

钢管混凝土柱—钢梁节点类型及优缺点分析

樊召旭 刘鹏 李蒙蒙 栾宏磊 罗阿朋 韩磊 杨宜龙

陕西建工第六建设集团有限公司 陕西 咸阳 712000

摘要: 钢管混凝土柱经常和钢梁连接到一起, 形成了一个有关建筑的组合结构。而节点作为二者之间的传力枢纽, 是构件过程中至关重要的。在钢管混凝土柱—钢梁节点的设计上, 根据受力原理, 结合梁柱的实际情况, 会有许多不同的设计形式, 但是不同种类的钢管混凝土柱—钢梁节点再优缺点问题上是有千秋的, 因此, 需要我们了解不同种类的钢梁节点, 促使在建筑施工过程时能够精准的运用相应的, 保障施工的质量。

关键词: 钢管混凝土柱; 钢梁节点类型; 优缺点分析

节点是能够将梁的内力传递给梁柱的构件, 是连接梁柱构件和钢管混凝土的重要部位。它的设计方式、结构组成以及受力性质都会影响到整个结构整体的工作效率和质量。其是否合理可靠将影响到整个结构的安全性, 因而对节点构造形式的研究和破坏模式、受力机理的分析是研究框架结构受力性能的重要环节。本文就钢管混凝土柱—钢梁节点类型及优缺点进行分析。

1 钢管混凝土节点概述

鉴于钢管混凝土组合结构在工程建设领域具有诸多优势, 因此, 越来越多的钢管混凝土梁柱节点类型出现在了工程项目中。目前, 钢管混凝土柱主要与钢梁、混凝土梁或者组合梁连接而形成不同的梁柱节点形式, 其中我国主要采用钢管混凝土柱—混凝土梁连接节点形式, 相应的研究也较丰富, 而国外主要采用钢管混凝土柱—钢梁连接节点形式。通过不断的科学研究与工程实践, 丰富的节点类型不断被创新设计, 并逐渐被应用到工程建设领域, 包括外环板式节点、内环板式节点、钢梁贯通式节点、腹板贯通式节点、钢梁锚固式节点、栓钉锚固式节点等各种类型, 还有许多的研究学者在此基础上对原有的节点进行改进、组合, 节点类型被不断优化, 受力性能不断提升。

2 研究现状总结

目前, 国内外对钢管混凝土柱—H型钢梁节点、钢管混凝土柱—T形钢梁节点的研究比较系统全面, 并取得了丰硕的成果。在组合节点的研究方面, 国内外学者对各种常见类型组合节点的传力机理、刚度、承载力、滞回曲线、延性、耗能能力等已经做了比较深入和广泛的研究。并且对于每一类相关组合节点, 国内外专家学者在研究中, 探讨和分析了节点的构造设计和承载力计算方法, 通过比较不同的构造方式的影响, 提出节点的制作与现场连接方案。在考虑节点混凝土施工的可行性基础上, 提出浇筑混凝土的施工方法建议^[1]。

目前的研究主要是关于钢管混凝土—H型钢梁, 对于钢管混凝土—箱型梁的研究研究很少。由于以往对于此类大型复杂节点的研究较少, 目前待深入研究的内容有以下几个方面。(1) 钢管混凝土柱—刚箱梁受力性能分析: 目前, 虽然钢管混凝土柱节点的试验研究很多, 但关于箱型梁节点的实

验研究很少, 试验缺乏连贯性和系统性。该类型节点的受力机理和设计方法不够成熟。(2) 多种节点连接方式相结合的力学性能分析: 单一连接方式下, 加劲肋和环板的作用可以发挥到最大。而在多种连接方式相结合下, 节点的传力机理会相互制约, 目前缺乏相关方面的科学研究。

3 钢管混凝土柱—钢梁节点的受力原理

在日常生活中随处可见各式各样的建筑物, 这些建筑物的结构都是自上而下的主体框架形式, 但是不难发现, 每一层楼的横梁, 都是贯穿在整个建筑物两侧的。所以, 横梁的设计问题上就会引发其与纵梁之间的交叉衔接问题, 建筑人员根据建筑学建筑设计的基本原理, 发现于刚性的钢管混凝土柱的承载消耗是比较大的, 所以对应的节点位置也就要求更高一些, 位置高了, 就需要与混凝土柱相连的梁柱之间的夹角能够保持在一个确定的范围内。钢梁的一端内力要通过节点上的链接构建将力传给混凝土钢管的柱身。同时, 通过相同的轴力形式, 弯矩可以穿过梁最终连接到混凝土柱身上面。总之, 虽然钢管混凝土柱—钢梁节点形式是各种各样的, 但是他们的结构较简单, 原理也是变化的。分析这些节点的受力原理, 会发现并不能哪种节点形式, 都用作钢管混凝土和钢梁共同构建的中间连接体。

4 常见钢管混凝土柱—钢梁节点的构造及优缺点

随着科学技术的发展, 很多研究人员都在不断创新出新的节点形式, 而工作人员也在不断实践着这些节点的工作性能和状态。

(1) 框架柱、主梁、次梁及连接节点板除图纸注明外均采用国家标准《低合金高强度结构钢》CB/T 1591-2018中规定的Q355-B钢, 且必须有抗拉强度、伸长率、屈服点、冷弯试验、冲击刻性合格等机械性能和碳、硫、磷极限含量的合格保证。主结构构件采用的钢材应符合现行国家标准《热轧钢板和钢带的尺寸, 外形、重量及允许偏差》(CB/T 709-2019)的规定, 所选材料的实测厚度应在设计公称厚度所对应的公差范围内; (2) 钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于0.85; (3) 钢材应有明显的屈服台阶, 钢材的伸长率应大于20%; (4) 钢材应有良好的可焊性和合格的冲击韧性; (5) 承重结构所用的钢材应具有屈

服强度、抗拉强度、断后伸长率和硫、磷含量的合格保证,对焊接结构尚应具有碳含量的合格保证^[2]。焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构采用的钢材应具有冷弯实验的合格保证;对直接承受动力荷载或需验算疲劳的构件所用钢材尚应具有冲击韧性的合格保证。

我们根据钢管混凝土柱—钢梁节点在目前的实际应用角度,简单介绍以下几个节点形式,并就其优缺点进行分析。

4.1 加强环式节点

加强环式节点是最常见的一种节点类型之一,分为内、外加强环式节点两种。外加强环式节点的连接条件是混凝土柱的直径比较小的时候,它通过焊接,在钢管混凝土柱和钢梁间环绕柱上形成了一个封闭的满环,该类型的传力路径十分明显,受力性能也不错,节点刚度大,如果遇到地震,它的耗能能力也是很好的,在梁端形成力偶抵消产生的弯矩,所有的主次梁交接处均在主梁上次梁两侧,每侧附加三道附加箍筋,间距在50,箍筋的直径以及肢数和主梁一致。该类型节点受力简单,能很好的传递内力,还有施工方便等优点。外加强环连接方式主要用于钢管混凝土柱直径较大时,内加强环是在钢管混凝土柱内部焊接一个环绕的封闭满环,需要预留排气孔和灌注孔。该类型节点连接的刚度大,可有效的传递塑性铰,同时承担起节点抗剪构件的功能。该类型节点缺点是施工难度大,焊缝的质量难以保证,预留孔会削弱该类型节点的承载力^[3]。

4.2 劲性环梁节点

首先将抗剪牛腿的高度增加上去,其次将牛腿的位置放到梁纵筋的下方,完成之后,会使得抗剪牛腿的抗弯能力有所上升,这种在原有节点区改造后的节点就是劲性环梁节点。我们在实际的施工过程中,混凝土浇筑完成之后,能够发现在节点周围的抗剪牛腿和混凝土之间形成了一个混凝土梁,这个区域的劲性大,刚性强,抗弯能力也是很大的,传递内力的承受力也大。优点在于他的承载力大、刚度强,即使是梁柱弯矩分配的钢管柱也能充分的参与进施工过程中,但是它也有明显的缺点,就是由于钢牛腿它和比较密集的环境钢筋对于节点区混凝土浇筑工作在一定程度上是有难度的^[4]。

4.3 抗剪环梁节点

抗剪环梁节点是在空心的圆钢管外围通过浇筑,形成一道环形的钢筋混凝土梁,进而传递弯矩。经过这样的改造之后,可以发现,弯矩通过环形梁传递力,使得剪力通过抗剪环进行传递。但是在这种情况下,它的承受力就不够大,刚度也不是很强;不过优势也很明显,它的环形方向,导致方向是不确定的,这就说明,它能够和任意一个方向的楼梁进行连接,对于施工过程的便捷性和经济节约优势是很明显的^[5]。

4.4 加劲肋连接

这种类型节点是将T形加劲肋或者1字形加劲肋焊接在钢

管内部,钢梁的内力从钢管传递到加劲肋再传递到混凝土。板受力钢筋遇到套管或直径宽度不大于300mm的孔洞时,需要绕过,不可以切断。该类型节点具有结构简单、耗材较少等优点,节点的刚度和加劲肋的类型以及加劲肋的数量有关,增加加劲肋数量能明显提高节点的承载力。相对于其他连接方式,其存在明显的刚度不足问题,而且只适用于钢管直径比较大的节点,施工焊接困难^[6]。

4.5 十字板式节点

十字板式节点的结构是很简单的,它是通过在钢管内设置一个或多个十字加劲板,让整个节点的承载力和刚度得到上升,螺栓孔的直径为螺栓直径的+1.5mm,但是在管内焊接确实不太方便的,这一点上与加强环式异曲同工。

4.6 锚定板式节点

在钢管内部正对着上下翼缘的部位,分别进行焊接,将一个T形锚定板埋在柱内的混凝土里,这就是锚定板式节点的基本构造形式。它的优点在于,一定程度上节约了节点所用的钢材,在构造形式上也较为简单,同时它的传力迅速、施工起来也很方便,塑性的性能和承载力也是比较强的。但是,它对于施工的焊接工作要求比较严格,这是因为,锚定板式节点是需要通过锚定板来承载钢梁翼缘之间的强大拉力的,但是它与梁腹板的竖直掉缝却是用来传递剪力的,整个构造的刚度都是比较小的^[7]。

参考文献:

- [1]牛中浩.侧板连接T形钢管混凝土柱—钢梁节点抗震性能试验研究[D].中原工学院,2020.
- [2]彭凌峰.一种新型装配式方钢管混凝土柱—钢梁节点的滞回性能研究[D].华侨大学,2020.
- [3]苏顺.外弧板加强式圆形钢管混凝土柱—钢梁焊接节点抗震性能研究[D].长安大学,2020.
- [4]王一心.新型自复位方钢管混凝土柱—H型钢梁节点的滞回性能[D].苏州科技大学,2020.
- [5]车媛.CFRP—钢管混凝土柱钢梁节点的发展概况[J].河南科技,2020,39(25):90-92.
- [6]刘飞飞.震损后钢管混凝土组合节点耐火性能数值分析[D].兰州理工大学,2019.
- [7]张磊.带楼板复式钢管混凝土柱—钢梁节点受力性能研究[D].长安大学,2018.

作者简介:李蒙蒙,1990.11.03,汉,男,陕西建工第六建设集团有限公司,项目技术负责人,中级工程师,本科,研究方向:土木工程。