

碎石層の透水について

日本大学工学部 正員 安田 禎輔
 “ 正員 藤田 龍之
 “ 学生員 吉 長 敏幸

ま之がき 前報までにおいて、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、均一球形粗粒子層をはじめとして、砂利層および砂層における実験式を示した。

本報においては、粒径が0.75～2.43cmの碎石を7種類にふるい分けした均一碎石層の疑乱流領域すなわち第Ⅲ領域における透水現象について報告し、合わせてその実験式を示す。

§-1 実験装置および方法

1-1 実験装置

定水位立型透水試験装置で、透水体本体は、長さ150cm、内径12cmおよび長さ50cm、内径20cmの透明アクリル製円管にモニターを取り付けたものの2種類である。

1-2 試料

試料名称：碎石（福島県岩瀬郡長沼町産）

試料番号	1	2	3	4	5	6	7
フルイ目間隔 mm	25.4-22.2	22.2-19.1	19.1-15.9	15.9-12.7	12.7-11.1	11.1-9.52	7.93-6.73
Gs	2.8163	2.7661	2.7839	2.8218	2.8282	2.8308	2.8044

1-3 代表粒径

Tab.-1 フルイおよび粒子の比重

砂利の代表粒径の選定に関しては、土木学会第28回年次学術講演会で報告したが、本報においては、碎石であるため、必ずしも前報の結果に従うとはかぎらなかったため、以下の方法により決定した。すなわち、各試料中から任意に200個の試料を取り出し、これらの1個1個の重量を計り、これを単位重量（または比重）で割り、1個1個の体積を求めた。さらに、この体積と同体積の球の直径を求め、この直径を1個1個の試料の相当径とした。つぎに、各試料ごとに上記相当径の頻度曲線を書き、最大頻度の相当径と平均相当径がほぼ一致したので平均相当径を各試料の代表粒径とした。これは、フルイ目間隔の中央径と上限径のはば中央値となる。

§-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

$$v = k' d_m^m I^m \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$m = 3m' - 1 \quad \dots\dots\dots (2)$$

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

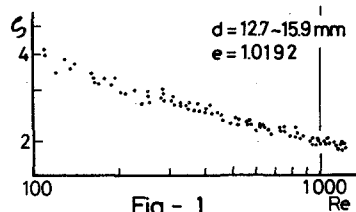


Fig - 1

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、両対数方眼紙上において直線分布することである。

Fig-1は、Re=100～1500の範囲において、Re-ζ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立証された。

ここで、 $\zeta = \frac{e}{G} \frac{2g d_m I}{v^2}$, $Re = \frac{v d_m}{\nu}$, v : 真の流速

2-2 動水勾配と流速

Fig-2は、Iとvとの関係であり、両対数方眼紙上において直線分布していることが分る。したがって、動水勾配Iと流速vとの関係は、次式で示される。

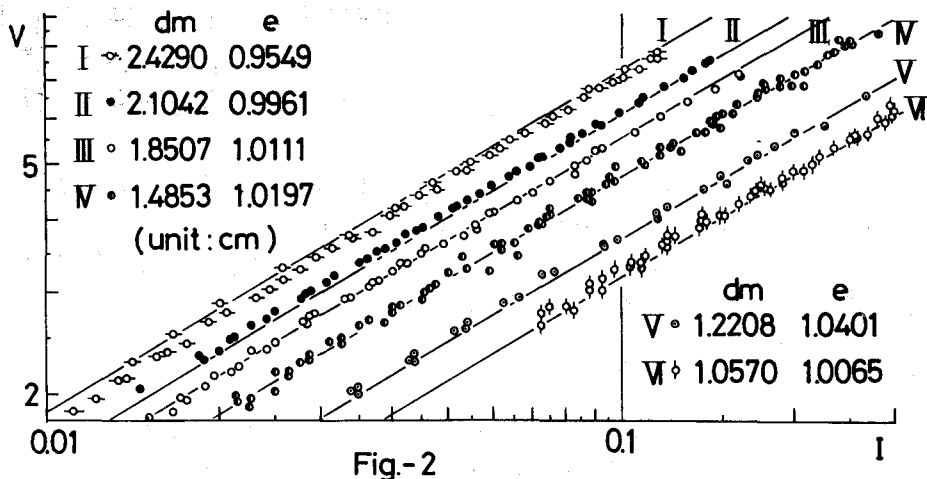


Fig-2

$$V = \bar{e} I^{m'} \quad \dots\dots\dots (3)$$

各試料ごとの m' を、(3) 式により最小自乗法により求め、図示すると Fig-3 となり、その平均値は、次のようになる。

$$m' = 0.591 \quad \dots\dots\dots (4)$$

また、前報までの報告と Fig-3 とより、 m' は粒径 dm や粒子の形状などに関係せず、各領域で固有の値を取ることが分る。

2-3 $\bar{e}$ と dm との関係

Fig-4 により、 $\bar{e}$ と dm との関係は、次式のように示される

$$\bar{e} = \bar{e}' dm^{m'}$$

この関係より、 $\bar{e}'$ と m' を求めると、 $\bar{e}' = 13.06$ 、 $m' = 0.778$ となり、(2) 式より求めた m' 、すなわち $m' = 3m' - 1 = 0.773$ とはほぼ一致し、その相対誤差は、わずかに 0.64% であり、(2) 式の成立することが、実証された。

2-4 実験式と実験値との比較

本報における実験式を CGS 単位で表せば、次式となる。

$$V = \bar{e}' dm^{0.773} I^{0.591} \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここで $\bar{e}' = 11.4 \sim 14.9$ (間隙比により異なる)

$$0.747 \text{ cm} \leq dm \leq 2.43 \text{ cm}, \quad 0.931 \leq e \leq 1.043$$

$$7^\circ\text{C} \leq t \leq 19^\circ\text{C}, \quad \text{碎石第三領域}$$

ここで使用した m' の値は、(2) 式より求めた値である。これは、Fig-4 における測定値が、少なかつたためである

Fig-2 のプロットの点は、測定値であり、実線および破線は、実験式(5)によるグラフであり、ここで採用した $\bar{e}'$ の値は、各試料の間隙比に対応する値である。この図より、上記実験式は、測定値と非常に良く合うことが、分り、安田の半理論式(1)~(2)が、碎石層においても成立することが、確かめられた。

<参考文献>

安田禎輔, 他 : 粗粒子層の透水に関する研究 (第1~9報)

土木学会第26~29 回年次学術講演会講演概要集

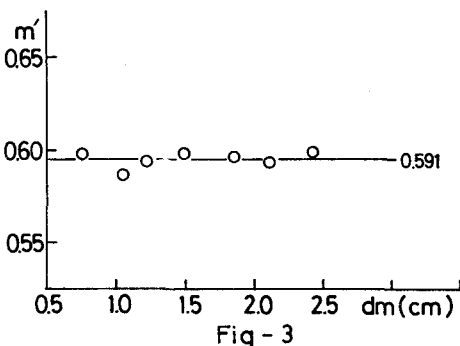


Fig-3

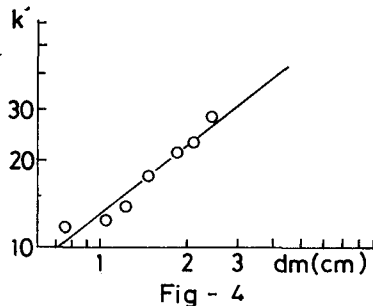


Fig-4