

# 砂丘地における現地浸透試験

株式会社ウエスコ ○ 浅井 瞳, 今西 将文, 渡部 海

## 1. はじめに

本調査は鳥取県中部に位置する砂丘地（北条砂丘）において、計画される駐車場の雨水浸透施設の設計に伴い、必要となる飽和透水係数を求めることを目的として現地浸透試験を行ったものである（図-1）。試験は直線距離で300m程度離れた2か所（BP.1、BP.2）で実施した。

調査地は2か所とも砂丘地であり粒度組成もほとんど変わらないが、試験結果の飽和透水係数に3倍近くの差が生じた。このことに疑問を持ち、砂の密度の違いが飽和透水係数の差の原因ではないかと考え、現場密度試験、砂の最大密度・最小密度試験を行い、砂の相対密度の違いによる透水係数の差について考察した。



図-1 調査地周辺の地形分類図<sup>1)</sup>

## 2. 調査方法

雨水浸透施設の設計に必要な飽和透水係数を求めることを目的とし、雨水浸透施設技術指針[案]調査・計画編<sup>2)</sup>に従い、現地浸透試験を行った。雨水浸透施設技術指針の現地浸透試験には、ボアホール法、土研法、実物試験の3種の試験方法が挙げられているが、当地は砂地盤であり、現地条件に対応する土研法を用いて試験を実施した（図-2）。

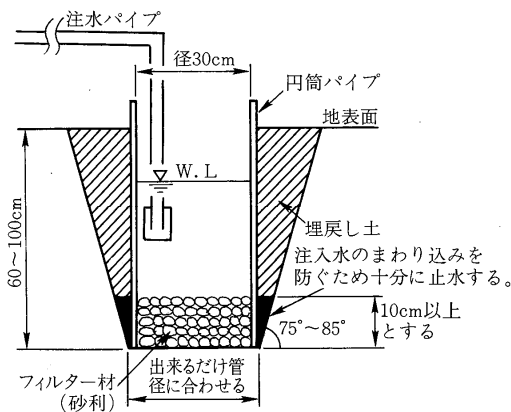


図-2 土研法の試験施設<sup>2)</sup>

また、試験は湛水深1.0mで行い、精度向上のため湛水深1/2Hでも実施することとなっているが、その順番は記載されていなかった。そこで、本試験では①湛水深1.0mと②湛水深1/2Hの順序を変えることで結果に影響が出るのかを確認することとした。

BP.1では②湛水深1/2Hの試験後に①湛水深1.0mを行い、再度②湛水深1/2Hで試験を行った。

BP.2では①湛水深1.0mの試験後に、②湛水深1/2Hで試験を行うパターンの2パターンで試験を行った。

対象地盤は不飽和な状態であるため、試験孔内に水を注入し、定水位（飽和状態）になるように注入量を調整し、経過時間毎に注入量を測定・記録する。注入量が安定したら終期浸透量として、式-1を用いて飽和透水係数を算出する。

$$k_0 = Q_t / K_t \dots \text{式-1}$$

ここで、 $k_0$ ：飽和透水係数 (m/hr)

$Q_t$ ：浸透試験での終期浸透量 (m<sup>3</sup>/hr)

$K_t$ ：試験施設の比浸透量 (m<sup>2</sup>) で施設の形状（直径  $D$ (m)と設計湛水深  $H$ (m)）で決まる定数。図-3を用いて求める。

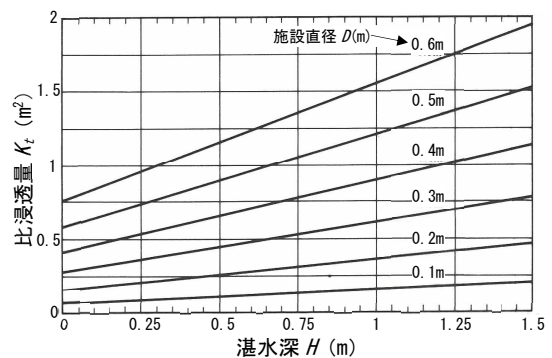


図-3 土研法の比浸透量と飽和透水係数の算定式<sup>3)</sup>

## 3. 調査結果

### (1) 粒度試験結果

各試験孔で深度10cmごとに試料を採取し、粒径試験を行った。試験結果を図-4に示す。BP.1とBP.2で粒度組成にほとんど変化は無く、深度が変わっても粒度分布の違いは見られない。また、20%粒径はBP.1とBP.2ともに  $D_{20} = 0.12\text{mm}$ 程度であった。

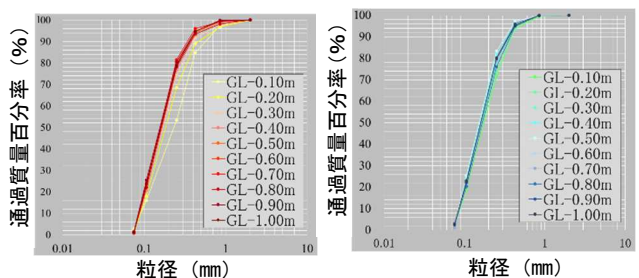


図-4 BP.1およびBP.2の粒径加積曲線

(2) 現地浸透試験結果

現地浸透試験の結果、BP.1では1回目の②1/2H 湛水深での終期浸透量と、2回目の①湛水深1.0m での終期浸透量 (2.56l/min) は類似する結果となったが、3回目の②1/2H 湛水深での終期浸透量はやや少ない終期浸透量を示した。また、BP.2でも1回目の①湛水深1.0m での終期浸透量 (7.59l/min) より、2回目の②1/2H 湛水深の終期浸透量の方がやや少ない終期浸透量を示した。式2-1より当地の飽和透水係数は BP.1で $6.8 \times 10^{-3}$ cm/sec、BP.2で $2.0 \times 10^{-2}$ cm/sec となり、両孔の透水係数には3倍程度の差がある結果となった。

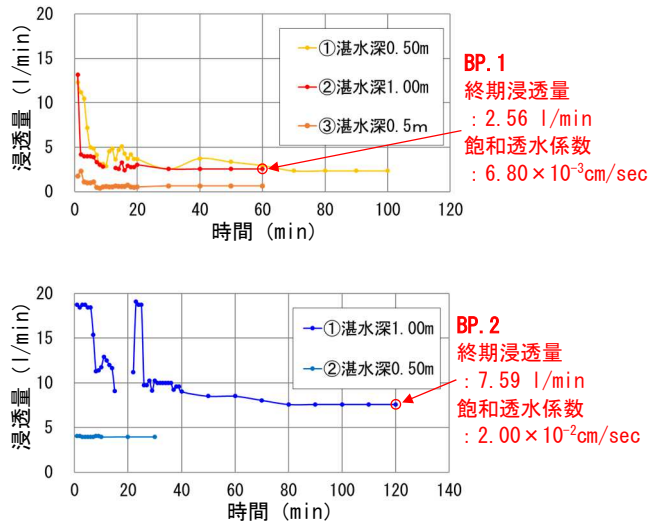


図-5 BP.1およびBP.2の終期浸透量

(3) 砂の相対密度

現場密度試験および砂の最小密度・最大密度試験を行った結果を表-1に示す。BP.1の砂の相対密度は11.92~28.18%であり、BP.2の砂の相対密度は75.32~81.50%であった。砂の相対密度は一般に、0~30%は緩い、30~70%は普通、70~100%は密な状態とされ、BP.1は緩い砂となり、N値は10以下程度と推定される。BP.2は密な砂ということになり、N値は30以上であると推定される。

表-1 BP.1およびBP.2の砂の相対密度

	BP.1	BP.2
最小密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.452	1.420
最大密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.726	1.713
相対密度 (%)	11.92~28.18	75.32~81.50
推定されるN値	N ≤ 10	N ≥ 30

4. 考察

(1) 試験方法について

BP.1、BP.2ともに湛水深1.0m の後に1/2H 湛水深で行った結果のみ、湛水深1.0m よりも1/2H 湛水深の終期浸透量が少ない結果となった。これは湛水深1.0m から1/2H 湛水深の試験に移行する際に周辺地盤の水位が下がりきっていない状態で試験を行ったため、水圧がかかり試験

結果に影響したものとする。よって、現地浸透試験は1/2H 湛水深で試験を行った後に、湛水深1.0m で行うべきであるとする。

(2) 透水係数

BP.1およびBP.2の粒度試験結果の20%粒径はおおよそ $D_{20}=0.12$ mm であり、クレーガーの表を参考にすると、透水係数は $2.60 \times 10^{-3}$ cm/sec ということになる(表-2)。しかし、現地浸透試験の結果では、BP.1の透水係数は $6.8 \times 10^{-3}$ cm/sec、BP.2の透水係数は $2.0 \times 10^{-2}$ cm/sec であった。しかし、クレーガーの表の微粒砂全体(0.12mm~0.25mm)に着目すると、透水係数の範囲は $2.60 \times 10^{-3}$ cm/sec ~  $1.40 \times 10^{-2}$ cm/sec であり、試験結果の透水係数は、これをやや上回るものはあるものの、およそ範囲内に納まる。つまり、砂の相対密度により透水係数は変化するが、クレーガーの表の土質分類の範囲内にはおよそ納まると言えるのではないだろうか。

表-2 クレーガーによる $D_{20}$ と透水係数 $k^4$

$D_{20}$ (mm)	$k$ (cm/sec)	土質分類	$D_{20}$ (mm)	$k$ (cm/sec)	土質分類	
0.005	$3.0 \times 10^{-6}$	細粒粘土	0.18	$6.85 \times 10^{-3}$	BP.1	
0.01	$1.05 \times 10^{-5}$	細粒シルト	0.20	$8.90 \times 10^{-3}$	微粒砂	
0.02	$4.00 \times 10^{-5}$	粗粒シルト	0.25	$1.40 \times 10^{-2}$	BP.2	
0.03	$8.50 \times 10^{-5}$		0.30	$2.20 \times 10^{-2}$		
0.04	$1.75 \times 10^{-4}$		0.35	$3.20 \times 10^{-2}$	中流砂	
0.05	$2.80 \times 10^{-4}$		0.40	$4.50 \times 10^{-2}$		
0.06	$4.60 \times 10^{-4}$	極微粒砂	0.45	$5.80 \times 10^{-2}$	粗粒砂	
0.07	$6.50 \times 10^{-4}$		0.50	$7.50 \times 10^{-2}$		
0.08	$9.00 \times 10^{-4}$		0.60	$1.10 \times 10^{-1}$		
0.09	$1.40 \times 10^{-3}$		0.70	$1.60 \times 10^{-1}$		
0.10	$1.75 \times 10^{-3}$	微粒砂	0.80	$2.15 \times 10^{-1}$	粗粒砂	
0.12	$2.60 \times 10^{-3}$		0.90	$2.80 \times 10^{-1}$		
0.14	$3.80 \times 10^{-3}$		1.00	$3.60 \times 10^{-1}$		
0.16	$5.10 \times 10^{-3}$		2.00	$1.80 \times 10^{-1}$		細レキ

5. 結論

今回の実験より、粒度分布が同じ砂地盤であっても、土の締め具合によっては透水係数に3倍の差が生じることが分かった。

クレーガーの表は20%粒径のみで透水係数を推定しているが、土質分類ごとに透水係数には幅がある。砂の相対密度が異なれば透水係数も異なるが、クレーガーの表の土質分類ごとの透水係数の範囲内におよそ納まると考えられる。

《引用・参考文献》

- 鳥取県:5万分1地形分類図 青谷・倉吉. 1975
- 社団法人 雨水貯留浸透技術協会:雨水浸透施設技術指針[案]調査・計画編. 1998 p.24
- 社団法人 雨水貯留浸透技術協会:雨水浸透施設技術指針[案]調査・計画編. 1998 p.30
- 株式会社 建設産業調査会:改定地下水ハンドブック 1998年 p.290