DOI：10. 3969/j.issn. 1004-4701. 2015. 03. 18

‰›˛ ˚ ¡¶«ˇ ˇ ˚ ˝ˋ ˜— ˚• ˛ — ¿

„ø˘ Œ

(江西省水利规划设计研究院，江西 南昌 330029)

摘　要： – ˛˜ ˝„/‡ –¸ø..ß˛» ‰›˛ ˚¡¶«ˇ ˇ ‡˜ ˜ » ˚ ˝ˋ º‡£„ ˜˝ˋ ‰‡—¨‰ˇ£ø ˚ Ø˚ • ˛ ˝ˋ ˜˛ – ˚¡¢ƒ §– ˚¡¢ﬁ – ˚... ˝ˋ ˜ ¨ ˛‡ • ˝˝ ›œ ˚˝<ˋ¿ ¨5 •‰ˆ ˜ ¨ £<– ¿˝ˋ ˚ – ˚†œ œ ˜ › £‹¢ Æ‡ ¶ ˘ ‰‡—•ƒ ˜‰¤ Œ£<“ ¸˘„/‡ Æ„'† ˛¿....

关键词： ˚ ˝ˋ£‰ˋ ˜— ˚£» ˚ – ˚£»/‡ – ˚

中图分类号： TU44 P642.1　　**文献标识码：** B　　**文章编号：** 1004-470Ⅰ£¤2015£03-0228-04

0 引言

土体性质的研究可为工程地质评价提供重要的依据。一般情况下相似土体的物理、力学、水理等性质都不会存在太大差异，但是在自然环境中亦分布有物理力学性质差异较大的特殊土，它们往往对工程的安全性起到关键作用。因此，特殊土的性质研究就显得尤为重要。

1 工程概况

江西省东乡县发现一种特殊土，所属工程区位于北港河中上游的物流大道至东临大桥段，地势平坦开阔，地貌单元属冲积平原地貌。河流大致自北向南流经工程区，河道宽15~40 m，地表水系发育。地面高程一般为36~42 m左右，河床底部高程一般为31~35 m。

特殊土分别位于ZK4、ZK5及ZK22号孔周边，其中ZK4、ZK5号孔位于河道上游转弯处左岸(见图1)，土层厚度1.0–2.0 m，ZK22号孔位于下游河道转弯处右岸 (见图2)，土层厚度0.5~1.5 m。

土体所处的地理位置：枯水期时位于河岸边，丰水期位于河床底部。从其成因分析，属于冲积土类。由于此河道形成时间不久远，因此河床属于现代河床堆积物。而现代河床堆积物的粉质粘土和砾质粘土，一般性质表现为含水率中等，密度较高，透水性弱，压缩性中等，强度较低等。

根据现场采取的土样，通过室内试验多种测试方法，并结合普通土体的特性，本文对此特殊土的物理、力学、水理等性质进行研究分析。

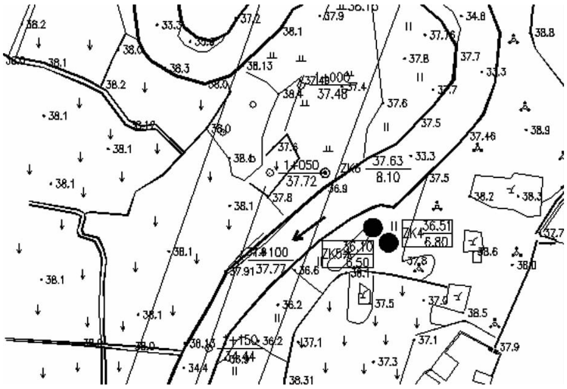
ZK4
36.51
6.80
ZK5
36.10
5.50
ZK6
37.63
8.10
1+050
37.72
1+100
37.77
1+150
1+000
37.48

图1　ZK4、ZK5号孔位置图

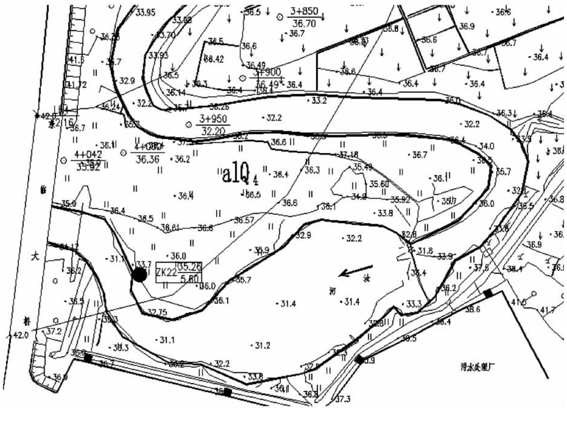
ZK22
35.26
5.80
alQ4
3+850
36.70
3+900
3+950
32.20
4+042
35.92

图2　ZK22号孔位置图

° ‚ ¨ ˘ £º2015-04-10

… ‰Ø£„ø˘ Œ¤1980– ££<ﬁ£< §– ¿˘£ˆ/‡ ˚ƒ.

2 性质研究

2.1 物理性质

2.1.1 含水率

含水率检测采用烘干法，温度分别控制在105 ℃和65 ℃，各分3次进行，试验结果见表1~2。

表1 含水率试验记录表(105℃) %

样品编号	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均值
ZK4	57.0	57.3	57.0	57.1
ZK5	62.0	61.0	61.4	61.8
ZK22	89.9	89.0	89.1	89.3

表2 含水率试验记录表(65℃) %

样品编号	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均值
ZK4	52.6	53.0	53.3	53.0
ZK5	55.4	56.1	55.2	55.6
ZK22	80.6	81.0	80.2	80.6

1.1.2 天然湿密度(环刀法)

采用环环刀法分五次对土的天然湿密度进行检测，检测结果见表3。

表3 天然密度试验记录表 g/cm^3

样品编号	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	平均值
ZK4	1.38	1.37	1.36	1.39	1.36	1.37
ZK5	1.38	1.35	1.35	1.35	1.36	1.36
ZK22	1.30	1.27	1.28	1.29	1.30	1.29

2.1.3 相对密度

土的相对密度采用50 ml比重瓶法进行检测。土样分别采用天然状态土、105 ℃和65 ℃温度控制下的烘干土进行检测，检测各分三次，试验结果如表4~6。从表中数据可以看出105 ℃温度控制下的相对密度值最大，65 ℃次之，天然状态下的最小。

表4 相对密度试验记录表(天然状态) t/m^3

样品编号	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均值
ZK4	2.49	2.50	2.48	2.49
ZK5	2.44	2.46	2.44	2.45
ZK22	2.47	2.47	2.48	2.47

表5 相对密度试验记录表(105℃) t/m^3

样品编号	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均值
ZK4	2.52	2.54	2.53	2.53
ZK5	2.50	2.52	2.51	2.51
ZK22	2.53	2.55	2.55	2.55

表6 相对密度试验记录表(65℃) t/m^3

样品编号	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均值
ZK4	2.51	2.52	2.51	2.51
ZK5	2.48	2.48	2.50	2.49
ZK22	2.49	2.49	2.51	2.50

2.1.4 颗粒分析

采用筛分法和甲种比重计法联合对天然状态土样进行试验，试验结果见表7。

表7 颗粒分析试验记录表 %

土样编号	粒径/mm					
	细砾	粗砂	中砂	细砂	粉粒	粘粒
	5.00~2.00	2.00~0.50	0.50~0.25	0.25~0.075	0.075~0.005	<0.005
ZK4	0.7	0.8	0.5	18.8	49.6	29.6
ZK5	1.9	2.5	2.3	17.5	56.1	19.7
ZK22				10.2	60.4	29.4

2.2 力学性质

2.2.1 压缩系数和压缩模量

采用快速固结法检测土的压缩系数和压缩模量，试验数据如表8所示。从试验结果看出压缩系数均大于2，属于高压缩性土。

表8 固结试验记录表

编号	孔隙比	压缩系数/MPa^{-1}	压缩模量/MPa
ZK4	2.085	2.145	1.438
ZK5	2.702	2.236	1.656
ZK22	2.374	2.175	1.551

2.2.2 凝聚力、摩擦角

采用饱和快剪法检测土的凝聚力及摩擦角，试验成果如表9所示。从试验结果可知土体的强度较高。

表9 直接剪切试验记录表

编号	凝聚力/kPa	摩擦角/°
ZK4	21.0	20.9
ZK5	20.5	23.4
ZK22	24.4	19.1

2.3 水理性质

2.3.1 液（塑）限

采用联合测定法分别检测天然状态土、105℃和65℃温度控制下的烘干土的液（塑）限，检测各分两次，试验结果如表10~12。从检测数据得出，采用105℃温度控制下的烘干土测试数据最大，采用65℃温度控制下的烘干土测试数据次之，天然状态下土样测试数据最小。

表10 液（塑）限联合试验记录表（天然状态土） %

样品编号	第 1 次		第 2 次		平均值	
	液 限	塑 限	液 限	塑 限	液 限	塑 限
ZK4	76.6	54.7	77.1	76.6	77.1	54.7
ZK5	65.1	41.6	64.8	65.1	64.8	41.6
ZK22	74.1	51.8	73.3	74.1	73.3	51.8

表11 液（塑）限联合试验记录表（105℃） %

样品编号	第 1 次		第 2 次		平均值	
	液 限	塑 限	液 限	塑 限	液 限	塑 限
ZK4	79.3	56.2	79.5	56.4	79.4	56.3
ZK5	69.0	43.7	69.3	44.2	69.2	44.0
ZK22	77.5	54.3	78.0	54.8	77.8	54.6

表12 液（塑）限联合试验记录表（65℃） %

样品编号	第 1 次		第 2 次		平均值	
	液 限	塑 限	液 限	塑 限	液 限	塑 限
ZK4	78.0	55.0	78.3	55.6	78.2	55.3
ZK5	68.0	42.5	68.1	42.6	68.1	42.6
ZK22	76.3	53.0	76.0	52.5	76.2	52.8

2.3.2 渗透系数

采用变水头试验方法测试土体的渗透系数（见表13），从试验结果分析，试样为弱透水性。

表13 渗透试验记录表 cm/s

编号	渗透系数
ZK4	5.67E-05
ZK5	4.83E-05
ZK22	5.06E-05

2.4 易溶盐成分

易溶盐试验成果详见表14。

2.5 土的有机质测定

土的有机质测定分别采用重铬酸钾容量法和500℃高温灼烧法进行检测，试验数据如表15。

从试验结果分析，土体中虽然含有有机质，但是依据规范SL237-001-1999中的标准，有机质含量为5%~15%

表14 易溶盐试验记录表

土样编号	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	PH
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
ZK4	0.002	0.008	0.021	0.008	0.019	0.007	0	0.047	6.7
ZK5	0.004	0.01	0.033	0.011	0.022	0.005	0	0.036	6.8
ZK22	0.002	0.007	0.029	0.007	0.021	0.010	0	0.041	6.9

时,不能定义为有机质土类。

表15 有机质试验记录 %

编号	有机质含量	
	重铬酸钾容量法	500℃高温灼烧法
ZK4	0.32	0.38
ZK5	0.29	0.36
ZK22	0.41	0.48

3 成果对比与分析

根据特殊土的室内试验成果,结合土体的颗粒成分相似的一般性土体的物理、力学、水理等指标进行了对比分析。

3.1 特殊土与一般性土试验指标对比

3.1.1 物理性质的分析

根据表16物理性质指标的比较可以看出,特殊土的含水率远远大于一般性土体,天然密度和相对密度指标却远远小于一般性土体。

表16 物理性质比较记录

土的物理性质	一般土体的性质指标	特殊土的性质指标
含水率/%	18~35	53~89
天然密度/(g/cm^3)	1.6~2.2	1.29~1.37
相对密度/(t/cm^3)	2.66~2.70	2.45~2.55

3.1.2 力学性质的分析

通过力学性质指标的比较可以看出,特殊土的压缩系数远远大于一般性土体,但凝聚力和摩擦角指标远远小于一般性土体。可见,特殊土体本身的压缩性质和抗剪性质是不符合常理的。

表17 力学性质比较记录

土的力学性质	一般土体的性质指标	特殊土的性质指标
压缩系数	大于 1	大于 2
凝聚力/kPa	1~5	20~25
摩擦角/°	1~5	19~24

3.1.3 水理性质的分析

从水理性质指标的比较可以看出,特殊土的液限和塑限均远远大于一般性土体,但是渗透系数指标与一般性土体的差别不大。

表18 水理性质比较记录

土的水理性质	一般土体的性质指标	特殊土的性质指标
液限/%	25~60	65~80
塑限/%	15~40	42~57
渗透系数/(cm/s)	1.0E-04~1.0E-07	5.0E-05

3.1.4 有机质的分析

由表19可以看出,特殊土的有机质含量较一般土体高,但亦在正常范围之内。

表19 有机质比较记录表

土的有机质	一般土体的性质指标	特殊土的性质指标
有机质含量/%	0.0~0.5	0.3~0.5

3.2 成果分析

通过室内试验结果的综合分析可以看出,特殊土的特性主要表现在含水率较高(大于50 %),液塑限指标较高(液限大于65 %,塑限大于41 %),以及土的高压缩性(压缩系数大于2.1)几个方面,有些甚至高于淤泥质土,但是土体的抗剪强度却较高(凝聚力大于20 kPa,摩擦角大于19°),这与一般的土体存在很大的差别。

综合分析以上数据,究其原因应该在于土体的特殊海绵体结构。从土体所处的位置可以看出,土体处于河流转弯处的左岸和右岸,距离河道较近,在泥沙沉积作用下大量的土粒沉积在原有河床上,与植物根茎长期相互作用影响,从而使亲水性强的有机物成分构成土体的框架,而土体中的原生残余矿物则充填于土体的孔隙通道内,造成土体的大部分组成成分是亲水性强的有机物成分,而有机物具有多孔隙的显著特性,故引起高压缩、高含水率以及高液(塑)限。另外,灼烧试验及有机质试验数据表明,此种有机物质成分尚未完全腐化为腐殖质或者泥炭,故而土体尚不能定义为有机质土,但也不具备淤泥质土或淤泥类土的特性。

4 结论与建议

特殊土从外观上无法判断出其高压缩性、高含水率的特性,但在室内试验中这些特性一一显现。作为一种识别性较低的力学状况差的特殊土,在地质工程的处理中显得尤为重要。如果条件允许,应对该特殊土进行更为深入的探究,通过对土体中的矿物成分及有机物成分和化学成分的全面分析检测,全面了解土体的相关性质,

(下转第 237 页)