

石家庄铁四局北国一开元广场 岩土工程勘察实录

梁金国 田鹏程 周文生

(河北建设勘察研究院有限公司,河北石家庄 050031)

【摘要】 通过石家庄铁四局北国一开元广场工程勘察实例介绍,总结出一套成功进行岩土工程分析的有效办法和技术途径,分析结果通过实测验证,可供同行们参考。

【关键词】 工程勘察;分析预测;实测验证

【中图分类号】 P 642

【文献标识码】 B

doi:10.3969/j.issn.1007-2993.2009.03.013

Geotechnical Engineering Investigation Record to Shijiazhuang Tiesiju Beiguo-kaiyuan Project

Liang Jinguo Tian Pengcheng Zhou Wensheng

(Hebei Research Institute of Construction & Geotechnical Investigation, Shijiazhuang 050031, Hebei, China)

【Abstract】 Through the introduction of engineering investigation of Shijiazhuang Tiesiju Beiguo-kaiyuan project, the effective method and technical approach were summed up to geotechnical engineering analysis. The results of the analysis were verified through measurement, and can be available for reference.

【Key words】 engineering investigation; analysis of prediction; measurement verification

0 引言

岩土工程条件的分析和评价是岩土工程勘察的核心内容,同时也反映了岩土工程勘察成果的水平。分析结论正确与否,直接影响施工图设计决策的合理性和工程安全、进度和投资。本文通过石家庄铁四局北国一开元广场工程勘察实例,总结出一套成功进行岩土工程分析的有效办法和技术途径,而这些分析结果已经通过实测验证,仅供同行们参考。

1 工程概况

石家庄铁四局改造项目北国一开元广场工程位于石家庄市中心城区,周围建筑物密集,交通发达,工程总占地面积约 52 000 m²。工程由 5 栋高层建筑和裙楼组成,主楼地上 27~32 层(总高 98.25~99.30 m),群楼地上 6 层(总高 28.20 m),主、裙楼地下 2~3 层,总建筑面积约 345 000 m²,是集高层住宅、商场、饮食、娱乐、写字楼、超市、地下停车场等为一体的大型综合建筑群。

主体结构采用钢框架—砼筒体组合结构,基础

型式采用桩—筏基础,基础埋深 11.0 m(自然地表下约 10 m),基底平均压力最大 525 kPa,最小 150 kPa,均属对沉降敏感建筑。

本次勘察为详细勘察,勘察等级为甲级^[1]。勘察自 2003 年 12 月开始至 2004 年 4 月完成并提交勘察报告。该工程已于 2006 年 10 月全部建成并投入使用(见图 1)。



图 1 建筑主体竣工图

2 岩土工程勘察

2.1 工程难点

本工程由高层建筑及裙楼组成钢结构高层建筑群,工程勘察除应满足常规高层建筑勘察要求,提供高层建筑所需岩土工程参数外,更重要的是应计算分析建筑物的沉降,模拟计算分析基坑的稳定性,在此基础上对地基与基础方案及基坑支护方案提出合理化的建议。其工程勘察的难点在于:

1)分析预测建筑群在考虑地基与基础协同作用下的沉降特征,为基础设计提供合理化建议。本工程系由5栋高层建筑及裙楼组成的建筑群,采用整体筏板基础,增加了分析预测建筑物的沉降特征的

难度。

2)提出合理安全的基坑开挖支护方案。由于本工程地处市中心,周围建筑密集,交通发达,人防工程纵横交错,基坑面积较大,基坑单边长度200多米,对支护方案的设计及计算模型的建立提出了更高的要求。

3)要求提供的地基土参数多。除要求常规的地基土参数外,还要求提供地基土的静止土压力系数和水平基床系数,增加了原位测试的难度。

2.2 工程地质条件

勘察时揭露地表下60.0m深内地层以第四系冲洪积层为主地层岩性特征及主要物理力学性质指标见表1。

表1 地层岩性特征及主要物理力学性质指标表

层号	岩性及特征	含水率 /%	密度 /(g·cm ⁻³)	孔隙比	塑性 指数	液性 指数	压缩 模量 /MPa	粘聚力 /kPa	内摩 擦角 /(°)	标贯 实测值	承载力 特征值 /kPa
1-1	杂填土;建筑垃圾为主									5	
3-1	黄土状粉质粘土;夹粉土	20.7	1.90	0.743	11.1	0.27	6.3	23.0	17.3	6.6	160
3-2	黄土状粉土	21.6	1.90	0.731	9.0	0.52	12.2	30.3	12.4	8.9	140
3-4	黄土状粉土;含姜石,混砂粒	21.1	1.92	0.713	8.9	0.47	11.7	27.0	15.7	10.9	170
4-1	粉细砂;级配一般									19.7	180
4-2	中砂;分选性较好,级配一般									22.7	200
5-1	粉质粘土;含姜石,质密	24.5	1.97	0.726	12.7	0.39	11.5	67	14.6	17.2	220
5-2	粉土-粉质粘土;混粘性土团块及夹层	24.9	1.96	0.730	9.1	0.67	11.9			14.1	200
5-2-4	中砂;分选较好,级配一般										220
5-3	粉土;夹粘性土层	21.6	2.04	0.618	9.7	0.52	16.8	37.0	15.4	21.3	220
6-2	中粗砂;纯净,含少量卵石,含量10%左右									46.4	280
6-3	卵砾石;卵砾石55%~70%,磨圆度较好,粒径一般2~8cm									>50	320
6-4	粉质粘土;局部有胶结薄层(厚25cm)	21.0	2.00	0.674	11.1	0.26	11.1			34	250
6-5	中粗砂;分选较好,含少量卵砾石,有砂质胶结薄层									>50	350
7-1	粉质粘土;局部夹粉土细砂,含少量砂粒	24.3	1.92	0.765	10.3	0.40	12.5			35.7	250
8-1	粗砂;分选较好,含卵石约10%左右									>50	350
8-2	卵砾石;填充砂土,局部胶结									>50	400

2.3 岩土工程评价

2.3.1 地基均匀性评价^[2]

基础埋深按现自然地面下 10.0 m 考虑,按《高层建筑岩土工程勘察规程》(JGJ 72—90)对地基均匀性进行评价;本工程建筑 A 座北楼、A 座南楼可视为均匀地基;B1、B2、B3 楼地基为不均匀地基,应进行横向倾斜验算,若横向倾斜验算不能满足应采取结构或地基处理措施。

2.3.2 地基承载力评价

按深层平板载荷试验结果,场区内第 4~2 层中砂有侧限承载力特征值为 490 kPa,按《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)第 5.2.4 条分析,地基承载能力满足设计要求。

根据勘察,各高层建筑持力层及下卧层承载力特征值较为稳定,无软弱下卧层存在。

2.3.3 建筑物沉降计算

为分析建筑物沉降特征,利用 Flac-3D 数值差分程序对建筑群在天然地基条件下和 CFG 桩复合地基条件下的沉降进行了分析计算。

经数值模拟计算结果详见附图,其中天然地基条件下建筑群沉降等值线图见图 2,复合地基条件下的建筑群沉降等值线图见图 3(其中外侧的粗线位置为建议

后浇带位置)。由计算结果可知,上述两种计算结果基本吻合。特别是数值分析结果,基本反映了建筑物的沉降特征。在天然地基条件,建筑物的沉降主要集中在各高层建筑物下,沉降差异非常明显(见图 2)。而当采用 CFG 桩复合地基时,由计算结果可知(见图 3)整个筏板基础下的沉降趋于均匀,沉降差明显减小,说明,当采用 CFG 桩复合地基后,对减小沉降差、使沉降均匀、使筏板基础受力也趋于均匀等有十分明显的效果。

2.4 地基与基础方案建议

由地基承载力评价及建筑沉降计算可知,对单个建筑来讲,在天然地基条件下其承载力和沉降均满足要求。但就整个建筑群来讲,在天然地基条件下,建筑物的差异沉降较大,由此将导致筏板基础应力集中,受力较大。在 CFG 桩复合地基条件下,筏板基础沉降均匀,其受力也趋于均匀,因此建议对地基采用 CFG 桩进行处理,并在沉降差明显的位置设置后浇带。

2.5 基坑开挖支护方案建议

本工程利用 Flac-3D 程序对土钉墙基坑支护方案进行了模拟计算,模拟计算了钉长、钉距对基坑稳定性的影响,并进行了边坡稳定性数值模拟,结果详见土钉墙稳定性计算成果图(见图 4)、土钉墙位移计算成果图(见图 5)。

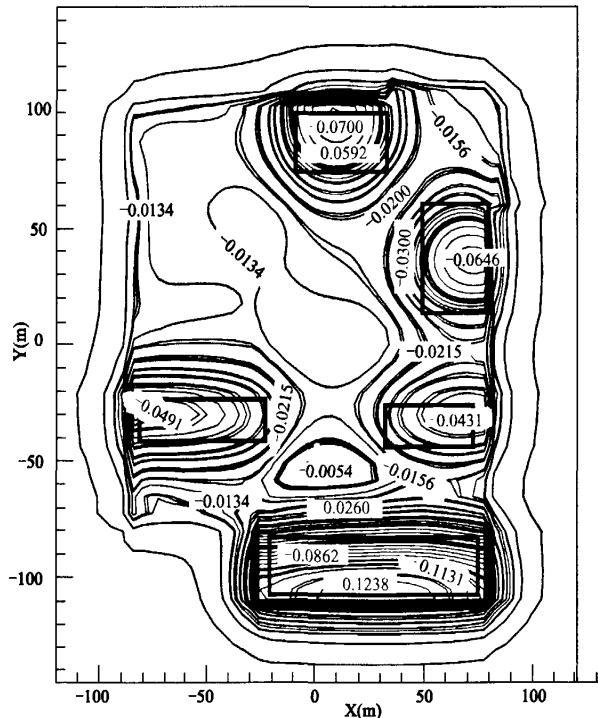


图 2 天然地基建筑物沉降等值线图

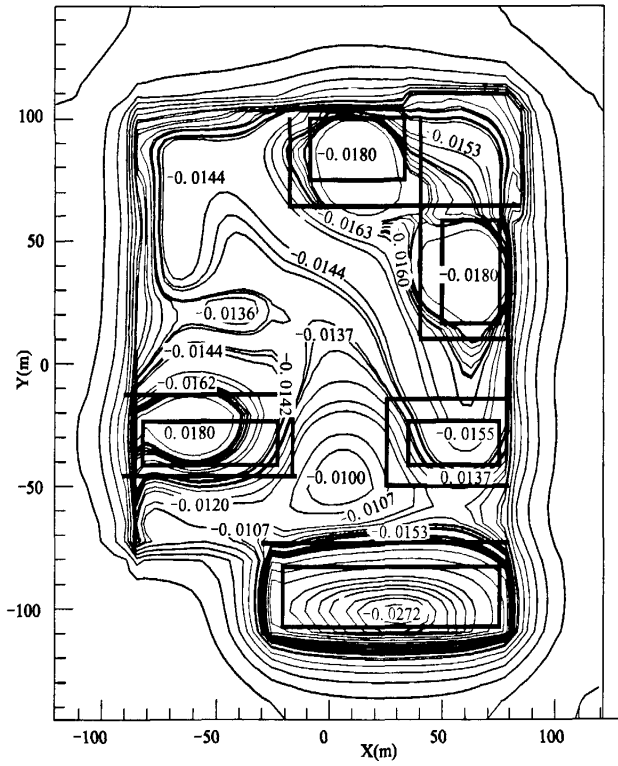


图3 复合地基建筑物沉降等值线图及后浇带位置

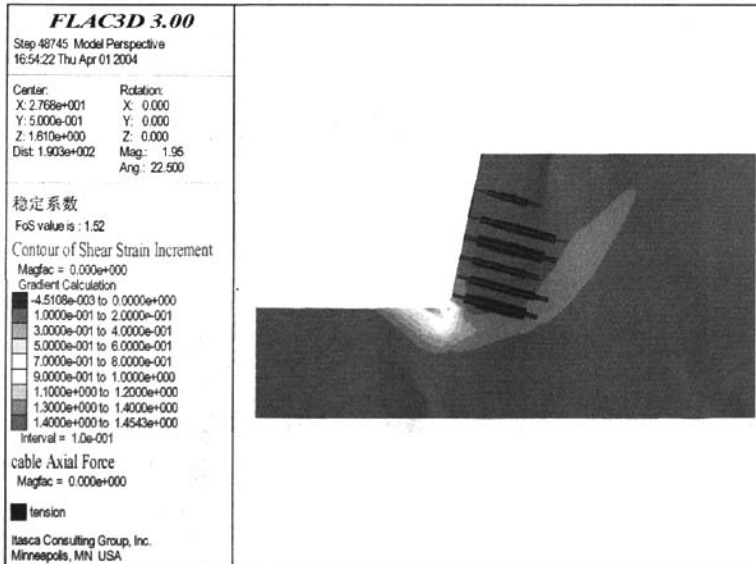


图4 土钉墙稳定性计算成果

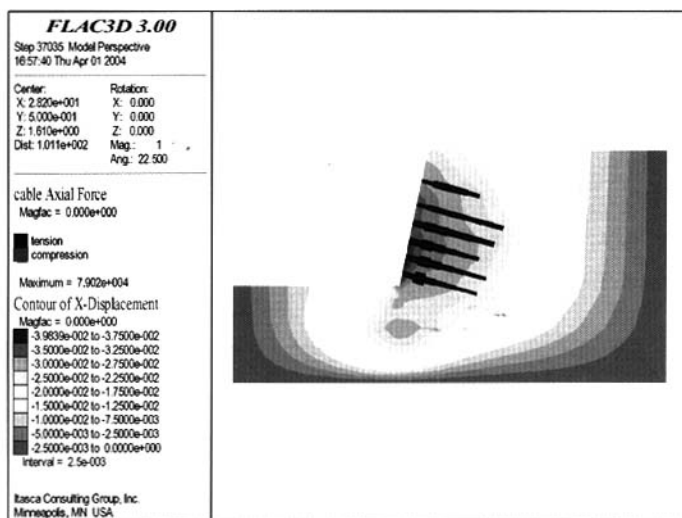


图5 土钉墙位移计算成果图

3 本工程的关键技术与创新

1)本工程利用数值分析技术——Flac-3D有限差分程序,对建筑群在天然地基条件下和CFG桩复合地基条件下,在考虑地基与基础协同作用下的沉降特征进行了模拟计算。

通过计算得出,尽管在天然地基条件下,每个单体建筑物的地基承载力及沉降均能满足要求,但由于不同建筑物之间的沉降差异较大,使得整体筏板基础的应力集中,受力较大,需要较厚的筏板及较大的配筋,增大筏板的整体刚度,这将大大地增加工程的造价。而当采用CFG桩对地基处理后,建筑物沉降明显减小,整个建筑群的沉降基本趋于均匀,大大减小了筏板基础的应力集中问题。

因此根据计算结果分析,建议采用CFG桩复合地基,并建议在沉降差相对较大的位置设置后浇带。

实测结果表明,预测沉降与实测沉降基本吻合,后浇带位置设置合理证明了建议的合理性。

2)利用Flac-3D有限差分程序对基坑开挖方案进行了分析计算,结合本地经验建议采用土钉墙基坑支护方案,并给出了土钉长度及间距。

3)利用我们正在开发的石家庄岩土工程GIS系统给出了拟建场地的周围环境状况,为设计与施工提供了便利条件。

4)利用扁铲侧胀试验结合我们多年积累的经验计算并给出了静止土压力系数和水平基床系数,开创了石家庄地区利用扁铲侧胀试验的先例,并积累了这一原位测试技术在石家庄地区的经验。

4 工程效果验证

为验证工程效果,本工程收集了截止2006年底的沉降观测资料,对比结果见表3。

表3 最大沉降监测点位置建筑物沉降计算值与实测值对比

建筑物	A座北楼	A座南楼	B1楼	B2楼	B3楼	商业区	地下室
无复合地基情况下建筑物最大沉降/mm	65.65	62.76	125.52	40.00	35.86	22.40	17.90
有复合地基情况下建筑物最大沉降/mm	17.16	17.76	27.18	15.68	16.68	14.00	12.74
实测建筑物最大沉降/mm	16.90	18.19	17.36	15.04	14.75	13.08	10.40

由表3可以看出,实测结果与预测结果基本吻合,进一步说明了本报告的合理性。

本工程获2006年度河北省优秀工程勘察一等奖,获2006年度第十届全国优秀工程勘察银奖。

参 考 文 献

[1] 中华人民共和国建设部. GB 50021—2001 岩土工程

勘察规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.

[2] 中华人民共和国建设部. JGJ 72—90 高层建筑岩土工程勘察规程[S]. 北京:中国建筑工业出版社,1991.

收稿日期:2009-03-21