

装配式剪力墙结构灌浆施工技术

孙颖

(上海二十冶建设有限公司 上海市 201999)

【摘要】 本文结合顾村大型居住社区 BSPO-0104 单元 0401-04 地块市属经适房工程工程实际特点,对灌浆施工部署、资源配置、施工工艺、施工方法、灌浆质量检测方法进行了阐述。

【关键词】 装配式; 剪力墙; 灌浆; 施工技术

1 工程概况

顾村大型居住社区 BSPO-0104 单元 0401-04 地块市属经适房项目位于宝山区顾村镇,总建筑面积 177640.76m²,为 15 幢 15 层高层住宅,一层整体地下室及地库;建筑设计使用年限 50 年,建筑抗震设防烈度 7 度,屋面防水等级 I 级,抗渗等级 P6,结构形式为高层住宅为剪力墙结构体系,其它建筑为框架结构。

本工程为装配式建筑,装配式建筑体系为装配整体式预制剪力墙+内保温;预制剪力墙墙板上下连接形式为螺栓连接,预制外围护墙板上下连接形式为螺纹盲孔灌浆连接。灌浆强度要求不小于 60MPa,装配预制率为 40.4%、41.9%、42.1%,阳台板、空调板、楼梯及楼板自二层开始预制,外墙板及剪力墙内墙自三层开始预制。

2 预制构件连接技术原理

本工程构件连接方法主要有螺栓连接方式与螺纹盲孔连接方式。

预制剪力墙螺栓连接技术的原理是带螺纹的钢筋穿过套管、垫板、螺帽锁紧上下相邻的预制剪力墙(控制旋紧螺帽的扭矩以检查连接的可靠性),完成预制剪力墙的竖向连接。连接节点充分发挥了高强螺栓抗拉、抗弯、抗剪等性能,使得装配式剪力墙结构的抗震性能也可以得到保证。

螺纹盲孔连接方式其连接机理为,套筒或波纹管随剪力墙一同

预制,拼装时将下部墙体顶部预留插筋插入套筒或波纹管,向套筒或波纹管灌入高强微膨胀灌浆料,待灌浆料硬化达到预期强度后可实现上下墙体的拼装。整个过程依靠灌浆料和钢筋与孔壁的咬合作用及黏结力实现应力传递。

3 灌浆施工方法

3.1 施工部署

根据预制构件深化设计总说明要求,在同层现浇混凝土浇筑完成后,即进行灌浆作业施工。

3.2 灌浆料及相关要求

灌浆料是由水泥、骨料、外加剂和矿物掺合料等原材料在专业化工厂按比例计量混合而成。它在施工现场按规定比例加水搅拌均匀后即可使用,用于螺栓锚固、结构加固、预应力孔道等灌浆的材料。本工程要求灌浆强度要求不小于 60MPa,且应符合《水泥基灌浆料应用技术规范》GB/50448-2015 要求。灌浆料必须有产品检验合格报告及出厂合格证、使用说明书。

1.灌浆材料进场时应复验,合格后方可用于施工,复验项目应包括水泥基灌浆材料性能和净含量。

2.本工程采用 II 类水泥基灌浆材料,灌浆材料进场时,应对灌浆料拌合物 30min 流动度、泌水率及 3d 抗压强度、28d 抗压强度、3h 竖向膨胀率、24h 与 3h 竖向膨胀率差值进行检验。

表 1 水泥基灌浆材料主要性能指标

类别		I 类	II 类	III 类	IV 类
最大骨料粒径 (mm)			≤4.75		>4.75 且 ≤25
截锥流动度 (mm)	初始值	—	≥340	≥290	≥650*
	30min	—	≥310	≥260	≥550*
流锥流动度 (mm)	初始值	≤35	—	—	—
	30min	≤50	—	—	—
竖向膨胀率 (%)	3h	0.1~3.5			
	24h 与 3h 的膨胀率之差	0.02~0.50			
抗压强度 (MPa)	1d	≥15	≥20		
	3d	≥30	≥40		
	28d	≥50	≥60		
氯离子含量 (%)		<0.1			
泌水率 (%)		0			

注: *表示坍落扩展度数值

3. 灌浆料开袋前应检查材料是否仍在有效期内,若超过有效期不予使用。

3.3 施工工艺流程



图 1 灌浆施工流程图

3.4 灌浆施工工艺

1) 拼接面清理 嵌缝前应对构件底部灌浆清理,座浆面清理,有条件的应使用高压枪清理柱底部及拼接座浆底面杂物,如泡绵、碎石、泥灰等,避免因松散骨料或其他杂质影响拼接面后期结合强度,保证灌浆孔即拼缝的通透。

2) 充分湿润拼接缝表面 灌浆前灌浆面必须胶水湿润,但不得有积水。

3) 灌浆前打胶 装尖嘴管、装压胶枪切开胶管管口,装上尖嘴管,再根据填缝尺寸将其按 45 度角切开,装上压胶枪打胶。压

胶保持 45 度角沿缝隙压出玻璃胶料，确保玻璃胶料与基材表面紧密接触。胶枪移动速度根据缝隙的大小、深浅的条线均匀的移动胶枪，布胶均匀饱满，勿堆料及断条。当接缝宽度大于 15 毫米时，需多次反复涂胶。刮胶多余的残留的胶料需刮去，刮胶刀具角度保持一致，一气呵成，刮胶完成后立即撕去胶带或美纹纸。除去多余玻璃胶料，若有污渍，可用湿布除去。成品保护，24 小时内勿触摸，48 小时内勿按压。

4) 计算水量并精确称重 灌浆料应按照材料说明书的要求控制水灰比，不允许随意增加减少用量，应用电子秤、量杯称重。水必须称量后加入，精确至 0.1kg，拌合用水应采取饮用水。灌浆料的加水量一般控制在灌浆料：水（重量比）=1.0:1.13，根据工程具体情况可由厂家推荐加水量，原则为分不泌水，流动度不小于 270mm（不振动自流情况下）。

5) 专用设备高速搅拌 本项目搅拌设备转速应不小于 40r/min；严格控制灌浆料搅拌时间，根据厂家所给定的技术参数从投料开始搅拌 3min 搅拌完成后应静置 2min，（具体根据厂家要求实施）。灌浆料未用应丢弃，不得二次搅拌使用。灌浆料中严禁加入任何外加剂或外掺剂。

6) 浆料倒入灌浆设备并灌浆 将搅拌好的灌浆料倒入灌浆泵中，开动灌浆泵，控制灌浆料流速在 0.5~1.2L/min，待有灌浆料从压力软管中流出时，应先打出一部分浆液肉眼观测稠度是否一样；观察稠度一样后，插入钢管套灌浆孔中。压浆施工应从下部孔注浆，待上部的出浆孔连续流出柱状浆液后才可以止浆塞封堵出浆孔、灌浆孔。

当灌浆中遇到必须暂停的情况，此时采用循环回浆状态，即将灌浆管插入灌浆机注入口，暂停时间以搅拌完成后 30min 为限，如超过需将此批拌好的砂浆进行报废处理。

7) 灌浆结束后，构件可采用自然养护，但养护温度不应低于 10℃或高于 30℃，否则应采取保温或降温措施。

灌浆结束后，应及时清洗灌浆机、各种管道以及粘有灰浆的工具。

4 资源配置

4.1 劳动力配置

本工程共划分为四个施工区，灌浆作业由 PC 专业安装队负责施工，每个安装队设置一个灌浆班组，每个灌浆班组配置 3 名灌浆作业人员。

灌浆班组与预制构件吊装班组协调推进，互不拖进度，并加强协调力度。

4.2 灌浆设备配置

1. 本项目配备 4 台灌浆机，每台灌浆机负责一个分区，即每个灌浆班组配置一台灌浆机。

灌浆机型号为 OKG-10ME-200V-30s，该设备设备出浆速度为 8~15L/min，压力值为 1.45MPa。



图 2 灌浆机

2. 本项目配置 4 台拌浆机每台灌浆机配置一个拌浆机，即每个灌浆班组配置一台拌浆机。

拌浆机型号为 STD-N3.5H-200V，该拌浆机伴浆速度为 40~60r/min，一次拌浆量约 30L。



图 3 灌浆机

5 灌浆施工其它注意事项

1 灌浆操作全过程应有专职检验人员负责现场监督并及时形成施工检查记录。

2 灌浆施工时，环境温度应符合灌浆料产品使用说明书要求；环境温度低于 5℃时不宜施工且需对灌浆料进行保温温度宜为 15℃~30℃，低于 0℃时不得施工；当环境温度高于 30℃时，应采取降低灌浆料拌合物温度的措施，特殊施工温度下采用的措施应获得灌浆料厂家，设计认可方可施工。

3 竖向钢筋套筒灌浆连接采用连通腔灌浆时，宜采用一点灌浆的方式；当一点灌浆遇到问题而需要改变灌浆点时，各灌浆套筒已封堵灌浆孔、出浆孔应重新打开，待灌浆料拌合物再次流出后进行封堵。

4 灌浆开始后，必须连续进行，并尽可能缩短灌浆时间。

5 在灌浆过程中发现已灌入的拌合物有浮水时，应当马上灌入较稠一些的拌合物，使其压缩浮水。

6 当有灌浆料从钢套管溢浆孔溢出时，用止浆塞封堵出浆孔灌浆孔，停止灌浆，并观察灌浆饱满度。

7 拆卸后的压浆阀等配件应及时清洗，其上不应留有灌浆料。

8 灌浆工作不得使构件造成污染，如已污染应立即用清水冲洗干净。作业过程中对余浆及落地浆液及时进行清理，保持现场整洁。

9 灌浆料同条件养护试件抗压强度达到 35N/mm²后，方可进行对接头有扰动的后续施工；临时固定措施的拆除应在灌浆料抗压强度能确保结构达到后续施工承载要求后进行。

10 现浇墙与预制墙板交接处底部缝隙用 1:1 水泥砂浆(M15)封堵严密后，方可进行混凝土浇筑及灌浆施工作业，并派专人检查封堵质量及灌浆饱满度质量。

11 对钢筋套筒灌浆施工进行全过程视频拍摄，该视频作为施工单位的工程施工资料留存。视频内容必须包含：灌浆施工人员、专职检验人员、旁站监理人员、灌浆部位、预制构件编号、套筒顺序编号、灌浆出浆完成等情况。视频格式宜采用常见数码格式。视频文件应按楼栋编号分类归档保存，文件名包含楼栋号、楼层数、预制构件编号。视频拍摄以一个构件的灌浆为段落，宜定点连续拍摄。

6 灌浆检测:

6.1 检测内容：灌浆质量检测，每栋楼选择一个标准层抽检，每个标准层共选择 30 个点进行检测，检测原则如下：

1. 螺栓灌浆连接外墙选择 20%且不少于 2 个构件进行检测，每个构件检测其灌浆孔道总数的 50%且不少于 3 个灌浆孔道；

2. 螺栓灌浆连接内墙选择 10%且不少于 1 个构件进行检测，每个构件检测其灌浆孔道总数的 30%且不少于 2 个灌浆孔道；

3. 波纹盲孔灌浆连接预制带窗墙选择 10%且不少于 1 个构件进行检测，每个构件检测其灌浆孔道总数的 30%且不少于 2 个灌浆孔道。

(下转第 77 页)

(上接第 66 页)

6.2 检测方法: 本工程采用两种检测方法进行灌浆质量检测:

1. 预埋钢丝拉拔法, 并用内窥镜进行校核;
2. 预埋传感器法。

6.3 判定标准:

预埋钢丝拉拔法: 灌浆完成 3d 后, 测定钢丝拔除溢浆孔的抗拉强度。抗拉力 $\geq 2.0\text{kN}$ 为良好; $2.0\text{kN} >$ 抗拉力 $\geq 1.0\text{kN}$ 为合格; 抗拉力 $< 1.0\text{kN}$ 为不合格。

预埋传感器法: 灌浆完成后, 立即通过传感器测定灌浆质量。当无量纲数值 < 150 且显示绿色为良好; 无量纲数值 > 150 , 但显示绿色时为合格; 无量纲数值 > 150 , 但显示红色时为不合格。

7 结语

从目前建筑行业发展形式来看, 装配式建筑发展已经成为一种必然趋势, 但是国内尚处于起步推广阶段, 节点连接、灌浆施工工

艺等并不完善。本文通过对本工程施工过程总结, 介绍了装配式建筑混凝土结构及其技术特点, 通过对住宅楼构件节点连接方式及灌浆施工工艺进行探讨, 总结出住宅楼 PC 构件灌浆施工的实践经验及施工技术, 旨在不断提高构件连接处的连接强度以及灌浆施工质量。因此如何保证灌浆施工质量及节点连接强度, 仍是今后需要不断努力去解决的问题。

参考文献:

- 1、中华人民共和国住房和城乡建设部,《水泥基灌浆材料应用技术规范》(GBT50448-2015), 中国建筑工业出版社。
- 2、中华人民共和国住房和城乡建设部,《钢筋套筒灌浆连接》(JGJ355-2015), 中国建筑工业出版社。
- 3、中国建筑标准设计研究院 李浩、张玉梅等著。全国民用建筑工程设计技术措施—建筑产业现代化专篇, 装配式混凝土剪力墙结构施工。中国计划出版社