

装配式建筑连接节点施工质量控制要点分析

刘曜恺

北京韩建集团有限公司, 北京 102400

[摘要] 凭借高效、环保、节能等优点, 装配式建筑得以普遍推广, 而连接节点作为关乎结构安全与施工效率的关键, 其施工质量对整体建筑的稳定性与耐久性起着决定性作用, 文章就施工准备、施工流程的把控、质量验收以及常见质量问题的防治四个方面, 全面剖析连接节点施工里的关键管控要点, 为提高装配式建筑施工质量提供参考依据, 拉动工程建设质量管理水平的上扬。

[关键词] 装配式建筑; 连接节点; 施工质量; 控制要点; 质量管理

DOI: 10.33142/ect.v3i5.16452

中图分类号: TU761.1

文献标识码: A

Analysis of Key Points for Construction Quality Control of Prefabricated Building Connection Nodes

LIU Yaokai

Beijing Hanjian Group Co., Ltd., Beijing, 102400, China

Abstract: With the advantages of high efficiency, environmental protection, and energy conservation, prefabricated buildings have been widely promoted. As a key factor related to structural safety and construction efficiency, the construction quality of connection nodes plays a decisive role in the stability and durability of the overall building. This article comprehensively analyzes the key control points in the construction of connection nodes from four aspects: construction preparation, control of construction processes, quality acceptance, and prevention and control of common quality problems, providing reference for improving the construction quality of prefabricated buildings and driving the improvement of engineering construction quality management level.

Keywords: prefabricated building; connection nodes; construction quality; key control points; quality management

引言

连接节点乃装配式建筑结构传力的关键部位, 其施工质量的好坏左右着整体结构的安全性能, 目前装配式建筑于施工期间, 依旧存在连接精度欠佳、密封效果不佳、施工标准不一致等状况, 本文结合工程实践积攒的经验, 从施工技术这一维度出发, 探寻连接节点在各施工阶段的质量控制具体要点, 为实际施工操作给予指引, 保障连接部位施工契合设计要求及规范标准。

1 施工前准备阶段的质量控制

施工前准备阶段作为保障, 是装配式建筑连接节点施工质量的基础及关键, 周全且细致的筹备工作可切实防止后续施工出现偏差与质量瑕疵, 增强整体施工的效率及工程质量。

1.1 节点设计图纸的深化与交底

处于装配式建筑施工操作期间, 节点地带往往呈现复杂态势, 对设计精度要求非常高, 需强化对施工图纸的识读审核, 保证施工人员可精准领会节点连接方式、构造尺寸与施工顺序, 防止因识图偏差引起结构安全的隐患, 需组织专业的技术人员对节点详图做全面会审, 主要聚焦构造连接形式、受力的传导路径、钢筋的搭接方式、预埋件的设置情况等关键点, 确认图纸内容与实际构件相符, 不存在矛盾, 且依据现场施工条件提出针对性优化建议。

1.2 构件进场检验与预处理

构件身为装配式建筑的核心构成, 其质量好坏对节点

连接效果有着直接作用, 构件进场后应依据相关标准开展严格验收工作, 涉及尺寸精度的达标情况、混凝土强度的实际数值、外观质量的具体表现、预留孔洞与预埋件位置等, 不符合既定要求的构件不得启用。尤其是节点关联部位的钢筋端部、预埋套筒等物件, 应开展专项性检测工作, 保障安装精度和结构性能契合设计的相关要求, 面对金属连接件及外露钢筋, 应实施必要的除锈及防腐举措, 为构件表面易接触部位添加预涂层, 防止运输与堆放期间出现锈蚀现象, 保障后期连接质量稳定可靠。

1.3 施工人员与设备准备

节点施工所需的操作精度与工艺一致性标准较高, 为此需安排经专项培训合格的施工人员投入作业, 培训内容应覆盖连接节点组装的流程、工艺关键点、安全操作要求及质量检验方式, 在施工设备这一范畴, 应依照节点类型选取匹配的安裝机械, 就如吊装设备要适应构件重量与定位精度的要求, 焊接工具、螺栓紧固装置等需与施工工艺的标准相匹配, 测量仪器(如经纬仪、激光水平仪、钢尺等)需提前校验妥当, 保证在施工放线、定位、对位等关键阶段给予准确的数据支撑, 杜绝由仪器误差引发的施工偏差。

2 节点安装过程中的控制要点

在实施施工活动期间, 应着重管控定位对位、连接件的施工质量以及现场临时的支护与防护手段, 保障节点施工符合设计跟规范要求。

2.1 定位与对位精度控制

放线是保障节点安装精度的根基,在施工现场,需采用全站仪、激光测距仪等高精度设备进行放线工作,精准复查轴线与标高精度,保障各构件定位点误差不超出 $\pm 3\text{mm}$ 界限,应采用双人复核制度对节点位置进行放线,需把关键测点明确标识,设置控制桩,防止施工扰动造成位置上的偏移。

就套筒灌浆连接而言,能借助钢筋卡具及楔形垫块作微调,达成钢筋轴线重合误差在 $\pm 2\text{mm}$ 以内的要求;就钢结构螺栓连接而言,孔位错位需控制在 1.5mm 以内,需借导向销钉之力辅助定位,且要实施预对位方面的检查,构件若有错位、旋转、扭曲等情形,要在节点固定前完成调整。

就偏差控制相关事宜,节点拼装后,中心线的偏差须 $\leq 5\text{mm}$,接缝宽度偏差需满足 $\leq 3\text{mm}$ 的要求,节点高差不得超出 $\pm 5\text{mm}$,若察觉存在超限情形,应马上开展调整或返修行动,使节点安装达到规范的标准。

2.2 连接件安装技术要求

节点强度与耐久性的保证离不开连接件施工工艺,采用高强螺栓或普通螺栓进行螺栓连接,拧紧操作的顺序需从中间开始,朝着两侧依次对称开展,须采用力矩扳手控制力矩值,高强螺栓初拧应达到设计值的 60% ,终拧要控制到 100% 设计值,若以 $M20$ 螺栓来说,终拧力矩应控制在 $320\sim 350\text{N}\cdot\text{m}$ 范围,紧固完毕后需进行防松相关处理,诸如采用弹簧垫圈和防松胶。

应选用埋弧焊、气保焊或手工焊进行焊接节点部位的作业,焊缝高度应达到设计要求及以上,一般多为 $\geq 6\text{mm}$,焊缝长度误差不可超出 $\pm 5\text{mm}$ 范围,焊缝外观应呈现出平滑均匀样,禁止有夹渣、未焊透、咬边等形式的缺陷,于焊后 24 小时内开展超声波或磁粉检测为宜,要求达到 100% 合格率。

就灌浆套筒连接这一操作,施工的时候需采用高强无收缩灌浆料,应把水料比控制在 0.13 到 0.15 间,浆体流动度达到 $\geq 300\text{mm}$ 为宜,灌浆操作结束 24 小时进入初凝阶段, 72 小时后强度应当达到 30MPa 以上水平,套筒内钢筋插入深度应契合设计要求,大多情形下不小于 10 倍钢筋直径 d ,同时要保证插入后既无晃动现象,也无空隙存在。如图1所示。

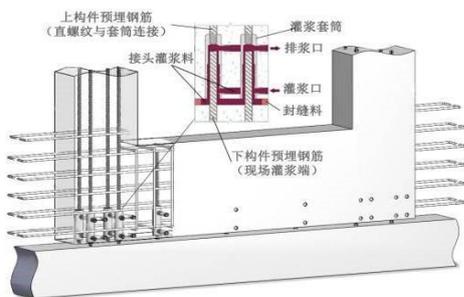


图1 灌浆套筒连接要点

节点施工安排中要杜绝长时间的间歇现象,连续开展施工可维护混凝土灌浆与钢筋锚固的完整度,倘若施工安排要求间歇,应对已竣工的节点采用临时保护办法,阻止

灰尘、雨水、杂物进入衔接部位,守护后续施工质量水平。

2.3 防护与临时支撑措施

为避免节点于定位及连接过程中出现位移,须设置必要的临时固定手段,一般用到的方法有钢丝拉固、短杆焊接限位以及临时支撑架加固,当节点初步安装完成,支撑稳定状态需维持至少 12 小时,需待节点强度达到设计要求后才可拆除。就防护措施而言,应针对节点处设置防护罩或用塑料布进行掩蔽,尤其在灌浆养护的时候,需防止高温、强风、雨水等不利环境来干扰,防尘布可抑制灰尘杂质进入连接缝的现象,提升连接的紧密性与长久稳定性。

面对特殊的气候条件,施工应采用针对性的举措,低温($\leq 5^\circ\text{C}$)下开展施工工作,要预热钢筋至 20°C 以上,应保证灌浆料温度在 $15\sim 30^\circ\text{C}$ 之间,用保温材料覆盖节点表面;若处于高温($\geq 35^\circ\text{C}$),作业要避开中午的高温时段,采取喷水操作实现降温,杜绝接缝开裂以及灌浆早期干裂现象;若逢雨天施工,要全面封闭节点区域,查验连接部位无积水后继续作业。

3 节点施工后的质量验收管理

连接节点作为装配式建筑结构里核心的传力节点,整体结构安全与耐久性的保障,离不开对其施工质量的验收工作,符合规范的验收流程、严格苛刻的检测标准与完善可靠的复查机制,是达成节点高质量交付的关键支撑。

3.1 外观与尺寸检查

待节点施工完成后,首先开展的是外观和构造的检查事项,检查所涉内容为构件接缝的密实性、钢筋连接的可见部分、节点处整体的平整度等,焊缝部分要做到焊道连续、成型规整均匀,杜绝咬边、气孔、未焊透等相关缺陷,焊缝高度应契合设计要求,一般是 $\geq 6\text{mm}$,应将焊缝长度的偏差控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以内;应检查螺栓连接处的螺栓是否齐全、安装方向是否规整、防松装置是否完好无损,螺纹应在螺栓端部露出 $2\sim 3$ 扣。

节点尺寸检查重点包含构件连接部位的轴线偏移情况、标高差大小、拼缝宽度数值及错台量多少,依照《装配式混凝土结构技术规程》作出的规定,节点拼缝的偏差不得超过 $\pm 3\text{mm}$,节点标高偏差应不超 $\pm 5\text{mm}$ 这一范围,错台高度不宜超过 2mm ,就有饰面层要求的相关节点而言,脱模线应展现平整清晰的面貌,倘若存在较为突出的错缝、裂缝或麻面现象,要实施返修操作。

3.2 隐蔽工程验收制度

节点施工里诸多关键的连接构造,诸如焊接缝、套筒灌浆、钢筋锚固等构造,归属于隐蔽工程范畴,需在封闭之前完成验收事宜,节点开始封闭之前,施工单位需预先开展报验,由项目管理人员、专业监理工程师主导验收,必要时设计单位一同参与验收,涵盖诸如连接件位置、灌浆饱满度、钢筋插入深度、焊缝完整性之类内容。

验收应附带详细的流程记录,涉及验收的时间、验收相关人员、检查的各项内容、检验方式及结果等,所有隐

蔽节点都得进行影像资料留档,拍摄内容需囊括节点全貌、细部的特写以及测量数据等,保证后续追溯有迹可循,要将影像资料上传至施工质量管理体系达成归档,以备查验。

应与第三方检测机构携手配合,开展节点关键部位的抽检,诸如焊缝超声波探伤检测、套筒灌浆强度测定等,抽检比例要在10%及以上才行,关键部位须采用100%比例检测,检测结果须契合相关规范要求,才可完成封闭。

3.3 质量评估与复检机制

节点质量验收可按照“检验批—分项—分部”的顺序逐层推进实施,节点属于结构分项工程构成范畴,可独自划分成检验批,每批节点数量宜控制在30个以内,需按照不同节点类型(像柱-梁、墙-楼板情形)分别制定验收规范。

针对验收当中发现的不合格情形,要马上登记在册,施工单位要制定整改措施并推进整改实施,整改完成后,由起初的验收人员再次验收,保证问题彻底消除,当复检合格,便可开启下一工序,就关键节点的不合格情况,应安排专题分析会,查明起因并对责任进行追溯。在项目开启结构验收阶段前夕,需实施专项节点质量评估活动,包含节点构造的完整性、连接性能以及工艺稳定性等相关指标,结合第三方给出的检测数据做综合判定,最终作成节点质量评估报告,用作项目整体结构质量评价的关键参照。

4 常见质量问题防控措施

4.1 节点错位与偏移

测量定位误差、吊装时的摆动干扰或对接操作失误,往往会引发节点错位,该类问题不只会影响构件连接的质量,甚至可能造成饰面错缝以及受力失衡,为防范这一问题出现,应在安装作业前设置控制点及导向装置,采用高精度全站仪开展放线测量作业,把轴线复核误差控制在±3mm以内,需配置多点同步操控吊具,保障构件平稳地达成就位。如表1所示。

表1 节点允许偏差控制数据表

检查项目	允许偏差范围
节点轴线位置偏差	≤±5mm
节点拼缝宽度	≤±3mm
构件标高偏差	≤±5mm
节点错台高度	≤2mm

若偏移情况产生,可按照偏差的程度实施调整行动,像用垫片进行矫正、执行局部二次灌浆修补等操作手段,若有严重错位现象,要实施返工处理,由技术负责人牵头开展分析工作。

4.2 焊接质量不达标

节点焊接中,像气孔、夹渣、咬边、焊瘤及未焊透等都是常见缺陷,此类缺陷会削弱连接的强度与耐久性,应恰当设置焊接顺序,采用以“分道分层”为特点的焊接工艺,对焊件进行施焊前,先开展预热,尤其在钢板厚度超过20mm

情形下,必须预热处理,以此杜绝冷裂纹出现。如表2所示。

表2 推荐使用以下焊缝检测手段

检测方法	检测对象	精度等级	检测比例
超声波检测(UT)	焊缝内部缺陷	B级	节点主焊缝100%
磁粉检测(MT)	表面裂纹、气孔	A级	关键节点100%
外观检查	焊缝成形、咬边	—	所有焊缝

4.3 螺栓连接失效风险

螺栓连接为装配式建筑连接节点中普遍的结构形式,其紧固质量直接与节点受力性能及结构稳定性相挂钩,处于施工进行阶段时,螺栓出现失效,多是拧紧力矩控制未把控好导致的,要是力矩欠缺,螺栓连接容易出现松动现象,引起节点刚度的波动;倘若力矩超出合理范围,或会造成螺纹滑扣、螺栓断裂等一系列问题,以M20规格的高强螺栓做个例子,终拧力矩需把控在320~350N·m的范围以内,操作需采用校验合格的数显或扭矩扳手进行。

施工时必须严格遵照“初拧+终拧+二次紧固”的三级拧紧次序,初拧应按照对称次序完成好,需在初拧完成后的30分钟内开展终拧工序,二次紧固要在2小时内完成把控,杜绝构件自重、温湿度的变化引起预紧力的降低,完成连接后应做好防护工作,推荐采用双螺母拧紧或弹簧垫圈之类的防松手段,给外露的螺纹刷防锈油脂,防止锈蚀引发强度的下降。

5 结语

装配式建筑连接节点施工质量,对结构安全性与耐久性的保障起着重要基础作用,经由施工前的完备准备、安装期间的精细调控、施工结束后的严格审核以及对常见问题的预防处置,可显著提升节点施工的质量层级,节点施工要求技术操作实现标准化,还得让全过程管理走向规范,从人员培训环节、设备匹配事宜到质量追溯,各环节都需从严执行把控,伴随施工技术持续优化,标准落实稳妥到位,将为装配式建筑高质量发展打造坚实的后盾,推动建筑工业化进程扎实迈进。

[参考文献]

- [1]沈江. 聚焦装配式建筑施工质量控制要点,助力建筑行业实现转型升级[J]. 楼市, 2025(3): 37-39.
- [2]王世福. 装配式混凝土结构施工质量控制要点与技术研究[J]. 房地产世界, 2025(1): 146-148.
- [3]莫智谋. 装配式建筑工程施工质量控制与监理对策分析[J]. 新城建科技, 2024, 33(9): 185-187.
- [4]王志勇, 李昀阳. 浅谈装配式混凝土结构施工质量控制及技术管理[J]. 中国建筑装饰装修, 2024(16): 187-189.
- [5]张小明. 装配式建筑工程施工质量控制与监理对策[J]. 陶瓷, 2024(5): 234-236.

作者简介: 刘曜恺(1991.2—), 男, 黄淮学院, 大专, 建筑工程技术, 北京韩建集团有限公司, 技术员。