

双轴搅拌桩重力坝在大面积基坑中的应用

江建华

(江西省地质工程(集团)公司,江西 南昌 330029)

摘要:双轴搅拌桩工艺作为重力坝主要用于面积小、开挖深度浅的基坑。在万源城 C 街坊商品住宅项目中,基坑临河、临地铁、周边小区密布及开挖面积大,双轴搅拌桩重力坝得到成功地运用,取得了较好的效果。介绍了该工程双轴搅拌桩重力坝的设计验算及施工工艺。

关键词:双轴搅拌桩;重力坝;大面积基坑;挤土效应

中图分类号:TU473.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2012)12-0054-03

Application of Dual-axis Mixing Pile Gravity Dam in Large-scale Foundation Pit/JIANG Jian-hua (Jiangxi Geo-engineering (Group) Corporation, Nanchang Jiangxi 330029, China)

Abstract: As gravity dam, dual-axis mixing pile process is mainly used in the small-scale and shallow foundation pit. This paper presents an engineering case, in which the large-scale foundation pit is near river, subway and residential districts, but dual-axis mixing pile gravity dam has been successfully applied. The design checking calculation and construction process are introduced.

Key words: dual-axis mixing pile; gravity dam; a large-scale foundation pit; compaction effect

双轴搅拌桩工艺目前主要应用于基坑止水帷幕及坑内加固,而其作为重力坝主要用于面积小、开挖深度浅的基坑。由于其施工时产生强大的挤土力对周边环境的影响,在市区及主要干道周边已逐渐被其他工艺所取代。而在上海市万源城 C 街坊商品住宅项目中,双轴搅拌桩重力坝得到成功地运用,取得了较好的效果。

1 工程概况

万源城 C 街坊商品住宅项目位于上海市闵行区古美地区,东临万源路、西靠合川路,北至平南路,南抵古龙路。

东侧:北段地库外轮廓线距离用地红线最近处约 20.9 m,红线外约 3.0 m 远为万源路,地库外轮廓线距离地铁地下轨道线最近处约 20.1 m,拟建地铁采用单管盾构,埋深约 20.5 m,目前盾构已经铺设完毕。

南侧:地库地库外轮廓线距离用地红线最近处约 5.2 m,距离古龙路最近处约 7.2 m,距离雨水管最近处约 12.2 m,距离污水管 15.2 m。

西侧:地库外轮廓线距离用地红线最近处约 5.3 m,红线外为合川路,地库外轮廓线距离合川路最近处约 8.3 m,合川路下无管线。

北侧:地库外轮廓线距离用地红线最近处约 5.1 m,红线外为漕河泾,地库外轮廓线距离用河道蓝线最近处约 21.2 m。

该项目地下室近似为矩形,基坑面积约 96698 m²;基坑边长约 1568 m。包括 1~16 号高层住宅(16~22 层)、商业(2 层)、幼儿园(3 层)及附属建筑(门卫、配电房、垃圾房)等,下设 1 层地下车库,其开挖深度具体为:地库北侧地下室开挖深度为 5.10 m,地库南侧地下室开挖深度为 5.70 m,地下室基坑开挖深度为 6.10 m。

2 工程地质条件

该项目地层为河口~湖泽、滨海相沉积层,主要由粘土、粉质土及砂土组成。

①₁ 填土层:以粘性土为主,含植物根茎、少量砖屑等杂物,土质松散不均;

①₂ 浜填土层:土质极软弱松散;

② 褐黄~灰黄色粘土层:含氧化铁斑点及铁锰质结核,呈可塑~软塑状态,土质不均;

④ 灰色淤泥质粘土层:呈流塑状态,高等压缩性,土质较软;

⑤₂₋₁ 灰色含粘性土粉砂层:呈稍密状态,土质不均;

收稿日期:2012-07-12;修回日期:2012-11-19

作者简介:江建华(1980-),男(汉族),江苏南通人,江西省地质工程(集团)公司项目经理、技术负责,勘查技术与工程专业,从事桩基与基坑围护工程的施工工作,上海市普陀区武威路 88 弄 20 号 6 楼(200331),huajj1980@163.com。

⑤₂₋₂灰色粉砂层:呈中密状态,局部夹细砂及粉性土;

⑤₃灰色粉质粘土层:呈流塑状态,含云母;

⑥暗绿~褐黄色粉质粘土层:含氧化铁斑点及铁锰质结核,呈硬塑~可塑状态;

⑦₁₋₁草黄色粘质粉土层:层面埋深 27.8~32.4 m,局部夹砂质粉土,呈中密状态。

不良地质情况主要为:场地范围内有数条暗浜分布,最大宽度约为 25 m,暗浜区域缺失第②层土,分布有第①₂层浜填土。

3 围护方案选择^[1,2]

方案一:采用钻孔灌注桩挡土,双轴搅拌桩止水的结构。特点:设备简单、工艺成熟、止水效果好;但由于该基坑面积大,基坑边长长,相应成本较大,且挤土效应大。

方案二:采用钻孔灌注桩挡土,三轴搅拌桩止水的结构。特点:施工工艺先进、止水效果好,同时在施工过程中为置换土,故其挤土效应小,对周边环境保护有利;但其设备庞大,人力、物力投入较多,场地条件要求高,成本相对大。

方案三:SMW工法。特点:工艺先进、止水效果好,又能兼做挡土结果;但由于该基坑面积大,基坑单边边长长,如没有任何支撑辅助,基坑将很容易失稳,且成本也非常大。

方案四:双轴搅拌桩重力坝,间隔内插钻孔灌注桩。特点:设备简单、工艺成熟、止水+挡土效果好,同时场地条件要求相对低、成本低;但施工挤土效应大,且在施工好的重力坝上内插灌注桩难度较大。

考虑该项目基坑面积大、开挖深度深(超过 5 m),且想利用基坑外场地行车及堆放重物,结合施工成本及场地要求,决定采用方案四(采用 4.7 m 宽格栅式双轴搅拌桩重力坝,内插 $\phi 700@3000$ 灌注桩,如图 1 所示),既能保证基坑止水、又能有效挡土、同时满足重力坝上行车和堆物的要求,无论从经济上、技术上还是安全上都达到相应的要求。

4 设计验算^[1,2]

基坑开挖深度为 5.7 m,采用厚度为 4.7 m 的搅拌桩围护结构,桩长为 15 m,内插 $\phi 700@3000$ 灌注桩。计算时考虑地面超载 20 kPa。

4.1 抗倾覆、抗滑移计算

作为临时性的重力式基坑围护结构,抗倾覆安全系数一般不小于 1.0,抗滑移安全系数一般不小

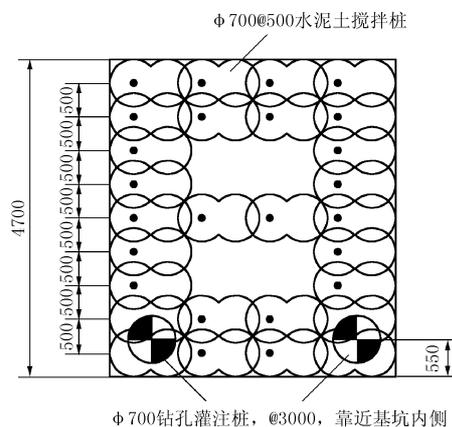


图1 基坑围护方案示意图

于 1.15。该基坑抗倾覆安全系数 $K = 1.12$,抗滑移安全系数 $K = 1.37$ (见图 2),满足要求。

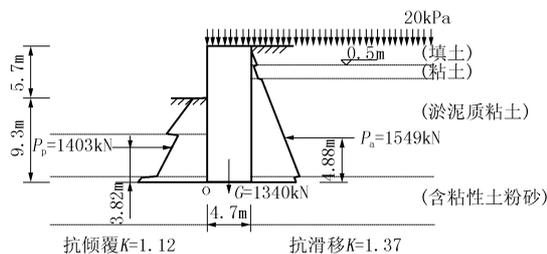


图2 抗倾覆、抗滑移验算(水土分算,三角形荷载)

4.2 整体稳定性验算

传统的重力式结构设计方法中,一般情况下不作整体稳定验算,但当基底下受力范围内有软弱土层时,应按圆弧动面法验算其整体稳定性,其安全系数不小于 1.2。该基坑整体稳定性安全系数为 2.37(见图 3),满足要求。

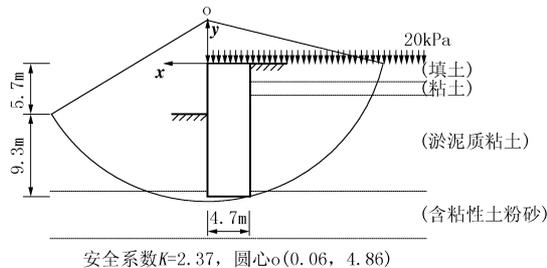


图3 整体稳定性验算

4.3 墙底抗隆起验算

为了达到稳定要求,一般要求基坑抗隆起安全系数采用 Prandtl(普朗特)公式时不小于 1.2,采用 Terzaghi(太沙基)公式时不小于 1.25。该基坑墙底按粘土土层验算,采用 Prandtl 公式时的安全系数为 8.83,采用 Terzaghi 公式时的安全系数为 10.68(见图 4),满足要求。

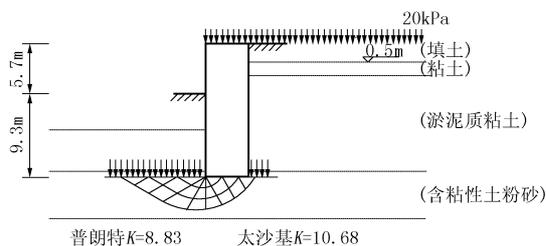


图4 墙底抗隆起验算

分别通过抗倾覆、抗滑移、整体稳定性及墙底抗隆起验算,其安全系数全部满足要求,故该种挡土结构形式能满足该基坑的要求。

5 双轴搅拌桩重力坝施工^[3]

5.1 工艺流程

测量放样→开挖沟槽→桩机就位→水泥浆拌制→预搅下沉→第一次提升、喷浆→第二次下沉→第二次提升、喷浆→第三次下沉、提升、不喷浆。

5.2 水泥浆拌制、成孔钻进及搅拌成桩

双轴搅拌桩采用“二喷三搅”的操作顺序进行,即第一次下沉搅拌不喷浆、第一次上提搅拌喷浆;第二次下沉及上提同第一次;第三次下沉及上提搅拌都不喷浆。水泥浆液的配置应与施工同步进行,水灰比控制在0.5~0.55。单桩完成后做好原始记录。

5.3 施工质量保证措施

(1)施工桩位偏差 ≥ 50 mm,垂直度偏差 $\geq 1/150$ 。

(2)严格控制水泥浆配比,做到挂牌施工。水泥掺量13%,水灰比0.55。由于该项目有暗浜存在,对桩身质量有严重影响。故在暗浜区域施工时,先将能挖除的区域进行好土置换,再将水泥掺量增高至16%,保证暗浜区域双轴搅拌桩的施工质量。

(3)施工时必须坚持两喷三搅的操作顺序,且严格控制施工速度,搅拌下沉速度 ≥ 1.0 m/min,喷浆搅拌上提速度 ≥ 0.5 m/min。

(4)搅拌下沉时不得因为任何原因而随意注水下沉。

(5)水泥浆液采用二次搅拌系统,随时保证水泥浆液不发生离析。

(6)前台操作与后台供浆应密切配合,联络信号必须明确,不得擅自注浆,也不得没有注浆就进行上提作业,以保证桩身质量。

(7)一旦发生管道堵塞、机械故障等,立即停泵进行处理。待处理结束后立即把搅拌钻具下沉2.0

m后方能注浆,等10~20 s后恢复正常上提喷浆搅拌作业,以防断桩。

(8)相邻桩施工间隔时间 ≥ 10 h。由于多台机械作业而造成的施工冷缝,必须进行处理。

(9)为了防止施工时挤土效应对周边环境的影响,做到信息化施工。同时,施工时先将最外侧两排搅拌桩施工一段距离,再由外向内施工剩余的搅拌桩,使应力不向外侧释放而影响环境。

(10)每台班必须进行试块制作,以便于检测桩身强度,28天无侧限抗压强度 ≤ 0.8 MPa。

6 效果验证

6.1 漏水情况

从基坑开挖至地下室结构上 ± 0.00 m止,基坑未出现明显漏水现象(见图5)。



图5 基坑开挖后图片

6.2 基坑围护变形^[4]

从基坑开挖至地下室结构上 ± 0.00 m止,通过每日监测观察发现,基坑水平及沉降位移都处于可控范围内(见表1)。

表1 地下室结构沉降监测结果

点号	沉降位移		点号	水平位移	
	本次变化/mm	累计量/mm		本次变化/mm	累计量/mm
C2	-0.13	-24.86	W2	0.50	35.00
C5	-0.15	-27.16	W5	0.50	25.50
C8	-0.11	-21.55	W8	0.00	20.50
C10	-0.14	-25.83	W10	1.00	26.00
C13	-0.21	-26.98	W13	0.50	31.50
C15	-0.13	-19.45	W15	0.00	24.50
C18	-0.23	-23.29	W18	0.50	33.50

注:沉降位移负值表示下降,正值表示上升。水平位移负值表示远离基坑,正值表示靠近基坑。警戒值:沉降日变量超出 ± 3 mm,累计量超出 ± 30 mm;水平位移日变量超出 ± 3 mm,累计量超出 ± 40 mm。

6.3 钻心取样^[5]

(下转第59页)

护筒埋设在铁渣层,成孔时由于振动和泥浆的冲刷影响,使护筒的周围和底部坍塌,发生事故后即打捞护筒并对事故孔用粘土回填重新钻进。在工程桩施工时,先在桩位处挖出 $\text{Ø}1400\text{ mm}$ 的圆坑,护筒选用 $\text{Ø}1200\text{ mm}$ 、长 2.5 m 的钢护筒,将护筒放入坑内,护筒底部 0.5 m 四周回填混凝土,其余部分回填粘土,此后未发生孔口坍塌事故。

4.2 漏浆、塌孔的处理

前期工程桩施工时几乎所有的孔在开孔即遇漏浆问题,因此在开孔钻进时采用浓泥浆并投入膨润土粉,待泥浆面不下降后重新钻孔。

36号桩施工至 35 m 时发生塌孔事故,起钻后测孔深为 26 m ,发生此情况后即用粘土进行全孔回填,待5天后重新开钻,成孔过程顺利。

5 结语

武汉东湖一号桩基工程开动2台旋挖钻机,平均每根桩成孔时间仅用 5 h ,仅用42天就完成了施工任务。经检测,工程桩I类桩达 97.9% ,无III类桩,工程桩进行了3根单桩静载荷试验,极限承载力均超达 12800 kN 。由于旋挖钻机所形成的孔壁较粗糙,增加了桩侧摩阻力,克服了回转钻机桩侧摩阻力低的缺点,因此在同等情况下旋挖钻进成桩的承载力也高于回转钻进所成桩的承载力,如图1所示。试桩S1采用泵吸反循环工艺其极限承载力为 11600 kN ,68号工程桩采用旋挖钻进成孔其极限承载力为 13000 kN ,68号桩极限承载力高出S1试桩 12.07% 。

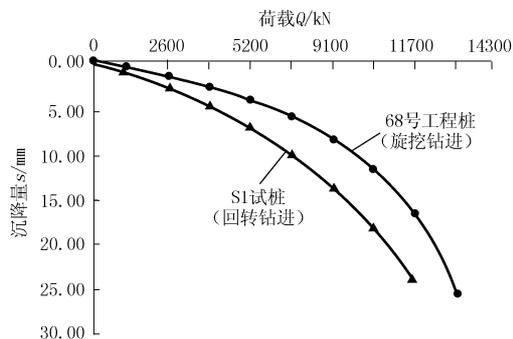


图1 S1试桩与68号工程桩 $Q-s$ 曲线对比

本工程的成功实践说明,旋挖钻机具有施工质量可靠、成孔速度快、成孔效率高、地层适应性强、环保的优点,具有广阔的前景。在桩基施工中应根据切实可行、经济、高效的原则进行钻进方法的优化选择,技术措施合理,就能确保获得理想的施工效率和成桩质量。

参考文献:

- [1] 周红军. 旋挖钻进技术适用性的初步研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(8): 39-42.
- [2] 杨明星, 王丽仙. 旋挖钻孔低粘附水泥浆配制应用技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(2): 64-66.
- [3] 孙琦, 仲文涛, 李玉成. 旋挖钻机与冲击钻机组合在嵌岩桩施工中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(8): 50-52.
- [4] 潘宏雨, 孙芳. 钻孔灌注桩后压浆技术实践及其效果分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(7): 56-58.
- [5] 刘宝新, 唐世杰, 陈跃武. 提高钻孔桩桩底压浆工效及保证质量的技术措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(10): 56-59.

(上接第56页)

基坑围护在施工完28天后,对双轴搅拌桩重力坝进行了3组钻心取样,经检测其28天无侧限抗压强度满足设计要求(见表2)。

表2 3组钻心取样检测结果

点号	设计强度/MPa	检测强度/MPa	检测结果
1	0.80	0.84	合格
2	0.80	0.86	合格
3	0.80	0.89	合格

7 结语

通过周密的讨论和筛选,经过科学验算,合理安排、精心施工,最终各项检验指标满足设计和规范要求

求,说明双轴搅拌桩重力坝在该项目中得到了成功应用,既节省了项目建设成本,确保了工程施工质量及安全,又为大面积基坑施工提供了一种工艺的选择和经验。

参考文献:

- [1] 龚晓南, 高有潮. 深基坑工程设计施工手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社出版, 1998.
- [2] 刘建航, 侯学渊. 基坑工程手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997.
- [3] 俞跃平. 深层搅拌桩法在深基坑围护中的应用[J]. 岩土工程界, 2000, (12).
- [4] GB 50497-2009, 建筑基坑工程监测技术规范[S].
- [5] JGJ 106-2003, 建筑基桩检测技术规范[S].