

現場浸透試験実施事例

株式会社東建ジオテック 長谷川 亮典

1. 調査の経緯

愛知県某所の 160m×70m 程度の敷地に 40m×20m 程度の雨水貯留槽の設置が計画されていた。当初は、3 箇所実施のボーリング孔の内の 1 孔を利用した現場透水試験を指示され、実施を予定していた。

ところが、現場着手前に「現場浸透試験」の実施を指示された。

2. 現場浸透試験について

(1) 雨水浸透阻害行為について

宅地や商業施設に造成される前は、雨水は地下に浸透し、地表を流れる水は抑制されていた。しかし、開発行為によりコンクリートなどに土地が覆われたことで、短時間に多量の地表水が河川へ流入するようになった。これらの開発行為のことを雨水浸透阻害行為という。

この地表水の増加を抑えるために、ある一定規模（愛知県は 500m² 以上、国土交通省や東京都や大阪府では 1000m² 以上）の開発を行う場合、雨水浸透阻害行為許可の判断し、許可の申請が必要とされた場合、雨水を貯留・浸透させる対策の実施が必要となる。許可対象となる阻害行為は、宅地以外の土地を宅地などにする行為である（表-1）。

表-1 雨水浸透阻害行為にあたる土地の一例

宅地以外の土地	宅地等に含まれる土地
山地・林地・耕地・草地 締め固められていない土地	宅地・道路・池（ため池） 水路・鉄道線路・飛行場

(2) 現場浸透試験とは

本調査で基準としたものは、「雨水浸透阻害行為許可等のための雨水貯留浸透施設設計・施工技術指針（新川・境川（逢妻川）・猿渡川流域編）（愛知県）¹⁾」であるが、その中に、「浸透試験の設計に使用する単位浸透量（単位設計浸透量）は、日浸透量に土壤の飽和透水係数と各種影響係数を乗じて算定する（資料-1 参照）」とある。この中の飽和透水係数を求めるための試験が、現場浸透試験である。

資料-1 設計に使用する浸透施設の浸透量の算定方法¹⁾

浸透施設の設計に使用する単位浸透量（単位設計浸透量） Q は、比浸透量 K_f に土壤の飽和透水係数 k_0 と各種影響係数 C を乗じて算定するものとする。

また、比浸透量 K_f は、現地透水試験結果を参考に、浸透施設の形状と設計水頭をパラメータとする簡便式を用いて算定する。

施設の単位設計浸透量 Q
 = 比浸透量 K_f × 飽和透水係数 k_0 × 各種影響係数 C

Q : 設計に用いる浸透施設単位 (1m、1個あるいは 1m²) 当たりの浸透量 (m³/hr)
 K_f : 浸透施設の形状と設計水頭により簡便式で算出した比浸透量 (m)
 k_0 : 土壤の飽和透水係数 (m/hr) ← 現場透水試験で求められる値
 C : 各種影響係数

なお、現場浸透試験の実施方法は、「雨水浸透施設技術指針（案）調査・計画編（公社）雨水貯留浸透技術協会²⁾」を参考にしている。

(3) 現場浸透試験方法

「雨水浸透阻害行為許可等のための雨水貯留浸透施設設計・施工技術指針（新川・境川（逢妻川）・猿渡川流域編）（愛知県）¹⁾」に記載のある、現場浸透試験の試験施設と作成手順、試験状況の手順・概要を図-1～図-3に示す。

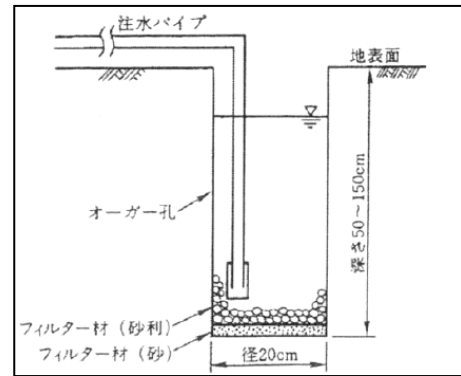


図-1 ポアホール法で用いる試験施設¹⁾

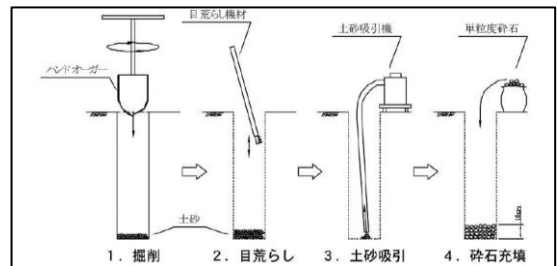


図-2 ポアホール法で用いる試験施設作成手順¹⁾

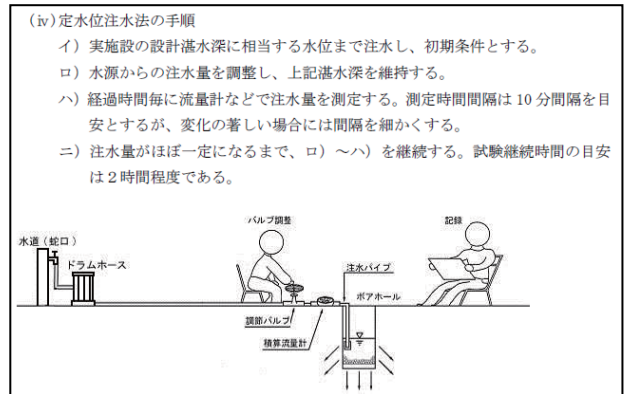


図-3 浸透試験状況概要¹⁾

図-1で示した試験孔は、図-2で示したように以下の手順で作成する。①ハンドオーガー等で掘削②熊手などで孔壁の目荒らし③掃除機により土砂を吸引④フィルター材として砂・砂利を充填。

試験手順は、図-3に示すとおり、試験に使用する水は、蛇口などから採水し、バルブで流量を調整しながら、経過時間ごとの注水量を流量計で測定する。

これらを実施する前には、①掘削径・深度（表層から何mまでの深度で試験を実施するか）と②設計湛水位（設置する施設のための水の水位）を設計者に確認しておく必要がある。

また、現地作業時の注意点として、①試験に必要な面積（20m²程度以上）が確保できるか②近くに使用できる水源があるか③浸透を阻害する地下埋設物が近くにあるか④実施する位置の地層が浸透地盤を代表しうる位置かどうか、などを確認しておく必要がある。

なお、本論文で紹介する現地観測は、透水性のよい地盤ではなかったため、①蛇口などの水源は必要なく、200Lタンクで持参した水で対応した②水源を使用していないことで、流量計も使用せず、流入量に分かるビーカーを使用して試験を実施した。

3. 調査結果

(1) 地形地質概要

調査地は、丘陵地上に位置しており、表層から粘性土をやや多く混入する砂礫層が確認される地域であった。

これは、ボーリング調査結果でも確認されている。

(2) 現場浸透試験結果

現場浸透試験結果について、図-4内に示す算定式より、試験孔の浸透能力（土壌の飽和透水係数 k_0 ）を算定した。

飽和透水係数は、浸透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最終浸透量をもとに算定される。

このように測定結果を飽和透水係数に換算することによって、種々の条件下の浸透試験結果を同一の指標で評価することが可能となる。なお、湛水深（H）は砕石を設置した深度（GL-1.0m）からの立ち上がりとした。

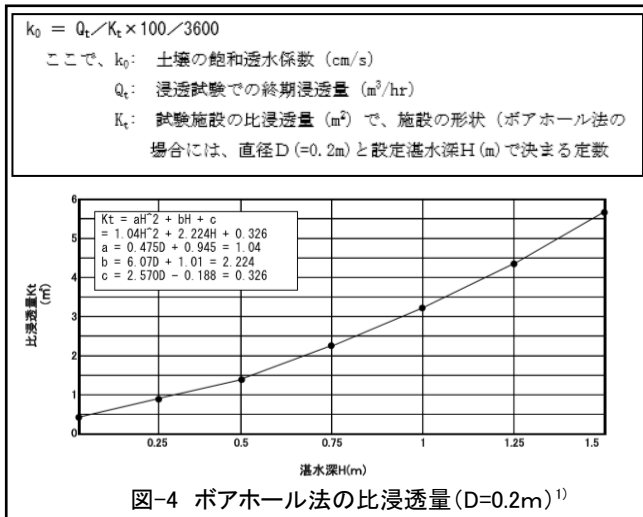


図-4 ボアホール法の比浸透量(D=0.2m)¹⁾

本調査では、2箇所試験を実施し、そのうちの1箇所の結果をまとめたものを表-2・図-5に示す。

試験結果と試験施設から求められる定数から、飽和透水係数は、 $k_0 = 1.3 \times 10^{-6} \sim 1.8 \times 10^{-6}$ (平均 $k_0 = 1.5 \times 10^{-6}$) (m/s) と算出された。

表-2 現地浸透試験ボアホール法注入法結果まとめ表

調査地点	浸透試験-1
浸透面の土質	シルト質砂礫
湛水深 H (m)	1.00
最終浸透量 (L/min)	0.28
最終浸透量 Q_t (m ³ /hr)	0.0168
施設直径 D(m)	0.20
a	1.040
b	2.224
c	0.326
試験施設の比浸透量 K_t (m ²)	3.590
飽和透水係数 k_0 (cm/s)	0.00013
飽和透水係数 k_0 (m/s)	0.0000013

試験により
←求める値
試験孔により
決まる値
←解析結果

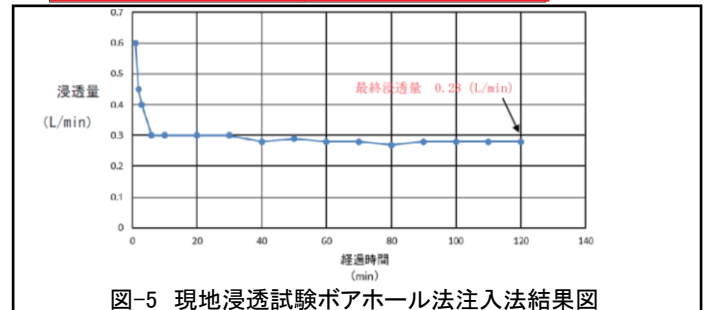


図-5 現地浸透試験ボアホール法注入法結果図

4. 本業務での結論と学んだこと

(1) 結論

本試験で調査地の表層1m程度までの飽和透水係数は、平均 $k_0 = 1.5 \times 10^{-6}$ (m/s) 程度を示した。この値は、この地域一帯の一般値として本調査で用いた指針内で記載のある $k_0 = 0.01$ (m/hr) $= 2.8 \times 10^{-6}$ (m/s) よりも小さい値を示した。

地形地質的な特徴から、試験前の段階である程度予想はされていたが、地盤に粘性土の混入が多かったことで、一般的な透水性よりも小さい値を示す結果となった。

また、粘性土の混入量にややばらつきのある可能性も考えられるため、本調査結果と土質のばらつきを踏まえて、浸透施設の設置・設計をされたいと設計者に注意を促した。

(2) 反省点と学んだことおよび今後の課題

- ①本業務が、現場浸透試験に関わる最初の事例であった。そのため、試験の現場実施および解析に関しては、全く無知であり、実施したすべてのことがよい経験となった。
- ②今回実施した調査地は、透水性が小さかったため、蛇口などの水源から大量の水を送る必要はなかった（実際に使用した水は50L/1箇所程度）。しかし、今後透水性の大きな地盤（粗い砂や砂礫）で実施する場合は、水源の確保は確実に必要であると感じた。
- ③今後は同じような地盤で、現場浸透試験の結果が、現場透水性試験結果や粒度試験から推定される透水係数との関連について考察することで、調査手法の幅が広がる可能性があると感じた。

《引用・参考文献》

- 1) 愛知県建設部河川課: 雨水浸透阻害行為許可等のための雨水貯留浸透施設設計・施工技術指針(新川・境川(逢妻川)・猿渡川流域編)設計資料編, p.2-44 ~ 2-48, 2017.10
- 2) 雨水貯留浸透技術協会編: 雨水浸透施設技術指針(案)調査・計画編, 2019.11