

高大模板支撑体系稳定性的影响因素研究

邓耀华¹ 李景铭²

1. 广州市泰基工程技术有限公司; 2. 广州市吉华勘测股份有限公司

摘要: 本文以高支模体系为研究对象, 分析汇总了对高支模体系产生安全隐患的因素, 并对各个因素深入分析, 最后对高大模板支架进行可靠度计算与分析, 提出研究一种高支模自动化监测系统, 以便实时的监测高支模体系的安全。

关键词: 高支模体系; 稳定性; 自动化监测

引言

近些年来, 我国施工工期工程事故居高不下, 特别是扣件式钢管脚手架倒塌事故和扣件式钢管模板支撑架在混凝土浇筑过程中的事故呈现明显上升趋势, 这些事故的发生给国家带来重大的人员伤亡和经济损失, 因此对建筑脚手架施工工期可靠性研究的重要性和紧迫性已经引起了广泛的关注。只有深刻认识高支模体系的稳定性影响因素, 才可以寻求和研发解决方案。

一、扣件的性能对高支模整体的稳定性的影响

一般来讲, 高支模扣件有钢板冲压扣件和可锻铸铁扣件。用于搭设支撑架的扣件为可锻铸铁扣件, 材料为机械性能不低于KTH330~08的可锻铸铁。其机械性能为: 抗拉强度330N/mm², 延伸率8%, 硬度HB120~163。扣件式钢管支撑体系结构的失效往往是从局部区域或个别节点开始, 作为杆件“节点”的扣件, 其半刚性性质对支撑体系的稳定性具有重要影响。

扣件螺栓的拧紧力矩大小对于支模整体的稳定承载力有很大关系, 合理的拧紧力矩大小可以得出最佳的稳定承载力, 因此该项目得到很多学者的研究。

陈海浪等[1]研究表明, 架体竖向最大位移、最大转角和总位移都会随着扣件螺栓拧紧力矩的增大而明显的减小, 因此扣件螺栓拧紧力矩对扣件的抗滑移性、模板支架的位移都有控制作用。袁雪霞[2]等选取了20N·m、30N·m、40N·m、50N·m、60N·m的扣件拧紧力矩, 通过扣件试验得出当扣件螺栓的拧紧力矩小于40N·m时, 极限承载力的降低幅度较大; 大于40N·m时, 极限承载力的提升幅度很小。加大扣件螺栓的拧紧力矩对扣件连接节点转动刚度的提高是有限的, 并且也不能无限制地提高支模整体的稳定承载力, 因此扣件螺栓拧紧力矩定为40N·m是合理的。

二、结构对模板支架承载力的影响

(一) 立杆间距对承载力的影响

在建筑模板工程施工中, 立杆间距通常在0.6m~1.4m之间, 为研究立杆间距对模板支架单根立杆稳定承载力的影响, 用有限元方法, 分别取不同立杆间距进行了计算, 采用8×8×8模型, 步距1.2m, 顶部和底部超出段长度均设为0.2m, 水平加强层间距四跨。记录立杆纵横间距从0.6m到1.5m相应的稳定承载力, 并研究稳定承载力随立杆间距的变化规律。

经过计算, 立杆间距0.7m时模板支架的稳定承载力为最大, 随着立杆间距的增大, 稳定承载力逐渐减小, 但是减小的幅度稍有不同。以立杆间距1.2m为基准, 1.2m时的稳定承载力比0.7m时的稳定承载力降低56.5%。

(二) 立杆伸出顶层水平杆长度对稳定承载力的影响

为研究立杆顶部超出段对模板支架单根立杆稳定承载力的影响, 用有限元方法, 分别取不同立杆间距进行了计算, 现采用平面布置为15×5跨, 高度方向为6步, 立杆步距为1.2m、1.4m和1.6m模型, 在不同立杆伸出长度和不同纵横距的条件下讨论其对立杆稳定承载力的影响。

分析数据可以发现下列规律:

(1) 在步距及伸出长度一定的条件下, 立杆的稳定承载力随立杆纵横距的增加而降低。

(2) 一般情况下, 立杆伸出顶层水平中心的长度最好不要超过0.4m。

(3) 在伸出长度及纵横距一定的条件下, 立杆的稳定承载力随步距的增大而降低。

(三) 剪刀撑对立杆稳定承载力的影响

(1) 水平向剪刀撑对承载力的影响

高于4m的模板支架, 其两端与中间应每隔4排立杆从顶层开始向下每隔2步设置一道水平剪刀撑。为研究水平向剪刀撑对支架立杆稳定承载力的影响, 在计算模型中去掉了水平向剪刀撑, 只留立杆、水平杆及竖向剪刀撑, 分别对不同步距及立杆间距进行了计算。

计算发现, 由于旋转扣件可以任意转动, 故水平向剪刀撑杆件对立杆的弯曲变形没有阻碍作用, 去掉水平向剪刀撑对支架的稳定承载力几乎没有影响。

(2) 竖向剪刀撑对立杆稳定承载力的影响

由于水平向剪刀撑对支架的稳定承载力无贡献, 故只要研究无竖向剪刀撑的模板支架的稳定承载力, 再将其与前面的计算结果比较即可。

若仅在一个方向上设置竖向剪刀撑, 计算发现, 其对支架的稳定承载力无贡献, 此时屈曲将发生在垂直于竖向剪刀撑的平面内。

(四) 扫地杆对支架稳定承载力的影响

课题组计算发现, 无扫地杆时支架的屈曲都发生在最低一步架体内; 以纵横距1.0m为例, 无扫地杆时支架立杆的稳定承载力仅为有扫地杆时的1/3到1/2。由此可见, 扫地杆的作用非常重要。

若仅在一个方向上设置扫地杆, 则屈曲将在垂直于扫地杆方向发生, 立杆稳定承载力较之于不设置扫地杆并不会有所提高。

(五) 不同搭设高度对支架稳定承载力的影响

在建筑模板工程施工中, 通常立杆步距在1.2~1.6m之间, 为研究搭设高度对模板支架单根立杆稳定承载力的影响, 用有限元方法, 分别取不同立杆步距进行了计算, 采用8×8×8模型和8×8×12模型, 立杆纵横间距均1.2m, 顶部和底部超出段长度均设为0.2m, 水平加强层间距四跨。立杆间距从0.6m一直变到1.5m, 记录各种情况下的稳定承载力, 并研究稳定承载力随立杆间距的变化规律。

其他条件相同的情况下12步模型比8步模型的稳定承载力小, 即随着搭设高度的增大, 模板支架的稳定承载力减小; 且随着步距的增大, 减小率增大, 以步距1.2m时为基准, 稳定承载力最大减小率4.9% (步距1.8m时), 影响并不显著。而同样条件下步距增大时模板支架的稳定承载力也减小, 以步距1.2m时为基准, 稳定承载力最大减小率24.7%。

三、结论

本文从扣件性能和结构对高支模体系的稳定性进行了可靠性分析和计算, 然而, 计算和分析属于理论控制, 对于实际操作显得稍微繁琐, 研究一种高支模自动化监测系统, 以便实时的监测高支模体系的安全, 对于高支模体系的稳定性大有帮助。

参考文献

- [1] 陈海浪, 王欢, 张增峰, 宋洁人. 基于ANSYS的扣件式钢管高支撑架计算分析. 浙江建筑, 2009, 26(3): 38-43
- [2] 袁雪霞, 金伟, 良鲁征, 刘鑫, 陈天民. 扣件式钢管支模架稳定承载力研究. 土木工程学报, 2006, 39(5): 43-50.
- [3] 蔡志强. 混凝土浇筑顺序对高大模板支撑体系稳定性影响研究. 江西建材, 2017, 13: 77-79.