

59-61, 64

近河砂土地基深基坑支护及地下水控制

TU473.2

TU46

侯伟生

(福建省建筑科学研究院·福州·350002)

通过福州闽江畔岸的元洪城一期工程基坑支护及地下水控制的实践,阐述了采用水泥土搅拌桩支护及坑内降水可以解决近河砂土地基中深基坑开挖的技术难题。

关键词 砂土地基 近河 水泥土搅拌桩 深基坑支护 地下水控制

深基坑支护

1 工程概况

福州元洪城工程位于福州台江江滨路(防洪堤)以北,紧邻堤坝、距闽江约45 m,东边是闽江二桥引桥,西边是瀛洲河,北面是繁华台江路。一期工程紧邻瀛洲河,长200 m,宽112 m,由裙楼和塔楼组成,裙楼地上六层、地下一层,塔楼地上33层、地下两层,基坑呈L型,其平面及周围环境如图1所示。

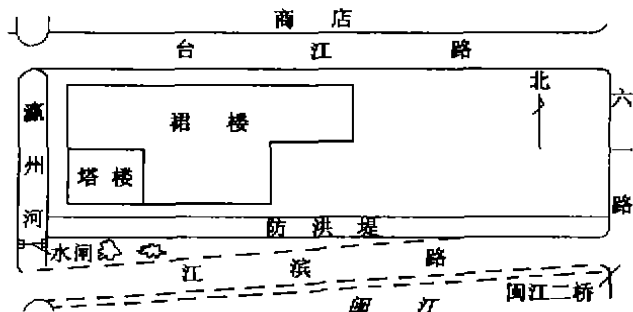


图1 元洪城一期工程平面及周围环境图

2 工程地质及水文地质情况

据工程地质勘察报告,与基坑工程相关土层为:

①杂填土层:主要有建筑垃圾、块石、条石、淤泥质土等。②人工填砂层:灰黄色,质纯以中细砂为主,稍湿,饱和,松散~稍密。③淤泥质土(I):浅灰~深灰色,饱和,软塑。④含泥粗中砂:以中砂为主,局部为粗砂、细砂,夹有薄层淤泥,饱和,稍密~中密。⑤淤泥质土(II):饱和,软~可塑。⑥淤泥质土与中细砂交互层:饱和,中密~密实。各土层的物理力学指标如表1所示。

场地水文地质情况大致为:场地属于强透水性的土层结构,地下水位埋深浅,丰水期0.5 m~1.0 m左右,枯水期约2.0 m,场地地下水位受闽江、潮水直接影响。场地土层①、②层为强透水层,③层虽为弱透水层,但多处缺失,④层为强透水层,且微承压,

钻孔单孔涌水量 $41.5 \text{ m}^3/\text{d} \cdot \text{m} \sim 103.7 \text{ m}^3/\text{d} \cdot \text{m}$, ⑤层淤泥质土分布相对稳定,但层面标高差别较大,最薄仅0.4 m。

表1 地基土物理力学指标

土层序号	土层名称	厚度范围(m) 平均(m)	重度 (kN/m^3)	内聚力 C(kPa)	内摩擦角 $\varphi(^{\circ})$
①	杂填土	0~2.0 1.0	18.0	0	20
②	人工填砂	0~11.6 6.0	18.0	0	28
③	淤泥质土(I)	0~7.0 1.5	17.2	20	0
④	含泥粗中砂	6.55~17.0 10.0	18.0	5	28
⑤	淤泥质土(II)	0.4~8.36 3.0	17.7	20	8
⑥	淤泥质土与中细砂交互层	12.1~24.15 20.0	18.0	10	20

3 基坑支护设计与地下水控制

3.1 方案的确定

由于场地工程地质及水文地质条件复杂,且场区南侧是闽江防洪大堤,西端是瀛洲河,北侧是台江路段大街,基坑开挖时对周边环境绝不允许产生不良影响。根据基坑开挖深度及地下水的情况,本围护结构除必须保证堤坝、道路及周边安全外,同时要保证地下室施工在地下水位以上进行,基坑支护的重点在于地下水的控制。考虑到水泥土搅拌桩连续挡墙具有良好的防渗作用,即可作为挡土结构又可起到防渗作用,经专家组多方案论证比较,选择了水泥土重力式组合支护结构结合截水降水的地下水控制方案,具体布置见图2。

(1)裙楼:采用水泥土搅拌桩组成重力式结构,同时对被动区土体进行加固以减少支护结构的变形,台江路段重力式墙高为8.0 m,堤坝边挡墙高为12 m,围幕墙加深至18 m,基本属于悬挂式围幕。

(2)塔楼部分:在堤坝边采用搅拌桩与灌注桩形成复合挡墙,结合压顶梁、角撑及被动区土体加固,

内河边采用重力式挡墙,高为 15 m,结合被动区加固减少变形,塔楼与裙楼之间另设重力式挡墙及围幕墙,幕墙深度约 18 m。

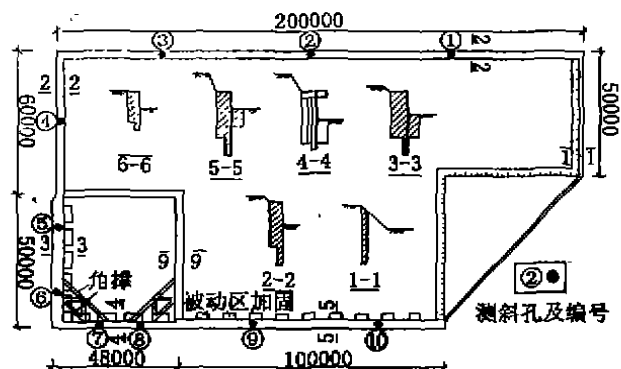


图 2 基坑支护结构平面布置图

3.2 支护结构设计

3.2.1 基本条件

- (1)设计时取土层平均厚度及表 1 设计指标;
- (2)土压力计算:采用郎肯土压力理论、水土计算、地下水考虑渗流作用,即围幕脚的水压力两侧相等,如图 3(a);
- (3)堤坝高 3.2 m,按超载 60 kPa 考虑,其他按超载 10 kPa 考虑;
- (4)围护外侧地下水位设计埋深为 -0.5 m。

3.2.2 断面确定

(1)根据同类土层条件的经验,重力式围护结构的宽度根据不同的开挖深度进行确定,一般取开挖深度的 0.5~0.6,开挖深度 4.5 m,超载 10 kPa 时取 2.8 m,超载 60 kPa 时取 3.6 m,开挖深度为 8.0 m,取墙宽 4.1 m。

(2)组合结构采用图 3(b)计算简图计算,由于设计搅拌桩及灌注桩均采用 1 倍开挖深度的嵌固深度,同时被动区采用搅拌桩加固,因此假设坑底角点为铰支座,通过力矩平衡得到 R 值,进行压顶梁、支撑及组合墙钻孔桩的间距、断面及配筋设计。

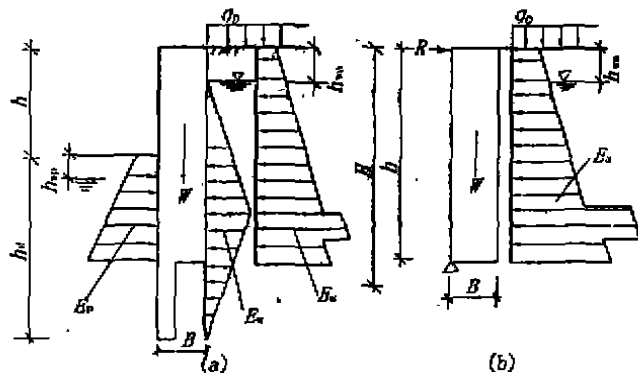


图 3 重力式结构(a)与组合结构(b)计算简图

3.2.3 稳定性验算

(1)整体稳定性验算

采用圆弧滑动简单条分法进行整体稳定性验算

(图 4)

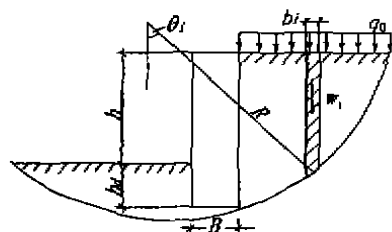


图 4 整体稳定计算简图

$$F = \frac{\sum C_i l_i + \sum (q_0 b_i + w_i) \cos \theta_i \tan \varphi_i}{\sum (q_0 b_i + w_i) \sin \theta_i}$$

式中: F —整体稳定安全系数,一般取 1.3; C_i 、 l_i 、 φ_i —第 i 土条滑动面上的粘聚力、弧长和内摩擦角。

(2)抗渗透稳定性 K_w 验算

$$i_{cr} = \frac{G-1}{1+e}; i = \frac{h + h_{wp} - h_{wa}}{h - h_{wa} + 2h_d}; K_w = \frac{i_{cr}}{i}$$

式中: i_{cr} 、 i —分别为临界水力梯度和计算水力梯度; G 、 e —分别为土的比重和孔隙比。取 $K_w \geq 2.0$

(3)抗倾覆稳定 K_q 和抗滑移稳定 K_h 验算图 3

$$K_q = \frac{\sum E_p \cdot h_p + w \cdot B/2}{\sum (E_a \cdot h_a + E_w \cdot h_w)} \quad (K_q \geq 1.3)$$

$$K_h = \frac{\sum E_p + W \tan \varphi + C \cdot B}{\sum (E_a + E_w)} \quad (K_h \geq 1.2)$$

式中: h_a 、 h_p 、 h_w —分别为合力 $\sum E_a$ 、 $\sum E_p$ 、 $\sum E_w$ 作用点距墙底的距离; C 、 φ —分别为墙底土层的粘聚力、内摩擦角。

(4)墙身抗剪强度 τ 、抗压强度 σ_{max} 、抗拉强度 σ_{min} 验算

$$\tau_{max} = \frac{\sum (E_a + E_w)}{B}; \sigma_{max} = \frac{W}{B} \pm \frac{6e}{B^2}$$

$$\tau_{max} \leq f_c/3 \quad \sigma_{max} \leq f_c \quad \sigma_{min} \leq 0.1f_c$$

式中: f_c —水泥土的强度标准值; e —偏心距。

经验算,基坑稳定性、安全系数满足要求。

3.2.4 变形计算

重力式挡墙的变形计算采用“刚性栏墩法”(图 5),即假定墙体刚度为无限大,挡墙在侧向压力作用下,只产生水平移动和转动,计算墙顶位移 Y_0 及转角 θ_0

$$Y_0 = \frac{h_p(24M' - 8H'h_p)}{mh_p^4 + 36mI_B} + \frac{2H'}{mh_p^2} + h \cdot \theta_0$$

式中: $M' = M_0 + H \cdot h_p + \sum (E_a + E_w) \cdot h - m_w$;
 $H' = H_0 + \sum (E_a + E_w) - S_f$; S_f —墙底面摩阻力;

成立了质量管理 QC 小组,由主任工程师任组长,现

表 3 张拉与锁定荷载分级及观测时间表

观测时间 (min)	张拉荷载分级 (t)
2	2.1
2	4.2
2	6.4
8	8.5
锁定荷载	8.5

场项目经理、现场技术负责为小组成员,向所有的施工人员贯彻施工方案,做好水泥、钢绞线等原材料的检验工作。

1)本次施工建立了严格的技术管理制度,各种原始记录齐全可靠;

2)对隐蔽工程全部进行检查验收;

3)各种材质、化验资料齐全可靠;

4)试块试压结果全部满足设计要求;

5)经监理方前期、后期验收,质量全部合格;

6)建议对支护结构进行长期监测,以便掌握应力、应变规律。

THE SLOPE BOLT ANCHOR CONSTRUCTION OF THE HAIHE BANK PROTECTION ENGINEERING, TIANJIN

Zhang You

The designing parameters of the slope anchor construction of the Haihe bank reinforcing engineering in Tianjin, the equipment, technology and measures taken to guarantee construction quality are described. The key construction technique and acceptance of the engineering quality are emphasized.

Key words slope anchor, designing axial force, lock-in loading, pore-creating with water, permanent roofbolt



第一作者简介:

张 有 男,1965 年生。1988 年毕业于中国地质大学探工系。现任北京矿务局综合地质工程公司经营部部长。

通讯地址:北京市门头沟区门头沟路 24 号 北京矿务局综合地质工程公司 邮政编码:102300

(上接第 58 页)

THE PRINCIPLE OF DETERMINING HEAT PRESSING TEMPERATURE AND ACTIVATED SINTERING AT LOW TEMPERATURE

Li Xiaomiao

The theoretical basis of checking and determining the sintering temperature of diamond products is reviewed, and the activated sintering technologies, such as powder firing, powder allow in advance and REE alloying, are also discussed.

Key words temperature gradient, catalytical graphitization, activated sintering



第一作者简介:

李晓苗, 男,1963 年生,1987 年毕业于武汉地质学院探工系。从事工程机械及金刚石制品的科研开发工作。现为中国地质大学(北京)96 级硕士研究生。

通讯地址:河北省廊坊市 地质矿产部勘探技术研究所 邮政编码:065000

(上接第 61 页)

RETAINING AND UNDERGROUND WATER CONTROL DURING PIT EXCAVATION IN SAND GROUND NEAR RIVER

Hou Weisheng

The first project of Yunhong city is near the Ming River. Upon the practice of the pit excavation in this project, presents the solution of retaining and underground water control during pit excavation in sand ground near river.

Key words sand ground, near river, mixed-in-place cement soil piles, retaining of deep excavation, control of underground water



第一作者简介:

侯伟生 男,1956 年生。1982 年毕业于河海大学。现任福建省建筑科学研究院副院长,高级工程师,兼任福建省土建学会地基基础委员会副主任,是国务院政府特殊津贴,建设部科技进步二等奖获得者。主要致力于岩土工程领域的开发研究,从事地基处理、基坑支护、建筑纠倾、顶升、地基托换工作。

通讯地址:福州市扬桥中路 162 号 福建省建筑科学研究院 邮政编码:350002