

福州福泰广场基坑支护设计及施工技术

陈 耀

(福建地矿建设集团公司 福建 福州 350003)

摘 要 福州福泰广场基坑工程施工环境条件复杂,场地狭小,地下水丰富,施工难度大,设计采用了H钢桩挡土,水泥搅拌桩止水,钢管内支撑,降水井降水及减压井等多项技术措施,达到了经济安全的目的。介绍了基坑支护方案的设计及施工技术。

关键词 福州福泰广场 基坑支护 H钢桩 水泥搅拌桩 降水井 减压井

中图分类号 :TU473.2 **文献标识码** :B **文章编号** :1672-7428(2004)09-0018-02

1 工程概况

福州福泰广场是一座集商场、娱乐、住宅为一体的高层商住楼,地上32层,地下1层,建筑高度103.7 m,总建筑面积43340 m²,其中地下室面积3058 m²,基础为静压式PHC预应力混凝土管桩,桩长35~42 m。该工程位于福州台江商贸中心区,南面紧临江滨路,与闽江江边距离仅35 m,东为五一南路,西为江三路。设计地下室底板底标高比江滨路低6.9 m,基坑净开挖深度为6.3~6.7 m。基坑工程所处场地地下水极为丰富,且场地狭小,施工环境条件复杂,施工难度大。

2 工程地质条件

2.1 地层情况

根据该场地工程地质报告揭示,场地地层自上而下分布为:

①人工填土(填砂),分填土①₁及人工填砂①₂二个亚层,杂填土层厚0.2~3.5 m,人工填砂厚1.9~15.0 m;

②中粗砂,灰或土灰色,稍密~中密,饱和,层厚3.1~18.3 m;

③淤泥,深灰色,软~流塑,饱和,高压缩性,层厚1.5~6.7 m不等;

④中(细)砂与淤泥质土互层,灰或深灰色,中、细砂呈稍密~中密,饱和,单层厚度1.1~2.0 m,淤泥质土呈软塑状,饱和,单层厚度3.0~5.2 m;

⑤中(细)砂,灰、深灰或土灰色,中密,饱和,厚度7.1~22.6 m;

⑥砾卵石,灰、深灰或灰黑色,中密,饱和,砾、卵

石多呈次圆状,厚度1.6~22.5 m;

⑦中风化花岗岩,浅灰白或灰色,中粒花岗结构,碎块状构造,厚度0.5~3.7 m。

2.2 地下水情况

场地内地下水有3种类型:

(1)上层滞水,主要贮存于杂填土层的孔隙中,受降水和地表水的补给,一般水量不大;

(2)承压水,贮存于砂层之中,水量丰富具有明显的承压性,水量补给迅速,该层承压水与闽江水相通;

(3)基岩裂隙水,渗透性不大,但由于场地靠近江边,有可能受到江水补给,对深基坑开挖施工造成影响。

3 基坑支护方案的选择

(1)根据本工程实际情况,在选择基坑支护方案时应充分考虑以下影响因素:

①由于本工程离闽江边仅35 m,工程地下室底板位于砂层位置,地下水与江水贯通,水量异常丰富,将会对基坑支护与开挖带来极为不利的影响。

②工程南侧紧临江滨路——防洪堤,在确定基坑支护结构设计和施工中应确保防洪堤的稳定和安全。

③工程地处闹市区,场地狭小,施工中不能干扰附近居民日常生活、商业活动和道路交通安全。

④同时要考虑施工工期、造价和施工的可行性等因素。

(2)通过对各种方案优缺点的充分讨论、分析,否决了放坡明挖、土层平(斜)拉锚杆和冲钻孔桩结

收稿日期 2004-07-28

作者简介:陈耀(1969-),男(汉族),福建人,福建地矿建设集团公司副总工程师、工程师,工业与民用建筑专业,从事建筑施工与管理工作,福建省福州市五四路285号。

合水泥搅拌桩帷幕止水的基坑支护方案,最后确定采用 H 型钢桩加水泥搅拌桩帷幕止水的支护方案。

4 基坑支护方案设计要求

(1) 采用 400×400 H 型钢桩(桩长 12 ~ 15 m)配合两排 $\varnothing 500$ mm 水泥土搅拌桩(桩长 15 m)互搭成 0.85 m 的帷幕挡土止水墙,作为基坑支护。

(2) 采用 400×400 H 型钢材做腰梁, 400×400 H 型钢材作四角水平斜支撑, $\varnothing 609$ mm $\times$ 16 mm 钢管做坑内对顶撑支护。

(3) 采用 12 根 270×270 H 型钢桩做支撑系统的立柱。

(4) 在基坑范围内设置 21 口 $\varnothing 220$ mm 降水井不间断抽取地下水,以降低基坑内地下水位,同时在基坑南侧离江滨路堤 2.5 m 处设置一排 7 口减压井,以降低基坑开挖过程对江滨路堤稳定性的影响。

基坑支护设计如图 1 所示。

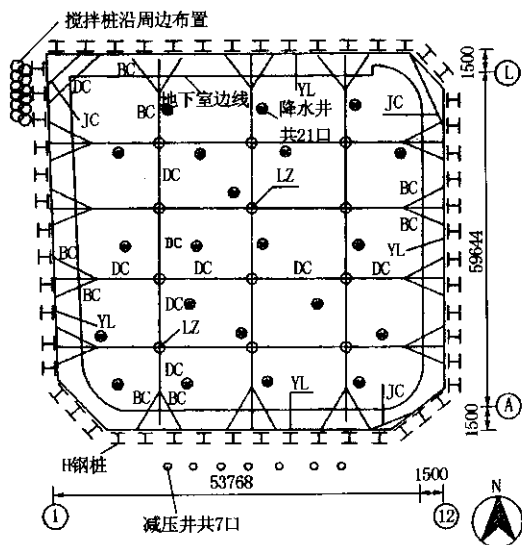


图 1 基坑支护平面示意图

DC—对顶撑; BC—八字撑; LZ—立柱; JC—角撑; YL—围檩

5 基坑支护施工方法

5.1 基坑支护施工步骤

进场准备→测量放样→桩位清理→水泥搅拌桩施工→H 型钢桩施工→钢立柱施工→钢围檩安装→钢支撑安装→基坑土方开挖→监控测量。

5.2 水泥土搅拌桩的施工要点

(1) 搅拌桩成桩工艺流程为: 桩机定位, 拌制水泥浆→第一次预搅下沉→提升喷浆搅拌→第二次下沉搅拌→复搅喷浆至桩顶→成桩。

(2) 对基坑四周搅拌桩施工场地进行平整, 对万方数据

局部不平不实的地方进行处理。

(3) 搅拌桩固化剂采用 32.5 MPa 普通硅酸盐水泥, 为加快水泥固化, 宜在水泥搅拌桩中增加 EC-5 早强剂, 水泥掺入量 18%, 水灰比为 0.6。

(4) 施工技术参数: 转速 50 ~ 70 r/min, 泵量 60 L/min, 下沉速度 0.8 ~ 1.0 m/min, 提升速度 0.5 m/min, 相邻桩施工的时间间隔 ≥ 10 h。

5.3 H 型钢桩和支护系统施工要点

(1) H 型钢桩的机械性能和尺寸应符合要求。沉桩时宜先用自重下沉, 待桩身有足够稳定后再采用振动锤下沉, 打桩机械采用 20、50 t 履带吊车各一台, 配合 DE45A、DE60A 型振动沉拔桩锤各 1 套。

(2) H 型钢桩的施工精度, 沿基坑开挖方向墙面左右偏差 ≤ 200 mm, 桩底标高偏差 ≤ 300 mm, 钢桩垂直度控制在 1% 以内。

(3) 钢围檩按设计要求安装在同一水平线上, 当钢围檩与 H 钢桩之间的间隙 ≤ 50 mm 时, 采用楔型钢板填塞间隙并电焊牢; 间隙 ≥ 50 mm 时, 采用 C30 砼浇灌填塞。使每根 H 钢桩都能与钢围檩有良好的接触。

(4) 水平钢支撑安装采用 $\varnothing 609$ mm $\times$ 16 mm 钢管, 400×400 H 钢作为角斜撑, 水平钢支撑轴线的允许偏差 ≤ 5 mm, 钢支撑挠曲矢高 $\leq L/1000$ (L 为钢支撑支点间距), 且不大于 15 mm。

(5) 水平钢支撑立柱长 15 m, 采用振动沉拔桩锤将钢支撑立柱按设计位置打到标高, 并与钢管连接。

(6) 考虑到钢管各节点的间隙与气温变化的影响以及开挖后支护结构的变形等因素, 在基坑开挖前设计了基坑的主要钢管支撑施加预应力, 预应力值要求达到 300 kN。

(7) 基底砼垫层与钢筋砼底板浇筑时, 应浇筑至基坑边缘。在砼与 H 钢桩之间应设置不少于 3 层的油毡隔离层, 待砼达到设计强度时, 方可拆除水平钢支撑。此时支护桩处于悬臂状态, 应加强对桩位水平位移的监测。

(8) 地下室施工完成后, 可进行拔桩工作。拔桩要及时, 尽量缩短 H 钢桩的使用时间。拔桩时采用 DE45A 或 DE60A 型振动锤, 拔桩锤与 H 钢桩之间应用钢丝绳扣牢, 使 H 钢桩拔起、离开锤头时钢丝绳受力吊位 H 钢桩。

(下转第 22 页)

表 1 部分地下连续墙工程接头形式及效果表

序号	工程名称	工程规模	接头形式	情况
1	天津金融大厦地下连续墙工程	墙宽 0.8 m、深 18 m、286 延长米；三合一墙"逆作法施工	公母刚性接头	墙面平整 ,接头处无漏渗水现象 ,地下连续墙作为结构外墙。获鲁班奖 ,最近建筑物距离 1.2 m
2	上海港汇广场地铁口地下连续墙工程	墙宽 0.8 m、深 24 m、133 延长米 ,围护墙、大开挖施工	锁口管柔性接头	墙面平整 ,接头处渗水 ,拔管难
3	苏州新工业园 PSI 净水厂地下连续墙工程	墙宽 0.6 ~ 0.8 m、深 18 ~ 21 m、260 延长米；三合一墙"逆作法施工	十字板刚性接头	墙面平整 ,接头处无渗水、渗漏水现象
4	北京工艺美术中心地下连续墙工程	墙宽 0.6 m、深 21 m、210 延长米 ,大开挖施工	锁口管柔性接头	拔管难 ,个别接头处理很难 ,接头处无渗漏水 ,最近建筑物距离 0.2 m
5	上海银冠大厦地下连续墙工程	墙宽 1 m、深 38 m、367 延长米；二合一墙"大开挖施工	预制工字接头	成槽、下工字接头难 ,因槽太深个别偏心 ,接头处渗漏较严重
6	天津亚太大厦地下连续墙工程	墙宽 0.6 ~ 0.8 m、深 16 ~ 18 m、220 延长米；二合一墙"大开挖施工	公母刚性接头	墙面平整 ,接头处无渗、漏水
7	北京王府井百货地下连续墙工程	墙宽 0.6 ~ 0.8 m、深 26 ~ 28 m、780 延长米；三合一墙"全逆法大开挖施工	公母刚性接头	墙面平整 ,接头处上部 2 m 左右有渗水现象 ,原因是泥浆未处理好 ,最近建筑物距离 0.3 m
8	天津伊都锦商厦地下连续墙工程	墙宽 0.8 m、深 24 ~ 28 m、360 延长米 ,“三合一墙"逆作法施工	公母刚性接头	墙面平整 ,地下连续墙作结构外墙 ,没有做衬墙 ,无渗、漏水现象
9	天津外商活动中心地下连续墙工程	墙宽 0.8 m、深 22 m、130 延长米；二合一墙"逆作法施工	公母刚性接头	无异常现象
10	天津华联百货(二期)地下连续墙工程	墙宽 0.6 m、深 26 m、220 延长米；三合一墙"逆作法施工	公母刚性接头	墙面平整 ,作为结构外墙 ,接头处无渗、漏水现象 ,最近建筑物距离 1 m

(2)不同的槽段接头形式可以满足不同的地下连续墙支护功能的要求。

(3)刚性接头因其流水凹凸且线路长、阻力大 ,具有较强的防漏抗渗性能 ,接头与钢筋笼刚性联接且与相邻钢筋笼重叠大 ,具有强的传递应力能力 ,钢筋笼整体刚性大 ,下笼方便 ,适用于任何深度的地下连续墙施工。目前 ,国内刚性接头在深 80 多米的水

坝上成功应用。

(4)柔性接头因其流水畅通且线路短、阻力小 ,防漏抗渗能力弱 ,两笼之间重叠少 ,传递应力差 ,接头"柔软"不易下到位 ,或易偏。只适用于深度较浅的地下连续墙施工。但预制砼接头以其质量大 ,可适用于较深的地下连续墙施工。目前 ,国内预制接头在深近 40 m 的工地上成功应用。

(上接第 19 页)

6 基坑支护结构监测

6.1 监测系统的布设

为监测基坑支护桩体在土方开挖后临空面的横位移、支撑位移、土体位移及周边建(构)筑物沉降 ,沿基坑周边共计设置了 8 个测斜孔 ,孔深为 16.0 m ,15 个沉降观测点 ,以及 15 个钢支撑应变观测点。

6.2 监测的要求

开挖期 1 次/2 天 ,封底后 1 次/5 天 ,如遇险情应加密观测 ,支撑拆除时应连续实时观测 ,监测报告应在 12 h 内提供。

6.3 监测的结果

从土方开挖至钢支撑拆除后变形完全稳定为止 ,共测得监测数据 47 份 ,深层土体水平位移的最大位移 47.01 mm ,桩顶支撑结构最大水平位移 24.5 mm ,临近建筑物最大沉降 8.7 mm ,均在设计

控制范围内。

7 施工效果

(1)本基坑支护工程共打了 Ø500 mm、桩长 15 m 的水泥搅拌桩 1493 根 ;H400 钢桩 232 根 ,桩长 12 ~ 15 m。沿基坑周边每延长米围护结构造价为 8100 元 ,达到业主预期的造价要求。

(2)从基坑开挖、地下室结构成功施工及监测报告分析显示 ,福泰广场地下室基坑围护结合实际情况采用 H 钢桩挡土、水泥搅拌桩止水、钢管内支撑及降水井降水和减压井施工等多项技术 ,达到了基坑围护的预期目的 ,为地下室施工提供了安全保障 ,保证了周边建筑物、构筑物的安全 ,未对周边环境产生不良的影响 ,说明这些技术措施是成功的、有效的 ,是一种安全且较为经济的支护技术 ,是解决狭窄、复杂而又对公共安全要求很高的现场施工难题的一种好方法。