

钢筋混凝土框架结构在公共基础设施建设中的应用

唐华岳

中国建筑科学研究院有限公司, 北京 100013

[摘要]近几十年来, 建筑行业发展迅速, 钢筋混凝土框架结构作为一种非常常见的结构形式, 普遍应用于民用公共基础设施建设等工程项目中。框架结构具有柱距跨度大, 房间开间大、楼层层高等显著特点, 特别适应商业办公、停车车库、体育场等功能性建筑对楼层功能用房有大开间、大进深、高楼层净高等特殊需求, 以满足广大人民群众的生活及出行的需要。发挥钢筋混凝土框架结构的优良性, 广泛应用于公共建筑工程实际建设当中, 是现实的需要。

[关键词]框架抗震等级; 框架梁截面; 框架柱截面

DOI: 10.33142/ec.v8i6.17202

中图分类号: TU375

文献标识码: A

Application of Reinforced Concrete Frame Structure in Public Infrastructure Construction

TANG Huayue

China Academy of Building Research Co., Ltd., Beijing, 100013, China

Abstract: In recent decades, the construction industry has developed rapidly, and reinforced concrete frame structures, as a very common structural form, are widely used in civil public infrastructure construction and other engineering projects. The frame structure has significant characteristics such as large column spacing span, large room opening, and high floor height. It is particularly suitable for functional buildings such as commercial offices, parking garages, sports venues, etc., which have special requirements for large opening, large depth, and high net height of high-rise functional rooms, in order to meet the public life and travel needs of the general public. It is a practical need to fully utilize the advantages of reinforced concrete frame structures and widely apply them in the actual construction of public building projects.

Keywords: seismic grade of frame; frame beam section; frame column section

引言

随着时代发展, 全国各大中小城市的公共基础设施建设不断完善, 钢筋混凝土框架结构作为一种非常通用的结构形式, 普遍应用于公共基础设施建设中, 正发挥着巨大的作用。钢筋混凝土框架结构, 具有柱网布置灵活, 柱距跨度大, 楼层净高高, 框架柱、框架梁等主受力构件承载能力强等特点。框架结构在公共基础设施建设中的应用, 特别是在医学综合大楼、办公商业综合大楼、地下车库停车场等公共功能性建筑中发挥着重要作用, 极大地方便了人民群众的民生需求。本文以天津某安置住宅小区为例, 介绍钢筋混凝土框架结构在公共基础设施建设中的实际应用, 给相关结构设计工程提供实际参考经验。

1 工程概况

该工程位于天津市境内, 为满足人民群众需求的回迁安置小区, 小区安置居民人数众多, 根据该小区人流量大的特点, 本着节约使用土地资源、充分发挥土地空间使用率的原则, 进行该工程设计。根据该地域特点, 设置负一层地下室与一层架空平台层共两层车库供停车出行使用, 同时为了保障广大人民群众的生命财产安全, 部分负一层地下室兼做人防地下室, 平战结合使用。架空平台层顶部带有覆土, 用于绿化的建设, 以提高小区整体绿化率和人居环境空气质量。架空平台层紧密环绕在小区地上十几栋高层住宅的

周边, 就近满足小区居民日常出行和休闲锻炼的生活需求。

2 建筑功能交通流线布局分析

(1) 停车库层数的设置, 根据统计的该回迁小区的住户居民总人数, 进行车位数量的设计与布置, 因为该小区居民人口总数多, 需要供给停车位数量较大, 同时该地块土地空间有限, 所以设置负一层地下室作为车库停车空间使用, 同时在该负一层地下室的上层, 再延伸设置一层架空层, 分布在该地块各单体高层住宅塔楼周边的剩余空间内, 该架空层同时用做停车库的使用, 两层停车库极大的方便了该小区居民的日常停车与出行。其中负一层地下室层高 3.85m, 一层架空层层高 6.45m。该地下室 X 向总长约 221.4m, 地下室 Y 向总长约 153.70m, 地下室上部一层架空平台层的面积部分超出地下室面积, 架空平台层 X 向总长约 285.6m, Y 向总长约 158.65m。

(2) 室内外的交通连通, 根据该地块的地域交通特点, 该地块四周环绕市政道路, 该负一层地下车库设置西北角和正东位置两个汽车坡道出入口与室外市政道路连通, 两汽车坡道位置连线刚好是西北角与正东方连线, 有效辐射负一层地下车库的停车入库与交通出行。同时在地库范围外增设两个消防坡道, 连通负一层地下室与一层架空平台层, 架空平台层顶与室外有连通口, 这样实现了该工程室内外交通的有效连通。

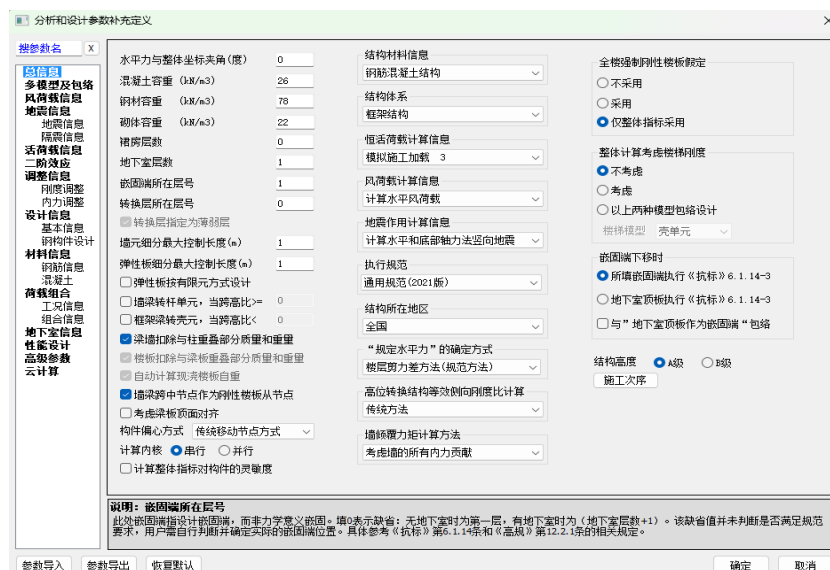


图1 PKPM 结构模型参数设置

(3) 对架空平台层顶部的利用, 该架空平台层顶部设置有 1.0m 厚的覆土层, 用作绿化植树种草的需要, 作为该小区的公共休闲空间和绿化空间, 方便该小区整体居民的日常生活, 提高该小区的人居环境和空气质量。架空平台层顶部同时布置有消防扑救道路与消防扑救面, 方便该小区各高层住宅居民塔楼在遭受火灾时, 消防车辆与消防人员能及时赶到, 参与消防火灾救援工作。

(4) 车位的布置, 根据车位的统计数量, 与车道交通出行的所需宽度, 将负一层地下室主跨柱距设置为 8.4m, 形成主要 8.4m×8.4m 柱网, 其他局部位置 4.0m×8.4m 不等, 这样大空间的柱网, 能满足停车位与车道的同时需要, 方便停车与出行。

(5) 人防区域的设置, 为保障广大人民群众的生命财产安全, 根据该小区人口总数进行规划, 同时辐射周边邻近范围, 将该小区负一层地下室南部设置为人防地下室, 北部设置为非人防地下室, 南北分区, 空间整合, 综合利用, 平战结合使用, 同时满足战时人防的需要。人防地下室, 根据具体功能划分为物资库、人员掩蔽所、平时进风机房、战时排风机房、防毒通道、简易洗消间、扩散室、集气室、排风竖井等。

3 结构选型分析

根据该建筑形式及功能特点, 建筑大柱网布置, 楼面使用功能为停车为主, 该结构选型为钢筋混凝土框架结构。地下室部分基础形式采用筏板基础, 部分架空平台在地库范围外的基础部分采用独立基础。

4 结构参数设置

根据《建筑抗震设防分类标准》《建筑抗震设计规范》、《建筑地基基础设计规范》《建筑结构荷载规范》《混凝土结构设计规范》《混凝土结构通用规范》《建筑与市政地基基础通用规范》等, 本工程抗震设防烈度为 8 度 0.20g,

抗震设防地震分组为第二组, 场地类别为三类场地, 建筑抗震设防类别为乙类, 混凝土框架结构抗震等级为二级, 剪力墙抗震等级为三级, 抗震构造措施抗震等级不改变。修正后该建筑基本风压为 0.50KN/m^2 。经过结构试算, 该结构首层满足嵌固条件, 结构嵌固端选择地下室顶板。本工程选择 PKPM 结构计算软件进行结构建模计算分析, 参数设置及结构模型如图 1~图 3 所示:

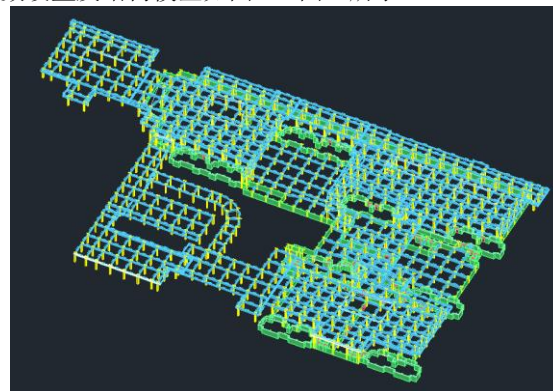


图2 负一层地下车库及地上一层架空平台层结构计算模型

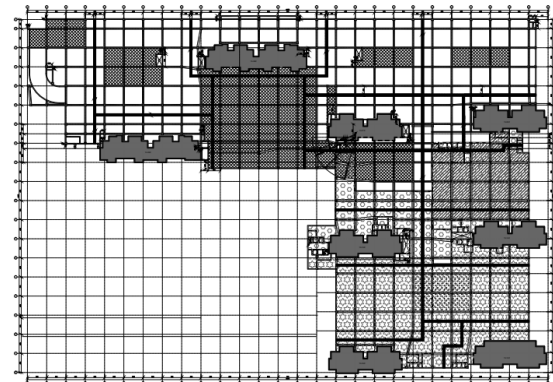


图3 地下室负一层顶结构平面布置图

5 结构设计布局分析

(1) 结构层高的设置, 根据该建筑的功能特色, 地下室筏板基础顶板顶标高为-11.450m, 局部需要降板的位置筏板顶标高为-12.550m, 地下室顶板标高为-7.600m, 架空层平台顶标高为-1.150m。

(2) 混凝土结构强度等级的设置, 该结构地上部分架空平台层框架柱为 C45 混凝土, 框架梁为 C35 混凝土, 架空平台层顶板为 C35 混凝土。负一层地下室部分地下室外墙为 C45 混凝土, 地下室墙柱为 C45 混凝土, 地下室顶板梁为 C35 混凝土, 地下室顶板为 C35 混凝土。

(3) 钢筋级别的设置, 负一层地下室与地上一层架空平台层主要受力构件钢筋均采用三级钢 HRB400 钢筋。

(4) 地上一层架空平台层伸缩缝的设置, 根据《规范》关于结构伸缩缝的构造规定, 本结构为框架结构、现浇式、在土中、伸缩缝最大距离为 55m, 该架空平台层面积大, X 向总长约 285.6m, Y 向总长约 158.65m, 远远大于 55m, 需要按照最大 55m 限值设置结构伸缩缝。根据该建筑结构的轮廓, 与中间各单体住宅塔楼楼的临近关系, 将该整个架空平台层板顶按照缝宽为 100mm 进行设缝, 设缝应该将每个独立的框架结构单体完全分隔开, 将整个架空平台层分隔成为 10 个独立的混凝土框架结构单体, 每个独立的单体同时进行结构计算。

(5) 架空平台层竖向承重构件柱的设置, 在架空平台层区域, 主要荷载为覆土恒荷载、消防车活荷载及地震力作用为主, 主柱跨为 8.4m, 架空平台层主承重柱的截面尺寸选择为 650mm×650mm 至 700mm×700mm 为主。

(6) 架空平台层水平承重构件梁截面尺寸的设置, 根据柱跨 8.4m 进行结构计算, 受荷为覆土荷载、消防车活荷载等, 主梁截面尺寸设置为 500×850mm 等。

(7) 架空平台层顶结构板板厚的设置, 该结构板为 8.4m×8.4m 柱网范围内的柱跨大板, 不设结构次梁, 受荷为覆土荷载、消防车活荷载等, 根据结构计算确定, 板厚主跨范围设置为 300mm 厚, 悬挑梁上板厚为 250mm 厚。

(8) 北侧非人防部分负一层地下室顶层水平受力构件梁截面尺寸的设置, 受荷为室内停车活荷载为主, 同时考虑负一层地下室楼层净高的要求, 北侧部分地下室顶梁截面设置为 600mm×850mm 为主。

(9) 北侧非人防部分, 负一层地下室竖向承重构件柱截面尺寸的设置, 受荷为地下室顶板室内停车活荷载为主, 同时兼承受上部架空平台层柱传力, 经结构计算与考虑建筑实际停车位停车出入的平面空间需要, 柱子截面尺寸设置为 800mm×800mm 为主。

(10) 北侧非人防部分, 地下室负一层地下室顶板板厚的设置, 受荷为室内车辆活荷载为主。主柱网 8.4m×8.4m 大板无次梁, 板厚设置为 350mm。

(11) 南侧核五级人防部分, 负一层地下室顶层水平

受力构件梁截面尺寸的设置, 受荷为室内停车活荷载与人防荷载为主, 经结构计算与考虑建筑地下室净高要求、地下室管线桥架架设高度要求等, 柱网 8.4m 主框架梁截面尺寸设置为 900mm×1000mm。

(12) 南侧核六级人防部分, 负一层地下室顶层水平受力构件梁截面尺寸的设置, 受荷载为室内停车活荷载、人防荷载为主, 经结构计算, 柱网 8.4m 主框架梁截面尺寸设置为 700mm×900mm。

(13) 南侧核五级人防部分, 负一层地下室顶板板厚的设置, 受荷为室内车辆活荷载与五级人防荷载为主。主柱网 8.4m×8.4m 大板无次梁, 板厚设置为 450mm 厚。

(14) 南侧核六级人防部分, 负一层地下室顶板板厚的设置, 受荷为室内车辆活荷载与五级人防荷载为主。主柱网 8.4m×8.4m 大板无次梁, 板厚设置为 400mm 厚。

(15) 南侧核五级人防部分, 负一层地下室竖向承重构件柱截面尺寸的设置, 受荷为地下室顶板室内停车活荷载与五级人防荷载为主, 同时兼承受上部架空平台层柱传力, 柱子截面尺寸设置为 800mm×800mm 为主。

(16) 南侧核六级人防部分, 负一层地下室竖向承重构件柱截面尺寸的设置, 受荷为地下室顶板室内停车活荷载与六级人防荷载为主, 同时兼承受上部架空平台层柱传力, 柱子截面尺寸设置为 800mm×800mm 为主。

6 结构基础形式布置

(1) 该工程±0.000=12.000m, 抗浮水位 6.00m。

(2) 地下车库部分基础的选型, 根据该工程当地岩土勘察报告与结构计算, 该工程地下车库基础选择筏板基础加柱墩的形式布置, 根据具体结构计算确定, 筏板基础厚度选择为 500mm 厚, 下柱墩截面高度分布在 200mm 至 400mm 不等, 基础筏板顶标高为-11.450m, 局部筏板顶标高为-12.550m, -13.550m。

(3) 建筑超出地库范围外的架空层平台柱基础的选型, 该部分柱子基础形式设置为柱下独立基础及柱下条形基础, 独立基础及条形基础除特殊注明外基底标高为-8.60m。柱下独立基础、条形基础、拉梁、筏板均采用 C35 混凝土, 垫层采用 C20 混凝土。

(4) 防水的措施, 底板及挡土墙采用防水混凝土, 抗渗等级 P8。结构计算同时满足抗浮要求。

7 结构计算指标汇总

根据 pkpm 结构建模, satwe 分析计算, 各项指标汇总如下表:

(1) 在所有的分塔周期比计算中, 扭转周期比第一平动周期, 均小于 0.9, 满足《抗规》3.4.5 的要求。

(2) 楼层位移角, X 方向控制在 $1/604 < 1/550$, Y 向控制在 $1/624 < 1/550$, 其中地震作用起控制作用。楼层最大位移/平均位移控制在 1.34 以内。

综上所述, 其他各项计算指标均满足建筑结构规范的要求, 见表 1。

表 1 结构计算模型各项指标汇总表

计算结果		计算值		规范（规程）限值	判别	备注
结构总质量（t）		183355.96				
质量比		1.00		<1.5	满足	
楼层抗剪承载力与相邻上一层比值的最小值		X	1.00	≥0.8	满足	2 层 1 塔
		Y	1.00		满足	2 层 1 塔
楼层剪力/层间位移刚度比（强刚）	与相邻上一层侧向刚度的 0.7 倍或相邻上三层平均值的 0.8 的比值	X	1.00	≥1.00	满足	2 层 1 塔
		Y	1.00		满足	2 层 1 塔
有效质量系数		X	99.69%	>90%	满足	
		Y	100.00%		满足	
地震底部剪重比	调整前	X	13.62%	≥3.20%	满足	2 层 11 塔
		Y	13.86%	≥3.20%	满足	2 层 3 塔
结构自振周期【强刚】（s）		T1	0.5039(X)	T12/T1=0.90≤0.9	满足	
		T4	0.4816(Y)			
		T12	0.4525(T)			
水平力作用下的楼层层间最大位移与层高之比（△u/h）（强刚）	地震	X	1/604	<1/550	满足	2 层 10 塔
		Y	1/624	<1/550	满足	2 层 10 塔
	风荷载	X	1/11550	<1/550	满足	2 层 5 塔
		Y	1/7290	<1/550	满足	2 层 5 塔
地震力作用下（偶然偏心）塔楼扭转参数（强刚）	最大位移/平均位移	X	1.34	<1.5	满足	2 层 11 塔
		Y	1.34		满足	2 层 3 塔
	最大层间位移/层间平均位移	X	1.35	<1.5	满足	2 层 11 塔
		Y	1.34		满足	2 层 3 塔
结构刚重比		X	112.06	>10	满足	不考虑重力二阶效应
		Y	95.06		满足	

【参考文献】

- [1]吴德安.《混凝土结构计算手册》（第三版）[M].北京:中国建筑工业出版社,2002.
[2]国振喜.《高层建筑混凝土结构设计手册》[M].北京:中国建筑工业出版社,2012.

[3]王文栋.《混凝土结构构造手册》（第五版）[M].北京:中国建筑工业出版社,2003.

作者简介:唐华岳（1988—）男,民族:汉,学历:本科,职称:建筑工程工程师中级,研究方向:结构工程。