

一种新型工业化建筑体系的探索

王润宇 姜传军 白雪 任新宇
中建科技集团华东有限公司 上海 200135

摘要:在我国社会发展和经济增长进入新时期的背景下,社会住房建设面临的安全性及环保性问题也更为复杂,如何有效发展安全绿色的装配式建筑,成为建筑产业不断革新的重要方向。中建科技自主研发的预制混凝土柱钢梁组合结构,两层一节柱贯通设计,竖向结构构件通过高位灌浆进行连接,钢梁和预制柱通过高强螺栓进行连接并做灌浆密封;楼板采用预制预应力钢管桁架叠合板免支撑工艺,外墙采用双层ALC轻质条板,采用全装配式工艺,打造免模免支撑的效果。作为国内新型工业化建筑结构体系(RCS节点)能够有效达到快速建造、质量优良、节约能源、同时起到示范带动的效果。

关键词:贯通型预制混凝土柱钢梁结构;高位灌浆;高强螺栓;免模免支撑;新型建筑工业化

引言

建筑工业化最早由西方国家提出,新型的预制装配式建造方式带来了显著提高的生产效率,随后美国、日本、前苏联、中国及新加坡等国家也相继致力于建筑工业化的研究与发展^[1]。20世纪60年代至80年代是我国装配式建筑的持续发展期,尤其是从70年代后期开始,我国多种装配式建筑体系得到了快速的发展^[2-3]。

1 绪论

1.1 我国新型工业化建筑体系发展

随着我国经济逐渐转向高质量发展阶段,更加注重绿色发展。建筑业的高污染高浪费越来越不符合高质量的发展要求。在施工进度上,装配式的建造周期比现浇结构明显缩短,大约是传统现浇工期的75%。因此,装配式建筑在成本、质量以及施工上都具有不可替代的优势,是建筑业的变革方向和实现绿色化发展的有效途径^[6]。

1.2 新型工业化建筑体系实施探索

在贯通型预制混凝土柱钢梁结构体系中,目前有预制混凝土管组合方柱、钢梁贯通式预制混凝土框架梁两种节点做法^[7-8],而中建科技自主研发的新型(RCS)节点做法在所承接的项目中进行了实施。该结构体系,运用了新型RCS节点,制作出两层一柱的设计做法,每根贯通型预制混凝土柱高度为9.6m,重量为8.4t。板面采用钢

管桁架预应力混凝土板及钢筋桁架楼承板以及预制悬挑板、预制女儿墙等预制构件,打造全装配式结构。

2 新型结构的设计思路

2.1 新型结构的框架设计

预制混凝土柱-钢梁混合结构与传统混凝土或者钢结构框架相比,该体系充分利用预制混凝土柱和组合钢梁各自的受力性能,有效发挥混凝土受压、刚度大,钢结构受拉并便于螺栓装配的材料特性。钢筋混凝土柱替代钢柱,增加结构整体刚度,避免梁柱节点现场焊接;钢梁替代大跨度混凝土梁,有效减少混凝土梁高并减轻自重,且提高装配效率和效益。两者结合能够加快施工进度,降低工程成本^[7]。

主体结构RCS节点中的高强螺栓-端板梁柱节点通过ABAQUS计算,高强螺栓的Mises应力最大,不过仅达到其屈服荷载的2/3,其次是连接端板的Mises应力,混凝土柱的Mises应力最小,柱中钢筋和核心区钢箍板的Mises应力水平较低,总体而言,设计梁柱节点中连接核心区的各组成部件均未达到屈服荷载,整体处于弹性工作状态,节点核心区的承载力和变形能够满足相关规范的设计限值要求^[8-9]。

高强螺栓-端板连接的柱贯通型混合节点受力安全,设计合理,安全系数高。因此竖向构件采用RCS节点制作成“两层一节”的预制混凝土钢柱。

混凝土预制柱采用两层一节柱在工厂进行预制,钢梁和混凝土柱通过高强螺栓进行连接,此连接节点属于柱贯通框架结构体系。设计中,在预制柱身增加5mm厚钢套箍,钢套箍中定位好贯穿高强长螺栓的钢套管,混凝土预制柱的配筋正常绑扎,浇筑成型后运抵现场进行安装;钢梁在钢结构厂家按照图纸尺寸进行加工,不同

作者简介:王润宇(1998-),男,学士学位,本科,助理工程师。

通讯地址:上海市浦东新区长清北路51号中铝大厦8楼(200126)。

电子邮箱:434849938@qq.com

基金项目:2023年江苏省省级城乡建设发展专项资金(绿色建筑)

之处在钢梁端部和混凝土柱连接处增加30mm厚的钢板作为端板,端板上预先钻孔,位置同混凝土柱预留钢套管重叠,现场混凝土柱安装完成后,将钢梁吊装就位,钢端板预留孔和混凝土柱预留钢套管重叠时,将高强长螺栓贯穿混凝土柱和钢梁端板,实现梁柱的可靠连接。梁与柱连接依靠钢梁端部焊接端板,紧贴于柱表面,横向以高强长螺栓连接,拧紧螺帽施加预应力。梁端弯矩靠高强长螺栓传递,梁端靠压摩擦抗剪。

2.2 新型结构的板面设计

板面采用钢管桁架预应力混凝土叠合板,以钢管桁架预应力混凝土薄板为底板,螺旋肋消除应力钢丝为预应力筋,灌浆钢管为上弦杆,现场在板顶后浇混凝土叠合层形成的整体单跨或多跨连续双向叠合板。

2.3 新型结构的外墙设计

新型结构的外墙采用双层蒸压加气混凝土(ALC)墙板,在两块ALC板材之前塞入保温岩棉达到新型结构体的保温效果。因此该新型结构体系内外墙设计采用超长、超重ALC板,外墙ALC板采用双层,内隔墙采用单层。ALC外墙施工时,外侧采用角钢及勾头螺栓进行固定,两侧采用管卡进行连接。

3 新型结构的施工工艺

3.1 贯通型预制混凝土柱吊装工艺

贯通型预制混凝土柱采用两层一节形式,单根柱的高度为9.6m,整体重量达8.4t。在无架体、无操作平台等施工措施的情况下,采用常规吊装方式吊钩拆除较困难,将严重制约吊装进度。因此选用“佩克COLIFT起吊系统”以做到自动脱钩吊装的工艺,同提高吊装速度,降低吊装安全风险。

3.2 贯通型预制混凝土柱灌浆工艺

灌浆采用集中灌浆技术,在预制构件内预埋集中灌浆管,管口一端置于竖向钢筋套筒群的底部连通腔内,管口另一端开口于预制构件表面高于竖向钢筋套筒排浆口的位置。现场灌浆施工时,灌浆料拌合物从集中灌浆管高处开口处注入,通过底部连通腔注满每个竖向钢筋套筒并从排浆口平稳流出。

3.3 其他预制构件节点处理工艺

悬挑板节点处理:为了将预制柱上螺栓进行隐蔽,在悬挑板与预制柱交界处留出约10cm洞口。洞口采用吊模工艺进行施工,在楼板面放置直径20以上的螺纹钢,与楼板底部模板采用铁丝进行连接。浇筑混凝土时在悬

挑板凹槽处周边30-50mm处进行凿毛处理,悬挑板侧边剔成上大下小的倒锥台型,浇筑混凝土前进行混凝土渣清理,清理干净后方与面层混凝土一同浇筑。

女儿墙节点处理:女儿墙竖向逢两侧采用结构胶密封,中间采用灌浆料填实。(或者采用20厚聚苯板封堵,封堵后进行灌浆,关灌浆完成后进行抗裂砂浆施工)。

边模节点处理:钢结构中边模采用与底板相同的材质,安装时要根据不同的型号规格分别拉线进行控制;安装时,将边模板贴紧钢梁,利用钢筋一端与铆钉进行点焊,另一端每隔300mm与边模板点焊,点焊的焊缝线与高应确保边模板固定牢固。施工完毕后,全面检查,确保无渗漏现象。

PKIII板节点处理:两块PK板安装时可能会出现轻微缝隙,可采用双面胶进行粘接,防止混凝土浇筑渗漏。

4 总结

作为一种新型的工业化建筑结构体系,全装配式结构以及由钢筋混凝土柱与钢梁组成的新型混合框架结构体系(RCS)节点的应用展现的我国在工业化建筑上面的探索。全结构的免模免支撑,将装配式的优势完美展现。

参考文献

- [1]贺灵童,陈艳.建筑工业化的现在与未来[J].工程质量,2013,31(2):1-8.
- [2]黄小坤,田春雨.预制装配式混凝土结构研究[J].住宅产业,2010(9):28-32.
- [3]蒋勤俭,国内外装配式混凝土建筑发展综述[J].建筑技术,2010,41(12):1074-1077.
- [4]王帅宇,新型装配式钢桁架高层结构体系的理论分析及试验研究[D].太原:太原理工大学,2021.
- [5]杨建江,郝志军.钢梁-钢筋混凝土柱节点在低周反复荷载作用下受力性能的试验研究[J].建筑结构,2001(7):35-38+42.
- [6]李云涛.混凝土柱-钢梁梁贯穿型节点受力性能研究[D].武汉:武汉理工大学,2007.
- [7]申红侠,顾强.钢梁-钢筋混凝土柱梁柱中节点非线性有限元模拟[J].工程力学,2009,26(01):37-42+48.
- [8]门进杰,郭智峰,史庆轩,等.钢筋混凝土柱-腹板贯通型钢梁混合框架中节点抗震性能试验研究[J].建筑结构学报,2014,35(08):72-79.
- [9]伍云天,明亮,肖岩,等.装配式钢梁-预制柱组合框架抗震性能试验研究[J].建筑结构,2013,43(09):66-71.