

CRSC 软件偏心梁柱节点受剪承载力及配筋计算实例

王依群

孙福萍

李辉

(天津大学, 天津 300072) (天津市建筑设计院, 天津 300074) (天津大学, 天津 300072)

[摘要] 对实际工程中一偏心梁柱节点受剪承载力及配筋的手工计算, 检验了计算机软件 CRSC 的计算结果。计算软件如果忽略梁柱偏心将高估框架节点强度并带来不安全结果。

[关键词] CRSC; 偏心; 梁柱节点; 受剪承载力

Shear Load-bearing Capacity Calculation of Reinforced Concrete Eccentric Beam-Column Joint Using CRSC Software/Wang Yiqun¹, Sun Fuping², Li Hui¹ (1 Tianjin University, Tianjin 30072, China; 2 Tianjin Architecture Design Institute, Tianjin 300074, China)

Abstract: The shear load-bearing capacity of a reinforced concrete eccentric beam-column joint of a real structure is calculated by hand. And the results of the joint by computer software CRSC are checked. If the eccentric between column and beams is neglected, the shear strength of the joint would be highly estimated, and will bring unsafe consequence.

Keywords: CRSC; eccentric; beam-column joint; shear load-bearing capacity

1 工程概况

某二层框架结构, 平面图如图 1、2 示。

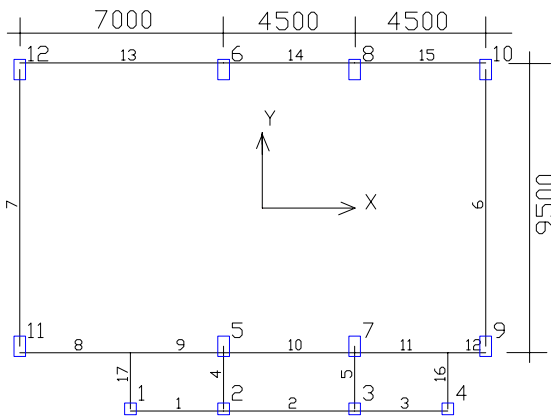


图 1 首层结构平面图

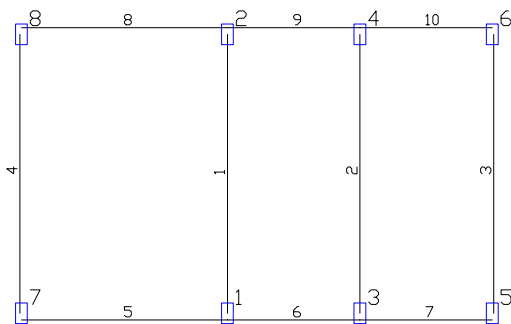


图 2 二层结构平面图

首层高 6m、二层高 6.5m, 房屋总高也是大房间高 12.5m, 即一层只有几个小房间有楼板。大房间进深 9.5m。基本风压 0.42 (kN/m²)。地震烈度 8

度, II类场地, 设计地震分组为二组。计算时考虑双向地震同时作用。C30 混凝土, 大房间周边柱截面尺寸为 400mm×700mm; 大房间顶梁截面尺寸为 300mm×900mm。

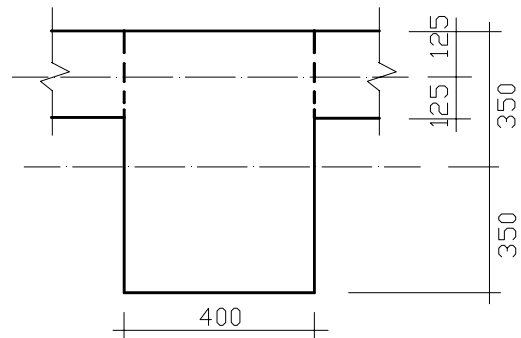


图 3 首层 6 号节点水平截面

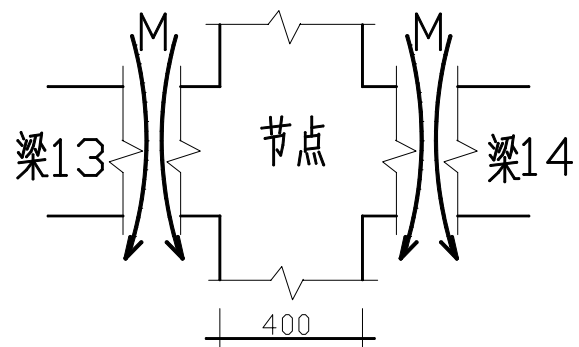


图 4 节点两侧弯矩图

作者简介: 王依群, 副教授, Email: yqwangtj@hotmail.com。

首层6号柱节点平面详图如图3示。右梁、左梁编号分别为14和13。2008年3月14日版本SATWE内力结果文件WWNL1.OUT给出二梁的部分内力见表1。

表1 首层第6号柱右、左侧梁端弯矩剪力

梁14的i端			
荷载或作用	M (kN-m)	V (kN)	折减后M
永久荷载	-149.9	147.4	-120.42
可变荷载	-7.0	6.3	-5.74
X向地震作用	117.2	52.3	106.74
梁13的j端			
荷载或作用	M (kN-m)	V (kN)	折减后M
永久荷载	-239.9	223.4	-195.22
可变荷载	-8.8	8.8	-7.04
X向地震作用	-149.9	47.4	-140.42

将梁端弯矩减去梁端剪力与1/2柱宽(=0.2m)的乘积得节点剪力计算式所需的弯矩值,即上表中的“折减后M”。

2 梁柱节点受剪承载力计算

以节点剪力最大的第28号内力组合为例计算首层6号节点受剪承载力如下。

第28号内力组合式为:1.2×永久荷载效应+0.6×可变荷载效应+1.3×x向地震作用效应,以此为例计算如下:

$$M_b^l = 1.2 \times (-120.42) + 0.6 \times (-5.74) - 1.3 \times (-106.74) = -9.2 \text{ kN-m}$$

$$M_b^r = 1.2 \times (-195.22) + 0.6 \times (-7.04) - 1.3 \times 140.42 = -420.96 \text{ kN-m}$$

左梁截面b×h=250mm×700mm、右梁截面b×h=250mm×600mm,对于两者中间节点梁计算高度h_b取二者平均值650mm。假定节点上下柱反弯点在柱高中点,则两点间高差为:H_c=(6.0+6.5)/2=6.25m。左梁、右梁梁端上部均受拉(图4),对中间节点两侧弯矩相减得节点剪力^[1]:

$$V_j = \eta_{jb} \frac{M_b^l + M_b^r}{h_{b0} - a'_s} \left(1 - \frac{h_{b0} - a'_s}{H_c - h_b} \right)$$

$$= 1.2 \frac{-9.2 + 421.0}{0.615 - 0.035} \left(1 - \frac{0.615 - 0.035}{6.25 - 0.65} \right) = 763.77 \text{ kN}$$

矩形截面柱框架节点受剪的水平截面应符合下列条件^[1]:

$$V_j \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.3\eta_j f_c b_j h_j)$$

式中:η_j—梁对节点的约束影响系数:对整浇楼盖两个正交方向有梁约束的中间节点,当梁的截面宽度均大于柱截面宽度的1/2,且正交方向梁高度不小于较高框架梁高度3/4时,取η_j=1.5;当不满足上述约束条件时,应取η_j=1。

h_j—框架节点核心区的截面高度,可取验算方向的柱截面高度,即h_j=h_c;

b_j—框架节点核心区的截面有效验算宽度,当梁宽b_b≥b_c/2时取b_j=b_c;当b_b<b_c/2时取(b_b+0.5h_c)和b_c中的较小值。当梁与柱的中线不重合,且偏心距e₀≤b_c/4时,取(0.5b_b+0.5b_c+0.25h_c-e₀)、(b_b+0.5b_c)和b_c三者中的最小值。

CRSC软件考虑了梁与柱的中线不重合,当偏心距e₀≤b_c/4时,CRSC按上述规范公式计算。

当偏心距e₀>b_c/4时,CRSC按上述规范公式e₀=b_c/4的情况计算,并给出水平加腋建议的提示。

参照图3,偏心距e₀=350-125=225mm>b_c/4=700/4=175mm。CRSC按e₀=b_c/4的情况规范公式计算。

$$b_j = 0.5b_b + 0.5b_c + 0.25h_c - e_0$$

$$= 125 + 350 + 100 - 225 = 350 \text{ mm}$$

$$V_{j\max} = \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.3\eta_j f_c b_j h_j) = 0.3 \times 1.0 \times 14.3 \times 350 \times 400 / 0.85 = 706.588 \text{ kN}$$

CRSC配筋结果文件中给出的信息如下:

N-N=6 矩形B×H=400*700 C30,2级验算,2级构造节点梁柱中心线偏心距225mm,大于1/4柱宽,应加水平腋

1层 6号R形柱上节点在方向 1 不满足尺寸要求!
 $V_{j\max}(28) = 763.85 > 706.59 \text{ kN}$

几乎与手算结果相同。

按照文[2]的试验结果和文[3]的规定，此种梁、柱轴线距离较大的节点应进行梁侧水平加腋处理。如果对梁进行水平加腋，按照文[3]203页规定，腋的厚度取梁截面高度，腋宽度为梁宽的 2/3。则节点计算宽度为：

$$b_j = 5b_b/3 = 5 \times 250/3 = 417\text{mm}$$

$$V_{j\max} = \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.3\eta_j f_c b_j h_j)$$

$$= 0.3 \times 1.0 \times 14.3 \times 417 \times 400 / 0.85 = 841.176 \text{ kN}$$

可见，加腋后此节点能够满足受剪承载力要求。

某软件算出的该节点剪力为：891kN。按此剪力结果，即便梁水平加腋，也不满足受剪承载力要求。但该软件并没有输出截面配筋超限的错误信息！显然其没有考虑梁柱偏心的因素，即错误地取 $b_j = 700\text{mm}$ 了。

3 小结

偏心梁柱节点受剪承载力计算是较麻烦的事情，本文通过算例表明 CRSC 软件能准确地进行计算，可节省结构设计人员的精力与时间。

感谢网易土木在线结构论坛网友提供的算例。

参考文献

- [1] GB50010-2002混凝土结构设计规范[S]. 北京：中国建筑工业出版社. 2002
- [2] 郑琪，方鄂华，柯长华，等. 钢筋混凝土大偏心梁柱节点抗震性能的试验研究[J]，2003建筑结构学报，1999，20（2）
- [3] 中国有色工程设计研究总院. 混凝土结构构造手册（第三版）[M]. 北京：冶金工业出版社.