

土砂の集合運搬に関する二・三の実験（その2）

—— 流動限界勾配について ——

日本大学工学部 正員 木村 喜代治

同 正員 高橋 迪夫

急勾配上の土砂が水分を含み、この水分が増大して或る量になると流動化し、いわゆる集合運搬を形成するが、勾配が緩やかであると上流から水分の供給があっても集合運搬とはならず、流れは土砂の表面を流れ、通常の河川の流れとなる。勿論、この流れが限界掃流力以上であれば *bed load* は存在するが、これは集合運搬ではない。従って、土砂の集合運搬に関する問題として、勾配がどの程度以上となれば水分の供給によって集合運搬を形成するか、換言すれば、土砂が集合運搬を形成する勾配の範囲はいくらかを知る事は防災工学上極めて重要な事と考えられる。又、それと同時に集合運搬を形成する勾配の範囲に於ける土砂の流動限界の含水量はどの位になるかという事も、興味ある問題である。この後者についての検討は、第26回の平次講演会で一部を報告したが、今回、更に多くの実験を追加実施した。

本報は、集合運搬を形成する勾配の範囲と、限界含水量の追加実験等の結果を報告する。

いわゆる土砂の集合運搬としての土砂流に関しては、その発生機構、或いは、その運動形態等、未だ十分にその物理量の関係が解明されていないのが現状である。そこで、我々の研究では、先ずその物理量を最も単純な状態から調べる事にした。

さて、実際の土砂流に存在する粘土泥シヨフは紙料なものではなく、数種の粘土鉱物の他に相当粒径の粗いものまで含まれている。一般に、土砂流に関する粘土鉱物は、カオリナイト、イライト、モンモリロナイトの三つのグループである。そこで、本報では、底質に粒径0.3～0.6 mmの砂（比重：2.64）を用い、これに粘土鉱物として、イライトグループに近いセリサイト（会津高田産、比重：2.81）を用いた。

今回の実験では、集合運搬を形成する勾配の範囲の決定と、その範囲内に於ける勾配と流動限界含水量との関係を決定する為に、水路勾配を12°から30°迄8種類（12, 14, 16, 18, 20, 22, 26, 30°）に渡って変化させた。又、流量と流動限界含水量との関係をみる為に、流量を19.5, 29.8, 42.2, 49.0, 61.0 cm³/secの5種類に拡張し、更に、粘土含有量による影響に対しても、5.0%を加え、粘土含有量を.0, 2.5, 5.0%の3種類とした。

以上により実験を行ない次の様な結果が得られた。

先ず流下状況については、流動土砂が底質土砂を連行しつゝ流下し、流動土砂先端部の土砂量を徐々に増加して行く様子が観察される。この流下は、粘土が含まれない場合は非定常的であり、粘土含有量が増すに従い、より定常的に流下する様になる。これは、土砂の吸・脱水性に關係があるのではないかと思われる。すなわち、粘土含有量が少ない場合は吸・脱水性が優る為、流動の開始は容易であるが、水の供給が無くなれば流動限界以下の含水量になり易く、その結果、流動は停止してしまう。

一方、粘土含有量が多くなるに従い、吸・脱水性が劣ってくる為に流動状態への移行は容易ではないが、一度流動を開始すれば、水の供給が無くとも流動を続ける事が出来るのではないだろうか。

流下速度については、水路勾配、流量、粘土含有量の違いにより、連行される土砂量が違ってくるので、一概には言えないが、勾配、流量、含有量の増加に伴い流下速度も増すが、この内勾配の増加に対してはそれ程の速度の増加は現われず、むしろ流量、含有量の影響がより顕著に現われている様であり、流量:61.0/19.5で3~4倍、含有量では0%では0.7~4 cm³/sec程度、2.5%はこの1.5~2倍、5.0%は4~6倍程度の結果を示している。これは、勾配による影響は他の2つに比べて流動土砂量の変化となって現われる為と思われる。

次に、土砂の流動限界の含水量と流量との関係を粘土含有量0%の場合について表わしてみると、図-1の様になる。この図に見られる様に、流量の変化による流動限界含水量の影響は少なく、ほぼ同一の傾向を有している事がわかる。又、粘土含有量が2.5%、及び5.0%の場合も同様に、流量による変化はないと考えて良いという事が実験結果より求められる。

図-2は流量が29.8 cm³/secについて各粘土含有量のものを示してある。これによると何れの場合も勾配が20°付近に於いては、ほぼ同一の33%の含水量を示している。又、それより緩勾配では粘土含有量の少ないものが、勾配の減少に対し急激に含水量を増加する。反対に、20°より急になると勾配の増加に対し含水量の変化は、粘土含有量の少ない方が緩慢になり、粘土含有量の多いものは変化が続く事がわかる。

次に、土砂が集合運搬を形成する勾配の範囲については、実験水路の可傾装置の構造上、最小間隔が2°であるので、細かい数値は得られなかつたが、粘土含有量が0%では14°付近、2.5%では14~16°付近、5.0%では16°付近より土砂は集合運搬を形成する様になるという事が観察される。

<参考文献>

- (1) 木村喜代治, 他: 土砂の集合運搬に関する二・三の実験, 第26回 年次学術講演会, 昭46.10
- (2) 木村喜代治, 他: 土砂の集合運搬に関する基礎実験, 45年度東北支部技術研究発表会, 昭46.2

