

# 材 料 試 験

## 〈育苗培土(焼土)〉

=採取地= 赤土(20%):仙北郡美郷町千屋字相長根 159-208 番地  
黒土(80%):大仙市協和稲沢字台林 地内

## 土 質 試 験 結 果 報 告 書

令和5年 5月

鶴谷産業株式会社

秋田県仙北郡美郷町飯詰字中鶴田 15-1

電話 (0187) 82-1296

試験者: 東邦技術株式会社

秋田県大仙市大曲丸子町 2-13

電話 (0187) 62-3511 (代)

本試験は赤土<sup>\*1</sup>20%と、黒土<sup>\*2</sup>80%を混合した育苗培土(焼土)について、その土質特性を把握し、育苗培土としての適性を判断する目的で、各種室内土質試験を実施したものである。

試験結果の詳細は巻末のデータシートに示すとおりであるが、以下にその概要を示し、育苗培土として使用する場合の所見を述べる。

<sup>\*1</sup>採取地:仙北郡美郷町千屋字相長根 159-208 番地

<sup>\*2</sup>採取地:大仙市協和稲沢字台林 地内

表-1 試験結果一覧表

試料名		育苗培土(焼土)
土粒子の密度 $\rho_s$ g/c m <sup>3</sup>		2.62
粒度	礫分 2~75mm %	0.1
	砂分 75 $\mu$ m~2mm %	11.8
	シルト分 5~75 $\mu$ m %	73.7
	粘土分 5 $\mu$ m未満 %	14.4
	均等係数 $U_c$	34
	最大粒径 mm	4.75
分類	分類名	砂まじり細粒土
	分類記号	(F-S)
pH(H <sub>2</sub> O)		5.0

## 【所見】

### 1) 土粒子の密度 $\rho_s$

土粒子の密度  $\rho_s$  は  $\rho_s=2.62\text{g/cm}^3$ であった。これは一般値(=2.5~2.8g/cm<sup>3</sup>)程度の値である。

### 2) 粒度特性

粒度分布は礫分が 0.1%、砂分が 11.8%、細粒分(シルト分+粘土分)が 88.1%であり、細粒分を主体とした土である。なお、砂分は粗砂分 0.1%、中砂分 2.4%、細砂分 9.3%であった。また、工学的分類による分類名は「砂まじり細粒土(F-S)」である。

本材料は水田の有効土層としてみた場合、粗砂分と礫分を合わせた重量%が 0.2%である。また、観察により泥炭層や黒泥層には該当しない。よって以下を参考にすると、粒度特性からは植物根の伸長を阻害する土層には該当しないものと判断される。

## 《参考資料》

有効土層の植物根の伸長を阻害する土層

- ①粗砂および礫の含量が多い土層(重量%で 55%以上)
- ②固い土層(山中式硬度計による緻密度が 24 mm以上)
- ③泥炭層又は黒泥層
- ④リン酸の不足する土層(リン酸吸収係数 2000 以下)

(土地改良事業計画設計基準(農林水産省構造改善局)  
計画・ほ場整備(水田)基準書・技術書 P.199 による)

### 3) 透水性

材料の透水係数  $K$  は、粒度試験結果の  $D_{20}$  (20%粒径) から推定することができる。

表-2 Creager による  $D_{20}$  と透水係数

$D_{20}$ (mm)	透水係数 $k$ (m/sec)	土質分類
0.005	$3.00 \times 10^{-8}$	粗粒粘土
0.01	$1.05 \times 10^{-7}$	細粒シルト
0.02	$4.00 \times 10^{-7}$	粗粒シルト
0.03	$8.50 \times 10^{-7}$	
0.04	$1.75 \times 10^{-6}$	
0.05	$2.80 \times 10^{-6}$	

(出典:掘削のポイント 土質工学会より一部抜粋)

表-3 透水係数と土質区分

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-P) (M)		砂および礫 (GW) (GP) (SW) (SP) (G-F) 清浄な礫 (GW) (GP)
透水係数を直接測定する方法	特殊な変水位透水性試験	変水位透水性試験	定水位透水性試験	特殊な変水位透水性試験
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	清浄な砂と礫は粒度と間隙比から計算	

(出典:「地盤材料試験の方法と解説 -二分冊の1-」 社団法人地盤工学会 P450)

表-2 を参考に粒度試験結果の  $D_{20}$  (20%粒径) = 0.0108 mm から推定される透水係数は、 $K=10^{-7}$  m/s オーダーと考えられる。

「水田の土層改良目標(前記資料 P. 203)」から見た場合、透水性は  $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-7}$  m/s の範囲が望ましいとされているが、推定される透水係数は改良目標の範囲内にあり問題はない。

### 4) pH 特性

土壌の pH が 4 以下または 9 以上になると、植物根の細胞の代謝が乱れ養分吸収が低下して育成が悪くなる。さらに pH が 3 以下になると、細胞膜が破壊して根中の養分が外部に流出する場合があると言われる。

土懸濁液の pH 試験結果より、 $H_2O$  法による場合の  $pH(H_2O)$  は  $pH(H_2O)=5.0$  であり、水稻の育成に関して問題はないものと思われる。

以上、本材料は水田の育苗培土としてみた場合、物理的特性および pH に関しては問題なく、使用可能であると判断される。

# 土質試験データシート

## 土質試験結果一覧表

工事名 材料試験 試験期間 2023年 5/20 ~ 5/30	採取地 現場代理人 測定者 高橋 辰也
------------------------------------	---------------------------

試料土	No.	育苗培土(焼土)				
試料土の深さ	地表面から					
	基準面から					
試料土採取年月日		2023/5/16				
土粒子の密度 (Mg/m <sup>3</sup> )		2.62				
搬入時含水比 (%)		43.5				
粒 度	最大径 (mm)	4.75				
	均等係数 (Uc)	34				
	曲率係数 (Uc')	12.0				
	2,000 μm網ふるい通過量(%)	99.9				
	425 μm " (%)	99.3				
	75 μm " (%)	88.1				
	礫分の量 (%)	0.1				
	砂分の量 (%)	11.8				
	シルト分の量 (%)	73.7				
	粘土分の量 (%)	14.4				
テコン ンシ イス	液性限界 (%)					
	塑性限界 (%)					
	塑性指数					
礫の表乾比重						
礫の積比重						
工学的 分類	小分類	(F-S)				
	中分類	Fm				
	旧分類	F				
縮自然 固め土 度と	試験方法					
	自然含水比 (%)					
	自然乾燥密度 (Mg/m <sup>3</sup> )					
	自然湿潤密度 (Mg/m <sup>3</sup> )					
	最適含水比 (%)					
	最大乾燥密度 (Mg/m <sup>3</sup> )					
縮固め度 Dc(%)						
C B R 試 験	非浸水	平均含水比 (%)				
		乾燥密度 ((Mg/m <sup>3</sup> )				
	浸水	膨張比 (%)				
		CBR 値 (%)				
円錐貫入試験結果(コーン指数) (kN/m <sup>2</sup> )						
15℃に対する透水係数 K <sub>15</sub> (m/s)						
三 軸 試 験	試験方法					
	粘着力 c (kN/m <sup>2</sup> )					
	内部摩擦角 φ (°)					
土懸濁液の pH【 pH(H <sub>2</sub> O) 】		5.0				
過酸化水素水による土及び岩石の酸性化可能性【 pH(H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) 】						
単位容積重量試験(標準単重)(g/cm <sup>3</sup> )						
" (軽盛単重)(g/cm <sup>3</sup> )						

東邦技術株式会社

調査件名 材料試験 試験年月日 2023年 5月 25日

試 験 者 高橋 辰也

試料番号 (深さ)		育苗培土(焼土)		
ピクノメーター No.		6	7	68
(試料+蒸留水+ピクノメーター) 質量 $m_d(T_1)$ g		164.63	165.82	163.15
$m_d(T_1)$ をはかったときの内容物の温度 $T_1$ °C		18.0	18.0	18.0
$T_1$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T_1)$ Mg/m <sup>3</sup>		0.99860	0.99860	0.99860
温度 $T_1$ °Cの蒸留水を満たしたときの (蒸留水+ピクノメーター) 質量 $m_d(T_1)^0$ g		156.67	157.36	155.04
試料の 炉乾燥質量	容 器 No.	6	7	68
	(炉乾燥試料+容器)質量g	52.73	54.99	55.97
	容 器 質 量 g	39.89	41.31	42.86
	$m_s$ g	12.84	13.68	13.11
土 粒 子 の 密 度 $\rho_s$ Mg/m <sup>3</sup>		2.63	2.62	2.62
平 均 値 $\rho_s$ Mg/m <sup>3</sup>		2.62		
試料番号 (深さ)				
ピクノメーター No.				
(試料+蒸留水+ピクノメーター) 質量 $m_d(T_1)$ g				
$m_d(T_1)$ をはかったときの内容物の温度 $T_1$ °C				
$T_1$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T_1)$ Mg/m <sup>3</sup>				
温度 $T_1$ °Cの蒸留水を満たしたときの (蒸留水+ピクノメーター) 質量 $m_d(T_1)^0$ g				
試料の 炉乾燥質量	容 器 No.			
	(炉乾燥試料+容器)質量g			
	容 器 質 量 g			
	$m_s$ g			
土 粒 子 の 密 度 $\rho_s$ Mg/m <sup>3</sup>				
平 均 値 $\rho_s$ Mg/m <sup>3</sup>				
試料番号 (深さ)				
ピクノメーター No.				
(試料+蒸留水+ピクノメーター) 質量 $m_d(T_1)$ g				
$m_d(T_1)$ をはかったときの内容物の温度 $T_1$ °C				
$T_1$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T_1)$ Mg/m <sup>3</sup>				
温度 $T_1$ °Cの蒸留水を満たしたときの (蒸留水+ピクノメーター) 質量 $m_d(T_1)^0$ g				
試料の 炉乾燥質量	容 器 No.			
	(炉乾燥試料+容器)質量g			
	容 器 質 量 g			
	$m_s$ g			
土 粒 子 の 密 度 $\rho_s$ Mg/m <sup>3</sup>				
平 均 値 $\rho_s$ Mg/m <sup>3</sup>				

特記事項 1) ピクノメーターの検定結果から求める。

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + [m_d(T_1) - m_d(T_1)^0]} \rho_w(T_1)$$

調査件名 材料試験

試験年月日 2023年 5月 20日

試験者 高橋辰也

試料番号 (深さ)	育苗培土(焼土)					
容器 No.	509	560	563			
$m_a$ g	107.79	102.70	125.85			
$m_b$ g	87.13	84.73	101.37			
$m_c$ g	39.25	43.95	44.63			
$w$ %	43.15	44.07	43.14			
平均値 $w$ %	43.5					
特記事項						

試料番号 (深さ)						
容器 No.						
$m_a$ g						
$m_b$ g						
$m_c$ g						
$w$ %						
平均値 $w$ %						
特記事項						

試料番号 (深さ)						
容器 No.						
$m_a$ g						
$m_b$ g						
$m_c$ g						
$w$ %						
平均値 $w$ %						
特記事項						

試料番号 (深さ)						
容器 No.						
$m_a$ g						
$m_b$ g						
$m_c$ g						
$w$ %						
平均値 $w$ %						
特記事項						

試料番号 (深さ)						
容器 No.						
$m_a$ g						
$m_b$ g						
$m_c$ g						
$w$ %						
平均値 $w$ %						
特記事項						

$$w = \frac{m_a - m_b}{m_b - m_c} \times 100$$

$m_a$  : (試料+容器)質量  
 $m_b$  : (炉乾燥試料+容器)質量  
 $m_c$  : 容器質量



JIS A 1204 JGS 0131	土の粒度試験 (ふるい分析)
------------------------	----------------

調査件名 材料試験

試験年月日 2023年 5月 23日

試料番号(深さ) 育苗培土(焼土)

試験者 高橋 辰也

全 試 料					2mmふるい通過試料(沈降分析を行わない場合)				
含 水 比	容器 No.	559	508	559	容器 No.				
	$m_s$ g	73.90	76.78	73.90	$m_s$ g				
	$m_b$ g	66.28	67.47	66.28	$m_b$ g				
	$m_c$ g	43.38	39.14	43.38	$m_c$ g				
	$w$ %	33.28	32.86	33.28	$w_1$ %				
平均値 $w$ %				33.1	平均値 $w_1$ %				
(全試料+容器)質量 g				1641.6	(2mmふるい通過試料+容器)質量 g				
容器(No. )質量 g					容器(No. )質量 g				
全試料質量 $m$ g				1641.6	2mmふるい通過試料の質量 $m_1$ g				
全試料の炉乾燥質量 $m_s = \frac{m}{1+w/100}$ g				1233.4	2mmふるい通過試料の炉乾燥質量 $m_{1s} = \frac{m_1}{1+w_1/100}$ g				
2mmふるい残留分の水洗い後の試料	(試料+容器)質量 g	1.0			全試料の炉乾燥質量に対する 2mmふるい通過試料の炉乾燥質量比 $\frac{m_{1s}-m_{os}}{m_s}$				
	容器(No. )質量 g								
	炉乾燥質量 $m_{os}$ g	1.0							

2mmふるい残留分  $m_{os}$  のふるい分析

ふるい mm	容器 No.	(残留試料+容器)質量 g	容器質量 g	残留試料質量 $m(d)$ g	加積残留試料質量 $\Sigma m(d)$ g	加積残留率 $\frac{\Sigma m(d)}{m_s} \times 100$ %	通過質量分率 $P(d)$ $\left(1 - \frac{\Sigma m(d)}{m_s}\right) \times 100$ %
75							
53							
37.5							
26.5							
19							
9.5							
4.75		0.0		0.0	0.0	0.0	100.0
2		1.0		1.0	1.0	0.1	99.9

2mmふるい通過分  $m_{1s}$  のふるい分析(沈降分析を行わない場合)

ふるい $\mu m$	容器 No.	(残留試料+容器)質量 g	容器質量 g	残留試料質量 $m(d)$ g	加積残留試料質量 $\Sigma m(d)$ g	加積残留率 $\frac{\Sigma m(d)}{m_{1s}} \times 100$ %	加積通過率 $P$ $\left(1 - \frac{\Sigma m(d)}{m_{1s}}\right) \times 100$ %	通過質量分率 $P(d)$ $\frac{m_s - m_{os}}{m_s} \times P$ %
850								
425								
250								
106								
75								

特記事項

JIS A 1204 JGS 0131	土の粒度試験 (2mmふるい通過分分析)
------------------------	----------------------

調査件名 材料試験

試験年月日 2023年 5月 23日

試料番号(深さ) 育苗培土(焼土)

試験者 高橋 辰也

2mmふるい通過試料					土粒子の密度 $\rho_s$ Mg/m <sup>3</sup>	2.62
含	容器 No.	509	500	506	塑性指数 $I_p$	
	$m_s$ g	60.20	61.54	86.32	分散装置の容器 No.	
水	$m_w$ g	54.97	56.01	74.59	メスシリンダー No.	1
	$m_c$ g	39.25	39.33	39.26	浮ひょう No.	1
比	$w_1$ %	33.27	33.15	33.20	メニスカス補正值 $C_s$	0.0005
	平均値 $w_1$ %	33.2			使用した分散剤, 溶液濃度, 溶液添加量	
(沈降分析用試料+容器)質量 g					ヘキサメタリン酸ナトリウム, 飽和溶液, 10ml	
容器(No.)質量 g					全試料の炉乾燥質量に対する $\frac{m_s - m_{os}}{m_s}$	
沈降分析用試料質量 $m_1$ g					2mmふるい通過試料の炉乾燥質量の比	
沈降分析用試料の炉乾燥質量 $m_{1s} = \frac{m_1}{1 + w_1/100}$ g					$M = \frac{V}{m_{1s}} \frac{\rho_s}{\rho_s - \rho_w} \rho_w \times 100$	
					1071.9	

沈降分析

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
測定時刻	経過時間	浮ひょうの読み		測定時の水温	有効深さ	粒径 $d$	補正係数	加積通過率 $P$	通過質量分率	
	$t$ min	小数部分	$r + C_s$	°C	$L$ mm	$(6) \times \sqrt{\frac{L}{t}}$ mm	$F$	$M \times ((3) + F)$ %	$\frac{P(d)}{m_s - m_{os}} \times P$ %	
	1	0320	0325	19	116.6	0.0044	0.0475	0.0005	35.4	35.36
	2	0270	0275	19	127.3	0.0044	0.0351	0.0005	30.0	29.97
	5	0225	0230	19	136.9	0.0044	0.0230	0.0005	25.2	25.17
	15	0190	0195	19	144.4	0.0044	0.0137	0.0005	21.4	21.38
	30	0170	0175	19	148.7	0.0044	0.0098	0.0005	19.3	19.28
	60	0140	0145	19	155.1	0.0044	0.0071	0.0005	16.1	16.08
	240	0110	0115	19	161.5	0.0044	0.0036	0.0005	12.9	12.89
	1440	0080	0085	19	167.9	0.0044	0.0015	0.0005	9.6	9.59

ふるい分析 (沈降分析を行う場合)

ふるい	容器 No.	(残留試料+容器)質量	容器質量	残留試料質量	加積残留試料質量	加積残留率	加積通過率 $P$	通過質量分率 $P(d)$
$\mu m$		g	g	$m(d)$ g	$\Sigma m(d)$ g	$\frac{\Sigma m(d)}{m_{1s}} \times 100$ %	$\left(1 - \frac{\Sigma m(d)}{m_{1s}}\right) \times 100$ %	$\frac{m_s - m_{os}}{m_s} \times P$ %
850		0.11		0.11	0.11	0.1	99.9	99.80
425		0.40		0.40	0.51	0.6	99.4	99.30
250		1.45		1.45	1.96	2.5	97.5	97.40
106		3.11		3.11	5.07	6.4	93.6	93.51
75		4.25		4.25	9.32	11.8	88.2	88.11

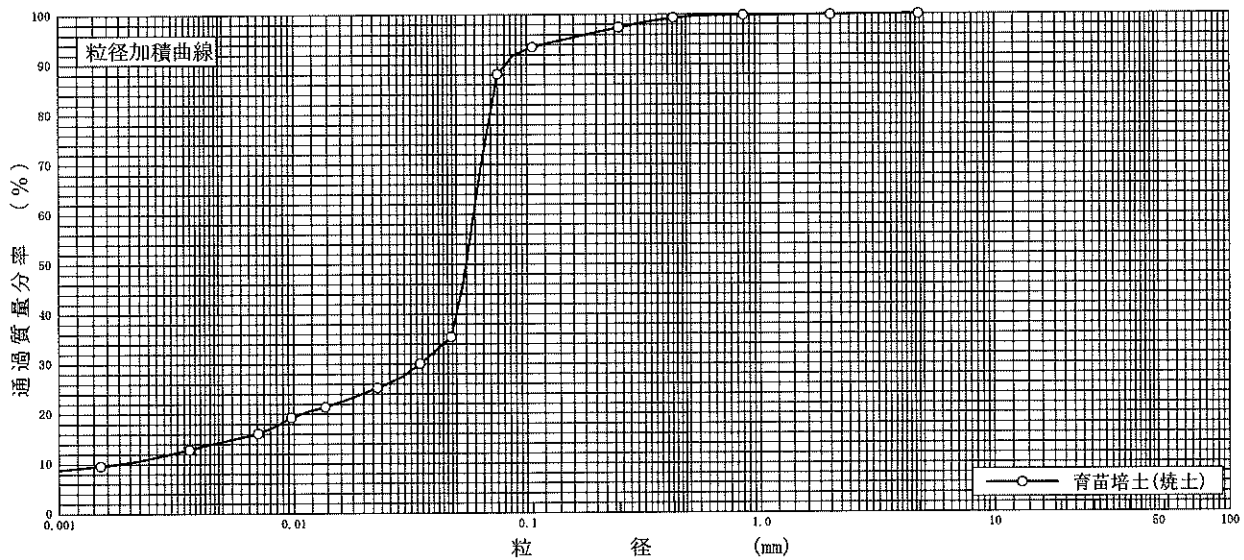
特記事項

調査件名 材料試験

試験年月日 2023年 5月 23日

試験者 高橋 辰也

試料番号 (深さ)	育苗培土(焼土)		試料番号 (深さ)		育苗培土(焼土)	
	粒径 mm	通過質量分率%	粒径 mm	通過質量分率%	粗礫分 %	*
ふるい	75		75		中礫分 %	*
	53		53		細礫分 %	0.1
	37.5		37.5		粗砂分 %	0.1
	26.5		26.5		中砂分 %	2.4
	19		19		細砂分 %	9.3
	9.5		9.5		シルト分 %	73.7
	4.75	100.0	4.75		粘土分 %	14.4
	2	99.9	2		2mmふるい通過質量分率 %	99.9
	0.850	99.8	0.850		425μmふるい通過質量分率 %	99.3
	0.425	99.3	0.425		75μmふるい通過質量分率 %	88.1
	0.250	97.4	0.250		最大粒径 mm	4.75
	0.106	93.5	0.106		60% 粒径 $D_{60}$ mm	0.0593
	0.075	88.1	0.075		50% 粒径 $D_{50}$ mm	0.0551
沈降	0.0475	35.4			30% 粒径 $D_{30}$ mm	0.0351
	0.0351	30.0			10% 粒径 $D_{10}$ mm	0.00177
	0.0230	25.2			均等係数 $U_c$	34
	0.0137	21.4			曲率係数 $U'_c$	12
	0.0098	19.3			土粒子の密度 $\rho_s$ Mg/m <sup>3</sup>	2.62
	0.0071	16.1			使用した分散剤	ヘキサメタリン酸ナトリウム
	0.0036	12.9			溶液濃度, 溶液添加量	飽和溶液, 10ml
析	0.0015	9.6			20% 粒径 $D_{20}$ mm	0.0108



特記事項

調査件名 材料試験

試験年月日

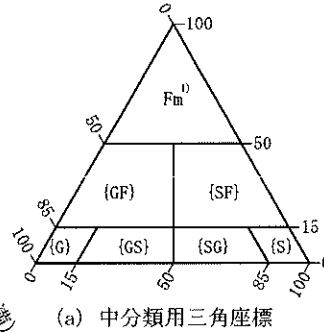
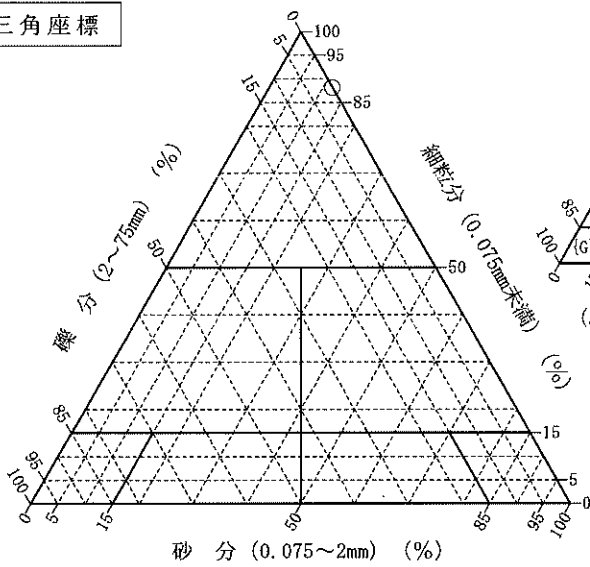
2023年 5月 30日

試験者

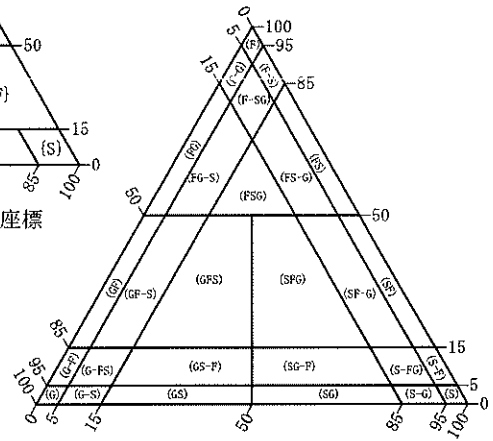
高橋 辰也

試料番号 ( 深 さ )	育苗培土(焼土)			
石分(75mm以上) %				
礫分(2~75mm) %	0.1			
砂分(0.075~2mm) %	11.8			
細粒分(0.075mm未満) %	88.1			
シルト分(0.005~0.075mm) %	73.7			
粘土分(0.005mm未満) %	14.4			
最大粒径 mm	4.75			
均等係数 $U_c$	34			
液性限界 $w_L$ %				
塑性限界 $w_P$ %				
塑性指数 $I_p$				
地盤材料の分類名	砂まじり細粒土			
分類記号	(F-S)			
凡例記号	○			

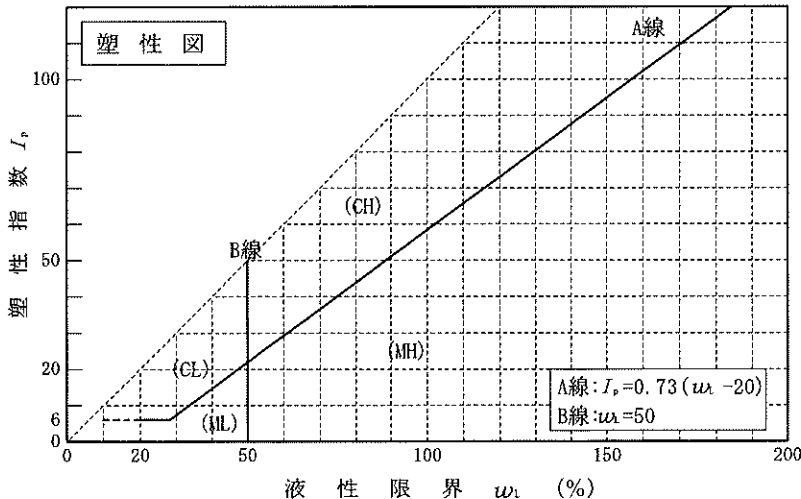
三角座標



(a) 中分類用三角座標



(b) 粗粒土の小分類および細粒土の細分類用三角座標



特記事項 1) 主に観察と塑性図で判別分類

調査件名 材料試験 試験年月日 2023年 5月 24日

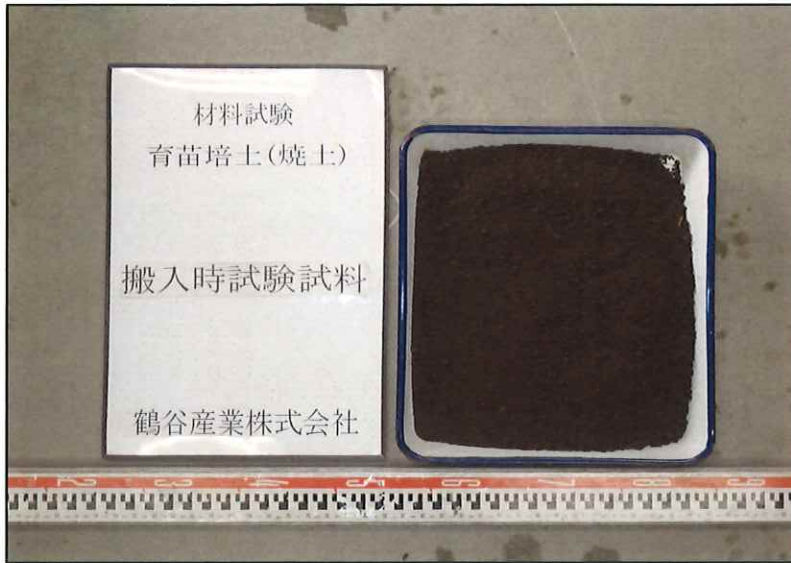
試験者 高橋 辰也

使用標準液		しゅう酸塩	フタル酸塩	中性りん酸塩	ほう酸塩	炭酸塩		
温度 °C			18.4	18.4				
pH			4.00	6.89				
試料番号 (深さ)		育苗培土(焼土)						
ビーカー No.		2		3				
試料の湿潤質量 $m$ g		127.2		127.2				
計算で求めた 乾燥試料の質量 $m_s$ g		87.8		87.8				
加えた水の量 $V_w$ mL		400		400				
試料の乾燥質量に 対する水の質量比 $R_w$		5.00		5.00				
試料液の温度 °C		19.5		19.4				
pH	測定値	5.06		5.00				
	平均値	5.0						
電気 伝導率	測定値 $\chi$ mS/m							
	平均値 $\chi$ mS/m							
含 水 比	容器 No.	505	503	560				
	$m_a$ g	50.30	55.16	56.90				
	$m_b$ g	46.82	50.17	52.90				
	$m_c$ g	39.07	39.00	43.95				
	$w$ %	44.9	44.7	44.7				
平均値 $w$ %		44.8						
特記事項								
試料番号 (深さ)								
ビーカー No.								
試料の湿潤質量 $m$ g								
計算で求めた 乾燥試料の質量 $m_s$ g								
加えた水の量 $V_w$ mL								
試料の乾燥質量に 対する水の質量比 $R_w$								
試料液の温度 °C								
pH	測定値							
	平均値							
電気 伝導率	測定値 $\chi$ mS/m							
	平均値 $\chi$ mS/m							
含 水 比	容器 No.							
	$m_a$ g							
	$m_b$ g							
	$m_c$ g							
	$w$ %							
平均値 $w$ %								
特記事項								

$$m_s = \frac{m}{1 + w/100}$$

$$R_w = \frac{m - m_s + V_w \rho_w}{m_s}$$

# 試 験 写 真



搬入時試験試料

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

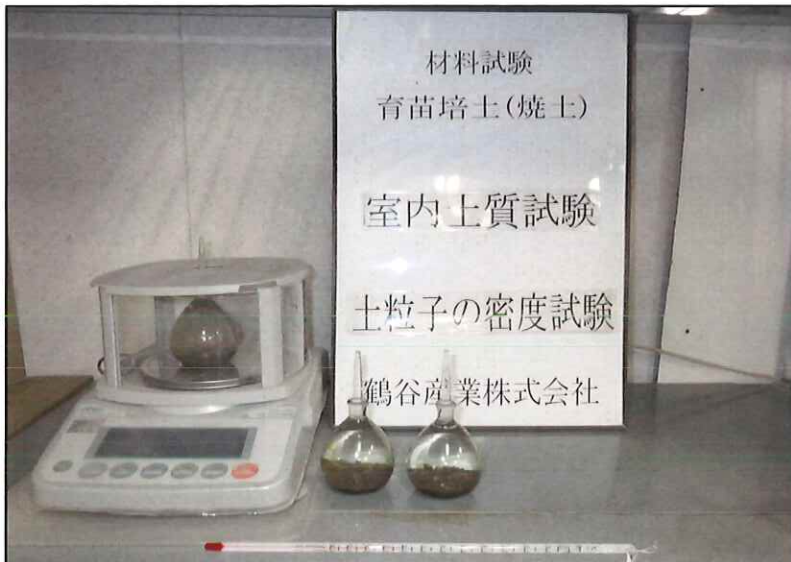
---

---

---

---

---



土粒子の密度試験

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

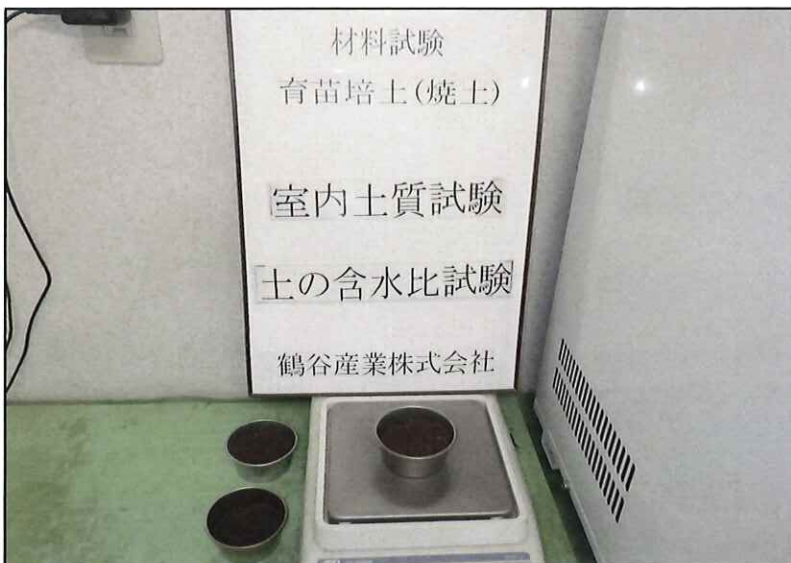
---

---

---

---

---



土の含水比試験

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

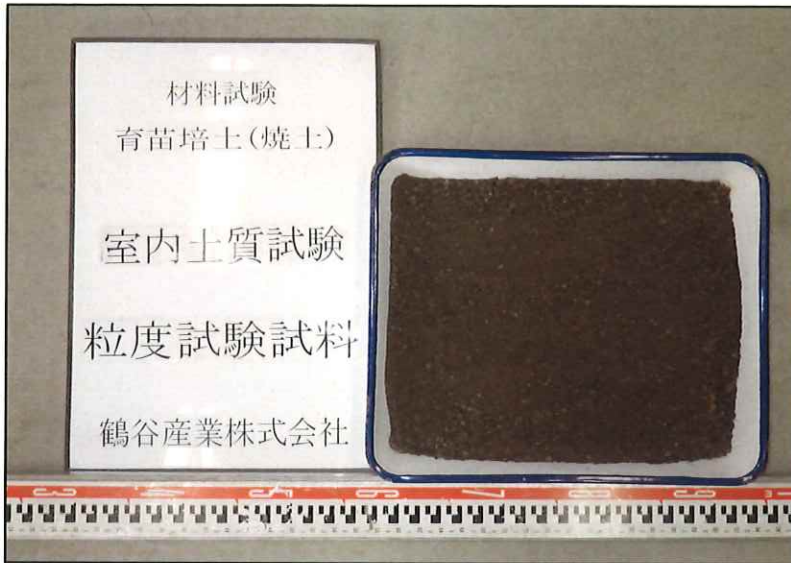
---

---

---

---

---



粒度試験試料



土の粒度試験(沈降分析)



土の粒度試験(ふるい分析)



