

(II-16) 水路実験による堆積砂層表面における洗掘特性

千葉工業大学 学 員 ○三品 智和
 千葉工業大学 村上 和仁
 千葉工業大学 正 員 瀧 和夫

1.はじめに

現在、大雨による農地表土流亡や山間地での斜面崩壊が大きな問題とされている。その原因として表土を流れる流水による洗掘が考えられる。そこで、本研究では流れによって起こる表土の洗掘特性について、水路実験による解析を試みた。

2.実験装置及び方法

本実験に用いた装置は、長さ2m、幅5cm、高さ45cmの開水路である。また、実験用材料はシリカ砂($d_{50}=45\mu\text{m}$)、石英砂($d_{50}=19\mu\text{m}$)である。実験は水路上流端より、水と砂とを混合した泥水を自然流下させ、その時に堆積した砂層表面に形成される洗掘形状を1分間隔で写真に撮影し、洗掘特性を解析することを試みた。なお、実験条件は、表1に示すように流量 Q_w を10.2~74.0(cm^3/s)及び給砂量 Q_s を1.81~6.11(g/s)の11条件である。また、測定項目は、水深、洗掘高、洗掘移動速度、河床勾配とした。

表1 実験条件

RUN.NO	$Q_w(\text{cm}^3/\text{s})$	$Q_s(\text{g/s})$
S-5	35.2	6.11
S-7	41.9	3.03
S-11	10.2	2.91
S-13	20.6	6.18
S-15	53.6	3.11
S-16	72.2	2.98
Q-4	37.5	2.22
Q-5	32.3	2.64
Q-12	70.6	2.33
Q-11	74.0	1.81
Q-25	35.7	5.08

3.実験結果

本実験では、一様粒径をもった泥水を自然流下させ、平滑な堆積砂形状が形成された後、砂面に形成される洗掘を観察・測定することとした。いま、実験の

代表的なものとして、図1(RUN S-7)及び図2(RUN S-16)を示す。ここで、図中の点線は、洗掘が生じる前の河床形状を表し、各図は河床の変化を1分間隔で撮影したものである。図1、図2より、流れは常に洗掘斜面に沿うように流下するのが観察された。また、流量の小さな、そして濁水濃度の高い RUN S-7 の方が S-16 よりシャープな洗掘面形状となっているのがわかる。洗掘された堆積砂は洗掘部の直下流に堆積され、新たな河床堆積形状が形成されるのが観察された。さらに、洗掘現象はその形状を変形させることなく、全ての実験条件においてそれぞれに一定の速度で上流側に移動することが観察された。

以上のような洗掘現象は単一的なものではなく、写真1で示されるように繰り返し観察されるのが特徴的である。なお、写真中の矢印は洗掘場所を指すものである。

次に流速、河床勾配、洗掘高の関係及び流速、河床勾配、洗掘移動速度の関係を3次元グラフで示したもので

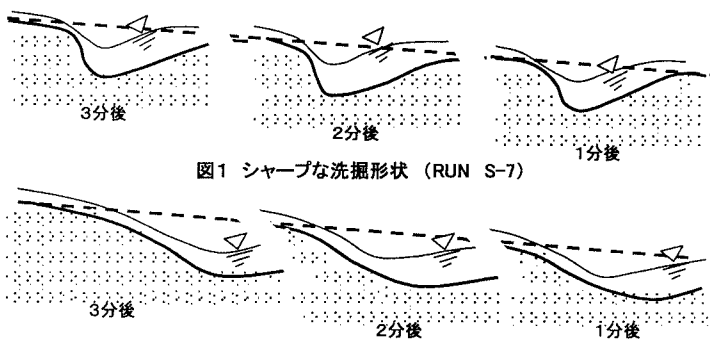


図1 シャープな洗掘形状 (RUN S-7)

図2 水深が均一な洗掘形状 (RUN S-16)



写真1 2つの洗掘現象

キーワード：水路実験、堆積砂層、洗掘特性

〒275-8588 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 TEL:047-478-0452 FAX:047-478-0474

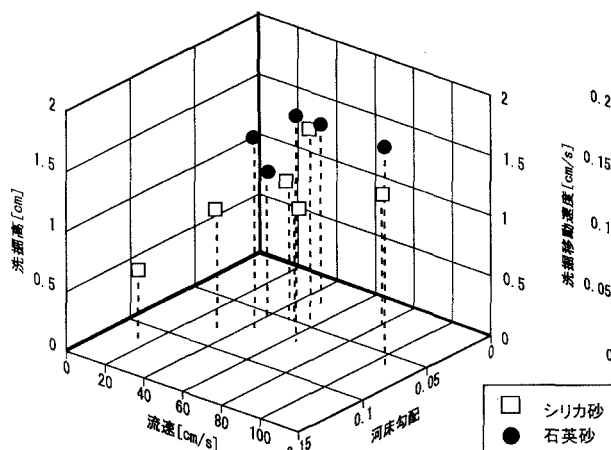


図3 洗掘高、河床勾配、流速の関係

ある。また、図5は洗掘高と洗掘移動速度の関係を示したものが図3及び図4である。ここで、流速は洗掘地点より上流側の断面平均流速すなわち、平衡状態での断面平均流速を、洗掘移動速度は洗掘面が上流側に移動する速度を意味する。

図3より、流水の速度が増大するのに伴い河床勾配は減少する、反比例の関係にあることがわかる。このことは、早い流速のときには砂粒子は十分下流まで輸送されて沈降堆積するが、遅い流速のときには沈降速度も早く、大きな河床勾配を形成することを示唆している。一方、流速と洗掘高及び洗掘高と河床勾配の関係については、明確な関係は認められなかった。

図4及び図5より、洗掘移動速度は、砂の種類すなわち、粒径によって2グループに分かれているのが認められる。また、図6に河床材料別の洗掘移動速度を示した。これより、シリカ砂系で約 0.17 (cm/s)、石英砂系で約 0.06 (cm/s)と約3倍差の洗掘移動速度であることがわかった。なお、図中の記号は粒径別の平均洗掘移動速度を、各棒線はその範囲を意味する。また、

本実験に用いた粒子形状は、シリカ砂が丸みを帯びた立体形状であるのに対し、石英砂は平たく角ばった形状をしている。粒子の密度は、シリカ砂 2.65 (g/cm³)、石英砂 2.60 (g/cm³)と大きな差はなかった。これらのことより、シリカ砂は粒径が大きく相互の噛み合わせが弱いのに対し、石英砂は粒径が小さく角ばった形状をしているため、噛み合わせが強く密な状態にあると考えられる。よって、小さな粒子ほど洗掘抵抗が増大する傾向を示していると考えられる。

5.まとめ

河床の洗掘特性を解明することを目的として、一様粒径をもった泥水を自然流下させて水路実験を行った。その結果、流れは洗掘面から剥離することなく、洗掘面に沿って流下していること、その洗掘面は一定の速度で上流側に移動することが観察された。なお、また、洗掘された砂はその直下流で再び堆積する傾向が見られ、流量、濁水濃度の違いによって異なる洗掘面形状を形成すること、さらに、洗掘現象は単一的なものではなく、繰り返し起こることも明らかとなった。

最後に、本研究に用いた実験データの多くの部分は筆者の一人がミネソタ大 St. Anthony Falls Laboratory にて行った実験から得たものである。ここに機会を与えて下さった G. Parker 教授に感謝の意を表わします。

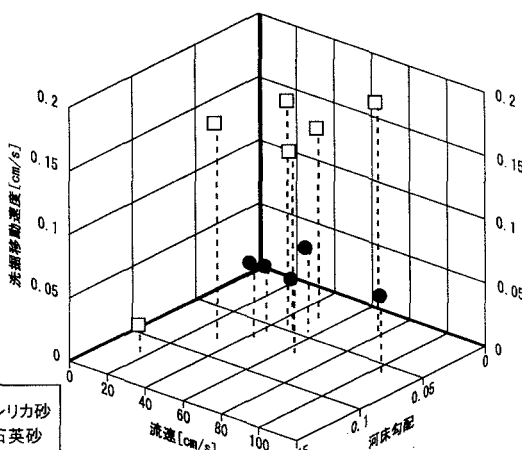


図4 洗掘移動速度、河床勾配、流速の関係

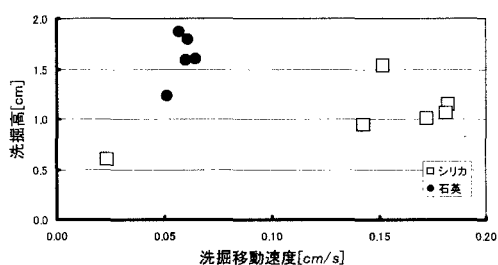


図5 洗掘移動速度、洗掘高の関係

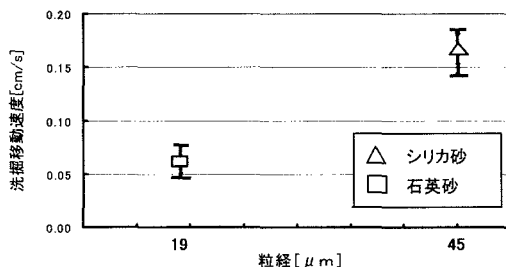


図6 粒径別の洗掘移動速度