

II-249 粗粒子層の透水に関する研究 (第3報)

透水現象の分類と実験式

日本大学工学部 正員 ○ 安田 禎 輔
藤 田 龍 之

まえがき 土木学会第23回年次学術講演会および第12回日本大学工学部学術研究報告会において、安田は粗粒子層透水の理論的考察と予備的実験を行ない、浸透流速は $v = k' d_m^m I^{m'}$ 、ただし、 $k' = f(\phi) g^m / \sqrt{2m-1}$ 、で表わせることを示した。これらの理論に基づいて、安田および藤田は粗粒子層透水の実験的研究を行ない、透水現象は4つの領域に分けられなければならないことを提唱し、特に第2報においては疑乱流領域における半理論的な実験公式、第1～2報においてはこれらに関する一連の研究成果を報告した。

本報においては 均一球形粒子層に関するその後の成果である、これらの4つの領域中の特に層流領域と疑層流領域について報告する。

§1 実験装置

前回までの実験装置の他に今年度はさらに右表のような低速用立型透水実験装置を試作した。これらは水圧測点位置2点を持った、透明アクリル樹脂製円形パイプで、水圧測定装置として差動マンオメーター（使用液体、ベンゼン）を取付けたものである。

No	全 長	有効長	内 径
2-1	150cm	120cm	12cm
2-2	100cm	80cm	12cm
2-3	25cm	10cm	12cm

§2 実験結果と考察

2-1 透水現象の分類

従来は、透水現象は Darcy 域である層流領域と非 Darcy 域である乱流領域とに分けられ、第3領域としては精々これらの境界点に遷移領域が存在するものくらいに考えられていた。

我々は、前報において透水現象はその抵抗法則により、Fig-1 のように4つの領域に分けなければならないことを提唱し、かつ疑乱流領域における流速公式を示した。

すなわち、従来、遷移領域と考えられていた領域は、実は疑層流領域と疑乱流領域であり、遷移領域とはこれらの4領域の境界点に存在するものなのである。しかし、Fig-2 から分るように、この遷移領域は実用的にはほとんど問題になる程のものではない。

また、Fig-2 は、これらの境界点のうちの $Re=20, 200$ の2点を実証するものである。

2-2 動水勾配と流速

Fig-3 は、 $1.5 < Re < 20$ および $20 < Re < 200$ における v と I の実測値である。これより、 $I-v$ 線は両領域においても直線分布する。

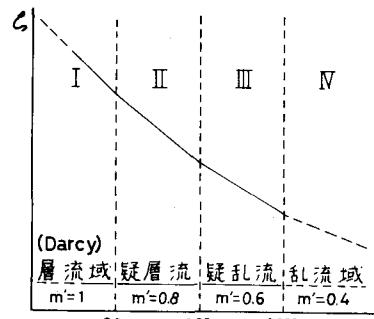


Fig 1 (G: 安田の式)

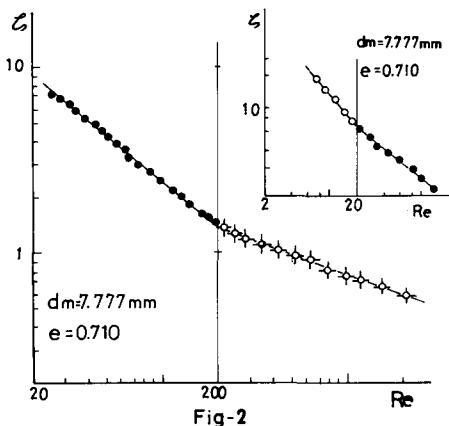


Fig-2

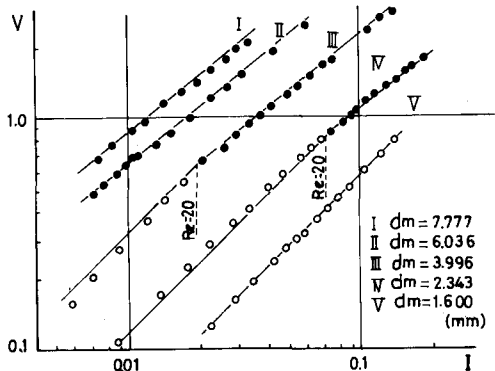


Fig-3

したがって、 ψ と I との関係は次式

$$\psi = k I^{m'}$$

で示される。(1)式により m' を最小二乗法により計算した値をFig-4に示す。Fig-4は、前報までの資料に、さらに

今回の成果を加えたものであり、これより m' は dm に無関係であり、各領域において固有値を取る。また、 m' は粒子の形状、種類にも左右されないことも確認した。今回は、疑層流領域において $m' = 0.804$ となり、また層流領域においてはDarcy則が確認された。

2-3 k と dm との関係

Fig-5により、 k と dm との関係は次式

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

で示される。この関係により k' 、 n' を計算すると上表となり、安田の半理論式

$$\psi = f(e) \frac{g^{m'}}{v^{2m'-1}} dm^{n'} I^{m'}$$

$$n' = 3m' - 1$$

すなわち、指数公式 $\psi = k' dm^{n'} I^{m'}$ が成立することが確認され、安田および藤田の透水モデルFig-1が実証される。Fig-3は、これらの式による計算値と実測値との比較である。

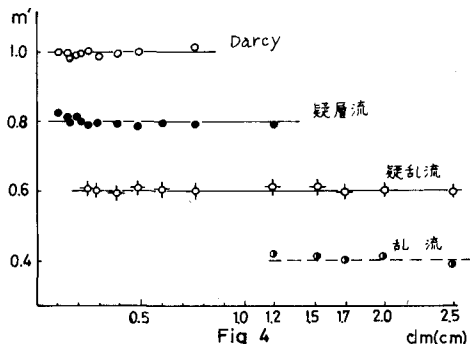


Fig 4

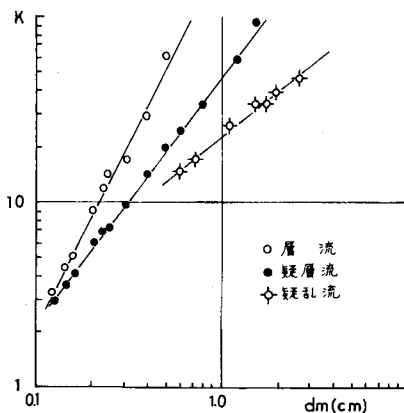


Fig 5

	m'	n'	k'	備考
層流領域	0.997°	1.980°	194.51	○再確認
疑層流領域	0.804	1.375	49.85	
疑乱流領域	0.600°	0.815°	22.55°	●既発表
乱流領域	(0.4)			()未確定