

新增钢梁与混凝土柱节点连接的加固设计方案探讨

王浩 郁银泉 蒋航军 申林 胡天兵

曲哲*

(中国建筑标准设计研究院 北京 100044)

(清华大学土木水利学院 土木工程系 北京 100084)

摘要: 以某工程为背景,考虑到新增部分和原结构部分的关系,介绍了一种钢梁与混凝土柱连接节点,并按不同的模型进行了分析。

关键词: 节点 加固

AN APPROACH TO STRENGTHENING DESIGN OF NEWLY ADDED STEEL GIRDER-CONCRETE COLUMN JOINT

Wang Hao Yu Yinquan Jiang Hangjun Shen Lin Hu Tianbing
(China Design and Research Institute of Building Standards Beijing 100044)

Qu Zhe
(Department of Civil Engineering, Tsinghua University Beijing 100084)

Abstract: According to a practical project and with a view to the relations between the newly added steel girder and the original concrete column, it is introduced a girder-concrete joint, which is analysed through different models.

Keywords: joint strengthen

1 工程概况

某工程位于复兴路西段,建造于20世纪90年代,为箱形基础上的框架剪力墙结构。地上9层,突出屋面有电梯机

房,水箱间3层,地下1层。东西长26.9m,南北进深15.3m。现改造为一高档写字楼,增加1层,东西增加一跨后长29.9m,南北向从2层外挑后进深为18.0m,其中包括西餐厅、展廊等,结构平面如图1所示,采用钢结构实现新建部分,另

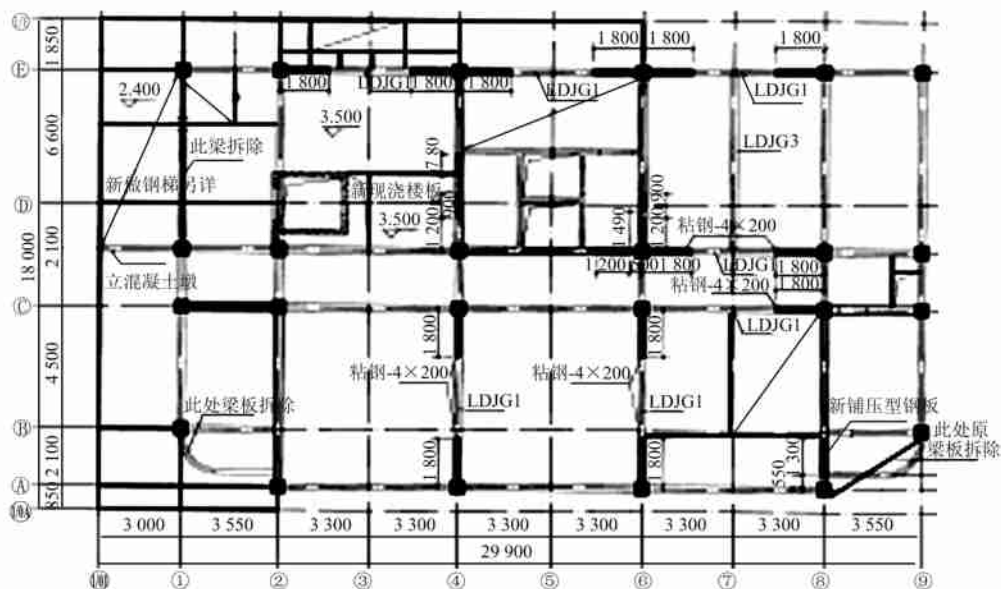


图1 首层结构平面

局部楼板、梁拆除,改动较大。

该改造工程的困难:1)建筑功能完全改变,以致结构改动较大。2)西侧楼梯位于原结构向西新增的一跨中,是建筑大师的神来之笔,均为异型楼梯,并与外部玻璃幕墙六角形风格一致,见图2。整个楼梯悬挂在西侧轴柱子上,荷载

*曲哲同志为第二作者。

第一作者:王浩男 1976年2月出生 工程师 硕士

E-mail:wanghao@cadg.cn

收稿日期:2006-03-20

大、支点少,而且有些标高处的柱子有两个方向的悬挑梁与其相连,因此,楼梯与柱的连接节点是至关重要的。

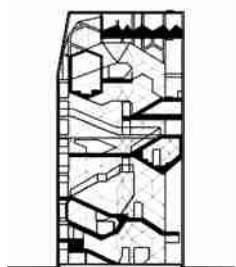


图2 侧立面

2 加固设计

原西侧 轴柱子截面为 500mm × 500mm,从柱上悬挑钢梁作楼梯梁,最大处悬挑 2.8m。③轴、⑥轴与 轴交点处的柱子两侧均有悬挑,若该处悬挑梁与柱连接节点满足承载能力等要求,则说明节点加固设计是合理、安全的。节点加固方案如图 3、图 4 所示。

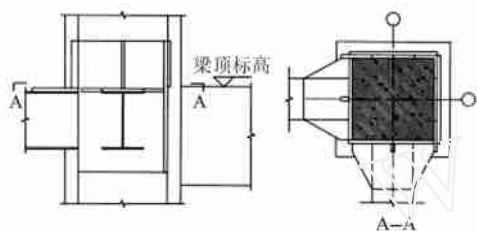


图3 加固节点

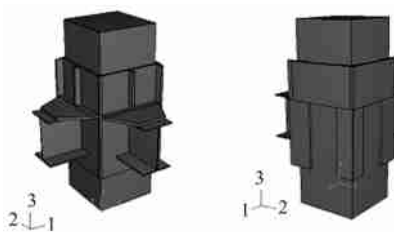


图4 节点模型

中央为矩形截面的混凝土柱,现在其外围包裹 20mm 厚的钢板作为节点板,节点板上焊接工字形截面的悬臂梁。节点板与悬臂梁之间加设盖板和小肋。混凝土强度等级为 C30,钢板采用 Q235 - B 钢。

3 模型分析

工字形悬臂梁悬挑长度 2 800mm,在模型中用刚臂模拟,如图 5 所示。刚臂上表面作用 40kN/m 的线荷载,刚臂端头作用 6kN 的轴拉力、10kN 水平推力和 22kN 的竖向力,方向如图 5 所示。

4 有限元模型

以下用四节点壳单元 S4R 模拟钢板,用 20 节点六面体缩减积分单元 C3D20R 模拟混凝土。按混凝土柱建模方式的不同分为以下 4 种模型。

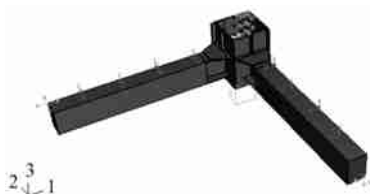
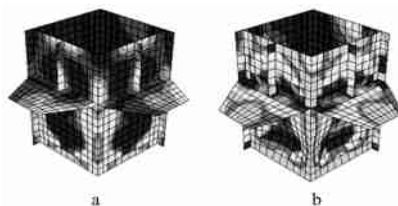


图5 新增梁模型

4.1 完全不考虑混凝土的贡献

现仅将节点板上下边缘约束。分析结果显示,在达到 46% 的预定荷载时节点板上缘就率先进入塑性(图 6a),达到 97% 预设荷载时节点区的主拉应力分布如图 6b 所示,角部亮色表示屈服。



a - 荷载水平 47%; b - 荷载水平 97%

图6 节点板上的主拉应力的分布

图 7 显示了此时节点板的变形(工字梁被隐去),可见与工字梁连接处的节点板严重内陷,然而实际上当节点板受力变形时,混凝土会对其有支撑作用,从而不会发生这样的变形。故上述模型过分低估了该节点的能力,分析结果更符合箱型柱和工字型梁的连接情况。

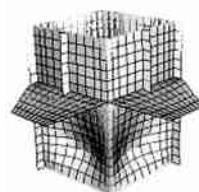


图7 荷载达到预设值的 27% 时完全不考虑混凝土贡献的节点的位移模式

4.2 按刚性支撑作用考虑混凝土的贡献

根据模型的分析结果,如图 8 中所示的圆圈内深色网格区域在节点受力过程中向混凝土柱子传力,在这些区域添加滑动支座,阻止其平面外的运动,以模拟混凝土对节点板的支撑作用。另在节点板上下的四角均施加铰支座。分析得到的主拉应力场如图 9 所示,圆圈内亮色表示该单元已经屈服。可见,在给定的荷载下,除了工形梁双向受拉的上半翼缘外,节点板在角部也出现了不同程度的屈服,如图 9 中圆圈标出的部位。此时悬臂梁自由端的竖向挠度达 20.86mm (约为梁长的 1/134),横向挠度达 22.97mm (约为梁长的 1/122)。

经试算,加大工字梁截面仍不能避免节点板在上述位置的屈服。将轴拉力加大至 60kN,工字梁上翼缘压力加大至 72kN/m,工字梁截面采用 14mm 厚钢板,这是一种极限状态,节点和梁均采用 Q345 钢材,则得到图 10 所示的主拉应力场,其中灰色区域已经超过屈服应力。此时悬臂端竖向挠度



图8 施加刚性支座的区域

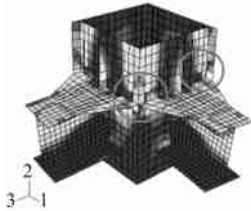


图9 主拉应力场

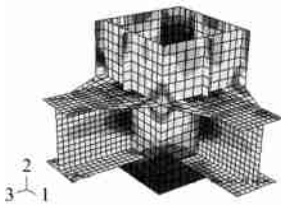
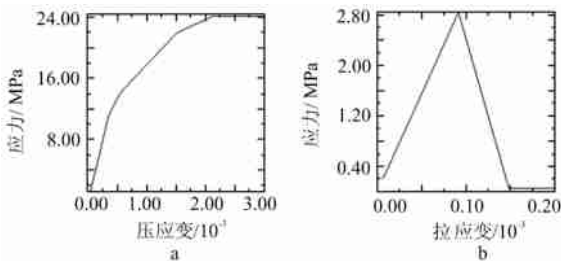


图10 改变荷载、材料与工字梁截面后的主拉应力场

14.6mm(1/192), 横向挠度4.9mm。

4.3 混凝土采用塑性损伤模型, 节点板与混凝土完全或部分理想粘接

现混凝土用塑性损伤模型模拟, 其本构关系如图11所示。假定节点板与混凝土之间完全理想粘接, 则在达到15%



a - 受压应力 - 应变曲线; b - 受拉应力 - 应变曲线

图11 混凝土的本构关系

的预定荷载之前, 节点板与工形梁连接一侧的上缘处的混凝土会率先受拉破坏。若在建模时减小节点板与混凝土理想粘接的范围, 尽量只在二者互相压迫的区域施加粘接, 则图12a、12b中用圆圈标出的位置处的混凝土将在荷载水平不超过15%时受拉破坏。混凝土被拉坏后计算终止。图12中隐去了节点板。

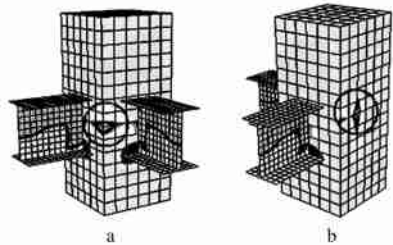


图12 塑性损伤混凝土破坏的位置

需要指出的是, 以上各模型均是对实际情况的简化处理。实际中, 节点板与混凝土之间的界面可以传递一定的拉应力, 也会产生一定的滑移与剥离, 然而若不考虑混凝土可能发生破坏的情况, 则上述第二种模型中部分考虑混凝土支撑作用的做法比较接近实际情况, 可作为设计参考。

5 结论

- 1) 通过对上述模型的分析, 特别是第二种模型分析结果显示, 该节点在此次改造加固项目中是可靠的。
- 2) 若按刚性支座考虑混凝土的支撑作用, 则现在节点基本能够满足设计要求。
- 3) 若节点板与混凝土柱可靠粘接, 则破坏将由混凝土的受拉失效导致。
- 4) 在第一种模型假定下, 该节点形式也可作为钢框架梁柱连接提供参考。

参考文献

- 1 JG 145 - 2004 混凝土结构后锚固技术规程
- 2 叶列平. 混凝土结构(上册). 北京: 清华大学出版社, 2005
- 3 江见鲸, 陆新征, 叶列平. 混凝土结构有限元分析. 北京: 清华大学出版社, 2005

动态

中国建筑学会建筑师分会建筑技术学术研讨会召开

2006年7月15日至18日在南京东南大学召开。东南大学副校长胡敏强教授、建筑学院院长王建国教授、建筑研究所所长、中国科学院院士齐康教授在开幕式上发表了热情洋溢的讲话。柳孝图、姚自君、郑忱、徐淑常、贾爱琴、唐国安等教授出席开幕式。陈衍庆教授代表第一届建筑技术专业委员会作工作报告。开幕式由东南大学建技研究所所长、专委会委员杨维菊教授主持。

本次会员代表大会听取了工作报告, 选举了第二届建筑技术工作组组员; 聘请了特邀组员和资深组员; 表彰了第一届优秀委员; 评选出第二届建筑技术优秀论文。

本次学术研讨会, 印刷出版论文194篇, 宣读论文30篇。

大会组织参观考察南京聚福园小区(获建设部绿色建筑创新奖)、银城东苑绿色住宅小区、天泓山庄(国家康居示范工程)和低能耗高舒适的朗诗国际街区, 还参观了南京奥体中心体育馆、游泳馆、网球中心和体育科技中心。

大会期间, 在东南大学建筑系馆举办了各校建筑技术教学和学生作业展览。东南大学、同济大学、华侨大学、清华大学、重庆大学、北京建工学院、哈尔滨工业大学、北京工业大学、西安建筑科技大学、山东建筑大学、昆明理工大学等都有展板交流。

出席本次大会的有来自全国26个省、市、自治区、特区的高校、设计、科研、厂商、房地产和部队的89个单位, 176名代表, 其中4名代表来自台湾和澳门。