

浅谈高层组合结构设计、施工与监测技术

孟军涛

(中建三局西北公司 陕西 710065)

摘要:近年来,在高层、超高层建筑中越来越多地采用钢-混凝土混合结构体系,并且在高烈度地震区也开始应用。结构体系中,节点对保证结构的安全性十分重要。本文结合具体工程,简要论述了钢-混凝土结构体系设计选型要点、计算理论,施工要点,施工过程检测等内容,旨在保证结构安全,优质、快速、便捷顺利实施工程建设。随着国家西部大开发政策的进一步推进落实,西北地区将会有越来越多的高层、超高层建筑拔地而起,钢-混凝土混合结构体系的应用将越来越广泛,本文所述内容可以为同类工程的建设所借鉴。

关键词:型钢混凝土混合结构 梁柱节点 优化节点 测量监控

前言

随着高层、超高层建筑的发展,钢-混凝土组合结构体系,特别是外部钢框架、内部混凝土核心筒组合结构,大量用于我国的高层建筑特别是超高层建筑中,如上海的金贸大厦、静安希尔顿饭店、深圳地王大厦、大连云山大厦、天津的云顶花园等。这种结构体系兼有钢结构施工速度快和混凝土结构刚度大、成本低的优点。与全钢结构相比,节省型钢、减少防火处理、减小钢框架现场焊接工作增加了施工速度;型钢混凝土组合结构梁柱节点抗震性能好、减轻施工难度及降低工程造价等特点;与混凝土结构相比,减轻结构自重、节约基础造价、加快施工速度等优点,随着国家西部大开发政策的推进落实,西北地区将会有越来越多的高层、超高层建筑拔地而起,钢-混凝土混合结构体系的应用将越来越广泛。

1 结构设计

曲江文化大厦项目位于西安市曲江新区,是西安市重点工程,地下两层,地上25层。本工程地下室长为104.800m,宽为70.1m,地下一层层高为6.6m,地

下二层层高为5.2m,一层及以上长、宽均为42m,一层、二层层高为5.0m,三层及三层以上层高为3.9m。结构主要跨度为12.6m。本建筑结构计算采用中国建筑设计研究院编制的PKPM系列软件进行整体建模分析,结构形式为型钢混凝土组合柱-钢筋混凝土剪力墙框筒结构,由于建筑造型要求,外框柱界面不能超过650x650,经过研究分析后采用了钢筋混凝土组合柱,钢材强度采用Q345钢,型钢采用钢板焊接而成。由于梁柱连接采用梁内钢筋穿过型钢进行锚固,见图,为满足梁柱节点部位抗剪承载力,在钢柱上加焊牛腿。

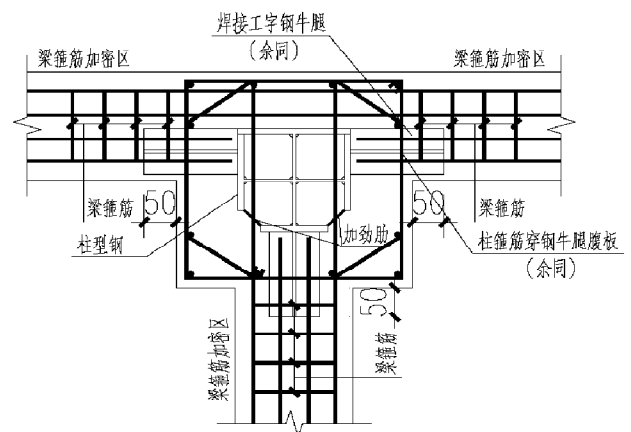


图1 梁柱节点详图

作者简介:孟军涛 高级工程师

收稿日期:2012年1月

2 施工技术

2.1 工程概况

曲江文化大厦工程总建筑面积为59835m²,典型柱网为8.4m×8.4m。型钢混凝土组合柱共有42根,截面形式为正方形,柱截面尺寸为650mm×650mm。型钢柱截面形式为十字型。材质均为Q345B,板厚30,最大单层柱重量约2t。柱主筋直径主要为25mm,穿型钢柱的梁筋直径为25mm。混凝土采用C50商品混凝土浇筑。

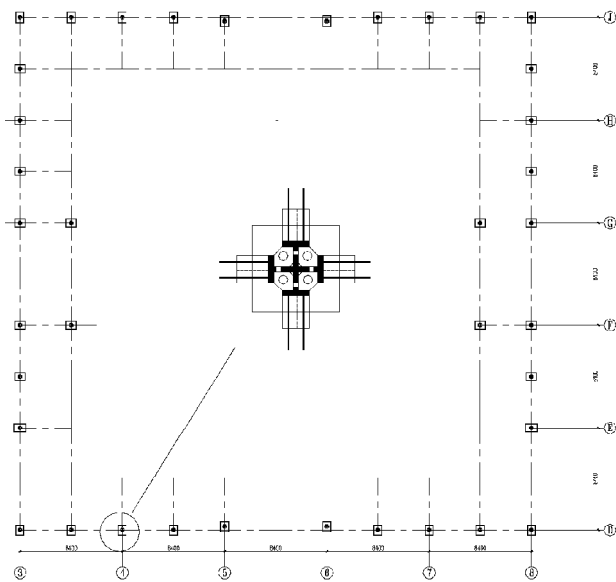


图2 曲江文化大厦劲性柱平面布置图

2.2 技术特点及工艺流程

2.2.1 技术特点

(1)施工前在现场做1:1模拟样板,优化钢筋配筋、梁柱节点。

(2)施工过程中利用全站仪控制型钢柱的垂直度。

(3)根据框架梁纵筋分布提前精确确定型钢柱钢筋穿孔尺寸及位置,在型钢柱制作时留设穿筋孔,穿筋孔根据《型钢钢筋混凝土组合结构构造04SG523》图集中穿孔预留孔洞表进行预留。

(4)为避免增加型钢翼缘及腹板穿孔,减小型钢截面面积,位于型钢两侧的钢筋绕过型钢。节点示意图

下图:

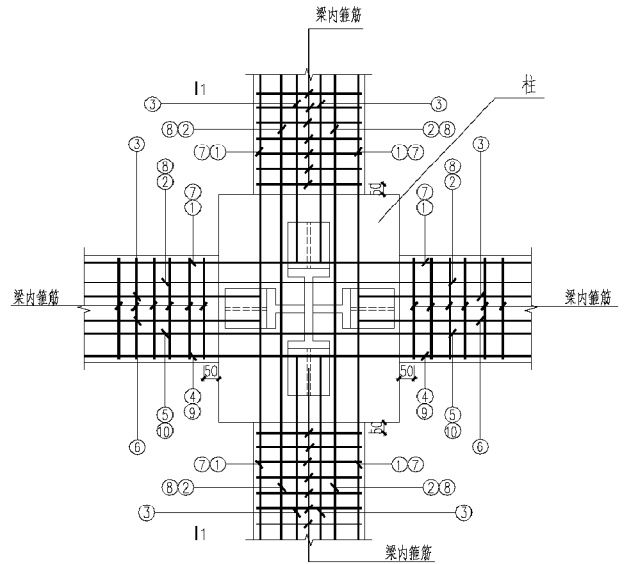


图3 型钢柱与混凝土梁节点连接示意图

(5)优化模板设计,在不采用穿柱对拉螺栓的情况下保证柱混凝土截面尺寸和外观效果。

(6)异形箍筋采用定型模具进行加工,接口处采用10d单面焊接成型,方便施工操作。

3.2.2 工艺流程

绑扎底板钢筋、安装钢柱柱脚螺栓埋件→浇筑底板混凝土→型钢柱安装与校正→固定柱脚、灌注高强无收缩灌浆料型钢混凝土柱钢筋绑扎→安装型钢混凝土柱模板→浇筑竖向结构混凝土→拆除竖向结构模板支设顶板梁模板叶穿型钢柱的梁钢筋绑扎→顶板梁混凝土浇筑→安装下一节型钢柱。

2.2.3 施工方法

(1)预埋件安装固定方法

主楼框架柱型钢柱预埋螺栓在承台钢筋绑扎完成后进行固定预埋,正负零以上地脚螺栓预埋在钢梁上。

(2)预埋件的定位

由于先绑扎承台钢筋后放固定螺栓支架,因此所有的预埋件控制中心线的控制点均要在地面上做好,并用油漆等做出明确的标识,以便有基准点可以测设

定位。

在地面上按照平面控制轴线,从两个方向进行控制网布设,然后用两台经纬仪从两个方向控制锚栓固定样板中心线,锚栓固定样板需要在加工厂打好两个方向上的样冲眼,以便安装定位;同时在基坑内做出标高控制点,以控制锚栓的高度,从而保证了锚栓的位置及标高的准确。

(3)埋件的安装

承台梁钢筋绑扎完之后,通过控制点放出埋件位置,将锚栓分根插入承台钢筋内,同时放入调节螺母和固定样板,通过线坠、水准仪、固定样板调整埋件的位置,最后用线坠和水准仪调整埋件位置。

(4)预埋件的保护

埋件调整验收后,在埋件上涂黄油并包上油纸,外面再用胶带缠牛皮纸或塑料布保护。在浇筑承台混凝土前再次复核,确认其位置及标高准确、固定牢固后方可进行浇筑工序。混凝土浇筑时,沿埋件两侧同时浇筑、同时振捣,防止埋件产生位移,混凝土浇筑完成之后,及时进行二次复核,确保埋件位置准确。在后续施工时对地脚螺栓采取严格的保护措施,严禁碰撞和损坏;在钢柱安装前要将螺纹清理干净,对已损伤的螺牙要进行修复。

(5)第一节型钢柱安装

第一节钢柱与柱脚埋件采用地脚螺栓连接。首先将60mm厚锚板用螺栓固定于地梁上表面,与地梁上表面间留置60mm高的缝隙并用铁楔找平,架设经纬仪,调整花篮螺栓进行垂直度校正,并对称紧固地脚螺栓螺母。再将带靴板的钢柱采用坡口全熔透焊的方法焊于锚板上。

(6)柱脚灌浆料的施工

钢柱锚板与混凝土承台上平间预留的缝隙用CGM高强无收缩灌浆料填充。

用空气压缩机将锚板下杂物吹干净,灌浆前24h,混凝土表面要充分湿润,灌浆前1h要吸干积水。

四周模板采用15mm厚多层板支设,模板与地面缝隙用砂浆封堵,杜绝模板漏浆。模板面距锚板边距离不应小于40mm,模板顶部标高高出锚板上表面50mm。根据锚板与钢筋的位置关系有如下三种支模方式。

锚板与钢筋距离不小于150mm时在钢筋内侧支模;锚板与钢筋距离为100mm时在钢筋外侧支模;

灌浆料配置过程中设专人负责监督检查,对拌制灌浆料的加水量严格按随货提供的产品说明书上的推荐用水量加入,拌合用水采用饮用水。采用专人进行搅拌,先加入2/3的用水量搅拌2min,其后加入剩余用水量继续搅拌至均匀后方可使用。

高强无收缩灌浆料浇筑时,从一侧灌浆,至另一侧溢出并明显高于下表面为止,严禁从两个以上方向轮流浇筑。灌浆料无需振捣,开始灌浆后须连续进行,不能间断。

(7)柱钢筋施工

柱主筋全部为25钢筋,采用直螺纹连接。水平方向设有多肢箍筋组成的箍筋组及拉钩。

主筋的安装与普通钢筋工程相同,但在上部或下部遇有梁时,梁中间部位的筋要穿过在型钢柱上的预留孔洞,梁两侧钢筋绕过型钢柱进行绑扎连接。

箍筋是型钢混凝土组合结构中对混凝土起约束作用的重要钢筋构件,必须保证其完全闭合,并与主筋和架立筋牢固连接。本工程型钢混凝土组合结构柱箍筋的施工难度较大,须与主筋安装穿插进行。

柱箍筋由矩形箍筋、菱形箍筋和拉结筋组成,由于柱子架立筋与主筋两者之间连接采用的矩形箍筋与菱形箍筋受到型钢表面布满的剪力钉阻挡下套难度大,后经过改良,根据等肢代换的原理改为拉钩的万方数据形式,保证了施工质量,提高了施工速度。

由于菱形箍筋要求精度高,不允许有偏差,施工难度大,通过研究,设置菱形箍筋定型模具弯曲成形,接口处采用搭接10d单面焊接。钢筋加工时严格控制下

料长度和弯折角度,保证成品箍筋安装顺利。

(8)柱模板施工

本工程型钢混凝土组合结构采用镜面木模板,由于型钢柱截面较小,该部位不设置对拉螺栓,采取在柱模板外侧设置 12#槽钢作为柱箍,每隔 450cm 设置一道。

(9)混凝土施工

由于型钢柱部位钢筋密集度很高,合模后不容易掌握里面钢筋情况,合模前混凝土专业工长带领班组操作人员熟悉工作环境,确定型钢柱边缘的振捣位置,并用振捣棒插入振捣位置内,确定是否能够将振捣棒顺利插到墙柱的最底部,如有困难及时会同各工种进行处理,保证合模前各部位能够按计划顺利下放振捣棒。

型钢柱的四角部位,由于箍筋弯钩影响,混凝土下料困难,为此混凝土浇筑前用 D48 钢管对此四角部位进行疏通,直至钢管能够顺利到达柱底部。

对最小截面 $\leq 1\text{m}$ 的型钢混凝土组合柱,沿组合柱四周分别设置 8 处振捣点;对最小截面 $>1\text{m}$ 的型钢混凝土组合柱,振捣点沿组合柱四周均匀布置,间距 300mm。

所有混凝土浇筑部位振捣时间不宜超过 45s,否则容易产生过振现象,使混凝土产生离析,影响混凝土的成品质量。

振捣时间以混凝土表面出现浮浆,不再下沉为止,时间宜为 20 s 左右。

振捣棒不得触及型钢柱、栓钉、模板、钢筋;浇筑时,应设专人看护模板、钢筋有无位移、变形,发现问题及时处理。

(10)框架梁钢筋施工

施工前,每一个梁柱节点均详细翻样,根据不同节点的实际情况对梁筋进行加工。

先穿主梁上层纵向受力钢筋,然后画出箍筋间距按已经画好的间距逐个分开;穿主梁下层纵向受力钢筋及弯起钢筋,并按间距绑扎好箍筋,放主次梁的架力筋;次梁同时配合跟进施工,将架立筋与箍筋绑扎牢固。

梁的箍筋应与梁主筋垂直放置,箍筋弯钩叠合处应沿受力钢筋方向错开放置。

梁上部纵筋的箍筋在叠合处的弯钩,在梁中应交错绑扎。

梁端第一个箍筋要设置在距离柱边 50mm。一级抗震框架梁箍筋沿梁方向全长加密。

3 施工体会

经过本工程的施工实践,为了保证该项技术具有科学性、合理性和可操作性,需要重点控制以下几个方面:

(1)加强型钢的工厂化加工,对垂直度、平整度、孔洞位置等偏差严格把关;

(2)型钢加工前与土建施工图进行核对,确保型钢上的孔洞留置准确;

(3)优化梁柱节点,根据实际情况提前对梁钢筋进行加工,确保梁钢筋能够准确穿过或绕过型钢柱。

(4)加强土建与钢结构配合工作,并形成交接检查记录。

参考文献

- [1] 《04SG523 型钢混凝土组合结构构造》
- [2] 白国良、王智飞、李晓文《型钢混凝土混合结构梁墙节点抗震性能研究》期刊号 0367—6234(2007)增刊 2—0388—04
- [3] 中华人民共和国行业标准《型钢混凝土组合结构技术规程》(JGJ 138—2001)