

# 泥水による土壌のくり返し局所洗掘の機構解明にむけた実験的研究

千葉工業大学 学員 ○ 西川 良樹  
 千葉工業大学 学員 上野 龍  
 千葉工業大学 学員 坂本 康明  
 千葉工業大学 フェロー 瀧 和夫

## 1. はじめに

裸地斜面や農耕地などにおいては、表面流の局所的な集中化に伴い土壌浸食が起こるとされている。この洗掘は、時に周辺流域の利用に悪影響を及ぼす。したがって、細粒子が堆積した土壌における局所洗掘を防止する手法を明らかにする必要がある。そこで本研究では、模型水路を用い、洗掘の発生条件、洗掘によって引き起こされた掃流砂の堆積分布について検討した。

## 2. 実験方法

### 2.1 実験装置

水路実験に際し、水路全長 4m、水路幅 2cm のアクリル素材の矩形開水路を用いた。水路上流端には、水と砂を混合して流すための攪拌槽タンクを設置し、水路下流端には砂止め堰を設けた。また、水路側壁には測定用格子を貼り付けた。

### 2.2 実験条件

実験は任意の流量および濃度に設定された混合泥水流を定常的に供給するようにして行った。流量、濃度については表 1 に示す。また、河床材料として珪砂（中央粒径  $37\mu\text{m}$ 、比重 2.65）を用いた。

### 2.3 実験手順

水と珪砂の混合泥水流を水路上流端より自然流下させ、河床の形成過程を随時撮影した。堆積勾配、水深、洗掘および体積砂量等のデータは、実験時に撮影した画像から測定した。

測定した項目についての定義図は、図 1 に示す。

ここに、跳水発生点上流における水深( $h_1$ )、最大洗掘水深( $h_2$ )、洗掘部における勾配( $\theta$ )である。

## 3. 結果および考察

### 3.1 水路実験からの観測結果

局所洗掘現象の説明として図 2 に観測された局所洗掘の図を示す。局所洗掘は、堆積した河床が平衡状態に達した後に発生する。また、局所洗掘は形状を維持しながら上流端へ遡上し、洗掘と堆積を繰り返している。洗掘後に堆積する掃流砂により再び河床が平衡勾配に達すると局所洗掘は発生する。

これらの観察結果から、この河床は周期性を有した動的平衡状態であると考えられる。洗掘の移動形跡を記録し、洗掘面遡上速度  $V_r$  とする。

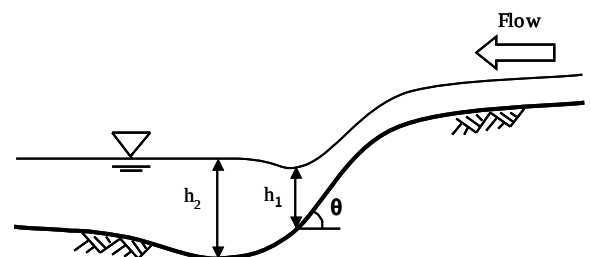


図 1 測定値の定義図

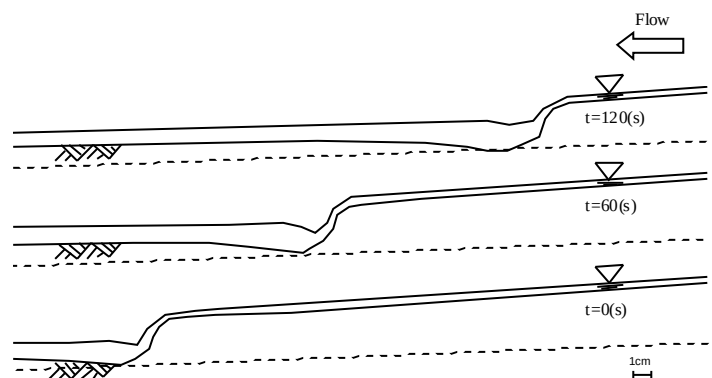


図 2 局所洗掘観測図

キーワード：土壌洗掘、局所洗掘、模型水路、掃流砂

〒275 - 0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 (千葉工業大学) TEL: 047-478-0452 FAX: 047-478-0474

### 3.2 流量、濃度変化がもたらす影響

実験値の一覧を表 1 に示す。

ここに、流量 (Q) 泥水濃度 (C) である。

流量および濃度の違いにより実験値に差が生じている。V<sub>r</sub>、h<sub>1</sub> は流量増加に伴い値は増加し、h<sub>2</sub> は流量が大きい時と、濃度が高い時に値が大きくなっている。しかし、θ については流量、濃度に対しての相関性はみられなかった。

表 1 実験値一覧

|      | Q[cm <sup>3</sup> /s] | C[%] | V <sub>r</sub> [cm/s] | θ[deg] | h <sub>1</sub> [cm] | h <sub>2</sub> [cm] |
|------|-----------------------|------|-----------------------|--------|---------------------|---------------------|
| Run1 | 11.7                  | 1    | 0.15                  | 58.3   | 0.41                | 1.07                |
| Run2 | 17.2                  | 3    | 0.24                  | 51.3   | 0.67                | 1.80                |
| Run3 | 28.7                  | 3    | 0.25                  | 59.2   | 1.34                | 2.15                |
| Run4 | 10.6                  | 5    | 0.21                  | 54.5   | 0.58                | 2.05                |

### 3.3 単位時間あたりの洗掘砂量・堆積砂量

河床流下方向における堆積砂量分布を図 3 に示す。図 3 の上図より洗掘によって発生した掃流砂は、流量が同程度であれば濃度が異なる場合も同距離河床流下方向に運ばれ堆積する。そして、下図より掃流砂は同濃度であれば流量が大きくなるにつれてより下流へと運ばれ堆積する形を示している。これらより掃流砂の流下運搬距離は砂粒子が流れによって受ける力に関係することが考えられる。

次に、損失水頭 ΔH と単位堆積砂量の関係を図 4 に示す。図 4 の横軸の損失水頭 ΔH は共役水深の関係から (1) 式より算出している。縦軸は流下方向における堆積砂量を流下距離で除した単位堆積砂量となっている。

$$\Delta H = \frac{(h_2 - h_1 \cos \theta)^3}{4h_1 \cos \theta h_2} \quad (1)$$

図 4 より単位堆積砂量は、流量および濃度の変化共に損失水頭の値が大きい方が堆積砂量も多くなる正の相関性がみられた。

以上の結果より、掃流砂は流量増加に伴い河床流下方向に運ばれる堆積分布を示し、損失水頭の値が大きくなると単位堆積砂量も多くなると考えられる。

### 4. まとめ

本研究では、局所洗掘の機構解明に向けた実験的研究を行い、以下の結果が得られた。

- 1) 洗掘は形状を維持したまま、洗掘と堆積を繰り返し遡上していく
- 2) 最大洗掘は流量および濃度が高い場合に大きな値を示した
- 3) 最大洗掘点直下流における単位堆積砂量と跳水の損失水頭との間に正の相関性がみられた

### 参考文献

- 1) KAZUO TAKI, GARY PARKER, Transportation cyclic steps created by flow over an erodible bed. Journal of Hydraulic research. Vol.43, No.5(2005), pp.488-501

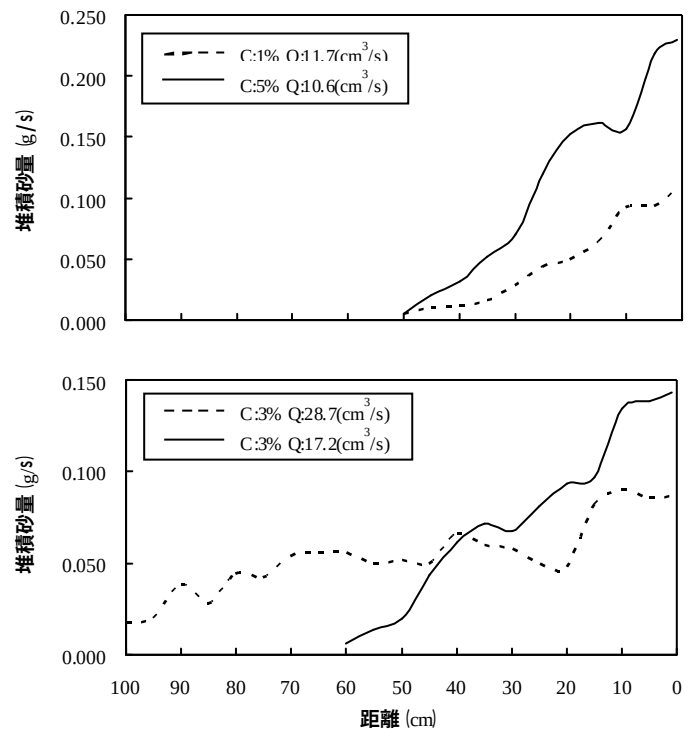


図 3 流下方向における堆積砂量分布

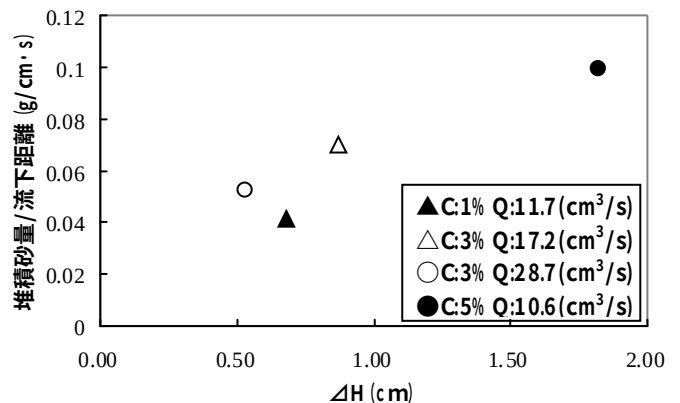


図 4 損失水頭 ΔH と単位堆積砂量の関係