

【別紙3の2】地質調査図（調査結果の抜粋）

4-2 地下水状況

ボーリング調査に付随し、調査孔内における水位観測を行った結果、GL-4.50～GL-8.10(EL.114.99～117.97m)で確認にされた。なお、孔内水位は無水掘りにて確認した水位であり、扇状地扇央部という対象地域の地下水位に近似すると考えられる。

その後の掘進によっても、水位の変動は少なかったことから、著しい被圧地下水の存在はないと判断される。

表4-5 孔内水位観測結果

	No. B-1	No. B-2	No. B-3	No. B-4	No. B-5	No. B-6	No. B-7	No. B-8	Max	Min
孔口標高 (EL. m)	120.12	120.54	120.94	121.65	121.83	122.57	123.09	123.47	-	-
地下水位 (GL-m)	4.75	4.50	5.50	5.70	4.90	4.80	8.10	5.50	4.50	8.10
地下水位 (KBM m)	115.37	116.04	115.44	115.95	116.93	117.77	114.99	117.97	117.97	114.99
地下水位 出現土層	Gs-1	C-2	Gs-1	Gs-1	S-2	C-2	Gs-1	C-2	C-2	Gs-1

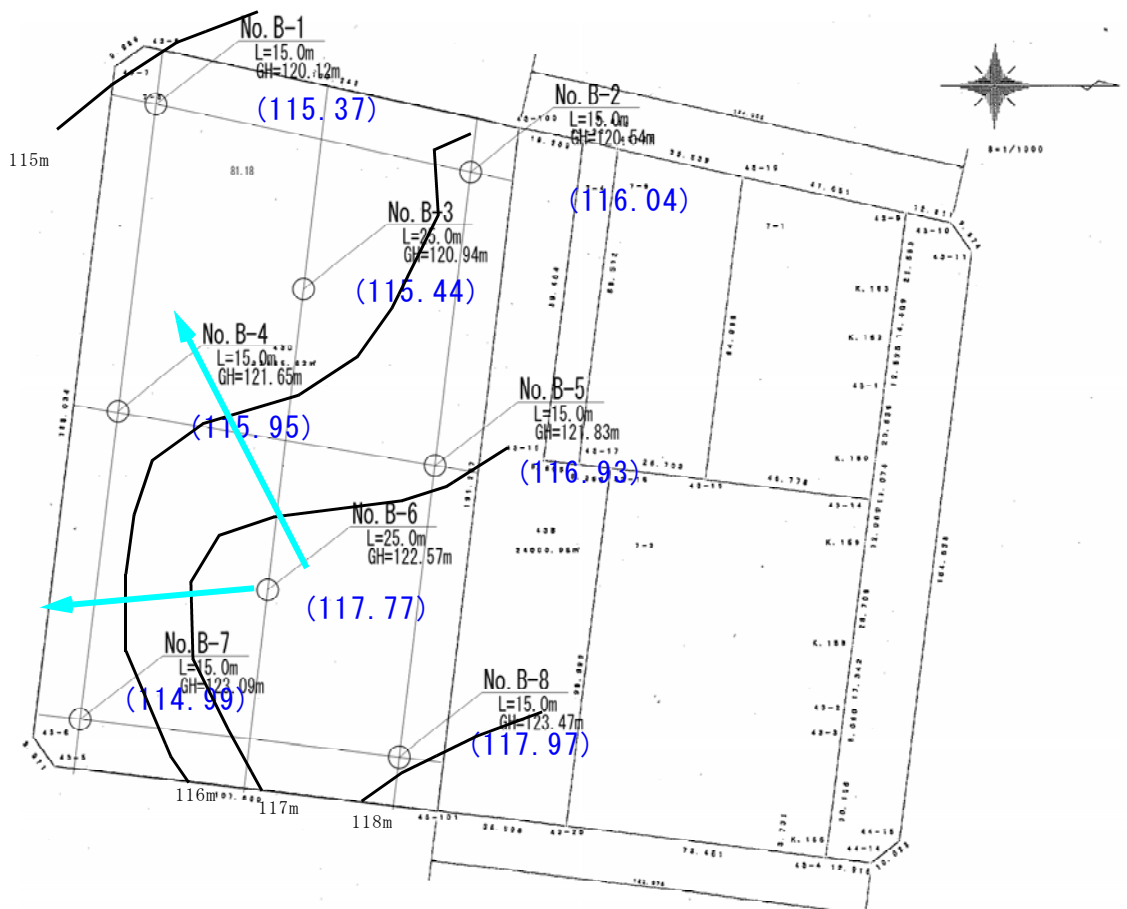


図4-8 自然水位出現深度と地下水等深線
()内は水位出現標高

4-3 現場透水試験結果

本試験は、雨水浸透柵等を想定し、浸透対象地盤となるGs-1層に対し地盤の透水性把握を目的として現場透水試験を実施した。No. B-3孔は定水位法(注水法)、No. B-6は変水位(注水法)にて試験を行った。試験条件の詳細は巻末データシートを参照のこと。試験結果を以下に示す。

表4-6 現場透水試験結果

調査位置	深度 (GL-m)	土 層	透水係数(m/s)	D20	透水性	備 考
No. B-3	2.15-2.45	C-1	10^{-8}	0.0073	低い	推定値(表4-8参照)
	3.00-3.50	Gs-1	6.49×10^{-3}	-	高い	実測値
	11.15-11.45	S-1	-	-	-	
No. B-4	7.15-7.45	Gs-1	10^{-2}	0.2900	高い	推定値(表4-8参照)
No. B-5	5.15-5.45	S-2	-	-	-	
No. B-6	2.50-3.0	Gs-1	1.45×10^{-6}	-	低い	実測値
	4.90-5.90	C-2	-	-	-	
平均A			3.25×10^{-3}			
標準偏差B			4.60×10^{-3}			
A-B/2			9.52×10^{-4}			

Gs-1層の現場透水試験結果は、土質的に透水係数kは高いことが予想された。No. B-6のGL-2.50~3.00m間の試験結果は、 $k=1.45 \times 10^{-6}$ (m/s)と表4-7に照らして透水性が低いとなる。Gs-1層はマトリックスに細粒分を含有する箇所があり、No. B-6孔の現場透水試験結果は、真値よりも低めの値と想定される。参考までに、平均値Aより標準偏差の1/2を引いた値($k=A-B/2$)を表4-6に示す。

表4-7 土の透水性と透水係数の求め方

透 水 性	透水係数 k (m/s)											
	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^0
	実質上不透水	非常に低い	低	い	中	位	高	い				
対応する土の種類	粘性土 {C}	微細砂, シルト, 砂-シルト-粘土混合土 {SF} {S-F} {M}			砂および礫 {GW} {GP} {SW} {SP} {G-M}			清浄な礫 {GW} {GP}				
透水係数を直接測定する方法	特殊な変水位透水試験	変水位透水試験			定水位透水試験			特殊な変水位透水試験				
透水係数を間接的に推定する方法	圧密試験結果から計算		なし			清浄な砂と礫は間隙比から計算						

参) 実用地盤調査技術総覧 P342

表4-8 CreagerによるD20と透水係数kの関係

CreagerによるD20と透水係数kの関係

D20(mm)	k(cm/sec)	土質分類	D20(mm)	k(cm/sec)	土質分類
0.005	3.0×10^{-6}	粗粒粘土	0.18	6.85×10^{-3}	微粒砂
0.01	1.05×10^{-5}	細粒シルト	0.20	8.90×10^{-3}	
0.02	4.00×10^{-5}	粗粒シルト	0.25	1.40×10^{-2}	
0.03	8.50×10^{-5}		0.30	2.20×10^{-2}	中粒砂
0.04	1.75×10^{-4}		0.35	3.20×10^{-2}	
0.05	2.80×10^{-4}		0.40	4.50×10^{-2}	
0.06	4.60×10^{-4}	極微粒砂	0.45	5.80×10^{-2}	
0.07	6.50×10^{-4}		0.50	7.50×10^{-2}	
0.08	9.00×10^{-4}		0.60	1.10×10^{-1}	
0.09	1.40×10^{-3}		0.70	1.60×10^{-1}	
0.10	1.75×10^{-3}	微粒砂	0.80	2.15×10^{-1}	
0.12	2.60×10^{-3}		0.90	2.80×10^{-1}	
0.14	3.80×10^{-3}		1.00	3.60×10^{-1}	
0.16	5.10×10^{-3}		2.00	1.80	細砂

参) 土質試験の方法と解説 P.84

4-4 室内土質試験結果

各深度における粘性土の物理及び力学特性の把握を目的に各種試験を実施した。室内土質試験結果を下表に一覧する。

表4-9 室内土質試験結果一覧

地点 No.		No. B-3	No. B-3	No. B-4	No. B-5	No. B-6	
試料番号(地層区分)		P3-1(C-1)	P3-2(S-1)	P4-1(Gs-1)	P5-1(S-2)	P6-1(C-2)	
深度 GL-(m) 上端		2.15	11.15	7.15	5.15	4.90	
深度 GL-(m) 下端		2.45	11.45	7.45	5.45	5.90	
採取深度(GL-m)		2.30	11.30	7.30	5.30	5.40	
物理 試験	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)						
	乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)						
	土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.670	2.743	2.723	2.732	2.750	
	自然含水比 Wn (%)	18.3	35.4	12.7	39.3	47.0	
	間隙比 e						
	飽和度 Sr (%)						
	粒 度 組 成	礫 (%)	37.8	2.8	57.1	0.0	0.0
		砂 (%)	29.7	36.7	29.7	32.6	4.0
		シルト (%)	13.6	30.2	2.9	34.8	46.9
		粘土 (%)	18.9	30.3	10.3	32.6	49.1
		細粒分含有率 Fc (%)	32.5	60.5	13.2	67.4	96.0
		最大粒径 mm	37.5	19	37.5	2	2
		均等係数 Uc	-	-	1850	-	-
		D ₅₀ (mm)	0.4800	0.0370	3.1000	0.0220	0.0053
	D ₁₀ (mm)	0.0073	-	0.29	-	-	
	コン シ ス テ	液性限界 WL (%)	41.3	39.8	37.0	36.4	50.2
		塑性限界 Wp (%)	25.6	22.9	21.1	24.0	27.3
		塑性指数 Ip	15.7	16.9	15.9	12.4	22.9
		コンスタン指数 Ic	1.465	0.26	1.528	-0.234	0.14
		塑性比 Pr	0.61	0.73	0.75	0.51	0.83
地盤材料の分類名		細粒分質砂質礫	砂質粘土 (低液性限界)	細粒分混じり砂質礫	砂質粘土 (低液性限界)	粘土 (高液性限界)	
分類記号		(GFS)	(CLS)	(GS-F)	(CLS)	(CH)	

以降に試験結果の概要を述べる。

(1) 土の含水比(自然含水比)

自然含水比は、土塊に含まれる水と乾燥した土粒子に質量を百分率で表したものであり、土質分類や硬軟あるいは圧縮性等のある程度の指標となる。

表4-8に自然含水比試験結果を示す。P3-1、P3-2、P5-1は沖積砂質土であり、表4-9より一般に自然含水比 $W_n=10\sim 30\%$ とされているが、P3-2及びP5-1の W_n は30%以上であった。原因として細粒分を混入していることが考えられる。P6-1は沖積粘性土であり、表4-9より一般に自然含水比 $W_n=50\sim 80\%$ とされ、P6-1の $W_n=47.0\%$ はやや一般値から外れる。P4-1の礫質土の自然含水比は12.7%と礫質土としては妥当な値である。

表4-8 土粒子の密度・自然含水比試験結果

地点 No.		No. B-3	No. B-3	No. B-4	No. B-5	No. B-6
試料番号(地層区分)		P3-1(S-1)	P3-2(S-1)	P4-1(Gs-1)	P5-1(S-2)	P6-1(C-2)
深度 GL-(m) 上端		2.15	11.15	7.15	5.15	4.90
深度 GL-(m) 下端		2.45	11.45	7.45	5.45	5.90
採取深度(GL-m)		2.30	11.30	7.30	5.30	5.40
物理試験	土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.670	2.743	2.723	2.732	2.750
	自然含水比 W_n (%)	18.3	35.4	12.7	39.3	47.0

表4-9 代表的な含水比の測定例

土の種類	沖積粘土	洪積粘土	砂質土	関東ローム	まさ土
自然含水比(%)	50~80	30~60	10~30	80~150	5~20

「土質試験 基本と手引き(第一回改訂版)：(社)地盤工学会(2001) p17」より引用

(2) 土粒子の密度(比重)

土を構成する成分として無機質の珪酸塩鉱物や石灰質および有機物などがあり、大半の土粒子は無機物の鉱物で構成されている。一般的な無機物の鉱物は2.5~2.8(g/cm³)程度であることから、土粒子の密度は2.5~2.8(g/cm³)の範囲内の値であることが多い。しかし、有機物を多く含むほど値は小さくなり2.0(g/cm³)以下の値を示すこともある。なお、日本における土粒子の密度の測定例としては、沖積及び洪積粘土=2.5~2.75(g/cm³)、砂質土=2.6~2.8(g/cm³)とされている。

表4-8に土粒子の密度試験結果を示す。試験で用いた試料は、概ね上述の一般値、下記の代表値の範囲内となった。

表4-10 代表的な土粒子の密度の測定例

土の種類	沖積粘土	洪積粘土	砂質土	関東ローム	まさ土
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.5~2.75	2.5~2.75	2.6~2.8	2.7~2.9	2.6~2.8

「土質試験－基本と手引き：(社)地盤工学会(2001) p17」より引用

(3) 土の粒度組成

土の粒度は、土を構成する数々の大きさにある土粒子の分布を、全質量に対する質量百分率で表したものである。また、粒度組成を基に図4-10から工学的に分類できる。P3-1(S-1)は砂質土区分であるが、礫分の含有量が多く、Gs-1層に近い粒径加積曲線となる。

試験で用いた土質試料の粒径加積曲線を図4-9にまとめる。

表4-11 土の粒度試験結果

地点 No.		No. B-3	No. B-3	No. B-4	No. B-5	No. B-6	
試料番号(地層区分)		P3-1(S-1)	P3-2(S-1)	P4-1(Gs-1)	P5-1(S-2)	P6-1(C-2)	
深度 GL-(m) 上端		2.150	11.15	7.15	5.15	4.90	
深度 GL-(m) 下端		2.45	11.45	7.45	5.45	5.90	
採取深度(GL-m)		2.30	11.30	7.30	5.30	5.40	
物理 試験	粒 度 組 成	礫 (%)	37.8	2.8	57.1	0.0	0.0
		砂 (%)	29.7	36.7	29.7	32.6	4.0
		シルト (%)	13.6	30.2	2.9	34.8	46.9
		粘土 (%)	18.9	30.3	10.3	32.6	49.1
		細粒分含有率 Fc (%)	32.5	60.5	13.2	67.4	96.0
		最大粒径 mm	37.5	19	37.5	2	2
		均等係数 U _c	-	-	1850	-	-
		D ₅₀ (mm)	0.4800	0.0370	3.1000	0.0220	0.0053
		D ₁₀ (mm)	0.0073	-	0.29	-	-
		地盤材料の分類名		細粒分質砂質礫	砂質粘土 (低液性限界)	細粒分混じり砂質礫	砂質粘土 (低液性限界)
分類記号		(GFS)	(CLS)	(GS-F)	(CLS)	(CH)	

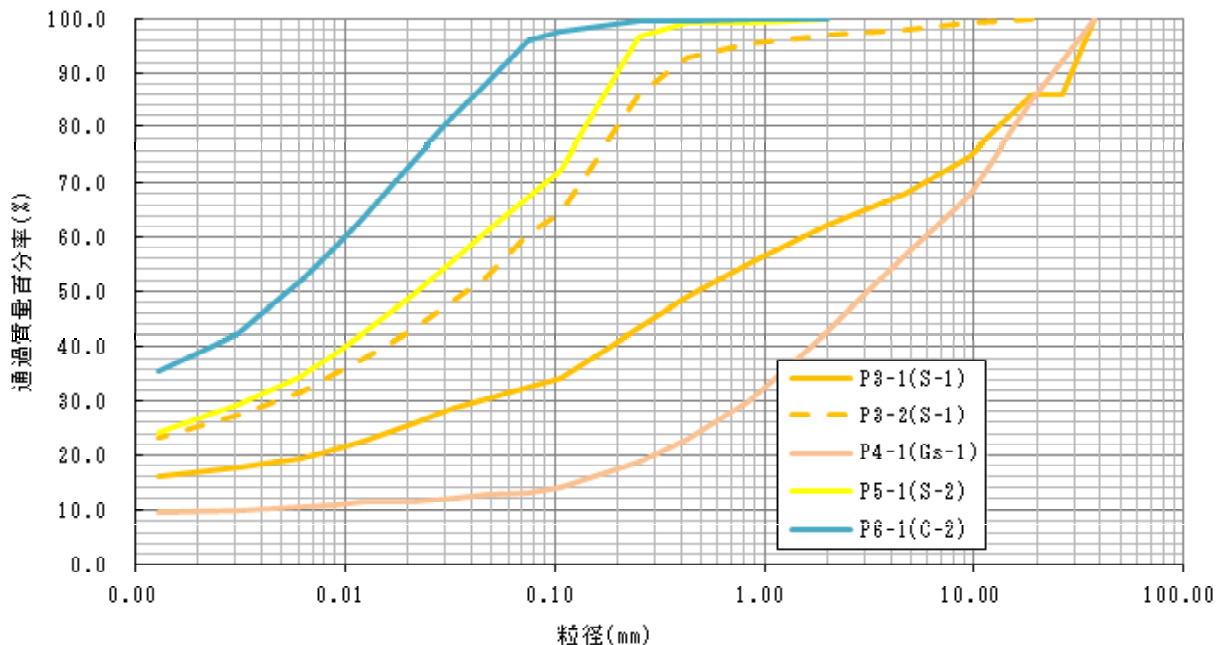
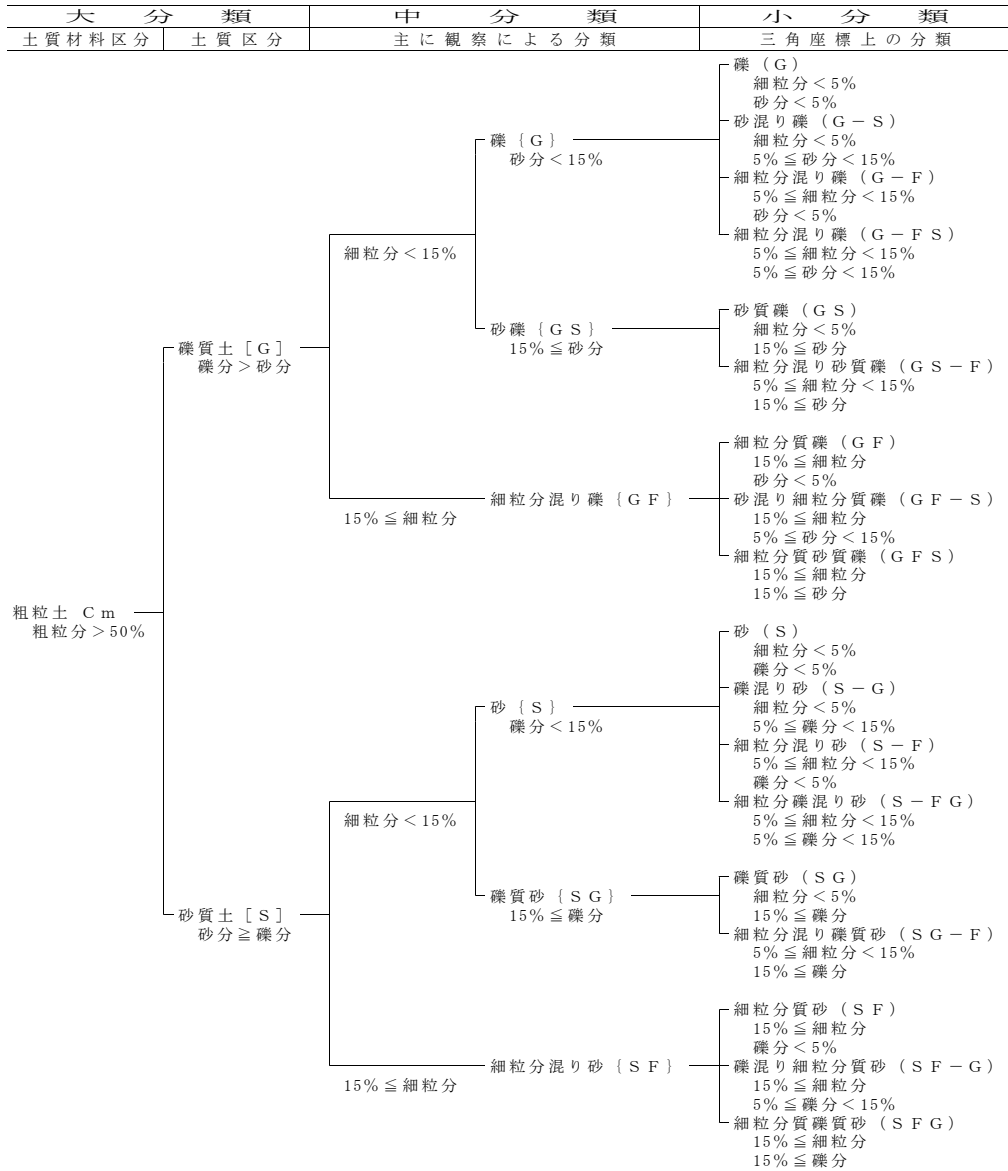
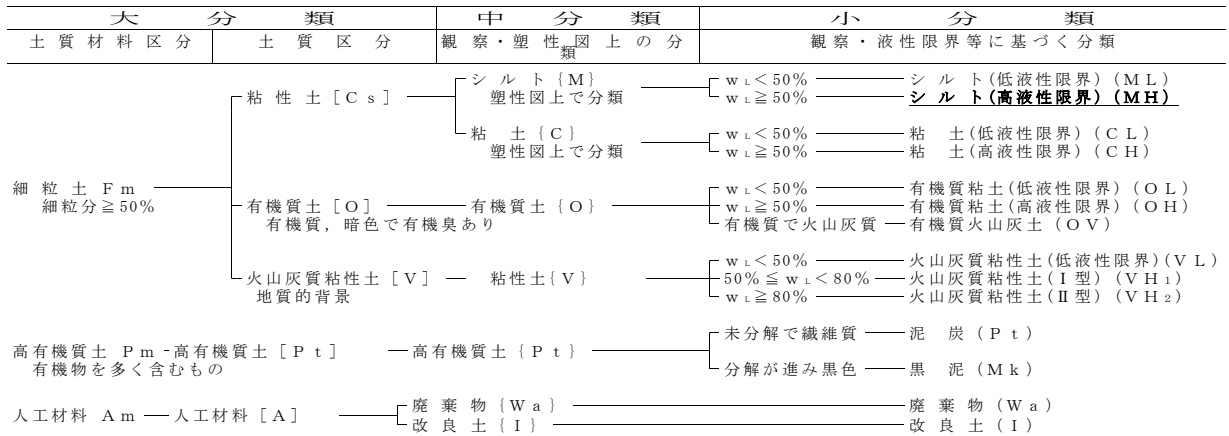


図4-9 粒径加積曲線



注：含有率は土質材料に対する質量百分率

(a) 粗粒土の工学的分類体系



(b) 主に細粒土の工学的分類体系

図4-10 土の工学的分類体系

参) 土質試験法 P.3-2-

(4) コンシステンシー特性

細粒土は含水比が大きくなれば液状を示し流動性を帯びてくるが、含水比が減少するにつれて、土は粘性を増し塑性状になる。さらにこの土を乾燥させていくと、半固結状となる。土が含水比の大小によって示すこれらの性質を土のコンシステンシーという。

また、含水比の変化にともなって土の体積も変化していく含水比の減少により土が液状・塑性状・半固結状となるにつれて、体積も次第に減少する。しかし、固結状になると、それ以上含水比が少なくなっても体積の収縮は進行しなくなるが、これを収縮限界という。これらの状態の変化を以下に示す。

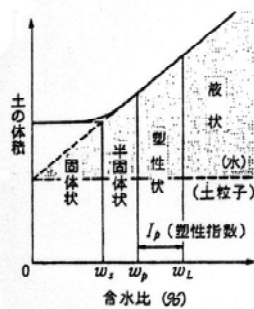


図4-11 コンシステンシー限界及び
含水比と体積変化の関係

「土質試験－基本と手引き：地盤工学会 (H12)P. 46」

含水比	土の状態	コンシステンシー 限	限界の定義
増	液状 (ドロドロ している)	液性限界 w_L	自重で流動する 最小の含水比。 または塑性を示 す最大の含水比
	塑性状 (ベトベト している)		
減	半固結状 (バサバサ している)	塑性限界 w_p	塑性を示す最小 の含水比
	固結状 (カチカチ である)		
		収縮限界 w_s	乾燥しても、も はや体積変化を 生じない最大の 含水比

表4-12 土の状態と
コンシステンシー限界

「土質力学の基礎：鹿島出版会 (1985) P. 32」

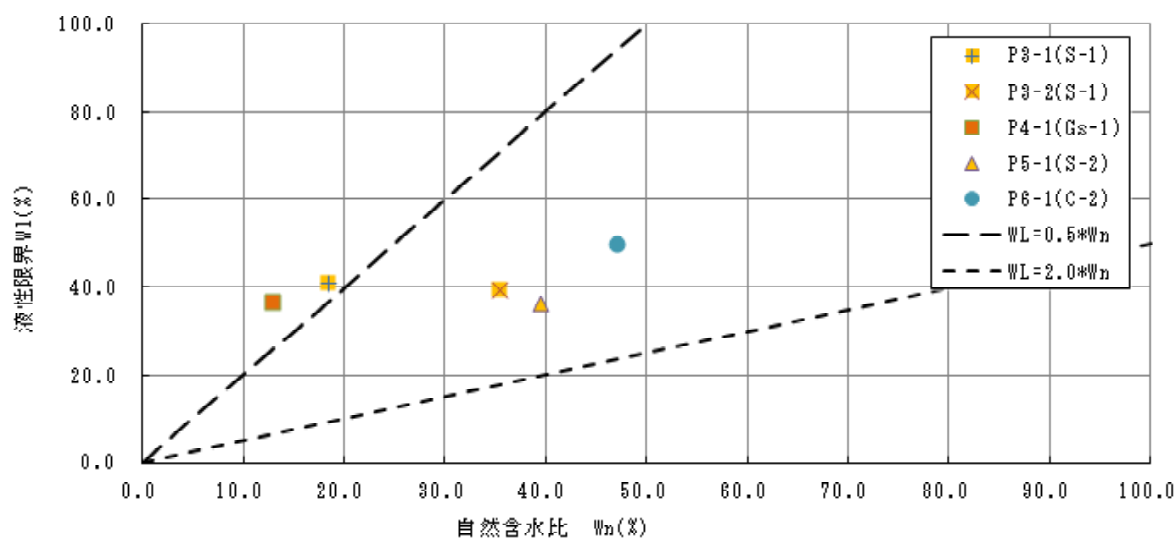


図4-12 自然含水比と液性限界の関係

表4-13 土のコンシステンシー特性

地点 No.		No. B-3	No. B-3	No. B-4	No. B-5	No. B-6	
試料番号(地層区分)		P3-1(S-1)	P3-2(S-1)	P4-1(Gs-1)	P5-1(S-2)	P6-1(C-2)	
深度 GL-(m) 上端		2.150	11.15	7.15	5.15	4.90	
深度 GL-(m) 下端		2.45	11.45	7.45	5.45	5.90	
採取深度(GL-m)		2.30	11.30	7.30	5.30	5.40	
物理試験	自然含水比 W_n (%)	18.3	35.4	12.7	39.3	47.0	
	コンシステンシー	液性限界 WL (%)	41.3	39.8	37.0	36.4	50.2
		塑性限界 Wp (%)	25.6	22.9	21.1	24.0	27.3
		塑性指数 I_p	15.7	16.9	15.9	12.4	22.9
		コンスタン指数 I_c	1.465	0.26	1.528	-0.234	0.14
		塑性比 Pr	0.61	0.73	0.75	0.51	0.83

自然含水比と液性限界は比較的良好な相関関係 ($WL=0.5W_n \sim 2.0W_n$ の範囲内) にあるといわれ、P3-2、P5-1、P6-1は $WL=0.5W_n \sim 2.0W_n$ の範囲内に入っている。P3-1及びP4-1は細粒分を含む礫質土であり、含水比が低めとなっているため、 $WL=0.5W_n \sim 2.0W_n$ の範囲内からやや外れている。

また、コンシステンシー指数 (I_c) は、土の安定状態を示す1つの指標である。自然含水比 (W_n) が塑性限界に近ければ I_c は1に近く硬い。 W_n が液性限界に近ければ I_c が0に近く、軟らかく不安定な状態にあると判断される。P3-1及びP4-1は細粒分を含む礫質土であるため、 I_c は1以上であり、硬い地盤である。それ以外は I_c が0前後で、軟質で不安定な土質であることと符合する。