粗粒子層の透水における無次元化の問題点

日本大学工学部　正員　○古河幸雄
〃　〃　安田禎輔
〃　〃　藤田龍之

まえがき、継続して粗粒子層の透水に関する研究を報告してきたが、今回は特に、均一球形粒子層におけるデータ整理上の問題点として　無次元化に伴って生じる疑問点と、均一粒子層と考えられる粒子個々の粒径の誤差に伴なって生じる差異などについて均一球形粒子層の第II領域（疑乱流領域）を例にとり考察する。

§1、データ整理の方法

安田の半理論式

$$v = k' \, dm^{n} \, I^{m} \quad \cdots\cdots (1)$$

$$n = 3m - 1 \quad \cdots\cdots (2)$$

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

の誘導仮定はレイノルズ数Reと抵抗係数ζとの関係が、両対数方眼紙上で直線が存することである

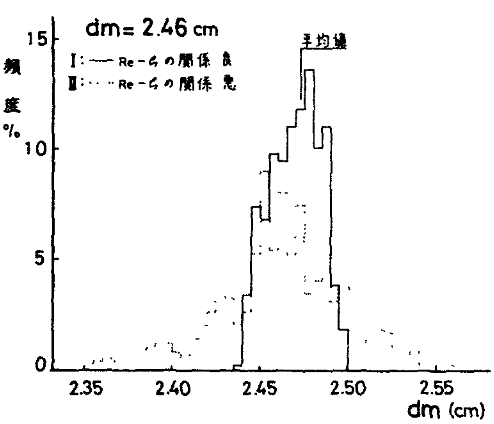
ここで　$\zeta = \dfrac{e}{6} \dfrac{2g\,dm}{v^{2}} I$　，　$Re = \dfrac{v\,dm}{\nu}$　，　v＝真の流速

上記の仮定および(1)，(2)式の成立することは　すでに報告済みである。さて、ここで　上記のことからよりデータの整理の方法として、次の二つの方法が考えられる。第一の方法は　(1)式により、資料I－vの関係より直接最小自乗法により求める方法、第二の方法は、上記仮定により、資料Re－ζより間接的に浸透流速vを求める方法である。

§2　試料の粒径分布

均一粒径の試料を求めようとしても、完全にフルイ分けることはできず、フルイ分けられた試料より、さらにサンプルを取り、粒子個々の粒径を直接測定してみると、無視できない程の粒径分布があり、粒径が小さいほどこの現象は顕著となる。

図－1は、dm≒2.46 cm の均一粒子としてフルイ分けられたガラス玉の試料より、さらにサンプルを取り、粒子個々の粒径ヒストグラムを描いたものである。試料Iは今回用いた試料であり、試料IIは以前に用いた試料である。



図－1　粒径測定ヒストグラム

§3、実験結果と考察

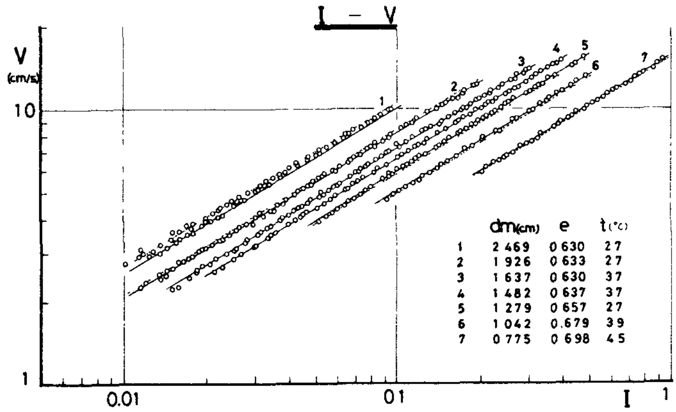
図－2は、試料I群の動水勾配Iと流速vとの測定結果であり、実線はI－vの関係より、破線はRe－ζの関係より求めた実験式によるグラフである。

同じく図－3は、資料I群によるRe－ζの測定結果であり、試料II群についても図－2および図－3と同じような傾向を示すが、Re－ζに関してはやゝ試料I群よりもバラつきが多く、同じ直線が示すとみなすにしても幅を持つ。

以上のように　同粒径に対しては試料I，II群ともに大きい差異は生じないが　全粒径について観察すれば図－4、5に見られるように大きな差異が生じる。

図－４は 試料Ⅰ群の全粒径に対するRe－ζの測定結果であり、図－５は試料Ⅱ群に対するものである。このようにわずかな粒径分布の差異が、無次元化に影響し、試料全体について考える場合は、さらに大きく影響して これらより実験式を求めると 理論的には正しいとしても 試料の詰まり工合やその他の差異が拡大され、その精度も落ちると考えられる。

いま Ⅰ群の試料に対して均一球形粒子層の第Ⅲ領域の流速vを 前§1の第一および第二の方法により求め以下に示す。



図－２ 第３領域（均一球形） 実験値

第一の方法（均一球形 第Ⅲ領域）

$$v = 0.1303\,\nu^{-0.206}\,g^{0.603}\,d_m^{0.818}\,I^{0.603} \quad \cdots (3)$$

e 0.630 ～ 0.694

Re 300 ～ 1600

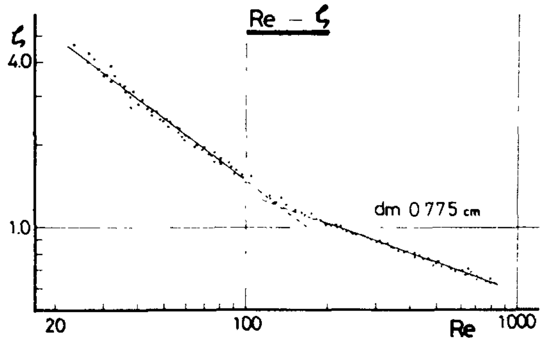
t 27 ～ 46°C

dm: 0.78 ～ 2.47 cm

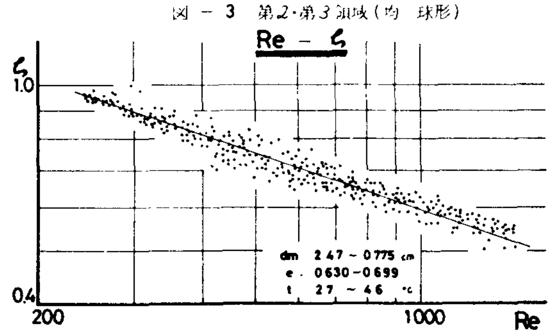
第二の方法（上同）

$$\zeta = 6.2\,Re^{-0.340}$$

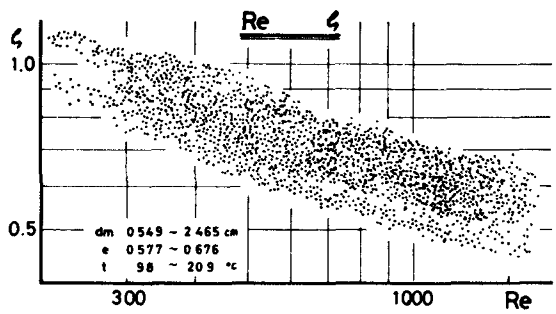
$$\therefore v = \left(\frac{e \cdot g \cdot \nu^{-0.340}}{3 \times 6.2}\right)^{0.62} d_m^{0.807}\, I^{0.602} \quad \cdots (4)$$



図－３ 第２・第３領域（均一球形）



図－４ 第３領域（均一球形）



図－５ 第３領域（均一球形）

図－２の実線が(3)式、破線が(4)式によるグラフであり、全体的に(3)式の方が適合性が良い。今回の式は既報告の係数や指数が若干異なっておるが、さらに条件を厳しくして、精度をあげた修正式である。

§4 まとめ

(1)、データ整理の方法は、第一の方法が結果的に成績が良い。

(2)、Re－ζの各領域で直線分布するが、条件のわずかな違いが大きく拡大され、特に全体としてながめた場合には 曲線分布とみなされる危険がある。

(3)、均一性の高い実験では相関係数が良く、比較的よい一致がみられるが、均一性の低い相関係数の悪いデータならば、その違いはさらに大きくなる。

(4)、以上のことがらより、無次元化の方法は理論的に正しいとしても、適用に際しては充分その適合性を検討の上、適用すべきである。

〈参考文献〉安田禎輔・藤田龍之：粗粒子層の透水に関する研究（第１報） 土木学会26回年次講演会 昭和46年