

曹妃甸地区软土地基加固处理实践

刘来新

(北京爱地地质工程技术有限公司, 北京 100144)

摘要: 曹妃甸国际生态城位于河北省唐山市, 该地区基底位于淤泥质粉质黏土层的一层地下车库采用地基处理或桩基础。本文通过对该地区某项目地基持力层淤泥质粉质黏土的勘探取样、原位测试及室内试验, 综合分析了该软土地基处理前后的承载力, 在天然状态下可达到 70 kPa; 对比分析了软土层强夯前后的检测结果, 管井降水并不能降低软土的含水量, 强夯对软土加固效果有限; 施工扰动对软土强度影响较大, 机械挖土的影响深度可达 1.2~1.8 m; 减小施工扰动、充分晾晒能够保证软土地基承载力的发挥, 素土掺水泥换填对橡皮土处理效果较好。本文的软土地基加固处理实践可为曹妃甸国际生态城地区的同类工程提供参考。

关键词: 软土; 地基承载力; 强夯; 原位测试; 地基加固

中图分类号: TU471.8

文献标识码: A

文章编号: 2096-7195(2024)05-0520-07

A practice of soft clay foundation treatment in Caofeidian area

LIU Laixin

(Beijing Aidi Geological Engineering Technology Co., Ltd., Beijing 100144, China)

Abstract: Caofeidian International Ecological City is located in Tangshan City, Hebei Province. Ground treatment or pile foundation is adopted for the 1-storey underground garage whose base is located on the mucky silty clay layer. The bearing capacity of the soft clay foundation was comprehensively analyzed through the exploration sampling, in-situ test and laboratory experiments of the mucky silty clay in the foundation bearing layer of a project in Caofeidian area, which can reach 70 kPa in the natural state. Comparative analysis of the test results before and after dynamic compaction of the soft clay reveals that pipe well dewatering can not reduce the water content of soft clay, and the effect of dynamic compaction on soft clay reinforcement is limited. Construction disturbance significantly affects the strength of soft soil, with the depth of influence from mechanical excavation reaching 1.2 to 1.8 meters. Reducing construction disturbance and fully airing can ensure the bearing capacity of soft clay foundation, and the replacement of plain soil mixed with cement has a good effect on the treatment of rubber clay. The practice of soft clay foundation reinforcement in this article can provide reference for similar projects in Caofeidian International Ecological City area.

Key words: soft clay; bearing capacity of foundation; dynamic compaction; in-situ test; foundation reinforcement

0 引言

软土具有含水量高、透水性差、灵敏度高、易扰动的特点, 导致其取原状样困难, 测试及试验误差大, 地基承载力评价精度低。李高山等^[1-2]研究了取样方法对饱和软土物理力学性质指标的影响, 取样扰动造成软土含水量、孔隙比均有所降低, 密度与抗剪强度则有所提高; 苗亮等^[3]研究了静力触探 P_s 值与土体物理力学参数的关联性, 黏性土的预测精度普遍低于砂土; 再加上静力触探测试精度的影响^[4-8],

软土地基承载力的评价存在较大的不确定性。

曹妃甸国际生态城场地地面下 3~10 m 范围内普遍存在一层厚度约 5 m 的淤泥质粉质黏土。因工程的需要, 设计地下车库基础采用天然地基并以此为持力层, 因此该层软土的承载力关系到车库基础方案的选择, 进而影响到工程的造价及工期。

由于曹妃甸地区类似工程的建设经验较少, 根据周边建筑的设计经验, 均认为该软土承载力无法满足一层地下车库基底荷载要求, 需要进行地基处理或改为桩基础。本文通过综合分析, 确定了该软

土的承载力,分析了强夯及强夯加管井降水对该层软土的加固效果,通过多手段分析了施工扰动对软土层的影响深度,提出了处理措施,为曹妃甸国际生态城地区同类工程提供借鉴。

1 工程概况

1.1 场地概况

场地位于河北省唐山市曹妃甸地区八里滩养殖场,原为滩涂地,1985年开发建设养殖场,2007年末由于曹妃甸新城的开发建设,养殖场逐渐转为新城建设用地,后陆续回填山皮土至标高2.5m左右。

根据详勘资料,场地自地表往下的地层依次为:①山皮石素填土层,厚约2.5m;②₁粉土层,厚约2m;②淤泥质粉质黏土层,厚约5m;③粉土及粉质黏土层,厚约5m。其中②淤泥质粉质黏土层位于地面下4.5~9.5m,夹粉土及粉质黏土,灰色-灰褐色,流塑,局部软塑。场地地下水类型为潜水,稳定水位埋深约2.9m。

1.2 项目施工概况

该建筑为住宅小区,地上11层,地下1层,主楼采用框剪结构,整体式地下车库采用框架结构,配套幼儿园地上3层,项目总平面图如图1所示。主楼部分采用预制桩基础,车库部分基础埋深约5m,位于②淤泥质粉质黏土层上,采用筏板基础,基底压力为70kPa,设计采用天然地基。

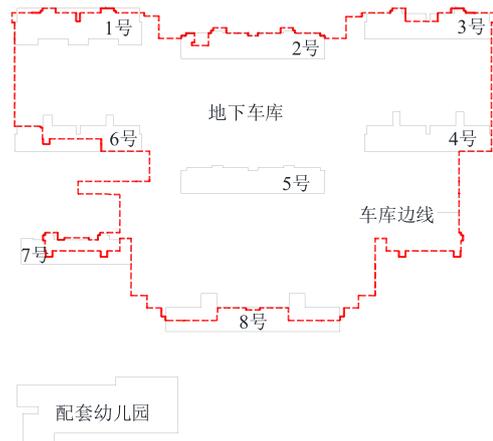


图1 项目总平面图

Fig. 1 General layout

车库基坑开挖时在周边采用管井降水,土钉墙护坡。基坑侧壁土层为填土、粉土及淤泥质土,填土以下土层将近饱和状态,未进行降水开挖时,机械振动导致软土中孔隙水压力上升,粉土及淤泥质土均呈现流塑状态,边坡无法自稳,坍塌严重。采用管井降水后,土钉墙分步开挖锚喷支护,速度较慢,降水效果较好,护坡得以顺利进行,而同样采用管井降水的车库内部,由于挖土速度快,降水效果不理想,施工扰动造成软土强度大大降低。

2 软土地基承载力分析

根据土工试验及静力触探试验,②淤泥质粉质黏土层的物理力学性质指标统计见表1。

表1 物理力学性质指标统计表

Table 1 Statistics of physical and mechanical indexes

质量密度 $\rho/(\text{g}/\text{cm}^3)$	天然含水量 $w/\%$	天然孔隙比 e	饱和度 $S_r/\%$	液限 $\omega_L/\%$	液性指数 I_L	双桥静力触探	
						锥尖阻力 q_c/MPa	侧壁摩阻力 f_s/kPa
1.86	36.9	1.005	98.5	34.2	1.20	0.32	7.66

因车库基础以②淤泥质粉质黏土层为持力层并采用天然地基,需要分析该软土的承载性状,评估采用天然地基的可能性。

2.1 按含水量查表

根据《河北省建筑地基承载力技术规范(试行)》(DB13(J)/T48—2005)^[9]中淤泥和淤泥质土承载力特征值表,承载力特征值 f_{ak} 为 90~100 kPa ($w=36.9\%$),考虑软土取样扰动造成含水量降低10%左右^[1],真实含水量 $w=41\%$,承载力特征值 f_{ak} 为 80~90 kPa。

2.2 根据静力触探试验

根据规程^[9]中软土承载力特征值表,双桥静力

触探锥尖阻力换算为单桥静力触探比贯入阻力, $P_s=1.1q_c=0.35\text{ MPa}$,承载力特征值 f_{ak} 为 50~60 kPa。根据《软土地区岩土工程勘察规程》(JGJ 83—2011)^[10]中地基承载力特征值表 7.2.3,承载力特征值 f_{ak} 为 52 kPa ($f_{ak}=29+0.072q_c$)。

2.3 根据波速试验

《岩土工程勘察规范(2009年版)》(GB 50021—2001)^[11]条文说明中临界承载力与剪切波速值表 5.5 主要根据唐山地震经验提出,抗震设防烈度为7度,当软土承载力特征值大于 80 kPa 或剪切波速大于 90 m/s 时可不考虑震陷影响。2020年详勘时淤泥质粉质黏土层剪切波速值 $V_s=104\sim$

128 m/s, 平均值为 117 m/s, 以此反推承载力特征值 f_{ak} 大于 80 kPa。

2.4 根据十字板剪切试验

2021 年补勘时对埋深 5~8 m 的淤泥质土进行原位十字板剪切试验, 每米试验 1 次, 共试验了 9 个孔点, 十字板剪切试验抗剪强度 c_u 与深度关系见图 2, 灵敏度为 2.18~2.42, 平均值为 2.29, 属中灵敏度。根据规程^[10] 中地基承载力特征值表 7.2.3, 埋深 5 m 处的承载力特征值 f_{ak} 为 88 kPa ($f_{ak}=10+2.2c_u$)。

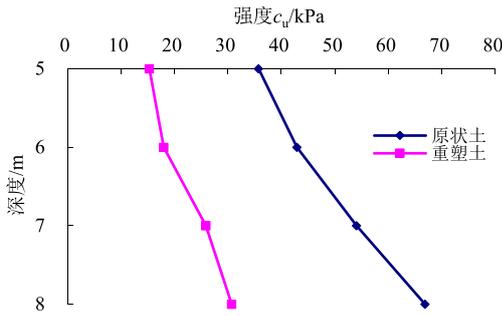


图 2 十字板剪切试验成果
Fig. 2 Results of vane shear test

根据唐山地区经验, 该层软土天然地基承载力一般不低于 70 kPa, 各种方法确定的淤泥质土地基承载力特征值统计见表 2。

表 2 地基承载力特征值统计表

Table 2 Statistics of characteristic values of foundation bearing capacity

确定方法	承载力特征值 f_{ak} /kPa
含水量查表 (修正后)	90~100 (80~90)
静力触探查表	50~60
静力触探计算	52
波速反推	>80
十字板试验计算	88
地方经验	70

从表 2 中可以看出, 除根据静力触探测试得出的地基承载力值偏低外, 其他各种方法确定的承载力值基本一致。由于静力触探测试精度的影响^[4-8], 对于锥尖阻力只有 0.5 MPa 左右的软土来说, 少许的误差都将影响承载力的大小, 如规程^[9] 中静力触探比贯入阻力 P_s 为 0.3~0.7 MPa 时, 承载力特征值变化范围为 50~90 kPa。

上述承载力确定方法对软土存在不同方式的扰动: 软土具有一定的结构强度, 取样运输振动、标准贯入及动力触探等的振动造成土体结构改变, 强度降低; 静力触探扰动小但对精度影响极大; 十字板试验能较好地测试软土的原位强度。

综上, 根据室内外测试试验, 结合当地工程经验,

该层淤泥质粉质黏土在原状条件下的地基承载力可达 70 kPa, 车库部分采用天然地基应能满足强度要求, 另车库处于超补偿状态, 变形亦能满足要求。

3 强夯试验及加固效果分析

为了研究强夯对淤泥质土的加固效果, 本节讨论幼儿园项目采用天然地基的可能性 (幼儿园基底压力为 150 kPa)。在幼儿园场地进行强夯试验, 处理面积为 5 400 m², 为研究降水对强夯效果的影响, 整个试验区划分 2 块, 分别为非降水区域和降水区域, 每块处理面积为 2 700 m² (如图 3 所示)。先点夯, 再满夯, 点夯 2 遍, 夯点间距 5 m×5 m, 4 个点夹 1 个点形成梅花型布置, 见图 4。点夯夯击能均采用 3 000 kN·m, 每个分区点夯 6~8 击, 停锤标准为: 最后两击的平均夯沉量不大于 50 mm, 且夯坑周围地面不发生过大的隆起, 不因夯坑过深而发生提锤困难。满夯采用 1 000 kN·m 能级 1 击 1 遍, 锤印搭接 1/4 锤底面积。

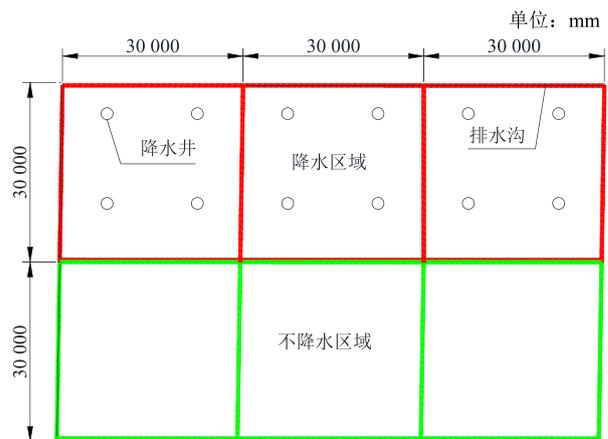


图 3 强夯分区布置图

Fig. 3 Layout of dynamic compaction divisions

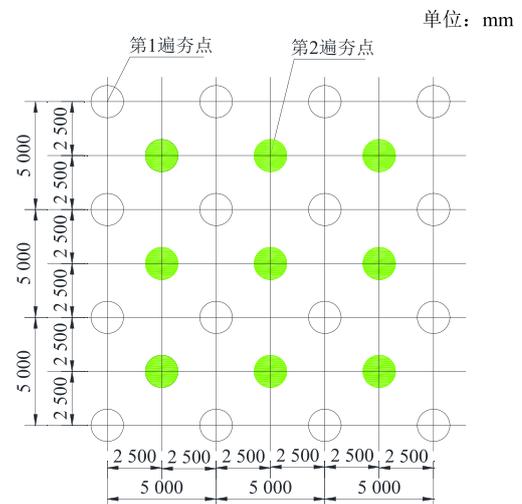


图 4 主夯点布置图

Fig. 4 Layout of main dynamic compaction points

3.1 试验情况

非降水区地面平均高程为 2.45 m，强夯第 1 遍点夯于 4 月 7 日开始，4 月 8 日完成，点夯夯沉量平均值为 1.3 m。鉴于第 1 遍点夯夯坑周围及排水沟内无水渗出，第 2 遍点夯于 4 月 8 日下午开始，4 月 9 日上午结束，点夯夯沉量平均值为 1.32 m。4 月 11 日满夯开始并于当天完成，夯后地面平均高程为 2.30 m，夯后高程比夯前平均下降 0.15 m。

降水区平均高程为 2.42 m，共打设 12 口降水井，井深 15 m，间距为 15 m×15 m，初始水位为地表下 4.4 m。降水工作正式开始于 4 月 13 日，4 月 27 日水位降至地表下 7.69 m 时停止抽水，4 月 29 日水位恢复至地表下 4.0 m，当天下午抽水工作重新开始。强夯期间降水工作持续进行，从 4 月 30 日起水位基本稳定在地表下 7.5 m。5 月 1

日上午 9 点开始强夯，至 5 月 2 日上午完成第 1 遍点夯，点夯夯沉量平均值为 1.83 m，5 月 3 日开始第 2 遍点夯且于当日完成，点夯夯沉量平均值为 1.79 m。5 月 6 日开始进行满夯并于当日完成，夯后地面平均高程为 2.10 m，夯后高程比夯前下降 0.32 m。

3.2 监测及检测情况

从 4 月 10 日起，对强夯试验区的地下水位埋深进行监测，在试验区地面下 5 m 和 7 m 处分别埋设孔隙水压力计，从 4 月 15 日起进行孔隙水压力监测，水位及孔隙水压力观测记录见图 5。

监测结果显示：4 月 13 日开始抽水后，两个区的水位均有一次下降，4 月 27 日停抽后，降水区水位迅速恢复，4 月 29 日复抽后再次下降，随后非降水区水位维持在地面下 3 m 左右，降水区水位维持在地面下 7.5 m 左右。

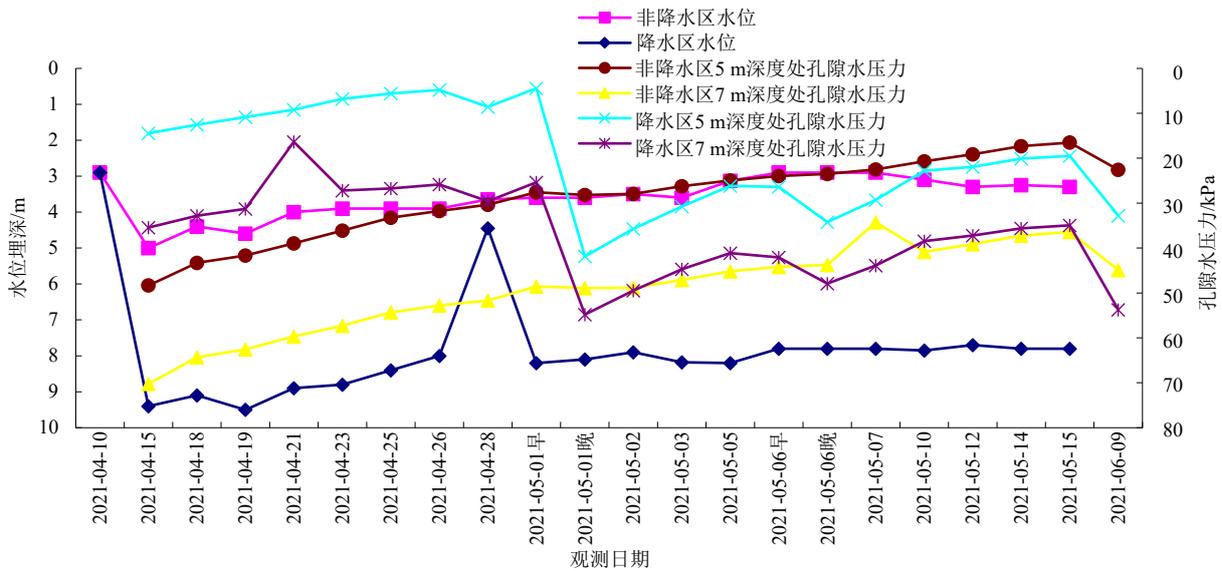


图 5 水位及孔隙水压力观测记录

Fig. 5 Observation record of water level and pore water pressure

孔隙水压力监测结果显示：非降水区 4 月 11 日强夯结束，4 月 15 日的地下水位埋深为 5 m，5 m 及 7 m 埋深处孔隙水压力分别为 48.3 kPa 和 70.2 kPa，超出静水压力约 50 kPa；至 5 月 10 日，即强夯结束约 4 周后，地下水位埋深约 3 m，5 m 及 7 m 埋深处的孔隙水压力分别为 20.7 kPa 和 40.8 kPa，与静水压力值相当，超静孔隙水压力已完全消散。降水区由于受到 2 次强夯的影响，孔隙水压力变化较为复杂，4 月 27 日之前，降水区水位已在埋深 8 m 以下，5 m 及 7 m 埋深处孔压计仍能监测到较高水压，5 月 14 日夯后检测时，超静孔隙水压力高达 20~30 kPa。

采用双桥静力触探试验及标准贯入试验对地面下 4.0~10.0 m 的淤泥质粉质黏土进行检测，检测工作于 5 月 13 日至 5 月 14 日进行，检测结束后停止抽水。检测结果按非降水区与降水区分别统计见表 3。

表 3 检测结果统计

Table 3 Statistics of test results

检测时间	锥尖阻力 q_c /MPa	侧壁摩阻 力 f_s /kPa	标贯击数 N /击
夯前	0.39	4.6	1.6
非降水区夯后	0.33	5.8	3.8
降水区夯后	0.35	5.7	3.5

检测时,非降水区已夯完超30d,超静孔隙水压力已完全消散,降水区刚夯完7d,超静孔隙水压力尚未完全消散。可能受到超静孔隙水压力的影响,从检测结果看,除标贯击数外,降水区与非降水区的夯后检测结果并无不同,也与夯前差别不大,强夯对该层软土的加固效果不明显。

对降水区夯后场地的淤泥质土取样进行室内试验,物理指标统计见表4。

表4 强夯后土的物理指标

Table 4 Physical indexes of soil after dynamic compaction

质量密度 $\rho/(\text{g}/\text{cm}^3)$	天然含水量 $w/\%$	天然孔隙比 e	饱和度 $S_r/\%$	液限 $\omega_L/\%$	液性指数 I_L
1.85	35.9	1.008	97.1	35.1	1.08

因强夯影响深度有限,超静孔隙水压力尚未完全消散,该层土的含水量及饱和度等指标并未明显下降,管井降水仅仅降低了淤泥质土层上下粉土层中的地下水位,并未对淤泥质土的性状有所改变。根据文献[12-13],对于曹妃甸地区淤泥质粉质黏土厚度大于1.5m的区域,由于排水条件差,强夯效果不明显。

4 施工扰动对软土的影响

车库地基验槽时,采用钎探对天然地基进行检验,晾晒3~4d后,9号楼东侧地库0~1.5m钎探击数 $N_{10}=0\sim3$ 击,个别点0~1.8m钎探击数 $N_{10}=0\sim3$ 击,8号楼地下车库区段0~0.9m、个别点0~1.2m钎探击数 $N_{10}=0\sim3$ 击,主楼周边地库的浅部钎探击数偏低。应力恢复20d后再次钎探,并配合静力触探试验进行对比,验槽检测情况见表5,除个别区域已形成橡皮土外,钎探击数均有较大恢复。

表5 验槽检测情况

Table 5 Trench examination

检测深度	锥尖阻力 q_c/MPa	侧壁摩阻力 f_s/kPa	钎探 $N_{10}/\text{击}$
0~(1.2/1.8)m	0.21	4.1	3~8
1.2~1.8m以下	0.32	7.7	>10

从统计数据反映,场地的软土扰动深度普遍在1.2~1.8m左右。因主楼设置有预制桩,土方开挖较慢,挖土运土机械设备均在主楼周边,其对软土的扰

动要大于车库中间部位,钎探数据明显反映出此特征。车库中间地基不存在橡皮土现象,在相同的应力恢复时间条件下,1.2m以上钎探普遍在4~10击。

为确定地基承载力,在场地内做了3组载荷试验,试验点选择主楼周边有扰动但未形成橡皮土的区域。载荷试验 $p-s$ 曲线见图6。

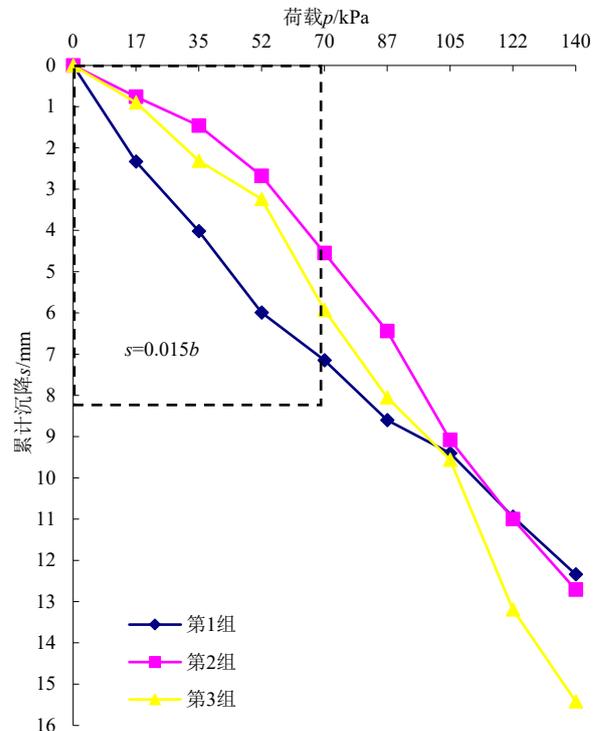


图6 载荷试验 $p-s$ 曲线

Fig. 6 $p-s$ curves of static loading test

根据研究,在同一荷载作用下,沉降量随着承压板尺寸的增大而非线性地增加^[14-15],即按同样的沉降比 s/b ,大尺寸的承压板得到的地基承载力要大于小尺寸承压板。由于清槽已经完成,试验堆载设备无法再次进入场地,鉴于现场条件限制,只能采用 0.25 m^2 的承压板(按规范对软土进行载荷试验的承压板面积不宜小于 0.5 m^2)。故采用挖土机自重作为配重进行了小尺寸的承压板载荷试验。选用边长为 0.5 m 的正方形板,按沉降 $s=0.015b$ (b 为承压板边长)对应的荷载作为地基承载力特征值,即 70 kPa 。由于车库部分处于超补偿状态,沉降变形不是主要考虑的问题,对于应力恢复20d左右的软土,地基承载力可满足 70 kPa 。

5 天然地基检验及处理

经过晾晒,再对比分析地库的地基土,可观察

到不同区域土体扰动程度不同,土质也有所差异。初步判断,需要对晾晒两周后仍呈现橡皮土特征的区域进行换填,采用水泥掺量15%的素土分层换填夯实。根据钎探数据,恢复好的区域地基承载力满足要求。

针对工期紧、晾晒时间长的问题,施工单位曾提出对含水量高、扰动不严重、未形成橡皮土的区域采用打夯及降水的方案提高其地基承载力。在8号楼北侧车库基底打夯,面积为 15 m^2 ,2遍后打夯区域越夯越软,甚至出现橡皮土。在7号和8号楼相交处的车库基底局部进行真空降水,现场布设8根降水管、1台真空泵,经过一下午的观察,淤泥质土中无明显渗水,无法通过真空泵降水。

6 结 论

通过对项目的详细勘察、全方位分析,以及运用多种方法对地基承载力进行检验,得到以下结论可供曹妃甸地区的同类工程参考:

(1) 该地区的淤泥质粉质黏土层地基承载力特征值达到 70 kPa ,可满足一层地下车库地基强度要求。

(2) 单强夯对该层软土的加固效果不明显,强夯后超静孔隙水压力消散时间在4周左右,管井降水无法降低软土层含水量。

(3) 机械挖土对软土的扰动深度达 $1.2\sim 1.8\text{ m}$,对于轻微扰动土,应力恢复 $2\sim 3$ 周可基本恢复强度。

参考文献

- [1] 李高山,潘永坚,孟叙华.不同取样方法下饱和软土物理力学性状对比试验分析[J].工程地质学报,2019,27(3):550-558.
LI Gaoshan, PAN Yongjian, MENG Xuhua. Comparative experimental analysis of physical and mechanical properties of saturated soft soil under different sampling methods[J]. Journal of Engineering Geology, 2019, 27(3): 550-558.
- [2] 李高山,潘永坚,周江锋.取样方法对饱和软土物理力学指标影响机理研究[J].工程勘察,2019,47(3):9-16.
LI Gaoshan, PAN Yongjian, ZHOU Jiangfeng. Study on the influence mechanism of sampling on physical and mechanical indexes of saturated soft soil[J]. Geotechnical Investigation & Surveying, 2019, 47(3): 9-16.
- [3] 苗亮,申培武,何成.静力触探 P_s 值与土体物理力学参数的关联性[J].工程勘察,2020,48(3):21-25.
MIAO Liang, SHEN Peiwu, HE Cheng. Correlation between P_s values of CPT and physical and mechanical parameters of soil[J]. Geotechnical Investigation & Surveying, 2020, 48(3): 21-25.
- [4] 卢世英,张德军,黄永忠,等.孔压静力触探技术在海洋工程勘察中的应用及施工建议[J].地质学刊,2019,43(1):136-140.
LU Shiying, ZHANG Dejun, HUANG Yongzhong, et al. Application of the piezocone penetration test (CPTU) to marine engineering investigation and some construction suggestions[J]. Journal of Geology, 2019, 43(1): 136-140.
- [5] 晏国强.影响静力触探数据精度需要注意的几点问题[J].城市建设理论研究(电子版),2017(31):142-143.
YAN Guoqiang. Several issues to be noted that affect the accuracy of static cone penetration data[J]. Theoretical Research on Urban Construction, 2017(31): 142-143.
- [6] 李雪梅.静力触探测试精度问题的分析与对策[J].浙江水利科技,2007(2):69-71.
LI Xuemei. Analysis and countermeasures for the accuracy of static penetration test[J]. Zhejiang Hydraulics, 2007(2): 69-71.
- [7] 刘鹏.静力触探测试精度探讨[J].土工基础,2006,20(4):101-102.
LIU Peng. Discussion on the accuracy of static penetration test[J]. Soil Engineering and Foundations, 2006, 20(4): 101-102.
- [8] 邓小宁.关于静力触探测试精度问题探讨[J].西部探矿工程,2003(3):44-45.
DENG Xiaoning. Discussion on the accuracy of static cone penetration test[J]. West-China Exploration Engineering, 2003(3): 44-45.
- [9] 河北省建设厅.河北省建筑地基承载力技术规程(试行):DB13(J)/T48—2005[S].石家庄:河北省工程建设标准化管理办公室,2005.
Hebei Provincial Department of Construction. Hebei Specification for Characteristic Value of Subgrade Bearing Capacity: DB13(J)/T48—2005[S]. Shijiazhuang: Hebei

- Provincial Engineering Construction Standardization Management Office, 2005.
- [10] 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.
- Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Specification for Geotechnical Investigation in Soft Clay Area: JGJ 83—2011[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2011.
- [11] 中华人民共和国建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 岩土工程勘察规范(2009年版): GB 50021—2001[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- Ministry of Construction of the People's Republic of China, General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Code for Investigation of Geotechnical Engineering (2009 Edition): GB 50021—2001[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2009.
- [12] 曾力娟, 李强, 于元峰. 强夯法在吹砂填海地基加固中的应用分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(6): 67-70.
- ZENG Lijuan, LI Qiang, YU Yuanfeng. Application and research on dynamic compaction method to hydraulic fill sand foundation bed treatment[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2010, 37(6): 67-70.
- [13] 赵江红. 强夯法在处理吹填土地基工程中的应用[J]. 勘察科学技术, 2008(4): 33-35, 61.
- ZHAO Jianghong. Application of dynamic consolidation method in dredged fill foundation engineering[J]. Site Investigation Science and Technology, 2008(4): 33-35, 61.
- [14] 翟洪飞, 高云. 载荷试验沉降与承压板尺寸关系的分析[J]. 西部探矿工程, 2008(10): 219-221.
- ZHAI Hongfei, GAO Yun. Analysis of the relationship between the settlement of load test and the size of bearing plate[J]. West-China Exploration Engineering, 2008(10): 219-221.
- [15] 付振宇, 梁皓, 杨赵磊. 地基土承载力与载荷板面积的关系研究[J]. 工程勘察, 2021, 49(5): 31-33, 70.
- FU Zhenyu, LIANG Hao, YANG Zhaolei. Study on the relationship between the bearing capacity of foundation soil and the area of loading board[J]. Geotechnical Investigation & Surveying, 2021, 49(5): 31-33, 70.