

钢管混凝土柱新型节点环板的试验及计算分析

夏 锋, 徐 彬

(昆明理工大学 建筑工程学院, 云南 昆明 650093)

摘要: 介绍了新型钢管混凝土柱节点环板的试验研究结果. 同时用有限元法对该节点环板进行了计算, 并对试验和计算结果进行了讨论.

关键词: 钢管混凝土节点; 环板; 试验研究; 有限元分析

中图分类号: TU31

文献标识码: A

文章编号: 1007-855X(2001)02-039-04

0 引言

钢管混凝土结构在我国的高层和超高层建筑中已有不少应用. 钢管混凝土柱具有承载力高、柱截面小、节省材料、施工方便等优点, 在实际应用中取得了明显的技术经济效益.^[1]但是, 由于钢管混凝土柱节点在设计、制作、安装施工方面的复杂和困难, 很大程度上限制了这种性能优异的构件在工程中的推广和应用. 目前主要采用的节点形式有: ①混凝土环梁式; ②钢环梁式;^[2,3] ③新节点形式(见图1), 其连接形式与法兰盘连接相似, 每个楼层高度的钢管柱分为柱身与节点两部分, 分别在工厂制作. 节点区段的构件是将钢管、环板和穿心腹板三部分焊接成整体, 柱身区段的构件由钢管和环板焊接而成, 两部分的环板均留有一样的螺孔, 现场施工时将两部分构件通过高强螺栓连接起来, 柱身节点部分通过环板与框架梁的纵筋焊接连接. 该新型节点可以同时提供梁柱连接和柱身接长两方面的功能, 施工方便, 质量容易控制.

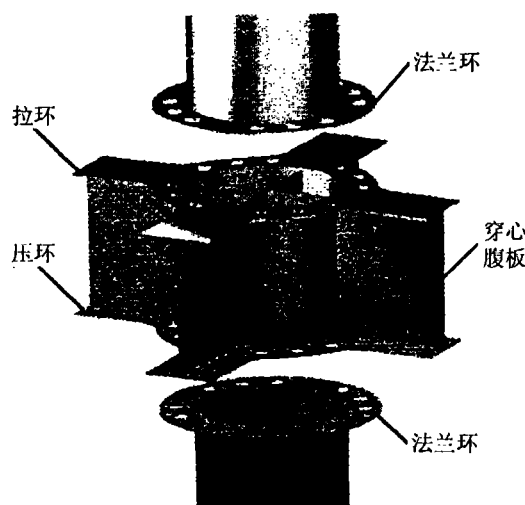


图1 新型节点构造

目前钢管混凝土柱节点构造存在的主要问题之一是节点如何完整地传递水平弯矩. 在新型节点形式中, 环板是与混凝土梁相连接的重要构件, 环板承担了最主要的弯矩传递作用, 因而环板的受力性能分析至关重要. 另外在新型钢管混凝土节点中, 上下钢管柱的连接由环板上的高强螺栓来实现, 与过去的环板不同, 新型节点环板需开螺栓孔, 环板受到一定的削弱, 须了解带孔环板性能. 为此, 我们专门对新型节点的带孔环板进行了试验测试和有限元计算, 并将其结果进行了比较.

1 试验目的

通过试验了解和分析开洞、孔的环板在轴向力作用下的应力、应变分布规律及变形情况, 并将试验数据和计算数据进行对比分析.

2 试验基本尺寸、参数、加载方法

试件取“一”字型梁柱节点环板, 几何尺寸如图2所示.

环板材料采用 Q235 钢, 试验测出的材料常数为: $E=204.25 \text{ kN/mm}^2$; $\mu=0.284$.

收稿日期: 2000-01-12;

第一作者简介: 夏锋(1954.8~), 男, 副教授; 主要研究方向: 结构工程.

试验使用的主要仪器设备:P-20R型预调平衡箱;百分表;YJ-25型静态电阻应变仪;100 t 万能材料试验机。

环板上应变片位置及编号见图2, 共计20个点。

3 有限元计算情况

为便于与试验数据比较, 计算分析以“一”字型梁柱节点环板建模, 尺寸与试验用相同, 如图2所示。

计算应用ANSYS程序, 针对环板几何形状变化大, 开有螺栓孔, 估计在环板边

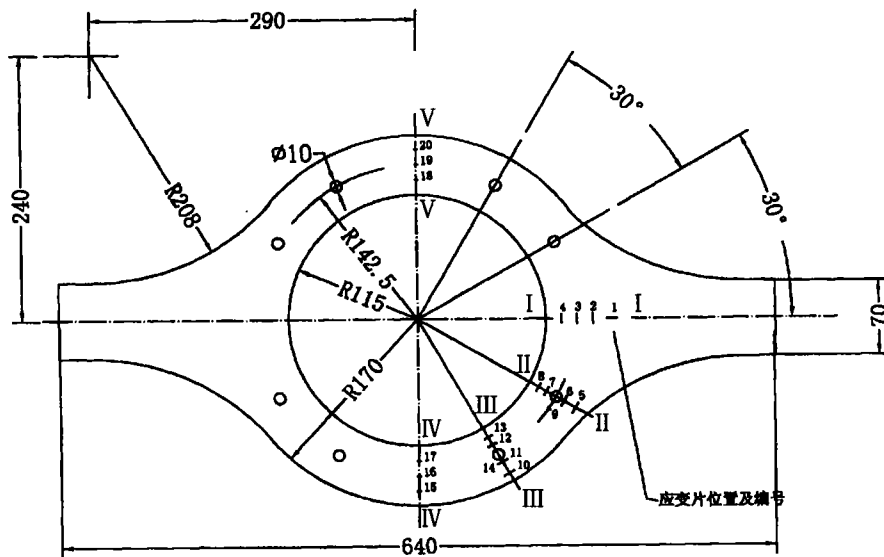


图2 环板几何尺寸

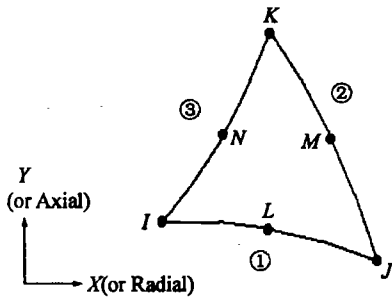


图3 2维6节点三角形单元划分图

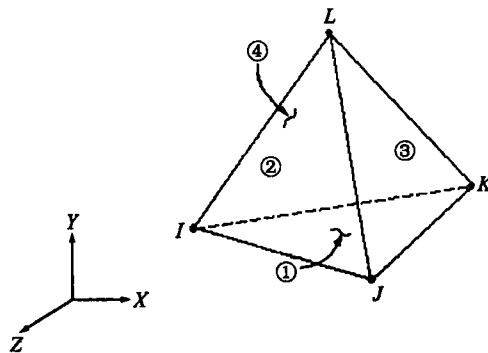


图4 3维4节点块体单元划分图

凹角处和螺栓孔边会出现应力集中的情况, 分别选择了二维6节点三角形实体结构单元(Plane2 见图3), 及三维4节点四面体带旋转实体结构单元(Solid72 见图4)进行对算。

采用Plane2单元将模型共划分为2 275个单元, 每个节点有2个自由度 U_x, U_y , 采用Solid72单元将模型共划分为2 266个单元, 每个节点有6个自由度 $U_x, U_y, U_z, ROT_x, ROT_y, ROT_z$. 计算对比表明两种单元的计算结果基本吻合, 相差无几。

模型的加载和约束尽可能模拟试验, 但考虑到集中力在施加处会造成应力集中, 故将各分级加载分别均匀分布在环板右端的各个节点上, 左端各节点的所有自由度全部约束。

4 试验和计算结果

1) 环板的内环变形比较见图5。

D_1 : 受力向变形; D_2 : 垂直向变形; D_{is} : 试验数据; D_{ij} : 计算数据。

2) 环板应变值的比较情况见图6(分别从I, II, III, IV截面上各取1个点)。

N_{is} : 应变值试验数据; N_{ij} : 应变值计算数据。

5 结果分析

根据试验和计算结果的比较, 可以得出以下结论:

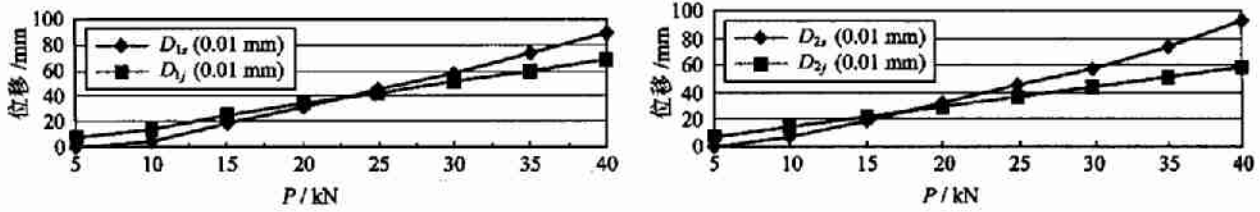


图 5 环板的内环变形

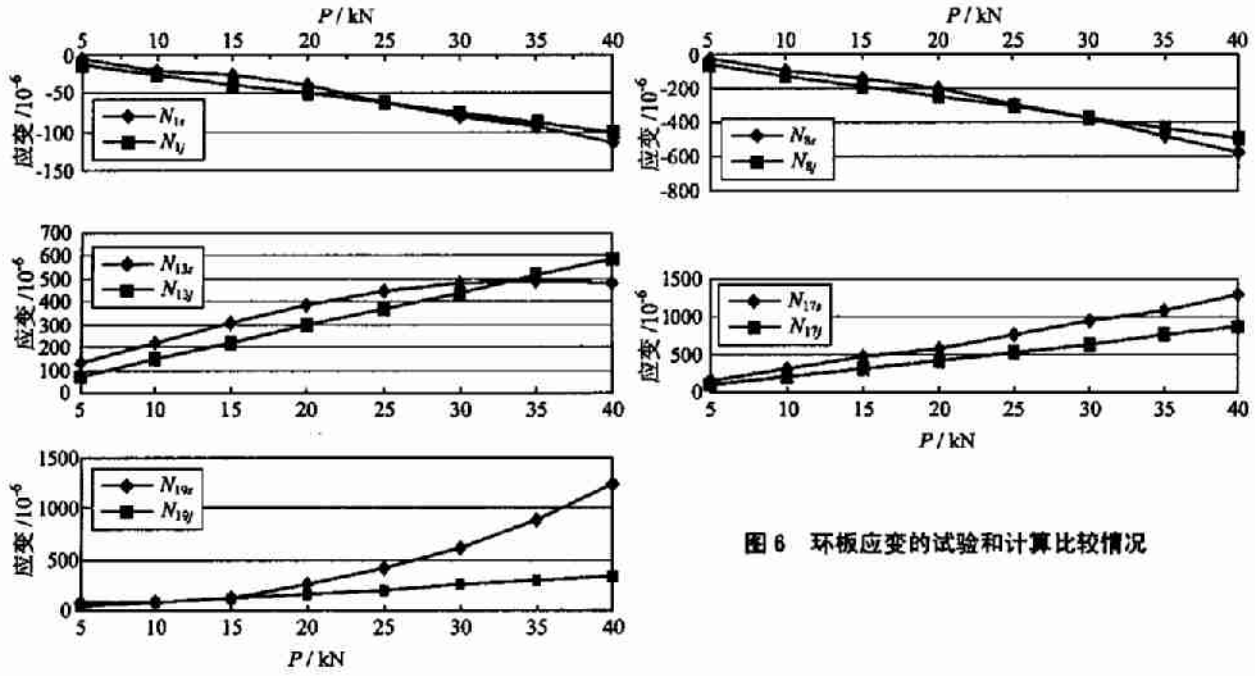


图 6 环板应变的试验和计算比较情况

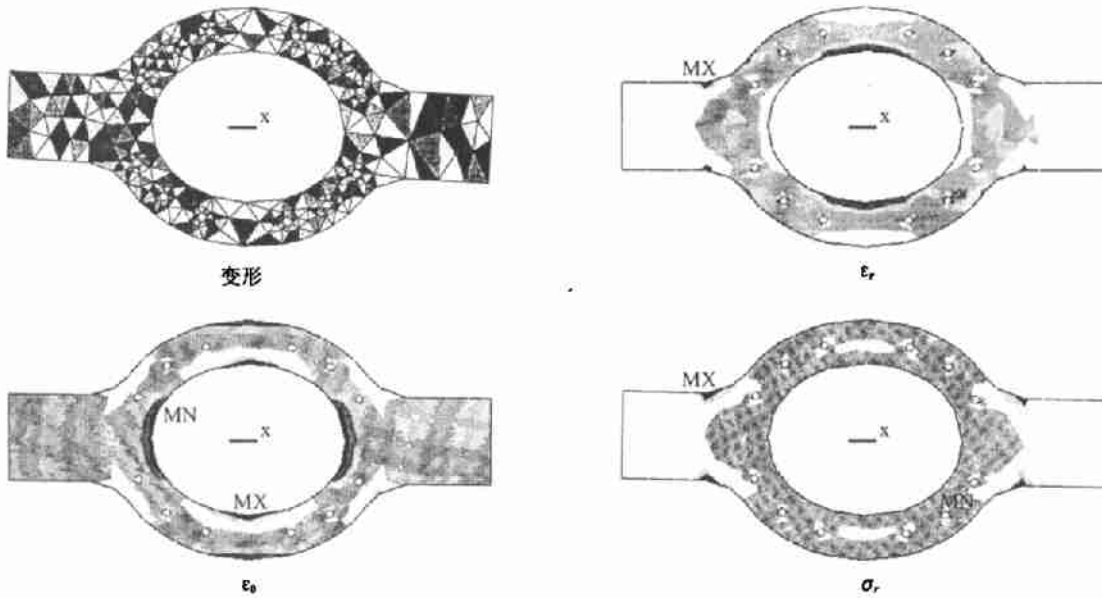


图 7 环板变形、应变、应力的情况

1) 计算与试验在所选的大部分点上结果相同, 有些点上结果有偏差也是正常的, 其影响因素既有试验方面的, 也有有限元计算方面的。

2) 环板沿受力方向和沿垂直于受力方向直径变化呈线性规律, 且伸长量与压缩量基本相等.

3) 环板在4个截面应变变化规律为: 环向应变和环向应力 $\varepsilon_{\theta_{\max}}$ 、 $\sigma_{\theta_{\max}}$ 对称出现在环内侧的IV、V截面处, $\varepsilon_{\theta_{\max}}$ 、 $\sigma_{\theta_{\max}}$ 对称出现在环内侧的I截面; 轴向应变和轴向应力 $\varepsilon_{r_{\max}}$ 、 $\sigma_{r_{\max}}$ 出现在II截面的孔边处, $\varepsilon_{r_{\max}}$ 、 $\sigma_{r_{\max}}$ 出现在III截面的孔边处.

4) 有限元计算能够描述环板变形、应变、应力的全貌, 使对环板的工作性能有整体的了解. 下面给出 $P=50$ kN 时, 环板的变形、应变、应力情况, 见图7(该图在ANSYS程序的平台上给出的均为彩色图形, 以各种色彩对应不同的数值).

从图7中可以看出, 环板的内环边 σ_{θ} 较大, 而 σ_r 的最值则出现在外环的凹角处和螺栓孔边处, 分别达到 109.47 MPa 和 -93.384 MPa.

参考文献:

- [1] 钟善桐. 钢管混凝土结构[M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1995. 1~5, 108~137.
- [2] 蔡绍怀. 钢管混凝土结构[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1992. 87~93.
- [3] 钢管混凝土结构设计与施工规程. 北京: 中国计划出版社, 1992. 25~29.

The Experimental Study to the Circle Plane of New Concrete Filled Steel-Tubular Joint

XIA Feng, XU Bing

(The Faculty of Architectural Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

Abstract: In this paper, the experimental result of circle plane of new concrete filled steel-tubular joint was introduced. The finite element analysis was also presented. The experimental and calculated results were discussed.

Key words: concrete filled steel-tubular; circle plane; experiment study; finite element analysis