

浙医二院急诊中心“ 两墙合一 ”深基坑支护技术

李向荣 , 徐江平

(浙江省大成建设集团有限公司 浙江 杭州 310004)

摘 要 :详细介绍了在复杂周围环境和复杂地质条件下采用地下连续墙“ 两墙合一 ”基坑支护的设计、施工、监测施工实例 ,同时也对紧邻基坑的周边重要建筑物采用高压摆喷桩进行加固处理作了简要介绍。
关键词 :基坑支护 地下连续墙 两墙合一 基坑支护设计 高压摆喷桩
中图分类号 :TU476⁺.3 **文献标识码** :B **文章编号** :1672 - 7428(2005)08 - 0009 - 03

1 工程概况

拟建的浙医二院急诊中心位于浙医二院内 ,南为解放路 ,东面紧邻现有急诊楼、放射楼 ,西面紧邻现有门诊科教综合楼。主楼地上 6 层 ,设 2 层半地下室 ,基坑设计开挖深度为 13.0 m ,局部电梯井范围开挖深度为 14.8 m。基坑平面布置见图 1。设计 ±0.000 相当于黄海高程 9.60 m ,基础底板面标高为 -11.9 m ,地下一层板面标高为 -7.65 m ,夹层标高为 -3.3 m ,基础采用筏板基础 ,筏板厚度为 1.6 m ,工程桩采用钻孔灌注桩(一柱一桩) ,基坑围护体系采用 800 mm 厚地下连续墙(两墙合一)加 2 道钢筋混凝土支撑(局部 3 道)组成。

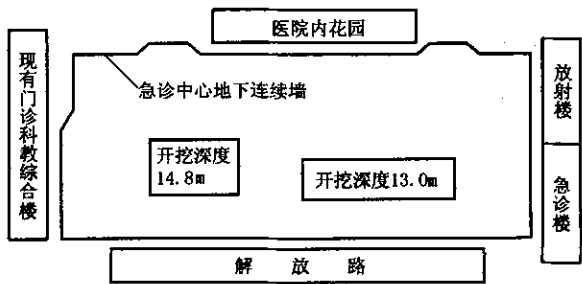


图 1 基坑平面布置示意图

2 工程特点

本基坑工程的周边环境相当复杂。东侧为医院现有急诊楼及放射楼 ,二者均为桩基础 ,急诊楼工程桩为 400 mm × 400 mm 预制方桩 ,桩长为 8.7 m ,放射楼工程桩为 Ø325 mm 沉管灌注桩 ,桩长为 5.0 m ,老楼基础距离新楼地下室外墙 0.28 ~ 2 m ,大楼内有许多贵重仪器和设备 ,如直线加速器、核磁共振、CT 等 ,对变形相当敏感 ,变形过大将影响仪器的正常工作 ,特别是直线加速器 ,其混凝土侧壁如果开裂

而引起辐射泄漏 ,后果将非常严重。基坑西侧为已建的门诊科教综合楼 ,设 2 层地下室 ,埋深 10 m ,围护桩为一排 Ø800 mm 钻孔灌注桩与一排 Ø1000 mm 高压旋喷桩 ,基坑与现有门诊楼的墙面距离为 1135 mm。基坑南侧为解放路 ,基坑距离规划解放路人行道最近处约 6.8 m ,人行道下面埋设了大量的市政、电力、电信和煤气等管道。

所以围护设计应合理控制围护体的变形 ,确保基坑邻近建筑物及设施的安全和正常使用 ,确保医院功能的正常运转。

基坑影响深度范围内的地基土主要为填土、粉土和砂质粉土 ,详见表 1。填土组成复杂 ,砂质粉土强度高 ,压缩性低 ,但渗透性能很强 ,围护设计应对基坑的防渗止水、抗管涌、浅层障碍物及不良地质等对围护体施工的影响等予以充分考虑。本工程基坑坑底位于⑤₋₁砂质粉土中。

表 1 各土层物理力学指标

层号	土 层	层厚/m	重度 γ/ (kN · m ⁻³)	摩擦角 φ/(°)	粘聚力 c/kPa	压缩模量 E _s /MPa
①	杂填土	2.0 ~ 3.0	19	15	10	-
②	砂质粉土	1.6 ~ 3.3	19.4	26.3	5.7	5.0
③	砂质粉土	1.5 ~ 3.0	19.5	30.5	3.7	6.5
⑤ ₋₁	砂质粉土	6.2 ~ 7.9	19.7	32.7	2.4	13.6
⑤ ₋₂	砂质粉土	1.7 ~ 4.5	19.7	33	3.2	10.0
⑥	淤泥质粉质粘土	0.2 ~ 4.7	18.3	12	10.7	2.2
⑦	粉质粘土	3.3 ~ 9.2	19.5	14.9	19.6	4.4

3 基坑围护方案的比较及确定

本工程开挖深度较深 ,场地占地条件有限 ,大放坡和土钉墙方案没有实施的可能。采用常规的大直径钻孔灌注桩结合止水帷幕的施工质量难以保证

(一般采用高压旋喷桩),由于基坑较深,止水帷幕桩与桩之间在较深处的搭接如不满足设计要求,则挖土至坑底后,由于坑内外的水头差很大(有可能超过15 m)地下水很容易在止水帷幕的薄弱点突破,从而产生大量流砂、涌砂或涌土现象,基坑邻近建筑物及设施的安全将很难保证。本工程任何部位都不能允许发生这种现象,否则后果将非常严重。

因而采用地下连续墙作为挡土结构兼防渗帷幕比较适合本工程。地下连续墙在本工程中起到挡土结构、止水帷幕、地下室外墙、抗浮功能4种作用。由于场地非常紧张,地下连续墙将作为主体结构地下室侧墙,即“二墙合一”。该方案将地下室外墙与围护墙合为一体,使基坑面积达到最大,其止水效果要优于高压旋喷桩或素混凝土桩。地下连续墙还可作为地下室的抗浮桩,由于基坑周边部分地下室范围无上部结构,原设计考虑底板外挑3.6 m,靠压土来解决上浮问题,采用地下连续墙后可将挑板取消,经济效益可观。

综合分析,权衡利弊,结合工程特点和现场情况,最后选定采用800 mm厚地下连续墙作为基坑支护结构,挡土兼防渗墙,同时为地下室外墙,即“二墙合一”方案。为有效控制基坑的变形,沿竖向设置2道(局部3道)钢筋混凝土支撑。

为尽量减少地下连续墙施工对邻近建筑物的不利影响,设计考虑采取如下技术措施。

(1)为方便导墙及地下连续墙成槽施工,在坑外沿基坑周边设置一级轻型井点,以降低坑外地下水位,减小坑内外的水头差。

(2)紧邻建筑物的基坑东侧的单元槽段长度做适当控制(一般控制在5 m以内)。

(3)成槽前,采用单头水泥搅拌桩对浅层不良土体进行槽壁加固,加固深度9 m,水泥掺量10%。

(4)对东面紧邻极重要建筑物——放射楼和急诊楼,采用高压摆喷桩进行加固处理,可以同时起到邻近建筑物基础加固和地下连续墙槽壁加固的双重作用。该方法在邻近工程浙医二院脑科中心大楼得到成功应用,可以确保紧邻建筑物的安全。

4 基坑围护方案的特点

(1)地下连续墙作为挡土结构,具有抗弯刚度大、整体性和防渗性能好、成墙施工时对周围环境影响小,以及能适应各种土质条件等特点。采用二墙合一方案,能充分利用红线范围内的面积作为地下室使用面积,同时可减少围护体本身的宽度,改善场

地条件。

(2)主体结构设计在地下连续墙边设置了壁式框架,地下连续墙与壁式框架整体连接,地下连续墙与地下室基础底板采用接驳器连接。

(3)本工程地下连续墙底端落在⑤₂砂质粉土上,为防止地下连续墙在施工阶段沉降过大,以至影响到预埋件的精度,设计考虑地下连续墙的钢筋笼中预留注浆管,待地下连续墙施工结束后,对地下连续墙底部进行高压注浆,一方面可以减少墙底沉渣的影响,另一方面可提高墙底土体的承载力,提高地下连续墙在底端以上一段范围的侧摩阻力,减少后续施工阶段地下连续墙的沉降。

(4)为确保地下室的干燥和美观,在地下连续墙内侧做内衬墙,衬墙采用砖砌,衬墙和外墙之间在楼面处做一条排水沟,地下室各楼层间水沟用竖管连通,并接至地下积水坑,当外墙有细微渗水现象时,渗透出来的水即可通过沟管流至积水坑内。

(5)采用水平内支撑能有效地控制地下连续墙的侧向变形和墙后土体的沉降,保证墙体的侧向位移在地下室使用允许范围之内,保证邻近建筑物及设施的安全和正常使用。

(6)采用“二墙合一”,围护墙与地下室侧壁墙合二为一,节省了工程造价。

5 围护结构分析计算

5.1 计算内容

(1)地下连续墙在不同工况下的内力及变形计算(2)坑底土体抗隆起稳定验算(3)基坑整体稳定验算(4)围护体系抗倾覆验算(5)抗管涌验算(6)坑内支撑系统及竖向立柱内力、变形及稳定计算(7)地下连续墙、压顶梁、围檩的配筋计算(8)主体结构楼板在施工工况的验算。

5.2 计算参数取值

(1)基坑计算开挖深度取13.0 m。

(2)基坑东侧及南侧的地面超载取 15 kN/m^2 ;其余两侧按实际建筑物的基础埋深及荷载计算相应的附加压力。

(3)各土层物理、力学指标根据表1取值。

(4)土压力计算:在施工阶段,采用朗肯土压力理论进行计算,水土分算,同时还考虑了土的成层性,即根据地质剖面的土层分布情况,分别采用相应的抗剪指标计算土压力。坑外设计水位取地表下3.0 m。在使用阶段,采用静止土压力,水土分算。

5.3 计算方法

本工程围护结构计算采用浙江省基坑规程推荐的方法对以上计算内容进行了计算,主要采用考虑分工况施工的杆系有限元法对围护墙的内力、变形进行计算;用省规范推荐的方法对基坑的整体稳定、抗管涌、抗隆起等进行了分析;用有限元法对支撑系统的内力及变形进行了分析。

5.3.1 考虑分工况施工的杆系有限元法

按朗肯土压力理论计算作用于围护墙上的土压力。将支撑视作可变形的弹簧,在被动区设置土弹簧以模拟被动区土体抗力,弹性抗力按“m”法计算。

本程序模拟实际土方开挖及支撑施工情况,用增量法求解各工况地下连续墙的内力及变形分布。可完整考虑钢支撑施加预应力、支撑拆除及换撑等对地下连续墙内力及变形的影响。

从计算结果看,在基坑土方开挖及地下室施工过程中,地下连续墙的最大侧向位移均小于 3 cm。

5.3.2 管涌分析

由于本工程止水帷幕均穿透渗透性能较差的⑥层淤泥质粉质粘土,进入⑦层粉质粘土,故按省规范 11.2.3 条第(2)点验算,结果均满足要求。按照省规范 11.2.3 条第(1)点(即认为桩端土仍为透水层)计算得到的管涌抗力分项系数也大于 1.5,满足要求。

5.3.3 基坑底抗隆起验算

该内容包括 2 部分:一是围护墙底端地基承载力,经验算对 4 种情况(A-A、B-B、C-C、D-D) K_{wz} 分别为 2.4、2.1、2.5、3.2,均大于 2.2,满足要求;二是基坑底部土体的抗隆起稳定性,经验算对 4 种情况 K_L 分别为 2.1、1.8、2.5、2.9,均大于 1.6,满足要求。

5.3.4 围护墙抗倾覆稳定验算

经计算 4 种情况的抗力分项系数分别为 1.6、1.8、2.1、2.4,均大于 1.15,满足要求。

5.3.5 基坑整体稳定验算

各剖面最不利的滑动圆弧均通过围护墙底端,相应的抗力分项系数均大于 1.3,满足规范要求。

5.3.6 支撑系统分析

应用有限元分析软件对第一及第二道支撑系统内力、变形及稳定性分别进行计算,并据此对支撑及围檩进行设计。

6 施工情况

6.1 高压摆喷桩施工

本工程高压摆喷桩历时 32 天,共完成高压摆喷

桩 36 根,喷射 882 延米。在施工过程中,经监测邻近建筑物最大沉降为 4 mm,一般都稳定在 2 mm。高压摆喷桩在施工时垂直度控制达到了预期的效果,既保证了地下连续墙顺利进行施工,又确保了邻近建筑物基础加固和其内精密仪器的正常运行,加固是成功的。

6.2 地下连续墙施工

本工程地下连续墙采用利勃海尔成槽机施工,历时 41 天,共完成 45 幅地下连续墙,共 238.44 延米,施工期间邻近建筑物的最大沉降为 3 mm,一般都稳定在 2 mm。

6.3 基坑土方开挖

本工程基坑土方开挖历时 67 天(其中春节休息 8 天),共完成 2 道半支撑和 40000 m³土方。基坑土方开挖施工期间邻近建筑物的最大沉降为 4 mm,一般都稳定在 2 mm。

7 几点体会

通过对该工程的施工,我们已经积累了在复杂地质条件下进行基坑开挖支护的一些经验,供今后类似工程借鉴,同时也有以下几点体会。

(1)正确的施工方案和设计是基坑支护成功的有力保证。本工程采用两墙合一的基坑支护设计,实践证明是行之有效和成功的。在该工程北面某处地质情况复杂,化粪池和下水道较多,加上该处地下连续墙结构复杂,由于场地狭小没有施工设计的坑外井点降水,由于地下水的作用,水泥搅拌桩成型也不理想,基坑开挖过程中在该处形成小漏点,虽然迅速止住并完成修补工作,这说明了在复杂地质条件下(尤其地下水很丰富)进行坑外井点降水是有必要的,需引起重视。

(2)在基坑开挖后,墙面的平整度和垂直度都比较好,这说明采用先进的成槽机能够满足“两墙合一”的地下室施工工艺要求。

(3)地下连续墙施工过程中,泥浆的管理至关重要。本工程虽然采用了旋流除砂器和环形沟槽除砂,但在基坑开挖后可以看出,开始成槽的墙幅比后面的要美观,接头夹砂和局部露筋几乎没有。这说明在地下连续墙施工一段时间后应全部换浆并重新制浆,而不能单单从泥浆的各项指标进行判断而进行局部调整。笔者建议,在砂层中成槽结束后,除用抓斗对槽底进行一次扫孔清底外,还要用清底置换设备进行清底置换换浆,虽然工艺复杂些,但会收到较好的效果。