

「龍谷の森」の水場創成に伴う遮水用土の試験

池田 俊

1. 試験概要

- 1) 工事名称 里山をめぐる人間と自然の共生に関する総合研究に伴う水場の構築
- 2) 工事場所 滋賀県大津市瀬田大江町地先
- 3) 試験期間 平成17年10月18日～10月19日
- 4) 試験目的 本試験は、水場の遮水用土砂の適否を判断することを目的とする。
- 5) 試験材料 大津市上田上中野318
協和生コン株式会社産
- 6) 試験内容

土粒子の密度試験	1 試料
土の含水比試験	1 試料
土の粒度試験（沈降分析）	1 試料
土の透水試験（変水位）	1 試料

2. 試験結果

今回実施した試験結果は、巻末試料「土質試験データシート」としてとりまとめたとおりである。

表2.1に結果を示す。

表2.1 土質試験結果

試験項目		試験結果
一般	土粒子の密度 (g/cm ³)	2.570
	自然含水比 (%)	33.19
粒度	礫分 (%)	0
	砂分 (%)	14.7
	シルト分 (%)	54.1
	粘土分 (%)	31.2
	最大粒径 (mm)	0.425
	均等係数U _c	20.55
	曲率係数U _c [′]	0.89
分類	地盤材料の分類名	砂混り粘性土
	分類記号	Cs-S
透水係数 (cm/s)		2.18E-07

1) 土粒子の密度 ρ_s

$\rho_s=2.570\text{g/cm}^3$ を示し、一般的な値を示す。

2) 粒度特性

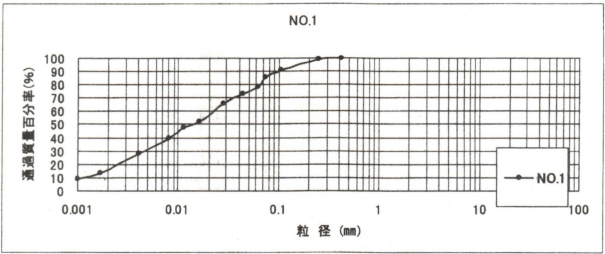


図2.1 粒径加積曲線

表2.1、図2.1に示したとおり、砂分：14.7%（中砂分：0.9%、細砂分：13.8%）、シルト分：54.1%、粘土分：31.2%で組成される粘性土で、統一分類によると砂混り粘性土（Cs-S）に分類される。

3) 透水係数 K

表2.2に透水係数と透水性の関係を示す。

表2.2 透水係数と透水性の関係

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
透 水 性	実質上不透水		非常に低い		低		中		位		高	
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			清浄な砂と礫は粒度と間隙比から計算					

透水係数 $K=2.18 \times 10^{-7}$ cm/sを示し、表2.2より透水係数は非常に低いものであることが知られた。また、粒度試験結果から透水係数を推定する方法として表2.3に示すクレーガー式が提案されている。

表2.3 クレーガーによる D_{20} と透水係数 K の関係

D_{20} (mm)	k (cm/sec)	土質分類	D_{20} (mm)	k (cm/sec)	土質分類
0.005	3.00×10^{-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}	粗砂シルト	0.25	1.40×10^{-2}	
0.03	8.50×10^{-5}		0.3	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}		0.4	4.50×10^{-2}	
0.06	4.60×10^{-4}		0.45	5.80×10^{-2}	
0.07	6.50×10^{-4}	極微粒砂	0.5	7.50×10^{-2}	粗粒砂
0.08	9.00×10^{-4}		0.6	1.10×10^{-1}	
0.09	1.40×10^{-3}		0.7	1.6×10^{-1}	
0.10	1.75×10^{-3}	微粒砂	0.8	2.15×10^{-1}	
0.12	2.6×10^{-3}		0.9	2.8×10^{-1}	
0.14	3.8×10^{-3}		1.0	3.60×10^{-1}	細 礫
0.16	5.1×10^{-3}		2.0	1.80	

試験結果による $D_{20}=0.0027$ mmであり、表2.3より透水係数は 3.00×10^{-6} cm/s以下が推定され、粒度試験結果からも透水性は低い材料であることが確認できた。

3. 貯水池工法の選定理由

大津市瀬田大江町地先の龍谷の森において、里山をめぐる人間と自然の共生に関する総合研究—生態系保全と環境教育のための里山モデル構築—にあたり、平成17年3月に深井戸（深度150m）を新設した。この井戸水を利用し、龍谷の森を流れる砂防河川の既存堰堤の2箇所の上流側に約50m²、水深約30cm程度の貯水池を造成する計画である。

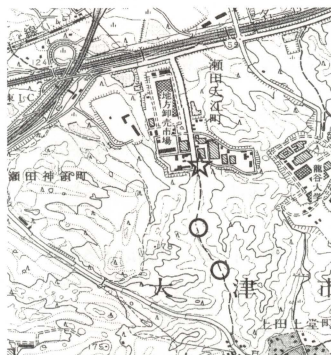


図3.1 貯水池計画位置図

凡 例

☆：新設井戸

○：貯水池計画位置

龍谷の森を構成する地質は、新生代第三紀鮮新世～第四紀更新世の時期に堆積した古琵琶湖層群草津層に属する瀬田礫層からなる、透水性の良い砂や礫層によって構成されていることが知られる。

既存堰堤箇所の地質は、上述した砂・礫層によって形成されており、雨水等は地下へ浸透し堰堤上流側に貯留している傾向は認められなかった。—井戸水を数時間垂流して経緯を観察したが、地下へ浸透し井戸水が溜まることは確認できなかった。—このような地質条件から井戸水を貯留させるには、井戸水が地下へ浸透しないように遮水工を設けることが必要となった。

本貯水池における遮水工法としては、遮水シート（合成ゴム系、合成樹脂系）或いは

不透水性材料による遮水が適しているものとして考えられた。工法の選定あたっては、研究目的から学生および本研究に賛同するボランティアの皆さんによる手作りの池の構築を目指し、不透水性材料による遮水工を採用したものである。

4. 遮水材料としての評価

遮水材料について龍谷の森で確保できないか検討した結果、当地は砂防指定地であり土地の改変ができないこと、地質が砂・礫の透水性土砂で構成されていることなどから外部から材料を確保することとなった。

今回の試験は、生コン生産に伴う廃土について実施したものであり、結果は表4.3土質試験結果に示したとおりである。

不透水性材料（刃金土）の基準として、ため池改修指針 改訂版—平成5年9月 大阪府農業土木技術連盟—によると、表4.1～4.2が示されている。

表4.1 統一分類による分類

GC：粘土質礫
GM：シルト質礫
SC：粘土質砂
SM：シルト質砂
CL：砂質粘土～シルト質粘土
ML：砂質シルト～シルト
CH：粘土
MH：粘土質シルト

表4.2 試験結果による基準

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> a) 透水係数 (K) が $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ より小さいもの。 b) 微粒子（粘土・シルト）を30%程度以上含むもの。 c) 土粒子の比重が2.6以上のもの。 d) 粒度分布の良いもの。 e) 塑性指数が10%以上のもの。 f) 標準突き固試験による最大乾燥密度が 1.5g/cm^3 以上のもの。 g) 有機物を含まず（3%以内）、氫物成分が不溶性であること。 |
|---|

表4.3 土質試験結果（再掲）

試験項目		試験結果
一般	土粒子の密度 (g/cm^3)	2.570
	自然含水比 (%)	33.19
粒度	礫分 (%)	0
	砂分 (%)	14.7
	シルト分 (%)	54.1
	粘土分 (%)	31.2
	最大粒径 (mm)	0.425
	均等係数 U_c	20.55
	曲率係数 U_c'	0.89
分類	地盤材料の分類名	砂混り粘性土
	分類記号	Cs-S
透水係数 (cm/s)		$2.18\text{E}-07$

今回の試験項目は表4.3に示すものであり、表4.1～4.2に示す分類基準を全て網羅できないが、以下のことが推定される。

- ・ 統一分類としては、低塑性粘性土でありCL～MLに分類される。
- ・ 土粒子の比重（密度）は $2.570\text{g}/\text{cm}^3$ を示し、基準値を満足しない。
- ・ 微粒子は85%を占め、基準値を満足する。
- ・ 細粒土としての粒度分布は、粒径幅の広いものである。
- ・ 塑性指数は10%以上を示すものと推定される。
- ・ 透水係数は $2.18 \times 10^{-7}\text{cm}/\text{s}$ を示し、基準値を満足する。
- ・ 締固め特性や有機物混入量は不明である。

などが推定され、遮水材料として十分に適用できるものと考えられる。

なお、遮水工の厚さは、基礎地盤とのなじみや施工性を考慮し、一般的な盛り土工事の1層当たりの厚さ（約30cm）が適切と考えられる。

以上

土粒子の密度試験



土の含水比試験

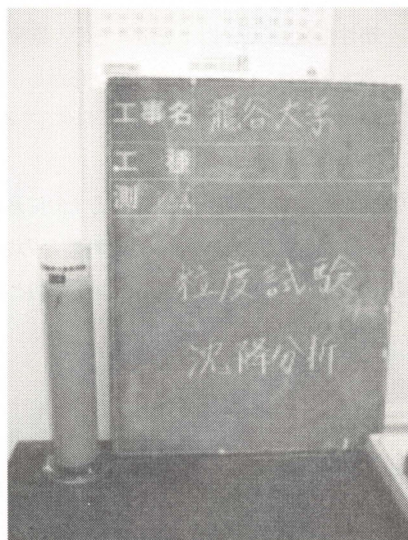


土の粒度試験

ふるい分析



沈降分析



透水試験 (変水位)

