

湛江湖光岩红土工程地质特征

陈土金

(湛江市建筑工程质量监督站,广东 湛江 524001)

摘要:湛江红土分布广,一般出露于地表至埋深 15m 以上,是多层建筑的主要持力层。红土失水干裂及吸水软化使土层承载力降低,是红土区工程建设不可忽略的重要问题。

关键词:红土;软化;承载

素有红土之称的雷州半岛,以红土的广布而闻名。湛江周边的红土由湖光岩组火山岩(玄武岩)风化残积而成,根据试验结果一般为高液限粘土。出露面积 231.63km²,占总面积的 9.9%,厚度在 0.50~17.45m。一般于火山锥脚或地形平坦处厚度大,斜坡厚度薄。主要成因为残积,但部分地段厚度较大,受原始地形控制,不排除叠加有坡积。红土所处的地理环境不同,其性质差异极大。

1 红土的特征

1.1 地形地貌

红土区主要为低丘坡地,地势高低起伏不大。部分地段地形

较平坦,局部地形呈台阶状。

1.2 红土的成分特征

红土的粘土矿物以低亲水矿物高岭石、伊利石、绿泥石、三水铝石为主。偶有亲水矿物蒙脱石。粘土矿物一般呈片状,矿物之间以静力相吸引,呈面一面叠聚或边一面结合形成团粒结构,其孔隙常为吸附水充填。红土的分布主要受地形地貌及构造岩性的控制。本区红土主要为湖光岩组玄武岩及火山碎屑岩经风化作用形成的残坡积土。

化学成分以高硅、铝、铁为特征。区内采取 156 个样品分析,各化学成分的平均值百分比见表 1。

表 1 红土化学成分平均值(%)

样品个数	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	Mg ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	灼失量
156	51.09	1.51	15.41	2.44	7.04	0.13	7.99	2.49	1.21	0.33	1.49

1.3 红土的物理及力学特征

红土呈褐红色为主,主要是含铁高所致。其次为黄色、褐黄色。一般上部呈硬塑,下部呈可塑状。以粘粒为主,含少量砂砾粒。天然状态下粘性强,易压碎;吸水饱和时粘性强,但力学强度迅速降低。红土所处的环境位置及埋深不同,其物理及力学性质差异大。在本区湛江海洋大学训练中心场地十幢楼房取样分析结果表明:红土出露于地表浅部的颗粒小,往下稍变粗。颗粒小即液限大,塑限也大。按土的特征及力学性质差异该场地红土主要划分为三层。

①层高液限粘土:褐红色、暗红色。可塑,部分硬塑状。厚度 3.7~7.1m。标贯 82 次, $N_{63.5} = 3.9 \sim 9.4$ 击。取样 17 个,天然含水量 $W = 29.2\% \sim 52.6\%$,天然孔隙比 $e_0 = 0.949 \sim 1.639$,液性指数 $I_L = 0.28 \sim 0.17$,压缩系数 $a_{1-2} = 0.230 \sim 0.878 \text{ MPa}^{-1}$ 。

②层高液限粘土,浅黄、褐红色,可塑。层厚 1.1~4.2m。粘粒为主,局部含少量砂砾粒,砾粒大部分为原岩风化残余物。偶夹薄层砂质粘性土。标贯 31 次, $N_{63.5} = 4.4 \sim 11.1$ 击。取样 12 个, $W = 30.8\% \sim 45.6\%$, $e_0 = 1.062 \sim 1.538$, $I_L = 0.02 \sim 0.62$, $a_{1-2} = 0.530 \sim 1.026 \text{ MPa}^{-1}$ 。

③层含砂粘土:暗棕红色、浅黄色。可塑—硬塑。层厚 0.90~9.05m 标贯 56 次, $N_{63.5} = 4.2 \sim 15.3$ 击。取样 7 个, $W = 39.5\% \sim 60.3\%$, $e_0 = 1.330 \sim 1.514$, $I_L = 0.44 \sim 0.94$, $a_{1-2} =$

0.447~0.914 MPa^{-1} 。

从以上特征不难看出,红土物理及力学性质差异极大。在红土区无法做到按力学差异准确分层。一般以岩性差异及物理状态差异进行分层为多见。

各土层物理及力学指标统计参数见表 2。

纵观以上特征及表 2,很难找出红土具有显著的规律特征。但总体上一些物理量与力学性质存在一定的相关性。天然含水量与压缩系数呈正相关关系,从上往下渐增大,压缩模量与含水量呈负相关关系,从上往下渐减少。液限主要与颗粒粒度关系密切,上部颗粒细小故液限大,往下颗粒稍粗,液限变小。但层承载力与层含水量不一定呈绝对的负相关关系,原因是粘性土在一定的含水量范围内,保持土体的完整性不发生干缩形成张裂隙。当红土吸水达到一定的含水量时致使土的结构发生改变承载力才降低。由此得出:红土在极低含水量状态下,并不是土层承载力最大。因此红土作为持力层时,在预防吸水软化降低承载力的同时,一个不应忽略的问题是干缩造成张裂降低土层的承载力。

有试验证明,相同土类,红土在裂隙发育与土体完整时抗剪强度前者比后者小。因为红土裂隙发育时,产生软弱结构面,这些结构面上的内聚力及内摩擦角均比完整土内部小,当受剪应力作用时,土样首先沿着这些结构面的位置发生破坏。完整土与

裂隙发育的土试验曲线见图 1。由此证实裂隙结构面的发育严重影响了土体的强度。

表 2 土的物理及力学指标综合统计表

层号	土层名称	统计内容	液限 W_L (%)	塑限 W_P (%)	塑性指数 I_p	液性指数 I_L	含水量 W (%)	天然密度 (g/cm^3)	孔隙比 e_0	压缩系数 a_{1-2} (MPa^{-1})	压缩模量 E_{1-2} (MPa)	凝聚力 (kPa)	内摩擦角 φ (°)	标贯击数 $N_{63.5}$	层承载力特征值 f_a (kPa)
①	高液限粘土	个数	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	82	
		平均值	65	40	25	0.50	38.3	1.65	1.259	0.461	5.0	42	22	6.9	
		标准差	7.3	5.9	4.7		6.1	0.11	0.234	0.19	1.63	13	3.2	1.39	150
		变异系数	0.11	0.15	0.19		0.16	0.07	0.186	0.40	0.33	0.3	0.15	0.20	
②	高液限粘土	个数	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	31	
		平均值	58	34	23	0.28	41.3	1.65	1.297	0.63	4.0	29	21	6.24	
		标准差	6.6	3.6	4.4	0.22	4.91	0.06	0.142	0.23	1.3	9.2	4.0	1.78	145
		变异系数	0.11	0.11	0.19	0.79	0.12	0.03	0.11	0.38	0.34	0.32	0.19	0.28	
③	含砂粘土	个数	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	56	
		平均值	48	30	18	0.69	46.8	1.56	1.056	0.682	3.8	26	24	9.57	
		标准差	8.2	5.3	3.6		6.7	0.09	0.091	0.153	1.0	7.8	4.8	2.65	175
		变异系数	0.17	0.18	0.20		0.14		0.086	0.224	0.26	0.30	0.20	0.28	

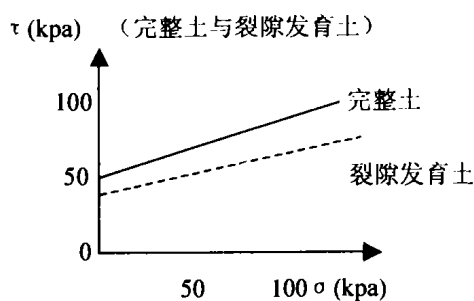


图 1 完整土与裂隙发育土抗剪强度曲线

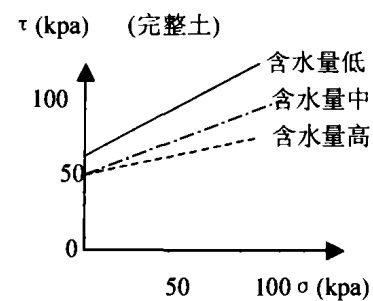


图 2 含水量对抗剪强度的影响曲线

同时采用相同土类，放置一定时间，让水量自然挥发，在土体不产生裂隙的情况下，进行多种含水量抗剪强度试验，结果表明：含水量越低，其抗剪强度越大。抗剪强度试验曲线见图 2。

红土在不产生裂隙的情况下，其含水量越低抗剪强度越大。因此，红土在工程地质勘察时所提供的承载力并不是一成不变的。

1.4 水文地质

残坡积红粘性土具微一弱透水性，不含地下水。主要为降雨或地下水影响地下水位埋深。水位埋深不影响浅基础施工。

2 红土地基承载力的评价

红土受干缩胀裂及吸水软化的影响，地基承载力变化范围相当大。工程地质勘察时所提供的承载力仅是代表当时土体的强度。特别是靠近地表浅部的土层随机分布裂隙及吸水软化使承

载力迅速降低。目前红土承载力的确定一般应用抗剪强度指标及野外现场标贯综合确定。由于施工速度较快。一般抗剪试验采用不固结不排水直剪法。

3 红土地基的基础形式的选择

由于红土土质的特殊性，对红土地基持力层的选择要利用其上硬(主要是干燥状态)下软的特点选择基础浅埋。基础类型根据建筑物的安全等级及地基条件确定。多层建筑一般采用条形基础，以减少对地基的不均匀沉降；少数土质均一的，层数不多的低层建筑采用独立基础；荷载较大安全等级为一、二级的多层或高层建筑采用筏式基础。基础埋深 1.5~3.00m。该区根据建筑物的荷载以及地基土的性质采用多种基础形式建设的建筑物已竣工使用几年，至今没发现不良现象。