

温州地区巨厚软土的工程地质特性

杨德才 王怀拔 徐 军

(温州市勘察测绘研究院, 浙江温州 325027)

【摘 要】系统分析了温州海滨平原软土的典型地层结构、物理力学指标及指标间的相互关系, 研究了温州地区巨厚软土的工程地质特性。

【关键词】软土; 结构性; 工程特性

【中图分类号】TU 447

Engineering Geological Characteristics of Soft Soil in Wenzhou Area

Yang Decai Wang Huaibo Xu Jun

(Wenzhou Institute of Investigation and Mapping, Wenzhou Zhejiang 325027 China)

【Abstract】The physical and mechanical indexes, the regional distribution, regularity and the relationship between these indexes are systematically analyzed. The technical characteristics of soft soil clay in Wenzhou is researched.

【Key Words】soft soil; structure characteristic; technical characteristic

0 引言

温州海滨平原濒临东海, 地理位置东经 $120^{\circ}40'$, 北纬 $27^{\circ}40'$, 其间广泛分布着 20~70 m 巨厚的第四纪泻湖相、溺谷相与滨海相等海相沉积软土层, 是我国典型的巨厚软土发育地区之一。软土层一般包括淤泥、淤泥质土, 其工程地质特性一般表现为含水量大、强度低、压缩性大、透水性差、土质不均匀等特点。因此, 从岩土工程领域来说, 对温州软土的典型地层结构、物理力学指标及工程特性的研究, 在学术上与实践两方面都具有重要参考价值。

1 软土的结构性及物理力学指标

软土结构性是指土颗粒和孔隙的性状、型式(或

称组构)及颗粒之间相互作用。温州软土具有较强的结构性, 主要表现在 4 个方面: ①高孔隙比: 薄壁土样的孔隙比可达 1.9 左右; ②强透水性: 其竖向固结系数 c_v 最高可达 $4.04 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$ 是同等条件下重塑土样的 9 倍左右; ③应力-应变曲线在低应变阶段, 应力增长迅速, 应力应变关系呈弹性状态, 至峰值出现后, 塑性变形所占比例逐渐增大, 应力逐渐降低至残余应力状态; 而孔隙压力出现峰值, 之后逐渐降低并趋于稳定值; ④土样 $e-\log p$ 曲线的初始段较为平缓, 当固结压力超过土体结构屈服应力后, 曲线出现陡降段。试验所得到各土层物理力学参数见表 1。

表 1 地基土物理力学参数

| 土 类 | 天然含水量 $w/\%$ | 干密度 $\rho_d/(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$ | 孔隙比 e | 塑性指数 $I_p/\%$ | 压缩系数 $\alpha/(\text{MPa}^{-1})$ | 内摩擦角 | | 灵敏度 s_i |
|---------|-----------------|-----------------------------------------------|------------|------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------------|--------------|
| | | | | | | $\varphi_d/(\text{度})$ | $\varphi_{qd}/(\text{度})$ | |
| 淤 泥 | 53~72 | 0.96~1.11 | 1.50~1.92 | 15~34 | | 2~4 | 10~15 | 1.6~6.1 |
| 淤泥质粘土 | 38~56 | 1.06~1.35 | 1.04~1.49 | 17~30 | 0.5~3.2 | 3~5 | 10~15 | 1.5~6.8 |
| 淤泥质粉质粘土 | 35~50 | 1.14~1.37 | 1.00~1.39 | 11~17 | | 3~5 | 10~20 | 1.4~10.4 |

2 物理力学指标间的相关性^[1-2]

2.1 压缩系数 a 与含水量 w 的相关性

土的强度与变形是土力学的主要研究内容, 因此对强度与压缩性的研究具有极其重要意义。而含

水量和颗粒组成是两个重要因素, 实践分析表明: ①粘聚力、内摩擦角与粘粒含量并非完全相关; ②温州软土压缩系数 a 与含水量 w 之间的相关性相对较好(见图 1)。

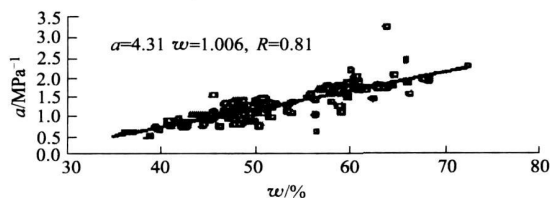
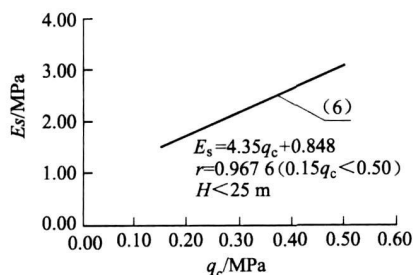
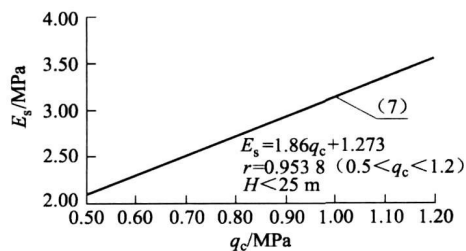


图1 压缩系数-含水量关系曲线

2.2 压缩模量与锥尖阻力的关系

由于土在产生侧向位移之前首先被压缩,在压入高压缩土层中的触探头与下列假设条件之间存在相似性。①触探头类似压进半无限弹性压缩体的圆锥;②压缩模量是常数,并且等于固结试验的压缩模量;③与土的自重应力相比,应力增量很小;④应力分布的 Boussinesq 理论是适用的。

从大量的温州软土的室内试验和静力触探锥尖阻力对比试验来看,土的压缩模量随静力触探锥尖阻力的增大而增大,其一元相关分析见图2、图3。

图2 E_s - q_c 相关关系图3 E_s - q_c 相关关系

2.3 不排水抗剪强度与锥尖阻力的关系

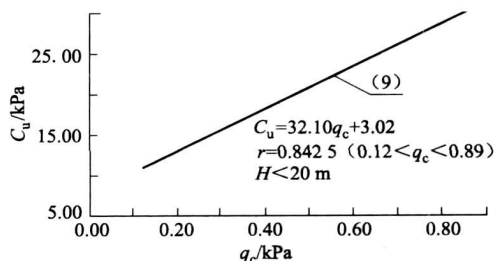
用静力触探求饱和软土的不排水综合抗剪强度 C_u , 采用静力触探成果与十字板剪切试验成果进行相关分析(见图4)。

由于温州地区软土层中普遍夹有砂薄层或砂透镜体,从而使用相关系数偏小,但也能满足显著的线性关系。

2.4 软土的应力历史

土体应力历史状态的描述主要通过先期固结压力 P_c 与超固结比 OCR 值等物理量来反映,在土力

学和岩土工程的有关计算或判断中应当考虑应力历史的影响和作用。根据实验资料分析表明:表层淤泥、淤泥质粘土是微超固结土,其原因可能是由于环境变化特别是气候条件(如干燥蒸发等)的非超载因素所致;深层粘性土或粉质粘土则是欠固结土,在一般的工程分析中将其视作正常固结土是可行的。

图4 C_u - q_c 相关关系

3 结论

温州滨海相淤积软土具有天然含水量高($w > w_l$),而且大于液限,高压缩性、低强度、高灵敏度和低透水性的共同特点,也有其身的特性。

1)含有较多的有机质及贝壳碎片,具有良好的层理,在地层中伴随有少量细、粉砂层,成为软土中的变异土层。

2)动、静荷载作用下易产生较大的沉降,土体长期处于饱和流塑—软塑状态。

3)天然含水量与软土的土性有关,淤泥质粘土、淤泥及砂卵石层天然含水量较其它土层高,而相同结构层的软土,自上而下天然含水量、孔隙比随埋深增大而递减(见图1)。

4)相同结构层的软土,自上而下压缩模量则随埋深增大而增加,其变化受土层孔隙比及天然含水量制约,天然含水量及孔隙比逾大,压缩模量逾小(见图1)。

5)表层粘土、淤泥质粘土或淤泥是微超固结土,深层粘性土或粉质粘土则是欠固结土,在一般的工程分析中将其视作正常固结土是可行的。

6)软土压缩系数 a 与含水量 w 、压缩模量和不排水抗剪强度与锥尖阻力具有较好的相关性。

参考文献

- [1] 梁了钱,张民强,俞炯奇,等. 浙江沿海地区软土工程特性[J]. 中国矿业大学学报, 2002, 31(5): 435-437.
- [2] 常士骠,张苏民主编. 工程地质手册[M]. 中国建筑工业出版社, 1998.