

Design of Steel Reinforced Concrete Composite Structure Joints

Tiedong Wang

Liaoning Provincial Transportation Planning and Design Institute Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110166, China

Abstract

Nowadays, with the continuous improvement of China's economic level and scientific and technological level, the overall national strength of the whole country has been significantly improved. The rapid development of the construction industry has led to a wide range of architectural forms. For the current construction projects, the reinforced concrete structure is mainly used to realize the building use function and provide the guarantee of engineering reliability. Compared with reinforced concrete structures, the steel-concrete composite structure has strong bearing capacity and good ductility. Therefore, it is necessary to make more detailed node design research and analysis.

Keywords

steel reinforced concrete composite structure; element type; node core area; reinforced concrete; node design

型钢混凝土组合结构节点设计

王铁东

辽宁省交通规划设计院有限责任公司, 中国·辽宁 沈阳 110166

摘要

现如今随着中国经济水平和科学技术水平的不断提高, 整个国家的综合国力得到了明显的提升, 建筑行业快速的发展使得各式各样的建筑结构形式受到了广泛的关注。就现阶段的项目来说, 主要利用钢筋混凝土结构来实现建筑使用功能并提供工程可靠性的保障。而型钢混凝土组合结构相对于钢筋混凝土结构而言, 相应的承载能力强、延展性也非常好, 因此对其做出更详细的节点设计研究和分析非常具有必要性。

关键词

型钢混凝土组合结构; 单元类型; 节点核心区; 钢筋混凝土; 节点设计

1 引言

对于房屋建筑工程来说, 其结构的可靠性、适用性与建筑质量息息相关, 这说明房屋建筑结构类型选择不仅仅是建筑设计的一种关键构成要素, 也是社会工程技术高速发展的体现。而型钢混凝土组合结构作为越来越常见的房屋建筑结构, 其施工精度要求较高, 往往会遇到埋入式钢柱脚垂直度调整及型钢柱阻碍钢筋穿插的现象。为了能够充分保证成本效益及施工质量, 最大化解决施工中遇到的问题, 就需要在型钢混凝土结构深化设计的过程中, 及时优化节点设计以保证施工质量。

2 型钢混凝土组合结构的特点及应用

在中国共产党的十八大召开以后, 中国对于社会基础设

施的建设和居民民生建设的重视程度不断提高, 而且就现阶段中国经济社会来讲, 建筑业是明显标志着中国城市建设水平发展的重要行业。中国原有的建设过程中, 很多传统的建筑大多数是以砖混结构为基础进行建设的, 近几十年兴起的混凝土材料技术和钢筋有效地共同工作并结合在一起形成的钢筋混凝土结构使建筑的可靠性显著提高。特别是型钢混凝土组合结构的使用, 为处在高烈度区的建筑及复杂的高层建筑等工程质量提供了有力保障。型钢混凝土组合结构是把型钢埋入钢筋混凝土中的一种结构型式。由于在钢筋混凝土中增加了型钢, 型钢以其固有的特性以及型钢、钢筋、混凝土结合工作使型钢混凝土结构具备了比传统的钢筋混凝土结构承载力大、刚度大、抗震性能好的优点。与钢结构相比, 具有防火性能好, 结构局部和整体稳定性好, 节省钢材的优点。

在型钢混凝土组合结构的实际应用过程中,所采取的型钢可以是直接轧制而成的一体化钢构件、也可以是通过后期焊接在一起的拼贴式钢构件。此外,由于在不同类型的建筑工程中,考虑其相应的承载力不同、具体用途不同等情况,根据型钢配置的形式可以将型钢混凝土组合结构分为两种具体的类型,第一种是实腹式型钢,又可以细分为工字钢、槽钢、H型钢等类型;第二种则是空腹式型钢,主要是由角钢构成的空间桁架式骨架,其内部是空心的,但是承载能力并不比实腹式型钢差^[1]。

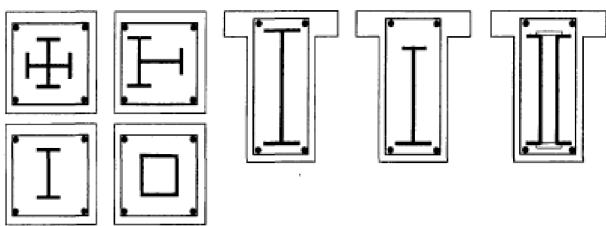


图1 不同形式配钢的型钢混凝土柱、梁构件截面图

2.1 受力合理,充分利用材料特性

型钢混凝土组合结构的应用完全利用了混凝土的抗压性能和钢材的抗拉性能,使得钢筋混凝土和型钢高效地结合在一起,不仅仅具有较高的承载能力,而且在长时间的使用过程中,保证建筑使用功能良好。这是由于在型钢混凝土组合结构外包的混凝土所产生的约束性很强,能够有效地避免型钢的局部屈曲现象出现;而型钢混凝土组合结构骨架和箍筋附近的混凝土处于三向受压状态中,被约束的混凝土具有很好的强度及延性表现,并有效减小梁截面高度,在建筑或工艺限制梁高的情况下特别有利,最终有效地避免了“肥梁胖柱”的问题出现^[2]。

2.2 刚度大,抗震性能好

在一般的民用建筑中,钢梁截面往往由刚度控制,而型钢混凝土组合梁由于钢梁与混凝土共同工作,大大地增强了梁的刚度,进一步提升了结构构件的稳定性和抗震性能。而且型钢混凝土组合结构还具有更大的侧向刚度和阻尼,有利于控制型钢混凝土组合结构的变形和振动,提高了建筑的使用舒适性。

2.3 良好的经济效益

我们将型钢混凝土组合结构和全钢结构进行对比可以发

现,在进行同一结构搭建的过程中,型钢混凝土组合结构只用了全钢结构所用的钢材的三分之一,这对降低造价非常有利。就比较传统的钢结构来说,如果没有做好前期护理、在使用的时候也没有做好及时的养护,就会由于外部环境的变化出现一定程度上的锈蚀,防火性能降低,后期需要维护和修理则需要更多的投入。而型钢混凝土组合结构由于在钢骨外包裹混凝土,使得钢骨的抗腐蚀及耐火性能有很大提高,所采用的混凝土的长和宽仅比内部型钢的各大50mm便可大大提高型钢的耐火极限^[3]。型钢混凝土组合结构相对混凝土结构来说所使用的构件截面小,相应的自重轻,使得房屋建筑空间在视觉上得到了放大,从而更加方便建筑内部的灵活布置^[4]。

2.4 施工方便,施工周期较短

型钢混凝土组合结构在施工安装的过程中,由于梁柱型钢骨架本身形成了一个高强度、大刚度的稳定性结构体系,在进行混凝土浇筑的过程中便不再需要进行基本结构的建立,将型钢混凝土组合结构作为挂模、滑模的骨架,省了很多施工工序,而且节省了模板的支撑并使得整个施工过程更加偏向于资源集约化的方向发展。型钢混凝土结构钢中的钢骨架大多可采用工厂预制现场拼接的施工方法,节省了大量的施工时间。

综上所述,相对于比较纯粹的钢结构或钢筋混凝土而言,型钢混凝土组合结构的优点比较显著,因此在世界范围内得到了公认和大量的使用。尤其是在一些多地震的地区,如果房屋建筑的结构承载能力差或延性不足,很容易发生严重地震危害,最终影响到使用者的生命和财产安全。型钢混凝土组合结构的出现使得房屋建筑的抗震能力得到了合理的保障,而使这个保障能够发挥作用的关键在于梁柱节点、柱脚节点等节点设计,因此结合实际施工的情况进行型钢混凝土组合结构的节点优化设计非常有意义。

3 工程概况

本文以某万达广场工程地面以上的1-3号楼为主要研究对象,其中地下2-4层为型钢混凝土组合结构,其中十字形钢柱的最大截面尺寸为700mm×700mm×34mm×36mm,H型钢梁最大截面尺寸为1700mm×200mm×48mm×48mm,所采取的钢板材质为Q345B。在进行结构设计时,比较复杂

的型钢混凝土组合结构节点有2处,1处位于转换层,1处位于地下室。

4 型钢混凝土组合结构节点设计

4.1 柱脚节点

在民用建筑工程中,柱脚形式一般都会采取埋入式,因为这样做能够使得柱脚的嵌入和固定比较合理。但是在本文所研究的建筑工程中,结合地质情况的复杂性和施工的难易程度,最终决定将埋入式柱脚直接搁置在基础结构顶板之上,减少了彼此之间相互作用所带来的不利影响。但需要在相关应力计算的过程中加以注意,并不能够按照型钢混凝土组合结构上部分至地面的距离作为埋入深度计算,而是要将地下室最底层框架柱脚与地面接触的位置为起始点进行计算,才能够满足埋入式柱脚埋置深度不小于3倍型钢柱截面高度的硬性要求^[9]。这样的做法已经满足了型钢混凝土组合结构柱脚的承载力要求,在节点设计时还要按照现场吊装的实际情况,来将柱脚节点设计并处理为铰接形式,具体形态如图所示。

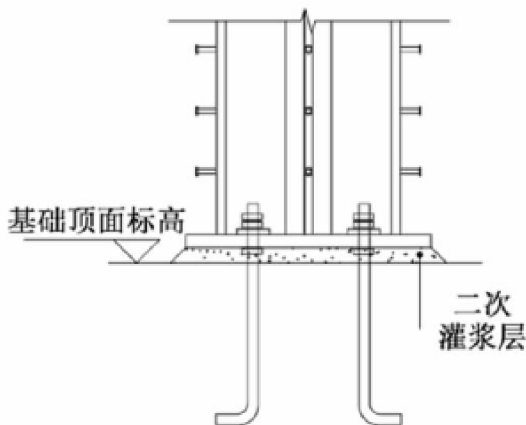


图2 柱脚铰接节点

4.2 柱内箍筋节点

在型钢混凝土组合结构节点内增加箍筋节点主要可以分为两种类型,1是可以把箍筋整体上从型钢混凝土组合结构的外部进行围绕,使得箍筋不会和钢柱发生直接的作用;2是要将箍筋穿过型钢混凝土组合结构型钢梁的腹板,但需要注意的是必须要按照实际需要把箍筋分为5-8段,然后借助电弧焊焊接起来即可。而且要合理控制腹板上孔隙的位置、大小选择,相互之间必须要错开至少一个孔径的距离,才能够使

得箍筋交叉穿过。

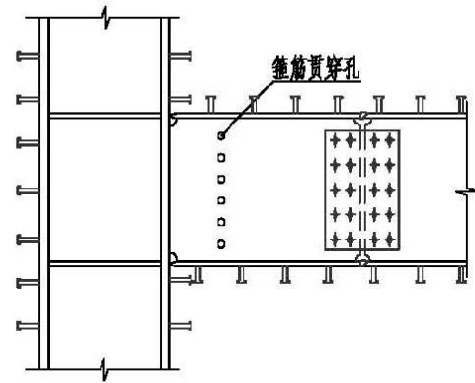


图3 腹板开孔示意图

4.3 钢筋连接板连接

钢筋搭接板连接方式是在型钢柱对应混凝土梁上下纵筋的位置设置连接板,连接时将钢筋焊接在该钢筋连接板上。该连接方式能较好地应对钢筋施工偏差的影响,现场钢筋施工较为方便灵活,有效连接率高,也便于工程变更。因此,钢筋搭接板的连接方式比较受施工单位青睐。其缺点是由于受钢筋搭接长度要求的影响,钢筋连接板的平面尺寸通常比较大,因此在钢筋纵横交错的节点,其它钢筋的绑扎及混凝土的浇筑容易受到影响,延长了箍筋绑扎的时间。同时该连接方式的现场焊接量大于钢筋接驳器连接方式,且容易受施工条件影响,现场焊接质量不易控制。型钢穿孔连接是在型钢柱本体对应混凝土梁上下纵筋的腹板位置开孔,使钢筋贯穿型钢柱截面的连接方式。该方法通常是在工厂加工型钢构件时预先开设穿筋孔,现场施工时直接将钢筋穿过穿筋孔。这种连接方式现场钢筋施工较为方便,梁纵向钢筋不用断开,保证了梁纵向钢筋的贯通锚固,且在工厂加工时构件组拼零件较少,有利于结构安全。但这种连接方式的缺点是腹板开孔位置不易控制,对型钢柱定位和现场钢筋的绑扎等现场施工精度要求较高,受施工误差的影响经常出现现场扩孔、改孔的情况,对型钢构件承载力造成不利影响。此外,若钢板厚度较厚,则开孔的成本较高。同时由于这种方法对型钢板进行开孔,母材的截面强度有一定削弱,当遇到开孔过大或者开孔数量过多时,需要进行截面补强(如《04SG523 型钢混凝土组合结构构造》中对于型钢腹板钢筋穿孔补强板构造的要求),反而可能增加成本。因此,薄板及少量钢筋连接可采用这种连接方式。

4.4 钢筋与翼缘板连接节点

当钢筋和钢柱翼缘板连接的时候,按照相应的规范不能够在直接翼缘板上进行开孔,而是要通过套筒连接或者连接板的处理来代替开孔。单纯地利用套筒进行连接,设计的过程比较简单,只需要放样确定出钢筋位置,实际制作钢柱的过程中直接将套筒焊接其上即可。在本文所研究的过程中则选择了连接板来进行型钢混凝土组合结构节点的设计,当钢筋为单层采取横向连接、当钢筋为双层及双层以上则采用竖向连接。需要注意的是,横向连接所选择的钢筋直径为 $5d$,施工余量为 10mm ;而竖向连接所选择的钢筋层数为 $2n_d$,焊接的时候要按照单层的要求进行处理即可。

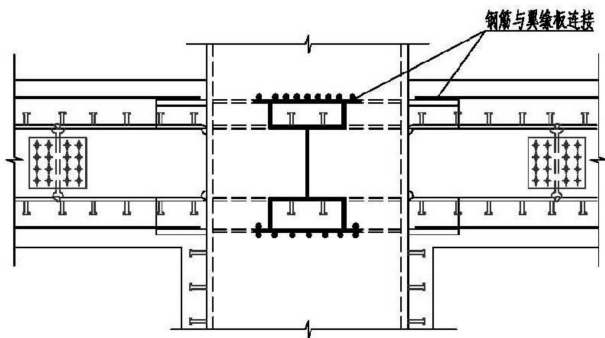


图4 钢筋与翼缘板连接节点示意图

5 结语

随着中国不断改革开放并进入到社会主义现代化建设进程中以后,建筑行业的发展也变得日新月异。在本文所研究的工程中,对型钢混凝土组合结构节点设计结合实际工程情况进行了详细的分析,使得方案被优化、深化,而且还能够满足现场施工的要求,最大化地减少了不必要的人力、财力、物力等资源的浪费,并保证的施工质量。

参考文献

- [1] 曾磊. 型钢高强高性能混凝土框架节点抗震性能及设计计算理论研究 [D]. 西安建筑科技大学, 2008.
- [2] 何业玉. 型钢混凝土梁柱节点抗震性能研究 [D]. 合肥工业大学, 2012.
- [3] 乔国峰. 钢结构柱防火保护设计及造价研究 [D]. 吉林市公安消防支队, 2012.
- [4] 乔越. SRC柱-RC梁组合结构节点有限元分析 [D]. 兰州交通大学, 2016.
- [5] 陶清林. 型钢高强混凝土框架结构多尺度力学性能研究 [D]. 西安建筑科技大学, 2013.