

法政大学工学部 学生会員 前原貴典

法政大学大学院 学生会員 松井 準

法政大学工学部 正会員 岡 泰道

1. はじめに

浸透型流出抑制施設の計画に際して、対象地盤の浸透能力を定量化するための現地試験法の一つにボアホール浸透試験がある。この手法には定水位法と変水位法があり、現在は前者が一般的な方法として利用されているが、試験方法の簡便な後者による評価手法は確立されていない。その原因の一つとして試験開始時における土壌の乾湿条件の評価の困難さが挙げられる。本研究では、この点に着目して現地変水位試験結果のみから浸透能力（飽和透水係数 k_0 ）を推定する手法について検討を行った。

2. 定水位試験の評価法

技術指針¹⁾では、定水位試験結果から得られる、試験施設の形状と湛水深に対応した終期浸透量を用いて、次式により k_0 を算定する方法が標準となっている。

$$k_0 = Q_t / K_t \quad (1)$$

ここで、 k_0 ：飽和透水係数（m/s）

Q_t ：浸透試験での終期浸透量（m³/s）

K_t ：試験施設の比浸透量（m²）で、施設の形状で決まる定数

一方、従来の定水位試験の評価方法として、次の Glover 式を挙げることができる²⁾。

$$k_0 = \frac{Q_t}{C_u \cdot r \cdot h}, \quad C_u = \frac{2\pi(h/r)}{\sinh^{-1}(h/r) - 1} \quad (2)$$

ここで、 r ：ボアホール半径、 h ：湛水深

上式では、湛水深が小さい場合は適合度に問題があることが指摘されている³⁾。すなわち、 (h/r) が 5 より小さくなると、 k_0 が過大評価される傾向が顕著となる。したがって、定水位試験の場合、(1)式の k_0 を浸透能力の指標として用いる方が妥当と判断される。

3. 変水位試験の評価方法

変水位浸透試験結果に基づく飽和透水係数の推定は数値解析を用いて行う。基礎式として Richards の浸透方程式を用い、有限要素法により離散化を行って試験施設からの浸透現象を再現する。解析を行うには土壌の水分保持・透水特性ならびに初期条件（初期吸引圧）の定量化が必要であるが、前報²⁾では、 $\theta - \phi$ 関係には Haverkamp 式を、 $k - \phi$ 関係にはこれに対応する Irmay 式を用いた。また、初期吸引圧の推定は無降雨期の吸引圧 ϕ の時間的変化を近似する次式によって行

$$\log(\phi / \phi_0) = a \sqrt{t} \quad (3)$$

ここで、 a ：土壌と気象要因によって決まる定数

t ：降雨終了からの経過日数

本研究においてもこの方法を踏襲した。

4. 解析条件ならびに結果

(1) 初期条件

(3)式によれば、パラメータ a 、 ϕ_0 が定まれば試験開始前の初期吸引圧が得られることを示している。前報では、表-1 の多摩ニュータウン内にかつて設置されていた長池、永山両試験地区において実施されたテンシオメータによる土壌吸引圧の長期測定記録を用い、(3)式の a について考察を加えた。それによると、永山地区における a の値は年間を通じ、長池地区の値に比べて大きいことが示されている（図-1）。

一方、本研究で解析に用いるのは都立小金井公園で

表-1 対象地区の土壌特性

対象地区	土壌特性	土質分類	地被条件
長池	自然地盤	関東ローム	林地
永山	転圧地盤		裸地
小金井公園	自然地盤		裸地

キーワード：浸透、飽和透水係数、ボアホール試験、変水位試験

〒184-8584 東京都小金井市梶野町3丁目7番2号 法政大学工学部

TEL 042-387-6278 FAX 042-387-6124

の浸透試験データである。定数 a は季節的な要因（気温や湿度、直射日光量の影響など）に支配されると考えられるが、ほぼ同じ気象条件であれば、地被条件にもっとも大きな影響を受けることを考慮し、裸地地盤である小金井公園の a の値として、永山地区のものをを用いることとした。

また、 ϕ_0 は最小含水量 ($pF1.7 \sim 2.0$) に相当するが、試験地点は自然地盤で、透水性の比較的良好な土壌であることから、長池地区の値を用いることとした。

以上を踏まえ、(3)式の a を、各季節における平均値 (Case①)、月平均値 (Case②)、および通年変化を的確に表現できると考えられる 2 次式³⁾ (Case③、図-1 の点線) について求めた。季節平均値については、永山地区の深度 5 cm の場合、春(4-6 月)が 0.48、夏(7-9 月)が 0.47、秋(10、11 月)が 0.32、冬(12-3 月)が 0.30 であった。

2) 飽和透水係数 k_0 の推定

上述したそれぞれの a の値に基づき土壌の初期吸引圧を推定し、飽和透水係数 k_0 を求め、同一条件で実施された定水位試験による値 (技術指針) と比較した。図-2 に解析の一例を、図-3 に結果を示す。これによると、数値解析 (Case①、②、③) から得られた k_0 はいずれも、多少のばらつきはあるものの定水位試験結果による k_0 に近い値を示している。

5. まとめ

以上により、対象土壌に即した吸引圧の推定式を土壌の初期条件として用いることによって、技術指針(案)との対応づけを考慮した、現地変水位浸透試験のみによる土壌の浸透能力の評価が可能であることが示された。

[引用文献]

- 1) 雨水貯留浸透技術協会編 (1995) : 雨水浸透施設技術指針(案) 調査・計画編, p. 31.
- 2) 加藤、柴田、岡 (1999) : 現地変水位浸透試験データによる透水係数の推定法について、第 26 回関東支部技術研究発表会講演概要集, pp. 348-349.
- 3) 岡、今井、井上、羽田 (1995) : 現地ボアホール浸透試験結果の評価方法の検討, 水文・水資源学会 1995 年研究発表会要旨集, pp. 44-45.

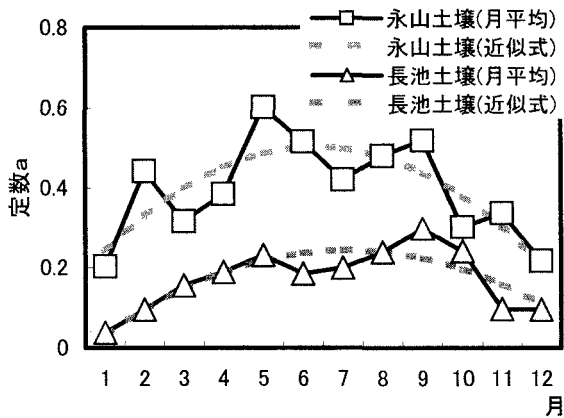


図-1 定数 a の季節的分布 (深度 5 cm)

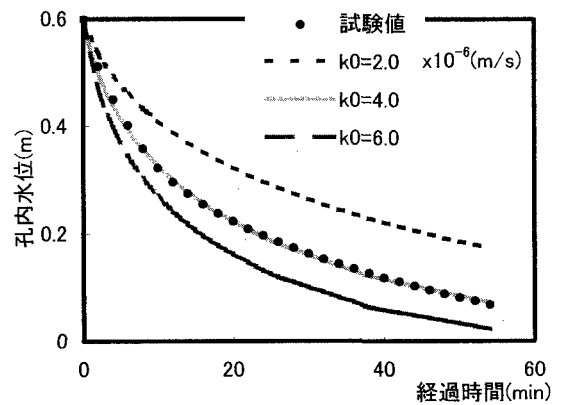


図-2 変水位試験結果と k_0 の推定

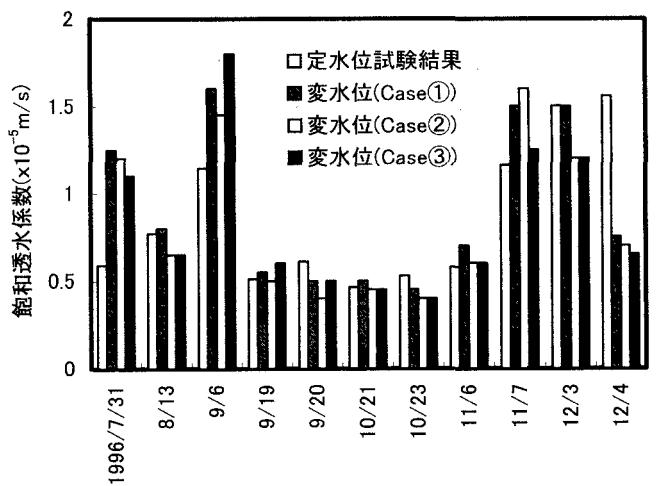


図-3 k_0 推定値の比較