

# 地下车库基础结构选型优化与经济性分析

孙琼

(中土大地国际建筑设计有限公司上海公司, 上海 201315)

**摘要:** 地下车库基础结构选型是地下车库结构设计的一项非常重要的工作, 既要满足工程需要, 又要满足经济性指标, 同时还要保证地下车库施工的顺利进行。本论文主要研究地下车库基础选型优化设计以及经济性对比设计, 借助YJK的JCCAD模块对地下室底板及抗拔桩的布置方式进行对比分析, 为今后类似项产生一定的指导意义。

**关键词:** 基础选型; 优化设计; 抗拔桩; 结构经济性

**中图分类号:** TU926 **文献标识码:** A

## 1 项目概况

本项目位于无锡市滨湖区新八路与南横路交叉口东北侧。XDG-2020-10号地块总建筑面积为201373.89m<sup>2</sup>, 其中地上建筑面积为128182.13m<sup>2</sup>, 地下建筑面积为73191.76m<sup>2</sup>。本场地抗震设防烈度为7度, 设计基本加速度为0.10g, 地震分组为第一组, 场地类别为Ⅲ类。拟建场地由1栋3层配套、37栋6层住宅及一层地下室组成。6层住宅主体结构采用框架-剪力墙结构, 配套公建及地下车库均采用框架结构体系, 其中地下车库抗震等级为

三级, 上部结构的嵌固部位为基础顶。

## 2 工程条件

### 2.1 工程地质条件

经勘探, 拟建场地在35.50m 深度范围内的地基土主要由黏性土及粉砂构成, 按其沉积年代、成因类型及其物理力学性质的差异, 初步可划分为①、④、⑤、⑥、⑧等5个主要层次, 其中第①、④、⑤、⑧层根据土性差异再细分为若干亚层。各土层初步定名和有关特征描述详见表1。

表1 地基土构成、特征一览表

土层编号	土层名称	层顶标高 (m)			土层描述
		最小值	最大值	平均值 厚度	
1	素填土	2.80	4.24	3.52	灰~灰黄色, 分布大量碎砖石、建筑垃圾等, 松散
2	浜底淤泥	1.52	2.23	1.88	灰黑色, 大量有机质及腐殖质, 流塑
④1	粉质黏土	-1.83	3.18	3.54	褐黄色, 可塑~硬塑, 中等压缩性。 $f_{ak}=170\text{kPa}$ , $E_s=7.06\text{MPa}$ , $q_{sk}=55\text{kPa}$
④2	粉质黏土	0.79	-2.38	1.11	灰黄色, 可塑, 中等韧性。 $f_{ak}=140\text{kPa}$ , $E_s=5.67\text{MPa}$ , $q_{sk}=45\text{kPa}$
⑤1	砂质粉土	-5.18	-0.07	3.13	深灰色, 中等韧性, 湿, 稍密~中密。 $f_{ak}=170\text{kPa}$ , $E_s=9.28\text{MPa}$ , $q_{sk}=60\text{kPa}$
⑤2	粉砂	-8.49	-3.39	5.35	深灰色, 软塑, 中密, 中等韧性。 $f_{ak}=180\text{kPa}$ , $E_s=10.30\text{MPa}$ , $q_{sk}=75\text{kPa}$ , $q_{pk}=4300\text{kPa}$
⑥	粉质黏土	-12.57	-8.47	7.42	深灰色, 软塑~可塑, 中等韧性。 $f_{ak}=110\text{kPa}$ , $E_s=5.12\text{MPa}$ , $q_{sk}=40\text{kPa}$
⑧1	粉质黏土	-15.37	-9.57	7.42	灰黄~褐黄色, 硬塑, 中等韧性。 $f_{ak}=210\text{kPa}$ , $E_s=7.68\text{MPa}$ , $q_{sk}=70\text{kPa}$ , $q_{pk}=2000\text{kPa}$
⑧2	粉质黏土	-20.32	-17.30	5.15	灰黄色, 可塑, 中等韧性。 $f_{ak}=190\text{kPa}$ , $E_s=6.11\text{MPa}$ , $q_{sk}=7\text{kPa}$ , $q_{pk}=3000\text{kPa}$
⑧3	粉质黏土夹黏质粉土	-26.14	-21.76	4.50	青灰色, 软塑~可塑, 中等韧性。 $f_{ak}=130\text{kPa}$ , $E_s=5.70\text{MPa}$ , $q_{sk}=68\text{kPa}$ , $q_{pk}=4000\text{kPa}$
⑧4	粉质黏土	-30.96	-25.95	未钻穿	深灰色, 软可塑, 中等韧性。 $f_{ak}=110\text{kPa}$ , $E_s=4.75\text{MPa}$ , $q_{sk}=80\text{kPa}$ , $q_{pk}=6000\text{kPa}$

注: 以上各地层的分布情况详见图1

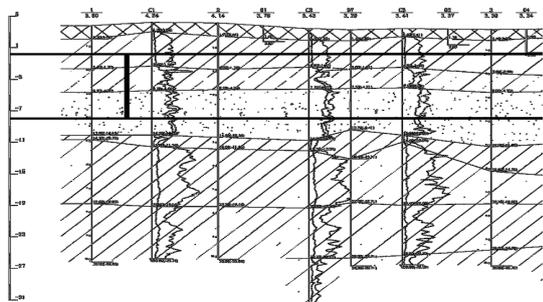


图1 典型工程地质剖面图

### 2.2 场地地下水

根据勘察, 场地地下水主要有孔隙潜水和承压水。本次勘探期间在拟建场地部分钻孔旁布置20个探坑, 测得潜水初见水位埋深在1.30~2.10m之间, 稳定水位埋深在1.10~1.90m之间, 潜水稳定水位相应标高在1.61~2.15m之间, 平均标高为1.87m。拟建场地潜水埋深较浅, 对设有地下室的建筑物和地下室受到地下水的上浮作用。水浮力大于结构物和覆土自重, 则需要设置抗拔桩<sup>[1-2]</sup>。抗浮设计水位应根据潜水历史最高水位、场地设

计地面标高及周边地形综合确定,因此抗浮设计水位可取室外设计地面标高低0.5m。

### 3 基础选型方案

根据拟建场地工程地质特性,本工程纯地库基础埋深5.3m,基底大部分位于第④1层,局部位位于第④2层,局部位位于厚填土或浜底淤泥中,建议挖除浜底淤泥或填土,回填级配均匀的砂石或素填土,分层压实,经检验合格后,以压实填土为地基持力层,基础形式采用筏板基础。地下室整体抗浮计算取值验算(选取柱网6.3m×7.8m),计算条件:顶板300mm,梁截面400×750(X向),300×650(Y向),柱截面450×500,底板400厚,下柱墩2600×2100×700(总高),底板面层找坡平均厚度按100mm。

抗浮水位:室外地坪以下0.500m。

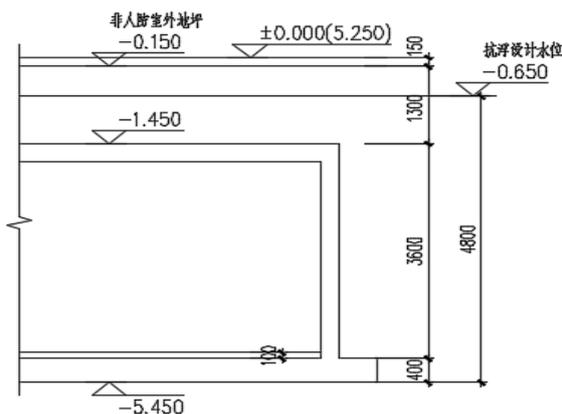


图2 地库典型剖面图

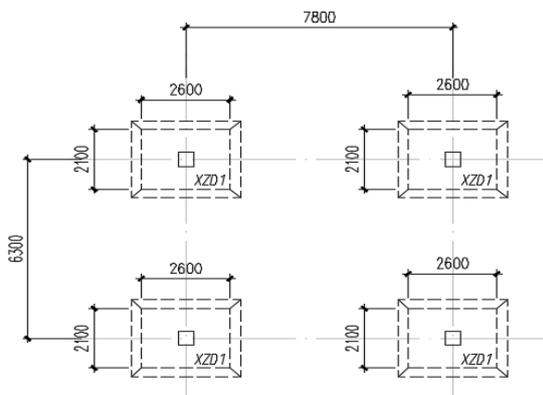


图3 地库柱墩布置图

地下车库抗浮水位相对标高为-0.65m,基础底相对标高为-5.450m。

车库顶板自重标注值(300mm考虑):  $25\text{kN}/\text{m}^3 \times 0.30\text{m} = 7.50\text{kN}/\text{m}^2$ 。

车库底板自重标注值(400mm考虑):  $25\text{kN}/\text{m}^3 \times 0.40\text{m} = 10.00\text{kN}/\text{m}^2$ 。

车库柱及柱帽自重折减标注值:  $25\text{kN}/\text{m}^3 \times 3.3 \times 0.45 \times 0.5 \div (6.3 \times 7.8) = 0.38\text{kN}/\text{m}^3$ 。

车库顶板覆土(按1300考虑):  $(16\text{kN}/$

$\text{m}^3 \times 0.5 + 18\text{kN}/\text{m}^3 \times 0.8) \times 0.9 = 20.16\text{kN}/\text{m}^2$ 。

X向框架梁折算恒载:  $0.4 \times (0.75 - 0.25) \times (7.8 - 0.45) \times 25 \div (6.3 \times 7.8) = 0.75\text{kN}/\text{m}^2$ 。

Y向框架梁折算恒载:  $0.3 \times (0.65 - 0.25) \times (6.3 - 0.5) \times 25 \div (6.3 \times 7.8) = 0.31\text{kN}/\text{m}^2$ 。

车库地面做法(100mm):  $23\text{kN}/\text{m}^3 \times 0.1\text{m} \times 0.9 = 2.07\text{kN}/\text{m}^2$ 。

柱墩重折减标注值:  $(25 - 10)\text{kN}/\text{m}^3 \times (2.1 \times 2.6 \times 0.30) \div (6.3 \times 7.8)\text{m} = 0.50\text{kN}/\text{m}^2$ 。

恒载总值:  $41.67\text{kN}/\text{m}^2$ 。

-地下水浮力荷载设计值(向上):

$1.05 \times 10\text{kN}/\text{m}^3 \times (5.45 - 0.65)\text{m} = 50.40\text{kN}/\text{m}^2$

$50.40\text{kN}/\text{m}^2 > 43.10\text{kN}/\text{m}^2$   $50.40 - 41.67 = 8.73\text{kN}/\text{m}^2$ 。

整体抗浮不满足要求,需设置抗拔桩。

柱网尺寸(7.8×6.3)柱下抗拔桩需承担的水浮力:  $F = 8.73\text{kN}/\text{m}^2 \times 6.3\text{m} \times 7.8\text{m} = 428.99\text{kN}$

根据试桩报告,采用350×350预应力混凝土实心方桩,单桩抗拔承载力特征值为240kN,标准柱跨下抗拔桩所需根数=  $428.99/240 = 1.78$ 根,抗浮需要2根桩。

结合本工程实际,地下车库主体结构自重和覆土自重不能满足整体抗浮要求,考虑采用柱下布桩和柱下布桩+柱跨跨中布桩,利用YJK的JCCAD模块抗拔群桩桩筏基础有限元分析方法,现对这两种布桩方案进行对比分析。

#### 3.1 柱下布桩方案

柱下布置抗拔桩,桩的重心与柱的形心重合,根据地下室整体抗浮验算,柱下需布置两个抗拔桩,以车库二期J区的桩位平面布置图(如图4)进行说明。

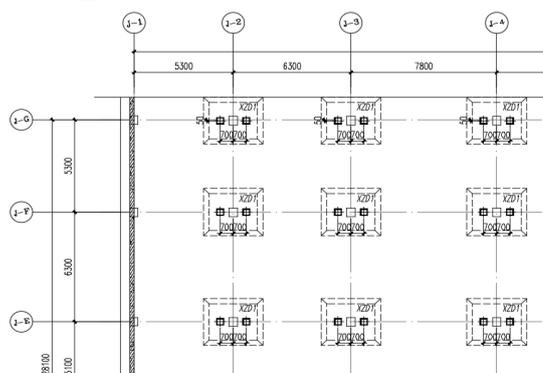


图4 柱下布桩方案

最终计算下来J区共需要84根抗拔桩,根据工程经验,筏板厚度取为400mm厚,柱墩截面取为2600×2100,含筏板总高度为700mm,满足筏板冲切、地库整体抗浮以及沉降变形各项指标的要求,筏板配筋采用 $\phi 12@150$ 双层双向拉通,局部筏板顶部配筋不足处需附加钢筋 $\phi 10@150$ 。筏板配筋计算结果如图5所示:

