

抚州市物质储备基地桩基础设计

摘 要

本设计为抚州市物质储备基地桩基础设计，总建筑面积为 3504.16 m²，建筑占地面积为 876.54 m²。建筑结构为钢筋砼框架结构，地上共 5 层，没有地下室，建筑高度 19 m。

为完成本次设计，首先仔细查看了抚州市物质储备基地的建筑图与结构图，然后查阅工程地质报告了解了本工程的地质概况和水文条件，对施工场地的地下土层分布状况作了详细的分析与阐述。之后，再根据《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 和《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 进行上部结构荷载的计算。接着，再根据《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 以及《建筑地基处理技术规范》JGJ79-2012 确定柱下布桩以及承台的设计，最终确定承台是否满足沉降和受冲切以及抗剪的要求。最后再根据上述的桩基础设计，与原设计进行比较分析。

关键词：人工挖孔灌注桩 地基处理 桩基设计

目 录

| | |
|----------------------------------------------|----|
| 1 绪论 | 1 |
| 1.1 问题的提出 | 1 |
| 1.2 常用地基处理技术 | 1 |
| 1.3 研究目的及意义 | 1 |
| 1.4 本设计的主要内容及设计思路 | 2 |
| 2 工程地质情况 | 3 |
| 2.1 工程概况 | 3 |
| 2.2 工程勘察情况 | 3 |
| 2.3 场地工程地质条件 | 4 |
| 2.4 岩土工程分析与评价 | 4 |
| 3 人工挖孔灌注桩基础计算 | 6 |
| 3.1 基础概述 | 6 |
| 3.2 上部结构荷载计算 | 6 |
| 3.3 单桩承载力的确定 | 12 |
| 3.4 确定柱下桩数与布桩 | 14 |
| 4 柱下桩基础沉降计算 | 38 |
| 4.1 土层自重应力 σ_s 和附加应力 σ_z | 38 |
| 4.2 柱基沉降计算 | 39 |
| 5 承台冲切验算 | 59 |
| 5.1 KZ1-1 下承台冲切验算 | 59 |
| 5.2 KZ2-1 下承台冲切验算 | 60 |
| 5.3 KZ2-5 下承台冲切验算 | 62 |
| 5.4 KZ3-1 下承台冲切验算 | 64 |
| 5.5 KZ5 下承台冲切验算 | 65 |
| 6 承台抗剪承载力验算 | 69 |

| | |
|---------------------------|----|
| 6.1 KZ3-1 下承台抗剪承载力验算..... | 69 |
| 6.2 各两桩承台抗剪承载力验算..... | 70 |
| 7 本设计与原设计的比较分析..... | 71 |
| 7.1 桩径比较分析..... | 71 |
| 7.2 承台比较分析..... | 72 |
| 8 结论..... | 73 |
| 参考文献..... | 74 |
| 致谢..... | 75 |

1 绪论

1.1 问题的提出

江西抚州地区地下土质多较松软，对建筑物带来不均匀沉降等众多危害，本工程抚州市物质储备基地在此基础上建造，关键问题就是如何解决不均匀沉降以及不良土质给建筑物带来的危害，因此本设计对物质储备基地的桩基础进行设计分析。

1.2 地基处理设计方案选择

根据拟建工程柱距大、且荷载大等特点，结合场地岩土条件分析，建议采用桩基对本工程适宜性较好。根据场地工程地质条件，各种桩型对本工程的适宜性分析如下：

(1) 人工挖孔桩方案

人工挖孔桩施工工艺简单，成本相对较低，桩长易控制，无孔底沉渣，成桩直径大，单桩承载力较高。本拟建场区地下水位埋深相对较浅，采用此桩型，可选的桩基持力层为④砾砂层，因此宜采用人工挖孔桩方案。

(2) 预应力管桩及沉管灌注桩

桩基础持力层可选用④砾砂，其单桩承载力相对较高，施工工艺简单，施工质量容易控制，施工进度快。但因为属于挤土桩，易造成上覆土体的侧向位移、隆起和先沉入桩的偏位等不利影响。采用锤击法沉桩时，施工噪音稍大。拟建场地周边多为学校及住宅区，因此不宜采用锤击法施工。预应力管桩若采用静压施工则噪音小，且桩身强度质量由制造厂商保证，易满足要求，质量较为可靠，但局部可能会出现较多的截桩或接桩问题。故沉管灌注桩、预应力管桩可作为拟建 3-8 层建筑物桩基础方案考虑。

综上所述，根据拟建建筑物与各类桩型的特点，结合场地岩土条件及周围环境条件考虑，建议拟建建筑物基础类型及持力层的选择如下：优先考虑选用人工挖孔灌注桩，桩端持力层可选用④砾砂层。

1.3 研究目的及意义

1.3.1 课题的目的

(1) 通过进行桩基础的设计，将我们学过的理论知识与实际施工技术进行系统的结合，对建筑地基设计的内容与流程规范理解得更加透彻，对解决现场实际问题起到不可忽视的作用。

(2) 经过本次的桩基础设计，深化我对专业知识的应用，提高计算与设计分析的水

平，对我们学习专业软件有一定帮助，增强我们的制图能力，查找各种相关资料，全面提高自己的专业知识素养。

1.3.2 课题的意义

现代化建设的节奏越来越快，城市建设规模也在不断扩张，建筑施工项目也越来越多，高层建筑与超高层建筑均比较常见。因此，在建设过程中，对施工技术与水平有着较高的要求。在如此情况下，将桩基础技术合理应用于建筑施工中，不仅有利于推进某一项工程效益的提高，对建筑行业的整体发展也有很大的积极意义。故应重视桩基础技术的合理应用，通过实践与探索不断改进施工工艺，保证桩基础质量，为施工活动的顺利进行奠定基础，提升建筑工程的效益。

1.4 本设计的主要内容及设计思路

1.4.1 设计内容

- (1) 阐述物质储备基地的工程概况，对其工程地质情况进行分析；
- (2) 根据相关规范进行桩基础设计，工程地基基础以及桩基的方案选择；
- (3) 完成桩基的荷载应力分析计算及平面布置；编写设计计算说明书，绘制布置图；
- (4) 桩基础设计计算，收集整理相关技术资料，完成整个设计的制作。

1.4.2 设计思路

首先仔细查看抚州市物质储备基地的建筑图与结构图，然后查阅工程地质报告了解本工程的地质概况，详细地分析与阐述施工场地的地下土层分布状况。然后，根据《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 和《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010，进行上部结构荷载应力分析计算。接着，再根据《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 以及《建筑地基处理技术规范》JGJ79-2012，对柱下布桩进行计算与校验，再对承台进行设计分析计算，确定承台是否满足沉降和受冲切以及抗剪的要求。最后，再根据上述的桩基础设计，与原设计进行比较分析。

2 工程地质情况

2.1 工程概况

本次工程设计为抚州市物质储备基地，总建筑面积为 3504.16 m²，建筑占地面积为 876.54 m²。建筑结构为钢筋砼框架结构，地上 5 层，无地下室，建筑高度 19 m。本工程基础采用人工挖孔灌注桩，桩身混凝土强度为 C30，桩长约 9.4m。

2.2 工程勘察情况

2.2.1 岩土工程勘察等级确定

拟建工程的重要性等级为二级，场地复杂程度等级为二级，地基复杂程度等级为二级，综合确定本次勘察等级为乙级。

2.2.2 勘察方法

本次勘察采用了钻探、原位测试（包括标准贯入试验、重型圆锥动力触探试验、波速测试等）、室内岩、土、水测试分析、工程测量等手段。具体如下：

1、钻探

（1）勘探点平面布置：根据拟建场地的建筑物总平面图，兼顾均匀控制整个场地，孔位、孔数均由设计院布置，共布置钻孔 28 个，其中控制性孔 12 个，一般性孔 16 个。

（2）控制性孔：进入基岩 3-5 米，一般性孔：揭露基岩面。

（3）钻探工艺：第四系松散层采用干作业冲击跟管钻进，基岩采用回转钻进。土层钻探回次进尺控制在 1.00m 以内；岩层钻探回次进尺控制在 2.00m 以内。为满足样品采集的需要，开孔口径一般为 130mm，终孔口径不小于 91mm。

2、采样

土样、水样、岩样的采取工作均按相关规程规范进行。

3、原位测试

在粉质粘土、中砂中进行标准贯入试验，在砾砂中进行重型圆锥动力触探试验，试验方法按《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）执行。本次波速测试试验采用单孔波速法—击板法，测试仪器采用武汉岩海 RS—1616K 动测仪及美国的波速探头，测点点距为 1~2m，试验数据采用武汉岩海公司分析软件分析，试验标准参照中华人民共和国国家标准《地基动力特性测试规范》（GB/T50269-97）执行。

4、工程测量

所有勘探孔均采用全站仪按设计孔位坐标放至实地。平面坐标及高程控制点由甲方提供，平面坐标为城市坐标系统，高程为黄海高程。

2.2.3 勘察工作完成情况

野外作业始于 2015 年 1 月 9 日，至 2015 年 2 月 1 日结束，共施工钻孔 28 个；具体完成实物工作量见表 2.1。

表 2.1 完成实物工作量表

| 项目 | 钻探 | 原状土样 | 扰动土样 | 岩样 | 水样 | 土腐蚀性测试 | 标准贯入试验 | 重 II 试验 | 剪切波速试验 | 钻孔测量 |
|-----|-------|------|------|-----|-----|--------|--------|---------|--------|------|
| | 总进尺 | | | | | | | | | |
| 单位 | 28 孔 | (组) | (组) | (组) | (组) | (组) | (次) | (次) | (孔) | (孔) |
| 工作量 | 448.5 | 13 | 13 | 6 | 2 | 4 | 17 | 11 | 2 | 28 |

本次施工的勘探孔，经建设单位现场验收，全部满足勘察质量要求。岩、土及水样品送样及时，计量器具检定合格，操作符合规程要求，数据可靠。本次勘察各项工作质量和成果质量良好。

2.3 场地工程地质条件

拟建场地内为菜地及鱼塘地洼地，地势相对较低洼。拟建场区高程 15.08-16.34m，高差 1.26m。据本次钻探揭露，勘探深度内，场地地层结构自上而下依次划分为：①淤泥质粘质粘土、②粉质粘土、③中砂、④砾砂、⑤强风化泥质砂岩、⑥中风化泥质砂岩。

2.4 岩土工程分析与评价

2.4.1 场地稳定性及适宜性评价

区域上新构造运动不强烈，勘察范围内，未发现断裂，不良地质作用不发育，地形平坦，场地位于 6 度地震烈度设防区内，为对建筑抗震有利地段，场地稳定性较好，适宜进行拟建工程的建设。

2.4.2 地基岩土层承载力的确定

根据地基岩土层的岩性特征、埋藏条件、室内土工测试及原位测试结果，并结合地区建筑经验，综合确定场地地基岩土层承载力特征值 f_{ak} 、地基土层变形参数和桩的侧阻力特征值 q_{sa} 与端阻力特征值 q_{pa} 建议值详见表 2.2、表 2.3。

表 2.2 地基岩土层主要物力参数及承载力特征值建议一览表

| 土层编号 | 岩土名称 | 深度 (m) | 重度 (kN/m ³) | 承载力特征值 f_{ak} (kPa) | 内摩擦角 Φ_k (°) | 压缩模量 E_s (MPa) | 变形模量 E_0 (MPa) |
|------|---------|--------|-------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|------------------|
| ① | 淤泥质粉质粘土 | 3 | 17.5 | 70 | 5.2 | 5.26 | — |
| ② | 粉质粘土 | 3 | 18.9 | 160 | 11.9 | 10.92 | — |
| ③ | 中砂 | 2 | 19 | 180 | — | -- | 12 |
| ④ | 砾砂 | 5 | 19.3 | 320 | — | — | 20 |
| ⑤ | 强风化泥质砂岩 | 2 | 20.4 | 300 | — | — | — |
| ⑥ | 中风化泥质砂岩 | 2 | 24.8 | | | | |

表 2.3 桩身穿越的土层及在其中的长度和桩极限侧、端阻力标准值

| 土层 | 淤泥质粉质粘土 | 粉质粘土 | 中砂 | 砾砂 |
|---------------------------|-------------------|------|----|-------------------|
| 长度 l_i /m | 2\1.3 | 3 | 2 | 2.1、2.33、2.37\2.8 |
| 桩极限侧阻力标准值 q_{sik} (kPa) | 22 | 60 | 60 | 120 |
| 桩极限端阻力标准值 q_{sik} (kPa) | $q_{pk}=1800$ kPa | | | |

3 人工挖孔灌注桩基础计算

3.1 基础概述

本工程基础采用人工挖孔灌注桩形式，桩端持力层为砾砂层，灌注桩的混凝土强度等级为 C30，桩护壁的混凝土强度等级为 C30，入土深度约 10 米。

3.2 上部结构荷载计算

首先，根据《建筑结构荷载规范》GB50009-2001 第四章的相关规定，确定物质储备基地楼面和屋面的恒荷载与活荷载，为使本次设计严格满足结构安全要求，将计算所得的恒荷载值乘以 1.2 的安全系数。然后，根据第三章的相关规定对荷载效应进行组合，包括荷载效应基本组合、标准组合和准永久组合。最后，根据柱子所承受荷载的面积，对各个柱作用在基础上相应的荷载值进行计算。

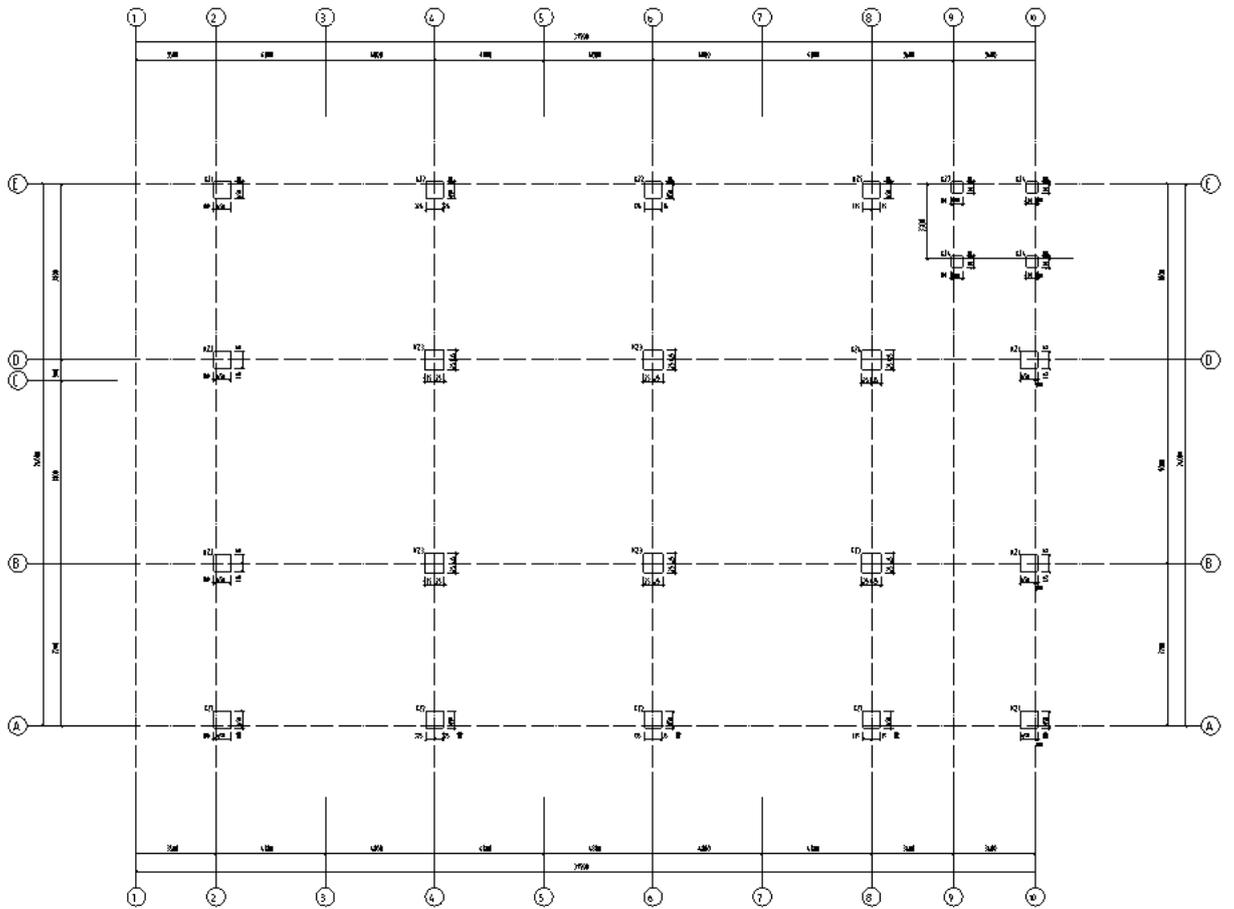


图 3.1 柱编号示意图

3.2.1 恒荷载与活荷载

(1) 屋面、隔热层、楼面恒荷载

| | | |
|--------|-----------------------|-----------------------------------------------|
| 1) 屋面: | 5 厚块瓦: | 0.5 kN/m ² |
| | 找平层: 35 厚 C20 细石混凝土: | $0.035 \times 24 = 0.84$ kN/m ² |
| | 保温层: 35 厚半硬质性岩棉板: | $0.035 \times 1 = 0.035$ kN/m ² |
| | 防水层: 2 厚 BAC 防水卷材两道: | 0.1 kN/m ² |
| | 粘结层: 2 厚水泥凝胶 | $0.002 \times 12.5 = 0.025$ kN/m ² |
| | 找平层: 20 厚 1:3 水泥砂浆: | $0.02 \times 20 = 0.4$ kN/m ² |
| | 结构层: 110 厚现浇钢筋混凝土屋面板: | $0.11 \times 25 = 2.75$ kN/m ² |
| | 总计: | 4.65 kN/m ² |

| | | |
|---------|-------------------|-----------------------------------------------|
| 2) 隔热层: | 20 厚 1:2 水泥砂浆面层: | $0.02 \times 20 = 0.4$ kN/m ² |
| | 刷素水泥浆一道: | $0.002 \times 12.5 = 0.025$ kN/m ² |
| | 15 厚 1:3 水泥砂浆找平层: | $0.015 \times 20 = 0.3$ kN/m ² |
| | 100 厚现浇钢筋混凝土楼板: | $0.10 \times 25 = 2.5$ kN/m ² |
| | 总计: | 3.225 kN/m ² |

| | | |
|--------|-------------------|-----------------------------------------------|
| 3) 楼面: | 20 厚 1:2 水泥砂浆面层: | $0.02 \times 20 = 0.4$ kN/m ² |
| | 刷素水泥浆一道: | $0.002 \times 12.5 = 0.025$ kN/m ² |
| | 15 厚 1:3 水泥砂浆找平层: | $0.015 \times 20 = 0.3$ kN/m ² |
| | 120 厚现浇钢筋混凝土楼板: | $0.12 \times 25 = 3$ kN/m ² |
| | 总计: | 3.725 kN/m ² |

(2) 屋面、隔热层、楼面活荷载

屋面: 0.5 kN/m² (不上人坡屋面)

隔热层: 2.0 kN/m²

楼面: 5.0 kN/m²

3.2.2 荷载效应组合

1. 不上人坡屋面

恒荷载： $4.65 \times 1.2 = 5.58 \text{ kN/m}^2$

活荷载： 0.5 kN/m^2

$$\begin{aligned}\text{基本组合} : S &= \gamma_G S_{Gk} + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} \psi_{ci} S_{Qik} \\ &= 1.35 \times 5.58 + 1.4 \times 0.9 \times 0.5 \\ &= 8.16 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{准永久组合} : S &= S_{Gk} + \sum_{i=1}^n \psi_{qi} S_{Qik} \\ &= 5.58 + 0.8 \times 0.5 \\ &= 5.98 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{标准组合} : S &= S_{Gk} + S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \psi_{ci} S_{Qik} \\ &= 5.58 + 0.5 \\ &= 6.08 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

2. 隔热层

恒荷载： $3.225 \times 1.2 = 3.87 \text{ kN/m}^2$

活荷载： 2.0 kN/m^2

$$\begin{aligned}\text{基本组合} : S &= \gamma_G S_{Gk} + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} \psi_{ci} S_{Qik} \\ &= 1.35 \times 3.87 + 1.4 \times 0.9 \times 2 \\ &= 7.74 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{准永久组合} : S &= S_{Gk} + \sum_{i=1}^n \psi_{qi} S_{Qik} \\ &= 3.87 + 0.8 \times 2 \\ &= 5.47 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{标准组合} : S &= S_{Gk} + S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \psi_{ci} S_{Qik} \\ &= 3.87 + 2 \\ &= 5.87 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

3. 楼面

恒荷载： $3.725 \times 1.2 = 4.47 \text{ kN/m}^2$

活荷载： 5.0 kN/m^2

$$\begin{aligned} \text{基本组合} : S &= \gamma_G S_{Gk} + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} \psi_{ci} S_{Qik} \\ &= 1.35 \times 4.47 + 1.3 \times 0.9 \times 5 \\ &= 11.88 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{准永久组合} : S &= S_{Gk} + \sum_{i=1}^n \psi_{qi} S_{Qik} \\ &= 4.47 + 0.8 \times 5 \\ &= 8.47 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{标准组合} : S &= S_{Gk} + S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \psi_{ci} S_{Qik} \\ &= 4.47 + 5 \\ &= 9.47 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

3.2.3 柱（墙）脚荷载计算

在结构设计中，中柱承受的荷载面积为其四边跨度尺寸的一半尺寸所围成的面积，边柱承受荷载的面积为其三边半跨尺寸和悬挑部分尺寸所围成的面积，角柱承受荷载的面积为两个方向半跨尺寸和悬挑部分尺寸所围成的面积。根据不同楼层中承受荷载面积与荷载效应值得到结构传到基础的竖向荷载。下面以 KZ1-1 柱为例进行计算。

KZ1-1:

柱子承受荷载面积:

$$A_s = (7.2/2) \times (9.6/2) = 17.28 \text{ m}^2$$

上部传来的荷载值:

$$N_1 = A_s \times (8.16 + 7.74 + 11.88 \times 3) = 890.61 \text{ kN}$$

柱子自重:

$$G = \gamma V = 25 \times 0.75 \times 0.75 \times (19 + 0.2) = 270 \text{ kN}$$

柱脚荷载:

$$N = N_1 + G = 890.61 + 270 = 1160.61 \text{ kN}$$

同理，可得到其它柱柱脚荷载基本组合值，见表 3.1

表 3.1 各柱柱脚荷载基本组合值

| 柱编号 | 上部传来的荷载值 N_i (kN) | 柱自重 G (kN) | 柱脚荷载 N (kN) |
|-------|---------------------|--------------|---------------|
| KZ1-1 | 890.61 | 270.00 | 1160.61 |
| KZ1-2 | 1558.57 | 270.00 | 1828.57 |
| KZ1-3 | 667.96 | 270.00 | 937.96 |
| KZ1-4 | 1502.91 | 270.00 | 1772.91 |
| KZ1-5 | 1252.42 | 270.00 | 1522.42 |
| KZ1-6 | 964.83 | 270.00 | 1234.83 |
| KZ2-1 | 1781.22 | 270.00 | 2051.22 |
| KZ2-2 | 1781.22 | 270.00 | 2051.22 |
| KZ2-3 | 2003.88 | 270.00 | 2273.88 |
| KZ2-4 | 2078.09 | 270.00 | 2348.09 |
| KZ2-5 | 1929.66 | 270.00 | 2199.66 |
| KZ2-6 | 1929.66 | 270.00 | 2199.66 |
| KZ3-1 | 4007.75 | 398.82 | 4406.57 |
| KZ3-2 | 4007.75 | 398.82 | 4406.57 |
| KZ3-3 | 3506.78 | 398.82 | 3905.60 |
| KZ3-4 | 4156.19 | 403.16 | 4559.34 |
| KZ3-5 | 4156.19 | 403.16 | 4559.34 |
| KZ4-1 | 723.62 | 129.00 | 852.62 |
| KZ4-2 | 361.81 | 120.00 | 481.81 |
| KZ4-3 | 153.07 | 120.00 | 273.07 |
| KZ5 | 1326.64 | 270.00 | 1596.64 |
| KZ6 | 3636.66 | 398.82 | 4035.48 |
| KZ7 | 306.15 | 120.00 | 426.15 |

同理，各类柱柱脚荷载准永久组合值计算

KZ1-1:

柱子承受荷载面积:

$$A_s = (7.2/2) \times (9.6/2) = 17.28 \text{ m}^2$$

上部传来的荷载值:

$$N_1 = A_s \times (5.98 + 5.47 + 8.47 \times 3) = 636.94 \text{ kN}$$

柱子自重:

$$G = \gamma V = 25 \times 0.75 \times 0.75 \times (19 + 0.2) = 270 \text{ kN}$$

柱脚荷载:

$$N=N_1+G=636.94+270=906.94 \text{ kN}$$

其它柱柱脚荷载准永久组合值，见表 3.2

表 3.2 各柱柱脚荷载准永久组合值

| 柱编号 | 上部传来的荷载值 $N_i(\text{kN})$ | 柱自重 $G(\text{kN})$ | 柱脚荷载 $N(\text{kN})$ |
|-------|---------------------------|--------------------|---------------------|
| KZ1-1 | 636.94 | 270.00 | 906.94 |
| KZ1-2 | 1114.65 | 270.00 | 1384.65 |
| KZ1-3 | 477.71 | 270.00 | 747.71 |
| KZ1-4 | 1074.84 | 270.00 | 1344.84 |
| KZ1-5 | 895.70 | 270.00 | 1165.70 |
| KZ1-6 | 690.02 | 270.00 | 960.02 |
| KZ2-1 | 1273.88 | 270.00 | 1543.88 |
| KZ2-2 | 1273.88 | 270.00 | 1543.88 |
| KZ2-3 | 1433.12 | 270.00 | 1703.12 |
| KZ2-4 | 1486.20 | 270.00 | 1756.20 |
| KZ2-5 | 1380.04 | 270.00 | 1650.04 |
| KZ2-6 | 1380.04 | 270.00 | 1650.04 |
| KZ3-1 | 2866.23 | 398.82 | 3265.05 |
| KZ3-2 | 2866.23 | 398.82 | 3265.05 |
| KZ3-3 | 2507.95 | 398.82 | 2906.77 |
| KZ3-4 | 2972.39 | 403.16 | 3375.55 |
| KZ3-5 | 2972.39 | 403.16 | 3375.55 |
| KZ4-1 | 517.51 | 129.00 | 646.51 |
| KZ4-2 | 258.76 | 120.00 | 378.76 |
| KZ4-3 | 109.47 | 120.00 | 229.47 |
| KZ5 | 948.78 | 270.00 | 1218.78 |
| KZ6 | 2600.84 | 398.82 | 2999.66 |
| KZ7 | 218.95 | 120.00 | 338.95 |

同理，各类柱柱脚荷载标准组合值计算

KZ1-1:

柱子承受荷载面积:

$$A_s = (7.2/2) \times (9.6/2) = 17.28 \text{ m}^2$$

上部传来的荷载值:

$$N_1 = A_s \times (5.98 + 5.47 + 8.47 \times 3) = 636.94 \text{ kN}$$

柱子自重:

$$G = \gamma V = 25 \times 0.75 \times 0.75 \times (19 + 0.2) = 270 \text{ kN}$$

柱脚荷载:

$$N=N_1+G=636.94+270=906.94 \text{ kN}$$

其它柱脚荷载标准组合值, 见表 3.3

表 3.3 各柱脚荷载标准组合值

| 柱编号 | 上部传来的荷载值 $N_i(\text{kN})$ | 柱自重 $G(\text{kN})$ | 柱脚荷载 $N(\text{kN})$ |
|-------|---------------------------|--------------------|---------------------|
| KZ1-1 | 697.42 | 270.00 | 967.42 |
| KZ1-2 | 1220.49 | 270.00 | 1490.49 |
| KZ1-3 | 523.07 | 270.00 | 793.07 |
| KZ1-4 | 1176.90 | 270.00 | 1446.90 |
| KZ1-5 | 980.75 | 270.00 | 1250.75 |
| KZ1-6 | 755.54 | 270.00 | 1025.54 |
| KZ2-1 | 1394.84 | 270.00 | 1664.84 |
| KZ2-2 | 1394.84 | 270.00 | 1664.84 |
| KZ2-3 | 1569.20 | 270.00 | 1839.20 |
| KZ2-4 | 1627.32 | 270.00 | 1897.32 |
| KZ2-5 | 1511.08 | 270.00 | 1781.08 |
| KZ2-6 | 1511.08 | 270.00 | 1781.08 |
| KZ3-1 | 3138.39 | 398.82 | 3537.21 |
| KZ3-2 | 3138.39 | 398.82 | 3537.21 |
| KZ3-3 | 2746.09 | 398.82 | 3144.91 |
| KZ3-4 | 3254.63 | 403.16 | 3657.79 |
| KZ3-5 | 3254.63 | 403.16 | 3657.79 |
| KZ4-1 | 566.65 | 129.00 | 695.65 |
| KZ4-2 | 283.33 | 120.00 | 403.33 |
| KZ4-3 | 119.87 | 120.00 | 239.87 |
| KZ5 | 1038.87 | 270.00 | 1308.87 |
| KZ6 | 2847.80 | 398.82 | 3246.62 |
| KZ7 | 239.74 | 120.00 | 359.74 |

3.3 单桩承载力的确定

3.3.1 确定持力层

根据工程地质勘察报告, 见表 3.4

表 3.4 地基岩土层主要物力参数及承载力特征值建议一览表

| 土层编号 | 岩土名称 | 深度 (m) | 重度 (kN/m^3) | 承载力特征值 f_{ak} (kPa) | 内摩擦角 Φ_k (°) | 压缩模量 E_s (MPa) | 变形模量 E_0 (MPa) |
|------|---------|--------|------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|------------------|
| ① | 淤泥质粉质粘土 | 3 | 17.5 | 70 | 5.2 | 5.26 | — |
| ② | 粉质粘土 | 3 | 18.9 | 160 | 11.9 | 10.92 | — |
| ③ | 中砂 | 2 | 19 | 180 | — | -- | 12 |

| | | | | | | | |
|---|---------|---|------|-----|---|---|----|
| ④ | 砾砂 | 5 | 19.3 | 320 | — | — | 20 |
| ⑤ | 强风化泥质砂岩 | 2 | 20.4 | 300 | — | — | — |
| ⑥ | 中风化泥质砂岩 | 2 | 24.8 | | | | |

勘探深度内，场地地层结构自上而下分别为：①淤泥质粉质粘土、②粉质粘土、③中砂、④砾砂、⑤强风化泥质砂岩及⑥中风化泥质砂岩。根据拟建建筑物与各类桩型的特点，结合场地岩土条件及周围环境条件考虑，基础类型选择人工挖孔灌注桩，桩端持力层可选用④砾砂层。

3.3.2 确定桩身材料

桩型：人工挖孔灌注桩

桩径：900mm、1000mm、1200mm、1300mm

桩身混凝土强度等级：C30

钢筋：HRB400

混凝土保护层厚度：50 mm

桩身周长： $\mu_1=\pi d_1=2.83\text{m}$ ； $\mu_2=\pi d_2=3.14\text{m}$ ； $\mu_3=\pi d_3=3.77\text{m}$ ； $\mu_4=\pi d_4=4.08\text{m}$

桩身截面面积： $A_{ps1}=\pi d_1^2/4=0.6362\text{ m}^2$ ； $A_{ps2}=\pi d_2^2/4=0.7854\text{ m}^2$ ；

$A_{ps3}=\pi d_3^2/4=1.1310\text{ m}^2$ ； $A_{ps4}=\pi d_4^2/4=1.3273\text{ m}^2$

3.3.3 确定单桩竖向承载力

根据《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008，设计等级为丙级的建筑桩基，可根据经验参数确定单桩竖向极限承载力标准值。桩身穿越的土层及在其中的长度和桩极限侧力标准值见表 3.5，桩极限端阻力标准值： $q_{pk}=1800\text{ kPa}$

表 3.5 桩身穿越的土层及在其中的长度和桩极限侧力标准值

| 土层 | 淤泥质粉质粘土 | 粉质粘土 | 中砂 | 砾砂 |
|--------------------------------|---------|------|----|-------------------|
| 长度 l_i/m | 2\1.3 | 3 | 2 | 2.1、2.33、2.37\2.8 |
| 桩极限侧力标准值 $q_{sik}(\text{kPa})$ | 22 | 60 | 60 | 120 |

单桩极限承载力标准值:

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = \mu \sum q_{sik} l_i + q_{pk} A_p$$

当人工挖孔桩桩周护壁为振捣密实的混凝土时，桩身周长可按护壁外直径计算。

(1) 桩径 900： $\mu_1=\pi d_1=2.83\text{m}$ ； $A_{p1}=\pi d_1^2/4=0.6362\text{ m}^2$ ；

$$Q_{sk}=2.83 \times (22 \times 2 + 60 \times 3 + 60 \times 2 + 120 \times 2.1) = 1686.68\text{ kN}$$

$$Q_{pk}=1800 \times 0.6362 = 1145.16\text{ kN}$$

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = 1686.68 + 1145.16 = 2831.84\text{ kN}$$

因承台下有淤泥质粘土，不考虑承台效应，按照非复合桩基设计计算：即 $\eta_c=0$ 。

基桩竖向承载力特征值： $R=R_a=Q_{uk}/K=2831.84/2=1415.92$ kN

(2) 桩径 1000： $\mu_2=\pi d_2=3.14\text{m}$ ； $A_{p2}=\pi d_2^2/4=0.7854$ m²；

$$Q_{sk}=3.14 \times (22 \times 2 + 60 \times 3 + 60 \times 2 + 120 \times 2.33) = 1958.10 \text{ kN}$$

$$Q_{pk}=1800 \times 0.7854 = 1413.72 \text{ kN}$$

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = 1958.10 + 1413.72 = 3371.82 \text{ kN}$$

因承台下有淤泥质粘土，不考虑承台效应，按照非复合桩基设计计算：即 $\eta_c=0$ 。

基桩竖向承载力特征值： $R=R_a=Q_{uk}/K=3371.82/2=1685.91$ kN

(3) 桩径 1200： $\mu_3=\pi d_3=3.77\text{m}$ ； $A_{ps3}=\pi d_3^2/4=1.1310$ m²；

$$Q_{sk}=3.77 \times (22 \times 2 + 60 \times 3 + 60 \times 2 + 120 \times 2.37) = 2369.07 \text{ kN}$$

$$Q_{pk}=1800 \times 1.1310 = 2035.8 \text{ kN}$$

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = 2369.07 + 2035.8 = 4404.87 \text{ kN}$$

因承台下有淤泥质粘土，不考虑承台效应，按照非复合桩基设计计算：即 $\eta_c=0$ 。

基桩竖向承载力特征值： $R=R_a=Q_{uk}/K=4404.87/2=2202.435$ kN

(3) 桩径 1300： $\mu_4=\pi d_4=4.08\text{m}$ ； $A_{ps4}=\pi d_4^2/4=1.3273$ m²

$$Q_{sk}=4.08 \times (22 \times 2 + 60 \times 3 + 60 \times 2 + 120 \times 2.37) = 2563.87 \text{ kN}$$

$$Q_{pk}=1800 \times 1.3273 = 2389.14 \text{ kN}$$

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = 2563.87 + 2389.14 = 4953.01 \text{ kN}$$

因承台下有淤泥质粘土，不考虑承台效应，按照非复合桩基设计计算：即 $\eta_c=0$ 。

基桩竖向承载力特征值： $R=R_a=Q_{uk}/K=4953.01/2=2476.51$ kN

3.4 确定柱下桩数与布桩

3.4.1 角柱 KZ1-1

轴心受压： $N=1160.61$ kN

基桩承载力： $R=1415.92$ kN

一、确定桩数与布桩：

1. 确定桩数 n ：由初步确定的承台底面尺寸及埋深可得，承台自重及承台上土的自重为：

$$G=20 \times 1.2 \times 1.2 \times (0.9+0.2) = 31.68 \text{ kN}$$

则桩数：

$$n \geq \frac{F + G}{R} = \frac{1160.61 + 31.68}{1415.92} = 0.842 \text{ 取 } n = 1$$

2. 布桩：承台底布桩设计见图 3.2。

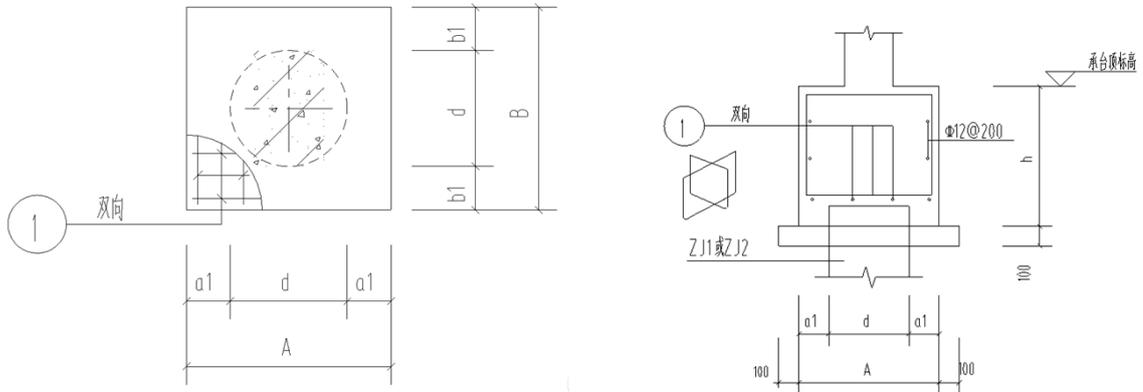


图 3.2 KZ1-1 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R = R_a = Q_{uk} / K = 2831.84 / 2 = 1415.92 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重：

$$G = 20 \times 1.2 \times 1.2 \times (0.9 + 0.2) = 31.68 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F + G}{R} = 1.0 \times \frac{1160.61 + 31.68}{1415.92} = 0.842$$

所以，取 $n=1$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值：

$$N = \frac{F + G}{n} = \frac{1160.61 + 31.68}{1} = 1192.29 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 1192.29 = 1192.29 \text{ kN} < R = 1415.92 \text{ kN}$$

所以，基桩承载力满足要求。

3.4.2 边柱 KZ1-2

轴心受压： $N = 1828.57 \text{ kN}$

基桩承载力： $R = 2022.435 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩：

1. 确定桩数 n ：承台自重及承台上土的自重为：

$$G = 20 \times 1.5 \times 1.5 \times (0.9 + 0.2) = 49.50 \text{ kN}$$

则桩数：

$$n \geq \frac{F + G}{R} = \frac{1828.57 + 49.50}{2022.435} = 0.853 \text{ 取 } n = 1$$

2. 布桩：承台底布桩设计见图 3.3。

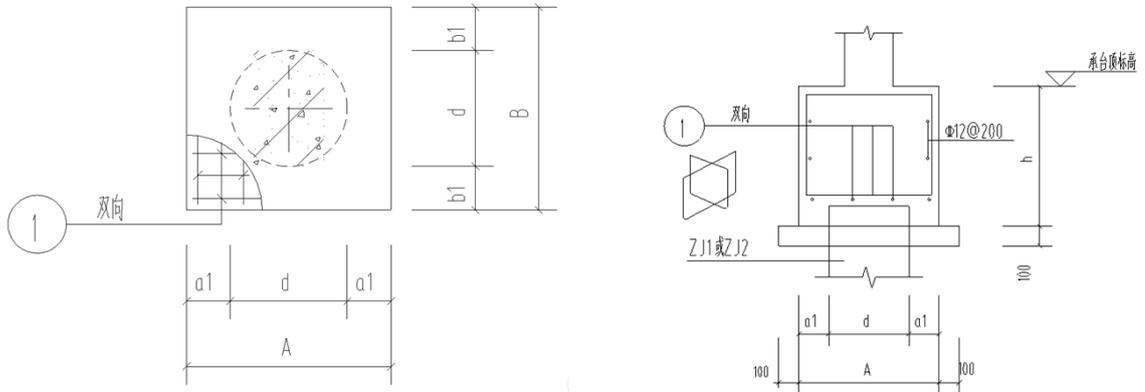


图 3.3 KZ1-2 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R = R_a = Q_{uk} / K = 4404.87 / 2 = 2202.435 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重：

$$G = 20 \times 1.5 \times 1.5 \times (0.9 + 0.2) = 49.50 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F + G}{R} = 1.0 \times \frac{1828.57 + 49.50}{2202.435} = 0.853$$

所以，取 $n=1$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值：

$$N = \frac{F + G}{n} = \frac{1828.57 + 37.18}{1} = 1878.07 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 1878.07 = 1878.07 \text{ kN} < R = 2202.435 \text{ kN}$$

所以，基桩承载力满足要求。

3.4.3 角柱 KZ1-3

轴心受压： $N = 937.96 \text{ kN}$

基桩承载力： $R = 1415.92 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩：

1. 确定桩数 n ：承台自重及承台上土的自重为：

$$G = 20 \times 1.2 \times 1.2 \times (0.9 + 0.2) = 31.68 \text{ kN}$$

则桩数：

$$n \geq \frac{F + G}{R} = \frac{937.96 + 31.68}{1415.92} = 0.685 \text{ 取 } n = 1$$

2. 布桩：承台底布桩设计见图 3.4。

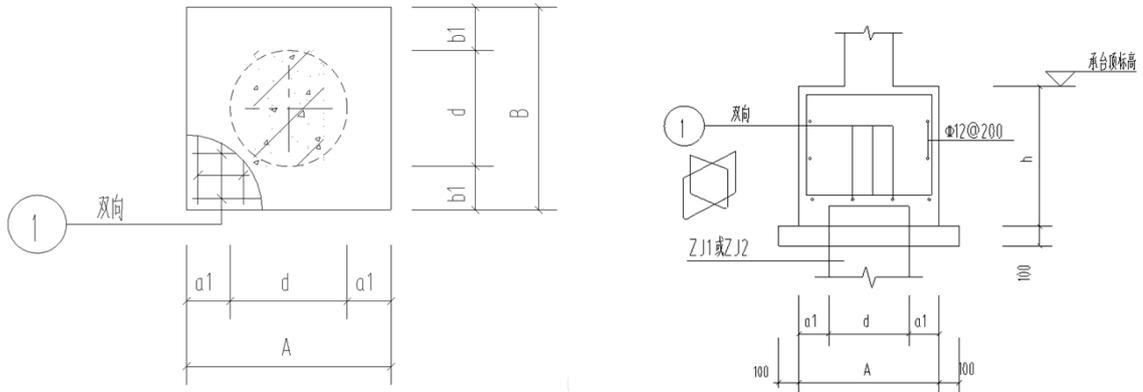


图 3.4 KZ1-3 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R = R_a = Q_{uk} / K = 2831.84 / 2 = 1415.92 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重：

$$G = 20 \times 1.2 \times 1.2 \times (0.9 + 0.2) = 31.68 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F + G}{R} = 1.0 \times \frac{937.96 + 31.68}{1415.92} = 0.685$$

所以，取 $n=1$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值：

$$N = \frac{F + G}{n} = \frac{937.96 + 31.68}{1} = 969.64 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 969.64 = 969.64 \text{ kN} < R = 1415.92 \text{ kN}$$

所以，基桩承载力满足要求。

3.4.4 边柱 KZ1-4

轴心受压： $N = 1772.91 \text{ kN}$

基桩承载力： $R = 2202.435 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩：

1. 确定桩数 n ：承台自重及承台上土的自重为：

$$G = 20 \times 1.5 \times 1.5 \times (0.9 + 0.2) = 49.50 \text{ kN}$$

则桩数：

$$n \geq \frac{F + G}{R} = \frac{1772.91 + 49.50}{2202.435} = 0.827 \text{ 取 } n = 1$$

2. 布桩：承台底布桩设计见图 3.5。

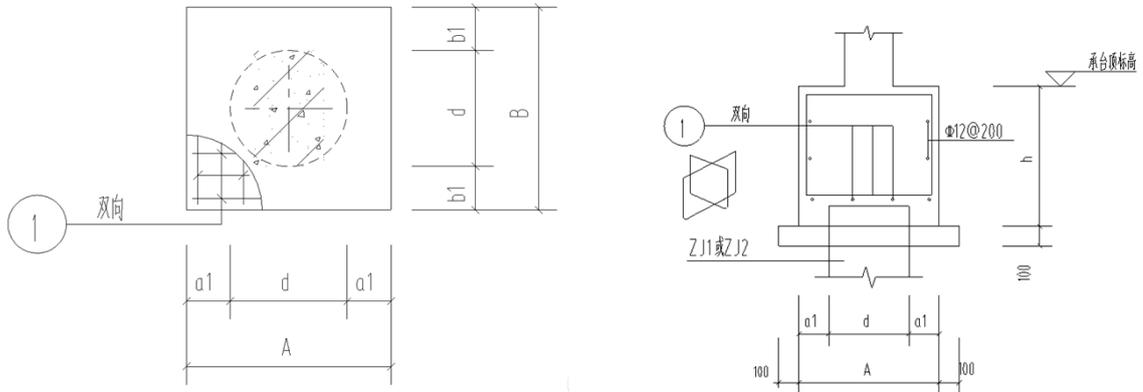


图 3.5 KZ1-4 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R = R_a = Q_{uk} / K = 4404.87 / 2 = 2202.435 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重：

$$G = 20 \times 1.5 \times 1.5 \times (0.9 + 0.2) = 49.50 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F + G}{R} = 1.0 \times \frac{1772.91 + 49.50}{2202.435} = 0.827$$

所以，取 $n=1$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值：

$$N = \frac{F + G}{n} = \frac{1772.91 + 49.50}{1} = 1822.41 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 1822.41 = 1822.41 \text{ kN} < R = 2202.435 \text{ kN}$$

所以，基桩承载力满足要求。

3.4.5 边柱 KZ1-5

轴心受压： $N = 1522.42 \text{ kN}$

基桩承载力： $R = 1685.91 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩：

1. 确定桩数 n ：承台自重及承台上土的自重为：

$$G = 20 \times 1.3 \times 1.3 \times (0.9 + 0.2) = 37.18 \text{ kN}$$

则桩数：

$$n \geq \frac{F + G}{R} = \frac{1522.42 + 37.18}{1685.91} = 0.925 \text{ 取 } n = 1$$

2. 布桩：承台底布桩设计见图 3.6。

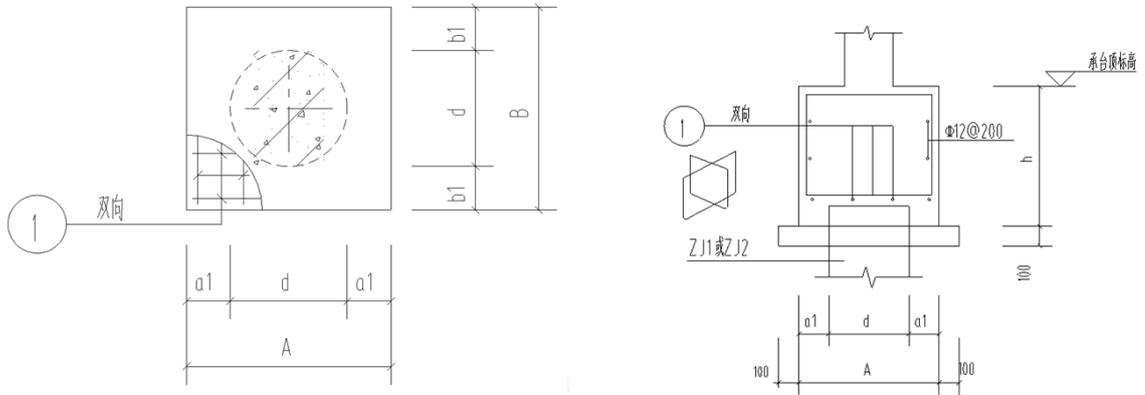


图 3.6 KZ1-5 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R = R_a = Q_{uk} / K = 3371.82 / 2 = 1685.91 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重：

$$G = 20 \times 1.3 \times 1.3 \times (0.9 + 0.2) = 37.18 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F + G}{R} = 1.0 \times \frac{1522.42 + 37.18}{1685.91} = 0.925$$

所以，取 $n=1$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值：

$$N = \frac{F + G}{n} = \frac{1522.42 + 37.18}{1} = 1559.6 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 1559.6 = 1559.6 \text{ kN} < R = 1685.91 \text{ kN}$$

所以，基桩承载力满足要求。

3.4.6 角柱 KZ1-6

轴心受压： $N = 1234.83 \text{ kN}$

基桩承载力： $R = 1415.92 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩：

1. 确定桩数 n ：承台自重及承台上土的自重为：

$$G = 20 \times 1.2 \times 1.2 \times (0.9 + 0.2) = 31.68 \text{ kN}$$

则桩数：

$$n \geq \frac{F + G}{R} = \frac{1234.83 + 31.68}{1415.92} = 0.894 \text{ 取 } n = 1$$

2. 布桩：承台底布桩设计见图 3.7。

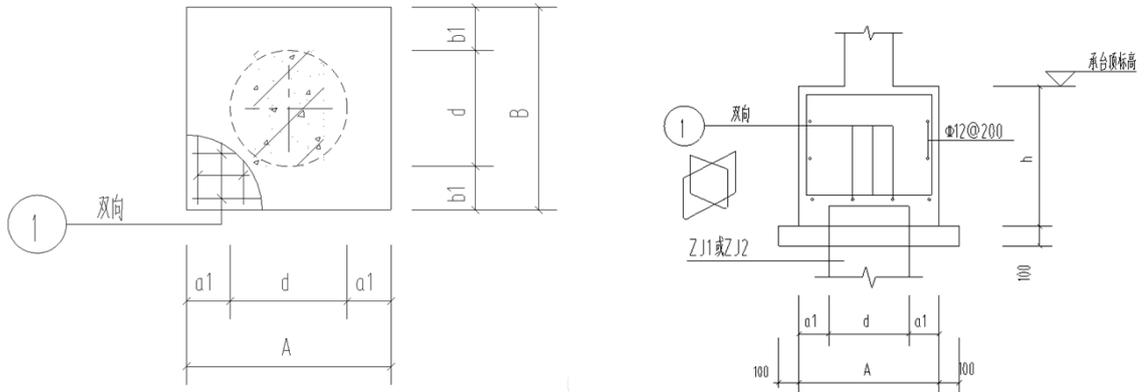


图 3.7 KZ1-6 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R = R_a = Q_{uk} / K = 2831.84 / 2 = 1415.92 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重：

$$G = 20 \times 1.2 \times 1.2 \times (0.9 + 0.2) = 31.68 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F + G}{R} = 1.0 \times \frac{1234.83 + 31.68}{1415.92} = 0.894$$

所以，取 $n=1$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值：

$$N = \frac{F + G}{n} = \frac{1160.61 + 31.68}{1} = 1266.51 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 1266.51 = 1266.51 \text{ kN} < R = 1415.92 \text{ kN}$$

所以，基桩承载力满足要求。

3.4.7 边柱 KZ2-1

轴心受压： $N = 2051.22 \text{ kN}$

基桩承载力： $R = 2202.435 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩：

1. 确定桩数 n ：承台自重及承台上土的自重为：

$$G = 20 \times 1.5 \times 1.5 \times (0.9 + 0.2) = 49.50 \text{ kN}$$

则桩数：

$$n \geq \frac{F + G}{R} = \frac{2051.22 + 49.50}{2202.435} = 0.954 \text{ 取 } n = 1$$

2. 布桩：承台底布桩设计见图 3.8。

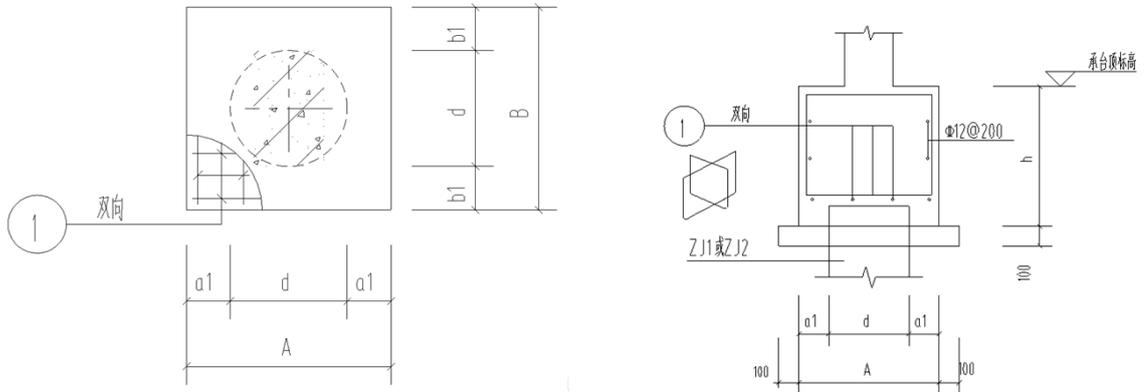


图 3.8 KZ2-1 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R = R_a = Q_{uk} / K = 4404.87 / 2 = 2202.435 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重：

$$G = 20 \times 1.5 \times 1.5 \times (0.9 + 0.2) = 49.50 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F + G}{R} = 1.0 \times \frac{2051.22 + 49.50}{2202.435} = 0.954$$

所以，取 $n=1$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值：

$$N = \frac{F + G}{n} = \frac{2051.22 + 49.50}{1} = 2100.72 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 2100.72 = 2100.72 \text{ kN} < R = 2202.435 \text{ kN}$$

所以，基桩承载力满足要求。

3.4.8 边柱 KZ2-2

轴心受压： $N = 2051.22 \text{ kN}$

基桩承载力： $R = 2202.435 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩：

1. 确定桩数 n ：承台自重及承台上土的自重为：

$$G = 20 \times 1.5 \times 1.5 \times (0.9 + 0.2) = 49.50 \text{ kN}$$

则桩数：

$$n \geq \frac{F + G}{R} = \frac{2051.22 + 49.50}{2202.435} = 0.954 \text{ 取 } n = 1$$

2. 布桩：承台底布桩设计见图 3.9。

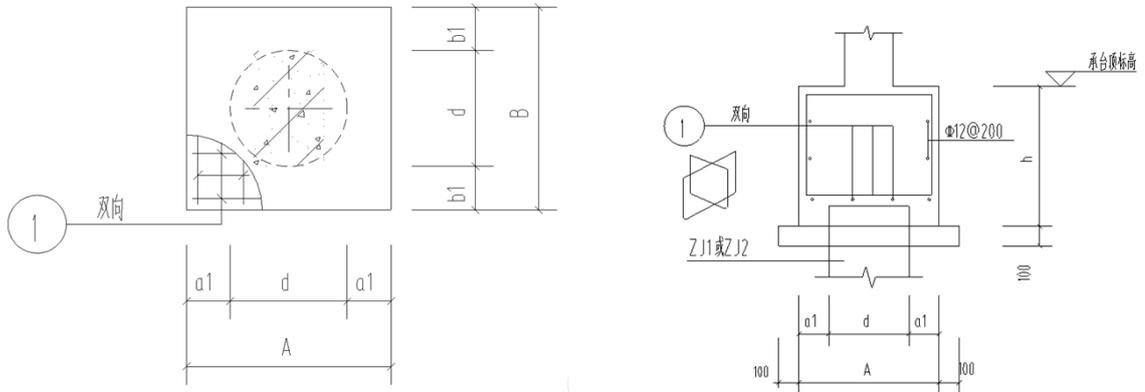


图 3.9 KZ2-2 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R = R_a = Q_{uk} / K = 4404.87 / 2 = 2202.435 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重：

$$G = 20 \times 1.5 \times 1.5 \times (0.9 + 0.2) = 49.50 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F + G}{R} = 1.0 \times \frac{2051.22 + 49.50}{2202.435} = 0.954$$

所以，取 $n=1$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值：

$$N = \frac{F + G}{n} = \frac{2051.22 + 49.50}{1} = 2100.72 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 2100.72 = 2100.72 \text{ kN} < R = 2202.435 \text{ kN}$$

所以，基桩承载力满足要求。

3.4.9 边柱 KZ2-3

轴心受压： $N = 2273.88 \text{ kN}$

基桩承载力： $R = 2476.51 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩：

1. 确定桩数 n ：承台自重及承台上土的自重为：

$$G = 20 \times 1.6 \times 1.6 \times (0.9 + 0.2) = 56.32 \text{ kN}$$

则桩数：

$$n \geq \frac{F + G}{R} = \frac{2273.88 + 56.32}{2476.51} = 0.941 \text{ 取 } n = 1$$

2. 布桩：承台底布桩设计见图 3.10。

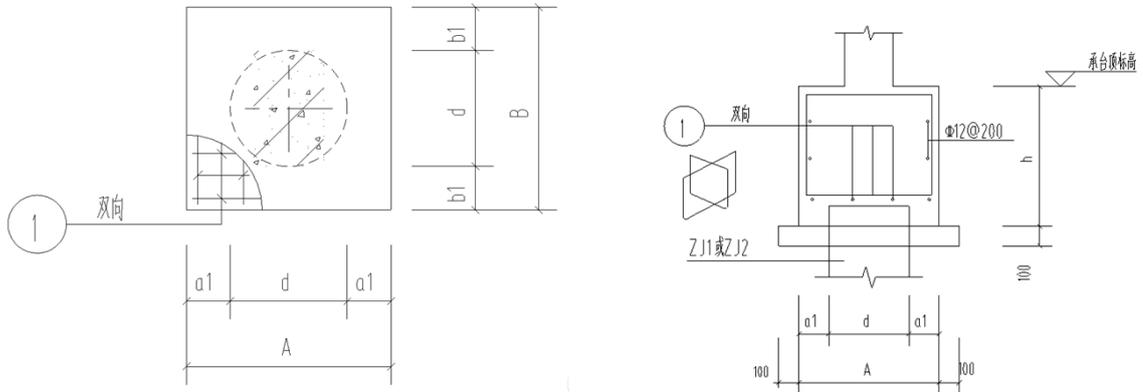


图 3.10 KZ2-3 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R = R_a = Q_{uk} / K = 4953.01 / 2 = 2476.51 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重：

$$G = 20 \times 1.6 \times 1.6 \times (0.9 + 0.2) = 56.32 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F + G}{R} = 1.0 \times \frac{2273.88 + 56.32}{2476.51} = 0.941$$

所以，取 $n=1$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值：

$$N = \frac{F + G}{n} = \frac{2273.88 + 56.32}{1} = 2330.20 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 2330.20 = 2330.20 \text{ kN} < R = 2476.51 \text{ kN}$$

所以，基桩承载力满足要求。

3.4.10 边柱 KZ2-4

轴心受压： $N = 2348.09 \text{ kN}$

基桩承载力： $R = 2476.51 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩：

1. 确定桩数 n ：承台自重及承台上土的自重为：

$$G = 20 \times 1.6 \times 1.6 \times (0.9 + 0.2) = 56.32 \text{ kN}$$

则桩数：

$$n \geq \frac{F + G}{R} = \frac{2348.09 + 56.32}{2476.51} = 0.971 \text{ 取 } n = 1$$

2. 布桩：承台底布桩设计见图 3.11。

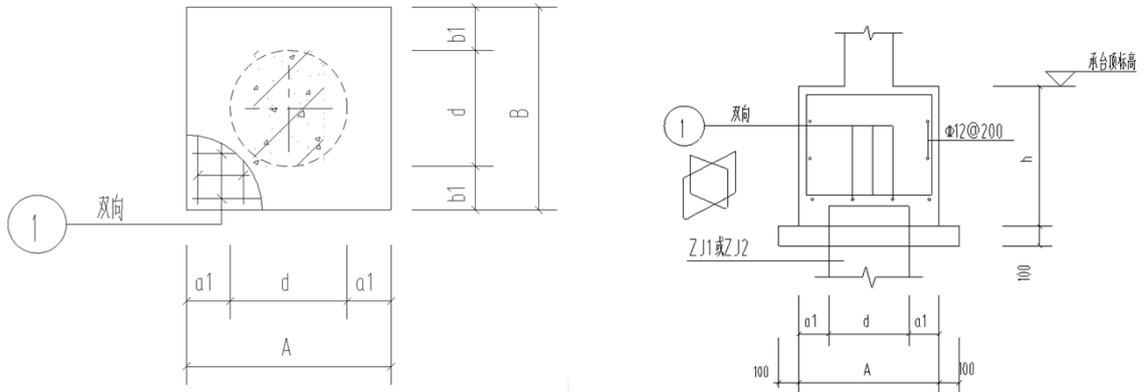


图 3.11 KZ2-4 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R = R_a = Q_{uk} / K = 4953.01 / 2 = 2476.51 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重：

$$G = 20 \times 1.6 \times 1.6 \times (0.9 + 0.2) = 56.32 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F + G}{R} = 1.0 \times \frac{2348.09 + 56.32}{2476.51} = 0.971$$

所以，取 $n=1$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值：

$$N = \frac{F + G}{n} = \frac{2348.09 + 56.32}{1} = 2404.41 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 2404.41 = 2404.41 \text{ kN} < R = 2476.51 \text{ kN}$$

所以，基桩承载力满足要求。

3.4.11 边柱 KZ2-5

轴心受压： $N = 2199.66 \text{ kN}$

基桩承载力： $R = 2476.51 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩：

1. 确定桩数 n ：承台自重及承台上土的自重为：

$$G = 20 \times 1.6 \times 1.6 \times (0.9 + 0.2) = 56.32 \text{ kN}$$

则桩数：

$$n \geq \frac{F + G}{R} = \frac{2199.66 + 56.32}{2476.51} = 0.911 \text{ 取 } n = 1$$

2. 布桩：承台底布桩设计见图 3.12。

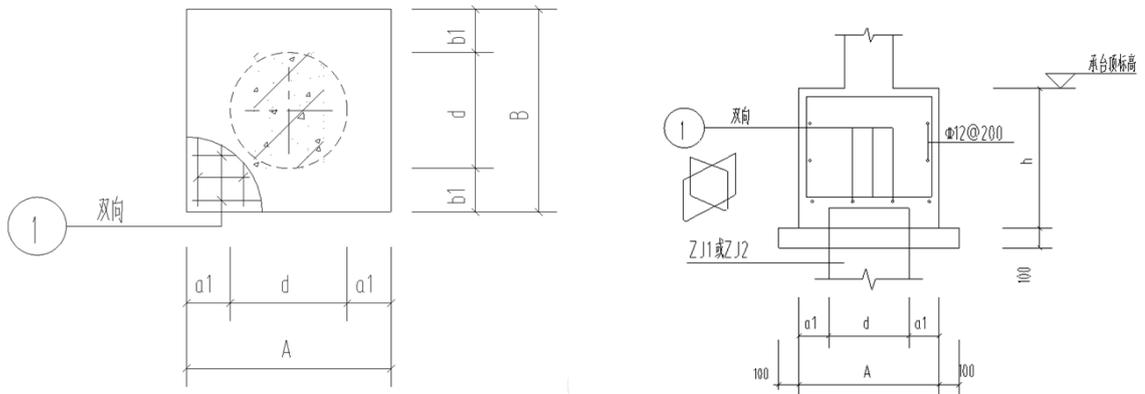


图 3.12 KZ2-4 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R = R_a = Q_{uk} / K = 4953.01 / 2 = 2476.51 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重：

$$G = 20 \times 1.6 \times 1.6 \times (0.9 + 0.2) = 56.32 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F + G}{R} = 1.0 \times \frac{2199.66 + 56.32}{2476.51} = 0.911$$

所以，取 $n=1$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值：

$$N = \frac{F + G}{n} = \frac{2199.66 + 56.32}{1} = 2255.98 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 2255.98 = 2255.98 \text{ kN} < R = 2476.51 \text{ kN}$$

所以，基桩承载力满足要求。

3.4.12 边柱 KZ2-6

轴心受压： $N = 2199.66 \text{ kN}$

基桩承载力： $R = 2476.51 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩：

1. 确定桩数 n ：承台自重及承台上土的自重为：

$$G = 20 \times 1.6 \times 1.6 \times (0.9 + 0.2) = 56.32 \text{ kN}$$

则桩数：

$$n \geq \frac{F + G}{R} = \frac{2199.66 + 56.32}{2476.51} = 0.911 \text{ 取 } n = 1$$

2. 布桩：承台底布桩设计见图 3.13。

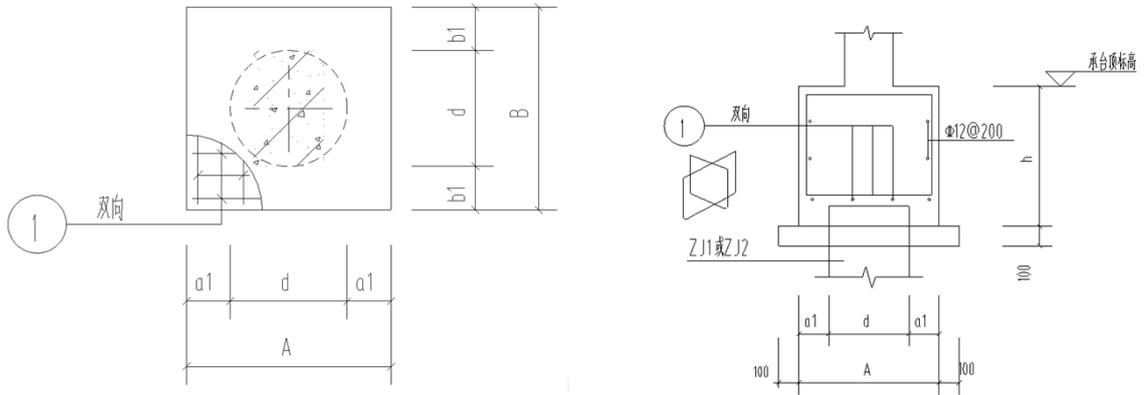


图 3.13 KZ2-4 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R = R_a = Q_{uk} / K = 4953.01 / 2 = 2476.51 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重：

$$G = 20 \times 1.6 \times 1.6 \times (0.9 + 0.2) = 56.32 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F + G}{R} = 1.0 \times \frac{2199.66 + 56.32}{2476.51} = 0.911$$

所以，取 $n=1$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值：

$$N = \frac{F + G}{n} = \frac{2199.66 + 56.32}{1} = 2255.98 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 2255.98 = 2255.98 \text{ kN} < R = 2476.51 \text{ kN}$$

所以，基桩承载力满足要求。

3.4.13 中柱 KZ3-1

轴心受压： $N = 4406.57 \text{ kN}$

基桩承载力： $R = 2476.51 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩：

1. 确定桩数 n ：承台自重及承台上土的自重为：

$$G = 20 \times 4.7 \times 1.7 \times (1.6 + 0.2) = 287.64 \text{ kN}$$

则桩数：

$$n \geq \frac{F + G}{R} = \frac{4406.57 + 287.64}{2476.51} = 1.895 \text{ 取 } n = 2$$

2. 布桩：承台底布桩设计见图 3.14。

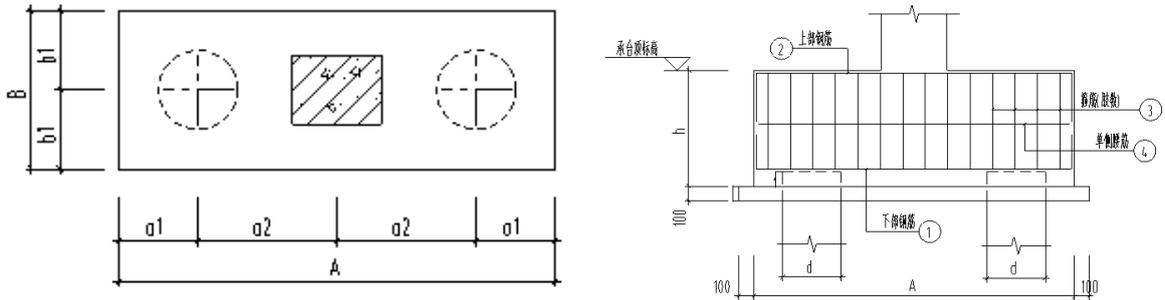


图 3.14 KZ3-1 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R = R_a = Q_{uk} / K = 4953.01 / 2 = 2476.51 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重：

$$G = 20 \times 4.7 \times 1.7 \times (1.6 + 0.2) = 287.64 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F + G}{R} = 1.0 \times \frac{4406.57 + 287.64}{2476.51} = 1.895$$

所以，取 $n=2$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值：

$$N = \frac{F + G}{n} = \frac{4406.57 + 287.64}{2} = 2347.11 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 2347.11 = 2347.11 \text{ kN} < R = 2476.51 \text{ kN}$$

所以，基桩承载力满足要求。

3.4.14 中柱 KZ3-2

轴心受压： $N=4406.57 \text{ kN}$

基桩承载力： $R=2476.51 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩：

1. 确定桩数 n ：承台自重及承台上土的自重为：

$$G = 20 \times 4.7 \times 1.7 \times (1.6 + 0.2) = 287.64 \text{ kN}$$

则桩数：

$$n \geq \frac{F + G}{R} = \frac{4406.57 + 287.64}{2476.51} = 1.895 \text{ 取 } n = 2$$

2. 布桩：承台底布桩设计见图 3.15。

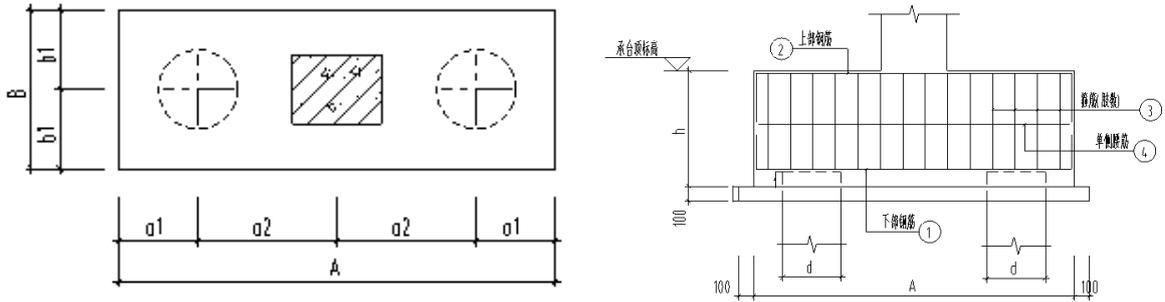


图 3.15 KZ3-2 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R=R_a=Q_{uk}/K=4953.01/2=2476.51 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重：

$$G=20 \times 4.7 \times 1.7 \times (1.6+0.2) = 287.64 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F+G}{R} = 1.0 \times \frac{4406.57 + 287.64}{2476.51} = 1.895$$

所以，取 $n=2$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值：

$$N = \frac{F+G}{n} = \frac{4406.57 + 287.64}{2} = 2347.11 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 2347.11 = 2347.11 \text{ kN} < R = 2476.51 \text{ kN}$$

所以，基桩承载力满足要求。

3.4.15 中柱 KZ3-3

轴心受压： $N=3905.60 \text{ kN}$

基桩承载力： $R=2476.51 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩：

1. 确定桩数 n ：承台自重及承台上土的自重为：

$$G=20 \times 4.7 \times 1.7 \times (1.6+0.2) = 287.64 \text{ kN}$$

则桩数：

$$n \geq \frac{F+G}{R} = \frac{3905.60 + 287.64}{2476.51} = 1.693 \text{ 取 } n = 2$$

2. 布桩：承台底布桩设计见图 3.16。

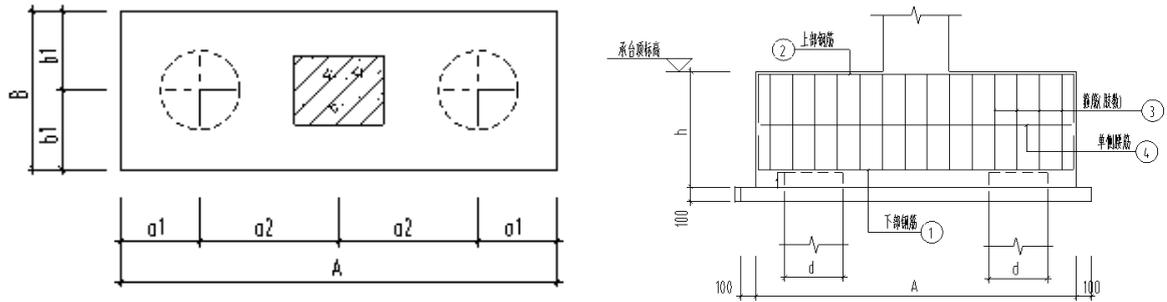


图 3.16 KZ3-3 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R=R_a=Q_{uk}/K=4953.01/2=2476.51 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重:

$$G=20 \times 4.7 \times 1.7 \times (1.6+0.2) = 287.64 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F+G}{R} = 1.0 \times \frac{3905.60 + 287.64}{2476.51} = 1.693$$

所以, 取 $n=2$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值:

$$N = \frac{F+G}{n} = \frac{3905.60 + 287.64}{2} = 2096.62 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 2096.62 = 2096.62 \text{ kN} < R = 2476.51 \text{ kN}$$

所以, 基桩承载力满足要求。

3.4.16 中柱 KZ3-4

轴心受压: $N=4559.34 \text{ kN}$

基桩承载力: $R=2476.51 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩:

1. 确定桩数 n : 承台自重及承台上土的自重为:

$$G=20 \times 4.7 \times 1.7 \times (1.6+0.2) = 287.64 \text{ kN}$$

则桩数:

$$n \geq \frac{F+G}{R} = \frac{4559.34 + 287.64}{2476.51} = 1.957 \text{ 取 } n = 2$$

2. 布桩: 承台底布桩设计见图 3.17。

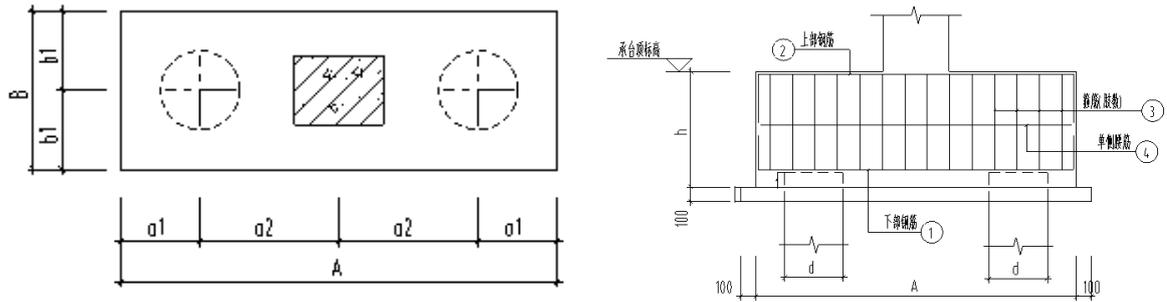


图 3.17 KZ3-4 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R=R_a=Q_{uk}/K=4953.01/2=2476.51 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重:

$$G=20 \times 4.7 \times 1.7 \times (1.6+0.2) = 287.64 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F+G}{R} = 1.0 \times \frac{4559.34 + 287.64}{2476.51} = 1.957$$

所以, 取 $n=2$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值:

$$N = \frac{F+G}{n} = \frac{4559.34 + 287.64}{2} = 2423.49 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 2423.49 = 2423.49 \text{ kN} < R = 2476.51 \text{ kN}$$

所以, 基桩承载力满足要求。

3.4.17 中柱 KZ3-5

轴心受压: $N=4559.34 \text{ kN}$

基桩承载力: $R=2476.51 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩:

1. 确定桩数 n : 承台自重及承台上土的自重为:

$$G=20 \times 4.7 \times 1.7 \times (1.6+0.2) = 287.64 \text{ kN}$$

则桩数:

$$n \geq \frac{F+G}{R} = \frac{4559.34 + 287.64}{2476.51} = 1.957 \text{ 取 } n = 2$$

2. 布桩: 承台底布桩设计见图 3.18。

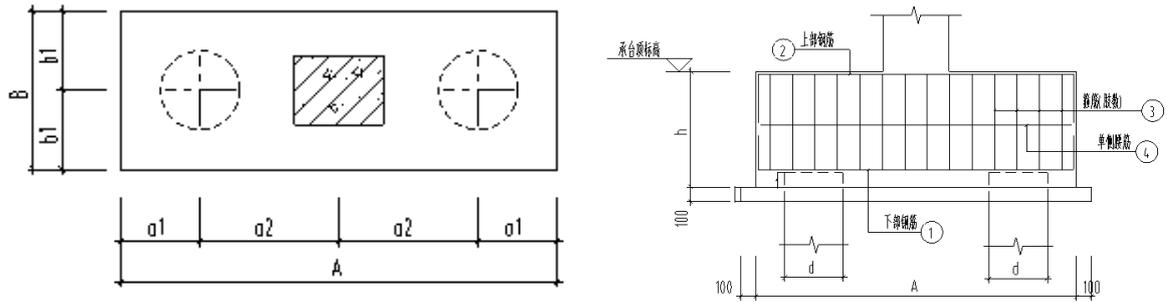


图 3.18 KZ3-5 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R=R_a=Q_{uk}/K=4953.01/2=2476.51 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重:

$$G=20 \times 4.7 \times 1.7 \times (1.6+0.2) = 287.64 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F+G}{R} = 1.0 \times \frac{4559.34 + 287.64}{2476.51} = 1.957$$

所以, 取 $n=2$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值:

$$N = \frac{F+G}{n} = \frac{4559.34 + 287.64}{2} = 2423.49 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 2423.49 = 2423.49 \text{ kN} < R = 2476.51 \text{ kN}$$

所以, 基桩承载力满足要求。

3.4.18 中柱 KZ4-1

轴心受压: $N=852.62 \text{ kN}$

基桩承载力: $R=1415.92 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩:

1. 确定桩数 n : 承台自重及承台上土的自重为:

$$G=20 \times 1.2 \times 1.2 \times (0.9+0.2) = 31.68 \text{ kN}$$

则桩数:

$$n \geq \frac{F+G}{R} = \frac{852.62 + 31.68}{1415.92} = 0.625 \text{ 取 } n = 1$$

2. 布桩: 承台底布桩设计见图 3.19。

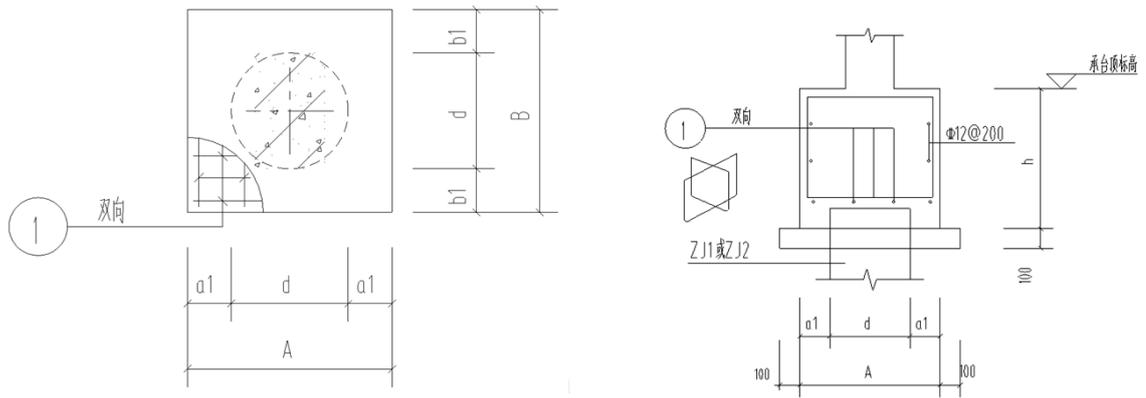


图 3.19 KZ4-1 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R=R_a=Q_{uk}/K=2831.84/2=1415.92 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重:

$$G=20 \times 1.2 \times 1.2 \times (0.9+0.2) = 31.68 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F+G}{R} = 1.0 \times \frac{852.62 + 31.68}{1415.92} = 0.625$$

所以, 取 $n=1$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值:

$$N = \frac{F+G}{n} = \frac{852.62 + 31.68}{1} = 884.30 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 884.30 = 884.30 \text{ kN} < R = 1415.92 \text{ kN}$$

所以, 基桩承载力满足要求。

3.4.19 边柱 KZ4-2

轴心受压: $N=481.81 \text{ kN}$

基桩承载力: $R=1415.92 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩:

1. 确定桩数 n : 承台自重及承台上土的自重为:

$$G=20 \times 1.2 \times 1.2 \times (0.9+0.2) = 31.68 \text{ kN}$$

则桩数:

$$n \geq \frac{F+G}{R} = \frac{481.81 + 31.68}{1415.92} = 0.363 \text{ 取 } n = 1$$

2. 布桩: 承台底布桩设计见图 3.20。

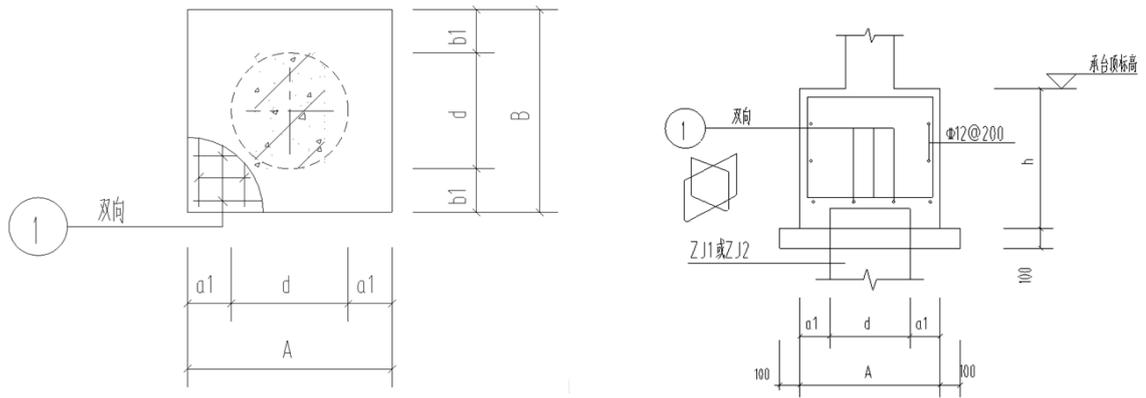


图 3.20 KZ4-2 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R=R_a=Q_{uk}/K=2831.84/2=1415.92 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重:

$$G=20 \times 1.2 \times 1.2 \times (0.9+0.2) = 31.68 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F+G}{R} = 1.0 \times \frac{481.81 + 31.68}{1415.92} = 0.363$$

所以, 取 $n=1$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值:

$$N = \frac{F+G}{n} = \frac{852.62 + 31.68}{1} = 513.49 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 513.49 = 513.49 \text{ kN} < R = 1415.92 \text{ kN}$$

所以, 基桩承载力满足要求。

3.4.20 角柱 KZ4-3

轴心受压: $N=273.07 \text{ kN}$

基桩承载力: $R=1415.92 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩:

1. 确定桩数 n : 承台自重及承台上土的自重为:

$$G=20 \times 1.2 \times 1.2 \times (0.9+0.2) = 31.68 \text{ kN}$$

则桩数:

$$n \geq \frac{F+G}{R} = \frac{273.07 + 31.68}{1415.92} = 0.215 \text{ 取 } n = 1$$

2. 布桩: 承台底布桩设计见图 3.21。

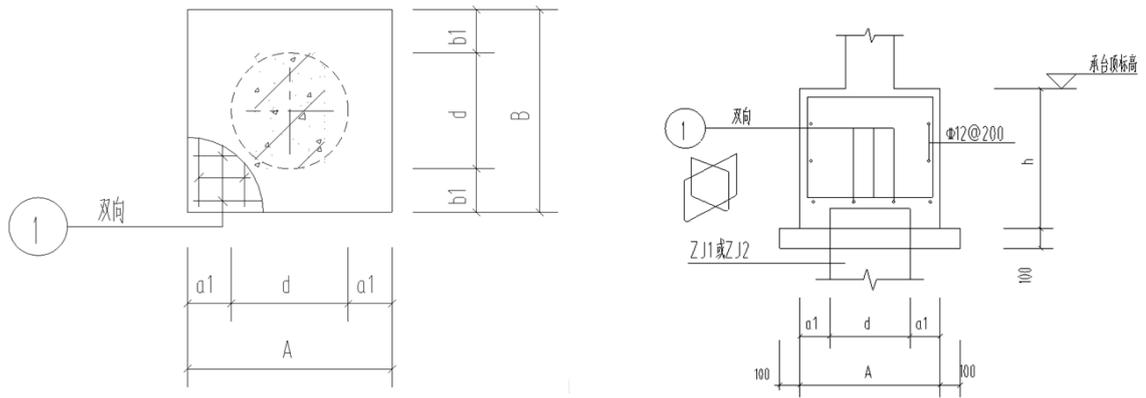


图 3.21 KZ4-3 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R=R_a=Q_{uk}/K=2831.84/2=1415.92 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重:

$$G=20 \times 1.2 \times 1.2 \times (0.9+0.2) = 31.68 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F+G}{R} = 1.0 \times \frac{273.07 + 31.68}{1415.92} = 0.215$$

所以, 取 $n=1$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值:

$$N = \frac{F+G}{n} = \frac{273.07 + 31.68}{1} = 304.75 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 304.75 = 304.75 \text{ kN} < R = 1415.92 \text{ kN}$$

所以, 基桩承载力满足要求。

3.4.21 边柱 KZ5

轴心受压: $N=1596.64 \text{ kN}$

基桩承载力: $R=1685.91 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩:

1. 确定桩数 n : 承台自重及承台上土的自重为:

$$G=20 \times 1.3 \times 1.3 \times (0.9+0.2) = 37.18 \text{ kN}$$

则桩数:

$$n \geq \frac{F+G}{R} = \frac{1596.64 + 37.18}{1685.91} = 0.969 \text{ 取 } n = 1$$

2. 布桩: 承台底布桩设计见图 3.22。

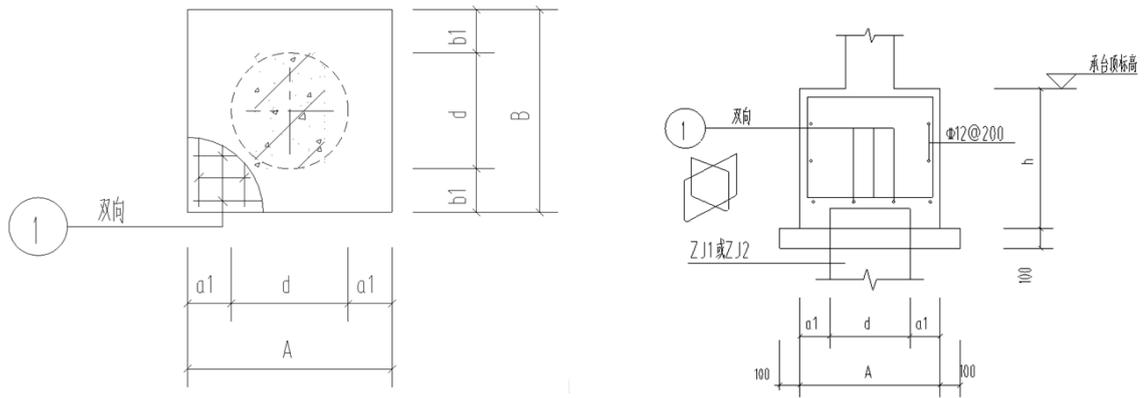


图 3.22 KZ5 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R=R_a=Q_{uk}/K=3371.82/2=1685.91 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重:

$$G=20 \times 1.3 \times 1.3 \times (0.9+0.2) = 37.18 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F+G}{R} = 1.0 \times \frac{1596.64 + 37.18}{1685.91} = 0.969$$

所以, 取 $n=1$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值:

$$N = \frac{F+G}{n} = \frac{1596.64 + 37.18}{1} = 1633.82 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 1633.82 = 1633.82 \text{ kN} < R = 1685.91 \text{ kN}$$

所以, 基桩承载力满足要求。

3.4.22 中柱 KZ6

轴心受压: $N=4035.48 \text{ kN}$

基桩承载力: $R=2476.51 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩:

1. 确定桩数 n : 承台自重及承台上土的自重为:

$$G=20 \times 4.7 \times 1.7 \times (1.6+0.2) = 287.64 \text{ kN}$$

则桩数:

$$n \geq \frac{F+G}{R} = \frac{4035.48 + 287.64}{2476.51} = 1.746 \text{ 取 } n = 2$$

2. 布桩: 承台底布桩设计见图 3.23。

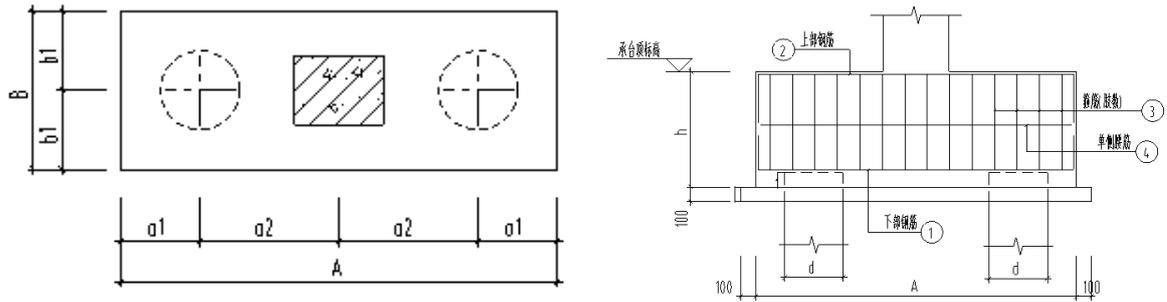


图 3.23 KZ6 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力

$$R=R_a=Q_{uk}/K=4953.01/2=2476.51 \text{ kN}$$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重:

$$G=20 \times 4.7 \times 1.7 \times (1.6+0.2) = 287.64 \text{ kN}$$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F+G}{R} = 1.0 \times \frac{4035.48 + 287.64}{2476.51} = 1.746$$

所以, 取 $n=2$ 满足要求。

二、验算基桩承载力

基桩平均竖向荷载设计值:

$$N = \frac{F+G}{n} = \frac{4035.46 + 287.64}{2} = 2161.56 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 N = 1.0 \times 2161.56 = 2161.56 \text{ kN} < R = 2476.51 \text{ kN}$$

所以, 基桩承载力满足要求。

3.4.23 边柱 KZ7

轴心受压: $N=462.15 \text{ kN}$

基桩承载力: $R=1415.92 \text{ kN}$

一、确定桩数与布桩:

1. 确定桩数 n : 承台自重及承台上土的自重为:

$$G=20 \times 1.2 \times 1.2 \times (0.9+0.2) = 31.68 \text{ kN}$$

则桩数:

$$n \geq \frac{F+G}{R} = \frac{462.15 + 31.68}{1415.92} = 0.349 \text{ 取 } n = 1$$

2. 布桩: 承台底布桩设计见图 3.24。

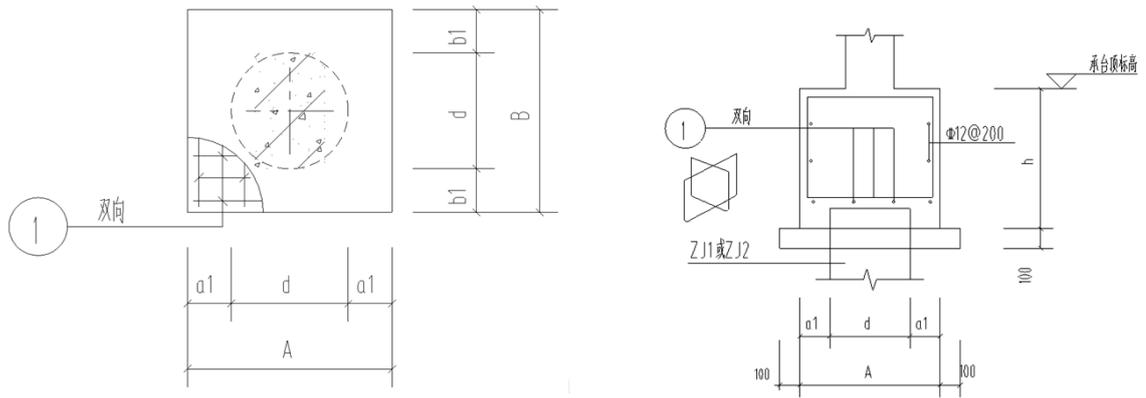


图 3.24 KZ7 承台下布桩

3. 重新计算基桩承载力: $R=R_a=Q_{uk}/K=2831.84/2=1415.92 \text{ kN}$

4. 重新验算桩数

承台及承台上附土重: $G=20 \times 1.2 \times 1.2 \times (0.9+0.2) = 31.68 \text{ kN}$

$$n \geq \gamma_0 \frac{F + G}{R} = 1.0 \times \frac{462.15 + 31.68}{1415.92} = 0.349, \text{ 所以, 取 } n = 1 \text{ 满足要求。}$$

二、验算基桩承载力

$$\text{基桩平均竖向荷载设计值: } N = \frac{F + G}{n} = \frac{462.15 + 31.68}{1} = 493.83 \text{ kN}$$

$\gamma_0 N = 1.0 \times 493.83 = 493.83 \text{ kN} < R = 1415.92 \text{ kN}$, 所以, 基桩承载力满足要求。

所有桩及承台布置图, 见图 3.25

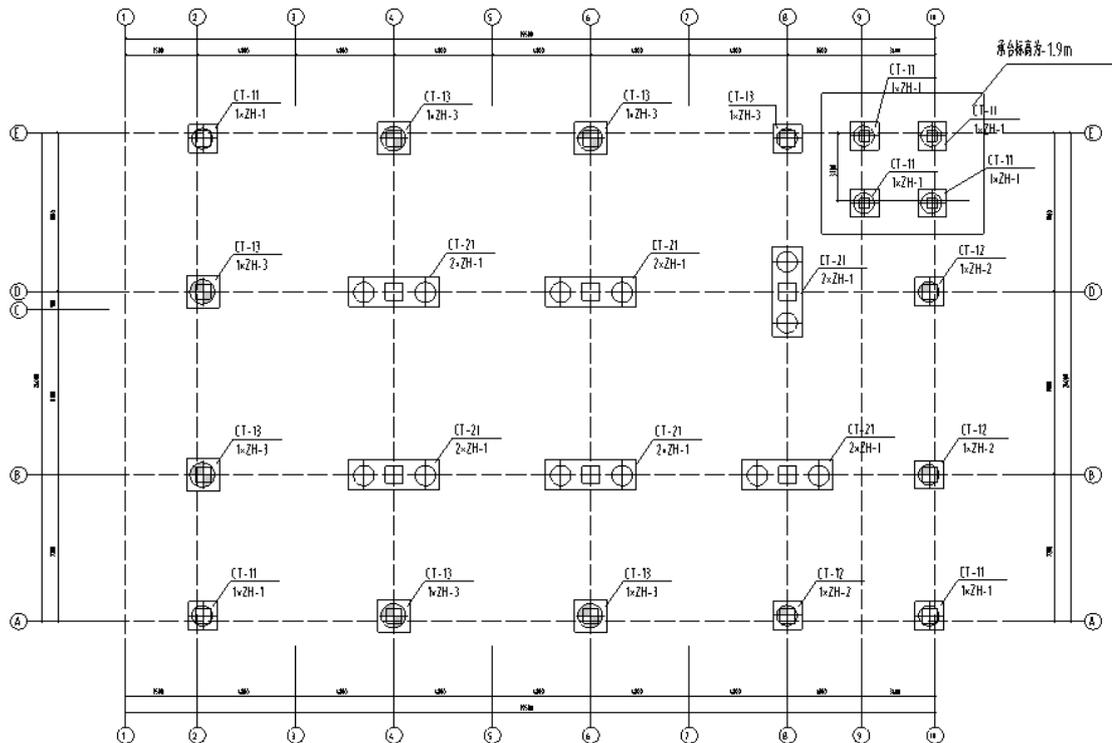


图 3.25 桩及承台平面布置图

4 柱下桩基础沉降计算

4.1 土层自重应力 σ_s 和附加应力 σ_z

4.1.1 土层自重应力 σ_s 的计算

第四层土以上的土的自重应力：

$$\begin{aligned}\sigma_s &= \sum_{i=1}^n \gamma_i z_i \\ &= 17.5 \times 2 + (17.5 - 10) \times 1 + (18.9 - 10) \times 3 + (19 - 10) \times 2 + (19.3 - 10) \times 5 \\ &= 133.7 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

4.1.2 附加应力 σ_z 的计算

以 KZ1-1 为例进行计算

长期荷载效应准永久组合情况下： $S_q = 906.94 \text{ kN}$

基底压力：

$$p = \frac{P}{A} = \frac{906.94}{1.2 \times 1.2} = 629.82 \text{ kN/m}^2$$

承台底部处土的自重应力：

$$\sigma_{cz} = \gamma d = 17.5 \times 1.1 = 19.25 \text{ kPa}$$

则承台底附加应力：

$$p_0 = p - \sigma_{cz} = 629.82 - 19.25 = 610.57 \text{ kPa}$$

同理：其它柱下的承台底附加压力的计算结果见表 4.1

表 4.1 柱下承台底附加压力

| 柱编号 | 准永久组合荷载 $S_q(\text{kN})$ | 承台面积 $A_s(\text{m}^2)$ | 基底压力 $p(\text{kN/m}^2)$ | 承台底土自重 应力 $\sigma_{cz}(\text{kPa})$ | 基底附加应力 $p_0(\text{kPa})$ |
|-------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|
| KZ1-1 | 906.94 | 1.44 | 629.82 | 19.25 | 610.57 |
| KZ1-2 | 1384.65 | 2.25 | 615.40 | 19.25 | 596.15 |
| KZ1-3 | 747.71 | 1.44 | 519.24 | 19.25 | 499.99 |
| KZ1-4 | 1344.84 | 2.25 | 597.71 | 19.25 | 578.46 |
| KZ1-5 | 1165.70 | 1.69 | 689.76 | 19.25 | 670.51 |
| KZ1-6 | 960.02 | 1.44 | 666.68 | 19.25 | 647.43 |
| KZ2-1 | 1543.88 | 2.25 | 686.17 | 19.25 | 666.92 |
| KZ2-2 | 1543.88 | 2.25 | 686.17 | 19.25 | 666.92 |
| KZ2-3 | 1703.12 | 2.25 | 756.94 | 19.25 | 737.69 |
| KZ2-4 | 1756.20 | 2.25 | 780.53 | 19.25 | 761.28 |

| 柱编号 | 准永久组合荷载 $S_q(\text{kN})$ | 承台面积 $A_s(\text{m}^2)$ | 基底压力 $p(\text{kN/m}^2)$ | 承台底土自重 应力 $\sigma_{cz}(\text{kPa})$ | 基底附加应力 $p_0(\text{kPa})$ |
|-------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|
| KZ2-5 | 1650.04 | 2.56 | 644.55 | 19.25 | 625.30 |
| KZ2-6 | 1650.04 | 2.56 | 644.55 | 19.25 | 625.30 |
| KZ3-1 | 3265.05 | 2.56 | 1275.41 | 31.50 | 1243.91 |
| KZ3-2 | 3265.05 | 2.56 | 1275.41 | 31.50 | 1243.91 |
| KZ3-3 | 2906.77 | 2.56 | 1135.46 | 31.50 | 1103.96 |
| KZ3-4 | 3375.55 | 2.56 | 1318.57 | 31.50 | 1287.07 |
| KZ3-5 | 3375.55 | 2.56 | 1318.57 | 31.50 | 1287.07 |
| KZ4-1 | 646.51 | 1.44 | 448.97 | 19.25 | 429.72 |
| KZ4-2 | 378.76 | 1.44 | 263.03 | 19.25 | 243.78 |
| KZ4-3 | 229.47 | 1.44 | 159.36 | 19.25 | 140.11 |
| KZ5 | 1218.78 | 1.69 | 721.17 | 19.25 | 701.92 |
| KZ6 | 2999.66 | 2.56 | 1171.74 | 31.50 | 1140.24 |
| KZ7 | 338.95 | 1.44 | 235.38 | 19.25 | 216.13 |

4.2 柱基沉降计算

4.2.1 KZ1-1 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned}
 Z_n &= b(2.5 - 0.4\ln b) \\
 &= 1.2 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.2) \\
 &= 2.9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2. 沉降计算，见表 4.2

表 4.2 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 2.6 | 2.9 |
| 长宽比 a/b | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 深宽比 z/b ($b=1.2/2$) | 0 | 3.17 | 4.33 | 4.83 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.5275 | 0.4193 | 0.3848 |
| $z_i\alpha_i$ (mm) | 0 | 1002.25 | 1090.18 | 1115.92 |
| $z_i\alpha_i - z_{i-1}\alpha_{i-1}$ (mm) | | 1002.33 | 87.91 | 25.69 |
| p_0/E_s | | 0.116 | 0.056 | 0.056 |
| Δs_i | | 116.35 | 4.92 | 1.44 |
| $\Sigma \Delta s_i$ | | | | 122.70 |
| $\Delta s_n / \Sigma \Delta s_i$ | | | | 0.0117 |

由于 $0.0117 < 0.025$ ，表明所取的 $Z_n=2.9\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 $\overline{E_s}$ 值

$$\overline{E_s} = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = \frac{1002.25 + 87.91 + 25.69}{\frac{1002.25}{5.26} + \frac{87.91}{10.92} + \frac{25.69}{10.92}} = 5.55 \text{MPa}$$

$p_0 > f_{ak}$, 查相关表格, 利用内插求值法, 可得 $\psi_s = 1.145$

4. 基础最终沉降量

根据桩基技术规范, 对于采用后注浆施工工艺的灌注桩, 桩基沉降计算经验系数应根据桩端持力土层类别, 乘以 0.7 (砂、砾、卵石) ~ 0.8 (黏性土、粉土) 折减系数。本设计桩端持力层为砾砂层, 故应乘以折减系数 0.7。

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.145 \times 122.70 = 98.34 \text{mm}$$

4.2.2 KZ1-2 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4 \ln b) \\ &= 1.5 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.5) \\ &= 3.5 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算, 见表 4.3

表 4.3 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 3.2 | 3.5 |
| 长宽比 a/b | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 深宽比 z/b ($b=1.5/2$) | 0 | 2.53 | 4.27 | 4.67 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.6116 | 0.4236 | 0.3952 |
| $z_i \alpha_i$ (mm) | 0 | 1162.04 | 1355.52 | 1383.20 |
| $z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}$ (mm) | | 1162.04 | 193.48 | 27.68 |
| p_0/E_s | | 0.113 | 0.055 | 0.055 |
| Δs_i | | 131.70 | 10.56 | 1.51 |
| $\Sigma \Delta s_i$ | | □ | □ | 143.77 |
| $\Delta s_n / \Sigma \Delta s_i$ | | □ | □ | 0.0105 |

由于 $0.0105 < 0.025$, 表明所取的 $Z_n = 3.5\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 $\overline{E_s}$ 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = \frac{1162.04 + 193.48 + 27.68}{\frac{1162.04}{5.26} + \frac{193.48}{10.92} + \frac{27.68}{10.92}} = 5.74 \text{MPa}$$

$P_0 > f_{ak}$, 查相关表格, 利用内插求值法, 可得 $\psi_s = 1.126$

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.126 \times 143.77 = 113.32 \text{mm}$$

4.2.3 KZ1-3 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4 \ln b) \\ &= 1.2 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.2) \\ &= 2.9 \text{m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算, 见表 4.4

表 4.4 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 2.6 | 2.9 |
| 长宽比 a/b | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 深宽比 z/b ($b=1.2/2$) | 0 | 3.17 | 4.33 | 4.83 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.5275 | 0.4193 | 0.3848 |
| $z_i \alpha_i$ (mm) | 0 | 1002.33 | 1090.23 | 1115.92 |
| $z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1002.33 | 87.91 | 25.69 |
| p_0/E_s | □ | 0.095 | 0.046 | 0.046 |
| Δs_i | □ | 95.28 | 4.02 | 1.18 |
| $\Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 100.48 |
| $\Delta s_n / \Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0117 |

由于 $0.0117 < 0.025$, 表明所取的 $Z_n = 2.9 \text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = 5.55 \text{MPa}$$

$P_0 > f_{ak}$, 查相关表格, 利用内插求值法, 可得 $\psi_s = 1.145$

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 100.48 \times 1.145 = 80.53 \text{mm}$$

4.2.4 KZ1-4 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4\ln b) \\ &= 1.5 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.5) \\ &= 3.5 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算, 见表 4.5

表 4.5 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 3.2 | 3.5 |
| 长宽比 a/b | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 深宽比 z/b ($b=1.5/2$) | 0 | 2.53 | 4.27 | 4.67 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.6116 | 0.4236 | 0.3952 |
| $z_i\alpha_i$ (mm) | 0 | 1162.04 | 1355.52 | 1383.20 |
| $z_i\alpha_i - z_{i-1}\alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1162.04 | 193.48 | 27.68 |
| p_0/E_s | □ | 0.110 | 0.053 | 0.053 |
| Δs_i | □ | 127.79 | 10.25 | 1.47 |
| $\Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 139.51 |
| $\Delta s_n / \Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0105 |

由于 $0.0105 < 0.025$, 表明所取的 $Z_n=3.5\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = 5.74 \text{ MPa}$$

$p_0 > f_{ak}$, 查相关表格, 利用内插求值法, 可得 $\psi_s=1.126$

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.126 \times 139.51 = 109.96 \text{ mm}$$

4.2.5 KZ1-5 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4\ln b) \\ &= 1.5 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.5) \\ &= 3.5 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算, 见表 4.6

表 4.6 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 2.8 | 3.1 |
| 长宽比 a/b | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 深宽比 z/b ($b=1.5/2$) | 0 | 2.92 | 4.31 | 4.77 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.5702 | 0.4210 | 0.3888 |
| $z_i\alpha_i$ (mm) | 0 | 1083.47 | 1178.84 | 1205.38 |
| $z_i\alpha_i - z_{i-1}\alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1083.47 | 95.38 | 26.53 |
| p_0/E_s | □ | 0.127 | 0.061 | 0.061 |
| Δs_i | □ | 138.11 | 5.86 | 1.63 |
| $\Sigma\Delta s_i$ | □ | □ | □ | 145.60 |
| $\Delta s_n/\Sigma\Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0112 |

由于 $0.0112 < 0.025$ ，表明所取的 $Z_n=3.5\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = 5.55 \text{MPa}$$

$P_0 > f_{ak}$ ，查相关表格，利用内插求值法，可得 $\psi_s=1.145$

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 145.6 \times 1.145 = 116.70 \text{mm}$$

4.2.6 KZ1-6 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4 \ln b) \\ &= 1.2 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.2) \\ &= 2.9 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算，见表 4.7

由于 $0.0117 < 0.025$ ，表明所取的 $Z_n=2.9\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = 5.55 \text{MPa}$$

$P_0 > f_{ak}$, 查相关表格, 利用内插求值法, 可得 $\psi_s = 1.145$

表 4.7 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 z_i (m) | 0 | 1.9 | 2.6 | 2.9 |
| 长宽比 a/b | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 深宽比 z/b ($b=1.2/2$) | 0 | 3.17 | 4.33 | 4.83 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.5275 | 0.4193 | 0.3848 |
| $z_i\alpha_i$ (mm) | 0 | 1002.33 | 1090.23 | 1115.92 |
| $z_i\alpha_i - z_{i-1}\alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1002.33 | 87.91 | 25.69 |
| p_0/E_s | □ | 0.123 | 0.059 | 0.059 |
| Δs_i | □ | 123.37 | 5.21 | 1.52 |
| $\Sigma\Delta s_i$ | □ | □ | □ | 130.11 |
| $\Delta s_n/\Sigma\Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0117 |

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.145 \times 130.11 = 104.28 \text{mm}$$

4.2.7 KZ2-1 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4 \ln b) \\ &= 1.5 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.5) \\ &= 3.5 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算, 见表 4.8

表 4.8 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 z_i (m) | 0 | 1.9 | 3.2 | 3.5 |
| 长宽比 a/b | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 深宽比 z/b ($b=1.5/2$) | 0 | 2.53 | 4.27 | 4.67 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.6116 | 0.4236 | 0.3952 |
| $z_i\alpha_i$ (mm) | 0 | 1162.04 | 1355.52 | 1383.20 |
| $z_i\alpha_i - z_{i-1}\alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1162.04 | 193.48 | 27.68 |
| p_0/E_s | □ | 0.127 | 0.061 | 0.061 |
| Δs_i | □ | 147.34 | 11.82 | 1.69 |
| $\Sigma\Delta s_i$ | □ | □ | □ | 160.84 |
| $\Delta s_n/\Sigma\Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0105 |

由于 $0.0105 < 0.025$, 表明所取的 $Z_n = 3.5\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = 5.74 \text{MPa}$$

$P_0 > f_{ak}$, 查相关表格, 利用内插求值法, 可得 $\psi_s = 1.126$

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.126 \times 160.84 = 126.77 \text{mm}$$

4.2.8 KZ2-2 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4 \ln b) \\ &= 1.5 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.5) \\ &= 3.5 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算, 见表 4.9

表 4.9 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 z_i (m) | 0 | 1.9 | 3.2 | 3.5 |
| 长宽比 a/b | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 深宽比 z/b ($b=1.5/2$) | 0 | 2.53 | 4.27 | 4.67 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.6116 | 0.4236 | 0.3952 |
| $z_i \alpha_i$ (mm) | 0 | 1162.04 | 1355.52 | 1383.20 |
| $z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1162.04 | 193.48 | 27.68 |
| p_0/E_s | □ | 0.127 | 0.061 | 0.061 |
| Δs_i | □ | 147.34 | 11.82 | 1.69 |
| $\Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 160.84 |
| $\Delta s_n / \Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0105 |

由于 $0.0105 < 0.025$, 表明所取的 $Z_n = 3.5 \text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = 5.74 \text{MPa}$$

$P_0 > f_{ak}$, 查相关表格, 利用内插求值法, 可得 $\psi_s = 1.126$

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.126 \times 160.84 = 126.77 \text{mm}$$

4.2.9 KZ2-3 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4 \ln b) \\ &= 1.5 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.5) \\ &= 3.5 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算, 见表 4.10

表 4.10 规范法计算基础最终沉降量

| | | | | |
|--------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 3.2 | 3.5 |
| 长宽比 a/b | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 深宽比 z/b ($b=1.5/2$) | 0 | 2.53 | 4.27 | 4.67 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.6116 | 0.4236 | 0.3952 |
| $z_i \alpha_i$ (mm) | 0 | 1162.04 | 1355.52 | 1383.20 |
| $z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1162.04 | 193.48 | 27.68 |
| p_0/E_s | □ | 0.140 | 0.068 | 0.068 |
| Δs_i | □ | 162.97 | 13.07 | 1.87 |
| $\Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 177.91 |
| $\Delta s_n / \Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0105 |

由于 $0.0105 < 0.025$, 表明所取的 $Z_n=3.5\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = 5.74 \text{MPa}$$

$P_0 > f_{ak}$, 查相关表格, 利用内插求值法, 可得 $\psi_s=1.126$

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.126 \times 177.91 = 140.23 \text{mm}$$

4.2.10 KZ2-4 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4 \ln b) \\ &= 1.5 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.5) \\ &= 3.5 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算，见表 4.11

由于 $0.0105 < 0.025$ ，表明所取的 $Z_n=3.5\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = 5.74 \text{MPa}$$

$P_0 > f_{ak}$ ，查相关表格，利用内插求值法，可得 $\psi_s=1.126$

表 4.11 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 3.2 | 3.5 |
| 长宽比 a/b | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 深宽比 z/b ($b=1.5/2$) | 0 | 2.53 | 4.27 | 4.67 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.6116 | 0.4236 | 0.3952 |
| $z_i \alpha_i$ (mm) | 0 | 1162.04 | 1355.52 | 1383.20 |
| $z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1162.04 | 193.48 | 27.68 |
| p_0/E_s | □ | 0.145 | 0.070 | 0.070 |
| Δs_i | □ | 168.18 | 13.49 | 1.93 |
| $\Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 183.60 |
| $\Delta s_n / \Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0105 |

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.126 \times 183.60 = 144.71 \text{mm}$$

4.2.11 KZ2-5 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4 \ln b) \\ &= 1.6 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.6) \\ &= 3.7 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算，见表 4.12

表 4.12 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|-------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 3.4 | 3.7 |
| 长宽比 a/b | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 深宽比 z/b ($b=1.5/2$) | 0 | 2.38 | 4.25 | 4.63 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.6350 | 0.4254 | 0.3984 |
| $z_i \alpha_i$ (mm) | 0 | 1206.44 | 1446.36 | 1473.90 |

| | | | | |
|------------------------------------------|---|---------|--------|--------|
| $z_i\alpha_i - z_{i-1}\alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1206.44 | 239.92 | 27.53 |
| p_0/E_s | □ | 0.119 | 0.057 | 0.057 |
| Δs_i | □ | 143.42 | 13.74 | 1.58 |
| $\Sigma\Delta s_i$ | □ | □ | □ | 158.73 |
| $\Delta s_n/\Sigma\Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0099 |

由于 $0.0099 < 0.025$ ，表明所取的 $Z_n=3.7\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i\alpha_i - z_{i-1}\alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i\alpha_i - z_{i-1}\alpha_{i-1})/E_{si}]} = 5.81\text{MPa}$$

$p_0 > f_{ak}$ ，查相关表格，利用内插求值法，可得 $\psi_s=1.119$

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.119 \times 158.73 = 124.33\text{mm}$$

4.2.12 KZ2-6 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4\ln b) \\ &= 1.6 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.6) \\ &= 3.7\text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算，见表 4.13

表 4.13 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 3.4 | 3.7 |
| 长宽比 a/b | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 深宽比 z/b ($b=1.5/2$) | 0 | 2.38 | 4.25 | 4.63 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.6350 | 0.4254 | 0.3984 |
| $z_i\alpha_i$ (mm) | 0 | 1206.44 | 1446.36 | 1473.90 |
| $z_i\alpha_i - z_{i-1}\alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1206.44 | 239.92 | 27.53 |
| p_0/E_s | □ | 0.119 | 0.057 | 0.057 |
| Δs_i | □ | 143.42 | 13.74 | 1.58 |
| $\Sigma\Delta s_i$ | □ | □ | □ | 158.73 |
| $\Delta s_n/\Sigma\Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0099 |

由于 $0.0099 < 0.025$ ，表明所取的 $Z_n=3.7\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = 5.81 \text{MPa}$$

$p_0 > f_{ak}$, 查相关表格, 利用内插求值法, 可得 $\psi_s = 1.119$

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.119 \times 158.73 = 124.33 \text{mm}$$

4.2.13 KZ3-1 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4 \ln b) \\ &= 1.7 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.7) \\ &= 3.9 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算, 见表 4.14

表 4.14 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 3.6 | 3.9 |
| 长宽比 a/b | 2.76 | 2.76 | 2.76 | 2.76 |
| 深宽比 z/b ($b=1.5/2$) | 0 | 2.24 | 4.24 | 4.59 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.7922 | 0.5432 | 0.5157 |
| $z_i \alpha_i$ (mm) | 0 | 1505.20 | 1955.44 | 2011.21 |
| $z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1505.20 | 450.23 | 55.77 |
| p_0/E_s | □ | 0.072 | 0.035 | 0.035 |
| Δs_i | □ | 107.92 | 15.55 | 1.93 |
| $\Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 125.40 |
| $\Delta s_n / \Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0154 |

由于 $0.0154 < 0.025$, 表明所取的 $Z_n = 3.7\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = 6.05 \text{MPa}$$

$p_0 > f_{ak}$, 查相关表格, 利用内插求值法, 可得 $\psi_s = 1.095$

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.095 \times 125.40 = 96.12 \text{mm}$$

4.2.14 KZ3-2 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4\ln b) \\ &= 1.7 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.7) \\ &= 3.9 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算，见表 4.15

表 4.15 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 3.6 | 3.9 |
| 长宽比 a/b | 2.76 | 2.76 | 2.76 | 2.76 |
| 深宽比 z/b ($b=1.5/2$) | 0 | 2.24 | 4.24 | 4.59 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.7922 | 0.5432 | 0.5157 |
| $z_i\alpha_i$ (mm) | 0 | 1505.20 | 1955.44 | 2011.21 |
| $z_i\alpha_i - z_{i-1}\alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1505.20 | 450.23 | 55.77 |
| p_0/E_s | □ | 0.072 | 0.035 | 0.035 |
| Δs_i | □ | 107.92 | 15.55 | 1.93 |
| $\Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 125.40 |
| $\Delta s_n / \Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0154 |

由于 $0.0154 < 0.025$ ，表明所取的 $Z_n=3.7\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = 6.05 \text{ MPa}$$

$P_0 > f_{ak}$ ，查相关表格，利用内插求值法，可得 $\psi_s=1.095$

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.095 \times 125.40 = 96.12 \text{ mm}$$

4.2.15 KZ3-3 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4\ln b) \\ &= 1.7 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.7) \\ &= 3.9 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算，见表 4.16

由于 $0.0154 < 0.025$ ，表明所取的 $Z_n = 3.7\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = 6.05 \text{MPa}$$

$P_0 > f_{ak}$ ，查相关表格，利用内插求值法，可得 $\psi_s = 1.095$

表 4.16 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------------------|-------|---------|---------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 3.6 | 3.9 |
| 长宽比 a/b | 2.76 | 2.76 | 2.76 | 2.76 |
| 深宽比 z/b ($b=1.5/2$) | 0 | 2.24 | 4.24 | 4.59 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.000 | 0.7922 | 0.5432 | 0.5157 |
| $z_i \alpha_i$ (mm) | 0 | 1505.20 | 1955.44 | 2011.21 |
| $z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1505.20 | 450.23 | 55.77 |
| p_0/E_s | □ | 0.063 | 0.030 | 0.030 |
| Δs_i | □ | 95.09 | 13.70 | 1.70 |
| $\Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 110.49 |
| $\Delta s_n / \Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0154 |

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.095 \times 110.49 = 84.69 \text{mm}$$

4.2.16 KZ3-4 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4 \ln b) \\ &= 1.7 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.7) \\ &= 3.9 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算，见表 4.17

表 4.17 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 3.6 | 3.9 |
| 长宽比 a/b | 2.76 | 2.76 | 2.76 | 2.76 |
| 深宽比 z/b ($b=1.5/2$) | 0 | 2.24 | 4.24 | 4.59 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.7922 | 0.5432 | 0.5157 |
| $z_i \alpha_i$ (mm) | 0 | 1505.20 | 1955.44 | 2011.21 |
| $z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1505.20 | 450.23 | 55.77 |

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------|
| p_0/E_s | <input type="checkbox"/> | 0.074 | 0.036 | 0.036 |
| Δs_i | <input type="checkbox"/> | 111.88 | 16.12 | 2.00 |
| $\Sigma \Delta s_i$ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 130.00 |
| $\Delta s_n/\Sigma \Delta s_i$ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 0.0154 |

由于 $0.0154 < 0.025$ ，表明所取的 $Z_n=3.7\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})/E_{si}]} = 6.05 \text{MPa}$$

$P_0 > f_{ak}$ ，查相关表格，利用内插求值法，可得 $\psi_s=1.095$

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.095 \times 130 = 99.65 \text{mm}$$

4.2.17 KZ3-5 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4 \ln b) \\ &= 1.7 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.7) \\ &= 3.9 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算，见表 4.18

表 4.18 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 3.6 | 3.9 |
| 长宽比 a/b | 2.76 | 2.76 | 2.76 | 2.76 |
| 深宽比 z/b ($b=1.5/2$) | 0 | 2.24 | 4.24 | 4.59 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.000 | 0.7922 | 0.5432 | 0.5157 |
| $z_i \alpha_i$ (mm) | 0 | 1505.20 | 1955.44 | 2011.21 |
| $z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}$ (mm) | <input type="checkbox"/> | 1505.20 | 450.23 | 55.77 |
| p_0/E_s | <input type="checkbox"/> | 0.074 | 0.036 | 0.036 |
| Δs_i | <input type="checkbox"/> | 111.88 | 16.12 | 2.00 |
| $\Sigma \Delta s_i$ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 130.00 |
| $\Delta s_n/\Sigma \Delta s_i$ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 0.0154 |

由于 $0.0154 < 0.025$ ，表明所取的 $Z_n=3.7\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = 6.05 \text{MPa}$$

$p_0 > f_{ak}$, 查相关表格, 利用内插求值法, 可得 $\psi_s = 1.095$

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.095 \times 130 = 99.65 \text{mm}$$

4.2.18 KZ4-1 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4 \ln b) \\ &= 1.2 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.2) \\ &= 2.9 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算, 见表 4.19

表 4.19 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------------------|-------|---------|---------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 2.6 | 2.9 |
| 长宽比 a/b | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 深宽比 z/b ($b=1.2/2$) | 0 | 3.17 | 4.33 | 4.83 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.000 | 0.5275 | 0.4193 | 0.3848 |
| $z_i \alpha_i$ (mm) | 0 | 1002.33 | 1090.23 | 1115.92 |
| $z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1002.33 | 87.91 | 25.69 |
| p_0/E_s | □ | 0.082 | 0.039 | 0.039 |
| Δs_i | □ | 81.89 | 3.46 | 1.01 |
| $\Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 86.36 |
| $\Delta s_n / \Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0117 |

由于 $0.0117 < 0.025$, 表明所取的 $Z_n = 2.9 \text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = 5.55 \text{MPa}$$

$p_0 > f_{ak}$, 查相关表格, 利用内插求值法, 可得 $\psi_s = 1.145$

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.145 \times 86.36 = 69.22 \text{mm}$$

4.2.19 KZ4-2 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4\ln b) \\ &= 1.2 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.2) \\ &= 2.9 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算，见表 4.20

由于 $0.0117 < 0.025$ ，表明所取的 $Z_n=2.9\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = 5.55 \text{ MPa}$$

$p_0 > f_{ak}$ ，查相关表格，利用内插求值法，可得 $\psi_s=1.145$

表 4.20 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 2.6 | 2.9 |
| 长宽比 a/b | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 深宽比 z/b ($b=1.2/2$) | 0 | 3.17 | 4.33 | 4.83 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.5275 | 0.4193 | 0.3848 |
| $z_i \alpha_i$ (mm) | 0 | 1002.33 | 1090.23 | 1115.92 |
| $z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1002.33 | 87.91 | 25.69 |
| p_0/E_s | □ | 0.046 | 0.022 | 0.022 |
| Δs_i | □ | 46.45 | 1.96 | 0.57 |
| $\Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 48.99 |
| $\Delta s_n / \Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0117 |

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.145 \times 48.99 = 39.27 \text{ mm}$$

4.2.20 KZ4-3 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4\ln b) \\ &= 1.2 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.2) \\ &= 2.9 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算，见表 4.21

表 4.21 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 2.6 | 2.9 |
| 长宽比 a/b | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 深宽比 z/b ($b=1.2/2$) | 0 | 3.17 | 4.33 | 4.83 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.5275 | 0.4193 | 0.3848 |
| $z_i\alpha_i$ (mm) | 0 | 1002.33 | 1090.23 | 1115.92 |
| $z_i\alpha_i - z_{i-1}\alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1002.33 | 87.91 | 25.69 |
| p_0/E_s | □ | 0.027 | 0.013 | 0.013 |
| Δs_i | □ | 26.70 | 1.13 | 0.33 |
| $\Sigma\Delta s_i$ | □ | □ | □ | 28.16 |
| $\Delta s_n/\Sigma\Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0117 |

由于 $0.0117 < 0.025$ ，表明所取的 $Z_n=2.9\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i\alpha_i - z_{i-1}\alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i\alpha_i - z_{i-1}\alpha_{i-1})/E_{si}]} = 5.55\text{MPa}$$

$P_0 > f_{ak}$ ，查相关表格，利用内插求值法，可得 $\psi_s=1.145$

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.145 \times 28.16 = 22.57\text{mm}$$

4.2.21 KZ5 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4\ln b) \\ &= 1.5 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.5) \\ &= 3.5 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算，见表 4.22

表 4.22 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 2.8 | 3.1 |
| 长宽比 a/b | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 深宽比 z/b ($b=1.5/2$) | 0 | 2.92 | 4.31 | 4.77 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.5702 | 0.4210 | 0.3888 |
| $z_i\alpha_i$ (mm) | 0 | 1083.47 | 1178.84 | 1205.38 |
| $z_i\alpha_i - z_{i-1}\alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1083.47 | 95.38 | 26.53 |

| | | | | |
|--------------------------------|---|--------|-------|--------|
| p_0/E_s | □ | 0.133 | 0.064 | 0.064 |
| Δs_i | □ | 144.58 | 6.13 | 1.71 |
| $\Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 152.42 |
| $\Delta s_n/\Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0112 |

由于 $0.0112 < 0.025$ ，表明所取的 $Z_n=3.5\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})/E_{si}]} = 5.55 \text{MPa}$$

$P_0 > f_{ak}$ ，查相关表格，利用内插求值法，可得 $\psi_s=1.145$

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.145 \times 152.42 = 122.16 \text{mm}$$

4.2.22 KZ6 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4 \ln b) \\ &= 1.7 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.7) \\ &= 3.9 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算，见表 4.23

表 4.23 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 3.6 | 3.9 |
| 长宽比 a/b | 2.76 | 2.76 | 2.76 | 2.76 |
| 深宽比 z/b ($b=1.5/2$) | 0 | 2.24 | 4.24 | 4.59 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.7922 | 0.5432 | 0.5157 |
| $z_i \alpha_i$ (mm) | 0 | 1505.20 | 1955.44 | 2011.21 |
| $z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1505.20 | 450.23 | 55.77 |
| p_0/E_s | □ | 0.065 | 0.031 | 0.031 |
| Δs_i | □ | 98.42 | 14.18 | 1.76 |
| $\Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 114.35 |
| $\Delta s_n/\Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0154 |

由于 $0.0154 < 0.025$ ，表明所取的 $Z_n=3.7\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = 6.05 \text{MPa}$$

$p_0 > f_{ak}$, 查相关表格, 利用内插求值法, 可得 $\psi_s = 1.095$

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.095 \times 114.35 = 87.65 \text{mm}$$

4.2.23 KZ7 沉降计算

1. 确定沉降计算深度 Z_n :

$$\begin{aligned} Z_n &= b(2.5 - 0.4 \ln b) \\ &= 1.2 \times (2.5 - 0.4 \times \ln 1.2) \\ &= 2.9 \text{ m} \end{aligned}$$

2. 沉降计算, 见表 4.24

表 4.24 规范法计算基础最终沉降量

| 点号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 土层深度 $z_i(\text{m})$ | 0 | 1.9 | 2.6 | 2.9 |
| 长宽比 a/b | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 深宽比 z/b ($b=1.2/2$) | 0 | 3.17 | 4.33 | 4.83 |
| 角点平均附加应力系数 α_i | 1.0000 | 0.5275 | 0.4193 | 0.3848 |
| $z_i \alpha_i$ (mm) | 0 | 1002.33 | 1090.23 | 1115.92 |
| $z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}$ (mm) | □ | 1002.33 | 87.91 | 25.69 |
| p_0/E_s | □ | 0.041 | 0.020 | 0.020 |
| Δs_i | □ | 41.19 | 1.74 | 0.51 |
| $\Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 43.43 |
| $\Delta s_n / \Sigma \Delta s_i$ | □ | □ | □ | 0.0117 |

由于 $0.0117 < 0.025$, 表明所取的 $Z_n = 2.9\text{m}$ 符合要求。

3. 确定沉降经验系数 ψ_s

计算 \bar{E}_s 值

$$\bar{E}_s = \frac{p_0 \sum (z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1})}{p_0 \sum [(z_i \alpha_i - z_{i-1} \alpha_{i-1}) / E_{si}]} = \frac{1002.25 + 87.91 + 25.69}{\frac{1002.25}{5.26} + \frac{87.91}{10.92} + \frac{25.69}{10.92}} = 5.55 \text{MPa}$$

$p_0 > f_{ak}$, 查相关表格, 利用内插求值法, 可得 $\psi_s = 1.145$

4. 基础最终沉降量

$$s = \psi_s \sum s_i = 0.7 \times 1.145 \times 43.43 = 34.81 \text{mm}$$

各基础最终沉降量计算结果见表 4.25

表 4.25 各基础最终沉降量

| 柱编号 | $p_0(\text{kPa})$ | $Z_n(\text{m})$ | $\Sigma\delta_{si}(\text{mm})$ | $\Delta s_n/\Sigma\Delta s_i$ | \bar{E}_s | ψ_s | 折减系数 | $s(\text{mm})$ |
|-------|-------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------|----------|------|----------------|
| KZ1-1 | 610.57 | 2.9 | 122.70 | 0.0117 | 5.55 | 1.145 | 0.7 | 98.34 |
| KZ1-2 | 596.15 | 3.5 | 143.77 | 0.0105 | 5.74 | 1.126 | 0.7 | 113.32 |
| KZ1-3 | 499.99 | 2.9 | 100.48 | 0.0117 | 5.55 | 1.145 | 0.7 | 80.53 |
| KZ1-4 | 578.46 | 3.5 | 139.51 | 0.0105 | 5.74 | 1.126 | 0.7 | 109.96 |
| KZ1-5 | 670.51 | 3.1 | 145.60 | 0.0112 | 5.55 | 1.145 | 0.7 | 116.70 |
| KZ1-6 | 647.43 | 2.9 | 130.11 | 0.0117 | 5.55 | 1.145 | 0.7 | 104.28 |
| KZ2-1 | 666.92 | 3.5 | 160.84 | 0.0105 | 5.74 | 1.126 | 0.7 | 126.77 |
| KZ2-2 | 666.92 | 3.5 | 160.84 | 0.0105 | 5.74 | 1.126 | 0.7 | 126.77 |
| KZ2-3 | 737.69 | 3.5 | 177.91 | 0.0105 | 5.74 | 1.126 | 0.7 | 140.23 |
| KZ2-4 | 761.28 | 3.5 | 183.60 | 0.0105 | 5.74 | 1.126 | 0.7 | 144.71 |
| KZ2-5 | 625.30 | 3.7 | 158.73 | 0.0099 | 5.81 | 1.119 | 0.7 | 124.33 |
| KZ2-6 | 625.30 | 3.7 | 158.73 | 0.0099 | 5.81 | 1.119 | 0.7 | 124.33 |
| KZ3-1 | 377.14 | 3.9 | 125.40 | 0.0154 | 6.05 | 1.095 | 0.7 | 96.12 |
| KZ3-2 | 377.14 | 3.9 | 125.40 | 0.0154 | 6.05 | 1.095 | 0.7 | 96.12 |
| KZ3-3 | 332.30 | 3.9 | 110.49 | 0.0154 | 6.05 | 1.095 | 0.7 | 84.69 |
| KZ3-4 | 390.97 | 3.9 | 130.00 | 0.0154 | 6.05 | 1.095 | 0.7 | 99.65 |
| KZ3-5 | 390.97 | 3.9 | 130.00 | 0.0154 | 6.05 | 1.095 | 0.7 | 99.65 |
| KZ4-1 | 429.72 | 2.9 | 86.36 | 0.0117 | 5.55 | 1.145 | 0.7 | 69.22 |
| KZ4-2 | 243.78 | 2.9 | 48.99 | 0.0117 | 5.55 | 1.145 | 0.7 | 39.27 |
| KZ4-3 | 140.11 | 2.9 | 28.16 | 0.0117 | 5.55 | 1.145 | 0.7 | 22.57 |
| KZ5 | 701.92 | 3.1 | 152.42 | 0.0112 | 5.55 | 1.145 | 0.7 | 122.16 |
| KZ6 | 343.93 | 3.9 | 114.35 | 0.0154 | 6.05 | 1.095 | 0.7 | 87.65 |
| KZ7 | 216.13 | 2.9 | 43.43 | 0.0117 | 5.55 | 1.145 | 0.7 | 34.81 |

根据规范，本建筑桩基最大允许沉降值为 200mm，各基础沉降量均符合要求。

5 承台冲切验算

在本结构设计中，共有五种代表性承台，分别为 KZ1-1 柱下承台、KZ2-1 柱下承台、KZ2-5 柱下承台、KZ3-1 柱下承台、KZ5 柱下承台，下面依次进行承台冲切验算。

| 承台类型 | KZ1-1 承台 | KZ2-1 承台 | KZ2-5 承台 | KZ3-1 承台 | KZ5 承台 |
|-----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| 承台高度 (mm) | 900 | 900 | 900 | 1600 | 900 |
| 承台下桩数 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |

5.1 KZ1-1 下承台冲切验算

5.1.1 承台材料

承台高度：h=900mm

承台有关材料强度：

C30 混凝土： $f_c = 14.3N/mm^2$ ； $f_t = 1.43N/mm^2$ ；

HRB400 钢筋： $f_y = 360N/mm^2$

混凝土保护层厚度：100mm

则承台的有效高度 h_0 ： $h_0=900-100=800mm$

5.1.2 柱对承台的冲切

矩形承台：

$$F_l \leq 2[\beta_{ox}(b_c + a_{oy}) + \beta_{oy}(h_c + a_{ox})]\beta_{hp}f_t h_0$$

$$\text{单桩净反力：} N_a = \frac{F}{n} = \frac{1160.61}{1} = 1160.61kN$$

$$F_l = F - \sum N_i = F = 1160.61kN$$

$$a_{0x} = 0mm;$$

$$a_{0y} = 0mm。$$

$$\text{冲垮比：} \lambda_{ox} = \frac{a_{ox}}{h_0} = 0, \text{ 取 } \lambda_{ox} = 0.25;$$

$$\lambda_{oy} = \frac{a_{oy}}{h_0} = 0, \text{ 取 } \lambda_{oy} = 0.25。$$

$$\text{冲切系数：} \beta_{ox} = \frac{0.84}{\lambda_{ox} + 0.2} = \frac{0.84}{0.25 + 0.2} = 1.87;$$

$$\beta_{oy} = \frac{0.84}{\lambda_{0y} + 0.2} = \frac{0.84}{0.25 + 0.2} = 1.87。$$

$$\begin{aligned} & 2[\beta_{ox}(b_c + a_{oy}) + \beta_{oy}(h_c + a_{ox})]\beta_{hp}f_t h_0 \\ &= 2 \times [1.87 \times (0.75 + 0) + 1.87 \times (0.75 + 0)] \times 1.0 \times 1.43 \times 10^3 \times 0.8 \\ &= 6507.6 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$F_l = 1160.61 \text{ kN} < 6507.6 \text{ kN}$$

所以，承台抗柱冲切承载力满足要求。

5.1.3 角桩对承台的冲切

$$N_l \leq [\beta_{1x}(c_2 + a_{1y}/2) + \beta_{1y}(c_1 + a_{1x}/2)]\beta_{hp}f_t h_0$$

根据《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008，对于圆桩，计算时应将其截面换算成方桩，即取换算桩截面边长 $b_p = 0.8d$ （ d 为圆桩直径）。

$$b_p = 0.8d = 0.8 \times 0.9 = 0.72 \text{ m}$$

$$c_1 = 0.6 + 0.72/2 = 0.96 \text{ m}; \quad c_2 = 0.6 + 0.72/2 = 0.96 \text{ m}。$$

$$a_{1x} = 0 \text{ mm}; \quad a_{1y} = 0 \text{ mm}。$$

$$\text{角桩冲垮比: } \lambda_{1x} = \frac{a_{1x}}{h_0} = 0, \quad \text{取 } \lambda_{1x} = 0.25;$$

$$\lambda_{1y} = \frac{a_{1y}}{h_0} = 0, \quad \text{取 } \lambda_{1y} = 0.25。$$

$$\text{角桩冲切系数: } \beta_{1x} = \frac{0.56}{\lambda_{1x} + 0.2} = \frac{0.56}{0.25 + 0.2} = 1.24;$$

$$\beta_{1y} = \frac{0.56}{\lambda_{1y} + 0.2} = \frac{0.56}{0.25 + 0.2} = 1.24。$$

$$\begin{aligned} & [\beta_{1x}(c_2 + a_{1y}/2) + \beta_{1y}(c_1 + a_{1x}/2)]\beta_{hp}f_t h_0 \\ &= [1.24 \times (0.96 + 0) + 1.24 \times (0.96 + 0)] \times 1.0 \times 1.43 \times 10^3 \times 0.8 \\ &= 2723.64 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$N_l = 1160.61 \text{ kN} < 2723.64 \text{ kN}$$

所以，承台抗角桩冲切承载力满足要求。

综上所述，承台的抗冲切承载力满足要求。

5.2 KZ2-1 下承台冲切验算

5.2.1 承台材料

承台高度: $h=900\text{mm}$

承台有关材料强度:

C30 混凝土: $f_c = 14.3\text{N/mm}^2$; $f_t = 1.43\text{N/mm}^2$;

HRB400 钢筋: $f_y = 360\text{N/mm}^2$

混凝土保护层厚度: 100mm

则承台的有效高度 h_0 : $h_0=900-100=800\text{mm}$

5.2.2 柱对承台的冲切

矩形承台:

$$F_l \leq 2[\beta_{ox}(b_c + a_{oy}) + \beta_{oy}(h_c + a_{ox})]\beta_{hp}f_t h_0$$

$$\text{单桩净反力: } N_a = \frac{F}{n} = \frac{2051.22}{1} = 2051.22\text{kN}$$

$$F_l = F - \sum N_i = F = 2051.22\text{kN}$$

$$a_{0x} = 0\text{mm};$$

$$a_{0y} = 0\text{mm}。$$

$$\text{冲垮比: } \lambda_{ox} = \frac{a_{ox}}{h_0} = 0, \text{ 取 } \lambda_{ox} = 0.25;$$

$$\lambda_{oy} = \frac{a_{oy}}{h_0} = 0, \text{ 取 } \lambda_{oy} = 0.25。$$

$$\text{冲切系数: } \beta_{ox} = \frac{0.84}{\lambda_{0x} + 0.2} = \frac{0.84}{0.25 + 0.2} = 1.87;$$

$$\beta_{oy} = \frac{0.84}{\lambda_{0y} + 0.2} = \frac{0.84}{0.25 + 0.2} = 1.87。$$

$$2[\beta_{ox}(b_c + a_{oy}) + \beta_{oy}(h_c + a_{ox})]\beta_{hp}f_t h_0$$

$$= 2 \times [1.87 \times (0.75 + 0) + 1.87 \times (0.75 + 0)] \times 1.0 \times 1.43 \times 10^3 \times 0.8$$

$$= 6507.6\text{ kN}$$

$$F_l = 2051.22\text{ kN} < 6507.6\text{ kN}$$

所以, 承台抗柱冲切承载力满足要求。

5.2.3 角桩对承台的冲切

$$N_l \leq [\beta_{1x}(c_2 + a_{1y}/2) + \beta_{1y}(c_1 + a_{1x}/2)]\beta_{hp}f_t h_0$$

$$b_p = 0.8d = 0.8 \times 1.2 = 0.96 \text{ m}$$

$$c_1 = 0.75 + 0.96/2 = 1.23 \text{ m}; \quad c_2 = 0.75 + 0.96/2 = 1.23 \text{ m}。$$

$$a_{1x} = 0 \text{ mm}; \quad a_{1y} = 0 \text{ mm}。$$

$$\text{角桩冲垮比: } \lambda_{1x} = \frac{a_{1x}}{h_0} = 0, \quad \text{取 } \lambda_{1x} = 0.25;$$

$$\lambda_{1y} = \frac{a_{1y}}{h_0} = 0, \quad \text{取 } \lambda_{1y} = 0.25。$$

$$\text{角桩冲切系数: } \beta_{1x} = \frac{0.56}{\lambda_{1x} + 0.2} = \frac{0.56}{0.25 + 0.2} = 1.24;$$

$$\beta_{1y} = \frac{0.56}{\lambda_{1y} + 0.2} = \frac{0.56}{0.25 + 0.2} = 1.24。$$

$$[\beta_{1x}(c_2 + a_{1y}/2) + \beta_{1y}(c_1 + a_{1x}/2)]\beta_{hp}f_t h_0$$

$$= [1.24 \times (1.23 + 0) + 1.24 \times (1.23 + 0)] \times 1.0 \times 1.43 \times 10^3 \times 0.8$$

$$= 3489.66 \text{ kN}$$

$$N_l = 2051.22 \text{ kN} < 3489.66 \text{ kN}$$

所以，承台抗角桩冲切承载力满足要求。

综上所述，承台的抗冲切承载力满足要求。

5.3 KZ2-5 下承台冲切验算

5.3.1 承台材料

承台高度：h=900mm

承台有关材料强度：

C30 混凝土： $f_c = 14.3 \text{ N/mm}^2$; $f_t = 1.43 \text{ N/mm}^2$;

HRB400 钢筋： $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$

混凝土保护层厚度：100mm

则承台的有效高度 h_0 ： $h_0 = 900 - 100 = 800 \text{ mm}$

5.3.2 柱对承台的冲切

矩形承台:

$$F_l \leq 2[\beta_{ox}(b_c + a_{oy}) + \beta_{oy}(h_c + a_{ox})]\beta_{hp}f_t h_0$$

$$\text{单桩净反力: } N_a = \frac{F}{n} = \frac{2199.66}{1} = 2199.66 \text{ kN}$$

$$F_l = F - \sum N_i = F = 2199.66 \text{ kN}$$

$$a_{0x} = 0 \text{ mm};$$

$$a_{0y} = 0 \text{ mm}。$$

$$\text{冲垮比: } \lambda_{ox} = \frac{a_{ox}}{h_0} = 0, \text{ 取 } \lambda_{ox} = 0.25;$$

$$\lambda_{oy} = \frac{a_{oy}}{h_0} = 0, \text{ 取 } \lambda_{oy} = 0.25。$$

$$\text{冲切系数: } \beta_{ox} = \frac{0.84}{\lambda_{0x} + 0.2} = \frac{0.84}{0.25 + 0.2} = 1.87;$$

$$\beta_{oy} = \frac{0.84}{\lambda_{0y} + 0.2} = \frac{0.84}{0.25 + 0.2} = 1.87。$$

$$2[\beta_{ox}(b_c + a_{oy}) + \beta_{oy}(h_c + a_{ox})]\beta_{hp}f_t h_0$$

$$= 2 \times [1.87 \times (0.75 + 0) + 1.87 \times (0.75 + 0)] \times 1.0 \times 1.43 \times 10^3 \times 0.8$$
$$= 6507.6 \text{ kN}$$

$$F_l = 2199.66 \text{ kN} < 6507.6 \text{ kN}$$

所以, 承台抗柱冲切承载力满足要求。

5.3.3 角桩对承台的冲切

$$N_l \leq [\beta_{1x}(c_2 + a_{1y}/2) + \beta_{1y}(c_1 + a_{1x}/2)]\beta_{hp}f_t h_0$$

$$b_p = 0.8d = 0.8 \times 1.3 = 1.04 \text{ m}$$

$$c_1 = 0.8 + 1.04/2 = 1.32 \text{ m}; \quad c_2 = 0.8 + 1.04/2 = 1.32 \text{ m}。$$

$$a_{1x} = 0 \text{ mm}; \quad a_{1y} = 0 \text{ mm}。$$

$$\text{角桩冲垮比: } \lambda_{1x} = \frac{a_{1x}}{h_0} = 0, \text{ 取 } \lambda_{1x} = 0.25;$$

$$\lambda_{1y} = \frac{a_{1y}}{h_0} = 0, \text{ 取 } \lambda_{1y} = 0.25。$$

$$\text{角桩冲切系数: } \beta_{1x} = \frac{0.56}{\lambda_{1x} + 0.2} = \frac{0.56}{0.25 + 0.2} = 1.24;$$

$$\beta_{1y} = \frac{0.56}{\lambda_{1y} + 0.2} = \frac{0.56}{0.25 + 0.2} = 1.24。$$

$$\begin{aligned} & [\beta_{1x}(c_2 + a_{1y}/2) + \beta_{1y}(c_1 + a_{1x}/2)]\beta_{hp}f_t h_0 \\ &= [1.24 \times (1.32 + 0) + 1.24 \times (1.32 + 0)] \times 1.0 \times 1.43 \times 10^3 \times 0.8 \\ &= 3745.00 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$N_l = 2199.66 \text{ kN} < 3745.00 \text{ kN}$$

所以，承台抗角桩冲切承载力满足要求。

综上所述，承台的抗冲切承载力满足要求。

5.4 KZ3-1 下承台冲切验算

5.4.1 承台材料

承台高度：h=1600mm

承台有关材料强度：

C30 混凝土： $f_c = 14.3 \text{ N/mm}^2$; $f_t = 1.43 \text{ N/mm}^2$;

HRB400 钢筋： $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$

混凝土保护层厚度：100mm

则承台的有效高度 h_0 ： $h_0 = 1600 - 100 = 1500 \text{ mm}$

5.4.2 柱对承台的冲切

矩形承台：

$$F_l \leq 2[\beta_{ox}(b_c + a_{oy}) + \beta_{oy}(h_c + a_{ox})]\beta_{hp}f_t h_0$$

$$\text{单桩净反力: } N_a = \frac{F}{n} = \frac{4406.57}{2} = 2203.285 \text{ kN}$$

$$F_l = F - \sum N_i = F = 4406.57 \text{ kN}$$

$$b_p = 0.8d = 0.8 \times 1.3 = 1.04 \text{ m}$$

$$a_{0x} = 1500 - \frac{1040}{2} - \frac{850}{2} = 555 \text{ mm};$$

$$a_{0y} = 0 \text{ mm}。$$

$$\text{冲垮比: } \lambda_{0x} = \frac{a_{0x}}{h_0} = \frac{555}{1500} = 0.37, \text{ 取 } \lambda_{0x} = 0.37;$$

$$\lambda_{0y} = \frac{a_{0y}}{h_0} = 0, \text{ 取 } \lambda_{0y} = 0.25。$$

$$\text{冲切系数: } \beta_{0x} = \frac{0.84}{\lambda_{0x} + 0.2} = \frac{0.84}{0.37 + 0.2} = 1.47;$$

$$\beta_{0y} = \frac{0.84}{\lambda_{0y} + 0.2} = \frac{0.84}{0.25 + 0.2} = 1.87。$$

$$2[\beta_{0x}(b_c + a_{0y}) + \beta_{0y}(h_c + a_{0x})]\beta_{hp}f_t h_0$$

$$= 2 \times [1.47 \times (0.85 + 0) + 1.87 \times (0.85 + 0.555)] \times 0.94 \times 1.43 \times 10^3 \times 0.8$$

$$= 8338.02 \text{ kN}$$

$$F_l = 4406.57 \text{ kN} < 8338.02 \text{ kN}$$

所以，承台抗柱冲切承载力满足要求。

5.4.3 角桩对承台的冲切

$$N_l \leq [\beta_{1x}(c_2 + a_{1y}/2) + \beta_{1y}(c_1 + a_{1x}/2)]\beta_{hp}f_t h_0$$

$$c_1 = 0.85 + 1.04/2 = 1.37 \text{ m}; \quad c_2 = 0.85 + 1.04/2 = 1.37 \text{ m}。$$

$$a_{1x} = 555 \text{ mm}; \quad a_{1y} = 0 \text{ mm}。$$

$$\text{角桩冲垮比: } \lambda_{1x} = \frac{a_{1x}}{h_0} = \frac{555}{1500} = 0.37, \text{ 取 } \lambda_{1x} = 0.37;$$

$$\lambda_{1y} = \frac{a_{1y}}{h_0} = 0, \text{ 取 } \lambda_{1y} = 0.25。$$

$$\text{角桩冲切系数: } \beta_{1x} = \frac{0.56}{\lambda_{1x} + 0.2} = \frac{0.56}{0.37 + 0.2} = 0.98;$$

$$\beta_{1y} = \frac{0.56}{\lambda_{1y} + 0.2} = \frac{0.56}{0.25 + 0.2} = 1.24。$$

$$[\beta_{1x}(c_2 + a_{1y}/2) + \beta_{1y}(c_1 + a_{1x}/2)]\beta_{hp}f_t h_0$$

$$= [0.98 \times (1.37 + 0) + 1.24 \times (1.37 + 0.555/2)] \times 0.94 \times 1.43 \times 10^3 \times 0.8$$

$$= 3640.63 \text{ kN}$$

$$N_l = 2203.285 \text{ kN} < 3640.63 \text{ kN}$$

所以，承台抗角桩冲切承载力满足要求。

综上所述，承台的抗冲切承载力满足要求。

5.5 KZ5 下承台冲切验算

5.5.1 承台材料

承台高度：h=900mm

承台有关材料强度：

C30 混凝土： $f_c = 14.3 \text{ N/mm}^2$ ； $f_t = 1.43 \text{ N/mm}^2$ ；

HRB400 钢筋： $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$

混凝土保护层厚度：100mm

则承台的有效高度 h_0 ： $h_0 = 900 - 100 = 800 \text{ mm}$

5.5.2 柱对承台的冲切

矩形承台：

$$F_l \leq 2[\beta_{0x}(b_c + a_{0y}) + \beta_{0y}(h_c + a_{0x})]\beta_{hp}f_t h_0$$

$$\text{单桩净反力：} N_a = \frac{F}{n} = \frac{1596.64}{1} = 1596.64 \text{ kN}$$

$$F_l = F - \sum N_i = F = 1596.64 \text{ kN}$$

$$a_{0x} = 0 \text{ mm；}$$

$$a_{0y} = 0 \text{ mm。}$$

$$\text{冲垮比：} \lambda_{0x} = \frac{a_{0x}}{h_0} = 0, \text{ 取 } \lambda_{0x} = 0.25;$$

$$\lambda_{0y} = \frac{a_{0y}}{h_0} = 0, \text{ 取 } \lambda_{0y} = 0.25。$$

$$\text{冲切系数：} \beta_{0x} = \frac{0.84}{\lambda_{0x} + 0.2} = \frac{0.84}{0.25 + 0.2} = 1.87;$$

$$\beta_{0y} = \frac{0.84}{\lambda_{0y} + 0.2} = \frac{0.84}{0.25 + 0.2} = 1.87。$$

$$\begin{aligned}
& 2[\beta_{ox}(b_c + a_{oy}) + \beta_{oy}(h_c + a_{ox})]\beta_{hp}f_t h_0 \\
& = 2 \times [1.87 \times (0.75 + 0) + 1.87 \times (0.75 + 0)] \times 1.0 \times 1.43 \times 10^3 \times 0.8 \\
& = 6507.6 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$F_l = 1596.64 \text{ kN} < 6507.6 \text{ kN}$$

所以，承台抗柱冲切承载力满足要求。

5.5.3 角桩对承台的冲切

$$N_l \leq [\beta_{1x}(c_2 + a_{1y}/2) + \beta_{1y}(c_1 + a_{1x}/2)]\beta_{hp}f_t h_0$$

$$b_p = 0.8d = 0.8 \times 1.0 = 0.8 \text{ m}$$

$$c_1 = 0.65 + 0.8/2 = 1.05 \text{ m}; \quad c_2 = 0.65 + 0.8/2 = 1.05 \text{ m}。$$

$$a_{1x} = 0 \text{ mm}; \quad a_{1y} = 0 \text{ mm}。$$

$$\text{角桩冲跨比: } \lambda_{1x} = \frac{a_{1x}}{h_0} = 0, \quad \text{取 } \lambda_{1x} = 0.25;$$

$$\lambda_{1y} = \frac{a_{1y}}{h_0} = 0, \quad \text{取 } \lambda_{1y} = 0.25。$$

$$\text{角桩冲切系数: } \beta_{1x} = \frac{0.56}{\lambda_{1x} + 0.2} = \frac{0.56}{0.25 + 0.2} = 1.24;$$

$$\beta_{1y} = \frac{0.56}{\lambda_{1y} + 0.2} = \frac{0.56}{0.25 + 0.2} = 1.24。$$

$$\begin{aligned}
& [\beta_{1x}(c_2 + a_{1y}/2) + \beta_{1y}(c_1 + a_{1x}/2)]\beta_{hp}f_t h_0 \\
& = [1.24 \times (1.05 + 0) + 1.24 \times (1.05 + 0)] \times 1.0 \times 1.43 \times 10^3 \times 0.8 \\
& = 2978.976 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$N_l = 1596.64 \text{ kN} < 2978.976 \text{ kN}$$

所以，承台抗角桩冲切承载力满足要求。

综上所述，承台的抗冲切承载力满足要求。

各框架柱对承台的冲切验算结果见表 5.1

表 5.1 各框架柱对承台的冲切验算

| 柱编号 | F (kN) | n | N_a (kN) | $\alpha_m f_t h_0$ (kN) | F_l (kN) | $F_l < \alpha_m f_t h_0$ |
|-------|---------|---|------------|-------------------------|------------|--------------------------|
| KZ1-1 | 1160.61 | 1 | 1160.61 | 6507.6 | 1160.61 | 满足冲切要求 |
| KZ1-2 | 1828.57 | 1 | 1828.57 | 6507.6 | 1828.57 | 满足冲切要求 |
| KZ1-3 | 937.96 | 1 | 937.96 | 6507.6 | 937.96 | 满足冲切要求 |
| KZ1-4 | 1772.91 | 1 | 1772.91 | 6507.6 | 1772.91 | 满足冲切要求 |
| KZ1-5 | 1522.42 | 1 | 1522.42 | 6507.6 | 1522.42 | 满足冲切要求 |
| KZ1-6 | 1234.83 | 1 | 1234.83 | 6507.6 | 1234.83 | 满足冲切要求 |
| KZ2-1 | 2051.22 | 1 | 2051.22 | 6507.6 | 2051.22 | 满足冲切要求 |
| KZ2-2 | 2051.22 | 1 | 2051.22 | 6507.6 | 2051.22 | 满足冲切要求 |
| KZ2-3 | 2273.88 | 1 | 2273.88 | 6507.6 | 2273.88 | 满足冲切要求 |
| KZ2-4 | 2348.09 | 1 | 2348.09 | 6507.6 | 2348.09 | 满足冲切要求 |
| KZ2-5 | 2199.66 | 1 | 2199.66 | 6507.6 | 2199.66 | 满足冲切要求 |
| KZ2-6 | 2199.66 | 1 | 2199.66 | 6507.6 | 2199.66 | 满足冲切要求 |
| KZ3-1 | 4406.57 | 2 | 2203.29 | 8338.02 | 4406.57 | 满足冲切要求 |
| KZ3-2 | 4406.57 | 2 | 2203.29 | 8338.02 | 4406.57 | 满足冲切要求 |
| KZ3-3 | 3905.60 | 2 | 1952.80 | 8338.02 | 3905.60 | 满足冲切要求 |
| KZ3-4 | 4559.34 | 2 | 2279.67 | 8338.02 | 4559.34 | 满足冲切要求 |
| KZ3-5 | 4559.34 | 2 | 2279.67 | 8338.02 | 4559.34 | 满足冲切要求 |
| KZ4-1 | 852.62 | 1 | 852.62 | 4278.56 | 852.62 | 满足冲切要求 |
| KZ4-2 | 481.81 | 1 | 481.81 | 4278.56 | 481.81 | 满足冲切要求 |
| KZ4-3 | 273.07 | 1 | 273.07 | 4278.56 | 273.07 | 满足冲切要求 |
| KZ5 | 1596.64 | 1 | 1596.64 | 6507.6 | 1596.64 | 满足冲切要求 |
| KZ6 | 4035.48 | 2 | 2017.74 | 8338.02 | 4035.48 | 满足冲切要求 |
| KZ7 | 426.15 | 1 | 426.15 | 4278.56 | 426.15 | 满足冲切要求 |

各角桩对承台的冲切验算结果见表 5.2

表 5.2 各角桩对承台的冲切验算

| 柱编号 | F (kN) | n | N_a (kN) | $\alpha_m f_t h_0$ (kN) | $F_l < \alpha_m f_t h_0$ |
|-------|---------|---|------------|-------------------------|--------------------------|
| KZ1-1 | 1160.61 | 1 | 1160.61 | 2723.64 | 满足冲切要求 |
| KZ1-2 | 1828.57 | 1 | 1828.57 | 3489.66 | 满足冲切要求 |
| KZ1-3 | 937.96 | 1 | 937.96 | 2723.64 | 满足冲切要求 |
| KZ1-4 | 1772.91 | 1 | 1772.91 | 3489.66 | 满足冲切要求 |
| KZ1-5 | 1522.42 | 1 | 1522.42 | 2978.98 | 满足冲切要求 |
| KZ1-6 | 1234.83 | 1 | 1234.83 | 2723.64 | 满足冲切要求 |
| KZ2-1 | 2051.22 | 1 | 2051.22 | 3489.66 | 满足冲切要求 |
| KZ2-2 | 2051.22 | 1 | 2051.22 | 3489.66 | 满足冲切要求 |
| KZ2-3 | 2273.88 | 1 | 2273.88 | 3489.66 | 满足冲切要求 |

| | | | | | |
|-------|---------|---|---------|---------|--------|
| KZ2-4 | 2348.09 | 1 | 2348.09 | 3489.66 | 满足冲切要求 |
| KZ2-5 | 2199.66 | 1 | 2199.66 | 3745.00 | 满足冲切要求 |
| KZ2-6 | 2199.66 | 1 | 2199.66 | 3745.00 | 满足冲切要求 |
| KZ3-1 | 4406.57 | 2 | 2203.29 | 3640.63 | 满足冲切要求 |
| KZ3-2 | 4406.57 | 2 | 2203.29 | 3640.63 | 满足冲切要求 |
| KZ3-3 | 3905.60 | 2 | 1952.80 | 3640.63 | 满足冲切要求 |
| KZ3-4 | 4559.34 | 2 | 2279.67 | 3640.63 | 满足冲切要求 |
| KZ3-5 | 4559.34 | 2 | 2279.67 | 3640.63 | 满足冲切要求 |
| KZ4-1 | 852.62 | 1 | 852.62 | 2723.64 | 满足冲切要求 |
| KZ4-2 | 481.81 | 1 | 481.81 | 2723.64 | 满足冲切要求 |
| KZ4-3 | 273.07 | 1 | 273.07 | 2723.64 | 满足冲切要求 |
| KZ5 | 1596.64 | 1 | 1596.64 | 2978.98 | 满足冲切要求 |
| KZ6 | 4035.48 | 2 | 2017.74 | 3640.63 | 满足冲切要求 |
| KZ7 | 426.15 | 1 | 426.15 | 2723.64 | 满足冲切要求 |

6 承台抗剪承载力验算

在本结构设计中，KZ3 与 KZ6 柱下承台为两桩承台，需进行抗剪承载力验算。

6.1 KZ3-1 下承台抗剪承载力验算

6.1.1 承台材料

承台高度： $h=900\text{mm}$

承台有关材料强度：

C30 混凝土： $f_c = 14.3\text{N/mm}^2$ ； $f_t = 1.43\text{N/mm}^2$ ；

HRB400 钢筋： $f_y = 360\text{N/mm}^2$

混凝土保护层厚度： 100mm

则承台的有效高度 h_0 ： $h_0=1600-100=1500\text{mm}$

6.1.2 承台抗剪承载力验算

$$V \leq \beta_{hs} \alpha f_t b_0 h_0$$

$$a_x = 1500 - 650 - 425 = 425 \text{ mm};$$

$$a_y = 0 \text{ mm}。$$

$$\text{剪跨比: } \lambda_x = \frac{a_x}{h_0} = \frac{425}{1500} = 0.28;$$

$$\lambda_y = \frac{a_y}{h_0} = 0, \text{ 取 } \lambda_{oy} = 0.25。$$

$$\text{剪切系数: } \alpha_x = \frac{1.75}{\lambda_x + 1} = \frac{1.75}{0.28 + 1} = 1.37;$$

$$\alpha_y = \frac{1.75}{\lambda_y + 1} = \frac{1.75}{0.25 + 1} = 1.40。$$

$$\beta_{hs} = \left(\frac{800}{h_0}\right)^{1/4} = \left(\frac{800}{1500}\right)^{1/4} = 0.85;$$

$$N_a = \frac{F}{n} = \frac{4406.57}{2} = 2203.285 \text{ kN}$$

$$\beta_{hs} \alpha_x f_t b_0 h_0 = 0.85 \times 1.37 \times 1.43 \times 10^3 \times 4.7 \times 1.7 = 13277.91 \text{ kN}$$

$$V_x = 2N_a = 4406.57 \text{ kN} < 13277.91 \text{ kN}$$

$$\beta_{hs}\alpha_y f_t b_0 h_0 = 0.85 \times 1.40 \times 1.43 \times 10^3 \times 4.7 \times 1.7 = 13596.58.11 \text{ kN}$$

$$V_y = N_a = 2203.285 \text{ kN} < 13596.58 \text{ kN}$$

所以，承台的抗剪承载力满足要求。

6.2 各两桩承台抗剪承载力验算

同理，可得各两桩承台抗剪承载力验算结果，见表 6.1

表 6.1 承台抗剪承载力验算结果

| 柱编号 | KZ3-1 | KZ3-2 | KZ3-3 | KZ3-4 | KZ3-5 | KZ6 |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $a_x(\text{mm})$ | 425 | 425 | 425 | 425 | 425 | 425 |
| $a_y(\text{mm})$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 有效高度 h_0 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 剪跨比 λ_x | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 |
| 剪跨比 λ_y | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| 剪切系数 α_x | 1.37 | 1.37 | 1.37 | 1.37 | 1.37 | 1.37 |
| 剪切系数 α_y | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.40 |
| β_{hs} | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| V_x | 4406.57 | 4406.57 | 3905.60 | 4559.34 | 4559.34 | 4035.48 |
| V_y | 2203.29 | 2203.29 | 1952.80 | 2279.67 | 2279.67 | 2017.74 |
| $\beta_{hs}\alpha_x f_t b_0 h_0$ | 13277.91 | 13277.91 | 13277.91 | 13277.91 | 13277.91 | 13277.91 |
| $\beta_{hs}\alpha_y f_t b_0 h_0$ | 13596.58 | 13596.58 | 13596.58 | 13596.58 | 13596.58 | 13596.58 |
| $V \leq \beta_{hs}\alpha f_t b_0 h_0$ | 抗剪承载力满足要求 | 抗剪承载力满足要求 | 抗剪承载力满足要求 | 抗剪承载力满足要求 | 抗剪承载力满足要求 | 抗剪承载力满足要求 |

7 本设计与原设计的比较分析

在本结构设计中，KZ3 与 KZ6 柱下承台为两桩承台，需进行抗剪承载力验算。

7.1 桩径比较分析

7.1.1 设计桩径比较结果

表 7.1 桩径比较分析表

| 柱编号 | 原设计桩径 (mm) | 本设计桩径 (mm) | 桩径比较结果 |
|-------|------------|------------|----------|
| KZ1-1 | 900 | 900 | 不变 |
| KZ1-2 | 1000 | 1200 | 扩大 200mm |
| KZ1-3 | 900 | 900 | 不变 |
| KZ1-4 | 1000 | 1200 | 扩大 200mm |
| KZ1-5 | 1000 | 1000 | 不变 |
| KZ1-6 | 900 | 900 | 不变 |
| KZ2-1 | 1200 | 1200 | 不变 |
| KZ2-2 | 1200 | 1200 | 不变 |
| KZ2-3 | 1200 | 1200 | 不变 |
| KZ2-4 | 1200 | 1200 | 不变 |
| KZ2-5 | 1200 | 1300 | 扩大 100mm |
| KZ2-6 | 1200 | 1300 | 扩大 100mm |
| KZ3-1 | 1000 | 1300 | 扩大 300mm |
| KZ3-2 | 1000 | 1300 | 扩大 300mm |
| KZ3-3 | 1000 | 1300 | 扩大 300mm |
| KZ3-4 | 1000 | 1300 | 扩大 300mm |
| KZ3-5 | 1000 | 1300 | 扩大 300mm |
| KZ4-1 | 900 | 900 | 不变 |
| KZ4-2 | 900 | 900 | 不变 |
| KZ4-3 | 900 | 900 | 不变 |
| KZ5 | 1000 | 1000 | 不变 |
| KZ6 | 1000 | 1300 | 扩大 300mm |
| KZ7 | 900 | 900 | 不变 |

7.1.2 比较分析

产生差异的原因：根据《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 计算所得桩承载力，本设计计算所取安全系数比原设计更高，规范计算方法可能有所不同，故根据计算结果适当扩大桩径。

本设计优点：桩承载力更高，质量更加安全，安全性能更高。

本设计缺点：施工材料用量增加，成本较高。

7.2 承台比较分析

7.2.1 设计承台尺寸比较结果

表 7.2 承台尺寸比较分析表

| 柱编号 | 原设计承台尺寸 (mm) | 本设计承台尺寸 (mm) | 尺寸比较结果 |
|-------|--------------|--------------|--------|
| KZ1-1 | 1200×1200 | 1200×1200 | 不变 |
| KZ1-2 | 1300×1300 | 1500×1500 | 扩大 |
| KZ1-3 | 1200×1200 | 1200×1200 | 不变 |
| KZ1-4 | 1300×1300 | 1500×1500 | 扩大 |
| KZ1-5 | 1300×1300 | 1300×1300 | 不变 |
| KZ1-6 | 1200×1200 | 1200×1200 | 不变 |
| KZ2-1 | 1500×1500 | 1500×1500 | 不变 |
| KZ2-2 | 1500×1500 | 1500×1500 | 不变 |
| KZ2-3 | 1500×1500 | 1500×1500 | 不变 |
| KZ2-4 | 1500×1500 | 1500×1500 | 不变 |
| KZ2-5 | 1500×1500 | 1600×1600 | 扩大 |
| KZ2-6 | 1500×1500 | 1600×1600 | 扩大 |
| KZ3-1 | 4400×1400 | 4700×1700 | 扩大 |
| KZ3-2 | 4400×1400 | 4700×1700 | 扩大 |
| KZ3-3 | 4400×1400 | 4700×1700 | 扩大 |
| KZ3-4 | 4400×1400 | 4700×1700 | 扩大 |
| KZ3-5 | 4400×1400 | 4700×1700 | 扩大 |
| KZ4-1 | 1200×1200 | 1200×1200 | 不变 |
| KZ4-2 | 1200×1200 | 1200×1200 | 不变 |
| KZ4-3 | 1200×1200 | 1200×1200 | 不变 |
| KZ5 | 1300×1300 | 1300×1300 | 不变 |
| KZ6 | 4400×1400 | 4700×1700 | 扩大 |
| KZ7 | 1200×1200 | 1200×1200 | 不变 |

7.1.2 比较分析

产生差异的原因：根据《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 计算所得桩径，较原设计有所扩大，故适当扩大了原设计的承台尺寸，使之满足承台结构要求。

本设计优点：承台受冲切、受弯、受剪承载力更高，质量更加安全。

本设计缺点：施工材料用量增加，成本较原设计有所增加。

8 结论

现代建筑在建设过程中，对施工技术与水平有着较高的要求，将桩基础技术合理应用在建筑施工中，不仅有助于推动某一项工程效益的提升，对于建筑行业的整体发展也有一定的积极意义。

本设计在了解抚州市物质储备基地建设工程概况和工程勘察报告的基础上，又以各相关专业技术规范为依据，确定柱下布桩以及承台设计。本工程采用柱下独立桩承台基础和两桩承台基础，经设计计算，基桩承载力均满足要求，且变形均在允许值范围之内。然后根据承台结构形式以及上部结构荷载情况计算出沉降量，由设计可知最大沉降量在允许沉降值范围内。接着再对承台进行冲切验算、抗剪承载力验算，经计算均满足要求。最后，完成所有的计算与验算之后，又将本设计结果与原设计进行比较分析，最终形成本次设计报告。

参考文献

- [1] 王三智, 秦月红. PHC 管桩在多层建筑基础中的应用[J]. 低温建筑技术, 2012, (4): 94-95.
- [2] 赵保平. 预制管桩复合地基在工程中的应用[J]. 岩土工程·地基基础, 2012, 38(36): 49-51.
- [3] 郑武锋. 浅述灌注桩施工设备选择及施工要点[J]. 工程技术, 2014, (3): 178.
- [4] 亓乐等. 刚性桩复合地基桩端向下卧层刺入量计算方法[J]. 理论与实验, 2014, 10(3): 534-579.
- [5] 程少彬. 天然地基和刚性桩复合地基上联合筏基的沉降控制设计[J]. 工程实践, 2014, 30(5): 116-120.
- [6] 王锡康, 高艳平. 关于单桩竖向弹性刚度有关问题的讨论[J]. 工业建筑, 2014, 44(6): 26-30.
- [7] 刘怀星等. 考虑上下部刺入的刚性桩复合地基沉降计算方法研究[J]. 观点_建构技术, 2014, (6): 159-160.
- [8] 武崇福, 郭维超. 刚性桩复合地基桩间土拱效应分析及桩土应力比计算[J]. 地基与基础, 2015, 44(1): 67-72.
- [9] 李帅等. 不同桩端持力层刚性桩复合地基设计计算分析[J]. 论文, 2015, (10): 38-42.
- [10] 钱玲玲. 钢筋混凝土桩基础设计在某工程中的应用[J]. 建筑技术, 2015, (12): 91-93.
- [11] 梁文文, 田浩. 刚性桩复合地基的承载力影响因素分析[J]. 工程科技, 2015, (28): 240-241.
- [12] 张东刚等. 模拟桩端为岩层的刚性桩复合地基承载性状试验研究[J]. 试验研究, 2016, 32(1): 30-36.
- [13] 李钟鸣. 桩基础施工特点和应用策略研究[J]. 施工, 2016, (2): 100-101.
- [14] 庞冬伟. 土建施工中桩基础技术的应用[J]. 施工技术, 2016, (4): 83.
- [15] 胡晓明. 试论民用建筑地基基础施工技术[J]. 施工技术, 2016, (5): 99-108.
- [16] 刘青, 李滢. 浅谈建筑工程中桩基础技术的应用[J]. 研究探讨, 2016, (7): 320.
- [17] 阚云军. 建筑桩基施工技术问题与对策研究[J]. 施工技术, 2016, (8): 123.
- [18] 张哲. 建筑工程土建施工中桩基础技术的应用研究[J]. 工程科技与产业发展, 2016, (9): 108.
- [19] 张健如. 桩基础技术在建筑工程土建施工中的运用[J]. 工程施工, 2016, (9): 204.
- [20] 郭义兵. 浅谈桩基工程施工技术在工民建中的运用[J]. 施工技术, 2016, (15): 81-84.
- [21] 陈仁国. 复合桩基础桩—土—承台承载力特性分析[J]. 施工技术, 2016, (19): 99-100.
- [22] 张绍伟. 针对桩基础检测的数据分析及质量判定[J]. 质检·研究, 2016, (30): 69-70.
- [23] Jae Hyun Park 等. Resistance Factors Calibration and Its Application Using Static Load Test Data for Driven Steel Pipe Piles[J]. KSCE Journal of Civil Engineering, 2013, 17(5): 929-938.
- [24] Yaru Lv 等. Three-dimensional numerical analysis of the stress transfer mechanism of XCC piled raft foundation[J]. Computers and Geotechnics, 2014, (55): 365-377.
- [25] Z. X. Yang1 等. Field Behavior of Driven Prestressed High-Strength Concrete Piles in Sandy Soils[J]. Geotech. Geoenviron. Eng., 2015, (141): 21-30.

致谢

忙忙碌碌已经快半年了，不知不觉我的大学生活也即将完结，本次毕业设计也到此收尾。在这里，我真诚的感谢我的毕业设计指导老师J博士，没有他尽心尽力的指导，我的设计不会如此顺利的完成。

在本次毕业设计过程中，我遭遇了许多的难题。从最初的毕业设计选题，到最终的设计完成，J老师给了我无尽的关怀，给我指引了前进的方向，有了J老师耐心指导与细心关怀我才不会在设计的过程中迷失方向，失去前进动力。J老师严谨的治学精神和精益求精的工作作风值得我们学习。

同时感谢大学四年授我们专业知识的所有老师，他们的谆谆教诲，我一直记在心底。还有感谢我周围的同学与好友，他们让我的生活变得更加丰富多彩，使我的大学生活拥有许多难忘的回忆。

最后，向对我论文进行评审的各位老师、评委致以最衷心的感谢！