

法政大学工学部 学生会員 多賀陽太 法政大学工学部 学生会員 志田 健
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設計に際して、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。筆者らは、関東ロームが分布する小金井公園および鶴見川流域で現地ボアホール試験を行い、変水位試験からの浸透能力評価手法を検討し、前報¹⁾では飽和透水係数と浸透能力係数について考察した。本報では、この評価手法の有効性をさらに検証するために、神奈川県川崎市(関東ローム)で実施された現地変水位試験データを新たに用いて検討を加えた。

2. 定水位試験の評価方法

雨水浸透施設技術指針(案)²⁾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、次式より k_0 を算定する方法が基準となっている。

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

ここに、 k_0 ：飽和透水係数(m/s)、 Q_t ：浸透試験での終期浸透量(m^3/s)、 K_t ：試験施設の比浸透量(m^2)、である。

ここでは、定水位浸透試験結果に基づき、(1)式から k_0 を推定した。 Q_t については、Horton 式を用いて算定したが、浸透量が時間的にかなりばらついているデータもあった。このような場合は同式の当てはめが困難となるため、移動平均により平滑化した上で試験終了時の値を Q_t とした。

3. 変水位試験の評価方法

変水位浸透試験結果に基づく k_0 は数値解析で推定する。基礎式である Richards の浸透方程式を有限要素法により離散化を行って浸透施設からの浸透現象を再現する。解析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。そこで、 $\theta - \phi$ 関係には Haverkamp 式を、 $k - \phi$ 関係には Irmay 式を適用し、それらの式に含まれる土壌パラメータには妥当性の検証

されている値を用いた³⁾。

4. 初期条件(初期吸引圧)の推定

関東ローム土壌における無降雨期の不飽和吸引圧 ϕ の時間的变化は次式で近似できることが示されている⁴⁾。

$$\log(\psi / \psi_0) = a \cdot \sqrt{t} \quad (2)$$

ここに、 t は降雨終了からの経過時間(日)、 ϕ_0 は降雨終了後 1 日経過した状態の吸引圧で最小容水量に相当する。また、定数 a は季節ごとに決定される定数である。本研究においてもこの推定方法を踏襲した。

なお、現地試験は変水位法(1回目)→定水位法(高水頭)→変水位法(2回目)→定水位法(低水頭)→変水位法(3回目)の順番で行われている。したがって、1回目の変水位法は乾燥状態として、2回目以降の変水位法は湿潤状態として初期吸引圧 ϕ_{ini} を決定した。乾燥状態の ϕ_{ini} の推定方法は(2)式によるが、湿潤状態の ϕ_{ini} は、今回の対象地点が関東ロームであるので、同じ土壌が分布する小金井公園において過去に実施された試験を基に規定した。

5. 現地変水位試験データについて

現地浸透試験は従来型ボアホール試験(径 0.2m)、小口径ボアホール試験(径 0.1m)のものをを用いた。解析対象とした地点、ならびに現地浸透試験方法と種類は、表-1のとおりである。

表-1 現地浸透試験データの内訳

現地試験 実施箇所	ボア ホール 径	定 水 位	変 水 位	所在地 (川崎市内)	地点番号
緑ヶ丘公園	従来	2	3	高津区下作延	I
	小口	2	3	高津区下作延	II
公園第1地点	小口	2	4	幸区南加瀬	III
夢見ヶ崎動物 公園第2地点	従来	2	4	幸区南加瀬	IV
	小口	2	4	幸区南加瀬	V

キーワード：浸透能、飽和透水係数、現地ボアホール試験、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

6. 解析結果および考察

解析結果の一例を図-1 に示す。地点Vでの変水位試験から推定された k_0 は 1.9×10^{-6} (m/s)程度となっている。定水位浸透試験から得られた k_0 は、高水頭時 1.1×10^{-6} (m/s)、低水頭時 7.7×10^{-7} (m/s)であることから、変水位試験結果と概ね符合していると判断される。

表-1 における全地点での解析結果を図-2 にまとめた。定水位試験では、高水頭時より低水頭時の k_0 値が小さい傾向が見られる。これは、試験の繰り返しによる目詰まりが一因として考えられる。

地点Iにおいては、湿潤状態の k_0 が他の試験法に比べ過大に評価されている。この地点では、数値解析による減水曲線形の再現ならびに k_0 の確定が極めて困難であったことから、解析結果を勘案して最大に近い k_0 値を採用したことが、この原因の1つとして挙げられる。

一方、地点IVにおける乾燥状態での変水位試験結果では、ある深度を境に減水曲線の勾配が急変する。このことから、試験地点の土壤が2層構造を成していることが考えられる。解析では、透水性の良い上層で k_0 を推定したため、透水性の悪い下層土壤の特性が考慮されておらず、 k_0 が過大に評価されている可能性がある。つまり、 k_0 は透水性の良い上層土壤の浸透特性に対応したものとなっている。

以上の地点I、IV以外については、定水位試験と変水位試験から推定した k_0 はほぼ符合する結果が得られた。

7. まとめ

本解析により、筆者らの提案する評価手法によって、飽和透水係数 k_0 をある程度精度よく推定することができることがわかった。しかし、試験実施地点の土質や、ポアホール内部の状況によっては k_0 の推定が困難な試験データが得られる場合もある。今後はこういったデータの評価手法について更なる検討が必要である。

謝辞

川崎市建設局河川課および日本工営(株)より現地試験データを提供していただきました。ここに記して感謝の意を表します。

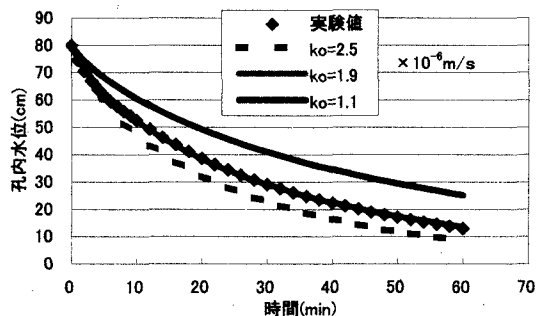


図-1 地点Vにおける解析結果(乾燥状態)

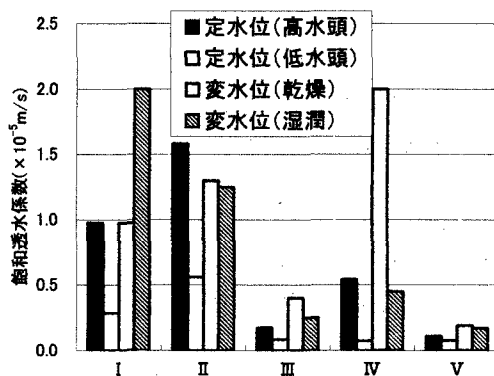


図-2 定水位試験と変水位試験との k_0 の比較

【参考文献】

- 1) 蛭子麻理子, 植原里枝, 岡泰道 (2000): 現地表層地盤における浸透能力指標の評価, 第27回関東支部技術研究発表会講演概要集, pp. 320-321.
- 2) 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.
- 3) 岡泰道, 松井準(2001): 簡易な現地浸透試験に基づく地盤の浸透能力の評価方法について, 水工学論文集, 第45巻, pp. 325-330.
- 4) 前原貴典, 松井準, 岡泰道 (2001): 現地表層土壤の乾燥条件が変水位浸透試験に及ぼす影響について, 第28回関東支部技術研究発表会講演概要集, pp. 152-153.