

装配式建筑中新材料应用对施工质量的影响及优化研究

李本明

重庆建设工程质量监督检测中心有限公司

DOI:10.12238/bd.v9i2.4341

[摘要] 装配式建筑因高效、环保成为建筑行业重要发展方向,并且其新材料应用对施工质量至关重要。基于此,本文分析了预制混凝土、新型连接件、轻质保温材料在装配式建筑中的应用及其对施工质量的影响,并通过案例、数据和图表展示成果,提出了优化施工技术策略,旨在提升施工质量,推动行业发展。

[关键词] 装配式建筑; 预制混凝土; 新型连接件; 轻质保温材料

中图分类号: TU758.12 **文献标识码:** A

Research on the influence and optimization of the application of new materials on construction quality in prefabricated buildings

Benming Li

Chongqing Construction Engineering Quality Supervision and Testing Center Co., Ltd.

[Abstract] Prefabricated buildings have become an important direction in the construction industry because of their high efficiency and environmental protection. The application of new materials is critical to the quality of construction. This paper analyzes the application of precast concrete, new connectors, and lightweight insulation materials in prefabricated buildings and their impact on construction quality, and presents the results through cases, data, and charts. The strategy of optimizing construction technology is proposed, aiming to improve the construction quality and promote the development of the industry.

[Key words] prefabricated building; precast concrete; new connectors; Lightweight insulation

引言

在当今城市化进程加速的背景下,建筑行业面临着提高建设效率、降低能耗、减少环境污染等多重挑战。装配式建筑作为一种现代化的建筑方式,通过在工厂预制建筑构件,再运输到施工现场进行组装,能够有效缩短施工周期、减少现场湿作业和建筑垃圾排放。新材料在装配式建筑中的广泛应用,进一步提升了装配式建筑的性能和质量。然而,不同新材料的特性各异,其应用过程对施工质量产生了复杂的影响。深入研究这些影响并提出优化策略,对于提高装配式建筑的施工质量、促进装配式建筑行业的健康发展具有重要意义。

1 装配式建筑中新材料概述

1.1 预制混凝土

预制混凝土是装配式建筑中广泛使用的材料。与传统现浇混凝土相比,它在工厂生产,质量控制更佳。生产过程利用自动化设备,确保混凝土均匀密实。例如,某厂的自动化生产线每小时可生产10-15立方米预制混凝土构件,强度离散性小。

预制混凝土的强度等级一般根据设计要求确定,常见的强度等级有C30、C40、C50等。其配合比设计需综合考虑水泥、骨

料、外加剂等多种因素。以C40预制混凝土为例,其配合比(每立方米用量)大致为:水泥400-450kg、砂600-650kg、石子1100-1200kg、水160-180kg,外加剂根据实际情况添加。合理的配合比设计能够确保预制混凝土构件在满足强度要求的同时,具备良好的耐久性和工作性能。^[1]

1.2 新型连接件

新型连接件是确保装配式建筑结构整体性和稳定性的关键部件。常见的新型连接件有高强度螺栓连接、焊接连接以及各类新型机械连接等。高强度螺栓连接具有施工方便、可拆卸等优点,其力学性能指标主要包括螺栓的抗拉强度、抗剪强度等。例如,8.8级高强度螺栓的抗拉强度不小于800MPa,抗剪强度不小于640MPa。焊接连接则能够提供较高的连接强度和刚性,但对施工工艺要求较高。新型机械连接如套筒灌浆连接,通过在套筒内灌注高强度灌浆料,将钢筋与预制构件牢固连接,其连接强度可通过相关试验进行验证。

1.3 轻质保温材料

轻质保温材料在装配式建筑中主要用于外墙保温、屋面保温等部位,能够有效提高建筑的保温隔热性能,降低能源消耗。常

见的轻质保温材料有聚苯板(EPS)、挤塑聚苯板(XPS)、岩棉板等。聚苯板具有导热系数低、质量轻等特点,其导热系数一般在0.038-0.042W/(m·K)之间。挤塑聚苯板的导热系数更低,可达0.028-0.03W/(m·K),且抗压强度较高。岩棉板则具有良好的防火性能,属于不燃材料,其导热系数在0.041-0.045W/(m·K)左右。

2 新材料应用对施工质量的影响

2.1 预制混凝土应用对施工质量的影响

2.1.1 构件尺寸精度与外观质量

预制混凝土构件在生产过程中,由于模具精度、振捣工艺等因素影响,可能出现尺寸偏差和外观缺陷。据统计,在一些装配式建筑项目中,约10%-15%的预制混凝土构件存在尺寸偏差问题,其中长度偏差超过±5mm的构件占比约5%。外观缺陷方面,如蜂窝、麻面、孔洞等缺陷的出现概率约为8%-12%。这些问题不仅影响构件的安装精度,还可能降低结构的承载能力和耐久性。

偏差类型	偏差范围	构件占比
长度偏差	±3mm内	70%
长度偏差	±3-±5mm	25%
长度偏差	超过±5mm	5%
宽度偏差	±2mm内	75%
宽度偏差	±2-±3mm	20%
宽度偏差	超过±3mm	5%

图1 预制混凝土构件尺寸偏差分布情况

外观缺陷类型	占比
蜂窝	40%
麻面	35%
孔洞	15%
其他	10%

图2 预制混凝土构件外观缺陷占比

2.1.2 构件强度与耐久性

预制混凝土强度对装配式建筑结构安全至关重要。生产中若原材料、配合比或养护不当,可能导致强度不足,影响结构安

全。研究显示,强度低于设计标准90%会降低安全储备。耐久性方面,预制混凝土长期受自然环境影响,如沿海地区氯离子侵蚀,可能引起钢筋锈蚀,影响耐久性。

2.2 新型连接件应用对施工质量的影响

2.2.1 连接可靠性

新型连接件的连接可靠性是影响装配式建筑结构整体性的关键因素。以高强度螺栓连接为例,若螺栓拧紧扭矩不足,可能导致连接松动,在荷载作用下,结构的变形增大,甚至出现破坏。相关试验表明,当高强度螺栓拧紧扭矩低于设计值的80%时,连接节点的抗剪承载力降低约20%-30%。焊接连接若存在焊接缺陷,如气孔、夹渣、未焊透等,也会严重削弱连接强度,降低结构的可靠性。

2.2.2 结构整体性

新型连接件的性能直接影响装配式建筑的结构整体性。合理的连接件设计和施工能够使预制构件之间协同工作,共同承受荷载。在一些装配式框架结构中,采用套筒灌浆连接的钢筋,其连接质量直接影响框架节点的受力性能。若套筒灌浆不饱满,钢筋与套筒之间的粘结力不足,在地震等水平荷载作用下,节点容易出现破坏,导致结构整体性丧失。

2.3 轻质保温材料应用对施工质量的影响

2.3.1 保温隔热性能

轻质保温材料的保温隔热性能直接影响装配式建筑的能耗。若保温材料的导热系数不符合设计要求,或者在施工过程中出现保温层厚度不均匀、拼接不严密等问题,将导致建筑的保温隔热性能下降。例如,某装配式建筑项目由于保温材料拼接缝隙过大,导致冬季室内温度较设计温度低2-3℃,能耗增加约15%-20%。

2.3.2 防火与防水性能

轻质保温材料的防火性能至关重要。在火灾发生时,若保温材料不具备良好的防火性能,容易引发火灾蔓延,威胁人员生命安全。例如,一些聚苯板保温材料若未经过阻燃处理,在遇到明火时极易燃烧。在防水性能方面,若保温材料的防水处理不当,水分容易侵入保温层,降低保温效果,同时可能导致保温材料变形、脱落。在一些装配式建筑外墙保温系统中,由于防水密封胶施工质量不佳,雨水渗漏导致保温层损坏的情况时有发生。

3 新材料应用对施工质量影响的案例分析

3.1 案例一：上海建科中心项目

3.1.1 项目概况

上海建科中心位于上海市闵行区,是集科研、办公、展示等功能为一体的综合性建筑项目,总建筑面积约14.7万平方米。该项目积极响应装配式建筑发展理念,大量采用预制混凝土构件、新型连接件以及轻质保温材料,致力于打造绿色、高效、高质量的建筑典范。

3.1.2 新材料应用情况

预制混凝土构件在专业工厂精准生产,选用C35和C40两种强度等级的混凝土,以满足不同结构部位的受力需求。新型连接

件方面,主要运用高强度螺栓连接和套筒灌浆连接,确保结构连接的可靠性。轻质保温材料选用导热系数为 $0.03\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的挤塑聚苯板作为外墙保温材料,以实现良好的保温隔热性能。

3.1.3 施工质量问题及分析

施工期间,部分预制混凝土构件出现尺寸偏差,致使安装环节遭遇阻碍。经深入排查,发现是模具长期高频使用,磨损严重,进而导致精度下降。在高强度螺栓连接节点验收时,部分节点被检测出拧紧扭矩不足。经调查,原因是施工人员未严格依照操作规程施工,对扭矩控制不够精准。项目投入使用后,经历首个雨季,部分外墙墙面出现渗水现象。经检查,是保温板拼接处的防水密封胶开裂,雨水顺着缝隙渗透至保温层。

3.2 案例二: 深圳星河雅宝高科创新园项目

3.2.1 项目概况

深圳星河雅宝高科创新园地处深圳市龙岗区,是大型的装配式商业办公综合体项目,建筑面积达56万平方米。项目采用装配式钢结构和预制混凝土叠合板,搭配新型连接件和轻质保温材料,旨在打造智能化、绿色化的高端办公园区。

3.2.2 新材料应用情况

预制混凝土叠合板采用C40混凝土,保障结构强度。新型连接件采用焊接连接和机械连接相结合的复合方式,满足不同部位的连接需求。轻质保温材料选用岩棉板作为屋面和外墙保温材料,兼顾保温与防火性能。

3.2.3 施工质量问题及分析

施工过程中,部分焊接连接节点暴露出气孔和未焊透等缺陷。经分析,是焊接工艺参数设置不够合理,加之焊接工人技术水平参差不齐,导致焊接质量不稳定。项目投入运营后,室内温度波动异常。经专业检测,发现是岩棉板保温层厚度不均匀,部分区域保温效果欠佳,热量散失过快。

4 优化新材料施工技术的策略

4.1 预制混凝土施工技术优化

4.1.1 提高构件生产精度

定期对预制混凝土构件模具进行检测和维护,及时更换磨损严重的模具,确保模具精度。采用高精度的自动化生产设备,提高混凝土搅拌、振捣的均匀性和稳定性。例如,引入先进的数控振捣设备,能够根据构件的形状和尺寸自动调整振捣参数,有效减少构件内部缺陷,提高构件尺寸精度。

4.1.2 加强养护管理

制定科学合理的养护制度,根据预制混凝土构件的种类和生产环境,选择合适的养护方式,如蒸汽养护、自然养护等。在蒸汽养护过程中,严格控制养护温度、湿度和时间。一般来说,蒸汽养护温度不宜超过 65°C ,升温速度不宜超过 $15^{\circ}\text{C}/\text{h}$,降温速度不宜超过 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。通过加强养护管理,确保预制混凝土构件的强度和耐久性。

4.2 新型连接件施工技术优化

4.2.1 规范连接施工操作

制定详细的新型连接件施工操作规程,对施工人员进行专业培训,使其熟练掌握连接工艺和质量控制要点。在高强度螺栓连接施工中,采用扭矩扳手等专用工具,严格按照设计扭矩值进行拧紧,并做好扭矩检查记录。在焊接连接施工中,根据连接件的材质和厚度,合理选择焊接工艺参数,如焊接电流、电压、焊接速度等。同时,加强对焊接工人的技能考核,确保焊接质量。^[2]

4.2.2 加强连接节点检测

建立完善的连接节点检测制度,采用超声波探伤、磁粉探伤等无损检测方法,对焊接连接节点进行全面检测,及时发现焊接缺陷并进行修复。对于高强度螺栓连接节点,定期进行扭矩复查,确保连接的可靠性。在装配式建筑结构验收时,对连接节点进行抽样检测,检测比例一般不低于连接节点总数的10%。

4.3 轻质保温材料施工技术优化

4.3.1 确保保温层施工质量

在轻质保温材料施工前,对基层墙面进行清理和平整处理,确保基层表面平整、干燥。在保温板铺贴过程中,采用满粘法或条粘法,确保保温板与基层墙面粘结牢固。保温板之间的拼接缝隙应控制在 2mm 以内,对于大于 2mm 的缝隙,采用保温板条进行填充。在保温板铺贴完成后,及时进行抹面处理,增强保温层的整体性和抗裂性能。^[3]

4.3.2 强化防火与防水措施

在轻质保温材料施工过程中,严格按照防火设计要求,设置防火隔离带。对于聚苯板等易燃保温材料,应采用阻燃型产品,并确保阻燃剂添加量符合标准要求。在防水方面,加强对保温层拼接缝、门窗洞口等易渗漏部位的防水密封处理。采用质量可靠的防水密封胶,确保密封胶的施工质量,防止雨水渗漏进入保温层。

5 结论

本文研究表明,预制混凝土、新型连接件、轻质保温材料在装配式建筑中的应用利弊兼具。它们虽提升了建筑性能,但也引发尺寸偏差、连接不可靠、保温防水性不足等施工质量问题。经案例分析,发现施工工艺、人员操作等因素影响显著。优化施工技术策略可有效应对,如把控构件生产精度、规范连接操作等。未来需持续完善施工技术,以充分发挥新材料优势,推动装配式建筑高质量发展。

[参考文献]

[1] 龚剑. 装配式混凝土建筑技术及工程应用[M]. 中国建筑工业出版社, 2019.

[2] 郑文忠. 装配式混凝土结构新型连接节点的研究进展[J]. 建筑结构学报, 2017, 38(12): 1-12.

[3] 杨鼎宜. 新型建筑保温材料与节能技术[M]. 化学工业出版社, 2017.

作者简介:

李本明(1991--),男,汉族,四川省开江县人,研究方向: 建筑材料。