

预制装配式建筑的连接技术与结构性能研究

刘鹏, 梁艳华

(青岛高园建设咨询管理有限公司, 山东 青岛 266100)

摘要 本文首先概述了预制装配式建筑的发展历程, 强调了连接技术与结构性能在其中的核心重要性, 详细探讨了湿连接技术(包括钢筋套筒灌浆连接和钢筋浆锚搭接连接)与干连接技术(如螺栓连接和焊接连接)在预制装配式建筑中的应用, 并分析了这些连接技术对结构性能的具体影响, 涵盖承载能力、稳定性、抗震性能和耐久性等方面。通过深入研究不同连接技术的特点及其对结构性能的贡献, 本文旨在为预制装配式建筑的设计与施工提供理论支持和实践指导。

关键词 预制装配式建筑; 连接技术; 结构性能; 承载能力; 耐久性

中图分类号: TU767

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)07-0124-03

预制装配式建筑以其高效、环保及灵活性受到人们的广泛关注。构件间的连接技术是确保这种建筑形式结构性能优越的关键。本文重点探讨预制装配式建筑中的连接技术及其对结构性能的影响, 旨在为推动该建筑形式的持续创新与发展提供参考。

1 连接技术与结构性能在预制装配式建筑中的重要性

在预制装配式建筑中, 连接技术与结构性能具有极其重要的地位, 它们直接关系到建筑的安全性、稳定性和耐久性。首先, 连接技术是预制装配式建筑中的关键环节。由于预制装配式建筑的构件是在工厂预制后再运至现场进行组装的, 因此连接点的设计和施工质量至关重要。优秀的连接技术能够确保各个预制构件之间的紧密配合, 形成一个整体的结构。这不仅关系到建筑的整体性, 还直接影响到建筑的承载能力和稳定性^[1]。例如, 钢筋套筒灌浆连接和钢筋浆锚搭接连接等湿连接技术, 以及螺栓连接和焊接连接等干连接技术, 都需要精确的施工操作以保证连接质量。其次, 结构性能是评价预制装配式建筑质量的重要指标。承载能力、稳定性、抗震性能和耐久性等方面的要求, 都是为了保证建筑在使用过程中的安全性和使用寿命。这些结构性能很大程度上取决于连接技术的选择和应用。例如, 抗震性能的提升就需要通过优化连接设计, 以增强结构的整体性和延性, 从而在地震等极端情况下保证建筑的稳定性。总的来说, 连接技术与结构性能在预制装配式建筑中的重要性不容忽视。它们不仅关系到建筑的安全性和稳定性, 还直接影响到建筑的使用寿命和经济效益。因此, 在预制装配式

建筑的设计和施工过程中, 必须高度重视连接技术的选择和应用, 以及结构性能的评估和优化。

2 预制装配式建筑的连接技术

2.1 湿连接技术

1. 钢筋套筒灌浆连接。钢筋套筒灌浆连接技术是一种高效的连接方式, 它通过灌浆料将两个预制构件的钢筋牢固地连接在一起。在这种技术中, 一个预制构件的钢筋插入预埋的套筒中, 另一个构件的钢筋则插入这个套筒, 然后向套筒内注入高强度、无收缩的灌浆料。这种连接方式的优势在于其高承载能力和出色的整体性。由于灌浆料的强黏结力和硬化后的高强度, 使得这种连接方式特别适用于对结构整体性有严格要求的建筑部位, 如高层建筑的梁柱节点。

2. 钢筋浆锚搭接连接。钢筋浆锚搭接连接技术是通过在搭接区域内灌注特制的浆料来实现钢筋之间的连接。这种连接方式相对简单且成本较低。在搭接区域内, 钢筋通过浆料的黏结作用形成一体, 从而达到连接的目的。由于其施工简便和经济性, 这种连接方式常被用于一些非关键性的连接部位, 如楼板与楼板的连接、非承重墙的连接等。

2.2 干连接技术

1. 螺栓连接。螺栓连接是一种机械连接方式, 通过螺栓和螺母的紧固作用将预制构件连接在一起。这种连接方式的优势在于其施工方便、拆卸容易, 特别适用于需要经常拆卸或调整的部位, 如建筑的外墙板、内隔墙等^[2]。螺栓连接不需要特殊的施工设备, 且连接过程可逆, 因此在一些需要灵活性的建筑部位得到广泛应用。

2. 焊接连接。焊接连接是通过高温电弧将接触的钢筋或钢板熔化并融合在一起, 形成一个整体。这种连接方式具有极高的强度和整体性, 特别适用于对承载能力和稳定性要求极高的部位, 如建筑的梁柱节点。焊接连接的优点是连接强度高、整体性好, 但缺点是施工过程中需要专业的焊接设备和熟练的焊工, 且一旦焊接完成, 连接就不可拆卸。

2.3 连接技术的选择与应用场景

在实际工程中, 选择哪种连接技术取决于多种因素, 包括工程需求、施工条件、成本预算以及建筑的使用环境等。例如, 在地震多发地区, 为了增强建筑的抗震性能, 通常会选择具有较高强度和整体性的连接方式, 如钢筋套筒灌浆连接或焊接连接^[3]。而在一些对成本有一定要求的工程中, 为了平衡成本和性能, 可能会选择成本较低、施工简便的连接方式, 如钢筋浆锚搭接连接或螺栓连接。此外, 不同的连接技术也适用于不同的应用场景。在高层建筑中, 由于建筑的承载能力和稳定性要求极高, 因此通常会采用强度较高的连接方式, 如钢筋套筒灌浆连接或焊接连接。而在一些低层或多层建筑中, 由于承载能力和稳定性要求相对较低, 因此可以采用施工方便、成本较低的连接方式, 如螺栓连接。在实际工程中, 也可以根据需要采用多种连接技术相结合的方式以满足不同的工程需求。例如, 在需要灵活拆卸和调整的部位使用螺栓连接, 在需要高强度和整体性的部位使用焊接连接或钢筋套筒灌浆连接。

3 预制装配式建筑的结构性能

3.1 承载能力

承载能力, 即结构或构件所能承受的最大荷载, 是衡量预制装配式建筑安全性的核心指标。这一指标与材料的屈服强度、极限强度, 构件的截面惯性矩、截面模量, 以及整体结构的刚度和稳定性紧密相关。在设计阶段, 结构工程师需运用力学原理, 通过精确的结构分析和计算, 确定各构件及整体结构的承载能力。在施工过程中, 必须确保每个预制构件的制造和安装质量, 以保障整体结构的承载能力符合设计要求。对于预制装配式建筑而言, 高承载能力意味着结构能够更有效地抵抗来自上方楼面的活荷载、恒荷载以及侧面的风荷载等, 确保在各种极端天气和使用场景下, 建筑都能维持其结构完整性, 不发生破坏或过大的变形。

3.2 稳定性

稳定性关乎预制装配式建筑在外部扰动作用下的

平衡状态。这涉及结构动力学、弹性力学以及塑性力学等多个力学分支的应用。为了确保稳定性, 设计师需进行细致的结构分析和设计, 通过合理的结构布局、增设必要的支撑构件以及采用稳定的连接方式等手段, 提升整体结构的稳定性。同时, 基础设计也是影响稳定性的关键因素。设计师需根据地质勘察报告, 运用土力学和地基基础的理论知识, 设计出坚实且合理的基础, 以确保预制装配式建筑在各种地质条件下的稳定性。

3.3 抗震性能

在地震活跃地区, 抗震性能是预制装配式建筑设计重中之重。抗震性能主要体现在结构在地震波作用下的动态响应, 包括结构的自振周期、阻尼比以及地震作用下的位移和加速度等参数。为了提高抗震性能, 设计师需运用结构动力学和地震工程学的理论知识, 通过设置抗震缝以分隔大型结构为若干小型独立结构、使用具有良好延性的材料以增加结构的变形能力, 以及增加结构的冗余度以提高其抗震可靠性。在连接设计方面, 柔性连接和耗能减震技术的应用也是关键。这些技术可以有效减少地震时结构之间的相互作用力, 降低结构破坏的风险。

3.4 耐久性

耐久性涉及建筑材料科学、环境工程学以及结构维护等多个领域。为了确保预制装配式建筑的耐久性, 设计师需选择高质量的建筑材料, 并运用先进的施工工艺。同时, 还需考虑建筑在使用过程中可能遇到的各种环境因素, 如高温、低温、高湿、腐蚀等, 并采取相应的防护措施, 包括使用耐候性好的材料、设置防水层和防潮层、进行定期的维护和保养等。

4 连接技术对结构性能的影响

4.1 湿连接技术对结构性能的影响

湿连接技术, 在装配式建筑中主要通过现浇混凝土或灌浆料将不同的预制构件连接成一个整体。这种连接方式能够显著提升结构的整体性和承载能力。首先, 湿连接技术中的钢筋套筒灌浆连接, 通过将钢筋插入预设的套筒中, 然后灌注高强度的灌浆料, 实现了钢筋之间的有效连接。这种连接方式保证了钢筋之间的连续性和应力传递的效率, 从而增强了结构的承载能力。同时, 由于灌浆料的流动性好, 能够充分填充套筒与钢筋之间的空隙, 进一步提高了连接的密实性和整体性。其次, 钢筋浆锚搭接连接也是一种重要的湿连接方式。在这种连接方式中, 钢筋的搭接区域

被灌注高强度的浆料,从而增加了钢筋之间的黏结力和摩擦力,不仅提高了结构的稳定性,还有效地防止了钢筋的滑移和断裂。此外,浆锚搭接连接还具有较好的延性和耗能能力,有助于提高结构的抗震性能。然而,湿连接技术也存在一些缺点,如施工周期长、需要支撑与固定等。同时,湿连接部位容易受到环境因素的影响,需要特别注意养护和保护。

4.2 干连接技术对结构性能的影响

干连接技术作为一种机械连接方式,在装配式建筑中具有显著的优势。这种连接方式主要通过物理机械手段,如螺栓、销钉等,实现构件之间的牢固连接,而无需使用湿作业,如混凝土浇筑或黏结剂。其中,螺栓连接是干连接技术中的一种典型代表。螺栓连接的具体工作原理是通过螺栓和螺母的紧密配合,将两个或多个预制构件紧紧地连接在一起。在拧紧螺栓和螺母的过程中,产生的预紧力使得连接界面之间产生足够的摩擦力,从而有效地传递荷载。这种连接方式不仅施工速度快,而且连接质量稳定可靠^[4]。螺栓连接的高效性主要体现在其快速安装和拆卸的特点上。与传统的湿连接方式相比,螺栓连接无需等待混凝土凝固或黏结剂固化,从而大大缩短了施工周期。同时,由于螺栓连接是通过物理机械方式实现连接,因此其连接强度和稳定性较高,能够有效地传递荷载并保持结构的整体性。在稳定性方面,螺栓连接也表现出色。由于螺栓和螺母之间的紧密配合,以及预紧力的存在,使得连接部位在受到外部荷载时能够保持稳定,不易出现松动或位移。这种稳定性不仅提高了结构的安全性,也延长了结构的使用寿命。此外,螺栓连接还具有较好的抗震性能。在地震等极端情况下,螺栓连接能够通过其强大的摩擦力和预紧力,有效地抵抗地震产生的剪力和拉力,从而保持结构的稳定性。这种抗震性能使得螺栓连接在地震多发地区得到了广泛的应用。

4.3 焊接连接对结构整体性的加强

焊接连接是一种通过高温熔化金属并实现连接的工艺方法。在装配式建筑中,焊接连接主要用于连接钢板、型钢等金属材料^[5]。首先,焊接连接能够实现金属构件之间的无缝连接,从而形成一个整体的结构。这种连接方式极大地加强了结构的整体性,使得荷载能够有效地在各个构件之间传递。同时,焊接连接还能够提高结构的刚度和稳定性,使得结构在受到外部荷载时能够保持稳定的形态。其次,焊接连接具有较好的抗震性能。由于焊接连接的刚性和整体性较好,因此能够在地震等极端情况下保持结构的稳定性。此

外,焊接连接还具有较好的耐久性,能够在恶劣的环境条件下长期使用。然而,焊接连接也存在一些缺点。例如,焊接过程中产生的热量会对金属材料的性能产生影响,可能导致材料的脆化或变形。同时,焊接连接需要专业的焊接技术和设备,对施工人员的技术水平要求较高。此外,焊接连接的成本也相对较高,需要投入大量的人力和物力资源。

5 结论

本文通过对预制装配式建筑连接技术与结构性能的深入研究,得出以下结论。

首先,预制装配式建筑的连接技术是确保其结构性能和安全性的关键环节。连接技术的选择和应用不仅影响着建筑的承载能力、稳定性和耐久性,还在很大程度上决定了建筑的整体抗震性能。其次,湿连接技术包括钢筋套筒灌浆连接和钢筋浆锚搭接连接,通过其特有的连接方式,显著增强了结构的整体性和承载能力。这些连接方式能够在构件之间形成良好的应力传递机制,从而提高建筑对各种外力的抵抗能力。同时,干连接技术,特别是螺栓连接和焊接连接,也在预制装配式建筑中发挥着不可或缺的作用。螺栓连接通过高强度的紧固作用,保证了构件之间的稳定连接,进而提升了整体结构的承载能力。而焊接连接则通过熔化金属形成坚固的连接点,显著加强了结构的整体性和稳定性。综上所述,连接技术在预制装配式建筑中起着举足轻重的作用。合理的连接技术选择和应用,对于提高建筑的结构性能、确保建筑的安全性和耐久性具有至关重要的意义。未来,在建筑设计和施工过程中,应充分考虑连接技术的特点和优势,根据实际需求进行合理选择,以推动预制装配式建筑行业的持续发展和进步。

参考文献:

- [1] 丘彩谕.装配式建筑钢结构施工技术研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2023(05):116-119.
- [2] 杨海涛.预制装配式建筑施工技术研究[J].中国房地产业,2020(05):80.
- [3] 陈伟雄.预制装配式建筑施工技术研究[J].幸福生活指南,2021(12):111-112.
- [4] 宁光宇.基于装配式钢结构高层住宅建筑预制太阳能板连接技术研究[J].新材料·新装饰,2023,05(07):135-138.
- [5] 高瑞琪,徐皓,张倩,等.装配式建筑竖向预制构件节点连接技术研究进展[J].施工技术,2020,49(21):45-49.