

合肥地区岩土工程优化工作的研究与实践

Experimental Research of Geotechnical Engineering Consulting in Hefei

吴超 WU Chao

(上海长凯岩土工程有限公司, 上海 200070; 上海岩土工程勘察设计院有限公司, 上海 200000)

(Shanghai Changkai Geotechnical Engineering Co., Ltd. Shanghai 200070, China;

Shanghai Geotechnical Investigations & Design Institute Co., Ltd. Shanghai 200000, China)

摘要: 以岩土工程科研成果为基础, 在合肥某工程中利用多种技术手段, 获得了准确的地基承载力参数, 选择合理的基础形式。通过试桩过程中收集的数据建立理论关系, 并对方案进行优化调整, 在保证安全的同时, 大幅度节约了项目建设成本, 取得了良好的技术经济效果。

Abstract: Geotechnical engineering research achievement is used in a project of Hefei by geotechnical engineering consult. A variety of innovative approaches are used in the consultation process, to obtain a accurate foundation bearing capacity parameters. And a reasonable foundation form is selected. After calculation and analysis, the project cost is substantially saved, and good technical and economic results are achieved.

关键词: 岩土工程优化; 地基承载力; 平板载荷试验

Key words: geotechnical engineering consulting; subgrade bearing capacity; plate loading test

中图分类号: TU4

文献标识码: A

文章编号: 1006-4311(2016)01-0118-03

DOI: 10.14018/j.cnki.cn13-1085/n.2016.01.046

0 引言

岩土工程优化的根本目的是从专业技术角度识别、化解岩土工程风险和控制岩土工程成本, 最终实现岩土工程技术经济方面的优化。具体工作主要有: 提供岩土工程整体解决方案、提供可靠的设计参数与处理方法、提供全过程技术指导 and 成果监控。

顾国荣、陈晖等通过上海地区高层建筑岩土工程优化工作总结了桩基承载力和沉降的计算和预估方法以及桩基施工等方面的相关经验^[1-6], 卢嘉宾、钱礼平、杜娟等通过合肥地区桩基工程研究, 总结了合肥地区桩基承载力及变形方面的经验^[7-10]。

笔者通过在勘察、设计、施工方面的深入研究, 积累了桩基承载力、沉降值预估经验, 并在合肥地区某项目的实践中变应用边研究总结, 得到了良好效果^[11]。

1 工程概况

合肥地区某项目用地面积约 7.21 万 m², 总建筑面积约 29.77 万 m², 拟建建筑物主要包括 12 幢 32~34 层、1 幢 40 层和 1 幢 48 层高层住宅楼均为剪力墙结构。

该项目地层为合肥常见地层, 第①层素填土; 第②层淤泥质粉质粘土小范围分布; 第③层粘土; 第④层粘土; 第⑤层含粗砂和砾石粉质粘土, 个别区域出现; 第⑥层全风化砂质泥岩; 第⑦层强风化泥质砂岩; 第⑧层中风化泥质砂岩。代表性剖面详见如图 1。

2 勘察咨询

2.1 勘察方案优化

通过对周边项目勘察资料的收集, 了解了合肥当地的地层特点和各地层的大概岩土工程参数值, 凭借前期科研成果和工程经验, 笔者认为合肥地区第④层粘土和第⑧层

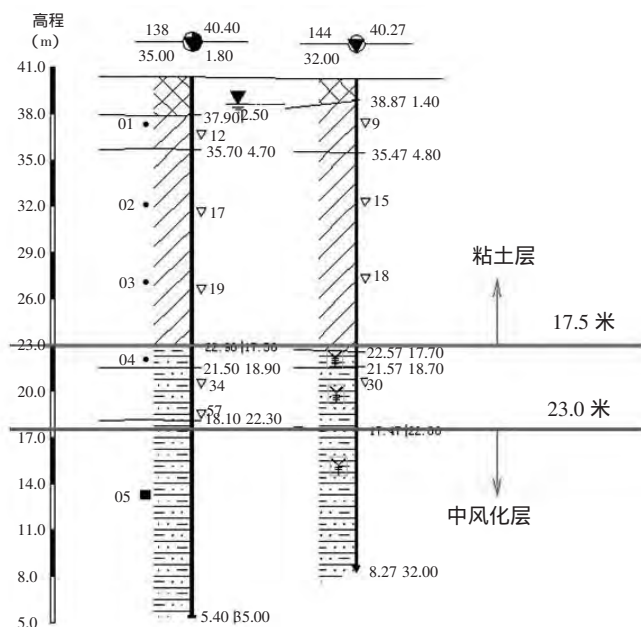


图 1 典型地质剖面图

中风化泥质砂岩承载力可在当地经验的基础上有大幅度的提高, 故在勘察方案中增加了载荷板试验, 以期获得较为真实的地基承载力特征值。

2.2 勘察外业施工

在勘察作业过程中, 将现场获得的标贯数据、静探数据、地层分布情况和载荷板试验数据整理成直观的设计参数。

新增浅层载荷板试验采用 1.5m×1.5m 方形板获取天然地基的地基承载力参数, 例如针对第④层粘土的承载力特征值预估在 450kPa, 最大加载量按照 2500KN 考虑。在第④层粘土中完成三组浅层载荷板试验 (见图 2 和图 3)。

深层载荷板试验采用人工开挖 28 米深的试验井, 载荷板采用直径 0.8 米的圆形钢板, 利用扩大硐室顶部的混

作者简介: 吴超 (1985-), 男, 安徽芜湖人, 硕士研究生, 主要研究方向为岩土工程设计咨询、特种岩土工程施工及污染水土治理等。



图2 浅层载荷板试验步骤示意图

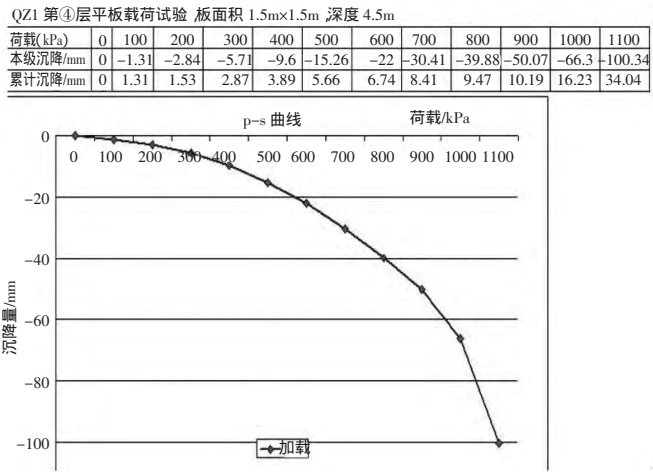


图3 浅层载荷板试验 P-s 典型曲线

凝土圈梁提供反力,最大反力需要 5000kN,采用远程采集和控制系统,在及其艰难的情况下完成了 3 组第⑧层中风化泥质砂岩的深层载荷板试验,获得了深层载荷板试验数据(见图 4 和图 5)。

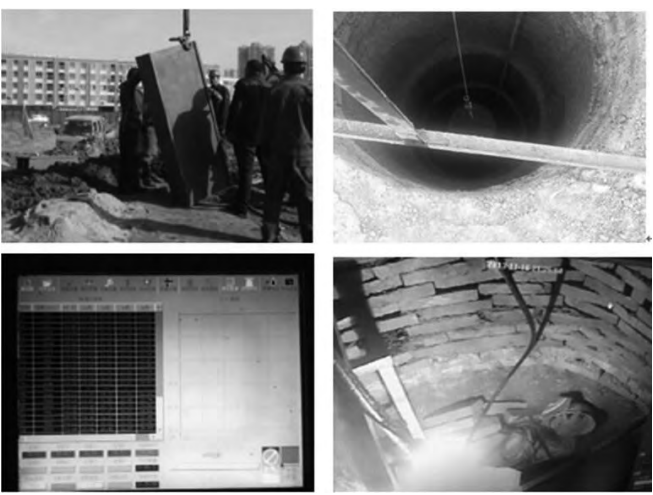


图4 深层载荷板试验情况

2.3 勘察数据分析

通过同一场地一期勘察数据对比,通过载荷板试验测得的地基承载力特征值在第④层粘土中提高了 60%,达到了 450kPa,在第⑧层中风化泥质砂岩中提高了 60%,达到

SZ2 板直径 0.8m

荷载(kPa)	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
本级沉降/mm	0	0.61	1.1	3.67	4.24	3.63	5.93	6.76	7.83
累计沉降/mm	0	-0.61	-1.71	-5.38	-9.62	-13.25	-19.18	-25.94	-33.77

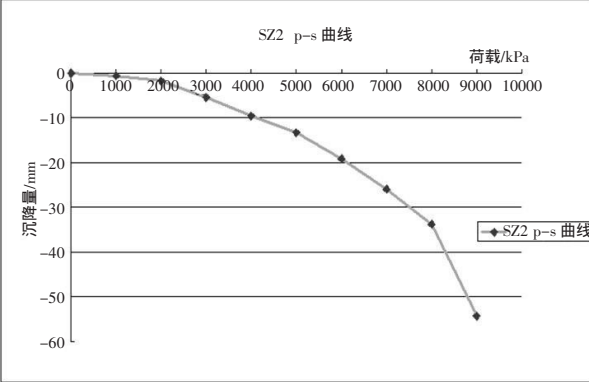


图5 深层载荷板试验 P-s 典型曲线

了 4000kPa。

经过分析,本项目 32~34 层建筑物可选择采用 PHC AB 500 125 管桩复合桩基,桩基持力层采用第④/⑥/⑦层;40 层高层住宅楼采用 PHC AB 600 130 管桩,桩基持力层采用第⑦层,或采用 $\phi 900$ 人工挖孔桩,底部扩径至 1.3m,桩端入⑧层中风化泥质砂岩不小于 1.3m;48 层高层住宅楼采用 $\phi 100$ 人工挖孔桩,底部扩径至 1.6m,桩端入⑧层中风化泥质砂岩不小于 1.6m。

3 地基基础设计优化

3.1 基础方案选型

在勘察阶段,通过载荷板试验,获取的桩基设计参数较一期勘察报告有大幅提高,桩基设计参数的提高为基础方案提供了更多选择和优化空间。

选取典型的 5# 楼(34F)和 2# 楼(40F)进行基础选型对比分析。根据业主提供的建筑、结构资料,高层基底一般位于④层粘土中,结合浅层载荷板试验结果(第④层粘土的地基承载力特征值可取 450kPa),对基础及桩基设计主要有以下几点建议:

①32 层和 34 层住宅楼,建议采用 PHC AB 500 125 复合桩基,单桩承载力极限值约 4600kN,桩长 15m,按桩端进入持力层第⑦层强风化泥质砂岩考虑;

②40 层住宅楼,可选的基础方案有 PHC AB 600 130 复合桩基或人工挖孔桩。复合桩基方案桩端入持力层第⑦层强风化泥质砂岩,单桩承载力极限值 5800kN,桩长 14m;人工挖孔桩方案建议采用 $\phi 900$ mm 挖孔桩,底部 0.9m 扩径至 1300mm,桩端进入持力层第⑧层中风化泥质砂岩不小于 1.0m,单桩承载力特征值 6500kN。

3.2 经济性对比

通过与本项目一期工程同类型建筑进行基础选型和造价对比,选取了较为典型的 34 层和 40 层住宅楼进行基础造价对比分析。分析结果显示,一期 4# 楼和本期 5# 楼,同为 34 层住宅楼,按照单位建筑面积估算的基础造价分别为 94 元/ m^2 和 32 元/ m^2 ,节省比例达 66%。同理,一期 1# 楼和本期 2# 楼,同为 40 层住宅楼,按照单位建筑面积估算的基础造价分别为 173 元/ m^2 和 35 元/ m^2 ,节省比例达 80%。

本工程使用 PHC 管桩的建筑总建筑面积约

268600m²,至少可约基础造价 1343 万元。

4 桩基施工过程优化

4.1 试成桩阶段

根据试沉桩阻力和静载荷试验结果确定最终桩长及单桩承载力特征值。

在通过试桩动阻力和单桩静载荷试验确定工程桩桩长的过程中,利用对数函数 $y=a\exp(x/b)+y$

对本项目获得的试桩数据进行拟合分析^[11],结果见图6。

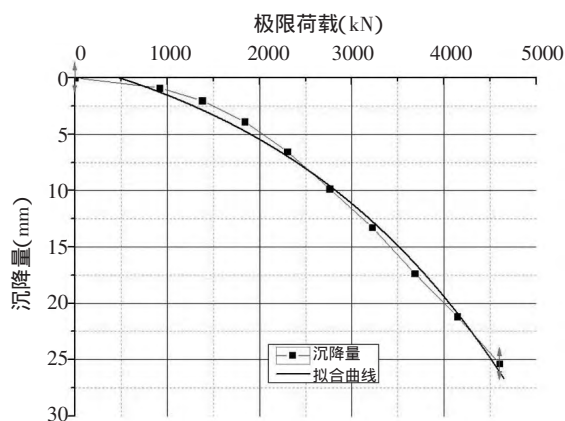


图6 指数函数拟合 Q-s 曲线

选取沉降 30mm 时所对应的承载力作为单桩的极限承载力,通过对本项目 50 余根试成桩进行统计,PHC 500-125-15 管桩在合肥第④层粘土中的单桩极限承载力约为 5300kN,同时 PHC 600-130-15 管桩在合肥第④层粘土中的单桩极限承载力约为 6000kN。

在进行设计时,单桩极限承载力达到 4600kN 时技术经济效果最好,所以可以根据沉桩动阻力曲线(见图7)和拟合分析的相关比例系数(即 15m 桩长时的计算单桩极限承载力与 Q-s 曲线拟合推算出的单桩极限承载力比值约为 0.868)推算出对应的桩长可以缩短为 13m。

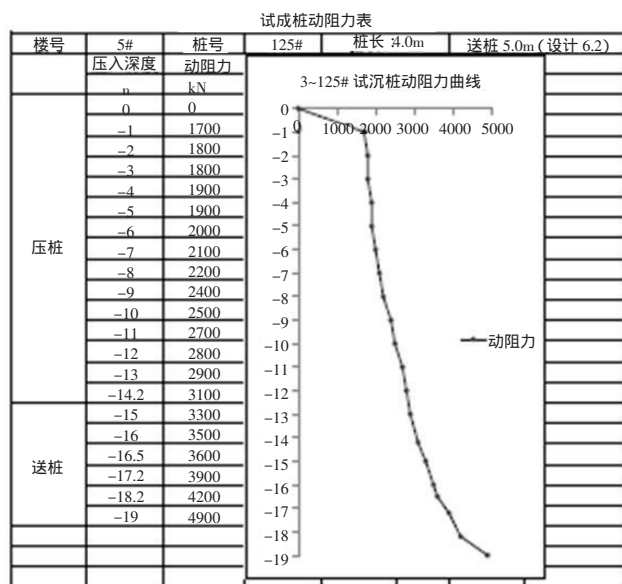


图7 沉桩动阻力曲线

4.2 施工优化成果

从经济上来讲,施工咨询工作在方案比选优化了桩数

量的基础上,又进一步优化了桩长(由原有 15m 的桩长优化至 13m),节约了近 20%左右的造价,减少了截桩造成的资金和工期上的浪费。

从工程质量上来讲,通过现场验槽,本期工程由于精确控制未出现大面积截桩现象。通过桩基检测报告可知,优化后的单桩承载力均达到了设计承载力特征值,一类桩合格率 100%,从静载荷试验得出来的 Q-s 曲线和 s-lgQ 曲线均可看出,在桩基荷载达到设计值时,其沉降值远小于规范要求,证明桩基咨询优化后的承载力和沉降效果良好。从沉降监测数据来看结构封顶结束,各楼座沉降值在 1.0~1.2cm 之间,根据沉降观测曲线及类似工程经验,后期总沉降小于 3cm。

5 结论

通过本项目岩土工程优化工作的顺利开展,取得了令各方满意的结果。通过该项目我们获得了以下成果:

①在常规勘察手段的基础上,引入载荷板试验,两者相结合,得到了既真实有效又具有说服力的岩土工程参数,完成了对设计具有指导意义的勘察报告。

②设计方面,在规范允许的范围内,充分利用地基和基础本身的承载力,深入研究桩土共同作用机理,设计出安全经济的桩基方案。

③在施工过程中引入施工优化,通过数据的整理分析和现场工程师的精细化控制,达到了节约工期和成本的目的。

参考文献:

- [1]张继红,顾国荣,陈晖.上海地区预制桩承载力时间效应的统计分析与研究[J].土木工程学报,2002,35(4):98-202.
- [2]上海岩土工程勘察设计院,上海中星(集团)有限公司.高层住宅沉降观测调查与分析研究(上海市建委建设发展基金资助项目:A9005124)报告[R].上海:上海岩土工程勘察设计院,上海中星(集团)有限公司,1999.
- [3]上海岩土工程勘察设计院.上海地区密集群桩沉降计算与承载力研究(上海市建设技术发展基金资助项目:A9705131)报告[R].上海:上海岩土工程勘察设计院,2000.
- [4]上海岩土工程勘察设计院,上海现代建筑设计集团,同济大学,上海建筑科学研究院.上海地区多层住宅沉降控制研究(上海市建设技术发展基金资助项目:A9805142)报告[R].上海:上海岩土工程勘察设计院,上海现代建筑设计集团,同济大学,上海建筑科学研究院,2000.
- [5]戴荣良,陈晖,喻云岩.上海高层建筑桩基土类型特性和沉降分析[J].岩土工程学报,2001,23(5):627-630.
- [6]顾国荣,陈晖.上海地区多层住宅沉降控制研究[J].上海建筑科技,2001(4):24-26.
- [7]卢嘉宾.高强度预应力混凝土管桩在合肥地区的应用[J].工程与建设,2007,20(6):800-801.
- [8]卢嘉宾.浅谈合肥某高层综合楼地基基础选型优化[J].工程与建设,2007,21(1):83-84.
- [9]杜娟,杨成斌.以变形控制为原则的桩基础设计方法研究[J].合肥工业大学学报:自然科学版,2002,25(3):384-388.
- [10]钱礼平.滨湖明珠高层住宅桩基基础设计与研究[J].安徽建筑,2008,15(6):43-44.
- [11]吴超,管中彪,张力.单桩静载荷试验曲线的研究与应用[J].山西建筑,2015,41(13):84-85.