

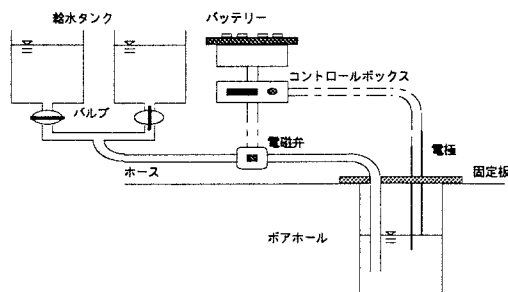
(Ⅱ-66) 現地ボアホール試験による自然地盤の透水特性の評価

法政大学大学院 学生員 今井素生

法政大学工学部 正員 岡 泰道

1. はじめに

雨水の流出抑制効果、地下水涵養などに有効であるとされている雨水浸透処理施設が近年注目を浴びている。この雨水浸透処理施設を計画する場合、雨水処理能力を決定づける現地地盤の透水特性を把握する必要がある。本研究では、自然地盤（都立小金井公園）において透水特性の評価を目的としたボアホール試験を行った。さらに現地土壌における透水特性の評価手法を検討するため、北海道開発局など¹⁾が提案している Q/Ko 値の特性により浸透性能を評価する方法を用い、従来から使われている提案式との比較を行った。また、文献¹⁾で提案されている Q/Ko 値の全国平均による評価式の適用性を、ボアホール径および湛水深が小さい場合について検討した。



2. 現地浸透試験概要：（定水位ボアホール式試験）

図-1 試験装置の概要

試験装置の概要を図-1に示す。一定湛水深を維持するため、コントロールボックスと電極棒により電磁弁を制御する。この水位を保ったままボアホールへの注水量の経時変化を測定し、注水量が定常になるまで試験を継続する。

3. 実験結果の評価方法

3.1 終期浸透量：試験結果から終期浸透量を求めるために、浸透量の経時変化を表現する式として最も代表的なHORTON式を用いた（図-2）。

3.2 飽和透水係数：終期浸透量に基づいて飽和透水係数を算定する式は多く提案されている。算定式の適用条件には湛水深 H 、ボアホール半径 r 、地下水面の位置、対象土層の厚さなどが含まれる。その点を考慮してボアホール試験では次のGlover式を用いた。

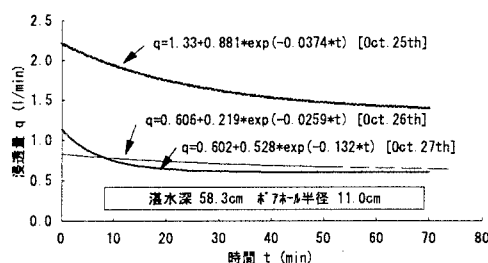


図-2 時間-浸透量曲線

$$Ks = \frac{Qs}{CurH} \quad \left(Cu = \frac{2\pi(H/r)}{\sinh^{-1}(H/r) - 1} \right) \quad (1)$$

ここに、 Ks ：飽和透水係数(cm/s)、 H ：湛水深(cm)、 r ：ボアホールの半径(cm)、 Qs ：定常流量(cm^2/s)である。しかし、Glover式は多くの仮定の基に成り立ち、また条件によって適用範囲が限られてくる。そこで、その他に透水係数を算定する方法として上述した Q/Ko 値からの評価式を用いた。これは各湛水深における Q/Ko 値とボアホール径 D の関係から、次のような2次関数を仮定するものである。

$$Q/Ko = a \times D^2 + b \times D + c \quad (2)$$

ここに、 D ：ボアホール直径、 a, b, c ：各パラメータである。さらに各パラメータ a, b, c と湛水深 H の関係も2次関数により近似させ、表-1のような各パラメータの算定式を導く。ここで求めたパラメータを(2)式に代入することで Q/Ko 値を算定し、試験から得られた終期浸透量 Q から飽和透水係数を求める。

4. 結果および考察

都立小金井公園での試験より得られた終期浸透量を用い、①Glover式、②資料の評価式（全国平均）、③本試験土壌の土壌特性を用いて行った数値シミュレーションの Q/K 値からの評価式、の3つの式から透水係数の比較を行い、結果を図-3に示した。これらはすべて湛水深 $H=0.5\text{ m}\sim 0.9\text{ m}$ に対する結果である。まず全国平均から求めた透水係数はGlover式より算定した値より小さくなる傾向にあり、また数値シミュレーションの値は全国平均の値に近いものが多いが、一部Glover式の結果より大きくなるものがある。終期浸透量は全て同じものを用いているので透水係数を求める式からこの差が生じている。そこでボアホール径を 0.2 m （本試験と同じ）、 0.5 m とし、湛水深を 0.2 m 、 0.4 m 、 0.6 m 、 0.8 m 、 1.0 m 、 1.2 m 、 1.4 m 、 1.6 m 、さらに終期浸透量は湛水深に比例すると仮定し、上述した3つの式から透水係数の比較を行った（図-4、図-5）。一般的に透水係数は同一土壌であれば湛水深に関係なく同じ値を示すはずである。しかし、Glover式は湛水深の変化に伴い透水係数も変化し、図-4に示した本試験のように径や湛水深が小さい場合には透水係数が過大評価される結果となり、図-5においては小さい湛水深に対してマイナスの値さえ示している。さらにGlover式は $H/r\geq 10$ という適用条件がある（図-4では湛水深 1.0 m 以上）ので径や湛水深が小さい場合適用するには問題がある。全国平均の評価式はほぼ一定の値を示しているが、図-4、5ともに湛水深の小さいところで若干透水係数の値が低くなっている。しかし、径を $0.15\text{ m}\sim 0.35\text{ m}$ 、湛水深は $0.5\text{ m}\sim 1.0\text{ m}$ のデータから求めた数値シミュレーションの評価式と同程度の値を示している（図-4湛水深 $0.5\sim 1.0\text{ m}$ ）。このことから全国平均の評価式は本試験条件にも適用できる。図-5で数値シミュレーションの評価式が湛水深によって異なる値を示したのはデータ範囲をはずれるためである。以上のことから本試験のように径や湛水深が小さいときはGlover式では値のばらつきが顕著であり、他の式に比べると透水係数が大きく計算されるので、 Q/K 値を用いた式のほうが有効であると考えられる。また図-4の湛水深の大きなところ（ 1.0 m 以上）は、今後数値シミュレーションのデータ範囲を上げ検討する必要がある。

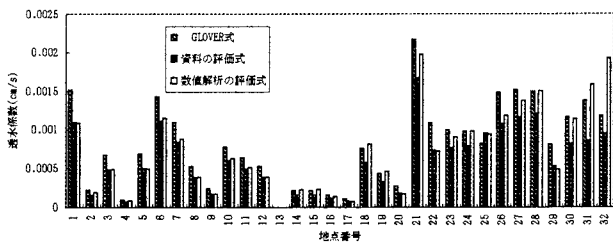


図-3 各式による透水係数の比較

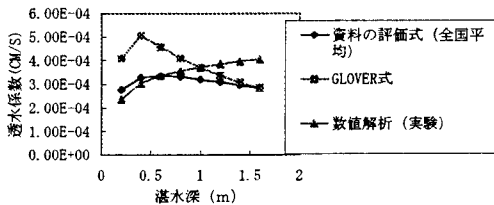


図-4 透水係数の比較（ボアホール径 0.2 m ）

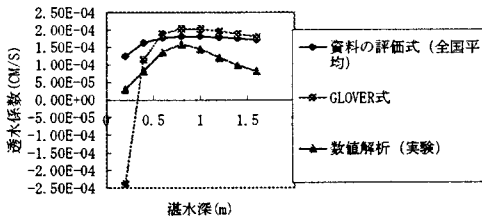


図-5 透水係数の比較（ボアホール径 0.5 m ）

表-1 各パラメータの算定式

	a	b	c
全国平均 ¹⁾	$-1.056H^2 - 0.954H + 1.096$	$1.569H^2 + 6.990H + 1.349$	$0.736H^2 - 0.908H + 0.033$
数値解析	$272H^2 - 423.7H - 158.6$	$-132.4H^2 + 219.4H - 75.5$	$15.45H^2 - 24.1H - 9.18$

（引用文献）1）北海道開発局・石狩川開発建設部，雨水貯留浸透技術協会（1994）：石狩川改修工事の内雨水浸透能力検討業務（地盤内浸透能力の定量的評価法の検討）報告書，pp.126-133.