

4.7 現場透水試験・土の保水性試験・不飽和浸透試験結果

現場透水試験・土の保水性試験・不飽和浸透試験は、後述する広域地下水シミュレーションおよび地下水汚染シミュレーションに必要な水理定数を把握するために実施した。

4.7.1 現場透水試験結果

現場透水試験は、飽和地盤（地下水中）の透水係数を求めるため、ボーリング孔を利用して地層別に実施した。

試験は、非定常（揚水）で行い、試験区間は50cmとした。

表4.7.1に現場透水試験結果一覧を、表4.7.2に地層別透水係数を、図4.7.1透水試験結果図を示す。試験位置は土の保水性試験・不飽和浸透試験も含めて図4.7.2に示した。

試験の結果、砂層で10-2cm/secオーダー、最下部に分布する砂礫層で10-1cm/sec程度の透水係数が得られた。

なお、シミュレーションの入力条件として必要な透水係数の内、原位置で測定できなかったものについては、一般的参考値および前後の透水係数を参考に設定した。

表4.7.1 現場透水試験結果一覧

箇所	深度 (GL-m)	区間長 (m)	土質	記号	透水係数 (cm/sec)
193	6.2-6.7	0.5	細砂	As	4.14E-02
193	17.0-17.5	0.5	細砂	Ds2	1.45E-02
193	22.15-22.65	0.5	粗砂	Dg1	1.40E-02
193	28.0-28.5	0.5	砂礫	Dg2	9.54E-02
194	10.0-10.5	0.5	細砂	Ds	3.07E-03
194	24.0-24.5	0.5	細砂	Ds	1.85E-03
194	26.0-26.5	0.5	砂礫	Dg2	5.16E-02
195	6.5-7.0	0.5	細砂	As	4.71E-02
195	19.5-20.0	0.5	細砂	Ds	5.28E-03
195	29.5-30.0	0.5	砂礫	Dg2	3.96E-02
196	9.5-10.0	0.5	細砂	Ds	4.28E-03
196	18.5-19.00	0.5	細砂	Ds	2.62E-03
196	29.5-30.0	0.5	砂礫	Dg2	2.92E-02
197	6.0-6.5	0.5	細砂	As	1.73E-03
197	18.0-18.5	0.5	細砂	Ds	7.25E-03

表4.7.2 地層別透水試験結果一覧

記号	地層名	透水係数 (cm/sec)			
		現場透水試験結果	解析使用値		
			X	Y	Z
B	埋土層	1.79E-6 ~ 1.4E-3	1.00E-03	1.00E-03	1.00E-03
Ac	沖積粘土層		2.00E-04	2.00E-04	2.00E-04
As	沖積砂層	1.73E-3 ~ 4.74E-2	3.00E-02	3.00E-02	3.00E-02
Ag	沖積砂礫層		5.00E-02	5.00E-02	5.00E-02
Ds	洪積砂層	1.85E-3 ~ 1.45E-2	1.00E-02	1.00E-02	1.00E-02
Dg1	洪積砂礫1層	1.4E-2	2.00E-02	2.00E-02	2.00E-02
Dg2	洪積砂礫2層	3.96E-2 ~ 9.54E-2	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01
Dc	洪積粘土層		1.00E-05	1.00E-05	1.00E-05

Bは、粒度試験からの推定（クレーガー式）

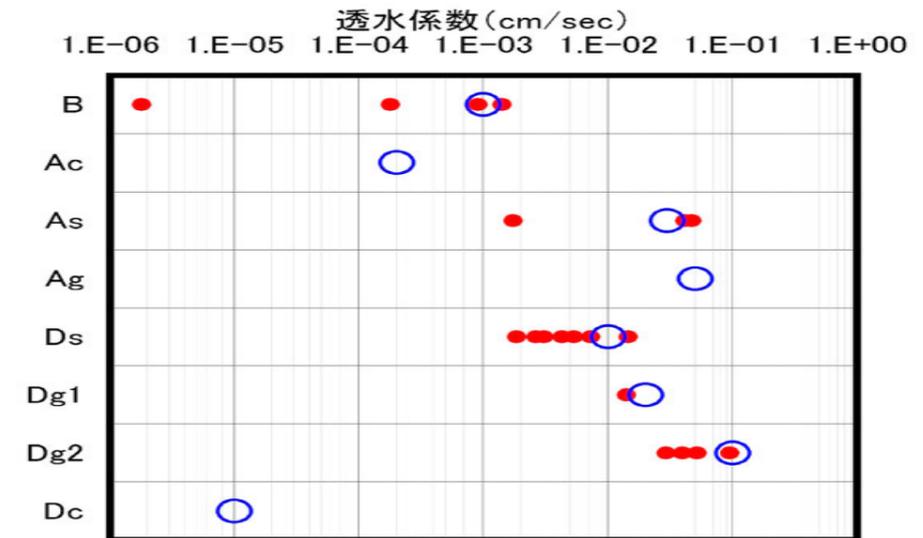


図4.7.1 透水試験結果図

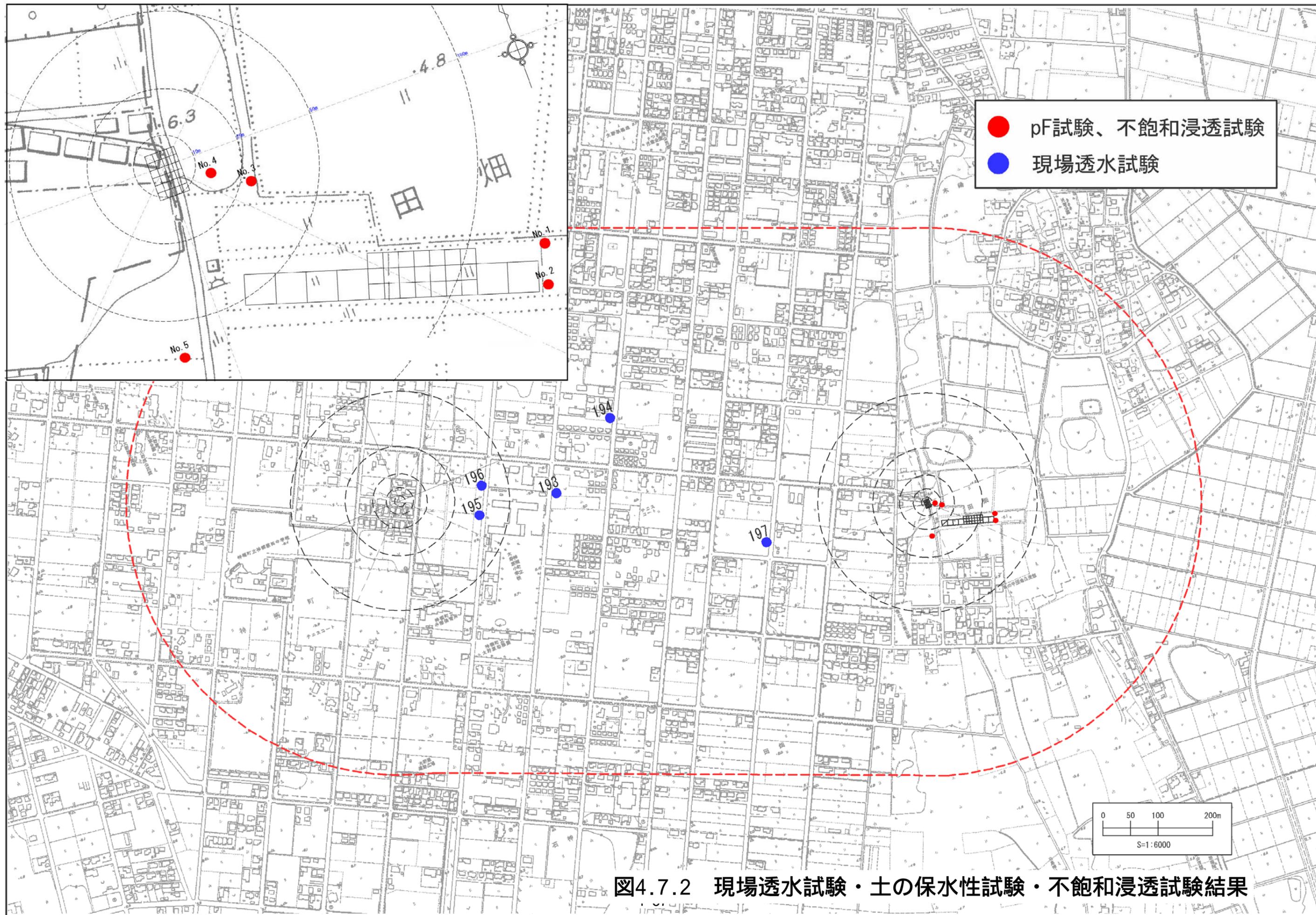


図4.7.2 現場透水試験・土の保水性試験・不飽和浸透試験結果

4.7.2 土の保水性試験結果

土の保水性試験は、不飽和浸透特性を求めると必要となる土中水のポテンシャルを把握するために、地盤工学会基準に準拠して行った。試験は、ポテンシャルに合わせて吸引、加圧および遠心法で行った。試験は、後述する不飽和浸透試験と同様の箇所から採取した。

表 4.7.3 に試験結果一覧を示す。

表 4.7.3 土の保水性試験結果一覧

番号	No1		No2		No3		No4		No5	
土質	シルト混じり砂									
過程	排水									
試験法										
吸引	0	35.5	0	41.4	0	37.9	0	41.8	0	38.2
吸引	0.31	34.4	0.31	40.1	0.31	37.6	0.31	40.3	0.31	37.9
吸引	0.98	33.9	0.98	39.7	0.98	37.4	0.98	40.1	0.98	37.7
加圧	3.1	33.9	3.1	37.8	3.1	36.6	3.1	38.6	3.1	36.8
加圧	9.81	28.2	9.81	31.5	9.81	27.8	9.81	26.5	9.81	31.7
遠心	100	23.6	98.5	26.1	100	24.4	99	23.1	100	26.2
遠心	909	19.5	876	20.3	909	21.2	893	19.1	909	21.3

4.7.3 不飽和浸透試験

不飽和浸透試験は、不飽和地盤（地下水位より上）の透水係数を求めるために、地盤工学会基準「締め固めた地盤の透水試験方法」に準拠して行った。試験は、図 4.7.2 に示す位置で、表層土を取り除き、深度 50cm のところで行った。

表 4.7.4 に試験結果一覧を示す。結果は、次項で示す不飽和浸透特性関数モデルの計算結果の参考とした。

表 4.7.4 不飽和浸透試験

番号	表層形態	土質	実施日	天候	透水係数 (m/sec)	定常流量 (m3/sec)
No.1	休耕地(裸地)	シルト混り砂	2004/12/16	はれ	6.0E-05	3.3E-05
No.2	休耕地(裸地)	シルト混り砂	2004/12/16	はれ	1.3E-05	7.4E-06
No.3	草地	シルト混り砂	2004/12/16	はれ	3.6E-05	2.0E-05
No.4	草地	シルト混り砂	2004/12/9	くもり	9.2E-05	5.0E-05
No.5	草地	シルト混り砂	2004/12/16	はれ	5.3E-05	2.9E-05

4.7.4 不飽和特性曲線

不飽和領域を取り扱う場合、地盤の不飽和透水係数と水分特性曲線が必要となる。

原位置で不飽和透水係数や水分特性を求めるとはほとんど困難であり、研究途上でもある。今回は、試験結果に基づいて、van Genuchten の提案した不飽和浸透特性関数モデルを利用し不飽和透水係数と水分特性曲線を作成した。

得られた不飽和特性曲線は、シミュレーション時の参考とした。

1) 不飽和浸透特性のモデル化 (Van Genuchten 式)

$$S_e = \left[\frac{1}{1 + (\alpha\phi)^n} \right]^{1-\frac{1}{n}}$$

$$k_r = \frac{k}{k_s} = S_e^{\frac{1}{2}} \left[1 - (1 - S_e^{\frac{1}{m}})^m \right]^2 \quad m = 1 - \frac{1}{n}$$

ここで k_r は比透水係数、 S_e は有効飽和度で以下のように定義されます。

$$S_e = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} \quad (0 \leq S_e \leq 1)$$

θ_s : 飽和体積含水率、 θ_r : 最小容水量

2) 不飽和特性曲線

上式を使用して、土の保水性試験で得られた水分特性曲線とマッチングし、不飽和特性曲線を再現した。なお、地質（埋土と自然地盤）で水分特性曲線が若干異なるため 2 つのモデルを作成した。

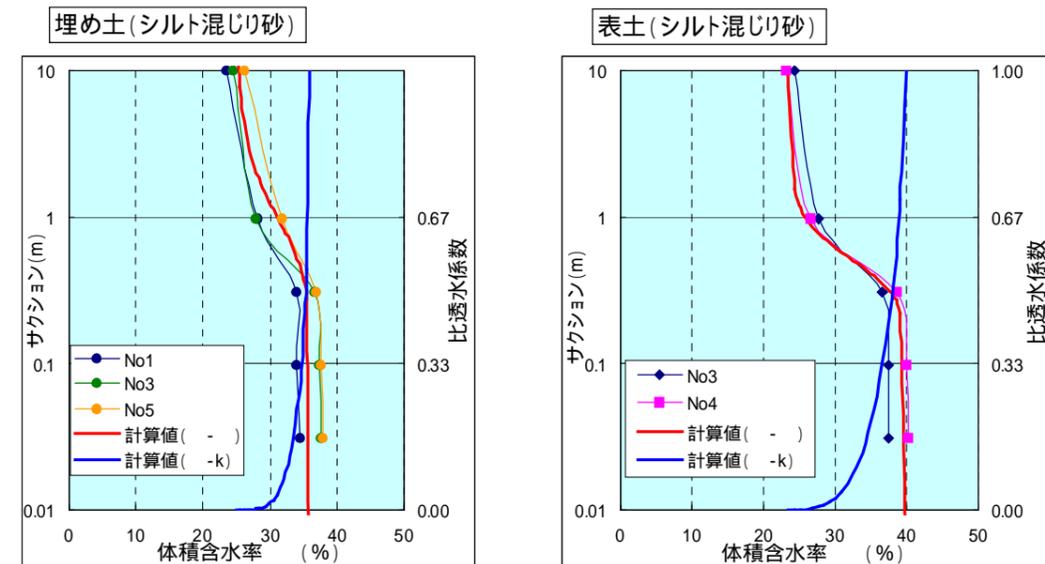


図 4.7.3 不飽和特性曲線