利用楼板布置部分梁内负筋的新型配筋方式梁受力性能研究

□ 黄 琦 郑宏宇 秦 鹏 许迪鑫

[摘 要] 钢筋混凝土框架结构梁柱节点是主体结构的重要组成部分，但在实际施工中经常会发现梁、柱节点钢筋纵横交错，钢筋较密，局部振捣不到位，造成浇筑后每根钢筋不能被混凝土包裹，混凝土与钢筋在构件中不能共同工作，使建筑留下安全隐患。提出利用楼板布置梁内负筋的新型配筋方式，以减少梁内负筋层数，提高浇筑质量。通过Abaqus有限元软件，建立1根传统配筋方式梁和1根新型配筋方式梁的仿真模型，对比两种配筋方式的受力性能。研究表明，新型配筋方式试件与传统配筋试件相比，承载力更高，延性更好。

[关键词] 框架节点；楼板；梁内负筋；配筋方式；受力性能

1 引言

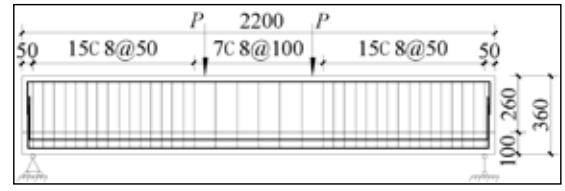
随着中国经济水平的快速提高，人们对框架结构的需求不断向大跨度、大净空的趋势发展，在进行内力计算时，为了满足抗震规范的要求[1]，在框架梁柱节点区域配置大量的梁端负筋和柱纵筋，两者相互交错，布置十分密集，钢筋绑扎难度大；在实际浇筑工程中，易造成纵筋偏移或直接采用并筋的措施，节点处混凝土振捣不到位，混凝土与钢筋因不能完全相互包裹而存在黏结力缺陷，不能保证框架节点核心区的质量，理论上会对结构整体工作性能和抗震性能产生不利影响。对于上述问题，郭猛等[2]、赵辉等[3]从概念上提出把框架梁端的第二层负筋移至梁侧楼板一定宽度范围内，可降低节点处施工难度，保证核心区混凝土的浇筑质量，对于此布筋方式梁的受力性能研究较少。因此，研究利用梁侧楼板布置一定数量梁内负筋的新型配筋方式梁的受力性能，对解决节点浇筑质量问题具有重要的意义。

通过Abaqus有限元软件，分别对1根传统梁内配筋方式的钢筋混凝土梁和1根新型配筋方式钢筋混凝土梁进行建模分析，研究其在单调静力竖向作用力下的受力性能。

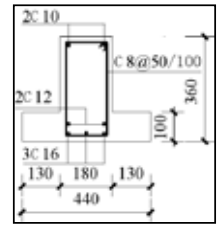
2 基于Abaqus的单调静力加载受力分析

2.1 模型设计概况

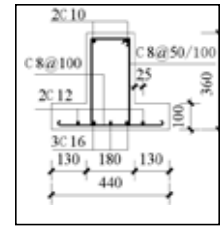
在实际工程中，框架梁端附近存在反弯点，由于反弯点处弯矩为零、剪力和转角不为零，故两反弯点间的受力形式与简支梁相似。因此，为了研究利用楼板布置梁内负筋的新型配筋方式梁的力学性能，将梁端负弯矩区简化为钢筋混凝土T型梁，模拟楼板受拉的情形。两种配筋方式的钢筋混凝土梁的配筋梁均为829m^2，混凝土设计强度等级为C30，钢筋为HRP400型钢筋，配筋示意图如图1所示。



（a）配筋剖面图



（b）传统配筋方式梁



（c）新型配筋方式梁

图1 L−1配筋图

3 基于Abaqus的有限元分析

3.1 模型的建立

模型参数设置为混凝土单元采用八节点六面体线

[作者简介] 黄 琦，广西大学土木建筑工程学院，硕士研究生。
郑宏宇（通讯作者），广西大学土木建筑工程学院，副教授，工学博士。
秦 鹏，广西大学土木建筑工程学院，硕士研究生。
许迪鑫，广西大学土木建筑工程学院，硕士研究生。

性缩减积分单元C3D8R；钢筋单元采用三维桁架单元T3D2进行模拟[4]；采用分离式模型把钢筋和混凝土作为不同的单元进行建模；混凝土采用Abaqus有限元软件自带的塑性损伤模型，钢筋采用弹塑性的双斜线本构模型。模拟过程中假定钢筋与混凝土之间具有良好的黏结作用，并通过Embedded模拟两者之间相互连接作用，为了防止应力集中，加载点处和支座处创建刚度无限大的垫块，钢筋混凝土梁的加载方式为两点加载，在上部垫块中心施加对称竖向位移，混凝土单元网格大小为50mm。

3.2 有限元计算结果分析

3.2.1 混凝土应力云图对比

通过对两种不配筋方式梁进行建模计算，两种配筋方式梁的混凝土应力分布如图2、图3所示。

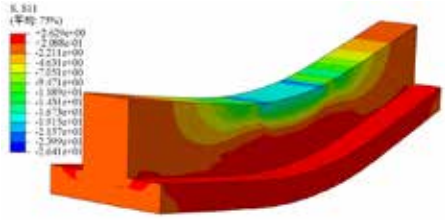


图2 传统配筋方式的混凝土应力分布云图

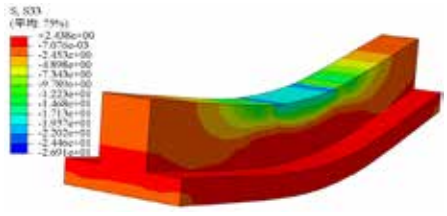


图3 新型配筋方式的混凝土应力分布云图

从图中可以看出，两种配筋方式的钢筋混凝土梁应力分布相差不大，两者的混凝土等效拉应力主要集中在模拟梁的跨中纯弯段内，梁侧截面由低至高表现为最大拉应力向最大压应力逐渐发展。

3.2.2 荷载—跨中挠度、负筋应变曲线对比

根据模拟计算结果，提取并绘制出模拟梁的荷载—跨中挠度曲线，如图4所示。从图中可以看出，两种配筋方式梁在弹性阶段的曲线基本重合。随着荷载的增加，新型配筋方式梁与传统配筋方式梁相比，屈服前的刚度有较小的提高。峰值荷载过后，新型配筋方式梁与传统配筋方式梁的承载力无明显下降，均表现出良好的延性。

跨中截面的梁内负筋荷载—应变曲线如图5所示。从图中可以看出，在曲线发展的初始阶段，两种配筋方式试件的曲线基本重合，翼板开裂后，负筋应变迅速增加，新型配筋方式梁的负筋应变大于传统配筋试件，其原因是翼板存在受拉剪力滞效应[5]，使翼板负筋应变发展滞后，梁箍筋内的负筋作为主要的受力负筋发展较快，应变增大速率较高。

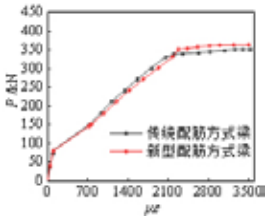


图4 荷载—跨中挠度曲线对比

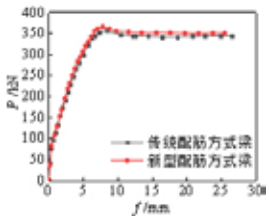


图5 荷载—负筋应变曲线对比

3.2.3 承载力对比

两种配筋方式模拟梁的开裂荷载和峰值荷载见表1。

表1 模拟梁承载力

试件编号	开裂荷载Pcr /kN	竖向峰值荷载Pmax /kN
传统配筋方式梁	66	356.27
新型配筋方式梁	75	365.02

从表中可以看出，新型配筋方式梁与传统配筋方式梁相比，开裂荷载和竖向峰值荷载均有一定的提高，其原因是将负筋移至混凝土表面附近，抗裂更有效，传统配筋方式梁的内排筋对翼板没有限制裂缝出现的作用；新型配筋方式梁的负筋只有一排，提高了梁截面的有效高度h0。

4 结语

（1）新型配筋方式梁与传统配筋方式梁的混凝土应力分布情况相似。

（2）新型配筋方式梁与传统配筋方式梁相比，刚度相差不大，延性基本相同。

（3）新型配筋方式梁与传统配筋方式梁相比，开裂荷载、峰值荷载均有一定提高，具有较好的受力性能。

[参考文献]

[1]建筑抗震设计规范: GB 50011—2010[S].北京:中国建筑工业出版社,2011.

[2]郭猛,涂远军.框架结构梁柱节点区优化施工设计[J].施工技术,2007(6):95-97.

[3]赵辉,郭猛,姚谦峰.框架梁负弯矩筋优化布置影响因素分析[J].低温建筑技术,2008(4):74-76.

[4]赵体波.钢筋混凝土梁疲劳性能的有限元分析[J].铁道建筑,2020,60(3):6-8+21.

[5]张彦玲.钢—混凝土组合梁负弯矩区受力性能及开裂控制的试验及理论研究[D].北京:北京交通大学,2009.