

# 大型综合商业广场的结构设计分析与探讨

贾占香

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**随着现代社会的发展,人们对居住质量和便利性的需求日益提高,商用广场也在进行着转型和升级,各类综合体的数目也在逐渐增加。以大型综合商业广场建筑为切入点,对该类建筑的总体特点和作用展开了深入的研究,透过大型商业广场结构设计思路,结合具体的工程实例,对大型综合商业广场结构体系布置状况以及设计难点进行了论述,以期能够给有关工作人员提供借鉴和参考。

**[关键词]**大型综合商业广场; 建筑结构; 结构设计

DOI: 10.33142/ec.v6i6.8473

中图分类号: TU201

文献标识码: A

## Analysis and Discussion on Structural Design of Large-scale Comprehensive Commercial Plaza

JIA zhanxiang

Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** With the development of modern society, people's demand for living quality and convenience is increasing day by day, commercial squares are also undergoing transformation and upgrading, and the number of various complexes is gradually increasing. Taking the building of large-scale comprehensive commercial plaza as the starting point, the overall characteristics and functions of this kind of building are deeply studied. Through the structural design ideas of large-scale commercial plaza, combined with specific engineering examples, the structural system layout and design difficulties of large-scale comprehensive commercial plaza are discussed, so as to provide reference for relevant staff.

**Keywords:** large-scale comprehensive commercial plaza; architectural structure; structural design

近几年,伴随着城市经济的飞速发展,城镇居民的人数越来越多,对商业设施和功能需求也越来越高,推动了商业建筑物的多样化发展。在此情况下,大规模的商业工程的建造也越来越多。大型综合商业广场是一种多用途的建筑物,其最大的特征就是体积庞大、外形不规则。由于大型综合商业广场建设的特殊性,此类建筑在结构上往往存在着相当大的设计难度。在实际的工作过程中,要针对大型综合商业广场所处的地区的具体情况,结合建筑的功能性、美观性等方面的需求,适当地进行结构体系的布局与结构的计算与分析。

### 1 大型综合商业广场建筑的特点和作用

从“城市综合体”这一理念出发,我国各地建设了越来越多的大型综合商业广场,将各种城市功能结合在一起,形成一个完整的、具有一定规模的“城市综合体”。大型综合商业广场可以看作是城市综合体的一个简单模型,因为在一个大型的综合商业广场中,可以实现商业、餐饮、娱乐、居住等多种功能的有机结合,因此,在这一类的建筑中,通常包括多个功能区<sup>[1]</sup>。

在这种情况下,大部分的大型综合商业广场呈现出了高密度、高集约的特征,以及单个建筑风格一致的整体特征。而且,大型综合商业广场的交通便利,也是城市居民休闲娱乐的最佳选择。在内部环境方面,大型综合商业广

场的大部分都具有较大的空间尺度和现代的景观设计,同时其内部的公共空间与交通也实现了高效的连接,并与城市交通互联,形成了通道树型交通系统。另外,在一个大型综合商业广场中,还建设了许多先进技术的综合设备,可以完全满足用户多样化的需求。大型综合商业广场的实质是一种多功能的组合型建筑群,它可以引领商业地产的升级和转型,更可以达到节省土地的目的,同时还可以起到缩短交通距离、提高经济效益、方便居民生活的效果。

## 2 大型商业广场结构设计思路

### 2.1 结构形式考虑

就大型综合商业广场而言,它通常是3到6层的单独的大体量的建筑物,并且在结构形式上,考虑到建筑物的高度以及其他一些因素,适合使用框架结构,而不应该使用框架剪力墙。如果将一个大型综合商业广场设计为塔楼的裙房时,那么,如果塔楼与裙房屋无法进行分割,就会导致塔楼的倾斜。因此,裙房应该以框架结构为主,如果有需要,还可以考虑框架剪力墙<sup>[2]</sup>。

### 2.2 结构设缝考虑

针对大型综合商业广场的构造接缝问题,考虑到一般情况下,地下室一般用作停车等,因此在进行地下室的构造设计时,不推荐在其构造中设置永久性接缝;而地面上的建筑物在进行永久性接缝时,则要尽可能保持业态的完

整性,以防止对步行街区造成负面的影响;在可能的情况下,尽量不要使塔楼等建筑物重心位置偏离 20%以上。对于分缝后的结构,单元长度建议控制在 150 米以下。建筑单元长度的考量,也要以不同的类型来区分,通常可以将步行街与综合楼、百货大楼、娱乐大楼等分开,然后将步行街分成 2 至 3 个部分,但具体设缝则要依据不同的工程而定。在户外步行街,采用在两栋大楼间的过街桥两侧加设限位滑动支座,将其与综合商场分隔开来。单独建造的户外步行街,根据标准将其分为不同的结构单元。

### 2.3 超长结构设计考虑

在一个大型综合商业广场建筑的结构设计中,存在超长结构设计的问题,在超长的结构中,温差应力的影响是不可忽视的。工程实施过程中出现的温差应力变化和混凝土的收缩变形,建议采用施工后浇带来处理。在建筑的使用过程中,由于结构之间的温差较小,所以温差应力对结构的影响并不显著,采用将一半的板面钢筋拉通等措施来解决,不需要在混凝土中加纤维、预应力或膨胀剂等对策。

大型综合商业广场的结构设计,则有可能采用较大的跨距和较大的悬挑式建筑。实际工程研究发现,室内步行街中庭、步行街桥梁跨度 16-20 m,结构总高度 800 m 以下,在一般梁已不能达到设计标准的情况下,宜采用有黏结的单向预应力梁,或与机械设备联合使用,在保证用户空间安全的情况下,可适当提高梁高,避免使用全钢梁结构。

### 2.4 地下室顶板结构设计考虑

就地下室顶板而言,根据实际情况,宜采用大板结构。鉴于地下室顶板的板厚一定要达到标准要求,所以最好将顶板的厚度选择为 180 毫米,才能最大限度地发挥厚板的承载力完全发挥出来,进而使整体的顶板设计更为经济、合理。若因某些原因无法制成大板结构,可将顶板的厚度降低到 120 毫米,亦可选用其他结构形式。但需指出的是,在大型综合商业广场建筑中,通常会设置有超市、商业街等场所,考虑到超市承受的负荷很大,因此,在顶板构造形式上,宜采用井字形梁进行布置,以提高建筑的安全性。尽管井字形梁架的构造方法比较繁琐,而且不便于现场施工,但是通过大量的实际应用证明,井字形梁架在经济上具有显著的优点。

### 2.5 大空间楼面或屋面结构布置

经实际应用证明,在商用建筑屋面上,宜选用 2700-3000 节距的单向次梁结构,而在通常条件下,使用常规混凝土梁即可符合标准。对于对空间有一定的限制或者跨径比较大的情况,可以采用井字形梁或单向有黏结预应力梁。

### 2.6 地下室外墙设计

为了更好地解决商住户的停车泊位问题,一般在大型综合商业广场中都会设置地下停车场,而在这一过程中,地下室的外墙配筋是非常重要的。分离式配筋是地下车库

配筋的首选。同时,应适当增加地下室墙体的分离式配筋的配筋率,使其之间的距离不应大于 150。在地下室的外墙中,除非是对上面的建筑或设计的要求,否则都不应在外墙中布置扶壁柱和暗梁。为了能最大限度地减小地基的挖掘量,推荐地下室底板不要挑出外墙。

## 3 大型综合商业广场案例概述

选取一案例对大型综合商业广场的建筑结构进行分析,该项目为一座占地约十万平方米的大型综合商业广场,坐落在市区的中心位置。该建筑分为的地面部分为 4 层,部分建筑存在 5 层,地下为 3 层,总高度为 34m。在该商场里,楼面每一层的高度都不一样。地上 1 层层高为 5.8m,2-4 层层高为 5.1m,5 层的层高 10.8m,此外 5 层还包含 5.5m 的夹层。地下三层建筑层高度依次降低,负 1 层的层高为 6.5 m,负 2 层的层高为 4.9 m,负 3 层的层高为 3.6 m。本案例建筑为二级安全,乙类设防结构,具有 50 年的设计寿命,所在地区的地震设防强度为 8 度<sup>[3]</sup>。

## 4 大型综合商业广场建筑的结构设计难点和要点

大型综合商业广场,大部分都是坐落在城市比较大的商圈或者是闹市区,因此,在进行结构设计的时候,一定要将安全和美观两方面都考虑进去。在实际施工中,为增强大型综合商业广场的实用性,设计者必须对这一类建筑的不规则和不连续性问题进行重视,加强对其整体和统一性的设计,进行精准的计算和分析。

### 4.1 设计难点

在进行大型综合商业广场建筑的设计时,首先要明确整体建筑框架结构,这样才能为以后的设计打下良好的基础。考虑到本项目所涉及到的功能与安全方面的需要,设计没有设缝的大型综合商业广场主体结构,最大长度达到 178 m 的框架体系。在大型综合商业广场的中庭、通廊等空间,均有 15-24 m 大跨度结构。其中,中庭的走廊悬挑长度宜控制在 3-7m,且大跨的框架梁宜采用钢筋混凝土结构。在设计中,针对本大型综合商业广场整体楼面结构,采用可达 12cm 厚度楼层板的钢筋混凝土楼面系统。本项目 5 层的夹层是一个影院,建筑功能需要的高度和屋顶的跨度都很大,所以可以选择使用钢筋混凝土梁柱结构来构造这一层的屋顶大跨框架体系。

该设计的难点不仅在于其结构选择上,而且在于其地震设防及多种形式的构造措施上。而实际中,该商业广场所涉及到的扭曲、凹凸等问题,均为本次结构设计的难点。在 Y+偶然偏心规定水平力的基础上,项目主楼 3 层的扭转变形比为 1.43,4 层扭转变形比更高,为 1.49,由此可以看出,本次工程中出现的扭转变形比楼层数比较多,扭转偏大、不规则问题比较严重。另外,由于凹进尺寸所对应的投射方向上所占的面积约为 70%,造成了结构表面上的凹凸不平问题。另外,由于标准层楼的实际楼板宽度与典型宽度不符,实际楼板宽度只有典型宽度的 2/5,这

就导致了标准层楼板的不连续性问题；同时，第四层与第五层之间的交接缩进也造成了建筑物尺度的突变。影院位于5层夹层中，层中间有一根十余米高的穿层柱，这就增加了5层夹层建筑的设计难度<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 设计要点

在本次设计中，要突破设计难点，同时考虑到建筑美观和安全，确保整个结构的实用性，就需要进行精确的计算分析。在大型综合商业广场每个关键点上都要进行大量的计算和分析工作，绝不可以图省事，为今后建筑安全性埋下隐患。

(1) 复杂楼板应力：为了保证大型综合商业广场的使用功能，本项目建筑的总平面上，出现了大量的楼板开口和深度凹进。因此，建筑楼板之间的连接性比较差，不连续和相互连接薄弱的问题非常明显。此外，在4层与5层的衔接部位，由于立面体型的缩进，更是给建筑结构的受力带来了更多的复杂性。在上部地震所用的是自上而下地传递时，在上下部结构之间的楼板，所要承受的面内应力是比较大的。因平面上的不规则性而引起的楼板受力的复杂性问题，将会对整个结构的安全造成很大的威胁，因此，这一问题也应被有关设计人员作为一个重要的研究对象。例如，建筑BIM模型，以立体化、直观化模型为基础，对建筑楼板平面的刚度变化进行了响应，为进行复杂楼板的应力分析作好了充分的准备，保障了结构的安全性。

对于多遇地震工况，本实例的楼层没有出现大面积的应力集中现象。但是，当X向与Y向均多遇地震工况时，各楼层的受力状况有较大差别；在此基础上，X向楼板结构的应力均匀度更高；而Y向楼板结构应力向某一特定部位聚集，其中以中庭通廊的东边楼板和建筑平面的中部楼板最为突出。造成此现象的主要因素，是因为在大型综合商业广场两边的结构有不同程度的刚度，为了防止两边的结构发生扭曲，需要在中部楼板具有协调作用。从设计观点出发，X向和Y向楼板的最大拉应力应该低于 $2\text{N}/\text{mm}^2$ ，这个值没有超过混凝土的抗拉强度的标准值，因此不会引起楼板的裂缝，也不会有安全隐患。对于部分楼层出现的应力集中现象，设计者可以在此部位进行加强设计。例如在受力部位加大楼板厚度，加固配筋等等。

(2) 扭转不规则：对于本工程案例中出现的多个楼层扭曲变形率偏大的问题，设计者应当从源头上寻找造成扭曲变形的原因。在本商业广场建筑中，由于平面形状不规则，中部凹进过深，平面的相对细长原因，导致了建筑结构平面的两侧的协同变形能力降低。此外，部分5层楼、5层中间带有夹层等，使得五层楼的结构更加复杂，受力

更加不稳定，从而造成了严重的扭转变形。

为了解决这个问题，设计者必须加强扭曲变形率的计算。在这一阶段，以结构的功能需求为依据，以梁的宽度、轴压比为前提，进行结构中抗侧构件的布局及建筑平面两侧区域结构的布局。通过减小平面两侧的刚性差异，提高了框架的抗扭刚度，从而实现了主体建筑扭曲变形率的有效控制，最大值在1.5以内。

(3) 竖向体型收进：案例所选择的大型商业广场建筑具有十分显著的竖向体型缩进问题，该问题的产生将会导致建筑的高阶模态进一步增强，从而使得建筑顶端的“鞭梢”效果更为显著；同时，由于该区域结构的楼板受力复杂度较高，在较强的平面应力作用下，极易发生结构脆弱坍塌的危险。

针对上述问题，设计者提出了一种利用振型模态分解响应谱进行抗震分析的方法。例如，在振型分解反应谱和RIZ向量法的基础上，在24个振型数的基础上，计算出平动振型参与质量系数，为合理进行收进方案设计作好充分的准备。以确保在多遇和设防地震作用下，建筑结构具有较高的安全稳定性。

#### 5 结语

总之，在进行大型综合商业广场的建筑设计的时候，设计师们必须要将这一类建筑的整体性和功能复合性都考虑进去，更要在进行设计的时候，作好对建筑结构的受力的分析与计算，以确保结构的总体稳定与安全。结合具体的工程实例，对大型综合商业广场结构体系布置状况以及设计难点进行了论述，在实际工作中，设计者必须对大型综合商业广场进行复杂楼板应力、扭转不规则、竖向体型收进等问题高效精确的计算与分析。

#### [参考文献]

- [1] 李小龙. 某大型超限商业综合体结构设计分析——以莆田涵江水韵城为例[J]. 福建建筑, 2019(10): 108-113.
  - [2] 徐锐强. 浅谈大型综合商业广场建筑设计[J]. 建材与装饰, 2020(44): 47-48.
  - [3] 钞晓丹. 大型综合商业广场结构设计——以滁州世贸购物生活广场为例[J]. 工程技术研究, 2019(8): 204-205.
  - [4] 孙建超, 杨金明, 齐国红, 等. 中国国家博物馆改扩建工程新馆结构设计[J]. 建筑结构, 2020, 41(6): 6-13.
- 作者简介：贾占香(1971.8-), 女, 汉族, 毕业学校：河北农业大学, 现工作单位：河北建筑设计研究院有限责任公司。