

# 预制装配式混凝土建筑主次梁连接节点设计

李素娟,肖 微,马艺宁,付重阳

(唐山学院 土木工程学院,河北 唐山 063000)

**摘要:**对预制装配式剪力墙结构中某主次梁牛担板连接节点进行了设计,对该节点的各个零部件如牛担板、栓钉、埋件等进行了详细计算,其中重点提出了牛担板强度的计算方法。经分析发现,在对此类节点进行设计时牛担板的承载力计算最为关键,决定着节点的安全与否。

**关键词:**装配式建筑;牛担板;连接节点;主次梁

**中图分类号:**TU375 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-349X(2019)06-0053-04

**DOI:**10.16160/j.cnki.tsxyxb.2019.06.013

## Design of Connection Joint of the Main and Secondary Beams in Prefabricated Concrete Buildings

LI Su-juan, XIAO Wei, MA Yi-ning, FU Chong-yang

(School of Civil Engineering, Tangshan University, Tangshan 063000, China)

**Abstract:** The connection joint of the main and secondary beams in the prefabricated shear wall structure is designed. In this design, the parts of the joint are calculated in detail, such as the cattle-bearing-like plate, shear connector and embedded parts, where the calculation method is especially proposed about the bearing capacity of cattle-bearing-like plate. It is found after careful analysis that the calculation of its bearing capacity is the most critical factor to determine the safety of the joint.

**Key Words:** prefabricated construction; cattle-bearing-like plate; connection joint; main and secondary beams

## 0 引言

由预制混凝土构件通过可靠的连接方式装配而成的混凝土结构称为装配式混凝土结构<sup>[1]</sup>。装配式建筑中大量的建筑部品均在生产车间加工制作,极大程度上减少了现场的湿作业。2016年9月27日,国务院办公厅出台了《关于大力发展装配式建筑的指导意见》;2017年5月河北省住房和城乡建设厅印发了《河北

省装配式建筑“十三五”发展规划》,可见从中央到地方都对发展装配式建筑进行了规划部署。装配式建筑的优点、政策的推动以及工程实践的需求无疑会给装配式建筑带来更大的发展空间。近年来不少专家学者竞相投入到装配式建筑的理论及试验研究中,取得了一些成果<sup>[2-4]</sup>。然而已有研究中关于装配式建筑主次梁连接节点的研究主要停留在构造方面,尚未涉及具体

---

**基金项目:**河北省自然科学基金项目(E2016105062);2019年河北省大学生创新创业训练计划项目  
**作者简介:**李素娟(1979—),女,河北保定人,讲师,硕士,主要从事结构工程研究。

的计算方法。因此,本文拟对预制装配式剪力墙结构中某主次梁牛担板连接节点进行设计,尤其对该节点各个零部件的承载力进行计算。

### 1 工程概况

某装配式建筑,建筑面积约 12 000 m<sup>2</sup>,建筑高度 83.3 m,主体结构地上 27 层,该建筑结构体系为装配式钢筋混凝土剪力墙结构,楼面梁采用叠合梁,楼面板采用 130 mm 厚叠合板,其中预制底板厚 60 mm,后浇叠合层厚度 70 mm。该建筑的使用功能为住宅,结构平面布置为双轴对称十字形布置方式,其中标准层平面图见图 1。该地区抗震设防烈度 7 度,设计基本地震加速度 0.10 g,建筑抗震等级二级,建筑场地类别 II 类,设计地震分组第一组,当地基本风压 0.3 kN/m<sup>2</sup>,地面粗糙度类别 B 类。

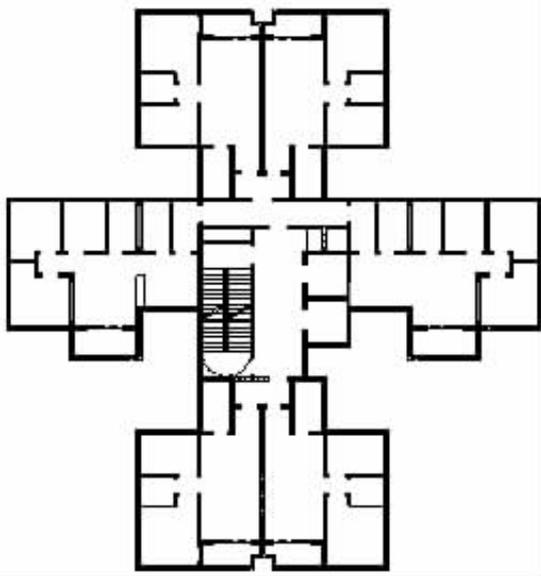


图 1 建筑标准层平面图

由图 1 可知,整个建筑平面大致分为 4 部分区域,其中左侧分区结构平面布置如图 2 所示。图 2 中,黑色填充构件为钢筋混凝土剪力墙,双虚线或一实一虚表示梁,梁分主梁与次梁,从构造简便的角度选择主次梁之间的连接方式为铰接连接,其中 KL<sub>1</sub> 为主梁,CL<sub>1</sub> 为次梁。本文以 KL<sub>1</sub> 和 CL<sub>1</sub> 的连接点即节点 JD<sub>1</sub> 的设计为例来研究装配式混凝土结构中主、次梁连接节点的深化设计。

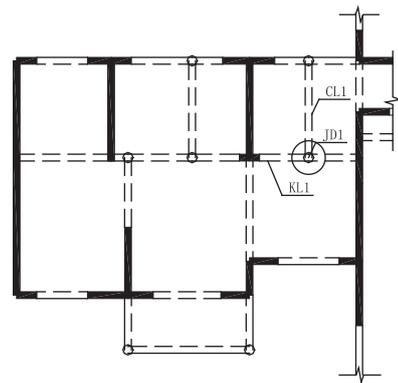


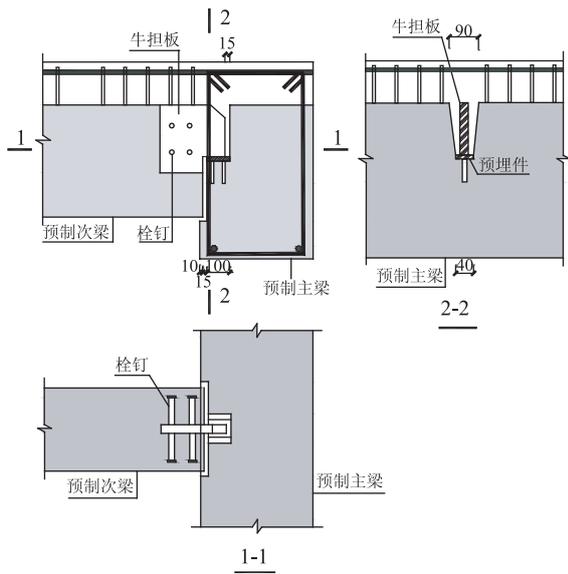
图 2 左侧分区结构平面布置图

### 2 连接构造

与 JD<sub>1</sub> 相连的主梁 KL<sub>1</sub> 和次梁 CL<sub>1</sub> 均采用叠合梁,主梁 KL<sub>1</sub> 截面尺寸 200 mm×500 mm,次梁 CL<sub>1</sub> 截面尺寸 200 mm×450 mm,按照 JGJ1-2014《装配式混凝土结构技术规程》的要求,框架主梁后浇混凝土叠合层厚度定为 150 mm,叠合主梁的箍筋采用整体封闭箍筋。主次梁的连接采用牛担板连接,即在制作次梁的预制梁时在其端部预埋焊接有圆柱形栓钉的钢板,即牛担板,预制框架主梁连接次梁处开设槽口,并在槽口底部设置预埋件,现场安装时把牛担板与主梁的预埋件用角焊缝连接,而后在主梁槽口处浇筑混凝土即可。主次梁连接采用牛担板连接,可以减小主梁的槽口,避免主梁混凝土在连接处完全断开。节点具体连接构造参照图集 15G310-1《装配式混凝土结构连接节点构造》<sup>[5]</sup>来做,具体详见图 3。

### 3 节点设计计算

根据图 3 的连接构造,JD<sub>1</sub> 的深化设计需要计算出牛担板的尺寸,抗剪栓钉的规格、个数,牛担板下连预埋件的尺寸、连接焊缝尺寸等,还要保证预埋件下方混凝土的局部受压承载力。这些计算中栓钉计算、埋件计算、焊缝计算以及混凝土局部受压承载力计算等相关理论已经成熟,但是对于牛担板这种形状不规则的钢板在该节点中如何受力、如何简化而进行计算,相关标准尚不明确。鉴于此,本文重点阐述了牛担板的受力计算过程,以确定牛担板的尺寸。

图3 JD<sub>1</sub>连接构造(mm)

### 3.1 节点内力计算

该建筑所承受的楼面荷载有楼面面层重量、叠合板自重、楼面活荷载。次梁所承受的荷载除楼面传来的荷载以外,还有次梁自重以及次梁上填充墙的重量。根据图2、图3,对CL<sub>1</sub>做承受均布荷载作用的简支梁计算,荷载同时考虑施工、使用阶段两种可能的组合,由此可以计算出CL<sub>1</sub>端部的剪力 $V$ (等同于次梁端部支座反力 $R$ )为40.8 kN。考虑浇筑混凝土后次梁端部有一定的刚性,在设计节点时便偏于安全地按照两端固结梁计算了CL<sub>1</sub>端部弯矩 $M$ ,结果为19.38 kN·m,然后进行牛担板截面的内力计算。

### 3.2 牛担板计算

根据构造要求,预估牛担板尺寸如图4所示,初步确定牛担板厚度 $t$ 为16 mm, Q345钢。由前文分析可知,牛担板主要承受CL<sub>1</sub>端部支座反力 $R$ 。根据GB/T 51231—2016《装配式混凝土建筑技术标准》<sup>[6]</sup>进行分析,本文牛担板有A、B两个危险截面。在 $R$ 作用下,牛担板上两个危险截面受力情况为:截面A受有剪力 $V$ 和弯矩 $M_1$ ,因此A截面可按受弯构件计算;截面B上受有拉力 $N$ 和弯矩 $M_2$ ,截面B按偏心受拉构件计算。

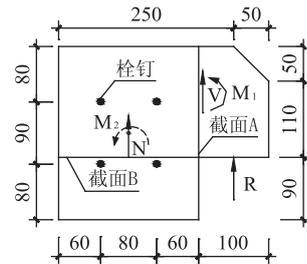


图4 牛担板及栓钉布置示意图(mm)

根据梁端 $R$ 和 $M$ 的数值,近似求得两个截面的 $V$ ,  $M_1$ 和 $M_2$ 后,进行两个截面强度的计算,结果如下:

A截面:

$$\sigma_{A_{\max}} = 254.59 < f = 305 \text{ N/mm}^2,$$

其中, $\sigma_{A_{\max}}$ 为A截面最大弯曲正应力; $f$ 为钢材抗拉强度设计值。

$$\tau_{A_{\max}} = 15.38 < f_v = 175 \text{ N/mm}^2,$$

其中, $\tau_{A_{\max}}$ 为A截面最大弯曲剪应力; $f_v$ 为钢材的抗剪强度设计值。

经验算,强度满足要求,可见对于A截面的设计,抗弯强度起控制作用。

B截面:

$$\sigma_{B_{\max}} = 137.07 < = 305 \text{ N/mm}^2,$$

其中, $\sigma_{B_{\max}}$ 为B截面最大正应力。

经验算强度满足要求,可见B截面承载力相对富余。

从本例计算结果来看,由于CL<sub>1</sub>跨度较小,牛担板承受剪力不大,因此B截面的强度对于牛担板尺寸的确定不起决定性作用,但牛担板的高度决定于A截面的强度。

### 3.3 栓钉计算

根据文献[6]中相关构造要求,牛担板每面布置4根栓钉,具体布置见图4。栓钉采用Q345钢材,直径10 mm,长度40 mm。关于牛担板上栓钉的计算相关标准尚没有明确计算方法。本文借用钢结构基本理论解决栓钉的计算问题。

牛担板主要承担次梁端部支座反力,从而使牛担板上栓钉横截面主要承受剪力,另有少量扭矩可忽略不计。根据GB 50017—2017《钢结构设计标准》<sup>[7]</sup>中栓钉抗剪连接件的计算规

定,计算出本文选用栓钉的抗剪承载力  $N_v^c$  为 22.1 kN,按照两侧 8 根栓钉平均受剪考虑,每根栓钉分担的剪力  $N_v$  大约为 5.1 kN,因此每侧选用 4 根直径 10 mm 栓钉可满足要求。

### 3.4 预埋件计算

根据文献[5]中的构造要求确定预埋件锚板尺寸 40 mm×100 mm×10 mm,锚板钢材 Q345,锚筋 HRB400,采用 4  $\Phi$  10,长度 150 mm。根据 GB 50010—2010(2015 年版)《混凝土结构设计规范》<sup>[8]</sup>对该预埋件的锚板和锚筋承载力进行复核,均满足要求。

### 3.5 连接焊缝计算

牛担板与预埋件锚板在现场安装时可采用双面角焊缝连接。该双面角焊缝承受竖向轴心压力,依据文献[7]的规定,应为正面角焊缝。根据构造要求确定其焊脚尺寸,  $h_f=10$  mm,经计算,按照锚板长度 100 mm 满焊,焊缝承载力能够满足要求。

### 3.6 混凝土局部受压承载力

预埋件锚板下方混凝土,因承受了牛担板向下传递的较大的次梁端部支座反力,需要进行混凝土局部受压承载力计算。按照前边根据构造要求确定的预埋件锚板尺寸 40 mm×100 mm×10 mm,参考文献[8]进行计算,锚板下方混凝土局部受压承载力满足要求。

## 4 结论

对某装配式剪力墙结构住宅的某主次梁连接节点进行了深化设计,对该节点受力起关键性作用的牛担板等零部件进行了详细计算,发现牛担板的强度计算在该节点的设计中起着决

定性的作用。本文为预制装配式剪力墙结构中主次梁连接节点的深化设计提供了计算思路,可供类似设计参考。

### 参考文献:

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. JGJ1-2014 装配式混凝土结构技术规程[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2014:2.

[2] 臧旭磊,朱张峰. 装配式组合框架结构节点研究现状[J]. 混凝土与水泥制品,2018(4): 69-73.

[3] 张树传,郭黎明,肖伟,等. 某办公综合楼装配式框架结构设计[J]. 福建建筑,2017(11):40-44.

[4] 雷杰. 星河湾中学装配式混凝土框架设计实践[J]. 上海建设科技,2017(4):16-20.

[5] 中国建筑标准设计研究院. G310-1~2 装配式混凝土结构连接节点构造[S]. 北京:中国计划出版社,2015:38.

[6] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB/T 51232-2016 装配式混凝土建筑技术标准[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2017:22.

[7] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50017-2017 钢结构设计标准[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2017:183.

[8] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50010-2010(2015 年版)混凝土结构设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2015:137.

(责任编辑:李秀荣)