

软土地基深基坑土钉支护技术应用研究*

杨习军¹ 张继红²

(1. 盐城市工程建设监理中心, 江苏 盐城 224002 2. 盐城市建设局 建筑业处, 江苏 盐城 224002)

摘 要:以盐城市中医院病房楼深基坑支护设计和施工为例,就深基坑设计和施工中应该注意的问题,以及土钉墙支护技术在软土地基域的应用作一些研究,为软土地基深基坑工程的设计和施工提供借鉴。

关键词:深基坑;设计与施工;土钉墙;软土地基;应用

中图分类号: TU447

文献标识码: A

文章编号: 1671-532X(2003)01-0066-03

土钉支护是近年来发展起来的一种新的挡土技术。它属于一种土体加筋技术,其特点是沿土钉通长与周转土体接触,以群体起作用,在土体发生变形的条件下,通过与土体接触界面上的粘结力或摩擦力,使土钉被动受力,并主要通过受拉工作,给土体以约束加固而使其稳定。工作机理与一般重力挡土墙有很大区别,它兼有加固和锚固的作用。

规范和规程对土钉在基坑支护中的适用范围都作了规定,如江苏省建筑安装工程施工技术操作规程 DB32/294-99^[1]规定:土钉墙适用于地下水位以上或人工降水后的人工填土、粘性土和弱胶结砂土的基坑支护或边坡加固,不宜用于含水丰富的粉细砂层、砂砾卵石层和淤泥质土。不得用于没有自稳能力的淤泥和软弱土层。

该技术在许多地区已经得到大面积的推广和应用。由于盐城市地处里下河平原,属软土地基地区,受技术、经济等条件限制,在我市很少使用。但由于土钉墙支护与其它的支护方法相比较,有其显著的特点如:施工简便、工期短、速度快,而且造价较低,还可以节约较多的场地,所以还是有其推广应用的价值。

另外在使用土钉墙支护确定设计方案时,除应对基坑周边环境及支护结构变形进行验算外,尚应对地下水进行控制设计,如基坑底为隔水层且层底作用有承压水时,应进行抗底突涌验算,必

要时可采取水平封底隔渗或钻孔减压措施保证坑底土层稳定。

1 病房楼工程基坑支护工程概况

建设中的病房楼工程,总建筑面积为1500 m²,设地下室一层,基坑挖深为5.9 m,场地周围建筑物和构造物较多,且场地狭小,对基坑支护要求较高,而且建设单位的工期要求紧,该项目的支护工程由江苏地质桩基工程公司设计、施工。

根据地质勘察报告,与基坑开挖有关的土层工程水文、地质情况如下:

一层杂填土:灰色,湿,以粉质粘土为主,土质松散,不均匀。层厚1.5~2.7 m,层底标高0.35~1.49 m。

二层粘土:湿、饱和,土质均匀。层厚0.0~0.9 m。层底标高0.59~0.73 m。

三层淤泥质粉质粘土:饱和,流塑,层厚8.7~9.2 m,层底标高-8.51~-8.35 m。

四层粘土:饱和可塑,土质均匀,层厚2.3~4.3 m,层底标高-12.28~-12.05 m。

该项目支护工程的特点:

(1)土质条件差:在整个开挖深度范围内均为杂填及淤泥质粉质粘土,其中杂填土结构松散,淤泥质土强度低且灵敏度高。

(2)地下水位高:根据地质勘探报告,地面向下1.5 m,为地下水位线。且基坑暴露时间长。

* 收稿日期:2002-10-09

作者简介:杨习军(1969-),男,江苏盐城市人,盐城市工程建设监理中心工程师。

(3)工期紧:要求在 45 d 内完成基坑支护和土方开挖。

(4)施工面狭小:基坑东侧离已有建筑物仅 2 m。

2 基坑支护方案的设计确定

本工程基坑开挖受放坡和周围建筑物和构造物的限制,不能采用大放坡和井点降水方案,必须对基坑进行支护。

规范说明对基坑支护必须计算设计,如《建筑基坑支护技术规程》JGJ120-99 要求,根据承载能力极限状态和正常使用极限状态的设计要求,基坑支护结构均应进行承载能力极限状态的计算,计算内容应包括^[2]:①根据基坑支护形式及其受力特点进行土体稳定性计算;②基坑支护结构的受压、受弯、受剪承载力计算;③当有锚杆或支撑时,应对其进行承载力计算和稳定性验算。如安全等级为一级及对支护结构变形有限的二级建筑基坑侧壁,尚应对基坑周边环境及支护结构变开进行验算。

本工程土钉墙是用土坡稳定理论,对土钉支护内部整体稳定性进行极限平衡分析。《建筑基坑支护技术规程》JGJ120-99 规定:土钉墙应根据施工期间不同开挖深度及基坑底面以下可能滑动面,采用圆弧滑动简单条分法进行稳定性验算,公式如下,但其中许多参数的不同取值直接影响最终结果,这就要求设计人员对各参数的含义要充分理解。

土钉墙稳定性计算公式如下:

$$\sum_{i=1}^n C_{ik} L_i S + S \sum_{i=1}^n (\omega_i + q_o b_i) \cos \theta_i \operatorname{tg} \varphi_{ik} + \sum_{j=1}^n T_{nj} \times [\cos(\alpha_j + \theta_j) + \frac{1}{2} \sin(\alpha_j + \theta_j) \operatorname{tg} \varphi_{ik}] = s \gamma_k \gamma_o \sum_{i=1}^n (\omega_i + q_o b_i) \sin \theta_i \geq 0$$

上面公式的含义是:滑动面粘聚力+滑动面摩阻力+土钉拉力-下滑力 ≥ 0

3 方案的选择和确定

由于本工程受放坡限制且周围建筑物和构造物较多,故重点考虑围护桩和护壁方案的选择。为了做到既安全可靠又降低基坑护壁费用,对不同的方案进行了比较分析,最后采用土钉墙加压密注浆、局部加设树根桩的支护方案。

基坑支护土钉墙部分设计按以下步骤:

①根据同类支护工程经验,初定结构各部分形式和尺寸

②进行土钉抗拉强度验算;

③抗拔力验算;

④进行支护的内部与外部整体稳定性分析,包括抗倾覆验算和抗滑移计算。

方案的平面和剖面设计及说明如图 1、2 所示:

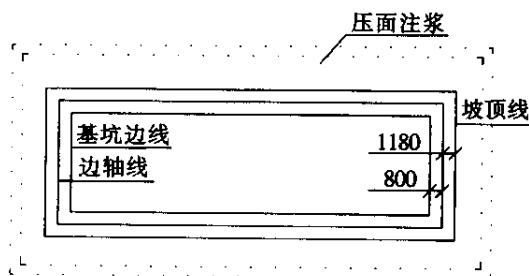


图1 施工平面图

Fig.1 Plan of Construction

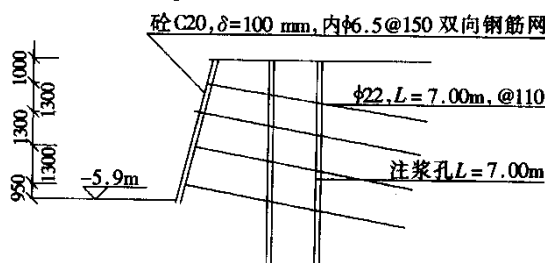


图2 施工剖面图

Fig.2 Transverse Section of Construction

4 工程实施及调整

方案确定后,施工单位组织了机构设备和施工人员进场。

压密注浆:根据设计图纸布设孔位,打孔注 1 :0.8 的水泥浆,注浆压力为 0.2~0.5 MPa,施工时采用低压慢注。

树根桩施工:成孔,钢筋笼制安,灌注砼料。

土钉墙施工:侧放边红线→挖土→修坡→土钉孔定位→成孔→制安土钉→配制灌注浆液→绑扎钢筋网→焊接加强筋→配制砼→喷砼。

在土方开挖深度至 3.5~4.5 m 即地质勘探报告上所标明的第三层土位置时,根据现场的测量监测,南侧支护结构土体位移突然加大和下沉,累计偏移和下沉量均超过了规范规定的报警值,支护结构体后侧出现开裂,可能已出现了技术上所说的圆弧滑动,基坑此时处于危险阶段,如不及时采取有效措施,可能将丧失整体稳定性,给建设

单位带来巨大的经济损失,开挖和施工暂停。

施工单位立即对支护采取了卸荷和加固措施,在分析造成这一现象的原因时,大家一致认为:

1、在前期开挖中,为追求施工上的方便和缩短工期,施工单位未综合考虑开挖过程中基坑整体受力特点,再加上现场协调不力,局部位置采用了一次开挖到基底的施工方案,导致开挖区土体侧压力急剧释放,使局部应力集中。

2、另外最核心的问题是对第三层土质的性能了解不够,在进行稳定性验算时,导致取值不够准确,且原方案中压密注浆方法效果不明显。

根据以上情况,现场加强了管理,施工单位同时调整了施工方案,对第三层土采用了高压喷桩进行了改良,沿基坑四周打一圈高压旋喷桩,同时将该部位的钢筋钉改为管钉,增加锚钉拉力,桩型断面如图 3 所示。

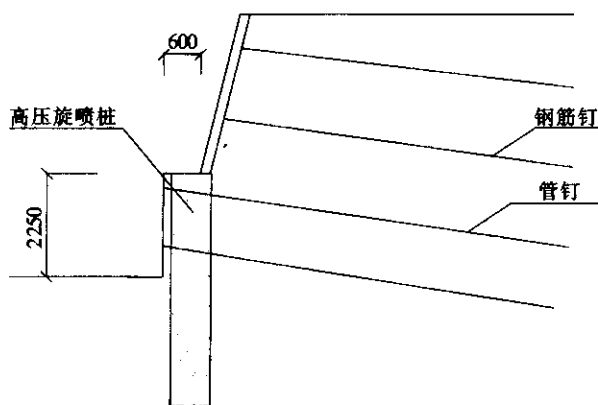


图 3 调整后的施工剖面图

Fig.3 Adapted Transverse Section of Construction

根据调整方案实施后的边坡,在基坑暴露期间,遭受多次雨水浸蚀,边坡一直处于稳定状态,通过对支护土体的跟踪监测,偏移值在允许偏差范围之内,实践证明调整后的支护方案是成功的,它为地下室的安全施工和顺利进行提供了保障,并取得了明显的效益。

参考文献:

- [1] DB22/294-99. 江苏省建筑安装工程施工技术规程[S].
- [2] JGJ120-99. 建筑基坑支护技术规程[S].

5 关于基坑支护施工管理

支护工程的施工应强调配合,尤其是土方开挖和支护施工的配合。基坑一般采用机械开挖,但每层开挖的深度不能超过地基土的自立高度。正常施工应是挖一层土、打一排土钉,封一层砼板,而且在上层土钉注浆体及喷射砼面层达到设计强度的 70% 后方可挖下层土方及下层土钉施工。遇软弱土层时,为防止边坡坍塌,更要加强施工的配合,每层的开挖深度不得超过 1.2 m,必要时可以采用锯齿形开挖方式,以减少淤泥质土的侧向挤出。挖完一层后应立即进行土钉施工,避免土坡暴露时间过长,保证挖完一层支一层。

基坑支护工程同样要加强施工的质量管理,原材料均必须送样检测,符合要求后,方允许投入使用,各工序要严格自检和自查制度,确保施工严格按设计方案组织实施。

在场地狭小、周围环境复杂的条件下进行深基础施工,除采用有力的围护措施外,还应实行监控信息化管理,以保证周围环境不受影响,及时发现险情,保证基础的施工正常和安全。

在市中医院病房楼基坑支护工程上建设、监理、施工单位共同成功的进行监控信息化管理,及时发现了可能存在和出现的隐患,并给予控制。

1、首先确定监控方案:在方案中明确监控的要点位置和目的,如围护结构的位移和沉降测量,水位和孔隙水压力测试,基坑回弹测试,周围环境的监测。

2、在现场埋设测点:做好测量监控准备,在实施过程中根据每天的测量情况,确定测量的次数,每天安排专业人员进行测量。

3、对测量的监控信息及时进行收集处理,通过专业人员对其进行整理并绘制成图表,每天将各类图表和文字数据资料,及时向建设、监理部位传送。各部门得到信息后认真分析、处理,以利更好地指导施工,确保施工安全进行。

(下转第 71 页)

4 抗震加固

该工程原设计按设防烈度 6 度进行抗震设计,构造柱、圈梁明显偏少,房屋整体性较差,所以本工程采用外加抗震桩与内墙边结的拉杆,提高墙体整体抗震能力,抗震柱平面布置如图 3 所示,其与内墙拉结构造如图 5 所示,具体施工方法为待砼键强度达到 75% 后,拧紧拉杆的花蓝螺丝,再浇筑抗震柱。

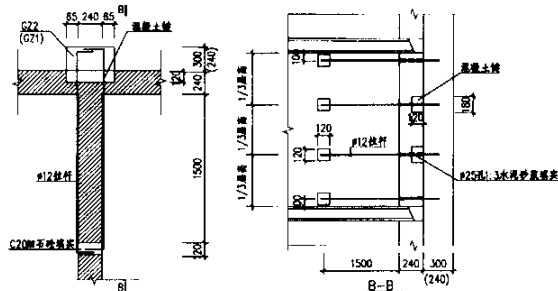


图 5 构造柱与内墙拉结示意

Fig.5 Sketch of constitution column combing with internal wall

参考文献:

- [1] 卫龙武,吕志涛.建筑物评估、加固与改造[M].南京:江苏科技出版社,1993.
- [2] 刘立新.砌体结构[M].武汉:武汉工业大学出版社,2000.

The Design and Construction of Enlarging and Reinforcing Residence Building

SONG Wei-min¹, WANG Jun²

(1. City Planning & Construction Bureau of Dafeng County, Jiangsu Dafeng 224100, China; 2. Yancheng Fujian Architecture Design Co., Ltd, Jiangsu Yancheng 224002, China)

Abstract :Through the introduction of enlarging and strengthening a school's residence building, the author puts forward his thought of rectifying a deviation and anti-seism as well as points for attention during the construction.

Keywords :enlargement and rectify a deviation; anti-seism and reinforcement; anti-seism pillar

(上接第 68 页) Study on the Application of the Supporting Technology of Earth Nail in Deep Soft Base Pit

YANG Xi-jun¹, ZHANG Ji-hong²

(1. Yancheng City Engineering Construction Inspection Centre, Jiangsu Yancheng 224002, China; 2. Building Department, Yancheng City Construction Bureau, Jiangsu Yancheng 224002, China)

Abstract :Taking the design and the construction of Yancheng City Traditional Chinese Medicine Hospital's Ward Building as an example, the authors probe into some problems in the design and construction of deep base pit and the supporting effect of earth nail in the application in the soft base area. They also put forward some reference for use.

Keywords :deep base pit; design and construction; earth nail wall; soft base; application

施工注意点:

①施工前须对整个结构作全面检查,拟定好施工顺序和安全防护措施。

②施工时,必须轻拆轻凿,对主要结构构件注意观察,如有异常应立即停工。

③新、旧砼接触面(包括墙面)铲除粉刷层,用高压水冲洗,清除浮灰,然后用纯水泥浆作界面剂处理后再浇筑砼。

④施工后,做好对其追踪观测沉降工作,并将观测结果及时通知设计单位。

5 结语

本工程接建纠偏方法不仅很好地解决倾斜问题,而且改善了其使用功能,提高了居住质量。外加抗震柱和圈梁抗震加固方法技术已经成熟,施工方便,且经济性好。本工程建成使用一年来,经复测其倾斜有所恢复,顶部最大水平位移 8.5 cm,结构性能运作良好,用户对此较为满意,收到良好的经济效益和社会效益。