

桩撑与基础托换联合支护的设计与施工

曾夏生¹, 张丽芬², 何世达¹, 陈明春¹

(1. 湖北中南勘察基础工程有限公司, 湖北 武汉 430081; 2. 中国地震局地震研究所, 湖北 武汉 430071)

摘要: 概述了湖北洪山宾馆基坑支护工程采用桩撑与基础托换联合支护技术的设计及施工。实践证明, 该基坑支护设计合理, 施工技术可靠, 成功利用支护桩对临近建筑物的天然基础进行了基础托换, 确保了周围建筑物的安全, 可为类似工程的设计与施工借鉴。

关键词: 基坑支护; 基础托换; 桩撑

中图分类号: TU473.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2009)01-0058-04

Design and Construction of Combined Support with Pile-strut and Foundation Underpinning/ZENG Xia-sheng¹, ZHANG Li-fen², HE Shi-da¹, CHEN Ming-chun¹ (1. Hubei Central South Exploration & Foundation Engineering Co., Ltd., Wuhan Hubei 430081, China; 2. Institute of Earthquake, China Earthquake Administration, Wuhan Hubei 430071, China)

Abstract: The paper summarized the design and construction of combined support with pile-strut and foundation underpinning in foundation pit support engineering. It showed a successful foundation underpinning for nearby buildings by supporting piles.

Key words: foundation pit support; foundation underpinning; pile-strut

1 工程概况

湖北洪山宾馆拟建洪山宾馆西楼, 该工程位于武汉市武昌区洪山广场北侧, 中北路西侧。新建宾馆西楼地上7层, 高度为30 m, 设地下室一层; 采用框架结构, 基础拟采用墩基础和扩展基础。建筑物的±0.00 m标高相当于绝对标高33.63 m, 约与自然地面的标高平齐。基坑开挖深度为6.2~6.5 m, 局部坑中坑为8.2 m, 平面大小约为150.0 m×30.0 m。

基坑周边建筑物较多, 距离较近, 周边环境较复杂。基坑东侧为6层商住楼, 毛石基础, 距基坑边线16.6 m; 南侧为6层宾馆南楼, 毛石砼基础, 距基坑边线仅1.0 m; 西侧为2层办公楼, 毛石基础, 距基坑边线11.5 m; 北侧道路为某商住楼, 距西楼11.9 m, 17层, 设有地下室, 桩基础; 基坑周边无地下管线。基坑周边环境详见图1。

2 场地工程地质条件与水文地质条件

根据岩土工程勘察报告, 拟建场地地貌单元属长江冲洪积三级阶地, 现场地形较为平坦。地层自上而下可分为杂填土层、粉质粘土层, 粘土(粉质粘土)层、含碎石粘土层等, 基坑底部主要位于③₂硬

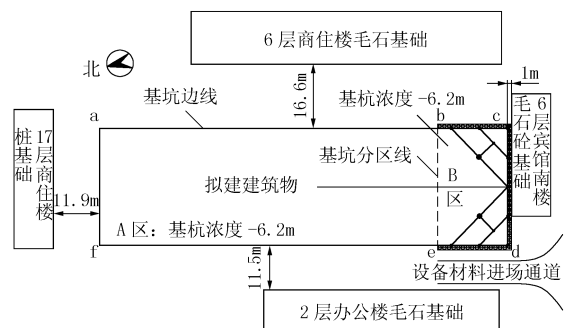


图1 基坑周边环境平面图

塑粘土层中, 地层情况及相关参数详见表1。

场区地下水类型主要为上层滞水, 主要赋存于杂填土中, 无统一自由水面, 主要接受大气降水和地表水排泄的补给, 水量较小, 对基坑施工影响较小。

3 基坑设计

本场地基坑开挖深度为6.20~6.50 m, 局部坑中坑8.20 m, 地下水水量较小, 地层性质较好, 但周边建筑物较多, 距离基坑边线较近, 特别是基坑南侧建筑物外墙距离基坑边线仅有1.0 m, 且为毛石基础, 必须采取有效措施保证该建筑物的安全。本基坑工程重要性等级南侧de段为一级, 其他段为二

收稿日期: 2008-08-17

作者简介: 曾夏生(1981-), 男(汉族), 湖北中南勘察基础工程有限公司助理工程师, 地质工程专业, 工学硕士, 从事岩土工程设计、治理、研究工作, 湖北省武汉市青山区和平大道1250号勘基公司技术部, zeng99132@163.com。

表 1 场地地层特征表

层号	地层名称	岩性特征	γ /($\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$)	c /kPa	φ /($^\circ$)	τ /kPa
①	杂填土	主要成分为粘性土,松散,未固结,全区分布,层厚 0.4~5.6 m	18.8	10	8	20
②	粉质粘土	可塑,含有铁锰质氧化物及其结核,局部分布,层厚 0.9~5.1 m	19.75	20	12	30
③ ₁	粉质粘土	可塑偏硬,含有铁锰质结核,大部分分布,层厚 0.7~5.3 m	19.97	25	14	50
③ ₂	粘土	硬塑,切面光滑,干剪强度高,全场分布,层厚 1.0~8.5 m	19.9	32.3	16	55
③ ₃	粉质粘土	硬塑,土质较均匀,大部分分布,层厚 0.6~4.9 m	20.2	36.7	16.2	55
④	含碎石粘土	硬塑,含菱角状碎石,粒径以 30~50 mm 为主,含量占 30%~45%,局部富集,全区分布,揭露层厚 0.7~7.4 m	20.7	42	16	60

级。

综合考虑场地地质条件和水文地质条件及基坑周边环境,不能采取噪声大的支护方案,还应确保基坑周边建筑物和基坑的安全。根据不同地段、不同环境对基坑周边分段进行支护设计,经多方案比较、对比、经济分析,具体设计参数如下。

3.1 二级放坡加喷锚支护

本工程对基坑 ab 段(北侧)、ef 段(东侧)和 fa 段(西侧)按扩展基础底为计算深度,基坑深度按 6.20 m 计算,采用二级放坡挂网喷砼支护,中间设 1.5 m 宽平台,钢筋网规格为 $\text{O}6.5@200\times 200$,加强筋为 $\text{O}16@1500$,坡面喷射砼采用 C20 混凝土,砼厚 80~100 mm,采用 32.5 级水泥。坡面和坡顶打入直径为 16 mm 的土钉,长度 1.0 m,具体布置如图 2 所示。

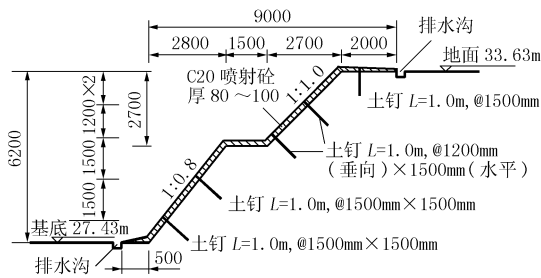


图 2 二级放坡加喷锚支护剖面图

经验算,三个区段的整体稳定性安全系数最小值 $K_{\min} = 1.525$,满足安全要求。

3.2 桩撑支护

本工程对基坑 bc 段、cd 段和 de 段按扩展基础底为计算深度,基坑深度按 6.50 m 计算。考虑到宾馆南楼对水平变形较敏感,为方便施工机械和材料进场,bc 段(东侧)和 de 段(西侧)没有采用放坡,而是作为支撑的着力点,与 cd 段(南侧)一起采用桩撑支护,并把部分支护桩设计为托换支护两用桩,对临近基坑边线的基础进行托换,确保宾馆南楼的安全。计算时,6 层南楼荷载按 120 kPa 的超载计算,具体支护参数如下。

支护(托换)桩采用人工挖孔桩,桩径 900 mm,桩间距 1.2 m,桩长 12.0 m,纵筋 $16\text{O}22$,箍筋 $\text{O}10@120$,加强箍筋 $\text{O}14@2000$ 。立柱桩参数与支护桩一致。桩顶设置冠梁一道,截面尺寸 800 mm(高) $\times 1100$ mm(宽),混凝土强度等级 C30。地表设内支撑一道,设置深度 0 m,支撑截面尺寸为 800 mm(高) $\times 1000$ mm(宽)。其平面布置详见图 3。

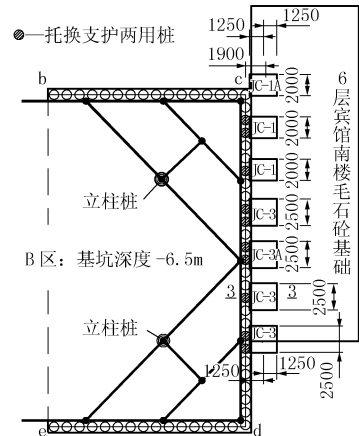


图 3 桩撑结构和托换支护桩平面布置图

本工程采用北京理正深基坑软件进行验算,具体验算结果如下。

(1) 整体稳定验算

计算方法:瑞典条分法;

应力状态:总应力法;

条分法中的土条宽度:0.40 m;

计算结果:整体稳定安全系数 $K_s = 1.660$,满足规范要求。

(2) 抗倾覆稳定性验算

$$K_s = M_p / M_a$$

式中: M_p ——被动土压力及支点对桩底的弯矩,对于内支撑支点对由内支撑抗压力决定; M_a ——主动土压力对桩底的弯矩。

计算结果:抗倾覆安全系数 $K_s = 1.392 > 1.2$,满足规范要求。

(3) 抗隆起验算

采用 Prandtl (普朗德尔) 公式 [$K_s \geq 1.1 \sim 1.2$, 安全系数取自《建筑基坑工程技术规范》(YB 9258-97)]:

$$K_s = (\gamma DN_q + cN_c) / [\gamma(H + D) + q]$$

计算结果: 抗隆起安全系数 $K_s = 2.792 > 1.2$, 满足要求。

(4) 支护结构最大水平位移

经软件验算, 支护结构最大水平位移方向指向坑内, 最大位移值为 12.94 mm, 满足要求。

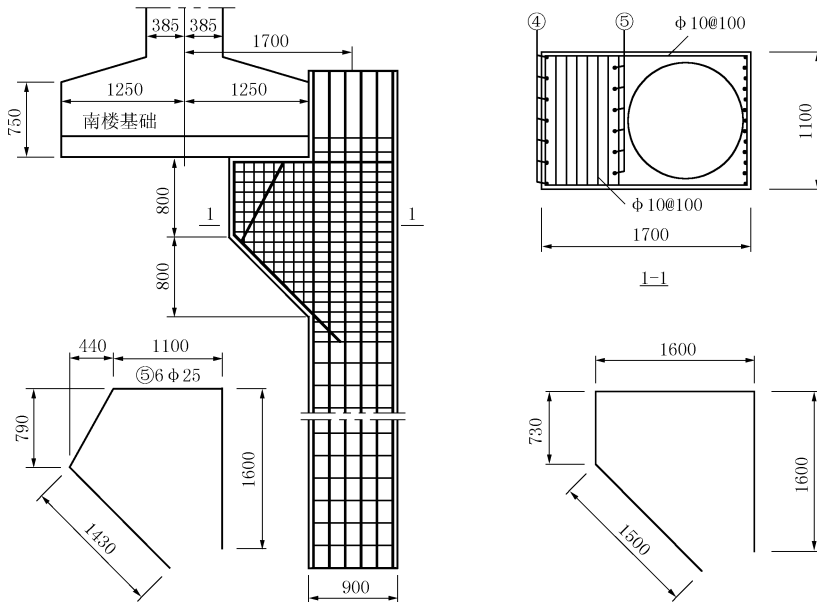


图 4 de 段托换支护两用桩大样图

普通混凝土会产生干缩, 在“牛腿”施工时, 人工操作因素的影响及混凝土的干缩易造成“牛腿”与基础底面的接触不紧密, 从而增加基础的沉降及局部倾斜。为此, “牛腿”所用混凝土搅拌时需添加膨胀剂, 以补偿混凝土收缩。膨胀剂添加量根据所用产品的说明来配制, 并应先在室内做配制试验。

3.4 地下水处理

为避免上层滞水、雨水和生活用水浸泡软化坑内土体, 利于基坑内的作业施工, 在基坑内部坑壁底设置集水明沟及集水井。基坑侧壁喷射砼后, 在护面上插入 $\varnothing 30$ mm 的 PVC 塑料导管将渗水导至集水明沟, 然后用潜水泵排至坑外。

沿基坑四周距坡肩 2 m 范围内进行地面硬化, 硬化厚度为 80 ~ 100 mm 厚, C20 砼, 硬化层设 3‰ 反坡, 在距坡肩 2 m 范围外设 300 mm × 300 mm 排水沟。

4 施工工艺流程

本基坑工程主要工艺流程为: 测量放线 → 支护

3.3 基础托换

根据宾馆南楼基础图, 该楼基础尺寸为 2500 mm × 2500 (2000) mm, 毛石基础边线距离基坑边线仅为 1 m, 为确保该建筑物的安全, 对与 de 段相邻的 6 个基础进行托换, 共布置了 10 个托换支护两用桩。托换桩采用人工挖孔桩, 在托换桩上设置“牛腿”, 在临近基坑一侧对矩形基础进行托换。“牛腿”布置在桩顶下 150 cm, 墙基础下方。平面布置详见图 3, 托换桩大样详见图 4。

(托换) 桩施工 → 冠梁、内支撑梁施工 → 桩、梁养护 → 四周排水沟及硬化路面施工 → 监测点布置与监测 → 第 1 层土方开挖 → 第 1 层喷锚工程施工 → 养护 2 ~ 3 天 → 第 2 层土方开挖 → 第 2 层喷锚工程施工 → 养护 2 ~ 3 天 → 保留 0.5 m 厚土层, 进行扩展基础及承台开挖施工, 坑底排水沟开挖 → 清底至设计基坑深度 → 基坑施工完毕。

5 施工技术措施

(1) 在基坑开挖支护施工中, 采取分段分层开挖, 一旦监测到支护结构位移过大, 或发现坡顶出现裂缝时, 应立即停止开挖, 并回填压脚, 以阻止土体继续变形。

(2) 准备一定面积的钢筋网, 当较差土质出现局部剥离坍塌时, 迅速采用土钉挂网固定, 施喷速凝混凝土。

(3) 基坑开挖时, 现场应配备一定数量的抢险物质: 编织袋、草包; 潜水泵、电焊机、水泥、砂、石料、杉木条以及其它工具、材料等。

(4)为预防基坑土层的扰动、减少基坑暴露时间,要协调好各工序工作。

(5)基坑四周尽可能少堆放各种材料,堆放时要尽量均匀,以免超过设计规定的附加荷载。

6 施工监测

为了保证基坑和周边建筑物的安全,在基坑开挖前,做好各种监测标志,监测内容主要包括桩顶水平位移、墙顶沉降、立柱桩沉降、周围建筑物沉降等项目。为确保监测数据准确,监测基准点埋设在距基坑 40 m 以外,且通视好的地方。本工程 2008 年 5 月开始施工,于 2008 年 7 月基坑施工至 ± 0.000 ,根据监测结果,支护桩顶最大水平位移 < 7.0 mm,宾馆南楼临近基坑侧的两个角点和中点累计沉降为 2.1、3.5、3.7 mm,说明桩锚支护和托换处理达到了预期的目的,确保了宾馆南楼的安全。

7 结论

(1)在基坑设计前,一定要查清楚周围建筑物的基础型式、管线布设情况,以便采用最经济、最安全的设计方案,避免基坑开挖实施后产生不必要的

损失。

(2)在进行基坑支护设计时,不仅应考虑基坑侧壁自身的安全,还必须注意基坑开挖产生的沉降变形对周边建筑物的影响。当周边建筑物距离基坑较近,影响较大时,必须采取有效的处理措施,如基础托换、地基加固等措施,并应采取较安全、结构变形较小的支护型式,如桩撑、桩锚等,留有一定的安全储备。

(3)当基坑周围环境变化较大时,可以分为多个区段,各区段可采用不同的重要性等级和支护方式。在土质和周围环境允许的情况下,尽量采用放坡、土钉墙等较经济的支护方式。

参考文献:

- [1] 何世达.基础托换在基坑支护中的应用[J].岩土工程界,9(S1):33-36.
- [2] 陈国国,曾夏生.西安某基坑土钉墙支护设计[J].山西建筑,2000,34(7):130-131.
- [3] 郑元林,刘忠义,胡发虎.联合支护在云南社科大厦基坑支护工程中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(5):41-43.

三峡工程经 16 年建设 2009 年将全面完成初步设计任务

新华社消息 从 1 月 14 日召开的三峡工程移民工作会议上获悉,经过 16 年建设,三峡工程将在 2009 年全面完成初步设计建设任务,并着手开展三峡后续工作规划编制,全力推进移民安稳致富、生态环境建设与保护等各项长期工作。

国务院三峡工程建设委员会副主任、三峡办主任汪啸风在会上介绍,2008 年三峡工程建设各项工作全面推进,枢纽工程、输变电工程、移民搬迁安置、地质灾害防治、生态环境建设与保护、库区经济社会发展等方面取得了新的重大进展。特别是按期完成了 175 m 蓄水涉及的移民搬迁安置和清库验收任务,顺利实现了 2008 年汛后具备 175 m 蓄水条件和三峡电站初步设计规划的 26 台机组全部投入运行两大年度标志性目标。三峡工程试验性蓄水进展顺利,三峡电站累计发电 2880 多亿千瓦时,三峡工程防洪、发电、航运、供水等方面的综合效益日益显现。

目前,工程进度总体提前,工程质量总体优良,安全生产符合国家要求,工程投资控制良好。截至 2008 年 12 月底,三峡工程累计完成动态投资 1815 亿元,折合静态投资 1229 亿元,占国家批准概算的 91%。预计到工程全部完工,静态

投资可控制在国家批准的概算之内,动态投资可控制在初期预测的范围之中。

据悉,2009 年是三峡工程建设极具历史性意义的一年,三峡工程将全面完成初步设计建设任务和移民搬迁安置任务,三峡工程的巨大综合效益将进一步显现。围绕今年工作的总体要求和主要任务,三峡工程建设将着重抓好以下重点工作:一是高质量完成移民剩余搬迁安置任务;二是加强对口支援三峡库区和移民培训工作;三是加大科技帮扶移民致富的工作力度;四是加强水库管理,加快推进生态环境建设与保护工作;五是进一步做好三峡工程试验性蓄水工作;六是加强三峡工程移民资金监管和结算工作;七是抓紧做好三峡后续工作规划编制工作;八是积极推进三峡工程总结性研究工作。

汪啸风表示,三峡后续工作是推进三峡工程科学发展的重大措施,要把拓展和持续发挥三峡工程巨大综合效益作为战略目标,把促进三峡百万移民安稳致富作为工作的出发点和落脚点,把加强三峡工程生态环境建设与保护和地质灾害防治作为长期任务,构建库区发展、生态支持、防灾减灾和运行管理四大体制机制体系。