

基于BIM技术的核心筒复杂型钢混凝土梁柱节点优化应用

孙敏洁

湖南都市职业学院建筑工程系

摘要：型钢混凝土结构是组合结构的一种主要形式，其梁柱节点的处理该结构类型施工的主要重难点。尤其是在此类结构的核心筒体系中，常常出现更为复杂的梁柱节点。文章基于实际工程，利用BIM技术并研究了两种核心筒中较为复杂的型钢混凝土梁柱节点的优化问题，达到了保证施工质量、提高现场施工效率的目的。

关键词：核心筒；型钢混凝土；梁柱节点优化；BIM技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.07.027

引言

型钢混凝土结构是在混凝土内部配置型钢和钢筋的结构，是组合结构的主要形式之一，具有承载能力高、结构构件尺寸相对混凝土结构较小、刚度大、延性好、耐火性好及抗震性能优良等优点，已经被越来越广泛的应用在高层、超高层及大跨度结构中^[1-7]。其中钢框架-混凝土核心筒结构体系就是型钢混凝土结构的一种应用，该种结构体系对水平作用以及竖向荷载有更强的承受能力，但其施工节点也相对更加复杂。

本文主要以工程实例为基础，以加快现场施工进度、保证施工质量为目的，利用BIM技术并研究钢框架-混凝土核心筒结构体系中复杂梁柱节点的优化问题。

一、工程概况

某工程一单体采用“漂浮办公”设计理念，工程地下层数为4层，地下室结构形式为“型钢混凝土柱+钢筋混凝土梁板结构”，地上9层，其中1~6层为钢框架结构，7~9层为漂浮办公，采用巨型空腹式桁架结构直接由下方10个钢核心筒进行支撑，四周最大悬挑跨度达11.2 m。（核心筒平面布置如下图）

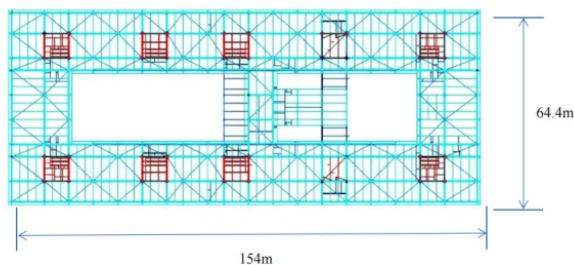


图1 核心筒布置示意图

本单体核心筒体系在地上地下混合结构与纯钢结构交接位置采用型钢混凝土梁，以便上方斜撑能与下方结构进行有效连接，此处梁柱节点十分复杂。

经参建各方多次商议，在《型钢混凝土钢筋排布及构造详图》12SG904-1、《组合结构设计规范》JGJ138-2016、《钢-混凝土组合结构施工规范》GB 50901-2013等现行规范的基础上，将本工程梁柱节点设计做法

确定为焊接直螺纹套筒（连接器）连接节点，本工程大多数梁柱节点采用此节点做法。将至少1/3数量的梁纵筋从柱内型钢两侧绕过，其余梁纵筋与直螺纹进行连接（如下图所示）。

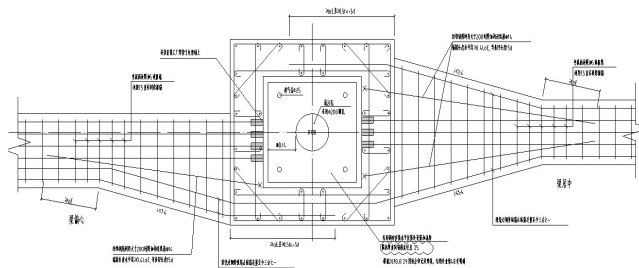


图2 梁柱节点详图2

本做法由于直螺纹套筒须在工厂进行焊接，将极大的减少现场焊接作业量，可加快现场施工进度，同时更加符合绿色施工的环保理念。但直螺纹套筒的位置须提前进行精准排布，也就显著增加了前期钢结构深化设计的工作量，对深化设计精度有了更高的要求。

二、核心筒梁柱节点形式及施工难点分析

（一）核心筒梁柱节点形式

以其42~43轴交T~U轴的1号核心筒为例，其设计剖面形式如下图所示：

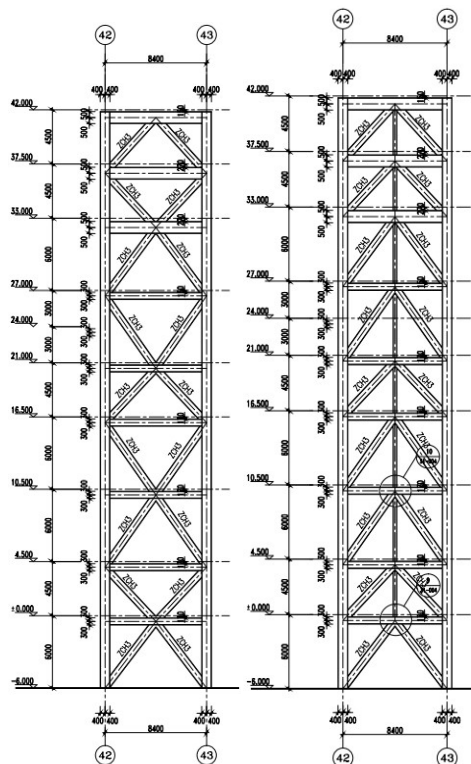


图3 1号核心筒立面图

本工程地下室大多采用“钢筋混凝土梁板+型钢混凝土柱”的形式，但由于核心筒地上纯钢结构和地下室混合结构交界位置存在斜撑，其下方梁柱节点位置需要钢梁进行连接，故交接位置梁采用了型钢混凝土梁，型钢混凝土梁及核心筒连梁等构件在此交叉重叠。

(二) 核心筒梁柱节点施工难点分析

根据本工程核心筒的梁柱节点形式，利用revit建立模型进行放样，发现型钢混凝土梁上部纵筋及部分箍筋会与核心筒斜撑发生碰撞（详见下图），且在该梁在部分区域与核心筒剪力墙连梁重合，钢筋更密集，节点更为复杂，均需进行优化方可进行现场施工。

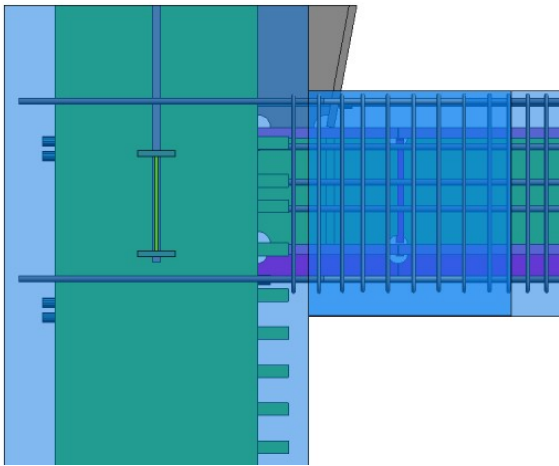


图4 钢筋碰撞检查示意图

三、BIM在核心筒钢筋混凝土梁柱节点优化及施工中的应用

通过对核心筒梁柱节点模型进行分析发现，该位置梁有两种情况，一种为仅有型钢混凝土梁，另一种情况为还存在核心筒剪力墙内的混凝土连梁与型钢混凝土梁的位置重合，该节点优化主要有两种思路：

(一) 优化型钢混凝土梁钢筋与钢结构的连接方式

考虑到仅有型钢混凝土梁的情况下，梁面筋仅为4C25，其配筋如下图所示，其中外侧一根面筋需从柱内型钢外侧绕过，内侧一根面筋可直接连接与柱内型钢翼缘套筒上，另两根则须与斜撑相连。

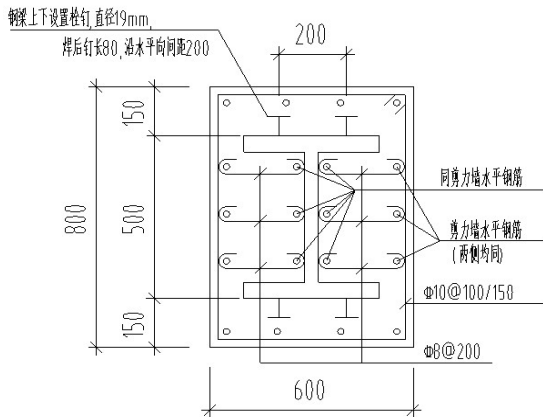


图5 型钢混凝土暗框梁横截面图

根据以上思路，在与建设单位、设计单位沟通，并经设计单位复核后，对该梁柱节点位置及斜撑节点进行局部加强（增设加劲板等），将该型钢混凝土面筋的中间两根端部通过套筒焊接于斜撑根部位置，具体优化后做法模型如下图所示：

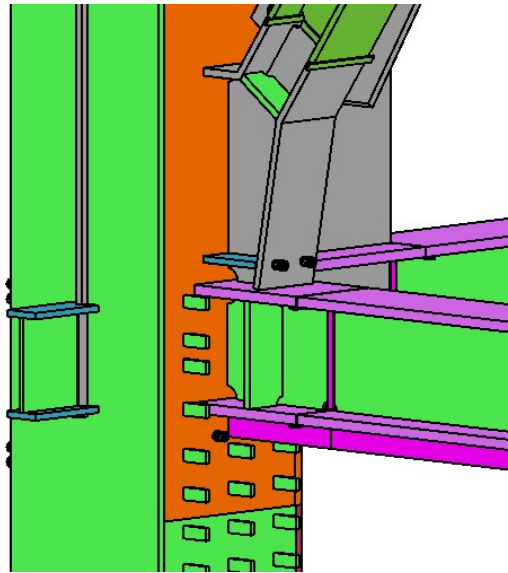


图6 核心筒梁柱节点做法1

面筋及底筋中位于核心筒外侧的一根纵筋从梁外侧的加腋处绕过，剩余纵筋连接与直螺纹套筒上，与斜撑交叉箍筋焊接于加劲板上，利用revit建立钢筋放样模型：

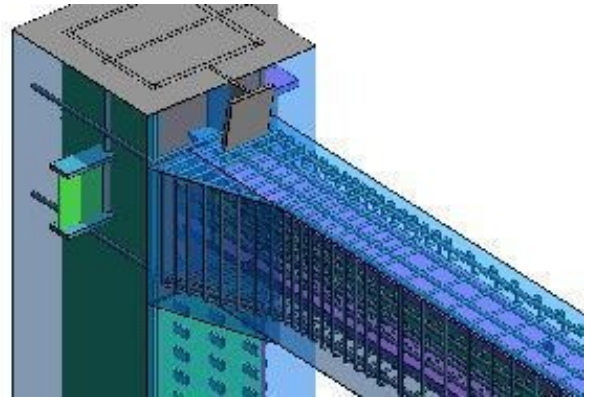


图7 核心筒梁柱节点钢筋放样示意图1

(二) 优化斜撑与梁柱节点的连接方式

在连梁与型钢混凝土梁重叠位置，钢筋相对更密，其断面详图如下：

由于连梁配筋面筋最多为10C25，须与斜撑连接钢筋数量较多，连接空间不够且将挤占混凝土浇筑时的空间，不利于混凝土浇筑密实。

故拟优化斜撑与梁柱节点的连接方式，经与设计单位反复沟通及复核后，将该斜撑连接节点改为插板形式，该形式斜撑可避开所有梁纵筋，满足了连接要求，具体优化后做法模型如下图所示：

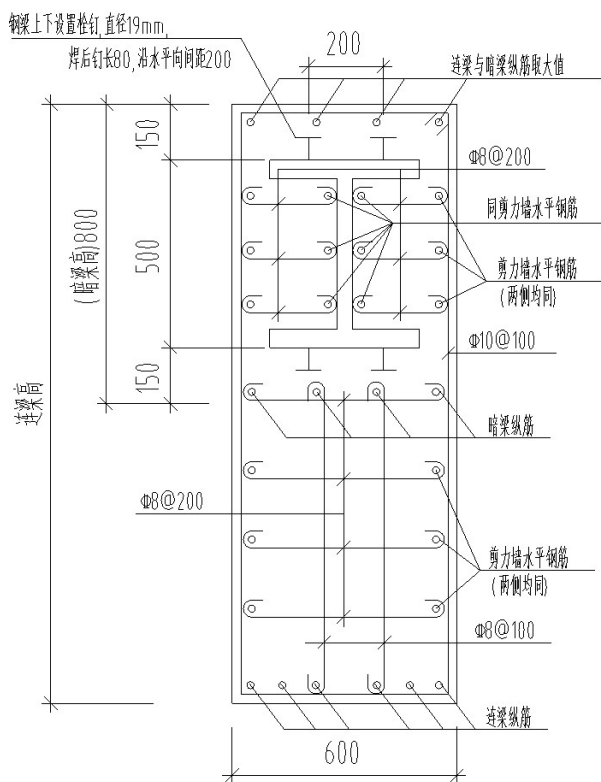


图8 连梁与暗框梁重合处横截面图

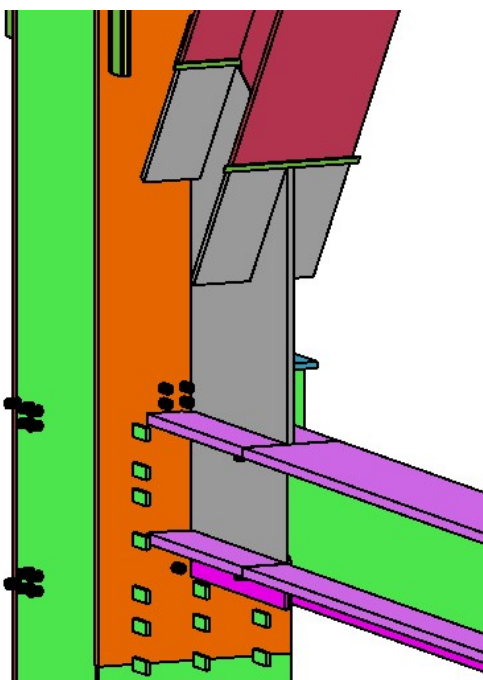


图9 核心筒梁柱节点做法2

每排纵筋位于核心筒外侧的一根纵筋仍从梁外侧的加腋处绕过，剩余纵筋直接连接在焊接于型钢柱的直螺纹套筒上，与斜撑交叉箍筋焊接于斜撑插板上，利用revit建立钢筋放样模型：

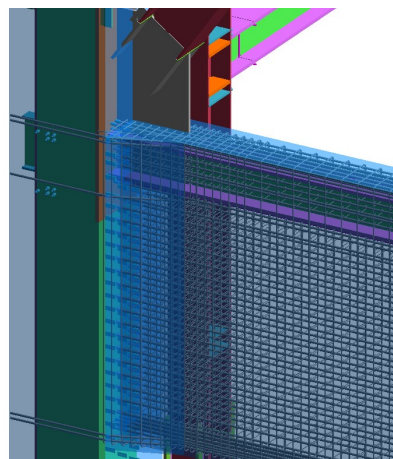


图10 核心筒梁柱节点钢筋放样示意图2

四、结语

(一) 在钢混结构中，特别是钢混结构核心筒体系钢结构与混凝土结构交界位置常常会出现极为复杂的梁柱节点，这些节点不但受力情况多样，而且施工困难。

(二) BIM技术对于此类复杂型钢混凝土梁柱节点的施工优化有较好的适用性。在该工程实例中，BIM技术较好的解决了型钢与钢筋的碰撞，减少了施工是梁柱节点钢筋的绑扎难度，同时显著增加了梁柱节点的混凝土浇筑空间，可以更好的保证混凝土浇筑的质量。

(三) 在工程实例中证明了BIM技术可以提高核心筒复杂型钢混凝土梁柱节点的施工效率和施工质量，并很好的契合当前施工行业精细化、数字化、智能化的发展趋势，可在此类工程建设中推广。

参考文献

- [1] 夏兆阳, 李元, 王文渊, 等. BIM技术在复杂钢混节点优化中的应用研究[J]. 施工技术, 2021, 50(18): 115-117.
- [2] 阮新伟, 郭中华, 田仲伟. 钢框架-混凝土核心筒结构体系在高层钢结构住宅中的应用[J]. 建筑技术, 2016, 47(12): 1078-1079.
- [3] 任泽民, 吕超, 乔金丽, 等. 基于BIM技术的型钢混凝土结构施工优化研究应用[J]. 河北工业大学学报, 2017, 46(4): 80-84.
- [4] 吴刚, 冯德成. 装配式混凝土框架节点基本性能研究进展[J]. 建筑结构学报, 2018, 39(02): 1-16.
- [5] 薛建阳, 赵鸿铁, 杨勇. 型钢混凝土节点抗震性能及构造方法[J]. 世界地震工程, 2002(02): 61-64
- [6] 陈丽华, 李爱群, 赵玲. 型钢混凝土梁柱节点的研究现状[J]. 工业建筑, 2005(01): 56-58+36
- [7] 王大纲, 林皓璿, 孙敏洁. 基于BIM技术的型钢混凝土梁柱节点优化研究[J]. 城镇建设, 2021(17): 87-89.
- [8] 高翊轩, 杨振宇. 基于BIM对型钢混凝土梁柱节点施工优化[J]. 中国高新技术企业, 2017(9): 27-28.

作者简介: 孙敏洁(1991—), 女, 浙江嘉兴人, 讲师, 硕士。研究方向: 建筑工程。