

复杂结构建筑施工中模板支撑系统的设计与安全分析

赵 言

中国二十二冶集团有限公司, 河北 唐山 063000

[摘要]在现代建筑行业当中,复杂结构建筑出现得越来越多,这使得对模板支撑系统的要求变得越来越高。模板支撑系统属于混凝土结构成型时极为关键的临时性结构,它的设计是否科学以及施工过程是否安全,这两者和施工的质量以及现场作业的安全状况有着直接的关联。文章针对复杂结构建筑模板支撑系统的设计所遵循的原则以及具体的方法展开深入探讨,全面且细致地分析了常见的那些安全方面的风险以及引发事故的种种诱因,并且在此基础上进一步给出了关于全过程安全管理以及应急预案的相关策略,希望能够给存在高风险以及技术难度较高的建筑施工提供一定的理论方面的支撑以及实践当中的参考。

[关键词]复杂结构建筑;模板支撑系统;设计;安全分析

DOI: 10.33142/ec.v8i6.17213

中图分类号: TU3

文献标识码: A

Design and Safety Analysis of Template Support System in Complex Structure Construction

ZHAO Yan

China MCC22 Group Corporation Ltd., Tangshan, Hebei, 063000, China

Abstract: In the modern construction industry, complex structural buildings are becoming increasingly common, which makes the requirements for formwork support systems higher and higher. The formwork support system is a crucial temporary structure during the formation of concrete structures. The scientific design and safety of the construction process are directly related to the quality of construction and the safety of on-site operations. The article delves into the principles and specific methods followed in the design of complex structural building formwork support systems, comprehensively and meticulously analyzing common safety risks and various causes of accidents. Based on this, it further provides relevant strategies for whole process safety management and emergency plans, hoping to provide theoretical support and practical references for construction projects with high risks and technical difficulties.

Keywords: complex structural buildings; template support system; design; safety analysis

引言

随着城市建设持续朝着高层化、大跨度以及异形化方向推进,复杂结构建筑如雨后春笋般大量出现,其结构类型多种多样,构造节点也极为复杂,这给模板支撑系统的稳定性和适应性带来了相当大的挑战。模板支撑系统不但要满足结构成型时的几何精度以及承载力方面的要求,而且要在施工进程当中切实保障作业人员的人身安全,防止因为设计环节存在缺陷或者操作过程中出现失误而致使系统出现失稳的情况,甚至引发坍塌事故。特别是在高大模板、大跨度异形结构等相关工程当中,支撑系统所承受的施工荷载以及其传力路径都变得更加复杂,只要稍有疏忽就极有可能引发安全方面的风险。所以,针对模板支撑系统展开深入探讨,对其设计原则、计算方法以及施工管理措施加以研究,显得尤为重要。

1 复杂结构建筑模板支撑系统设计原则

1.1 安全性原则

在复杂结构建筑当中,模板支撑系统得把安全性放在首位。这个系统一般处在要承受大量混凝土自身重量、钢筋重量以及施工人员荷载这样的工作状况下,所以务必要保证它在整个施工周期里的结构稳定性和抗倾覆的能力。

在设计的时候,应当依据实际的荷载来精准地去做计算,还要充分考虑到施工过程中动态荷载的变化情况,并且要合理安排立杆、横杆、剪刀撑等这些关键的构件,以防局部出现失稳的情况进而向整体坍塌的方向蔓延开来。与此还得严格依照国家以及行业相关的规范,针对材料强度、连接件的可靠性以及支架构造节点等方面展开细致的设计工作,尽可能地把风险系数给降下来。

1.2 经济性原则

模板支撑系统在设计之时,还得把经济性原则纳入考量范围。也就是说,在确保结构能够安全无虞的基础之上,要尽力达成材料利用率的最髙程度以及施工成本的最低限度。借助对立杆间距加以优化、对模板类型精心挑选以及对布置方式予以合理安排等一系列举措,以此来削减那些本不该出现的资源浪费情况,并且妥善安排好周转次数,进而促使施工材料成本得以降低。与此对于系统构件而言,应当着重关注其标准化以及模数化方面的设计工作,通过这样的方式,能够使得模板体系具备更高的通用性以及更强的可重复使用率,最终实现施工效率与经济效益的双提升。经济性这一概念,不仅仅体现在对直接成本进行节约这方面,它同样会在施工进度、人工配置以及机械调配

等诸多间接成本的把控方面有所呈现。

1.3 施工便捷性原则

施工便捷性在模板支撑系统的相关设计里,属于不容被忽视的重要因素。就支撑体系的结构布置而言,其务必要做到简洁且清晰明了,如此一来,才可方便施工人员能够较为快速地完成安装、调整以及拆除等一系列操作,进而使得高空作业的强度得以减少,作业所花费的时间也能相应缩短。与此模板支撑得具备不错的可调节性能,只有这样,才能较好地适应地形出现的起伏状况以及结构尺寸方面的各种变化,防止因为存在局部较为复杂的节点,而致使施工的难度大幅度地提升起来。而合理的设计施工便捷性,一方面可以提升施工的效率,另一方面也能够有效地将因操作失误而产生的安全隐患给降下去。

1.4 适应结构复杂性的设计要求

在复杂结构建筑里,异形梁、弯曲板、斜柱这类非标准构件频频出现,模板支撑系统得有很强的适应性 with 灵活性才行。设计时要仔细分析结构构件的几何特点、荷载传递路径以及施工顺序,依据不同情况来布置模板支架体系,既要契合结构形态需求,又要有足够的承载力和稳定性,切实做到紧贴结构轮廓、承担施工荷载。特别是在结构有转角、夹角,且高差变化大的地方,一定要采取专门的支撑加固办法,用加密布置、局部刚性连接、附加支撑等手段,有效阻止因局部支撑变形、脱空或者错位而引发的结构轮廓偏差或整体系统失稳。在复杂结构施工过程中,模板支撑体系常要和脚手架、施工平台、钢筋绑扎平台等设施相互配合作业,要是设计没提前考虑各系统间的施工干扰和空间冲突,很容易造成现场混乱或出现安全隐患。所以,在模板支撑系统设计环节,借助三维建模、施工模拟等方式来预测关键部位的冲突与配合需求,合理安排支撑体系搭建节奏与空间布局,以此提高整体施工组织协调性与现场作业的安全效率。

2 模板支撑系统设计方法

2.1 结构力学分析

模板支撑系统设计需依据结构力学分析,综合考量支撑构件受力特性及力传递路径,构建力学模型。针对高大支模系统,要着重剖析其在自重、混凝土浇筑荷载以及施工活荷载共同影响下所呈现出的稳定性和强度状况,防止出现整体失稳或者局部屈曲情况。在分析阶段,可以运用静力平衡法、刚度矩阵法或者有限元法等多种方式,精准测算立杆、水平杆还有连接节点的受力情况,借助力学模拟预估系统的变形走向与薄弱之处,从而为后续构造优化以及安全防护给予理论支撑。

2.2 荷载计算与安全系数

荷载计算属于模板支撑系统设计里的关键环节,这里面涉及到永久荷载,像模板自身的重量、钢筋混凝土的重量这类,还有在施工进程当中存在的可变荷载,比如施工

人员的活动情况、振捣设备所产生的作用等等。在设计的时候,得依照相关规范来对各类荷载做出合理的组合安排,要充分考量在最不利荷载工况之下支撑所呈现出的受力状况,从而保证该系统即便处于极端情形之下,依旧拥有足够的承载能力。安全系数的设定需要把荷载的不确定性因素、施工环节可能出现的误差以及材料性能方面存在的波动等情况都考虑进去,其一般所取的数值范围是在 1.3 到 1.6 之间,以此来确保支撑系统能够稳定地运行,并且保障人员的人身安全。

2.3 支撑体系方案设计

支撑体系方案的设计工作要充分满足结构力学方面的要求,并且要综合考虑工程实际的具体情况来展开整体的规划安排。其设计内容应当涵盖模板布置图、支撑平面图、立面图以及节点详图等等,要清晰明确各个构件的布设具体位置、相关的尺寸参数还有连接的具体方式。在高大支模体系当中,依据构件的跨度以及高度情况,还需要去设置必要的水平拉结系统以及剪刀撑,通过这样的方式来提升整个体系的整体稳定性。对于那些特殊部位,像是异形结构或者节点转换的地方,得单独去做加强方面的设计处理,从而保证整个体系能够在空间层面形成一个封闭且稳定的受力结构状态。

2.4 关键节点设计与施工工艺结合

在模板支撑系统的架构当中,节点无疑属于极为关键的部分,其在力的传递以及构造连接方面都发挥着不容小觑的作用。所以在着手设计之时,务必要着重去考量节点在传力方面的稳定程度、构造层面的可靠程度以及安装环节的便捷程度。就常见的节点来讲,像当前广泛采用的盘扣式脚手架中立杆与横杆之间的盘扣连接方式、以及模板拼缝处的搭接情况等等,都需要细致周全地加以设计,唯有如此,才能够切实有效地防止出现因节点出现松动或者脱落等情况而致使整体结构陷入失稳的窘境。与此节点的设计工作还应当与具体的施工工艺紧密结合起来,要充分考虑到施工现场的空间状况、各项作业开展的先后顺序以及工具使用的相关条件等诸多因素,如此一来便能够避免因设计和施工之间出现脱节的现象而导致在安装过程中遭遇重重困难,亦或是使得实际所达成的强度根本无法满足预期的要求。

3 模板支撑系统安全风险分析

3.1 施工方案设计缺陷

方案编制人员没有按照规范要求设计,编制的方案过于简单,因此缺少模板支撑布置平面图、立面图、剖面图和节点构造图。因为不同的工程实体,模板支设的跨度、高度、承载能力不同,所以需要工程构件进行分别验算,才能保证模板支撑系统能够承受施工所需的荷载。此外,设计未对施工场地地基承载力进行验算,或脚手架地基软弱,存在回填的虚土、被水浸泡和无垫板等情况。

最后,在编制高大模板工程方案时,同时应明确混凝土浇筑要求。

3.2 施工现场管理问题

模板支撑系统的安全状况一方面依靠设计是否科学合理,另一方面还很大程度上依靠施工现场的管理水平。要是没有有效的技术交底以及良好的施工组织安排,那么施工人员往往会因为对图纸理解不够清晰或者自身操作经验不足等原因,致使支架搭建出错,像出现漏设构件、连接部位不牢固或者是间距不符合要求等等这类问题,情况严重的时候甚至还可能让支撑系统整体失去稳定状态。与此如果现场巡查制度在执行的时候不够严格,没办法及时察觉到材料堆放不符合规范、立杆出现松动或者剪刀撑被随意拆除等这些隐患情况,那么同样也很容易引发安全事故。所以,强化现场施工管理工作,完善技术交底、施工监督、验收评定以及隐患排查等一系列管理流程,这无疑是从源头上降低模板支撑事故发生的必要举措。

3.3 材料质量与支撑搭设规范

模板支撑系统所用材料的质量状况和结构承载力以及稳定性有着极为紧密的关联。要是采用报废的钢管、发生变形的模板或者强度未达标的扣件,那么在荷载的作用之下,特别容易出现局部出现断裂或者是连接处失效的情况,进而引发系统发生坍塌。与此支撑搭设的时候务必要严格依照规范要求来操作,对立杆间距、横杆间距还有层间高度加以控制,以此来保证系统的几何稳定状态。在搭设的过程当中,倘若图纸不够清晰明确或者是施工图有所缺失,就容易出现节点出现错位、支撑出现倾斜等一系列的问题,从而留下十分严重的安全隐患。所以说,在材料采购环节、进场检验环节、施工搭设环节以及成品验收环节当中,都应当严格遵守质量标准并且按照搭设规范来进行操作。

4 模板支撑系统安全管理与应急措施

4.1 施工方案编制与审核

模板支撑系统的专项施工方案在安全施工方面占据着极为关键的地位,它是整个施工过程的核心依据所在^[1]。此方案的编制工作务必要结合结构所具有的特点、实际的施工环境以及具体的设计要求等各个方面来综合加以制定。方案当中所涉及的内容应当包含模板支架布置图、构造节点详图、具体的施工流程、材料的相关规格、施工荷载的详细验算情况以及各类安全技术措施等方面,并且要做到既要有图又有文字说明,让技术要点清晰呈现出来。与此该方案还必须经过单位技术负责人、监理单位以及相关安全管理机构等多个层级展开细致审核,以此来切实保证方案具备良好的可操作性以及较强的针对性,彻底杜绝出现仅仅停留在纸面上而无法落实到实际行动中的那种“纸上谈兵”的不良现象。

4.2 施工过程质量控制

在模板支撑系统的施工进度当中,务必要构建起覆盖全过程的质量控制机制。一开始得组织班前的技术交底工作,要清晰明确地阐明搭设的具体方式、节点的处理办法以及需要注意的各项事项。接着应当安排专人针对施工的整个过程展开质量方面的监督,着重去检查支撑结构的布设是不是契合图纸所提出的要求、连接节点是否足够牢固、所用材料是否达标^[2]。在完成支模之后还应当组织专项的验收工作,只有确认该系统的稳定性以及施工的精度都没有问题之后,才能够进入到后续的工序当中。在混凝土浇筑期间,必须指派专人对浇筑的速率以及振捣的方法予以监控,浇筑按由远至近、由低至高、分层分段、对称均衡的顺序进行,以防出现因加载速度过快或者振捣过于激烈而致使模板系统出现失稳的情况。

4.3 应急预案制定与演练

模板支撑系统有可能会出现局部失稳、整体坍塌或者混凝土浇筑异常这类突发事件,所以应当制定出科学且完善的应急预案^[3]。预案要清楚地规定事故发生之后的响应流程、组织架构、通信联络方式、人员疏散安排、医疗救护措施以及事故上报机制,以此来保证事故发生后各个环节能够快速作出反应并且协调得当。定期开展应急演练,一方面可以检验预案是否可行,另一方面还能强化施工人员的应急意识并提高他们的处置能力,进而提升整个施工现场在安全防范方面的能力。

5 结语

复杂结构建筑施工期间,模板支撑系统设计以及安全管理工作和工程质量、作业人员生命安全紧密相关。本文围绕设计原则、结构分析、施工风险还有安全管理等方面展开了较为系统的阐述,着重指出了理论设计要和现场实施密切结合起来,并且还给出了具有可操作性的安全管理以及应急处置办法。往后,伴随建筑技术不断向前发展,模板支撑系统朝着智能化、标准化以及系统化方向去发展会成为一种趋势,所以很有必要进一步强化理论研究同工程实践的相互融合,从而达成模板支撑系统在安全、高效以及可持续这些层面都能够获得全面提升的目标。

【参考文献】

- [1]贾广庆,刘忠辉.厚大型建筑复杂拱形结构模板支撑施工技术[J].工程质量,2023,41(1):47-50.
 - [2]胡文涛.桁架式模板支撑系统在超高层建筑施工中的应用[J].佛山陶瓷,2023,33(10):93-95.
 - [3]陈俊,冯峰,李振兴,等.桁架式模板支撑系统在超高层建筑施工中的应用[J].城市建筑空间,2022,29(11):223-225.
- 作者简介:赵言(1989.2—),单位名称:中国二十二冶集团有限公司,毕业学校和专业:河北联合大学轻工学院,土木工程。