

文章编号: 1000-5013(2012)02-0192-03

# 构造因素对扣件式钢管 高大模板支架承载力的影响

曾志兴, 魏銮新, 郭义海

(华侨大学 土木工程学院, 福建 厦门 361021)

**摘要:** 以现场调研为基础,借助有限元软件 SAP 2000 建立模型,分析高大模板支撑体系的剪刀撑、扫地杆及钢管壁厚在体系几何尺寸不变的情况下对其屈曲承载力的影响.结果表明:竖向剪刀撑单向设置时,其设置方法对架体承载力影响很小;竖向剪刀撑双向设置时,其设置方法对架体承载力影响很大;架体承载力受扫地杆设置和钢管壁厚的影响较大.

**关键词:** 高大模板; 支架; 剪刀撑; 扫地杆; 扣件式钢管; 承载力

**中图分类号:** TU 755.21

**文献标志码:** A

在国内所使用的模板支架中,由钢扣件和钢管组成的模板支架由于构造简单、通用性强、使用成本相对较低、安全性较好等原因得到广泛应用.然而,模板支架事故时有发生,剪刀撑设置不合理、扫地杆不设或设置不全,以及钢管壁厚不足是施工现场较常见的问题.住房和城乡建设部印发的《建设工程高大模板支撑系统施工安全监督管理导则》中把建设工程施工现场混凝土构件模板支撑高度超过 8 m,或搭设跨度超过 18 m,或施工总荷载大于 15 kPa,或集中线荷载大于 20 kPa 的模板支撑系统称为高大模板支架.文献[1-4]对模板支架的横距、步距、纵距、架体高度、节点半刚性、剪刀撑布置、扫地杆高度、立杆顶端伸出长度等做了系统的研究.本文借助 SAP 2000 软件对架体竖向剪刀撑、扫地杆以及钢管壁厚进行分析,探讨这些因素对高大模板支架稳定承载力的影响.

## 1 模型建立

为简化计算,做以下 4 个基本假定:

- 1) 模型为三维空间杆件结构体系,考虑高支模体系荷载较大,上端假定与模板铰接,约束两个水平方向的位移,下端与底座铰接,约束两个水平方向位移和一个竖直方向位移,剪刀撑与体系铰接<sup>[1]</sup>;
- 2) 忽略地震作用,风荷载及其他水平作用<sup>[1]</sup>;
- 3) 模架竖直杆均为轴心受压,均匀承受荷载,整个架体失稳时的轴压为架体稳定承载力<sup>[1]</sup>;
- 4) 不考虑架体的初始缺陷,因杆件间是用扣件连接的,所以节点处应考虑半刚性<sup>[5]</sup>.

计算时,扣件拧紧力矩采用 40 N·m,节点刚度为 46.85 kN·m·rad<sup>-1</sup><sup>[6]</sup>.

考虑竖向剪刀撑对高大模板支架承载力的影响,其模型架体:横向 8 跨,纵向 16 跨,竖向 24 层的架体,横距、纵距、层高均为 1.2 m,扫地杆高度 0.15 m,立杆伸出长度 0.1 m,剪刀撑按 4 步 4 跨布置,每隔 4 排立杆设置 1 层.

考虑扫地杆和钢管壁厚对高大模板支架承载力的影响,其模型架体与竖向剪刀撑的模型架体参数相似,只是竖向分别有 4,8,16,24 和 32 层共 5 个高度的架体.

**收稿日期:** 2011-01-21

**通信作者:** 曾志兴(1967-),男,教授,主要从事混凝土结构耐久性的研究. E-mail:zhixing@hqu.edu.cn.

**基金项目:** 福建省高等学校新世纪优秀人才支持计划项目(07FJRC05);福建省厦门市科技计划高校创新项目(3502Z20083038)

## 2 结果分析

### 2.1 竖向剪刀撑的影响

运用有限元软件 SAP 2000 考虑扣件节点的半刚性,进行屈曲分析,得到竖向剪刀撑不同布置方式下架体的屈曲承载力,如表 1 所示. 从表 1 可以得到如下 2 个结论.

1) 仅在纵向布置剪刀撑,横向不布置,架体承载力增加不明显甚至略有下降. 此时,架体纵向刚度迅速增加,而横向刚度几乎不增加,架体屈曲时会沿架体刚度较弱一侧,不设剪刀撑的横向刚度较弱. 随着纵向剪刀撑的增加,架体自重也增加,在横向刚度保持不变时,架体屈曲承载力会略有下降. 这只有在横向布置剪刀撑时,才得到相似的结论.

2) 横向、纵向均设置竖向剪刀撑时,横向、纵向刚度不断增加,架体承载力也不断增加. 相对于不设置剪刀撑时,仅在架体四周设置剪刀撑,架体承载力增加到不设置时的 1.39 倍,横纵向每隔 4 排布置,架体承载力增加到不设置时的 1.82 倍,每隔 2 排布置,架体承载力增加到不设置时的 4.08 倍. 架体的屈曲总是最早发生在刚度较弱的部位,竖向剪刀撑可以有效地提高架体的刚度,并在架体受力时,应力重分布过程中,传递调节应力.

表 1 不同竖向剪刀撑布置方式的架体屈曲承载力

Tab.1 Buckling bearing capacity under different layouts of vertical crossing struts kN

横向	纵向				
	不设置	两端	每隔 8 排	每隔 4 排	每隔 2 排
不设置	36.23	38.16	38.14	38.11	38.04
两端	36.18	50.22	65.65	68.49	68.53
每隔 4 排	36.15	50.20	65.76	96.96	100.25
每隔 2 排	36.07	50.13	65.94	97.28	147.45

### 2.2 扫地杆的影响

考虑扣件节点的半刚性,运用有限元软件 SAP 2000 进行屈曲分析,得到扫地杆不同布置方式、不同架体高度( $h$ )下架体的屈曲承载力,如表 2 所示. 表 2 中:横、纵隔 1 表示横向或纵向每隔 1 排立杆设置 1 道扫地杆.

从表 2 可知:当架体高度为 4.8 m 时,横向或纵向均不设扫地杆时的承载力是横向或纵向均设置扫地杆时的 74%;横向不设置(纵向单向设置)扫地杆时的承载力是横向或纵向均设置扫地杆时的 81%,而纵向不设置(横向单向设置)扫地杆时的承载力是横向或纵向均设置扫地杆时的 83%. 扫地杆对架体承载力影响明显,随着架体高度增加,不设或少设扫地杆,架体承载力也有类似的下降趋势.

表 2 不同扫地杆布置方式的架体屈曲承载力

Tab.2 Buckling bearing capacity under different layouts of vertical floor members kN

$h/m$	布置方式					
	横纵均设置	横向隔 1	横向不设	纵向隔 1	纵向不设	横纵不设置
4.8	108.68	100.96	87.98	104.01	89.89	80.44
9.6	104.68	100.09	87.59	103.12	89.38	80.26
19.2	101.50	98.96	85.56	101.46	87.63	79.47
28.8	96.52	96.44	79.88	96.52	80.25	76.58
38.4	93.38	90.28	80.60	93.38	82.79	77.28

### 2.3 壁厚的影响

在钢管内径不变,不同架体高度下,减小外径( $\phi$ ),钢管壁厚( $d$ )也由 3.5 mm 下降到 2.0 mm,考虑扣件节点的半刚性,运用有限元软件 SAP 2000 进行屈曲分析,架体的屈曲承载力如表 3 所示.

从表 3 可知:钢管的壁厚减小,横截面积小于标准要求的钢管面积,钢管抗压、抗弯能力也随之下降. 对于钢管使用过程中因磨损锈蚀引起的壁厚减小,壁厚由 3.5 mm 下降到 3.0 mm,屈曲承载力约降为原来的 88%;而当壁厚由 3.5 mm 下降到 2.0 mm,屈曲承载力约降为原来的 62%. 对于钢管生产时钢管外径合格,壁厚偏小的情况,壁厚由 3.5 mm 下降到 3.0 mm,屈曲承载力约降为原来的 90%,而壁厚由 3.5 mm 下降到 2.0 mm,屈曲承载力约降为原来的 68%.

表 3 不同钢管壁厚的架体承载力

Tab. 3 Buckling bearing capacity under different steel tube thickness

kN

<i>h</i> /m	$\phi(\text{mm})\times d(\text{mm})$								
	48.0×3.5	47.9×3.4	47.7×3.2	47.5×3.0	47.3×2.8	47.1×2.6	46.9×2.4	46.7×2.2	46.5×2.0
4.8	137.02	133.64	126.83	119.94	112.96	105.89	98.67	91.37	83.88
9.6	121.06	118.12	112.20	106.22	100.16	94.02	87.79	81.46	75.02
19.2	121.09	118.84	112.88	106.85	100.76	94.59	88.33	81.98	75.51
28.8	115.31	112.64	107.25	101.79	96.23	90.57	84.81	78.92	72.89
38.4	108.01	105.59	100.70	95.73	90.66	85.48	81.18	74.76	69.19

3 结束语

在施工现场,模板支撑架常被视为临时结构,未得到足够的重视,如剪刀撑不设计而只靠经验来布置;扫地杆设置不符合规范,不设或少设时有出现,等等. 由试验分析可知:竖向剪刀撑、扫地杆的布置可以有效地提高架体的屈曲承载力;钢管的质量对架体的屈曲承载力有较大影响.

参考文献:

[1] 袁雪霞. 建筑施工模板支撑体系可靠性研究[D]. 杭州:浙江大学,2006.

[2] 刘建民,李慧民. 构造因素对扣件式钢管模板支架稳定承载力的影响[J]. 四川建筑科学研究,2007,33(1):16-18.

[3] 闫鑫,胡长明,曾凡奎,等. 顶端伸出长度对高大模板支架稳定承载力的影响分析[J]. 施工技术,2009,38(4):73-81.

[4] 胡长明,梅源,王雪艳,等. 构造因素对高大模板支撑体系稳定承载力影响的研究[J]. 建筑技术,2009,40(2):143-146.

[5] 魏銮新,曾志兴. 扣件式钢管脚手架计算模型讨论与思考[J]. 福建建筑,2010,144(6):113-116.

[6] 鲁征. 扣件式脚手架及模板支架施工期安全性分析[D]. 杭州:浙江大学,2005.

Influence of Construction Factors on Buckling Bearing  
Capacity of Coupler Steel Tube  
Supporting System for Tall Falsework

ZENG Zhi-xing, WEI Luan-xin, GUO Yi-hai

(College of Civil Engineering, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

**Abstract:** Based on the in-situ investigation, and using SAP 2000 finite element analysis software, the influence of the diagonal strut, bottom bracing and thickness of tube on buckling bearing capacity was investigated in tall falsework on condition of the same dimension of the system. The results indicate: the setup of vertical single diagonal strut influences slightly the bearing capacity, the setup of vertical crossing diagonal strut influences greatly the bearing capacity, the setup of bottom bracing and thickness of tube also influence the bearing capacity.

**Keywords:** tall falsework; supporting; crossing struts; bottom bracing; coupler steel tube; bearing capacity

(责任编辑: 钱筠      英文审校: 方德平)