

含水比・粒度試験の工夫

TAC 技術情報
A-024003

掘削土砂の含水比と粒度特性を素早く把握

●概要

泥土圧シールドでは、チャンバー内を泥土化した掘削土で充満させ、切羽において圧力を保持し安定性を維持するように、掘削土の塑性流動性と止水性を確保することや、チャンバー内やカッターヘッドへの付着を防止することが重要である。このためには、地質や地下水の状況に応じた鉱物系、界面活性剤系、高吸水性樹脂系、水溶性高分子系等の適切な添加材やそれらを組み合わせたものをチャンバー内土砂に混合攪拌して所定の性状を満足するよう、掘削中も含めて調整・管理を行うことが必要である。この際、土質試験結果等を踏まえた添加材の選定や、事前配合試験等により添加材の配合及び量の設定を行い、地盤に適した添加材であるかを確認することが必要である。¹⁾

本技術情報は、工事現場で実施する際の土質試験(含水比・粒度試験)について、素早く実施するための要領手順書です。

●お客様のメリット

- 従来の含水比・粒度試験の2mmふるいによる分割や水洗い工程の一部を合理化することで、工事現場で、素早く土質特性を把握することができます。
- 土質に適した掘削添加材を選定することに役立てることができます。

●含水比試験(JIS A 1203)

＜手順①～④＞

- ① 3枚の容器それぞれの容器質量(m_c)を測定し、測定値をデータシートに記入します。
- ② 3枚の容器にそれぞれ100～200gを目安に試料を入れ、容器＋試料の質量(m_a)を測定します。

はかりの最小読取值		含水比測定に必要な試料の質量の目安	
試料質量(g)	最小読取值(g)	試料の最大粒径(mm)	試料質量(g)
10未満	0.001	9.5	100～200
10以上100未満	0.01	4.75	30～100
100以上1000未満	0.1	2	10～30
1000以上	1	0.425	5～10

＜含水比とは＞
乾燥土粒子に対する水の割合を示したもの。
含水比 $= (m_w / m_s) \times 100(\%)$



- ③ 試料を容器ごとに電子レンジに入れ、500～600Wにて加熱乾燥します。

湿潤土試料が一定質量となるまでの加熱時間の目安		
電子レンジ出力	600W	
試料条件	容器1個当り約10g×3個、最大粒径2mmのとき、	
加熱時間	火山灰質高含水比粘土	17分
	有機質土	20分
	上記以外の一般的な土	10分

- ④ 乾燥後の容器＋試料の質量(m_b)を測定します。

容器＋試料の質量(m_b)を測定後、再度手順③の電子レンジで数分間加熱乾燥し、再度手順④の容器＋試料の質量(m_b)の質量に変化が無ければ、データシートでデータの整理をします。

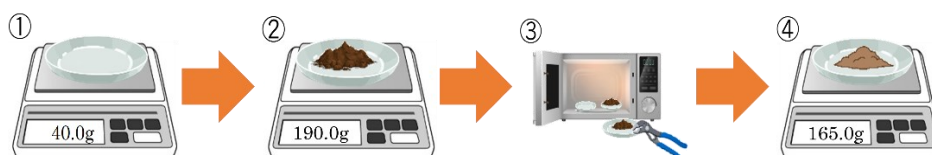
土粒子質量(m_s)を、容器1～3合計の $m_b - m_c$ により算出します。

※土粒子質量(m_s)は、手順⑨で使用します。

＜データシート＞

試料番号			
容器No.	1	2	3
②→ m_a	g		
④→ m_b	g		
①→ m_c	g		
w	%		
平均値 w	%		

$$\text{含水比: } w = \frac{m_a - m_b}{m_b - m_c} \times 100 (\%)$$



【参考：一般的な地山の湿潤密度・含水比と添加材注入率 20%とした場合の含水比の目安】²⁾に加筆

	沖積層		洪積層	関東	高有機
	粘性土	砂質土	粘性土	ローム	質土
湿潤密度 ρ_t (Mg/m ³)	1.8 ~ 1.2	2.0 ~ 1.6	2.0 ~ 1.6	1.5 ~ 1.2	1.3 ~ 0.8
自然含水比 w_n (%)	30 ~ 150	10 ~ 30	20 ~ 40	80 ~ 180	80 ~ 1,200
注入率20%とした場合の含水比の目安 w_{20} (%)	44 ~ 192	21 ~ 46	32 ~ 58	104 ~ 227	108 ~ 1,525

●粒度試験(JIS A 1204)

＜粒径と土粒子の分類＞					
粘土シルト（細粒分）	砂				礫
	細砂	中砂(1)	中砂(2)	粗砂	
	0.075	0.250	0.425	0.850	2.0
	(mm)				

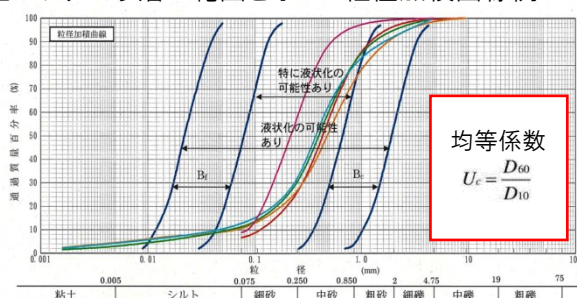
＜手順⑤～⑨＞

- ⑤ 手順④で使用した乾燥試料を、目開き 0.075mm ふり網で洗い流します。このとき、洗い水に濁りがなくなるまで丁寧に水洗いします。
- ⑥ 目開き 0.075mm ふり網に残留した試料を、すべて容器(耐熱)へ入れます。
- ⑦ 試料を容器ごと電子レンジで質量が一定になるまで加熱乾燥します。
- ⑧ 乾燥させた試料を、目開きの大きい順に通過させます。
 - ⑧-1 乾燥試料⇒2.0mm⇒0.850mm⇒0.425mm⇒受皿₁
 - ⑧-2 受皿₁試料⇒0.250mm⇒0.075mm⇒受皿₂
- ⑨ ふり網ごとに、残留した試料の質量 $m(d)$ を測定し、データシートに記入します。
目開き 0.075mm ふり網を通過した質量 $m(\text{受皿})$ は、
土粒子質量 $m(s)$ - (目開き 2mm～0.075mm の残留試料質量の合計) により算出します。
通過質量百分率 $P(d)$ を求め、粒径加積曲線を作成します。



乾燥質量 m_s	g			
ふるい	残留試料質量 $m(d)$	加積残留試料質量 $\Sigma m(d)$	加積残留率 $\frac{\Sigma m(d)}{m_s} \times 100$	通過質量百分率 $P(d)$ $\left(1 - \frac{\Sigma m(d)}{m_s}\right) \times 100$
d	g	g	%	%
2 mm				
0.850 mm				
0.425 mm				
0.250 mm				
0.075 mm				
受皿				

＜流動化しやすい砂層の範囲を示した粒径加積曲線例＞³⁾に加筆



【流動化しやすい土砂の特徴：土木学会(1977)】

地山の流動化を示す指標として、均等係数 $U_c \leq 5$ で、かつ細粒分率(0.075mm 未満) $\leq 10\%$ の場合、掘削土砂の塑性流動性確保に留意する必要があり、掘削添加材の選定が重要になります。

【出典】1) シールドトンネル施工技術検討会：令和 3 年 12 月シールドトンネル工事の安全安心な施工に関するガイドライン、p17

2) 土木学会：土質試験の手引き(第四版)、p24

3) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説、pp.408-417