

doi:10.11835/j.issn.1000-582X.2019.11.009

中柱失效下钢管混凝土柱梁节点力学性能分析

戎 贤^{1,2}, 张祥幸¹, 杜颜胜³

(1. 河北工业大学 土木与交通学院, 天津 300401; 2. 河北省土木工程技术研究中心, 天津 300401;
3. 天津大学 建筑工程学院, 天津 300072)

摘要:为研究钢管混凝土柱—H 型钢梁下栓上焊节点在中柱失效模式下钢梁的传力性能, 设计了腹板连接板处开圆孔和长圆孔的 2 根试件, 进行了静力加载试验研究, 分析了钢梁的传力特性和不同机制对竖向荷载抗力的分担。结果表明: 该新型节点远端钢梁试验时始终处于弹性状态, 可采用相关公式计算钢梁内力; 在贯通隔板范围内钢梁受其抗弯性能影响较大。试件屈服前主要由钢梁抗弯机制提供竖向抗力, 屈服后转由悬索机制提供, 整个试验过程钢梁抗弯机制并未消失, 破坏前一直处于拉弯状态; 腹板连接板开设长圆螺栓孔可以提高节点转动能力, 更有利于钢梁轴力提供竖向抗力。同时, 提出并验证了该新型节点形式在框架结构中刚性连接的假定, 给出了极限面荷载参考值。

关键词: 梁柱节点; 钢梁; 刚性连接; 力学性能; 抗力分担

中图分类号: TU392, TU317.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-582X(2019)11-079-09

Mechanical properties analysis of concrete-filled steel tube column beam joints under middle column failure

RONG Xian^{1,2}, ZHANG Xiangxing¹, DU Yansheng³

(1. School of Civil and Transportation Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, P. R. China;
2. Civil Engineering Technology Research Center of Hebei Province, Tianjin 300401, P. R. China;
3. School of Civil Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, P. R. China)

Abstract: In order to study the force transfer performance of concrete filled steel tubular column-h-type steel beam with lower bolted and upper welded connecting joint under middle column failure, two specimens with round and long round holes at the web connection plate were designed. The static loading test was carried out to analyze the force transmission characteristics of steel beams and the sharing of vertical load resistance by different mechanisms. Results show that the far-end steel beam of the joint is always in the elastic state during the test and its internal force can be calculated by the relevant formula, and the steel beam within the scope of the perforation plate is greatly affected by its bending resistance. In addition, the vertical resistance is mainly provided by the steel beam bending mechanism firstly and then it is replaced by the catenary mechanism after beam yielding. The bending mechanism of the steel beam exists

收稿日期: 2019-08-29

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (51808182); 河北省自然科学基金资助项目 (E2017202278)。

Supported by National Natural Science Foundation of China (51808182) and Hebei Provincial Natural Science Foundation (E2017202278).

作者简介: 张祥幸 (1993—), 男, 主要从事钢管混凝土组合结构研究, (E-mail) xiangxzhang@foxmail.com。

通信作者: 戎贤, 男, 河北工业大学教授, 博士生导师, 主要从事结构工程研究, (E-mail) xrong@hebut.edu.cn

all the time and it is always in the bending state before the failure. The long round bolt holes can improve the rotation ability of the joint, so is more favorable for steel beam axial force providing vertical force. Meanwhile, the assumption of the rigid connection of the new joint form in the frame structure is proposed and verified, and the reference value of the limit surface load is given.

Keywords: beam-column joint; steel beam; rigid connection; mechanical property; resistance sharing

连续倒塌是指,由下柱失效等因素产生局部破坏进而引发更大范围或整体坍塌的过程。中柱失效后,框架结构首先依靠梁的抗弯机制来抵抗上部荷载,随失效柱竖向位移不断增大,节点处梁截面发生全截面塑性弯曲,最终受力模式也逐渐由抗弯机制转向悬链线机制,此时梁全截面受拉。整个过程总共经历了线弹性、弹塑性、塑性和悬链线阶段^[1]。

前期研究从不同方面对不同结构进行了理论分析、试验研究和有限元模拟^[1-5]。Demonceau 等^[6]提出了用于连续倒塌研究的子结构模型,并对 5 种连接方式进行了试验研究,分析了节点转动能力及其在悬链线作用下的力学性能。钢管混凝土柱和钢梁的连接多为焊接,因此对钢梁柱节点连续倒塌性能研究多集中于此^[7-11]。Sadek 等^[12]对梁柱装配式节点进行了试验研究和有限元模拟,从而得出了包括悬链线机制在内的失效模式和主要特征响应。

Yang 等^[13]对 7 种不同节点形式进行了试验研究,对比了各个节点形式的承载力和转动能力,分析了钢梁传力机制。同时,讨论了框架结构中梁柱节点的简化形式^[14-15],分析了均布荷载和集中荷载的不同影响。Wang 等^[16-17]讨论了腹板处螺栓不同排列方式对节点破坏模式、转动能力和承载力的影响,同时提出了一种新型的梁柱节点连接方式,该种新型节点形式更有利于钢梁轴力的发展和悬链线作用下节点承载力的提高。

在前人研究的基础上,针对以往节点形式承载力低、转动能力差、施工安装精度要求高等问题,提出了一种方钢管混凝土柱—H 型钢梁下栓接贯通隔板、上焊接外环板和外贴板的新型节点形式。文中主要讨论该种新型节点形式下柱失效情形时钢梁的传力性能。

1 试验装置与试件

为模拟中柱失效时钢梁的受力情形,设计了一套用于加载钢梁柱节点子结构的试验装置(图 1)。东、西 2 个三角架可作为梁端固定铰支座,可为梁柱子结构提供除平面内转动之外的所有反力;柱底设有水平防侧移装置,以确保柱顶轴向加载时,短柱能沿其内壁保持竖向滑移。Li 等^[18]在试验的基础上,通过有限元软件对失效柱柱顶和柱底边界条件进行了分析。结果表明,试验时在柱底设置水平防侧移装置仅限制柱子水平方向移动,试验和数值分析结果与实际结构中柱失效边界条件基本一致,因此,柱底设置水平防侧移装置较为合理。柱顶竖向荷载由 1 000 kN 电伺服作动器提供。为防止钢梁出现扭曲屈曲,实际试验时钢梁两侧设有平面外防侧移装置(图 2),使其与钢梁上下翼缘处于临界接触状态。

试验设计了 2 个方钢管混凝土柱—H 型钢梁下栓接贯通隔板上焊接外环板钢节点试件,试件 SI-1 腹板连接板处开圆螺栓孔,试件 SI-2 腹板连接板处开长圆螺栓孔。方钢管的截面尺寸为 250 mm×10 mm,H 型钢梁的截面尺寸为 300 mm×150 mm×6 mm×8 mm,根据《钢结构设计标准》^[19]取腹板连接板厚度为 8 mm,其余板件厚度均取 10 mm。螺栓均采用 10.9 级摩擦型高强螺栓,贯通隔板与上下钢管柱之间、钢梁上翼缘与外环板之间采用坡口焊缝焊接,其余板件均采用角焊缝的焊接方式,节点详图见图 3。梁柱子结构采用双半跨单柱形式,钢梁的跨度为 4 700 mm,柱高取 1 300 mm。试件采用 Q345B 钢材,混凝土的强度等级为 C50,钢材实测材性见表 1 所示。

表 1 试件材料性能参数

Table 1 Performance parameters of specimen materials

材料试件 取样部位	屈服强度 f_y/MPa	抗拉强度 f_u/MPa	屈服应变 $\epsilon_y/\mu\epsilon$	弹性模量 E/MPa	伸长率 $\delta/\%$
梁翼缘	392	713	1 913	204 966	28.57
梁腹板	376	707	1 800	208 923	31.94

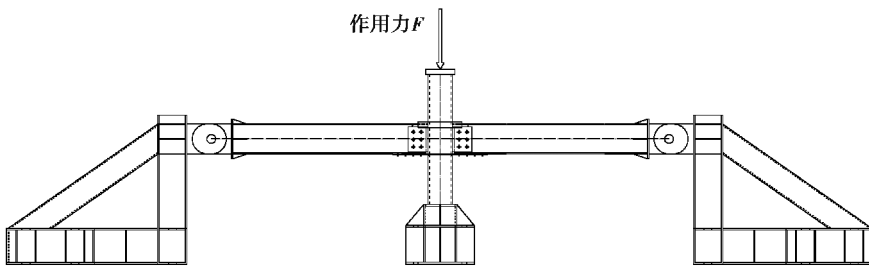


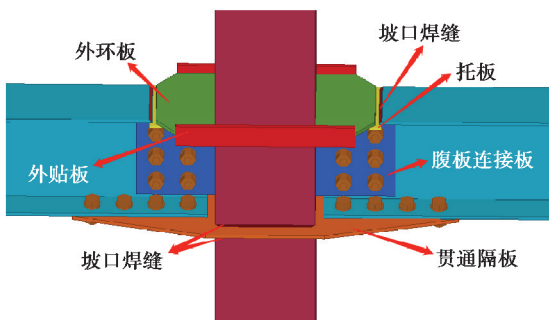
图 1 加载装置模型示意图

Fig. 1 Schematic diagram of load device

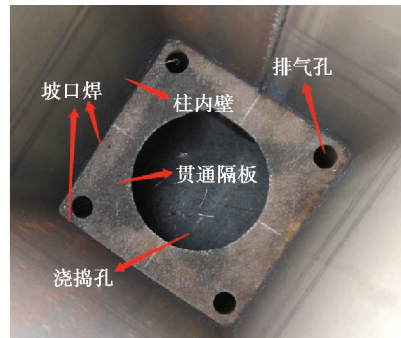


图 2 试验加载图

Fig. 2 Test loading diagram



(a) 节点部件三维指示图



(b) 贯通隔板内部示意图

图 3 新型梁柱节点详图

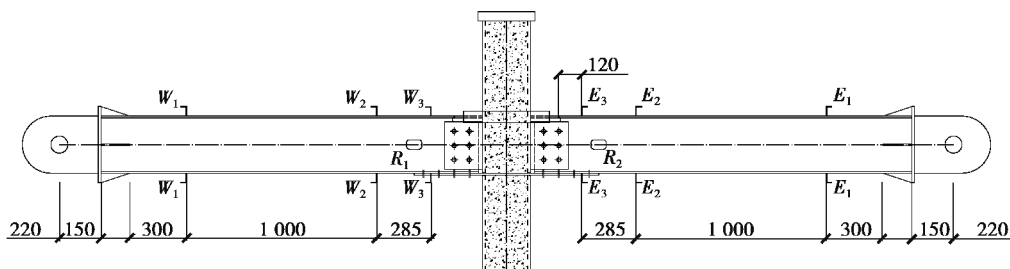
Fig. 3 Detail drawing of new beam-column joints

2 试验量测与加载

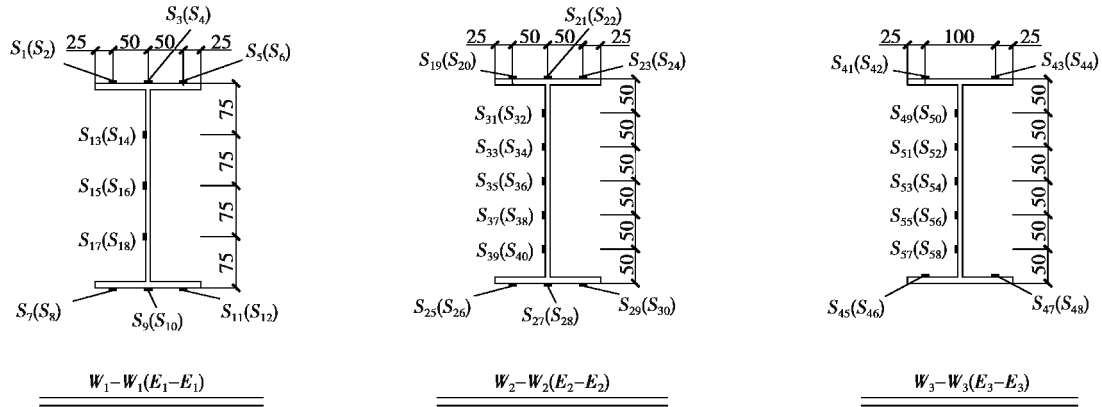
在钢梁关键截面部位设置了应变片(图 4(a))。其中, W 表示钢梁西侧, E 表示钢梁东侧。在远离梁柱节点塑性区的 $W_1(E_1)$ 截面布置应变片, 认为该截面在整个试验过程中始终处于弹性状态, 由此可依据钢梁截面实测应变值求出钢梁内力。根据几何条件求出钢梁任意截面内力, 同时可据此计算不同传力机制对竖向荷载的抗力分担。 $R_1、R_2$ 为 2 个电子转角仪, 可用于实时监测并记录钢梁转角。

从图 4(b) 截面应变片布置可以看出, W_1 截面上下翼缘设置 3 个应变片, 能更容易观测到翼缘局部屈曲, 剔除屈曲部分后的应变均值更具参考价值。上下翼缘均值差可用于计算钢梁弯矩和剪力, 全截面应变均值为钢梁轴力计算提供依据。截面 $W_2、W_3$ 处应变片主要用于钢梁传力机制发展趋势预测和判断, 对钢梁的整体传力分析具有较大参考价值。在弹性应变范围内, 也可用于钢梁内力计算。

试验采用柱顶加载的方式, 先由荷载控制加载, 待钢梁发生屈服后转由位移控制^[20]。试验采用分级加载方式, 1~4 级, 每级加载 40 kN, 加载速度为 8 kN/min; 第 5 级加载 20 kN, 加载速度为 8 kN/min。6~10 级, 每级加载 10 mm, 加载速度为 2 mm/min; 从第 11 级开始, 每级加载 30 mm, 加载速度为 4 mm/min。每级加载结束后持荷 3~5 min, 加载至梁柱节点发生明显破坏或承载力不再上升时, 试验结束。



(a) 整体测点布设位置图



(b) 应变片各截面布置详图

图 4 应变片测点布置

Fig. 4 Strain gauge arrangement

3 试验结果

3.1 试验现象

起初加载时,钢梁未见明显变形,电伺服作动器荷载值快速增加。当对 2 试件(SI-1、SI-2)加载至 120 kN 时钢梁出现较明显弯曲变形;荷载加载至 180 kN 时,钢梁出现较大变形,上翼缘随后出现较大局部屈曲(图 5(a)),梁柱节点随即发生竖向大位移。外环板和外贴板焊接刚度较大,钢梁上翼缘发生弯折屈曲时两者现象不明显。由于作动器伸长速度慢于节点下移速度,实测荷载值随位移增加略有下降。

随试验加载,钢梁下翼缘受拉严重,钢梁下翼缘最薄弱位置出现在贯通隔板最外侧螺栓处。试验继续进行,该薄弱位置开始发生孔壁承压破坏,螺栓孔不断变长;随后,螺栓孔边板出现颈缩迹象(图 5(b))。当加载接近试验结束时,钢梁下翼缘薄弱位置螺栓孔边板发生断裂(图 5(c))。继续加载,裂缝沿腹板撕裂,荷载不再增加时终止试验。

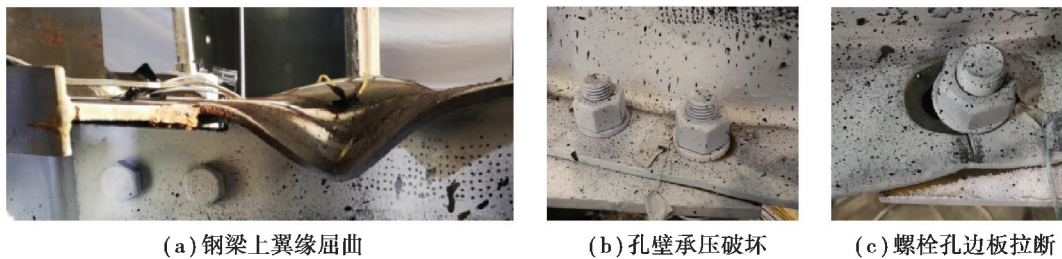


图 5 试件 SI-1 破坏过程

Fig. 5 Failure process of SI-1

3.2 钢梁截面应变分析

根据表 1 实测材性试验值可知,应变小于 $1\ 800\ \mu\epsilon$ 时钢材处于弹性阶段。图 6 中应变值均在 $1\ 500\ \mu\epsilon$ 以下,可以用材料力学中弹性公式计算钢梁截面内力,上文对 $E_1(W_1)$ 截面始终处于弹性状态的假定成立。同时,在截面 $E_1(W_1)$ 计算基础上,通过静力分析法和平衡条件求得钢梁任意截面内力值。

$$N = EA\epsilon, \quad (1)$$

$$M = EI \frac{1}{\rho}, \quad (2)$$

$$V = M / \sqrt{l^2 + \delta^2}, \quad (3)$$

式中: N 为钢梁轴力; M 为钢梁截面弯矩; V 为剪力; E 为弹性模量; A 为钢梁截面积; ε 为钢梁截面平均应变值; $1/\rho$ 为钢梁截面曲率; l 为钢梁弹性段任一截面到邻近支座的距离; δ 为对应截面竖向位移。

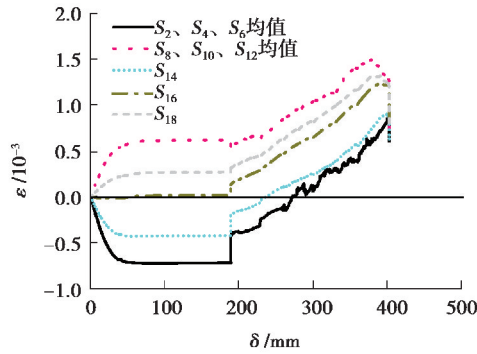


图 6 试件 SI-1 截面 E_1 应变发展曲线

Fig. 6 Strain development at section E_1 of SI-1

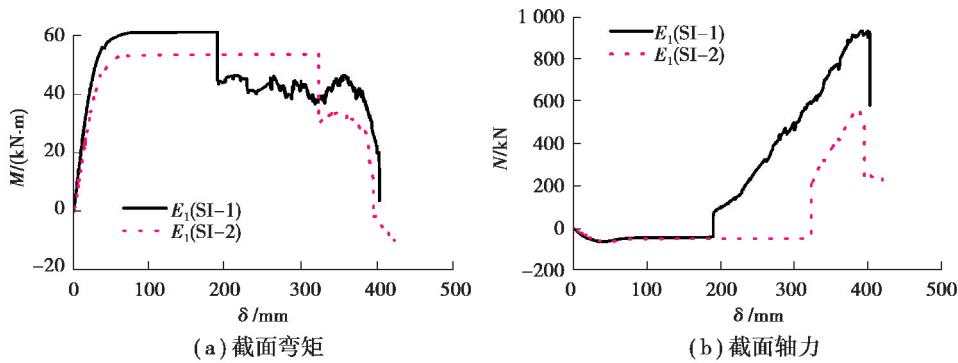


图 7 试件截面 E_1 的弯矩和轴力发展曲线

Fig. 7 Bending moment and axial force development curve of specimen section E_1

试验开始加载时,钢梁弯矩随短柱竖向位移近似呈现线性增加,试件 SI-1 在竖向位移到达 40 mm 后开始进入弹塑性阶段,符合钢结构挠度设计要求。当竖向位移增至 189 mm 时,试件 SI-1 在 E_1 截面处的弯矩瞬间下降(图 7(a)),钢梁上翼缘的局部屈曲削弱了梁抗弯机制,轴力同时发生突增(图 7(b))。此后,试件 SI-1 截面 E_1 处的弯矩基本保持在 40 kN·m 附近,表明钢梁抗弯机制并未消失; E_1 全截面轴力不断增大,直至钢梁下翼缘最外侧螺栓孔断裂。

试件 SI-2 与 SI-1 的弯矩和轴力发展趋势接近,竖向位移到达 40 mm 附近时进入弹塑性阶段。试件 SI-2 在屈服瞬间所产生的竖向位移大于试件 SI-1,这与其腹板连接板开设长圆螺栓孔有关,表明腹板连接板开设长圆螺栓孔的梁柱节点具有更好的转动能力。

从对竖向承载力的分担情况来看(图 8),试验刚开始加载时,梁柱子结构主要依靠钢梁抗弯机制抵抗上部荷载,此时试件 SI-1 的钢梁轴力和转角均较小,因此轴力对上部荷载抗力的贡献十分有限。当梁柱节点瞬间发生竖向大位移后,梁的抗弯机制瞬间削弱,随后弯矩保持在某一值附近,直至试验结束;位移突增瞬间,悬链线机制开始发挥作用,钢梁由抗弯阶段进入拉弯阶段。对比图 7(b)和图 8(b)可以发现,竖向位移在 240~320 mm 时,虽然试件 SI-2 钢梁轴力始终较小,但轴力所提供的竖向抗力却有所增长,表明节点转动能力对竖向承载力同样具有较大影响。

$$F_F = V \cos \theta, \tag{4}$$

$$F_c = F_T - F_F, \tag{5}$$

式中: V 为钢梁任意截面处剪力; θ 为钢梁转角; F_T 为子结构单侧竖向抗力总值; F_F 为子结构抗弯机制单侧

竖向抗力值; F_c 为子结构悬链线机制单侧抗力值。

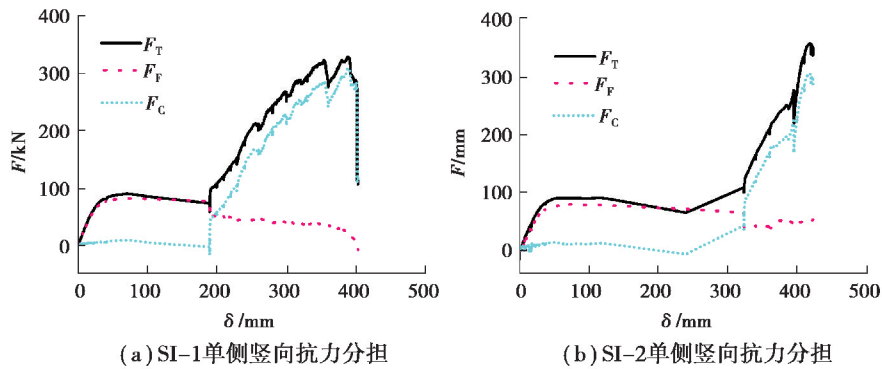


图 8 单侧子结构竖向抗力分担曲线

Fig. 8 Vertical resistance sharing curve of unilateral substructure

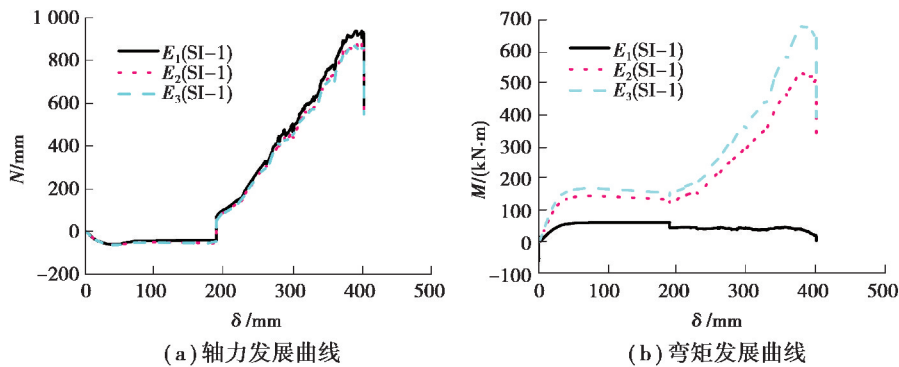


图 9 试件 SI-1 不同截面内力发展曲线

Fig. 9 Internal force development curves of different sections of specimen SI-1

通过静力分析和几何关系可得出钢梁任意截面内力,钢梁轴力在不同截面处的大小应保持相等,图 9(a) 显示出 3 个不同截面的轴向力十分接近,从而验证了采用静力分析和几何计算方法的正确性,由截面 E_1 推导 E_3 内力是可行的。截面 E_2 处钢梁轴力略大于 E_3 ,表明钢梁在拉弯阶段贯通隔板最外侧螺栓对钢梁轴力传递的影响较小。从图 9(b)看出,试件 SI-1 发生竖向大变形后,截面 E_1 弯矩下降,截面 E_2 、 E_3 的弯矩值随竖向位移的增加而增大,表明:钢梁在下翼缘断裂前,贯通隔板提供的可靠梁柱连接对附近钢梁段的抗弯影响较大,该种节点形式具有较强的抗弯传力性能。

4 实际应用

《混凝土结构与砌体结构设计》^[21]中对荷载的分布情况进行了说明,通过对等跨框架结构荷载分布区域进行划分,得出阴影部分计算面积(图 10)。不考虑钢梁自重导致局部面荷载增加的情况,对计算区域的面荷载做了均布假定,此种荷载计算简化与实际工况更接近(图 11(a))。框架结构双跨钢梁受力情况简化模型如图 11(b)所示,局部面荷载值为 q ,等效线性荷载值为 Q 。《建筑结构静力计算实用手册》^[22]给出,钢梁最大弯矩值为 $M = 17/24QL^2$,其中, L 为钢梁半跨长度。通过试验弯矩值计算线性荷载 Q ,可得出该实验竖向集中荷载 F 在实际工况下的等效面荷载 q ,其可作为该种新型梁柱节点钢框架数值分析面荷载参考值使用。

钢梁内力的试验实测值和理论计算值如表 2 所示,2 种荷载值较为接近,表明此种简化分析法是有效的,钢框架分析中该种新型节点应当作刚性连接进行考虑。 P_{Eu} 为考虑柱底竖向摩擦力后的极限承载力, M_{Eu} 取方钢管柱东、西两侧弯矩均值。试件 SI-2 的荷载值偏差较大,这与试件 SI-2 的转动角度较大导致抗弯机制

提供的竖向抗力较小有关;2 试件的理论与试验值相比均较为保守,因此均布荷载理论计算值 q_{cu} 可作为该种新型节点框架结构极限面荷载使用。

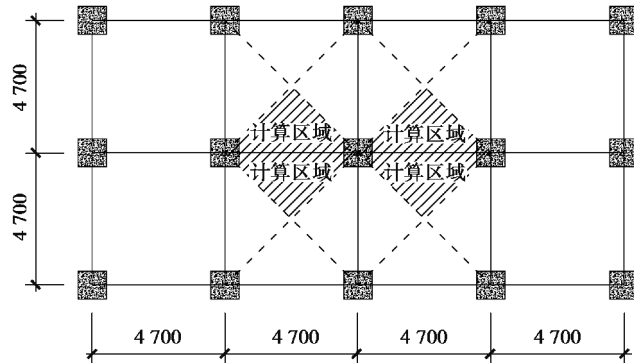


图 10 钢框架结构平面图

Fig. 10 The floor plan of steel frame structure

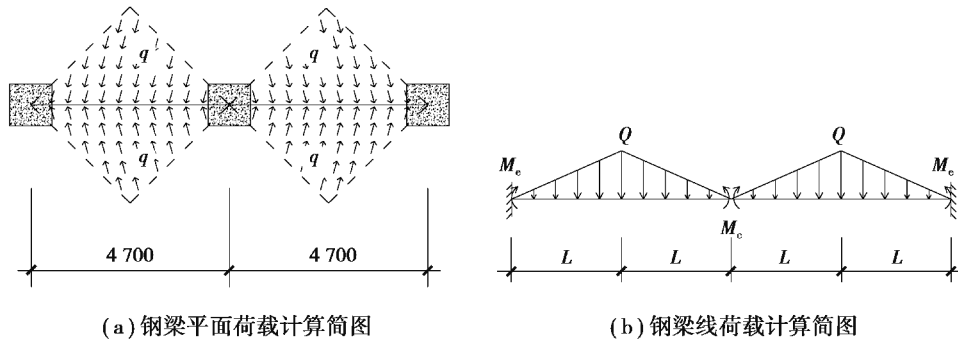


图 11 双跨钢梁计算简图

Fig. 11 Double-span steel beam calculation diagram

表 2 试验值与理论值对比表

Table 2 Comparison between tested and theoretical values

试件编号	$M_{Eu}/$ (kN · m)	$P_{Eu}/$ kN	$q_{cu}/$ (kN · m ⁻²)	$P_{cu}/$ kN	荷载值偏差/ %
SI-1	857	549	46.7	515	6.2
SI-2	823	558	44.7	494	11.5

注: M_{Eu} 为试验弯矩极限值, P_{Eu} 为试验荷载极限值, q_{cu} 为均布荷载理论极限值, P_{cu} 为理论荷载极限值。

5 结 论

文章对方钢管混凝土柱—H 型钢梁下栓接贯通隔板上焊接外环板的新型节点形式进行了试验研究,分析了钢梁的受力特性和钢梁在不同受力阶段不同机制对竖向抗力的分担情况,对比了不同截面处钢梁的内力,得出了该新型节点用于钢框架结构极限计算的面荷载推荐值。

1) 该种新型节点在整个试验过程中,节点远端钢梁始终保持弹性受力状态,可通过理论计算得到钢梁轴力、剪力和弯矩值。通过比较计算结果发现,不同截面处的轴力值十分接近,表明采用此算法计算钢梁内力具有可行性;靠近节点核心区不同截面弯矩差值较小,受贯通隔板较强抗弯能力的影响较大。

2)通过对比试件 SI-1 和 SI-2 在 E_1 截面处的弯矩图发现,两子结构的钢梁始终发生正向弯曲。试件发生屈服之前,抗弯机制对竖向抗力起主导作用;试件屈服后,钢梁轴力迅速增长,内部弯矩突降后保持在某一值附近,主要由钢梁拉力提供节点竖向抗力。同时发现,梁柱节点的转动能力对节点竖向承载力具有较大影响。

3)通过计算,提出了该种新型节点用于框架结构分析的面荷载极限值。按照实际楼面荷载分布情况进行区域划分,对该种新型梁柱节点作刚性连接假定,通过分析发现:与以往均布荷载和梁柱铰接简化相比,该种假设和计算方法更接近实际工况。通过对比试件 SI-1 和 SI-2 发现,节点转动能力的提高会影响该方法的计算精度。

参考文献:

- [1] Malena M, Portioli F, Gagliardo R, et al. Collapse mechanism analysis of historic masonry structures subjected to lateral loads: A comparison between continuous and discrete models[J]. *Computers & Structures*, 2019, 220: 14-31.
- [2] Keys R A, Clubleby S K. Establishing a predictive method for blast induced masonry debris distribution using experimental and numerical methods[J]. *Engineering Failure Analysis*, 2017, 82: 82-91.
- [3] Zhi X, Qi S, Fan F, et al. Experimental and numerical investigations of a single-layer reticulated dome subjected to external blast loading[J]. *Engineering Structures*, 2018, 176: 103-114.
- [4] Yuen T Y P, Deb T, Zhang H, et al. A fracture energy based damage-plasticity interfacial constitutive law for discrete finite element modelling of masonry structures[J]. *Computers & Structures*, 2019, 220: 92-113.
- [5] Grunwald C, Khalil A A, Schaufelberger B, et al. Reliability of collapse simulation-comparing finite and applied element method at different levels[J]. *Engineering Structures*, 2018, 176: 265-278.
- [6] Demonceau J F. Steel and composite frames: Sway response under conventional loading and development of membrane effects in beams further to an exceptional action[D]. Liège: University of Liège, 2008.
- [7] Shi Y L, Zheng L, Wang W D. The influence of key component characteristic on the resistance to progressive collapse of composite joint with the concrete-filled steel tubular column and steel beam with through bolt-extended endplate[J]. *Frontiers in Materials*, 2019, 6: 64.
- [8] Zhong W H, Song X Y, Ma B Q. Analysis of anti-collapse performance of Beam-Column substructure with welded flange-bolted web connection in minor-axis direction under different span ratios[J]. *International Journal of Structural Stability and Dynamics*, 2019, 19(1): 1940005.
- [9] Han Q H, Li X X, Liu M J, et al. Performance analysis and macromodel simulation of steel frame structures with beam-column joints using cast steel stiffeners for progressive collapse prevention[J]. *Thin-Walled Structures*, 2019, 140: 404-415.
- [10] Yang B, Wang H, Yang Y, et al. Numerical study of rigid steel beam-column joints under impact loading[J]. *Journal of Constructional Steel Research*, 2018, 147: 62-73.
- [11] Xu M, Gao S, Zhang S, et al. Experimental study on bolted CFST-column joints with different configurations in accommodating column-loss[J]. *Journal of Constructional Steel Research*, 2018, 151: 122-131.
- [12] Sadek F, Main J A, Lew H S, et al. Testing and analysis of steel beam-column assemblies under column removal scenarios[C]//Structures Congress 2009: Don't Mess with Structural Engineers: Expanding Our Role, 2009: 1-10.
- [13] Yang B, Tan K H. Experimental tests of different types of bolted steel beam-column joints under a central-column-removal scenario[J]. *Engineering Structures*, 2013, 54: 112-130.
- [14] Yang B, Tan K H. Robustness of bolted-angle connections against progressive collapse: Experimental tests of beam-column joints and development of component-based models[J]. *Journal of Structural Engineering*, 2012, 139(9): 1498-1514.
- [15] Yang B, Tan K H, Xiong G. Behaviour of composite beam-column joints under a middle-column-removal scenario: Component-based modelling[J]. *Journal of Constructional Steel Research*, 2015, 104: 137-154.

- [16] Li L, Wang W, Chen Y, et al. Effect of beam web bolt arrangement on catenary behaviour of moment connections[J]. Journal of Constructional Steel Research, 2015, 104: 22-36.
- [17] Qin X, Wang W, Chen Y, et al. A special reinforcing technique to improve resistance of beam-to-tubular column connections for progressive collapse prevention[J]. Engineering Structures, 2016, 117: 26-39.
- [18] Li L, Wang W, Chen Y, et al. Effect of beam web bolt arrangement on catenary behaviour of moment connections[J]. Journal of Constructional Steel Research, 2015, 104: 22-36.
- [19] GB 50017-2017 钢结构设计标准[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2018.
GB 50017-2017 Steel structure design standard[S]. Beijing: China Building Industry Press, 2018. (in Chinese)
- [20] 戎贤, 张健新, 李艳艳. 钢筋混凝土异形柱空间框架抗倒塌试验研究[J]. 工程力学, 2016, 33(10):189-196.
RONG Xian, ZHANG Jianxin, LI Yanyan. Experimental research on collapse resistance of RC space frame with specially shaped columns[J]. Engineering Mechanics, 2016, 33(10):189-196. (in Chinese)
- [21] 程文灏, 李爱群, 颜德姮. 混凝土结构与砌体结构设计[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2012.
CHENG Wenrang, LI Aiqun, YAN Deheng. Design of concrete structure and masonry structure[M]. Beijing: China Building Industry Press, 2012. (in Chinese)
- [22] 姚谏. 建筑结构静力计算实用手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2014.
YAO Jian. Practical manual for static force calculation of building structures[M]. Beijing: China Building Industry Press, 2014. (in Chinese)

(编辑 詹燕平)