

预制叠合剪力墙体系在工程技术中的应用

罗声扬

上海城投置地(集团)有限公司, 上海 200438

[摘要] 常规预制装配整体式结构体系在我国已趋近成熟, 技术发展已进入瓶颈期, 预制叠合剪力墙体系为装配整体式结构体系的施工发展和应用提供了一条新的思路, 通过“免外脚手架、免抹灰”, 在降低能耗和资源浪费的同时, 进一步提高施工现场劳动生产效率。

[关键词] 预制叠合剪力墙; PCF; 施工技术; 施工难点; 工程管理

DOI: 10.33142/aem.v3i2.3721

中图分类号: TU398.2

文献标识码: A

Application of Precast Composite Shear Wall System in Engineering Technology

LUO Shengyang

Shanghai Chengtou Land (Group) Co., Ltd., Shanghai, 200438, China

Abstract: The conventional prefabricated monolithic structure system has become mature in our country and the technical development has entered a bottleneck period. The prefabricated composite shear wall system provides a new idea for the construction development and application of the prefabricated monolithic structure system. Through "free scaffolding and plastering", the labor production efficiency of construction site will be further improved while reducing energy consumption and resource waste.

Keywords: precast composite shear wall; PCF; construction technology; construction difficulties; engineering management

引言

随着国家对建设工程质量的要求越来越高, 建筑行业施工越来越规范, 在此背景下, 施工产业化技术被广泛提及并运用, 装配式混凝土结构建造技术也应运而生, 通过精密化设计、工厂化生产、机械化拼装, 以实现产业化、标准化、低污染。目前国内装配式混凝土结构建造技术已趋于成熟, 技术发展也存在瓶颈, 为提高PC产业化水平, 实现外墙免抹灰及免脚手架作业, 探索房屋建筑工程装配式结构未来发展方向, 上海城投尝试采用单面叠合剪力墙结构体系(PCF体系), 即预制外墙模(70mm厚PC预制外墙皮+160mm厚现浇混凝土), 应用于部分项目中。文中以某单面叠合剪力墙结构体系为例, 通过实际施工过程中的应用, 实现外墙免抹灰免脚手架的目的, 进一步探索在我国装配式混凝土结构建造技术的可持续发展的同时, 达到更高的标准化和环保化的目的。

1 工程概况

杨浦区新江湾社区A3-05地块租赁住房项目, 为杨浦区首批纯租赁住房用地项目。总占地面积为33806.1m², 总建筑面积为130007.95m²。本项目拟建设7幢租赁住房, 建筑高度约40m, 地下1层车库。本项目所有主楼均采用了单面叠合剪力墙结构体系施工, 根据结构设计验算, 采用70mm厚PC预制外墙皮+160mm厚现浇混凝土。

为保证建筑质量, 减轻劳动强度, 降低生产成本, 减少环境污染, 节约自然资源的目的。本工程外立面免抹灰免脚手架施工, 所有外墙板均使用单面叠合剪力墙, 同时项目外立面设计有空调板、室外连廊、阳台等部位, 不同于全预制外墙的围挡施工方法, 经过项目技术部门优化论证, 最终设计使用组合式工具化施工围挡(图1), 保证了现场施工操作面安全作业。



图1 组合式工具化施工围挡

2 预制叠合剪力墙体系施工

2.1 施工流程

预制叠合剪力墙体系每层施工顺序为：楼层面测量放线→楼层预埋件、预留钢筋位置复核→外墙板吊装、斜撑固定校正→内墙板吊装、墙柱钢筋绑扎→工具式围挡安装固定→墙柱钢筋绑扎、楼板排架搭设→墙柱封模、楼板模板安装→水平构件吊装校正→楼板钢筋绑扎、插筋、水电预埋→混凝土浇筑→进入下一层结构循环。

2.2 预制叠合墙板安装

为保证预制叠合墙板安全稳定的吊装至施工操作面，项目采用吊装钢梁吊装项目各类型竖向构件，以适应不同构件吊点间距不同的情况。

叠合墙板吊装至施工操作面后，专业吊装人员协同塔吊指挥人员共同进行安装作业，吊装人员用手稳定构件，塔吊指挥人员根据现场实际情况指挥塔吊司机将构件缓慢落入指定安装位置。构件安装就位后，吊装人员需立即使用斜撑固定叠合墙板，确保构件稳定可靠。每块叠合墙板上需安装四个斜撑，楼板预埋Φ16U型钢预埋件作为支点，叠合墙板斜撑连接点设置预埋件。

2.3 预制叠合墙板钢筋绑扎

由于叠合墙板出厂时本身已经预埋了箍筋、桁架钢筋，现场安装时，再与现浇部分的钢筋进行连接形成整体，墙体钢筋构造复杂，钢筋施工顺序需根据现场实际情况提前安排，绑扎顺序颠倒会导致部分钢筋无法绑扎到位，造成结构构件安全隐患。

楼板施工时预埋钢筋施工顺序：预埋叠合墙板水平拼缝构造连接筋→预埋预制剪力墙竖向连接筋、墙柱纵筋→预埋叠合墙板现浇段竖向连接筋→预留构造柱纵筋（预制构件内侧现浇柱、叠合墙板构造墙现浇段构造柱）→预埋现浇剪力墙竖向分布筋、墙柱纵筋→预留出筋的保护措施。

构件安装时墙板钢筋绑扎施工顺序：叠合墙板构造连接筋（水平拼缝、竖向拼缝）→叠合墙板现浇段墙身、墙柱钢筋绑扎→与预制剪力墙组合墙柱箍筋、纵筋绑扎→叠合墙板现浇段连梁纵筋、箍筋安装（包括调整定位）→叠合墙板现浇段构造柱（纵筋、箍筋）、墙身范围分布筋安装。

2.4 预制叠合墙板模板安装

(1) 叠合墙板内侧模板使用15mm厚覆膜九层板安装，水平背楞使用50mm*100木方@150mm，竖向背楞使用山形卡配合钢管，间距500mm，墙体对拉螺杆使用两段式螺杆，靠外侧一段可拆卸重复使用，水平和竖向间距均为500mm（图2）。

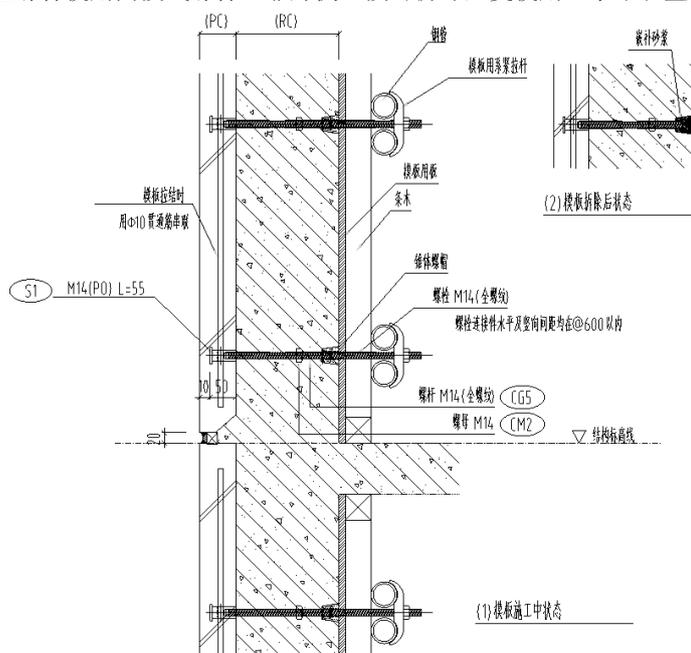


图2 叠合墙板内侧支模示意图

叠合墙板上斜拉杆预埋件位置模板需预留好槽口，预埋件伸出槽口与斜拉杆连接，每个槽口处安装一块定制模板作为挡板，避免造成漏浆。

门窗洞口模板安装需焊制定位钢筋用于固定和支撑，同时门窗洞口处需使用钢管配合可调托撑两端固定相互顶撑加固，每个门窗洞口不少于 3 根，模板与叠合墙板接触部位需贴海绵条避免漏浆。

2.5 预制叠合墙板混凝土浇筑

预制叠合墙板墙根部位在上一层楼板混凝土终凝前进行拉毛处理，同时在模板安装前安排专人对墙根处垃圾杂物清理干净，保证交接部位混凝土结合效果。同时叠合墙板板缝部位使用自粘性橡胶皮和 PE 棒进行封堵防止漏浆，为避免混凝土侧向应力过大，叠合墙板部位混凝土需分三次浇筑，振动棒快插慢拔，避免扰动叠合墙板，保证接缝处浇筑密实不漏浆。

3 施工技术要点

3.1 预制叠合墙板拼缝节点处理

水平拼缝：为保证拼缝处混凝土密实，叠合墙板下端口做斜口处理，斜口宽度 35mm，交接部位使用 20*30mm 橡胶条进行封堵，混凝土浇筑完成后，后期外立面施工时，再在接缝处施打 10mm 密封硅胶，确保防水效果（图 3）。

竖向拼缝：叠合墙板之间存在 20mm 宽竖向拼缝，为保证交接处混凝土密实和防水效果，叠合板交接部位预留 30*40mm 槽口，拼缝处从里面铺贴 80mm 宽自粘性橡胶皮配合 $\Phi 20$ PE 棒防止漏浆，后期外立面施工时，再在接缝处施打 10mm 密封硅胶，保证外墙防水效果（图 4）。

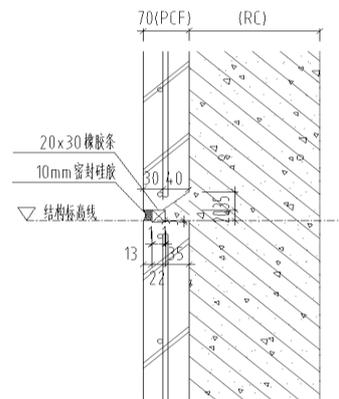


图 3 叠合墙板水平缝详图

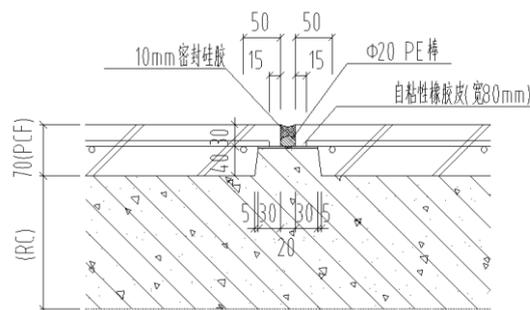


图 4 叠合墙板竖向缝详图

3.2 预制叠合墙板之间的连接

叠合墙板之间采用 6mm 厚长度 240mm 专用板板连接件连接，螺栓固定，竖向方向每块叠合板不少于 4 个连接点，水平方向每块叠合板不少于 2 个连接点（图 5）。



图5 叠合墙板连接示意图

3.3 预制叠合墙板与预制空调板的连接

当叠合墙板遇到预制空调板部位时,叠合墙板上的板板连接件需加长至405mm,下部支撑施工完成后,将预制空调板吊装到位,并使用高强螺栓固定至板板连接件上,叠合板和预制空调板接触部位填充橡胶条,外立面施工时接缝处施打密封硅胶,起到防水效果(图6)。

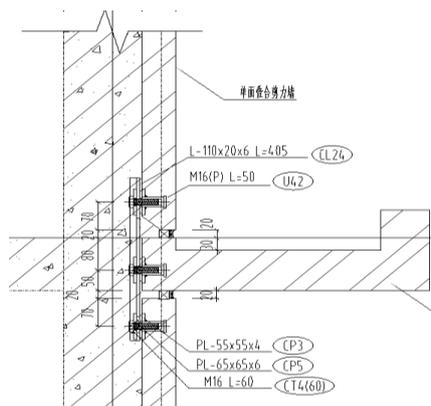


图6 叠合墙板与预制空调板构造图

3.4 叠合墙板补强筋设置

为保证结构整体安全可靠,所有叠合墙板拼缝处在现浇部位紧靠内侧设置结构补强筋,补强筋是指延预制墙板竖向和水平方向的拼缝处设置用作加强接缝强度以及叠合墙板整体性的短钢筋。补强筋位置应设置在预制叠合墙板内侧和叠合钢筋上弦筋之间,补强钢筋 $\Phi 10@200$,单侧长度不小于550mm。

3.5 控制叠合墙板因外部原因产生有害裂缝

由于叠合墙板仅有7cm厚,在运输、堆放以及吊装过程中如发生不当操作极易产生裂缝,导致后期防水及结构安全风险。运输过程中需设置保护措施,构件之间堆放需使用柔性材料填充,避免振动或碰撞;水平堆放时需注意堆放的支点位置需一致,避免不均匀受力,竖向堆放时搁置点需设置在最小弯矩处;变截面位置或者转角位置需设置补强钢筋避免开裂;吊装时需使用专用吊具,保证构件吊装稳定,轻拿轻放。

4 存在的难点及解决方案

4.1 预制叠合墙板深化设计复杂

预制构件的深化设计是一项系统工程,深化过程中需综合考虑主体设计、构件生产运输、现场施工等各方面因素,多专业协同、综合考虑,最终形成深化设计方案。由于本项目在方案阶段未考虑使用预制叠合剪力墙体系施工,同时确定使用该体系时项目已完成所有桩基施工,对后期的预制构件体系调整设计带了很大的困难,需要在不改变结构受

力特点以及外立面的情况下调整设计构件拆分方案,同时也使后期的深化设计更加复杂。

解决方案:为解决体系调整带来的构件深化问题,要求深化设计单位共同参与主体结构设计当中,两家设计单位协同修改设计图纸,并且安排总包单位专业技术人员以及构件厂家技术人员参与其中,保证信息沟通流畅,以最快速度调整方案并出具最终深化图纸。

4.2 叠合墙板施工过程中遇到的碰撞问题

由于结构复杂,构件种类众多,同时前期深化设计考虑不周全等因素,现场实际施工过程当中,遇到了很多碰撞问题,导致现场工序缓慢,模板安装及钢筋绑扎无法到位的情况。例如:(1)叠合墙板预埋的墙梁箍筋与板板连接件冲突导致缺失;(2)预制飘窗窗下板与叠合墙板大桁架筋碰撞导致钢筋无法安装;(3)叠合墙板拉模点位与斜撑埋件在同一水平线导致模板无法加固;(4)转角处两块叠合墙板斜撑相互碰撞无法固定等问题。

解决方案:(1)根据图集 16G101-78 页,要求深化设计复核连梁端部出筋及顶层箍筋的加强措施,同时主体结构设计复核,保证结构安全;(2)要求深化设计进行钢筋碰撞检查,桁架筋作避让修改,反馈至构件厂家修改钢筋预埋位置,对已生产的构件割除大桁架筋,采用小桁架筋焊接拉筋(勾住墙柱纵筋外侧)替代大桁架筋;(3)调整深化设计中拉模点的位置避免碰撞,同时对于已施工位置增加木方背楞使用钢管顶撑用作模板加固;(4)统计碰撞部位,调整下部预埋点位,确保斜撑相互错开,对于因调整导致角度过小的部位作临时加固。

4.3 免外脚手架体系下安全防护及施工操作问题

由于本项目外墙均使用预制叠合墙板,免外脚手架施工体系,并且外立面存在诸多空调板、阳台板、连廊等部位,对项目施工面作业安全提出了很高的要求。同时顶层女儿墙的造型和高度不适于预制,因此屋面机房及女儿墙的施工操作及安全问题也需进一步解决。

解决方案:项目制定了安全围挡专项施工方案,制定了组合式围挡围护体系,组合式围挡分三种类型:I型单片可调式围挡(适用于PCF外墙、空调板、阳台板);II型拼装式外挂围挡(适用于外墙镂空部位);III型单片式钢管围挡(适用于阳台、空调板),并通过专家论证,确保施工安全,与此同时安排多名专职安全员现场监控作业,每日班前安全交底,时刻提醒作业人员提高安全意识,同时屋面及女儿墙施工采用悬挑式脚手架施工,确保了施工操作面及安全防护。

4.4 外墙免抹灰下窗框防水收口问题

由于本项目外墙采用免抹灰施工,同时叠合墙板厚度过薄预埋附框困难,外窗框防水节点及收口问题是需要重点关注的问题。

解决方案:经与设计多方研究讨论,要求深化设计于窗框位置预留2cm厚企口,窗框由内向外安装紧贴企口上沿,窗台处设置铝合金披水板,接缝处使用建筑密封胶内嵌泡沫塑料棒,确保防水效果。

5 结语

本项目采用预制叠合剪力墙体系施工,在施工过程中,工厂化生产对工程质量的提升提供了有效可靠的保障,有效提高了劳动生产效率,达到了现场“免外脚手架、免抹灰”的既定目标,同时减少了施工现场湿作业和劳动力投入,降低了施工现场作业对环境的污染,得到了参建各方的一致肯定。本次尝试使用预制叠合剪力墙体系应用于房屋建筑工程施工,是对装配整体式体系在我国技术革新与发展前景的进一步研究和探索,相信在当前经济形势和国家大力推广下,装配整体式体系施工技术发展必将成为推动建筑行业发展的新浪潮。

[参考文献]

- [1]张锡治,李义龙,安海玉.预制装配式混凝土剪力墙结构的研究与展望[J].建筑科学,2014,30(1):26-32.
- [2]刘琼,李向民,许清风.预制装配式混凝土结构研究与应用现状[J].施工技术,2014,6(6):81-85.

作者简介:罗声扬(1989.8),男,上海交通大学,工程管理,上海城投置地(集团)有限公司,项目经理,工程师。