

#### 4 土砂の集合運搬に関する基礎実験 (その1)

日本大学工学部 正員 木村 喜代治  
 同 正員 高橋 迪夫  
 同 学生員 高橋 幸規  
 同 学生員 長林 久夫

##### 1. はしがき

集合運搬としての土砂の流動化現象を研究する際に、その水分補給の変化に応じて、底質の水分の吸収及び流出の速さ等の特性が非常に重要な要素になるものと考えて、この研究に着手した。

そのうち、今回は、その過飽和水分流出の機構に関し、流出時間及び底質材料の違いによる影響について、実験的にその特性を明らかにしようとするものである。

##### 2. 実験方法

実験装置としては、図-1の様な幅: 25cmの木製のものを作製した。表面はペンキ仕上げとし、可能な限り滑面に仕上げた。

実験は、試料として、砂 + 粘土の総重量を、9.0kgとし、粘土含有率 $[(\text{粘土重量} / \text{総重量}) \times 100 (\%)]$ : 0 (すなわち砂のみ)、2.5、5.0、7.5%の4種類のものを作製し、これに、含水比が、27、28、29、30%になる様に水を加えて、十分に練り混ぜた後、直ちに突き固め棒で一定回数突き、詰り方が一定になる様に、図-1の破線の部分の様な断面に成型した。

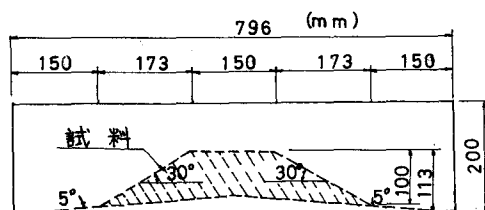


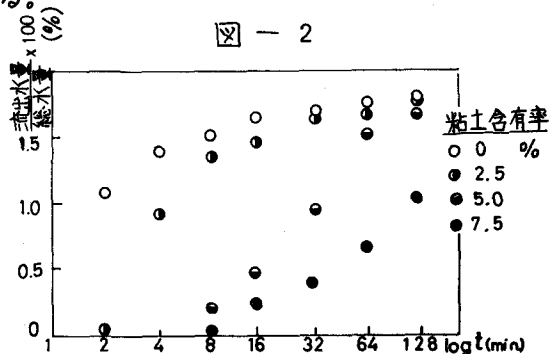
図-1 実験装置断面図

測定は、試料を装置に投入した時から計って、対数目盛的に、2、4、8、16、32、64、128分の各時間に於ける流出水量を容器に受け、これをメスシリンダーによって測定した。

なお、実験に使用した砂は、福島県小高産の粒径0.3～0.6mm、比重2.64。又、粘土は、福島県会津高田産のセリサイト、比重2.81である。

##### 3. 実験結果及び考察

各試料の流出時間 $[(\text{流出水量} / \text{総水量}) \times 100 (\%)]$ の結果を、初期含水比27%のものについてみると、図-2の通りである。他の含水比のものについても、これと同様な傾向を示している。



次に、各々の試料について、 $\{(\text{流出水量}/\text{総水量}) \times 100 (\%) \}$ の値は、流出時間の関数(これを $f(t)$ で表わす。)と、含水比の関数(これを $\phi(w)$ ,  $\psi(w)$ で表わす。)によって表わされるものとして、実験式を求めてみた。

まず、粘土含有率: 0%については、各含水比に於ける、流出時間— $\{(\text{流出水量}/\text{総水量}) \times 100 (\%) \}$ の関係は、図-3のようになる。これより実験式は、次の様な形で表わす事が出来る。

$$y = f_0(t) + \phi_0(w) \quad \cdots (1)$$

こゝに、

$$\begin{cases} f_0(t) = 0.866 \{ \log(\log t) + 0.521 \} \\ \phi_0(w) = -163.58 + 10.96w - 0.18w^2 \end{cases}$$

但し、

$$\begin{cases} y: (\text{流出水量}/\text{総水量}) \times 100 (\%) \\ t: \text{流出時間 (min.)} \\ w: \text{含水比 (\%)} \end{cases}$$

なお、添字は粘土含有率を示す。

図-4は、実験式より求めた曲線に、実験値をプロットしたものである。但し、縦軸を $y - \phi_0(w)$ とした。

次に、粘土含有率: 2.5%については、各含水比に於ける、流出時間— $\{(\text{流出水量}/\text{総水量}) \times 100 (\%) \}$ の関係は、図-5の様になり、これより実験式は、

$$\log y = f_{2.5}(t) + \phi_{2.5}(w) \quad \cdots (2)$$

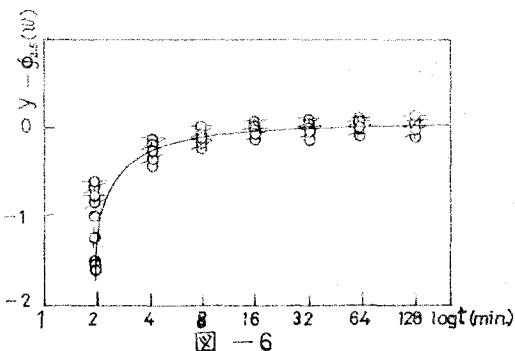
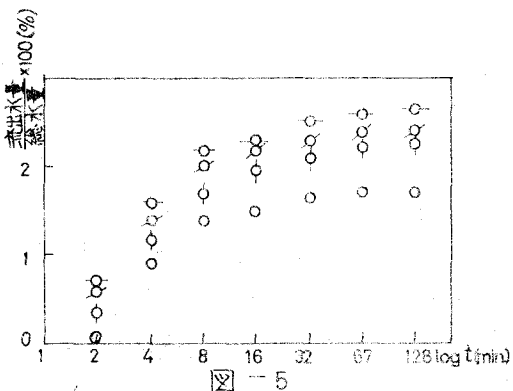
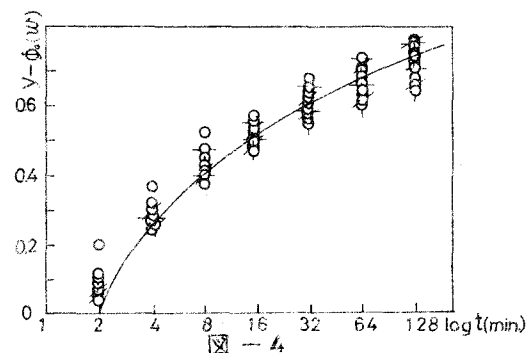
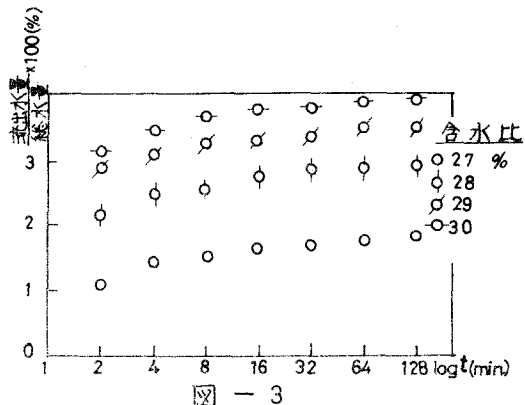
こゝに、

$$\begin{cases} f_{2.5}(t) = \log(1.00 - 2.10t^{-1.11}) \\ \phi_{2.5}(w) = \log[1.19\sqrt{(w-24.7)}] \end{cases}$$

となる。

但し、各記号は、0%と同じである。

図-6は、実験式より求めた曲線に、実験値をプロットしたものである。



又、粘土含有率：5.0%については、各含水比に於ける、流出時間—[(流出水量/総水量)×100(%)]の関係は、図-7の様になり、これは実験式は、

$$y = \psi_{5.0}(w) \cdot f_{5.0}(t) + \phi_{5.0}(w) \quad \cdots (3)$$

とくに、

$$\begin{cases} f_{5.0}(t) = \log t \\ \phi_{5.0}(w) = -0.16(w-19.6) \\ \psi_{5.0}(w) = 0.041 \times 1.14^w \end{cases}$$

図-8は、実験式より求めた曲線に、実験値をプロットしたものである。但し、縦軸を  $y - \phi_{5.0}(w) / \psi_{5.0}(w)$  とした。

同様に、粘土含有率：7.5%については、各含水比に於ける、流出時間—[(流出水量/総水量)×100(%)]の関係は、図-9の様になり、実験式は、

$$y = \psi_{7.5}(w) \cdot f_{7.5}(t) + \phi_{7.5}(w) \quad \cdots (4)$$

とくに、

$$\begin{cases} f_{7.5}(t) = (\log t - 0.397)^2 \\ \phi_{7.5}(w) = 0.0325(w-31.6) \\ \psi_{7.5}(w) = 0.0476(w-17.7) \end{cases}$$

図-10は、実験式より求めた曲線に、実験値をプロットしたものである。

以上の結果より、幾つかの含水比、粘土含有率の違いによる流出の特性がわかり、それらについての実験式を、式(1),(2),(3),(4)に示した。この実験式は、図-4, 6, 8, 10, にみる通り、測定の初期に於いては多少のばらつきはあるが、比較的实验結果をよく表わしていると思われる。

この測定初期に於けるばらつきは、突き方の不均一さ等の試料の成型過程に於ける原因が、大きく作用しているものと考えられる。

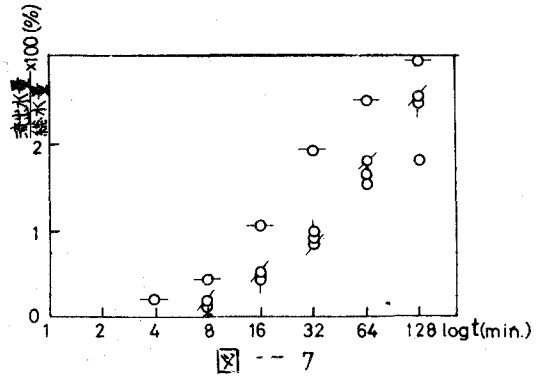


図 - 7

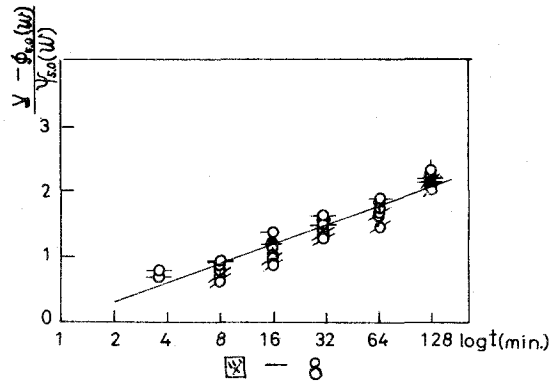


図 - 8

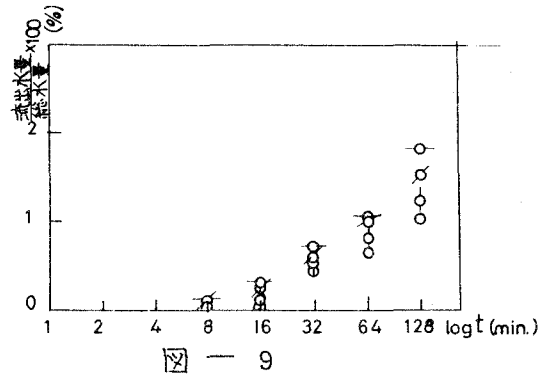


図 - 9

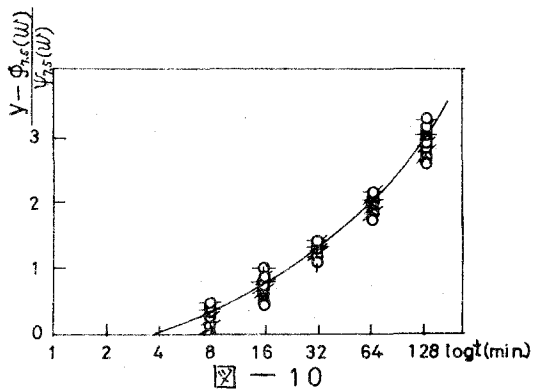


図 - 10

又、図-2より明らかな様に、粘土の含有量が、水分の流出特性に非常に敏感に影響するものである事がわかった。この粘土含有率と流出時間（流出水量／総水量）との間には、或る関数関係があると思われる。

次に、各試料の初期含水比と、128分後の含水比とを比較してみると、図-11の様になる。流出水量は、各粘土含有率の試料に対し、各含水比共にある値に漸近する傾向を示しているが、同一の底質材料であっても、初期含水比が高い程、128分後の含水比も高くなっており、底質の保水性、すなわち、含水比は同一の値に収束していない。

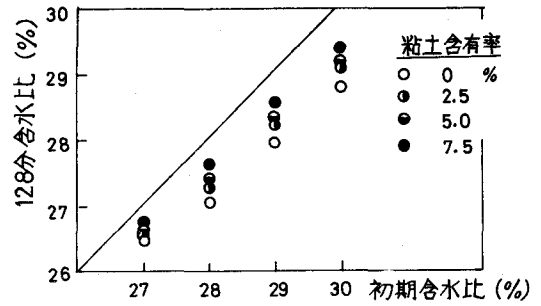


図 - 11