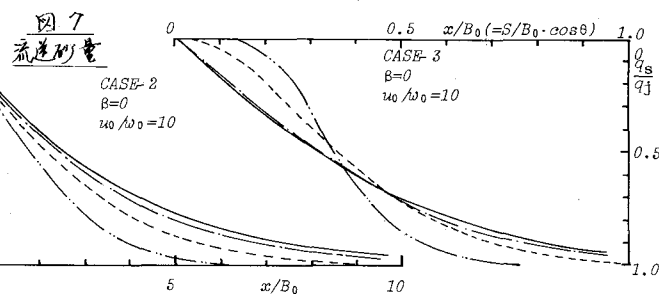
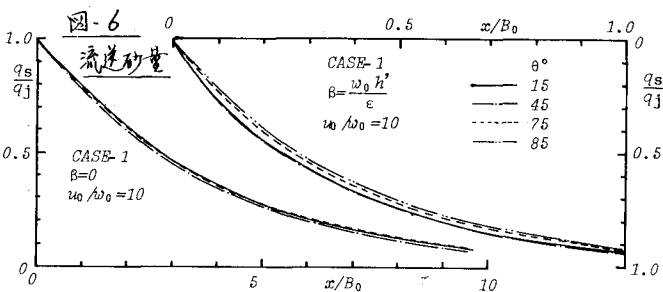
西日本工業大学 正 〇 赤司 信義
山口大学工学部 正 井 藤 隆

鉛直噴流による洗掘過程を観察してみると、洗掘の進行と共にその砂移動形式が変り、いくつかの事が見られる。すなわち洗掘深に比べて洗掘長が大い初期洗掘においては洗掘穴斜角が非常に緩いであるため砂移動はほとんど掃流形式である。時間に対する洗掘穴長さの増大率に比べて洗掘深のそれが非常に大きく、洗掘穴内の斜角勾配は砂の水中安息角より緩い形状をもつ中期洗掘においては、洗掘穴内での砂移動はやはり掃流形式であり、砂時節付近に生ずる流れの渦巻によ、洗掘穴から外へ流送される。さらに洗掘が進行すると洗掘形状は相似形となり洗掘穴内の斜角勾配は砂の水中安息角勾配より大きくなる後期洗掘へと移行する。この時洗掘穴内での砂移動は掃流力によ、生ずると思われるが、洗掘穴内の強烈な流れによ、砂粒はささげられ、砂時節から崩落してくる砂粒の群と共に洗掘穴から外に洗掘穴斜角に沿、噴き上げられる。従って後期洗掘を促す主要因は噴き上げによる誘流砂振散とみられる。本文はこうした後期洗掘機構の把握を試みるため、砂時節の崩落現象ならびに噴き上げによる誘流砂振散を以て示すと共に後期洗掘計算について述べるものである。

洗掘計算：後期洗掘機構は上述の様に洗掘穴底部からの掃流砂量と砂時節からの崩落砂量と共にささげ噴き上げ、振散するものだが、現象の単純化のため、流送と崩落現象を別個に考えて取り扱う。まず洗掘穴からの流送砂のみを振散式により砂時節附積量を求め、過渡的な形状として図2の一変鎖線の形状と求める。そして安息角以上の部分は崩落すると考え、変鎖線の様にスベリ面を想定し過渡的な形状をもつ斜角に近くところの流れの変向に伴う力と砂時節の崩落せんとする力(土圧力)との釣り合い地束を定める。釣り合い地束から図3の様に崩落部分を定め、その崩落量と洗掘穴の埋め戻されるとして計算するものである。砂時節崩落現象：図1の斜角ABに働く力を考えるため、便宜上図1の変鎖線の如くして埋積量の定理を適用する。現象をより簡潔的にとらえるため図3を考える。a図の壁体に働く力は水平力として $F_x = -M_1$ 、又b図の壁体に働く力の内水平力を考えると $F_x = -M_1 \cos \theta$ である。これは壁体ABCに働く力の水平合力である。今BC面に働く力を求める。BC面が傾くにつれ、ABCに働く水平合力は小さくなる。こ



これはAB面から向く力 F_{AB} とBC面から向く力 F_{BC} を F_0 として求める事にする。 $F_0 = F_{AB} + F_{BC}$ 。ここで F_{AB} をA面の F_x と考え、 $F_{BC} = F_0 - F_x = M_1(1 - \cos\theta)$ となる。運動量 M_1 の評価としては節直噴流の衝突後の流れは自由噴流の流れを半分にして取り扱、 $M_1 = \frac{2}{3} \frac{\rho u_0^2 h_0}{\cos\theta \sqrt{2}}$ 。土圧合力はフーコン公式を適用し、砂時節が崩落しようとする力である事を主節土圧ととく。この流れ力と土圧合力を等しいとおく時の力の釣り合い状態を判定する式となる。 $1 - \frac{2}{3} \frac{1}{\cos\theta \sqrt{2}} \left(\frac{u_0}{u_{00}} \right)^2 \frac{h_0}{B_0} \cos\theta = \left(\frac{u_0}{u_{00}} \right)^2 \left(\frac{h_0}{B_0} \right) f(\theta)$ 。この式によ



り図2の過渡的形狀に対する崩落部が定まる。次に図2の過渡的形狀について考える。噴き上げによる汚泥砂散放後、洗掘深において洗掘穴からの砂粒群の流送は洗掘穴斜面上で噴き上げられる。この時洗掘は相似形狀をもて進行し、最終洗掘形狀になる時洗掘穴からの流送砂量は砂時節を越え外に出ず、必ず砂時節内側に時積する筈である。こうした噴き上げ現象を散放方程式と導入する事で流送砂量を求め過渡的形狀を定めようとするものである。CASE-1としては散放方程式に連続の式を導入し u_0 方向流速 $v=0$ として一定流速のまま噴き上げられるとしたものでその時の濃度分布の変化を図4,5に、又流送砂量を図6に示した。これは噴き上げ地点の濃度分布を規定するパラメータで $\delta=0$ で $C_0 y = f(y) = C_0 e^{-(\beta y/h_0)^2}$ である。 $\beta=0$ とする時、濃度分布は一様であり、 $\beta=15 \text{ m/s} / u_0$ とするとウエス分布簡略式となる。節直噴流の衝突後の主流部の流れにおいて無次元運動粘性係数 $u_0/h_0 = \alpha$ はほぼ一定である事を考慮する時、濃度分布は $C/C_0 = \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{u_0^2}{\alpha^2} dy\right)$ として求められる、その分布は $\beta = u_0 \alpha / \varepsilon$ と置く事で表わされる。初期濃度分布により場所的な変化は本より判別されるが、図6をみて合える様に流送砂量は初期濃度分布と変化させても2つに振りなり兼ねる。本caseを便して過渡的形狀を求め力の釣り合いを考慮し、うめもどし作用をとり入れても砂時節を越え外に出る量が多いため、洗掘は収束のまじとみせられた。そのためcase-2として散放式、連続式に加え流れの条件として流送距離による流速が減少するという条件をつけて解いたものが図7の左図である。流速減少条件を投入すると噴き上げ部が定まる程流送砂量の低下は早い事が分かる。さらにcase-3として流れの連続式を無視して散放式に直接流速減少の条件を投入して解いたものが図7の右図である。図8はcase-2の場合の噴き上げ散放モデルによる洗掘の進行と連続し、洗掘深工の時間的変化を示したものである。図中の実線は Δ の条件で計算した結果である。

B_0	h/B_0	d/B_0	d	u_0	u_0/h_0	$u_0 B_0 / \nu$	u_0^2 / sgd
2.0	5.0	0.021	0.042	30.0	6.48	6000	13.25
2.0	5.0	0.021	0.042	65.0	14.04	13000	62.21
2.0	5.0	0.021	0.042	123.0	26.57	24600	222.77
2.0	5.0	0.042	0.084	74.0	6.85	14800	40.32
2.0	5.0	0.042	0.084	150.4	13.93	30080	166.54

図-8 洗掘深の時間的変化

