

II-81

噴流衝突による傾斜側壁前面の 局所洗掘に関する実験的研究

秋田大学 鉱山学部 土木環境工学科 ○ 学生員 渋谷 靖久
正員 石井 千万太郎

1. はじめに

前報^{1), 2)}で垂直側壁前面の局所洗掘について報告しているが、本報告では側壁を傾斜させ、その前面の局所洗掘がどのように変化するかを実験により検討し、その結果を報告している。

2. 局所洗掘と洗掘の状況

2.1 流れと局所洗掘の定義

流れの模式図を図-1に示す。
局所洗掘孔の最大洗掘深やその形状について実験的に求めるのに今年は新たに側壁角 ϕ をパラメータとして加え、最大洗掘深 Z_s その他に次式の関係を想定している。

$$Z_s/h, L_s/h, B_s/h, Bzs/h, \dots$$

$$= F(N_s/N_{sc}, \theta, L/h_0, B/h_0, \phi) \dots (1)$$

ここに、 L_s :洗掘孔長、 B_s :洗掘孔幅、 Bzs :最大洗掘点の側壁からの距離、 h :噴流流出口での水深、 h_0 :側壁が無い場合の水深、 $N_s = v/\sqrt{(sgd)}$:sediment数、 s :路床砂の水中比重、 g :重力加速度、 N_{sc} :移動限界sediment数

N_s は噴流流出口での流速 v 、水深 h を用いて計算している。実験は(1)式の無次元量をパラメータとして行った。

2.2 洗掘の過程

側壁に傾斜がついている場合、平衡状態に達したとき(図-2)の洗掘孔の形状は $\phi = 90^\circ$ の時と比較すると、 $\phi = 90^\circ$ の場合(図-3)に比べて洗掘孔は浅くなり、横に長く伸びた形になっている。それと同様に堆積部の形も横に長くなっている。 $\phi = 90^\circ$ のときには壁面に当たって左右に分かれ、あるいは洗掘に関与していた流れが $\phi = 45^\circ$ のときには壁面を登って左右に分かれて降りて来る流れのため洗掘孔が横に広がるものと思われる。つまり、 $\phi = 90^\circ$ の時の洗掘は局所的であるのに対し、 $\phi = 45^\circ$ の時の洗掘はもっと複雑な流れが広い範囲に及んでいるようである。

3. 実験結果

3.1 ϕ の影響について

$\theta = 90^\circ$, $L/h_0 = 5.00$, $B/h_0 = 3.33$ の場合の ϕ の変化に対する Z_s/Z_{s90} の変化を表したのが図-4である。ここで、 Z_{s90} は側壁角 $\phi = 90^\circ$ の時の最大洗掘深を表している。これによると、静的洗掘($N_s/N_{sc} = 0.92$)

の場合には ϕ の値が小さくなるにつれて最大洗掘深は小さくなってゆき、最後には0になる。これに対し、

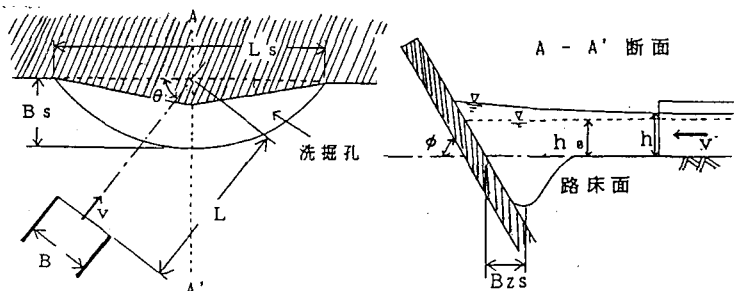


図-1 噴流の衝突による洗掘の模式図

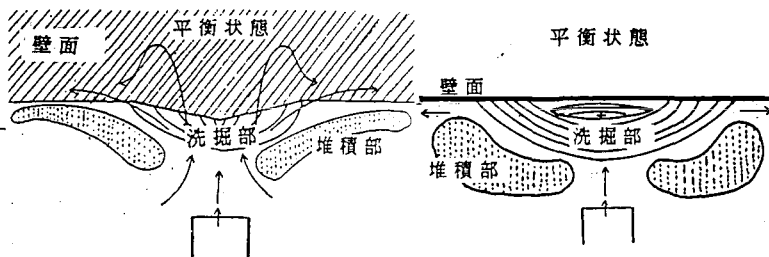


図-2

図-3

動的洗掘 ($Ns/Nsc=1.52$) の場合には ϕ の値が小さくなるにつれて最大洗掘深は小さくなるが、動的洗掘のため、 Zs/Zs_{90} は 0 にはならず 0.1 程度に近づいている。

3.2 θ の影響について ($\phi = 45^\circ$)

$L/h_0 = 5.00$, $B/h_0 = 3.33$, $\phi = 45^\circ$ の場合について実験を行い、図-5が得られた。図中の破線は $\phi = 90^\circ$ のときのグラフであり、図中の Ka は $Ka = (Zs/h)/(Zs/h)_{90}$ 。ここに、 $(Zs/h)_{90}$: $\theta = 90^\circ$ のときの Zs/h である。これによると、動的洗掘 ($Ns/Nsc = 1.52$) のときは曲線の形は $\phi=90^\circ$ のときと同様に、 θ が 40° から 50° くらいの間まではゆっくりと Ka が増加しその後急激に減少し 0 となる。また、静的洗掘の場合には $\phi=90^\circ$ のときも $\phi=45^\circ$ のときも $Ka = 1.0$ から減少してゆくところは同じだが、 $\phi=90^\circ$ に比べると $\phi = 45^\circ$ の方では Ka が 0 になるまでの θ の範囲が広がっている。動的洗掘の場合はピークを与える θ の値が大きくなっておりピーク自体も大きい。このことから、 $\phi=45^\circ$ のときには壁面を登ってきた流れによる洗掘を増幅させる働きがあると思われる。さらに、局所洗掘孔の形状と噴流入射角の影響を表す図-6を見ると、静的洗掘の時にはほぼ相似形であるが動的洗掘の場合にはその形状が噴流が出てゆく方向へずれていることから、 ϕ の効果の現れであろうと思われる。

4. おわりに

本研究によると、図-4より、側壁の傾斜角 ϕ を小さく取ることによって最大洗掘深を小さくすることができる。しかし、図-5によると、 $\phi=45^\circ$ のときには θ の取り方によってはかえって洗掘の効果を大きくしてしまうことになるともいえる。しかし、代表的な例として $\phi = 45^\circ$ だけしか実験を行っていないので、今後はいろいろな角度の ϕ について実験してゆくことが期待される。

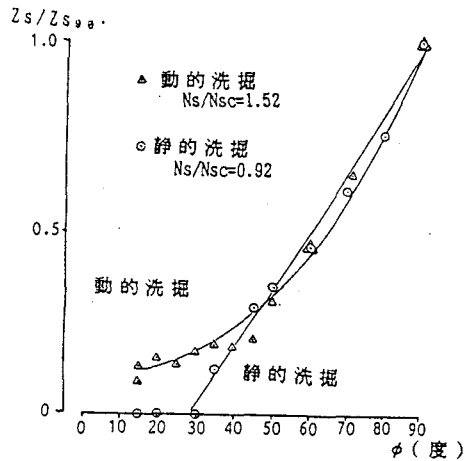


図-5 最大洗掘深に対する側壁の傾斜角の影響

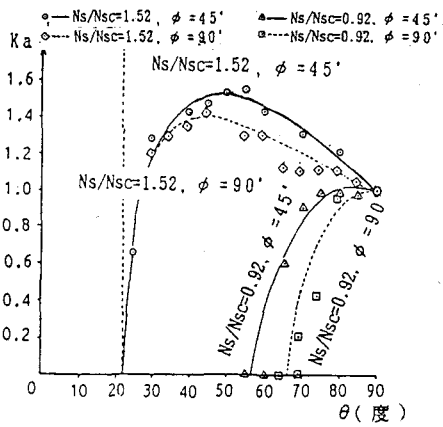


図-6 最大洗掘深に対する噴流の入射角の影響

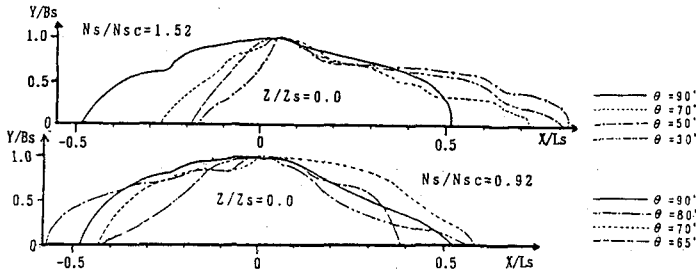


図-7 局所洗掘孔の形状と噴流入射角の影響

<参考文献>

- 1) 石井・浪岡・速見：噴流衝突による壁面底部の局所洗掘、土木学会東北支部技術研究発表会講演概要、平成2年度。
- 2) 石井・島山・肴倉：噴流の衝突による壁面低部の局所洗掘に関する実験的研究、土木学会東北支部技術研究発表会講演概要、平成元年度。