

装配式复合模壳混凝土剪力墙施工技术

曾兵建

中国电建集团江西省水电工程局有限公司 江西 南昌 330000

摘要: 装配式结构体系在建筑工程领域应用广泛, 装配式复合模壳混凝土剪力墙是一种新型免拆模现浇剪力墙, 具有施工简便、节能环保、施工效率高等特点, 在建筑领域具有广泛的应用前景。现依托在建项目对装配式复合模壳混凝土剪力墙在实际工程中的施工工艺进行研究探讨, 为装配式复合模壳混凝土剪力墙体系的推广提供一定的借鉴意义。

关键词: 装配式建筑; 复合模壳构件; 施工工艺

1 引言

为促进房地产业的健康发展, 加快产业结构的转变, 近年来我国政府制定并出台了一系列政策大力推动建筑工业化的发展^[1-2]。装配式剪力墙在房建工程中得到应用广泛, 但施工中的吊、装、节点浇筑等工序复杂, 预埋件较多, 现场仍需大量模板制作、钢筋加工等施工工序, 现场的环境污染和建筑垃圾等问题仍未得到改善^[3]。

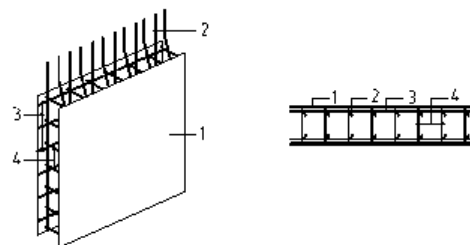
李伟兴等^[4]从传统现浇混凝土建筑成本组成分析入手, 对现浇混凝土结构工程的、支架、模板、钢筋、混凝土等分项工程的施工效率进行量化分析, 将现场施工效率较低的工序进行工厂化生产, 效率较高的工序保留到现场实施, 研发了一套装配式复合模壳混凝土剪力墙产品体系。该体系综合性能与普通现浇混凝土结构相当, 具有安全可靠、施工简便、节材环保等特点。赵勇等^[5]对6种尺寸的装配复合模壳体系剪力墙试件进行静力试验, 研究表明模壳体系可按现浇混凝土结构计算内力、变形和承载力。张鹏程等^[6]对装配式复合模壳墙侧压力分布进行试验分析, 对数据进行拟合分析, 得出初凝时间、温度和浇筑速度是影响装配式复合模壳墙结构侧压力的最主要因素。本文通过在实际工程中应用装配式复合模壳混凝土剪力墙, 介绍该体系的施工技术, 为今后装配式复合模壳混凝土剪力墙体系的推广提供一定的借鉴意义。

2 模壳剪力墙

2.1 模壳剪力墙简介

复合模壳是指由20mm厚的免拆高强水泥基模板、成型钢筋网、集成机电管线等组成的构件, 在现场进行定位、吊装、钢筋连接后, 模壳内浇筑混凝土后形成的剪力墙, 称为装配式复合模壳剪力墙(图1)。该剪力墙实现了模板、钢筋、管线等工序工厂化生产, 仅保留混凝土现场浇筑的工序, 装配式复合模壳剪力墙在结构上基

本与现浇混凝土剪力墙基本相同, 结构可靠度高, 总体造价成本低, 施工便捷性强。



1- 模壳面板; 2- 竖向钢筋(按设计); 3- 横向钢筋(按设计); 4- 拉结件

图1 复合模壳剪力墙体系示意图

2.2 模壳剪力墙的优势

模壳剪力墙是装配式结构体系中的一种新型产品, 通过优化预制混凝土剪力墙的制作流程, 使得施工流程得到简化, 墙体钢筋骨架、集成机电管线可在工厂中提前预埋, 提高了施工效率, 改善了施工现场环保问题。此外, 模壳剪力墙具有其他优势:

(1) 模壳面板采用高强度复合材料, 无需设置对拉螺杆, 仅需临时斜向支撑, 模壳自身可抵抗一定高度的混凝土侧压力。

(2) 构件中的成型钢筋网与两模壳分离, 独立设置, 便于构件后期进场验收与调整钢筋。

(3) 免拆模壳不属于主体结构部分, 外观尺寸设计相对自由, 遇错可在现场进行裁切改模。现场使用的后封模板可重复使用在不同工程中, 更经济、环保、节材。

(4) 装配式模壳剪力墙在现场施工中整体工序较少, 施工效率高, 构件连接处防水性能优于普通预制剪力墙构件。

3 工程案例

3.1 工程背景

本项目位于南昌市青山湖区。拟选择12#、13#楼的部分竖向结构采用高强复合模壳替代传统木模, 具体包

括：12#、13#楼1~4层模壳剪力墙内墙（每层13个），只做纯剪力墙部分。12#、13#楼模壳剪力墙最大长度为3.1m，最大高度为4.3m，单块模壳剪力墙墙的最大重量约0.8t。

由于装配式模壳剪力墙工艺目前尚属于新工艺，施工过程中存在的重难点如下：

（1）模壳剪力墙构件在厂家制作完成，再运至工地现场进行安装。安装时需采用塔吊对该模壳进行吊装，吊装技术要求比较高，防止模壳发生碰撞导致损坏。

（2）模壳剪力墙钢筋定位精度要求高，首层剪力墙的钢筋间距定位一定要准确，避免因斜向钢筋而挤压拉结件，从而拉裂模壳面层，造成浇捣时爆模等一系列质量隐患。

（3）由于模壳构件较薄，混凝土振捣时，应均衡振捣，不能再同一个部位持续振捣，防止模壳振捣开裂。

3.2 工艺流程

模壳制作加工→模壳构件运输、堆放→吊装前准备工作→模壳构件吊装→模壳构件安装与连接→模壳剪力墙与竖向木模接头→混凝土浇筑

3.3 关键施工技术

3.3.1 模壳制作加工工序

（1）工装架组装

工装架主要由台模、边模、上下层钢筋网、拉结件、方钢及预埋管线等组成。工装架在工厂内按工序组织流水作业，为提高作业效率，每个工位合理配置作业人员，提前准备物料，保证作业持续时间短、作业效率高。

工艺流程：下层钢筋网的焊接、绑扎→工装架完整性检查→下层钢筋安装→方钢安装、下层钢筋网定位→上层钢筋网定位、焊接拉结筋→上层钢筋垫片、托板、B板安装→B板边模、预留孔安装→复核工装架各项参数并刷脱模剂→A面边模、预埋孔安装→复核A面边模各项参数并刷脱模剂。

（2）浇筑组装

高强砂浆配合比组成包括膨胀水泥、硅灰、中砂、细砂、减水剂、纤维，砂浆按配合比配料，首先检查每种原材料计量正确无误，搅拌站配料、拌合、清洗。其次录入布料信息并填写布料记录，进行布料，浇筑砂浆并振动密实。接着抹平砂浆，检查砂浆料厚度、是否触及预埋管线导致移位。最后工装架进行叠合对位、模台流转并养护。

（3）脱模及堆放

构件养护出窑，进行脱模、转移、凿孔，覆膜并浇水自然养护，最后构件进行吊装堆放、打包及编号。

3.3.2 模壳构件运输、堆放

（1）模壳构件采用平板车运输，运输堆放应采用立放。抵达施工场地，由塔吊按安装顺序依次摆放在专用人字形货架上，有序堆放，板与板之间留出一定间隔。堆放场地应平整、坚实，设置隔离护栏，避免与PC构件混合存放。货架之间需留有充裕距离，避免起吊时的瞬间撞击。构件堆放时应在底部加设柔性材料进行垫高，堆放完成后进行防倾覆加固措施，预防临时出现的风荷载。

（2）模壳现场堆放位置宜布设在塔吊或吊车最大起吊荷载的半径范围内。在A字形和专用货架上存放时要有意识的把A面朝外，便于单面穿插吊点螺杆，模壳卸车点、存放货架、变位机转向应集中在一起，宜在塔吊司机的视线范围，力求减少驳运。

3.3.3 吊装前准备工作

（1）吊装施工前需验算模壳系统临时支撑的安全系数，包括风荷载标准值作用下剪力墙临时支撑、附加水平荷载标准值作用下剪力墙临时支撑、混凝土和钢筋自重标准及施工活荷载标准值作用下梁、板临时支撑等内容。对预备安装作业面进行外观、质量、尺寸偏差的检查，核查楼面伸出的钢筋，如不平直需要将其校正，对存在的质量缺陷应进行修补处理。

（2）安装前检查模壳构件的裂缝情况，特别是三组吊点周边是否存在裂纹，若存在严禁吊装；检查吊点孔和斜支撑预留孔是否满足使用要求，避免上变位机后实施硬敲和硬拔。

（3）在已施工完成作业面上进行测量放线，地面上标出墙体线位置及对应的辅助平行线，并应设置安装定位标志。

3.3.4 模壳构件吊装

为了防止模壳碰撞开裂，吊装中需使用扁担平衡梁，吊点在模壳顶端内侧往下约40公分，升降中需吊绳绷紧，缓慢移动，不能拖地平移，严禁角部着地受力；模壳墙体需用变位机进行90度变位，塔吊司机应谨慎作业，严格控制预留钢筋挤压模壳构件内侧、内部钢筋、拉结件的现象。

模壳构件吊装就位后，根据墙柱的定位边线及控制线进行定位安装，安装时在墙柱根部用木尖进行调平，并用红外线水平仪控制模壳的安装水平度和垂直度，利用斜撑调节杆进行垂直调整。模壳校正调试过程，应严格遵守“四轻”原则——轻翘、轻提、轻移动、轻调整斜撑。吊装安放垫块时，需注意离开墙角40公分以上。

模壳安装定位准确后，开始打斜撑，并通过红外线控制好模壳的垂直度，斜撑应固定牢固，斜撑安装完成

后检查无误后塔吊才可松勾。模壳安装完成后对根部空隙采用水泥砂浆封堵防止漏浆。

斜撑预埋件应在楼板中预埋，浇筑混凝土前检查预埋件的位置及数量，预埋件的位置详见斜撑平面布置示意图3所示。

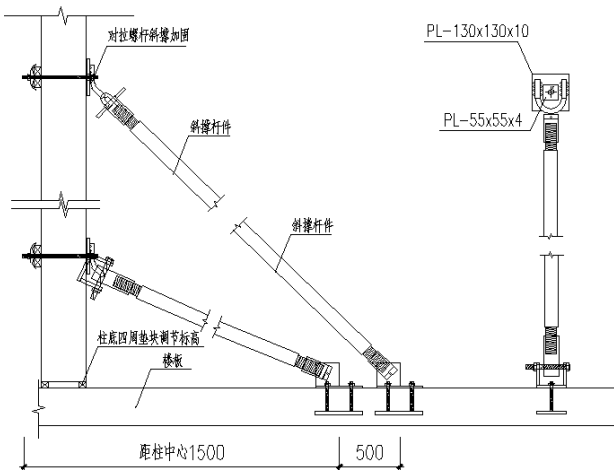


图3 斜撑平面布置示意图

3.3.5 模壳构件安装与连接

(1) 钢筋连接

水平附加连接钢筋应有定位标识，与模壳内钢筋网绑扎牢固。模壳就位后用铁丝将交接的梁或剪力墙内部的钢筋绑扎牢固，进行限位固定。竖向连接钢筋与上部模壳系统中的钢筋采用搭接连接，边缘构件的竖向钢筋采用机械连接或搭接，连接时需保证钢筋位置正确。

(2) 转角箍筋连接

吊装带转角箍筋的构件时随时调整构件的位置，使构件尽量在其投影线的正上方。构件下行到离地面预留上来的柱子钢筋上端约5cm处暂停下降，把构件内柱子钢筋对应位置上的塑料管拉下并套入对应地面伸出钢筋内约5-10cm后，继续放下构件，直至所有的柱子钢筋均套入对应的塑料管内，并且构件下降到设定位置，利用斜杆与构件连接，调节构件位置与垂直度并固定，再将另一相邻构件吊装到位，并调节固定。

3.3.6 模壳剪力墙与竖向木模接头

模壳剪力墙安装就位后，两侧边模采用木模封模。模壳墙板设置了两排对拉螺栓预留孔，封模采用方木做为模板支承，在每个孔对应的对拉螺栓的外侧安装两根横向钢管，与柱或墙上的钢管连接构成整体。模壳墙板

与边柱木模背楞采用木方加固，横向钢管接缝处打入木楔加强。模壳板端头增加一根竖档方木加强，柱墙模板采用横、竖双向钢管通长加固。

3.3.7 混凝土浇筑

混凝土浇筑前，需对模壳喷水湿润，并确保浇筑前模壳内没有存水。混凝土进行分段分层浇筑，每层浇筑间隔时间不宜超过30分钟，上层混凝土应在下层混凝土初凝前进行浇筑，尽量减少混凝土施工冷缝。

4 效益分析

模壳剪力墙体系的运输成本和吊装成本大幅度降低，安装效率很高，结合精装修设计及预制集成轻质混凝土内隔墙的应用，单体装配率可达到60%以上，现场施工工序和人工用量明显减少，简化了施工，缩短了工期，为项目节约成本达21万元。模壳剪力墙体系充分利用了装配式建造和现浇混凝土的优势，简化施工、节约耗材、减少扬尘和建筑垃圾，具有良好的社会效益和环境效益。

5 结语

装配式复合模壳混凝土剪力墙是通过对现有现浇施工流程进行优化，将墙体钢筋骨架、集成机电管线进行工厂化生产，仅在现场进行混凝土浇筑，简化了现场施工工序，提高了施工效率，为项目节约成本达11万元。相较于传统现浇混凝土剪力墙，装配式复合模壳混凝土剪力墙具有明显的优势，值得在建筑领域中广泛推广。

参考文献

- [1]王滋军,刘伟庆,翟文豪,李向民,许清风,王宇.新型预制叠合剪力墙抗震性能试验研究[J].中南大学学报(自然科学版),2015,46(04):1409-1419.
- [2]冯国华.房屋建筑装配式混凝土结构与建造技术进展研究[J].科技创新导报,2013,(01):39-40.
- [3]徐伟栋,李伟兴,李盼.装配式复合模壳剪力墙体系的设计与工程应用[J].建筑结构,2022,52(12):25-30.
- [4]李伟兴,谢卓文,赵勇,王晓锋.装配式复合模壳剪力墙体系的研发及应用[J].混凝土世界,2017(10):50-59.
- [5]赵勇,吴智伟,谢卓文,王晓锋.装配复合模壳体系混凝土剪力墙抗震性能试验研究[J].土木工程学报,2020,53(11):36-45.
- [6]张鹏程,汤永净.基于混凝土浇筑条件下的模壳墙侧压力分析[J].施工技术(中英文),2021,50(24):100-103+127.