

日本工芸学部 正員 安田 禎輔
〃 〃 藤田 豊
〃 〃 藤田 龍之

ま之がき 前報までに於いて、粗粒子層の透水は、安田の浸透流速に関する半理論式に従うことが実証され、均一球形粗粒子および砂層における実験式を示した。

本報に於いては、粒径が2mm以下の粒子(工質工学における粒度試験で分類上「砂」の領域に入る試料)の透水現象について報告し、その実験式を示す。また代表粒径としては、上述の第6報の結果より、フルイ分けに用いたフルイの上限のフルイ目径およびフルイ目間隔の中央径を用いた。

§-1 実験方法および装置

1-1 実験装置

低速用の立型透水実験装置で透水本体は、長さ30cm、内径12cmの透明アクリル製の円筒である。

1-2 実験方法

定水位透水試験

1-3 試料

試料名称: 砂(上水道濾過材用)

産出場所: 福島県小高町山-サンド製

1-4 フルイおよび粒子の比重

	1	2	3	4	5	6	7	8
フルイ目間隔(mm)	1680~1410	1410~1190	1190~840	840~590	590~420	420~297	297~250	250~149
比 重	2.6578	2.6551	2.6567	2.6509	2.6530	2.6622	2.6729	2.7226

1-5 代表粒径

代表粒径 d_m の選定に関しては、第6報に於いて報告したが、本報に於いては、第6報の粒径より小さいため必ずしも、第6報の結果に従うとはかぎらないが、現在砂粒についても研究中である。最終結果が、出ていないので、詳しくは他の機会にゆずるが、本報に於いては、試料Ⅰの $d_m < 0.0297\text{cm}$ なるものと試料Ⅱに対しては、中央径、試料Ⅰの $d_m > 0.0297\text{cm}$ なるものに対しては、上限径を採用した。

§-2 実験結果と考察

2-1 レイノルズ数と抵抗係数

安田の半理論式

$$V = k' d_m^{n'} I^{m'} \quad \text{----- (1)}$$

$$n' = 3m' - 1 \quad \text{----- (2)}$$

$$k = f(e) g^{m'} / \nu^{2m'-1}$$

の誘導の仮定は、レイノルズ数 Re と抵抗係数 ζ との関係が、両対数方眼紙上に於いて直線分布することである。

$$\text{ここで} \quad \zeta = \frac{e}{\rho} \frac{29 g m l}{V^2} \quad Re = \frac{V d_m}{\nu} \quad V: \text{真の流速}$$

Fig-1 は、 $Re = 0.2 \sim 9$ の範囲に於いて、 $Re-\zeta$ の関係が、直線分布することを示している。

したがって、上記仮定の正しいことが、実証された。

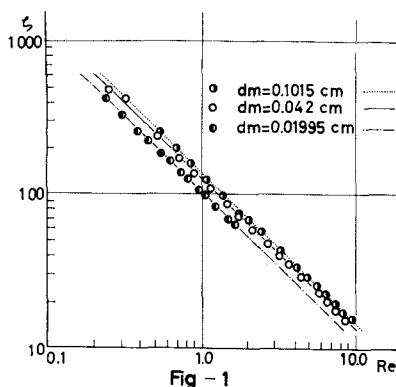


Fig-1

2-2 動水勾配と流速

Fig-2は、各粒径における動水勾配 I と真流速 v との測定値であり、 I - v 関係が、面打数方眼紙上にあり、直線分布していることが分かる。

したがって、 I と v との関係は次式

$$v = k I^{m'} \quad \text{----- (3)}$$

で示される。(3)式により、 m' を最小自乗法により計算した値をFig-3で示す。

これより m は dm に無関係であり、各領域で固有の値を取り、粒子の形状、種類に左右されない。以上のことより第I領域の m' の値として

試料I: $m' = 0.994$

試料II: $m' = 0.991$

を得た。

2-3 k と dm との関係

Fig-4により k と dm との関係は次式

$$k = k' dm^{n'}$$

で示される。この関係より、 k' 、 n' を求めると

試料I (中央径) $n' = 1.840$ (上限径) $n' = 1.853$

試料II (中央径) $n' = 1.895$

となる。この n' と $3m'-1$ との値を比較すると93%および96%の精度で一致し、(2)式の成立することが、実証される。

2-4 実験値と実験式との比較

本報における実験式は、CGS単位で

試料I

$$(\text{中央径}) \quad v = 131.21 dm^{1.840} I^{0.994} \quad \text{----- (4)}$$

$$(\text{上限径}) \quad v = 102.55 dm^{1.853} I^{0.994} \quad \text{----- (5)}$$

ここで $0.0149 \leq dm \leq 0.0840$ $0.7151 \leq e \leq 0.7484$

$$23^\circ\text{C} \leq t \leq 24^\circ\text{C}$$

試料II

$$(\text{中央径}) \quad v = 99.83 dm^{1.895} I^{0.991} \quad \text{----- (6)}$$

ここで $0.1015 \leq dm \leq 0.1545$ $0.5924 \leq e \leq 0.6308$

$$13^\circ\text{C} \leq t \leq 21^\circ\text{C}$$

Fig-2の実線および点線は、(4)式、(5)式、(6)式によるグラフである。これより、実験式と実測値はよく一致し、安田の半理論式(1)および(2)式が、「砂層」においても成立することが、実証された。

むすび

- 1) 砂層においても砂利、碎石と同様に半理論式が成立する。
- 2) 飽和状態で透水試験を行なった場合には、透水履歴は認められなかった。
- 3) 代表粒径の選定によって、浸透流速の計算値は、大きく変わる。したがって、厳密には、フルイ分け試験によって、各試料の代表粒径を決定しなければならない。

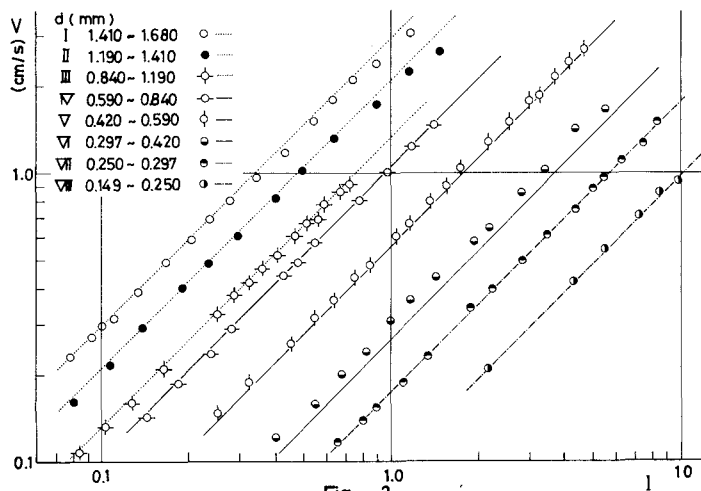


Fig - 2

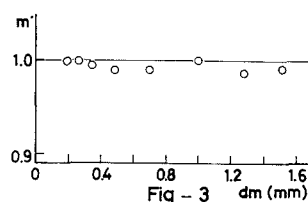


Fig - 3

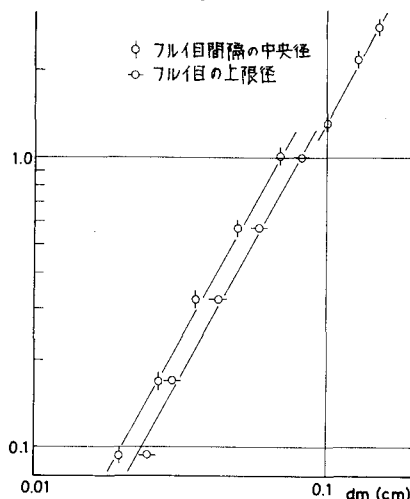


Fig - 4