

填土对软土场地勘察数据的时效性影响分析

白高峰

(河北建研建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000)

摘要: 软土层在填土荷载下压缩固结, 本文通过同一场地不同时段勘察获得的数据, 定量对比分析了软土因为大面积填土荷载所导致的室内试验、原位测试等数据的前后变化, 表明填土对软土场地的勘察数据具有时效性, 需要考虑填土固结对土体参数的影响。

关键词: 工程勘察; 软土; 时效性

中图分类号: TU44

文献标识码: A

文章编号: 2096-7195(2020)06-0504-05

Effect of filling load on survey data of soft soil

BAI Gao-feng

(Hebei Institute of Building Architectural Design Co., LTD., Shijiazhuang 050000, China)

Abstract: Soft soil compacts and consolidates under filling load. Based on the survey data of the same site at different time periods, this paper makes a quantitative analysis on the data of laboratory test and in-situ test due to a large area of filling load. The results show that the filling has timeliness to the survey data of soft soil site, and the consolidation in every stages of geotechnical work needs to be considered.

Key words: engineering exploration; soft soil; timeliness

0 前 言

勘察作为工程建设的重要基础环节, 为设计及施工提供岩土专业相关的科学依据, 随着工程建设的不断发展, 越来越多的工程人员开始研究勘察数据的时效性。周斌^[1]通过对一基坑事故前后的岩土环境变化、岩土体参数进行了对比研究, 表明现场勘察数据具有时效性。程业洪^[2]揭示了岩土工程勘察报告与其他产品一样, 也存在时效性问题。齐雷^[3]分析了时效性对不同类别岩土的工程性质影响程度差异明显, 尤其是软弱土和特殊土的时效性应特别重视; 王汉席^[4]通过对比各岩土工程条件要素, 探讨了工程前期勘察资料的时效性; 陈光联^[5]从油气管道岩土工程勘察报告提供的各层次的成果资料, 用实例分析其受人为环境的影响程度, 从而引出岩土工程勘察报告的时效性问题, 王长科^[6]指出岩土工程勘察报告具有本质上的时间性, 非勘察时刻钻孔位置的水土试验参数, 和勘察结果可能不一样。

本文选取大面积回填土场地, 着重分析了填土对下部软土性质变化的时效性影响, 发现回填前后不同时段获得的测试数据相差很大。

1 工程实例

1.1 工程地质条件

勘察场地位于我国南方某沿海地区, 场地外西、北向为剥蚀丘陵地貌, 南、东向临海, 地貌为滨海浅湾地貌, 海拔 2~4 m, 地形为向海缓倾的平坦地势, 堆积物主要为全新世海陆交互相沉积砂土及黏土层, 下伏侏罗世南园组风化熔结凝灰岩, 典型地层剖面见图 1。

各地层岩性特征及分布情况详见表 1。

1.2 水文地质条件

场地地下水主要为第四系松散孔隙潜水, 水位埋深约 1~2 m。②₂ 粉细砂为场地主要含水层, 透水性较强。地下水补给方式主要来自大气降水入渗

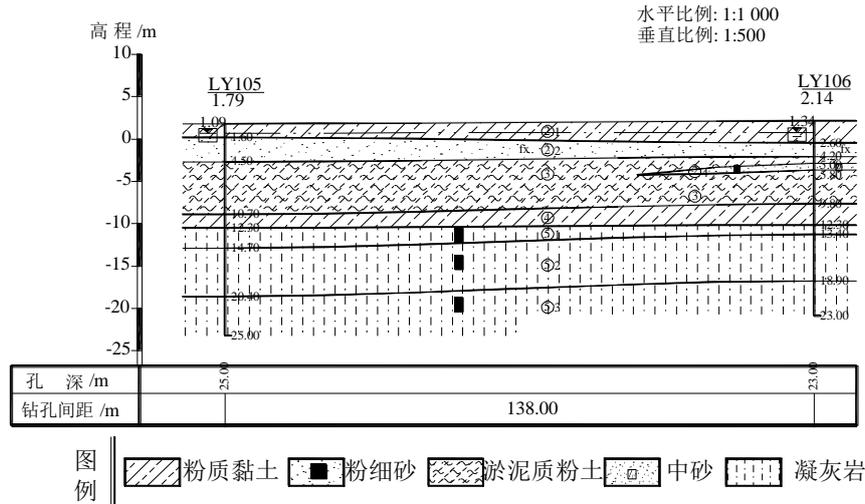


图 1 典型地层剖面图

Fig. 1 Typical stratigraphic profile

表 1 地层岩性及特征表

Tab. 1 Formation lithology and characteristics table

地层代号及岩性	成因	平均厚度/m	状态及分布特征
② ₁ 粉质黏土	海陆交互沉积	2.30	软塑，含粉细砂和少量有机质，局部缺失
② ₂ 粉细砂	海陆交互沉积	2.10	灰色，灰黑色，主要成分为石英，局部夹中粗砂、砾砂，级配不良，饱和，稍密~中密，局部缺失
③ 淤泥质土	海陆交互沉积	5.40	深灰色，饱和，流塑，含有机质，混贝壳碎片，局部夹砂土薄层，普遍连续分布
④ 粉质黏土	残积	5.00	黄褐色，可塑~硬塑，常混砂砾石，普遍连续分布
⑤ 全风化~中等风化熔结凝灰岩	-	-	灰色自上而下风化程度逐渐减弱，岩体完整性逐渐变好

和丘陵裂隙水侧向径流补给，地下水整体缓慢向大海方向径流排泄。

1.3 勘察数据分析

(1) 勘察过程

为满足工程建设需要，需进行场地回填，在现有场地地坪上回填至场平标高。2015年6月，为场平填筑设计及相关工作进行了岩土工程勘察工作，并形成正式勘察报告（以下简称场平勘察报告）。

2018年9月28日开始场平工作，场平填筑材料为开山石，以强风化~中等风化熔结凝灰岩岩块为主，夹少量细粒土，回填方式为自然堆积，2019年1月26日完成场平填筑工作。回填层厚度9.00~12.80m，平均厚度9.80m。

根据工程建设需要，2020年4月1日开始对场地进行拟建办公楼，消防楼等详细勘察工作，并形成正式勘察报告（以下简称详勘报告）。

(2) 勘察数据对比分析

场平勘察期间，场地地层为地质历史内天然沉积形成，详勘期间，地层已经受到了人类活动影响，主要是大面积的填土荷载，《软土地区岩土工程勘察规程》(JGJ 83-2011) 3.5.3 第一款要求查明建筑范围内软土的固结历史^[7]。大面积大厚度的填土对下部海陆交互沉积层施加了很大的附加荷载，历经一段时间后，特别是③层淤泥质土的物理力学性质发生了较大变化。本文主要针对③层淤泥质土的几项岩土参数的前后变化进行对比分析。

a) 原位测试

场平勘察和详勘均进行了标准贯入试验，其成果统计见表2。

由表2可以看出，大面积回填后③层淤泥质土的标准贯入击数平均值提高了约42%。

b) 室内试验

将场平勘察和详细勘察室内试验所得③层主要物理力学性质指标列于表3和表4。

表2 标准贯入试验击数对比表

Tab. 2 Comparison table of standard penetration test strokes

地层 编号	岩土名称	统计项目	标贯击数	
			场平报告	详勘报告
③	淤泥质土 (粉质黏土)	统计个数	49	72
		最大值	5	7
		最小值	1	2
		平均值	2.8	4.0
		标准差	0.88	1.07
		变异系数	0.216	0.270

由表3和表4对比可以看出,前后两次勘察室内试验所得物理指标中多项均变化较大,强度与变形特征也有较大变化。

前后两次勘察得出的界限含水量较接近,但天

然含水量变化明显,且场平前③层淤泥质土孔隙比大于1.0,天然含水量大于液限,属淤泥质土。详勘期间,孔隙比减小了27%,天然密度提高了7%,液性指数减小了63%,③层明显压缩固结,固结后孔隙比小于1.0,天然含水量小于液限,土的类型不再属于软土;剪切指标黏聚力 c 值并无明显变化,内摩擦角 φ 值有所提高;压缩系数 a_{1-2} 减小了45%,压缩性明显降低。

c) 固结度分析

根据太沙基一维固结理论^[8]计算详勘期间的软土固结度。首先将岩土条件概化如下:加载过程视为一级等速加载,共历时120 d,最终荷载为200 kPa,详勘期间距开始堆填共历时540 d,加载进程见图2。

表3 场平勘察报告土层物理力学指标统计表

Tab. 3 Physical and mechanical index of soil layer in field survey report

土层 编号	土层 名称	统计 类别	土的天然状态指标		界限含水量					直剪试验		压缩试验	
			含水量 /%	天然密度 /(g/cm ³)	孔 隙 比	液 限 /%	塑 限 /%	塑性 指数	液性 指数	黏聚力 /kPa	摩擦 角/°	压缩 系数 /MPa ⁻¹	压缩 模量 /MPa
③	淤泥 质土	统计个数	97	97	96	86	86	86	86	37	37	76	76
		最大值	62.5	1.89	1.678	47.7	28.9	21.9	1.96	15.9	7.0	1.67	4.2
		最小值	36.6	1.61	1.020	29.5	17.4	11.2	1.06	9.5	2.3	0.51	1.5
		平均值	49.9	1.72	1.365	39.9	23.6	16.3	1.60	12.7	3.9	0.96	2.6
		标准差	-	-	-	-	-	-	-	1.9	1.0	0.24	0.59
		变异系数	-	-	-	-	-	-	-	0.15	0.26	0.25	0.23
		标准值	-	-	-	-	-	-	-	12.2	3.6	1.01	2.5

表4 详勘报告土层物理力学指标统计表

Tab. 4 Physical and mechanical indexes of soil layer in detailed survey report

土层 编号	土层 名称	统计 类别	土的天然状态指标		界限含水量					直剪试验		压缩试验	
			含水量 /%	天然密度 /(g/cm ³)	孔 隙 比	液 限 /%	塑 限 /%	塑性 指数	液性 指数	黏聚力 /kPa	摩擦 角/°	压缩 系数 /MPa ⁻¹	压缩 模量 /MPa
③	粉质 黏土	统计个数	26	26	26	26	26	26	26	18	18	26	26
		最大值	47.4	2.00	1.212	46.9	32.0	18.5	1.12	18.9	12.8	0.78	5.9
		最小值	24.2	1.75	0.658	37.4	20.3	13.6	0.23	7.3	3.3	0.32	2.8
		平均值	36.5	1.84	0.980	43.3	26.3	16.9	0.59	12.7	7.2	0.50	4.2
		标准差	-	-	-	-	-	-	-	3.46	1.94	0.14	0.91
		变异系数	-	-	-	-	-	-	-	0.29	0.27	0.27	0.22
		标准值	-	-	-	-	-	-	-	11.3	6.4	0.55	3.8

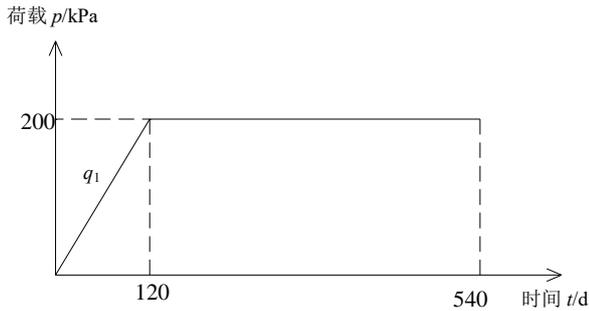


图2 加载进程图

Fig. 2 Loading process

淤泥质土层下部为残积土，视为不透水层，上部广泛分布粉细砂，排水条件视为上部单面排水；固结过程无竖井，仅考虑竖向固结，场平报告中竖向排水固结系数室内试验平均值为 $0.990 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$ 。以此按照下式计算软土层固结程度。

$$\bar{U}_t = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{\sum \Delta p} \left[(T_i - T_{i-1}) - \frac{\alpha}{\beta} e^{-\beta t} (e^{\beta T_i} - e^{\beta T_{i-1}}) \right] \quad (1)$$

$$\beta = \frac{c_v \pi^2}{4H^2} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{8}{\pi^2} \quad (3)$$

式中： \bar{U}_t 为 t 时间地基的平均固结度； q_i 为第 i 级荷载的加载速率； $\sum \Delta p$ 各级荷载的累加值； T_{i-1} ， T_i 分别为第 i 级荷载加载的起始和终止时间（从零点起算）； c_v 为土的竖向排水固结系数； H 为土层竖向排水距离。

经计算 $\bar{U}_t=0.43$ ，说明详勘时软土层在大面积填土荷载下的固结度仅完成了 43%，将来软土层在填土荷载下还会有较大的固结沉降。建筑设计及地基基础选型时应充分考虑软土层的剩余固结沉降，施工过程中及建筑物运行期间应加强地基变形监测。

类似本文这种表层分布软土，在其上大面积堆填土方的工程场地在我国沿海地区工程建设中非常普遍，可为类似工程实践提供参考。

2 结论与建议

(1) 岩土工程勘察仅是对特定场地、特定时段、特定环境条件下的岩土水体特性的客观反映，并非一成不变，而是随多个外界因素改变而改变的暂时反映。

(2) 受工作特性限制，勘察时应充分搜集前期的岩土工程资料，并对前期已有资料加以对比分析，同时应通过踏勘、问询、资料分析等手段，调

查场地周围岩土环境条件的变化程度，包括上部建构筑物形式、水文地质条件、岩土体湿陷胀缩冻融、人类活动影响等变化，注重数据的时效性，精准把握勘察的要点，合理布置勘察工作量和勘察手段，查清场地岩土工程条件，并预测其变化对工程的影响。

(3) 设计与施工时，应重点考虑其岩土体的后期固结情况对建筑物地基基础的影响，尚应分析所依据的岩土环境与勘察期间的是否一致，如不一致应分析其变化程度，必要时补充勘察工作。

参考文献

- [1] 周斌, 张可能, 樊丽. 基坑工程勘察数据时效性分析[J]. 矿冶工程, 2009, 29(2): 22-24.
ZHOU Bin, ZHANG Ke-neng, FAN Li. Analysis on timeliness of exploration data of foundation pit[J]. Mining and Metallurgical Engineering, 2009, 29(2): 22-24.
- [2] 程业洪, 李鼎强. 城市岩土工程勘察资料的时效性分析[J]. 黑龙江科技信息, 2008(16): 55.
CHENG Ye-hong, LI Ding-qiang. Timeliness analysis of urban geotechnical engineering survey data[J]. Heilongjiang Science and Technology Information, 2008(16): 55.
- [3] 齐雷. 工程勘察数据的时效性分析与探讨[J]. 建筑工程技术与设计, 2016(18): 2645.
QI Lei. Analysis and discussion on the timeliness of engineering survey data[J]. Construction Engineering Technology and Design, 2016(18): 2645.
- [4] 王汉席, 杨淼, 单春雪, 等. 市政道路工程勘察资料的时效性分析和探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2014, 41(7): 76-79, 84.
WANG Han-xi, YANG Miao, SHAN Chun xue, et al. Analysis and study on the timelines of engineering survey data for municipal road[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2014, 41(7): 76-79, 84.
- [5] 陈光联, 李彝, 刘旭明, 等. 油气管道岩土工程勘察成果时效性分析与探讨[J]. 工程勘察, 2016(S1): 204-207.
CHEN Guang-lian, LI Ben, LIU Xu-ming, et al. Analysis and study on the timeliness of geotechnical engineering investigation results for oil-gas pipelines[J]. Geotechnical

- Investigation & Surveying, 2016(S1): 204-207.
- [6] 王长科. 岩土工程勘察报告使用须知[DB/OL]. 岩土工程学习与探索, 2020-04-07.
- [7] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 软土地区岩土工程勘察规程: JGJ 83-2011[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- [8] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑地基处理技术规范: JGJ 79-2012[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.

【简 讯】

第十五届全国桩基工程学术会议（一号通知）

第十五届全国桩基工程学术会议拟于 2021 年 11 月在浙江杭州召开, 会议以桩基技术创新发展为主题, 届时将邀请桩基工程领域的知名专家学者作特邀报告、大会报告、专题报告, 展现新时代桩基工程领域的最新研究成果与工程应用技术。组委会热忱邀请本领域的专家、学者、工程技术人员、在校研究生积极参与, 共同探讨与交流桩基工程领域最新成果和技术!

会议主题:

- (1) 桩基基本理论与试验研究
- (2) 桩基工程设计与实践
- (3) 桩基工程施工新方法及装备
- (4) 桩基动力响应与防震、减振技术
- (5) 桩基工程新材料与制作新工艺
- (6) 桩基工程检测与监测
- (7) 桩基工程典型案例与事故处理
- (8) 海洋工程中的桩基技术
- (9) 桩基工程技术标准有关问题
- (10) 其他与桩基有关的工程技术问题

征文要求:

征文内容: 围绕本次会议 10 个主题, 主要包括桩基方面最新理论、新技术、新工艺设备、工程实践和发展等。

论文格式要求:

(1) 征文要求内容具体、明确、严谨、未公开发表过的学术论文, 文责自负且不涉及保密内容。文章篇幅一般不超过 8 000 字(含图、表), 原则上不超过 6 页。要求图表清晰、数据详实。

(2) 论文请按《岩土工程学报》期刊格式撰写, 论文模板请登录《岩土工程学报》网站下载。

网站地址:

http://manu31.magtech.com.cn/Jwk_ytgxcb/CN/volumn/home.shtml

会议论文集:

会议论文集将收录大会主题报告及所有被学术委员会录用的论文, 编文集, 优秀论文推荐核心期刊上发表或者开展优秀论文评选活动。

论文重要日期安排:

提交论文截止日期: 2021 年 3 月 31 日

全文录用截止日期: 2021 年 5 月 31 日

修改稿提交截止日期: 2021 年 6 月 30 日

会议展览:

会议期间将举办桩基产品、岩土仪器设备展示及新产品专题报告, 欢迎有关厂商、公司报名参加赞助, 具体细节请联系会议秘书处。

组委会联系方式:

联系人: 丁元新

联系电话: 13626711239

投稿邮箱: dyx@zju.edu.cn

联系地址: 杭州浙江大学紫金港校区安中大楼

邮政编码: 310058

会议展览展示:

《基础工程》杂志社

王菲: 18612335955

周梅: 15910323004

李荣霞: 15300268669