

预制装配式剪力墙结构及其连接技术探讨

贾玉龙*

中铁十一局集团建筑安装工程有限公司, 湖北 441057

摘要: 预制装配式剪力墙结构凭借其节能环保、简单便捷的优势得以在现阶段的建筑领域中广泛应用, 但其连接技术备受关注, 且存在一定的问题, 亟需改善。对此, 笔者阐述了预制装配式剪力墙结构的特点, 分析不同连接技术的优劣, 并结合实例就其连接要点作了进一步的探讨, 以供参考。

关键词: 预制装配式; 剪力墙结构; 连接技术

Discussion on Prefabricated Shear Wall Structure and Its Connection Technology

Yu-Long Jia*

China Rail Way 11 Bureau Group Construction and Installation Engineering Co., Ltd., Wuhan 441057,
Hubei, China

Abstract: Prefabricated shear wall structure has been widely used in the construction field at present because of its advantages of energy saving, environmental protection, simplicity and convenience. However, its connection technology has received much attention, and there are certain problems that need to be improved. In this paper, the characteristics of prefabricated shear wall structure are expounded, the advantages and disadvantages of different connection technologies are analyzed, and the connection points are further discussed with an example for reference.

Keywords: Prefabricated; shear wall structure; connection technology

一、前言

虽然预制装配式剪力墙结构有利于施工效率的提升和建筑能耗的降低, 但这是以安全可靠连接为前提的, 若连接不到位势必会弱化其结构性能。这就要求我们了解预制装配式剪力墙结构的特点和常见的连接技术, 结合实际情况选择并优化连接施工, 以期为提高整个工程质量奠定良好的基础。

二、预制装配式剪力墙的结构特点

较之传统的墙结构, 预制剪力墙能够更好的抵抗外力, 特别是在地震等灾害面前稳定的结构有助于保护使用者的人身安全, 而且制造过程较为环保, 建筑垃圾较少, 建筑能耗降低, 其推广应用代表着我国建筑正在逐步走向工业化和产业化。

若加以划分则有全预制与部分预制之分, 其中前者是指剪力墙所有预制构件均为拼装而成, 后者则包括预制外墙结构和内墙现浇结构。无论预制剪力墙属于何种形式, 在便捷施工、节约资源、抗震性能等方面均有着显著的优势^[1]。

但要想充分发挥预制装配式剪力墙结构的优势, 就必须严格把关连接质量, 这是因为该结构体系对节点连接的整体性要求极高, 稍有疏忽便可能影响结构的稳定性, 进而埋下安全隐患。究其原因, 可能与连接技术的适用性有关, 也可能与具体操作有关, 因此重视预制装配式剪力墙结构的连接技术并予以改进优化、强化管理十分必要。

三、预制装配式剪力墙结构的连接技术

为进一步增强预制装配式剪力墙结构的整体性, 连接技术得到快速发展, 且各有利弊, 下面就其常见的几种连接技术加以分析。

(一) 相对成熟的机械连接

机械连接技术始于20世纪末, 经过长期发展已日趋成熟, 适用面也是最广的。简单的说, 机械连接是依靠钢筋与连接件之间的咬合作用实现钢筋之间力的均匀传递, 经受力的有效整合稳定结构, 进而完成剪力墙的连接。调查显示目前用于连接钢筋的方法多达60种, 其中60%的工艺属于机械连接, 而这在很大程度上取决于其接头强度高、无污染、操作简便、适用性强的特点。

1. 在实际应用中应, 一方面是放线蒙板打孔后黏结聚苯板和免拆模板, 另一方面是焊接钢筋网并予以绑扎。

2. 按照设计图纸规范安装免拆模板复合剪力墙体。

3. 浇筑振捣混凝土。

4. 在养护混凝土至强度达标后进行拆模并作饰面处理, 同时受机械受力特点的影响, 必须根据接头类型(见表1)遵守操作规范以保证准确有效的连接^[2]。

* 通讯作者: 贾玉龙, 1988年5月, 男, 汉族, 河南南阳人, 现任中铁十一局集团建筑安装工程有限公司工程部长, 中级职称, 本科。研究方向: 装配式工程管理。

表1 常见的机械连接接头

接头类型	类型介绍
锥螺纹接头	在将钢套筒和钢筋加工成锥形螺纹的基础上经螺纹加以连接
套筒挤压接头	经钢套筒挤压咬合连接钢筋达到传力的作用
滚扎直螺纹接头	先经滚扎轧制加工钢筋接头为直螺纹,后经螺纹咬合传递力
镦粗直螺纹接头	先经镦粗加工钢筋接头为直螺纹形式,后经螺纹咬合传递力

但机械连接技术也有不足之处,最突出的问题便是人员操作,以锥螺纹连接为例,如果拧紧力度达不到,则会削弱接头强度,若钢筋自身存在弯曲、马蹄形切口等质量缺陷,则易发生丝扣不全,这都不利于连接质量的保证,故未来的机械连接技术既要充分考虑节点的稳定性,考虑墙体的抗震性能,更要提升人员的技术素养,做到严格操作、规范施工。具体可借鉴成功经验,加强自主研发,在不断提升机械连接技术水平时同时尽可能地降低成本。

(二) 应用广泛的套筒灌浆连接

所谓的套筒灌浆连接技术是指在套筒中插入钢筋后,在预留孔的压力作用下将浆料灌入其中,进而黏结钢筋和套筒达到传力的目的^[3]。该工艺主要涉及灌浆套筒、灌浆料(通常要求灌浆料中的水泥基早强、高强、微膨胀)、钢筋三种材料,包括以下流程:在工厂生产预制构件并连接钢筋与套筒—安装固定套筒于模板之上—连接套筒与进出浆管道—在施工现场安装构件—密封灌浆腔、拌制灌浆料—套筒灌浆。图1为套筒灌浆连接技术在预制混凝土剪力墙中的应用。

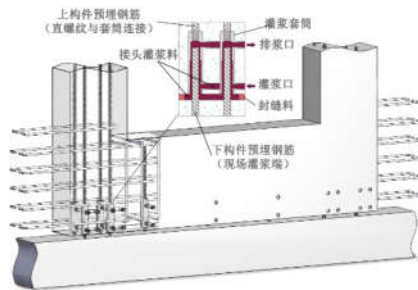


图1 预制混凝土剪力墙中的套筒灌浆连接技术

如果从钢筋连接套筒方式来看可将接头形式分为全灌浆和半灌浆,其中传统的全灌浆要求选用带肋钢筋,两端钢筋均以灌浆方式连接套筒,适用于竖向预制构件的受力钢筋,或者是水平预制构件纵向受力钢筋在现浇带位置的连接,要求注浆孔与出浆孔在套筒上方,经专业设备进行压力灌浆,保证接头位置内的浆料面高于套筒外表最高点。而新型的半灌浆则是一端为灌浆连接,一端为机械连接,在竖向预制构件受力钢筋连接中的应用较多,且基于连通腔灌浆的构件必须注意连通腔区域的合理划分,灌浆料和灌浆工具应与套筒匹配,使其经压力灌浆进入下方的进浆孔,随后从上方出浆口流出,配以及时有效的封堵保证浆料填充密实、连接有效可靠^[4]。

不可否认,套筒灌浆连接技术操作简单,接头性能可靠,但对构件精度要求高,并要求剪力墙纵向钢筋比例达标,在实际实施过程中可能有一定的难度,因此为保证预制构件与钢筋可靠连接,保证剪力墙结构稳定,需要准确定位套筒位置,重视钢筋预埋,优化节点设计,进而尽量的减少操作误差,提高预制装配式剪力墙结构的稳定性能。此外,有人提出日本的连通腔连续灌注工艺技术难度大难以在国内大力推广,可采用倒插法施工或者坐浆后进行逐个灌浆,以此降低施工难度保证连接质量,但这一点需要经深入研究和实践加以论优劣^[5]。

(三) 更为安全可靠的浆锚连接

浆锚连接技术也称预留孔浆锚搭接,是指先在上层墙体和下层墙体中分别预留孔道和突出的钢筋,随后上下对其进行安装,并将灌浆料经灌浆孔注入实现浆锚的间接连接,相对而言更为稳定可靠、安全经济,有助于增强预制装配式剪力墙结构的承载能力和抗震性能^[6]。不过在施工过程中应严格把关预留孔成孔质量,保证孔道长度、形状、构造、灌浆料、钢筋等力学性能符合要求,若钢筋直径超过20mm或纵向钢筋属于直接承受动力荷载的构件则不宜选用浆锚连接技术。目前用于工程中的浆锚连接主要有螺旋箍筋和金属波纹管两种形式。

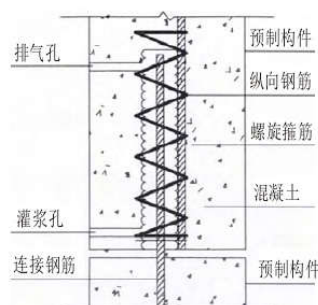


图2a 螺旋箍筋浆锚连接工艺

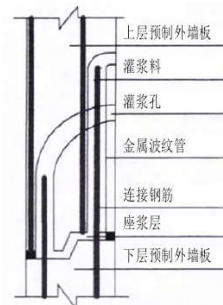


图2b 金属波纹管浆锚连接

1. 螺旋箍筋浆锚连接工艺

先预埋长度足够的螺旋套管至预制件底部,后置预埋套管和钢筋于螺旋箍筋内,待完成混凝土剪力墙浇筑且混凝土开始硬化时将预埋套

管拔出,在此基础上就位预制件将连接钢筋插入孔洞中进行浆料灌注,至此钢筋间接连接完成(见图2a)。

2. 金属波纹管浆锚连接

在金属波纹管附近预埋钢筋,将连接钢筋插入其中后再灌浆连接(见图2b),不同的是,起模板作用的金属波纹管无需取出,虽然在一定程度上节约了成本,但受力性能不比套筒灌浆连接工艺^[7]。

四、预制装配式剪力墙结构连接实例

由上可知,用于预制装配式剪力墙结构的连接技术多种多样,各有各的特点和优势,为更为直观的了解连接技术的应用要点和注意事项,下面结合某工程实例加以探讨。

(一) 工程概况

已知该工程为多层住宅,包括2层地下室和6层居住房,嵌固端处于地下二层底板与车库顶板位置,采用的是装配整体式剪力墙结构,预制装配率在40%以上,设计要求使用年限为50年,结构和基础安全等级均为二级,并作抗震设防。

具体而言,该楼±0.00以上为装配式住宅,为装配整体式剪力墙结构,±0.00以下的地下室则为全现浇钢筋混凝土结构,顶层屋面设计的是现浇钢筋混凝土梁板结构。涉及的预制构件有剪力墙、叠合板、凸窗板、楼梯板、阳台等混凝土构件。其中在预制剪力墙连接点方面要求:接缝所具备的防水、防火、隔声、保温性能必须符合相关规定。经综合分析后确定该剪力墙结构中的竖向连接采用套筒灌浆连接配以灌浆缝防水处理,水平连接则采用水平搭接的连接方式。

(二) 连接节点优化

结合以往预制装配式剪力墙的施工问题,如灌浆套筒竖向钢筋垂直度不够、预留长度不足以及定位偏差较大,严重威胁着结构安全;预制墙板分仓、坐浆、塞缝等要求不明确,为后续灌浆操作造成不便;小规格钢筋的半灌浆套筒螺纹连接性能普遍不达标;灌浆不饱满致使连接部位实际承载能力不足;构件结合面连接不到位,弱化了构件的抗剪强度等。

因此该工程吸取上述教训,对装配式整体剪力墙结构的连接节点作了优化,以期强化连接质量增加一分保障。如明确规定预制构件的总体制作精度高于现浇结构,控制预制梁柱与钢筋的连接倾斜度小于1/40,位置精度低于±5mm,并结合实际需要就竖向钢筋的垂直度、预留长度作了明确的要求;对于预制墙板与套筒灌浆竖向钢筋对位不齐的问题提出了两种做法,即标准层钢筋连接定位套板和底部现浇向预制层逐步过渡的钢筋定位套板;对于采用半灌浆套筒螺纹连接工艺中的小规格钢筋(直径为14mm和16mm),可增加此类灌浆套筒锚固长度至10d,使其拉拔强度满足设计要求,保证构件连接质量。

(三) 连接施工要点

为进一步提高预制装配式剪力墙结构连接质量,该工程对所用的套筒灌浆连接技术提出了明确而具体的要求,如接头构件需进行工艺检验,保证抗拉强度实测值大于1.15倍时无断于接头现象,并保证与灌浆料、灌浆套筒等相匹配;套筒灌浆料必须符合国家现行规范,既要无空洞也不能灌满,而应饱满密实;接头位置禁止出现钢筋连接结构,且不能存在连接钢筋与灌浆套筒拉脱以及断于接头的情况等。

为防止出现灌浆不饱满的缺陷,对灌浆料配比和搅拌作了一定的改进,即适当增加一定的水,控制浆体流动度保持在320mm左右,配以机械搅拌,在加入适量的水后将50%~80%的灌浆料加入其中进行1~2min的搅拌,待搅拌均匀后加入剩余的干料继续搅拌2~3min,经测试流动度达标后静置3~5min用于排气进而开始灌浆施工,但要注意必须在30min用完搅拌的灌浆料,并严禁再次加水。

考虑到当下装配式混凝土剪力墙竖向构件连接普遍存在的灌浆不饱满和节点承载力不足的问题,在原有的套筒灌浆技术基础上作了一定的改进,即借助一种长度较大、角度斜向上高位排气管道,同时使其作为观察孔密切关注灌浆过程,以期通过高位排浆确保灌浆饱满无空洞,最后顺利通过了套筒灌浆连接技术的验收^[8]。值得一提的是,套筒就位必须尽可能地准确,一般要求吊装后的两侧构件与伸出的连接钢筋要对正,控制偏差在±3mm,相距间距小于30mm,待套筒移至连接钢筋中间位置后,旋转带灌浆排浆接头的口至朝上±45°以内,并确认套筒两侧的密封圈是否正常,确认无误后绑扎钢筋。通常应在灌浆料试块达到35MPa强度后才能扰动构件。采取上述措施后,该预制装配式剪力墙结构连接质量得到了有效的保证。

(四) 应用趋势分析

除此之外,预制装配式剪力墙结构连接技术还有诸多应用,如万科集团的PCF技术使得外墙模板问题得以解决,提高了施工安全性,中南集团的NPC技术竖向构件采用浆锚插筋连接技术,水平构件以现浇混凝土与节点连接,连接质量较好;宁辉集团的插入式预留孔灌浆钢筋搭接技术则体现了形式简单、制作方便的优势等。

但上述案例也存在一定的不足,如现浇量大、预留孔灌浆质量难以保证、构件形式单一等缺陷,因此还需要我们加大自主研究力度,积极进行技术创新,不断提升连接技术水平,使其更为安全、便捷、可靠、稳定,进而更好的服务于预制装配式剪力墙的推广应用。

五、结束语

总之,预制装配式剪力墙结构在建筑工程施工中彰显了良好的优势,为促进其更大范围的推广,首先需要解决的便是连接问题。这就需要我们熟悉不同连接工艺的利弊,然后结合预制装配式剪力墙实际情况制定连接方案并予以不断地改进和优化,以此保证连接质量,提高装配水平。

参考文献:

- [1]郑艺杰.预制装配式剪力墙结构及其连接技术研究[J].科技创新导报,2019,16(15):147-148.
- [2]王健.装配式剪力墙结构住宅案例的设计研究与工程应用[D].江苏大学,2018.
- [3]贺永标.预制装配式剪力墙结构及其连接技术研究[J].居舍,2018(27):33+35.

- [4]高立.装配整体式剪力墙连接技术与性能综述[J].混凝土世界, 2018(09):44-50.
- [5]吴惠清.预制装配式剪力墙结构连接技术的应用要点分析[J].江西建材, 2018(09):85-86.
- [6]陈鹏,张兆强,周琼瑶.装配式混凝土剪力墙结构连接方式研究及应用综述[J].混凝土与水泥制品, 2018(03):58-63.
- [7]陈炎彬.预制装配式剪力墙结构分析及连接技术探讨[J].福建建材, 2018(02):42-43+62.
- [8]白金.预制装配式剪力墙结构及其连接技术[J].居舍, 2017(27):23.