

某沿海地区砂性软土类的试验研究

李明瑛

(茂名学院 建筑工程系, 广东 茂名 525000)

摘要: 结合某工程实例, 分析了沿海地区沙性软土的基本特性, 总结了沙性软土的物理力学特性变化的影响因素, 提出了控制室内土工实验可靠性的处理方法, 为该类土的工程地质评价与基础设计提供了较为有价值的试验成果。

关键词: 砂性软土; 工程特性; 处理方法; 试验成果

中图分类号: P642.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)03-0186-02

Test Research on Sandy Soft Soil of Some Littoral

LI Ming-ying

(Building Engineering Department of Maoming College, Maoming, Guangdong 525000, China)

Abstract: Combined with some actual engineering as an example, the author analyzes general characteristics of sandy soft soil of some littoral, and sums up the affecting elements to its variation in physical and mechanical indexes, and puts forward test measures to be used in indoor tests, and provides valuable test results for geotechnical evaluation, foundation design.

Key words: sandy soft soil; engineering characteristics; test measures; test results

我国地域辽阔, 工程地质条件千变万化。特别是在沿海地区, 海岸线长, 滩涂多, 经过长期的水流游荡, 海浸海退, 广泛分布着第四纪更新统和全新统的软土, 其厚度, 类型均有所不同。由于砂性软土的这种特殊性, 我们在进行土木工程地基勘察时, 采用钻探, 标准贯入原位测试, 室内土工试验等特殊试验方法, 对工程性质作出正确评价, 为基础处理提供有效的措施。

1 某沿海地区砂性软土类的成因类型和地质特性

绵延的海岸线上, 背靠宽敞的河口, 由于面向辽阔的海湾大洋, 在不同时代的海浸、海退的更迭下, 堆积着层次复杂的软土及泥炭有机质。因为不时地受台风、暴雨、海浪等袭击, 也伴随着产生罗列的海滩、砂堤, 且流动性颇大, 所以软土中夹有薄砂层、砂与黏土互层, 厚薄不一, 层次有多, 有少, 甚至尖灭。软土的特性由于受地形影响及地质生成条件和环境的不同, 故在分布面积、埋置深浅、成层厚度上均有明显的差别, 土质也是复杂多样。

2 砂性软土类物理力学特点

砂性软土类也可以称为软黏土, 它是第四纪后期形成的海相和湖泊相的黏性土沉积物或河流冲积物, 有的属于新近淤积物。大部分是处于饱和状态, 其天然含水量大于液限, 孔隙比大于 1.0。如果天然孔隙比大于 1.5 时, 为淤泥; 如果天然孔隙比大于 1.0 而小于 1.5 时, 就是淤泥质土。它们的特点是: 天然含水量高, 一般为 35%~80%; 天然孔隙比大, 一般为 1.0~2.0; 抗剪强度低, 不排水抗剪强度约在 5~

25 kPa; 压缩系数的高, 一般 $a_{1-2} = 0.5 \sim 1.5$ MPa, 最大可达到 4.5 MPa; 渗透系数小, 一般约为 $1 \times 10^{-6} \times 10^{-8}$ cm/s。在荷载作用下, 其地基承载力低, 地基沉降变形大, 不均匀沉降也大, 而且沉降稳定历时比较长, 一般需要几年, 甚至几十年。这种地基在工程建设中是必须要处理的软弱地基。

3 砂性软土类的勘察方法及试验测试技术

在软土地基勘察中, 为查明软土的埋藏条件, 分布范围及其物理力学性质, 对工程性质作出评价, 并提出有效的处理措施, 一般采用钻探、物探和标准贯入、十字板剪切、轻型动力触探试验等原位测试、室内土工试验, 使勘探资料得以相互验证与补充。

3.1 钻探

在软土地基岩土工程勘察中, 为保证软黏土不被扰动, 地层性质不被破坏, 一般以采用干钻法为宜, 当需要采用泥浆护壁回转钻进时, 必须采取措施, 防止软土地基结构发生变化而改变土的原始物理力学性能。对软土取样采用薄壁取土器静压法, 从取样至试验的全过程, 必须采取有效的措施, 保证样品不受扰动、变形、水分流失等其它外界因素的影响; 对细粒砂层采用标准贯入器取样, 并选取有代表性的地段采用薄壁取土器, 采取三件以上的原状的砂样进行颗粒分析及粘粒含量测定。

3.2 现场原位测试技术

因为软土具有触变性与流变性等不良物理性状, 其土样易失水、易被扰动, 甚至破坏, 仅仅依靠钻探取样是难以得到

* 收稿日期: 2006-04-26

基金项目: 茂名学院科学研究基金资助项目“茂名市建筑地基土工程性能的试验研究及分析”编号: 203344

作者简介: 李明瑛(1966-), 女, 本科, 工程师, 研究方向: 岩土工程。

其确切的物理力学性质指标的, 所以应该针对软土的特征、工程等级与特点采用相应的原位测试试验, 一般来说, 应采用标准贯入实验。

3.3 室内土工试验

除了野外原位测试外, 室内土工试验是得到软土物理力学性质指标非常重要的方法之一。土工试验的内容包括软土的物理性质、化学性质和力学性质, 其中软土力学性质试验是最重要的。由于砂性软土类的特殊性质, 在对其进行物理性质指标测定时, 还需采用特殊试验方法测定。

3.3.1 试样含水量 液、塑限试验方法的测定

由于砂性类软土含有淤泥、粗、中、细砂以及含有少量有机物等特点, 在制备干土试样过程中用电吹风吹干试样及用烘干法(105℃)测定不同的含水量时, 土样中的有机物成分改变, 以及部分结构水、结晶水及吸附水挥发。测出来的含水量、液限、塑限与实际不符。考虑到不同特性的土具有各自的特点, 在制备此类特殊土试样过程中, 让试样自然晾干后采用加蒸馏水的方法制备各种不同含水量的试样, 而不宜采用电吹风吹干土样; 在采用烘干法测定含水量和各种不同含水量时, 不宜采用在 105℃ 温度下烘干, 因为土中含有有机物。应采用在 65~ 70℃ 的温度下缓慢烘干或让其在干燥或让其在干燥器中自然干燥。这样测出来的试样含水量接近实际, 准确可靠从而减少误差。

3.3.2 试样含砂量试验方法的确定

砂性软土是砂粒粘土混杂构造, 它出现于砂层与软土层的过渡段, 其工程特性受其沙粒含量多少差异而变化。由于这种特殊性质的试样内部常常含有封闭砂团, 用颗粒分析试验中的筛析法进行震动后筛析, 往往会与实际不符, 有误差。

表 1 土壤物理力学性质表

孔号及 土号	天然状态下物理性质指标					液限 W_L	塑限 W_P	塑限指 数 I_P	液限指 数 I_L	抗剪 强度		压缩		标贯 击数 N
	质量密度/ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	天然含 水量/%	土粒 比重	孔隙 比/ e	饱和度 / $I\%$					黏聚 力 C	内摩擦 角 Φ	压缩 系数 a	压缩模 量 E_s	
2k1- 1	1.78	39.3	2.64	1.071	96.9	40.3	26.0	14.3	0.93	30.0	44.0	0.760	2.52	2
2k2- 1	1.84	37.7	2.65	0.986	100.0	35.2	25.2	9.7	1.26	20.0	5.2	0.740	2.42	2
2k3- 1	1.93	33.2	2.67	0.842	100.0	34.0	23.3	10.7	0.93	28.0	5.3	0.420	4.11	3
2k4- 1	1.84	39.8	2.64	1.005	100.0	31.0	22.2	8.8	2.00	20.2	3.8	0.550	3.29	3

4.3 实验结果与场地工程地质条件评价

该场地淤泥质粉土层分布较广泛, 延伸较远, 层次欠稳定, 在局部地段缺失, 剖面上层似层状, 透镜体状产生, 有尖灭现象特性。土层物质成分, 结构变化较大, 不均匀, 土质软, 强度低, 属软弱土层。标准贯入试验实测锤击数 $N = 1 \sim 9$, 平均 2.5 击; 4 件土工试验, 结果主要物理力学性质指标统计表如表 2 为: 含水量 $W = 33.2 \sim 39.8\%$, 平均 37.5%, 质量密度 $\rho = 1.776 \sim 1.931 \text{ g/cm}^3$, 平均 1.846 g/cm^3 , 孔隙比 $e = 0.842 \sim 1.071$, 平均 0.976, 液限 $W_l = 31.0\% \sim 40.3\%$, 平均 35.1%, 塑限 $W_p = 22.0\% \sim 26.0\%$, 平均

在制备此类特殊土试样过程中, 为了充分分离泥和砂, 准确测定含砂量, 进行振动筛析, 让试样过 0.075 mm 水筛, 称取 100 g 试样, 用水浸泡试样 24 h 后, 放在 0.075 mm 筛上, 用水冲洗, 将粘在砂粒上的泥土冲洗掉后, 然后将 0.075 mm 筛上试样放在 65~ 70℃ 的温度下缓慢烘干或让其在干燥器中自然干燥, 再将试样放在依次叠好的细筛中, 放在振筛机中震筛, 振筛时间宜为 10~ 15 min。再由上而下的顺序将各筛取下, 称各级筛上及底盘内试样的质量, 准确至 0.1 g。根据规范确定砂名。

4 工程实例

某房地产公司三期花园临近海边的南侧, 用地面积达 11 356 m^2 , 为了查明软土的分布范围和工程特性, 采用了综合勘探的方法。首先调查查明软土的界限, 钻探进一步查清软土范围、厚度。布置适当的钻孔, 做原位标贯试验, 取样做室内土工试验。

4.1 场地特征

该场地内淤泥质粉土分布较为广泛, 仅在局部地段缺失, 是淤泥、冲积的产物。厚度 0.90~ 3.40 m, 平均 1.68 m。灰色、灰黑色, 由黏土矿物、砂组成, 二者分布不均匀。砂粒成分为石英, 大小不一, 局部有较集中现象, 以团块状、条带状、透钵状产生, 局部可见贝壳或碎片, 不均性明显, 湿, 软塑 - 流型, 局部可塑。

4.2 试样的物理力学性质指标

通过地质勘察, 对四个钻孔进行原位测试及取样进行室内土工试验等实测资料的分析, 得出该场地砂性软土类的物理力学指标如下表 1:

24.3%, 塑性指数 $I_P = 8.8 \sim 14.3$, 平均 10.9, 液性指数 $I_L = 0.93 \sim 2.0$, 平均 1.28, 内摩擦角 $= 3.8 \sim 44.0^\circ$, 平均 14.6° , 黏聚力 $Cq = 20.0 \sim 30.0 \text{ kPa}$, 平均 24.5 kPa , 压缩系数 $a = 0.42 \sim 0.76 \text{ MPa}^{-1}$, 平均 0.62 MPa^{-1} , 压缩模量 $E_s = 2.42 \sim 4.11 \text{ MPa}$, 平均 3.09 MPa 。建议承载力特征 $f_{ak} = 75 \sim 90 \text{ kPa}$, 不宜直接作为持力层利用。

从以上结果可以看出, 该沙性软土的物理力学指标变化较大, 土层的这种变化主要与淤泥中含砂的数量、粒度大小有关。当砂粒含量较多, 粒度较粗时, 强度偏大, 反之则小, 往往呈条带状, 团块状产出, 变化较大, 不均匀性十分明显。

表 2 物理力学指标统计表

统计数	天然状态物理性质指标					液限 W_L	塑限 W_P	塑限 液性		抗剪 强度		压 缩		标贯 击数 N
	质量密度/ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	天然含 水量/%	比重 / G_s	孔隙 比/ e	饱和 度/%			指数 I_P	指数 I_L	黏聚 力 C	内摩擦 角 Φ	压缩 系数 a	压缩模 量 E_s	
最大值	1.93	39.8	2.67	1.071	100	40.3	26.0	14.3	2.00	30.0	44.0	0.760	4.11	
4 最小值	1.78	33.2	2.64	0.842	96.9	31.0	22.2	8.8	0.93	20.0	3.8	0.420	2.42	2.5
平均值	1.85	37.5	2.65	0.976	99.2	35.1	24.3	10.9	1.28	24.5	14.6	0.617	3.09	

4.4 场地基础处理

场地内淤泥质粉土, 十分发育, 厚度较大, 成分复杂, 结构性强, 不均匀, 强度低, 不宜利用做地基持力层。需对地基

进行处理, 采用土墩基础可挖除淤泥粉土, 将基础坐落在残积粉质黏土之上, 墩的长度在孔口地面以下, 用片石、水泥砂砌筑。
(下转第 191 页)

图像分类工作完成后, 将 1990 年分类结果与 1999 年分类结果相比较, 可以得出吐曼河两岸植被覆盖绿 1999 年比 1990 年明显下降, 而城市建城区面积明显扩大, 这表明人类活动对该区土地利用、覆盖类型强烈地影响使吐曼河成为严重污染的河流之一, 由于吐曼河中游两岸不断开发改造, 原有的生态系统被改造, 岸边植被去除, 导致吐曼河自净能力的下降, 导致水质严重污染。

5 结论与讨论

本文通过在喀什市吐曼河流域在 3S 技术的支持下, 定量分析与定性分析相结合而研究了干旱区城市化对城市内河水质的影响, 并取得了一些初步结果。研究表明吐曼河水质污染主要来源于 3 个方面: 大气污染、生活污水与工业废水。其中大气中总悬浮颗粒是导致吐曼河水质严重污染的参考文献:

[1] 薛巧英, 刘建明. 水污染综合指数评价方法与应用分析[J]. 环境工程, 2000, 22(1): 64– 69.

[2] 王东胜, 谭红武. 人类活动对河流生态系统的影响[J]. 科学技术与工程, 2004, 4(4): 299– 302.

[3] 彭茹燕, 刘连友, 张 宏. 人类活动对干旱区内陆河流域景观格局的影响分析——以新疆和田河中游地区为例[J]. 自然资源学报, 2003, 18(4): 492– 498.

[4] 聂碧芳. 论城市化与生态城市建设[J]. 城市规划研究, 2005, (5): 124– 125.

[5] 刘引鸽, 宋军林. 城市化对地表水质的影响研究——以宝鸡市为例[J]. 水文, 2005, 25(2): 20– 23.

[6] 方创琳, 黄金川, 步伟娜. 西北干旱区水资源约束下城市化过程及生态效应研究的理论讨论[J]. 干旱区地理, 2004, 27(1): 263– 32.

[7] 赵振勇, 王让会, 张惠芝. 塔里木河下游天然植被恢复的生态学机制[J]. 干旱区研究, 2005, 22(1): 94– 100.

[8] 杜新宪. 吐曼河污染现状及防治对策[J]. 干旱环境监测, 2002, 16(2): 96– 97.

[9] 张从. 环境评价教程[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002. 105– 116.

[10] 岳隽, 王仰麟, 彭建. 城市河流的景观生态学研究: 概念框架[J]. 生态学报, 2005, 25(6): 1422– 1429.

[11] 水利电力部南京水文研究所. 都市水文学——水文学新的分支学科[R]. 水文研究报告选编, 1982. 141– 152.

[12] 罗格平, 陈小钢, 王涛, 等. 典型绿洲土地利用/土地覆被变化的可视化模拟初步分析[J]. 干旱区地理, 2005, 28(1): 27– 33.

[13] 雒文生. 水环境分析及预测[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2004. 35– 85.

[14] 许学强, 周一星. 城市地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1997. 221– 226.

[15] 陈梦熊. 城市水资源的合理利用与可持续发展[J]. 地质通报, 2003, 22(8): 551– 556.

[16] 阚纪斌, 李云华, 古丽巴哈等. 新疆喀什噶尔河流域水资源质量保护及对策[J]. 冰川冻土, 2004, 26(5): 645– 649.

[17] 徐肇忠. 城市环境规划[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2004. 87– 89.

[18] 新疆维吾尔自治区统计局. 新疆维吾尔自治区统计年鉴[Z]. 统计出版社, 1996– 2000.

[19] 王紫雯, 张向荣. 新型雨水排放系统——健全城市水文生态系统的新领域[J]. 中国给水排水, 2003, 29(5): 17– 21.

[20] 马海州, 李玲琴, 沙占江, 等. 利用 TM 数据提取干旱区土地覆被信息的方法比较[J]. 干旱区地理, 2005, 28(1): 59– 64.

[21] 秦利莉, 陈云霞, 许有鹏. 城镇化对径流的长期影响研究[J]. 南京大学学报(自然科学), 2005, 41(3): 279– 285.

[22] 阎水玉, 王祥荣. 城市河流在城市生态建设中的意义和应用方法[J]. 城市环境与城市生态, 1999, 12(6): 36– 38.

[23] Booth D, Jackson C. Urbanization of aquatic systems: degradation thresholds, storm water detection and the limits of mitigation [J]. Journal A W R A, 1997, 33(5): 1077– 1089.

[24] Shields F D J R, Bowie A J, Cooper C M. Control of degradation with vegetation and structure[J]. Water Resources Bulletin, 1995, 31(3): 475– 489.

(上接第 187 页)

5 结 论

(1) 砂性类软土在沿海地区分布十分广泛, 厚度大, 成分复杂, 结构性强, 不均匀, 承载力低, 常呈软塑、流塑状态, 不宜直接利用作为地基持力层。

(2) 砂性软土是砂粒黏土混杂构造, 内部常常含有封闭

参考文献:

[1] 何忠明, 彭振斌, 卢宗柳, 等. 高速公路软土地基勘察技术初探[J]. 矿产与地质, 2005, 19(4): 458– 460.

[2] 于长亮. 公路软土地基勘察方法与评价[J]. 岩土工程界, 2001, 4(7): 33– 34.

[3] 梁涛, 张修杰. 珠江三角洲地区高速公路软土特征及处理方法[J]. 林业建设, 1998, (5): 25– 29.

[4] 赵明华. 土力学与基础工程[M]. 武汉理工大学出版社, 2000. 227– 228.

[5] GB/T 50123– 1999, 土工试验方法标准[S].

主要因素, 此外工业发展、人口的增长与土地利用类型等因素也会影响了吐曼河, 结果吐曼河市内河段成为喀什市区地表水质污染最严重的水体^[21]。

城市河流具有供应水源、提供绿地、保护环境、自然保护、旅游娱乐等各项生态功能, 对城市生态建设有重要意义^[22]。由于城市河流的盲目开发利用, 原有的水生生态系统被完全改造, 在加上脆弱得生态系统, 引起城市内河的流量减少、水质恶化等结果。因此, 在干旱区城市化过程中要综合分析各种自然以及人为因素, 使城市化与自然环境相协调, 保证人与自然的和谐发展^[23, 24]。

因此, 从整个人类社会经济发展行为的根本层次上来关注水环境与城市化发展之间的关系。加大城市化过程中城市扩张区域的生态环境管理与污染治理力度是解决城市未来水质恶化的重要环节。

砂团, 它出现于砂层与软土层的过渡段, 其工程特性受其沙粒含量多少差异、形成历史而变化。

(3) 在软土地基工程勘察时, 须结合各种勘察手段, 综合取得必要、可靠的勘察成果; 对软土地基土性测试应注意一些特殊的实验手段, 使实验成果与实际相符。