

# 论装配式混凝土结构的节点设计要求

## Discussion on the Design Requirements of Node of Prefabricated Concrete Structures

范炳连

Binglian Fan

上海同设建筑设计院有限公司 中国·上海 200000

Shanghai Tongshe Architectural Design Institute Co., Ltd., Shanghai, 200000, China

**摘要:** 装配式混凝土结构设计中,节点设计对于混凝土结构稳定性有着重要意义,但节点设计需要考虑的内容多,复杂度高,设计人员要做好设计要求及资料的收集与整理,以提高设计质量,强化装配式混凝土结构设计效果,最终实现工程的建设目标。论文对装配式混凝土结构节点设计要求展开详细探讨,希望对相关从业人员有所帮助。

**Abstract:** In the design of prefabricated concrete structure, the node design is of great significance for the stability of concrete structure, but the node design needs to consider many contents and high complexity. Designers should collect and sort out the design requirements and data, so as to improve the design quality, strengthen the design effect of prefabricated concrete structure, and finally achieve the construction goal of the project. This paper discusses the design requirements of prefabricated concrete structure joints in detail, hoping to be helpful to relevant practitioners.

**关键词:** 装配式建筑; 混凝土结构; 节点设计

**Keywords:** prefabricated building; concrete structure; node design

**DOI:** 10.12346/etr.v4i5.5618

## 1 引言

装配式混凝土结构质量对于装配式建筑质量有着较大影响,做好装配式混凝土结构设计工作,是目前设计人员重点考量的工作内容。装配式混凝土结构指的是以预制混凝土构件或可靠性强的装配构件组合形成的结构体系,在设计中需要考虑内容较多,而节点设计就是其中较为重要的一环。节点位置需做到科学处理,确保混凝土结构连接的稳固性,增大结构承载力和强度,保证装配式建筑的正常使用。论文就对节点设计内容展开分析,对其要求及注意事项予以阐述。

## 2 现有结构体系总结

按照装配程度可将装配式混凝土结构划分为三种:一是在现浇主体结构、围护和楼梯结构内设置预制构件的结构形式;二是以竖向浇筑为主的预制剪力墙结构;三是主体结构全部采用预制构件。

按照结构形式可将装配式混凝土结构划分为四种,即框

架结构、框架支撑结构、剪力墙结构和框架剪力墙结构。其中框架支撑结构可在原有基础上增强结构的刚性、延展性、承载力,规避施工存在的能耗问题,且通过框架支撑结构高度的增加,化解地震震波,强化建筑抗震性能。结合目前数据资料可知,框架支撑结构的使用年限要明显高于普通框架结构,再加上其后期修复较为简单,大大降低了资源及资金的损耗。剪力墙结构的设计重点集中在剪力墙的装配施工上,一般是以套筒灌浆连接、浆锚搭接和后浇区处理这三种形式为主的<sup>[1]</sup>。

在这些不同类型的装配式混凝土结构中,节点部位是较为重要的环节,增强节点部位连接的牢固性和可靠性,不仅能够改善结构的整体效果,还能有效提升装配式混凝土结构性能指标,保障建筑的安全性。而在装配式混凝土结构设计中,节点形式以后浇、世构体系、梁通柱断、柱通梁断、型钢辅助、预应力连接这几种为主。柱梁连接节点设计中,以刚性、非刚性和世构体系处理为主。

【作者简介】范炳连(1967-),男,中国浙江德清人,本科,工程师,从事装配式建筑结构节点设计、建筑结构抗震设计优化研究。

### 3 中国的规程及图集

在现有规范准则中已经对装配式混凝土结构节点设计进行了明确说明,也对结构构件实行管控,希望以此改善设计水平,保障装配式混凝土结构的安全性和经济性。如今在装配式混凝土结构节点设计中,常用的图集以剪力墙外墙板、结构施工图表示方法实例、连接节点、叠合板、板式楼梯、阳台、女儿墙等,且在现有的技术规程中,对结构体系、设计方法及构造措施加以详细说明,凸显现浇结构及湿式连接在其中的作用。

### 4 装配式混凝土结构的节点设计要求

在装配式混凝土结构连接中,常用的技术种类很多,其中铸钢壳体、机械、焊接及绑扎连接这几种是最常见的连接技术。而在节点构造处理上,要求遵循弱单元、强节点的基本原则,合理规划预制混凝土结构形态,延长结构的使用寿命。

#### 4.1 节点设计原则

装配式混凝土结构节点设计中,除要考虑混凝土结构使用方法,制定完善的设计方案外,还应该遵循一定原则要求,确保装配式混凝土结构的安全性。从目前实际案例及数据的分析中了解到,装配式混凝土结构节点设计中,首要遵循的原则就是做好混凝土结构外部荷载的管控。因为所处区域地质条件不同,对装配式混凝土结构的影响也会存在明显差异,相应的节点处理方式也会发生改变,所以在设计中要考虑到外部环境对装配式混凝土结构带来的影响,预测和计算荷载参数,降低节点部位的不良影响<sup>[2]</sup>。此外,要考虑外界环境带来的不良影响。如地面冻裂后,会随着温度的变化使得土体结构发生改变,出现不同程度的涨裂问题。当然,一切的设计都要依据设计规则来展开,目前来看主要是遵循《混凝土结构设计规范》《建筑物抗冰冻设计规范》这类规范条例,这样才能使节点设计符合相应的标准要求,使混凝土更好地适应整体环境<sup>[3]</sup>。

#### 4.2 连接方式的科学选择

装配式混凝土结构节点设计中,可选择的节点连接方式有很多,如湿接头、焊接接头、预应力接头等等,下面将对常见的节点设计方式加以说明。

##### 4.2.1 湿接头

湿接头属于较为传统的节点连接方式,在使用中通过现浇施工和灌浆施工两种技术融合,增加预制构件的承载能力,符合设计及规范要求,提高装配式混凝土结构的整体水平,避免外界不良因素对结构节点部位产生损坏。但该方法在实际应用中,需要做到质量及操作规范的严格把控,一旦出现问题很难再被修复,带来较大的损耗和危险。故目前该方式只被应用在特定区域,普遍性不足。

##### 4.2.2 焊接接头

该连接方法落实中,需要对接头位置的预埋处理予以重点把控,在实际作业中,除要选择焊接方式和设备外,还应

对钢板或锚固铁件加以把控,以改进焊接连接接头处理质量。处理过程中,可采取砂浆、混凝土浇筑方式来完善结构体系,提高整体质量。另外,设计环节内须注意的是,该方式会受到高温影响,使得钢材材料发生变化,进而破坏装配式混凝土结构的性能。为此,在装配式混凝土结构节点设计中,需要考虑焊接过程中产生的残余应力处理,做好焊接位置及现场的有效清洁和确保,避免问题出现。同时,开展焊接接头养护作业,注重连接质量,增强装配式混凝土结构整体效果。

##### 4.2.3 浆锚搭接

浆锚搭接属于间接连接的一种,需要在钢筋间设置距离,再借助相关材料强化搭接效果,构建较为完整的装配式混凝土结构。常见的搭接方式有金属波纹管浆锚搭接、螺旋箍筋浆锚搭接和其他搭接方式。搭接作业中,在遇到如下情况时,需展开相关参数及性能检测,以免问题产生。如在开展纵向钢筋搭接处理时,要对预留孔形状、工艺特点及性能指标加以严格把控,开展试验检验作业。对于钢筋直径大于20mm的材料,不可使用浆锚搭接方式,以免增加构件承载力<sup>[4]</sup>。

##### 4.2.4 焊接连接

焊接连接下装配式混凝土结构塑性铰设置不是十分明显,抗震性能不佳,如果遇到较大或不断重复的荷载作用,很可能出现破损,威胁结构安全。不过该方式在节点设计中的应用,能够规范浇筑和养护环节,缩短工期。此外,焊接连接需做好工序安排,减少残余应力带来的影响。

##### 4.2.5 螺栓连接

其针对的是需要承载较大力作用的装配式混凝土结构节点设计,目的是借助螺栓自身较强的承载能力和摩擦传力来确保结构质量,提高结构性能。

##### 4.2.6 现浇连接

成型胶的注射作为湿法连接中重要组成部分,已经得到了大面积推广和应用,再加上其较强的可行性,在装配式建筑工程中得到了认可。该方法是在两块预制板之间安装环箍,借助牵引力的作用逐渐将两面墙结合起来,形成一个较为完整的结构体系。该方法在落实中,施工速度得到明显提升,装配式混凝土结构得到保障。预制板结构的连接应采用型钢,工程中采用U型结构,钢筋之间的固定采用固定法。在不影响质量的前提下,采用连续连接安装的技术方案,大大减少钢柱的用量,降低施工成本。

在现浇连接中,需要注意的内容有:第一,防水结构构造中,结合实际情况及结构形式,选择合适的防水措施,达到水道隔断的效果,优化防水性能。还可利用真空室、沟渠,增加间隙,设置坡度,融入重力原理等来避免外墙受雨水侵蚀,提高外墙结构质量。第二,防水材料的选择需要严格按照现有规范要求及现场情况展开细致分析,优化防水性能,避免渗漏等问题的出现。对于接缝位置的防水,可选择耐候性密封胶或聚乙烯塑料棒加以填充,强化结构的气密性。

#### 4.2.7 套筒连接

装配式混凝土结构节点设计中,套筒连接方式是以钢筋连接增大结构刚度,实现内外部应力有效分配的一种措施方法。在使用该方法过程中,需要先展开开挖作业,确定套筒所在位置,明确开挖深度。开挖作业中可直接以专用钢管接头加以处理。钢筋插入套筒内,用高强度浇筑液灌注,也称全浇套管连接法。国内外一些建设项目,包括日本、横滨公寓、马来西亚住宅建设、中国台北住宅建设等,目前研究者正在开发新型水泥浇筑扁钢钢坯。上部和底部钢筋需根据实际情况选择合适的固定装置,一般上部钢筋以直角螺纹套筒进行连接固定,底部采用钢筋玻璃结合方式完成连接固定,钢筋选型可以翅片钢筋为主,增加结构抗拉强度<sup>[5]</sup>。

#### 4.2.8 浆锚搭接

钢筋材料可直接插入到预制孔内,延伸到底部,之后采取高压水泥连接的方式实现钢筋搭接处理。在搭接过程中选用的复合物可以泥浆棒或锚固件为主,分别采取间接固定和锚固方式满足搭接要求。对于该搭接方式的使用,会根据建筑所在区域环境特征予以综合考量和分析,合理规划施工方案,保证作业质量。此外,在应用过程中,更适合于中小型钢筋的连接,需要检查解决方案中钻杆镦粗的适用性和力学性能。目前国内尚无统一的锚固结构施工技术标准。工程组织应从制造商处获得一整套检验报告,经鉴定后方可正式完成任务。

### 5 连接形式选择及设计注意事项

#### 5.1 荷载把控

在装配式混凝土结构节点设计中,为延长预制构件的使用寿命,需要对构件承受的荷载情况加以重点分析和考量。通常情况下,构件荷载一方面来源于活载、恒载、地面、风、土及水的压力作用,一方面则来源于体积变化导致的应力变化以及二次应力带来的影响。为使连接件满足设计强度要求,应考虑构件在装配、制造和使用阶段的荷载变化。考虑到结构的内力计算,半刚性、铰接和刚性连接将影响结构的荷载传递和构件的内力分布。

#### 5.2 耐久性提升

装配式混凝土结构节点设计中,为增强连接的可靠性,提高主体结构质量,需要结合建筑要求及现场实际情况,对结构构件的耐久性加以详细分析和考量,关注环境中不良因素带来的腐蚀问题,对节点位置的钢筋等材料予以科学选择和处理,注重安装质量,提高混凝土结构的质量,延长使用寿命。钢筋结构需保护可直接接触的混凝土。在水下环境,对于特殊的部件可以采用不锈钢,不同的金属材料不能直接相连。

#### 5.3 施工要求

在作业中,为加快施工进度,降低成本支出,需要对堵头设计尽可能地简单化;因预制构件生产时间较长,设计中需要重点考虑安装节点连接、安装及固定效果,在设计阶段就对预制构件加以处理,确保生产后的构件能够快速组装,降低时间消耗。同时设计中考虑到经济性特征,尽可能地降

低复杂性;预制构件吊装中要保持准确性、稳固性和安全性;吊装中,吊钩如果出现松动情况,可以应用临时固定或平衡装置对其进行科学调整和保护,降低危险等级;开展预制构件的监督和检查,保证其使用质量。严格按照设计顺序流程开展作业,提高作业质量;及时发现不符合的项目,并做到科学调控和处理,改进作业质量;在维修和使用中,可使用已完工的结构维修地板和维修平台,包括:焊接、后张拉,加压灌浆。避免上部结构操作,尤其是在以下情况下:在焊接操作的情况下,必须在安装螺栓时为构件的放置和旋转提供足够的空间;避免在受限空间内展开混凝土作业。

### 6 未来研究方向及展望

虽然中国现阶段对装配式混凝土结构节点设计进行了研究和探讨,但因为预制装配式建筑发展时间晚,相关理论和技术基础不成熟,仍会存在一些问题,影响了设计效果。为此,在未来发展中,需要对以下几方面内容展开综合考量。

#### 6.1 新型节点研究

对新型节点连接方式展开研究和探讨,对其可行性实行重点分析,并对接头牵引力连接方式予以重点分析和考量,不断尝试优化和调整,以改进节点设计质量,保障装配式混凝土结构的稳定性。同时,设计中还要对预制构件要求予以放松,提高其灵活度,确保地震发生后可更好地对其实行优化处理,加快维修进度。

#### 6.2 隔震技术

加大对抗震和节能技术的研究力度,确保装配式混凝土结构的稳定性、安全性,减少损失和伤亡的产生。通过对恢复模型、滞回特性及曲线框架的应用,根据国家现有规范标准,开展装配式混凝土结构节点设计,不断尝试功能完善,以期增大建筑结构安全系数。

### 7 结语

希望上文论述对相关从业人员有所帮助,并在日后发展中,加大研究探讨力度,不断尝试创新优化,增强装配式混凝土结构的耐久性,合理选择节点连接形式,完善装配式混凝土结构功能特性,进而推动装配式建筑的良好发展。

### 参考文献

- [1] 季春龙.装配式混凝土结构的节点设计要求分析[J].现代物业:中旬刊,2020(7):2.
- [2] 万吉峰.装配式混凝土结构的节点设计要求分析[J].农业科技与信息,2019(13):2.
- [3] 张晚来.新型装配式混凝土框架结构节点设计探索研究[J].建材与装饰,2019(6):2.
- [4] 吴刚,冯德成,徐照,等.装配式混凝土结构体系研究进展[J].土木工程与管理学报,2021,38(4):12.
- [5] 杨峻青,秦鹏,周云,等.一种装配式混凝土梁柱节点结构:CN209989938U[P].2020.