

高层建筑施工裂缝控制技术与质量管控研究

杨丰宇

青岛万荣正华工程建设有限公司 山东 青岛 266555

摘要: 随着高层建筑快速发展,施工裂缝问题频发,严重影响结构安全与使用寿命。本文分析了高层建筑施工裂缝的分类特征及材料、施工工艺、设计环境、管理四大核心成因,重点阐述材料、施工工艺、专项防控及特殊部位的裂缝控制核心技术,构建“三级管控”质量体系,明确管控框架、职责与全流程要点。研究可为高层建筑施工裂缝防控提供实操指导,规范质量管控流程,减少裂缝隐患,保障工程结构稳定性与耐久性,具有重要工程实践意义。

关键词: 高层建筑; 施工裂缝; 成因; 控制技术; 质量管控

引言: 当前,高层建筑因结构复杂、施工难度大、环境影响因素多,施工裂缝成为普遍存在的质量隐患,不仅影响建筑外观与使用功能,还可能降低结构承载力,引发安全风险。现有研究对裂缝防控技术与质量管控的融合度不足,实操性有待提升。基于此,本文围绕高层建筑施工裂缝相关基础理论,系统分析裂缝成因,探索针对性控制技术,构建完善的质量管控体系,解决工程实际中裂缝防控难题,为同类工程施工提供技术参考与理论支撑。

1 高层建筑施工裂缝相关基础理论

1.1 高层建筑施工特点

高层建筑施工具有显著复杂性和特殊性,易为裂缝产生提供条件。其结构多采用框架、剪力墙等复合结构,层数多、高度高,竖向与水平荷载大,结构受力集中,局部应力易超标;施工工艺复杂且工期紧张,涉及高空作业、大体积混凝土浇筑等工序,模板支护、钢筋绑扎等环节衔接要求高,工艺偏差易引发隐患;同时,高空风速、温湿度波动等环境因素,会直接影响混凝土凝结硬化,增加裂缝产生概率。

1.2 施工裂缝的分类与特征

高层建筑施工裂缝可按成因和部位分类,特征差异明显。按成因,最常见的是温度裂缝和收缩裂缝,温度裂缝由浇筑后内外温差过大导致,呈不规则网状或纵向分布,宽度随温度波动;收缩裂缝源于混凝土硬化收缩,多为表面细裂,走向杂乱,可能形成贯通裂缝。按部位,主要有梁、板、柱、墙体裂缝,楼板多为表面细裂,梁柱节点多因应力集中出现纵向或斜向裂缝,墙体多为竖向或水平裂缝,各类裂缝均影响结构安全与使用寿命,需针对性防控^[1]。

2 高层建筑施工裂缝的主要成因

2.1 材料因素

材料质量及配比合理性是引发施工裂缝的核心基础因素,具体表现为:(1)原材料质量不达标,水泥强度、安定性不符合设计要求,骨料级配不良、含泥量超标,导致混凝土凝结硬化不均,产生内应力引发裂缝;(2)混凝土配合比不合理,水胶比过大、水泥用量过多,增加混凝土收缩量、降低抗拉强度,粗细骨料比例失衡影响密实度,形成裂缝隐患;(3)外加剂使用不当,未按需选用类型、掺量超标或掺加方法错误,破坏混凝土内部结构,导致收缩不均诱发裂缝。

2.2 施工工艺因素

施工工艺规范性直接决定裂缝发生概率,违规操作易引发隐患,具体包括:(1)模板工程不规范,支护刚度不足、支撑间距过大,浇筑时易变形,模板拆除过早,混凝土未达设计强度易受力开裂;(2)混凝土施工违规,浇筑顺序混乱、振捣不密实,导致内部出现蜂窝、孔洞,形成应力集中点,后续易开裂;(3)养护不到位,浇筑后未及时采取保温保湿措施,表面水分快速蒸发,内外收缩不均,易产生表面裂缝,严重时发展为贯通裂缝。

2.3 设计与环境因素

设计缺陷和环境波动间接诱发裂缝且易被忽视,具体表现为:(1)结构设计不合理,构件刚度分配不均、配筋率不足,梁柱节点、楼板等应力集中部位未采取加强措施,施工中易出现裂缝;(2)地基设计与处理不当,未充分考虑地质条件,地基承载力不均,施工中沉降差异过大,导致上部结构产生拉应力引发裂缝;(3)环境因素影响,施工期间温度骤变、昼夜温差大,使混凝土热胀冷缩剧烈产生温度应力,高空风速大、湿度波动频繁,加速表面收缩诱发裂缝。

2.4 管理因素

施工管理不到位间接增加裂缝风险,具体包括:

(1) 质量管控体系不完善, 未建立全过程质量检查机制, 对材料进场、工艺操作、养护等环节监管缺失, 违规操作未及时纠正; (2) 施工人员专业素养不足, 未严格按规范施工, 技术交底不彻底, 对裂缝防控要点掌握不熟练, 易出现操作失误; (3) 进度管控不合理, 盲目赶工, 忽视混凝土养护、模板拆除等关键工序时间要求, 强行施工易导致裂缝产生^[2]。

3 高层建筑施工裂缝控制核心技术

3.1 材料层面控制技术

材料层面控制核心是通过优化材料选择与配比, 提升混凝土自身抗裂性能, 具体技术要点如下: (1) 原材料筛选与管控, 水泥选用安定性合格、强度等级符合设计要求的低热型品种, 优先采用低热矿渣水泥、火山灰质水泥, 降低水化热峰值; 骨料选用级配连续、含水量 $\leq 3\%$ 的碎石或卵石, 粒径控制在5-31.5mm, 剔除风化、针片状颗粒, 减少收缩隐患; 掺合料选用优质I级粉煤灰或S95级矿渣粉, 替代15%-25%的水泥用量, 降低水化热和混凝土收缩量。(2) 混凝土配合比优化, 严格控制水胶比, 常规构件不大于0.55, 大体积混凝土控制在0.45-0.50; 水泥用量常规部位不超过350kg/m³, 大体积混凝土不超过300kg/m³; 砂率控制在35%-40%, 确保混凝土密实度; 掺入缓凝型高效减水剂, 减水率不低于20%, 延缓凝结时间, 减少早期收缩。(3) 外加剂规范使用, 根据施工环境选用钙矾石型膨胀剂, 掺量控制在6%-8% (以胶凝材料总量计), 补偿混凝土收缩; 缓凝剂掺量结合气温调整, 高温环境适当增加, 确保浇筑后4-6h不初凝; 外加剂采用“同掺法”加入, 搅拌时间延长30s, 保证均匀分布。

3.2 施工工艺层面控制技术

施工工艺规范核心是优化各工序操作, 减少施工扰动, 具体技术要点如下: (1) 模板工程控制, 模板选用刚度、强度符合要求的材料, 支撑体系采用碗扣式或盘扣式支架, 间距按计算确定, 立杆底部设置垫板, 避免沉降; 模板拼缝严密, 缝隙宽度 $\leq 2\text{mm}$, 采用密封胶封堵, 防止漏浆; 拆除模板遵循“先支后拆、后支先拆”原则, 混凝土强度达到设计强度的75%以上方可拆除, 大体积混凝土拆除时间延长至设计强度的85%以上。(2) 混凝土施工控制, 浇筑采用分层浇筑、分层振捣, 分层厚度控制在500mm以内, 采用插入式振捣器, 振捣至表面泛浆、无气泡为止, 避免漏振、过振; 浇筑顺序从低处向高处推进, 大体积混凝土采用跳仓浇筑, 仓段划分长度控制在10-15m, 间隔7-10d浇筑下一仓。(3) 混凝土养护控制, 浇筑完成后12h内覆盖保湿材料, 大体积混

凝土采用保温棉被或塑料薄膜+保温板双重覆盖; 养护时间不少于14d, 大体积混凝土延长至21d以上, 高温天气增加洒水频次, 低温天气采取保温措施, 控制内外温差 $\leq 25^\circ\text{C}$ ^[3]。

3.3 温度与收缩裂缝专项控制技术

针对高层建筑常见的温度、收缩裂缝, 采取专项防控技术, 具体要点如下: (1) 温度应力控制, 大体积混凝土浇筑前, 预埋测温元件, 实时监测内外温度, 当温差超过20 $^\circ\text{C}$ 时, 及时调整保温措施; 采用低热配合比的同时, 掺入适量骨料, 降低混凝土比热容; 浇筑后设置冷却水管, 通入循环水, 加速内部散热, 控制降温速率 $\leq 2^\circ\text{C}/\text{d}$ 。(2) 收缩裂缝控制, 混凝土浇筑后及时进行表面压光, 消除表面浮浆, 减少表面收缩裂缝; 在混凝土表面设置分格缝, 间距控制在3-5m, 缝宽5-8mm, 采用密封材料填充; 对超长结构, 设置后浇带, 间距30-40m, 后浇带混凝土采用补偿收缩混凝土, 强度等级比相邻构件提高一级, 浇筑时间间隔不少于45d。(3) 特殊部位温控, 梁柱节点、主次梁交接等应力集中部位, 采用保温棉包裹, 减少局部温度波动; 楼板浇筑后, 避免过早堆放施工荷载, 防止收缩与荷载叠加产生裂缝。

3.4 特殊部位裂缝控制技术

高层建筑特殊部位受力复杂, 易产生裂缝, 需采取针对性控制技术, 要点如下: (1) 梁柱节点控制, 节点处钢筋密集, 采用小粒径骨料混凝土浇筑, 选用插入式振捣器配合振捣棒, 确保振捣密实; 节点处增设附加钢筋, 配筋率不低于0.8%, 长度延伸至梁、柱内不少于500mm, 增强节点抗裂能力; 模板支护时, 节点处增设加固件, 防止浇筑时变形。(2) 楼板与墙体控制, 楼板钢筋采用双层双向布置, 支座处增设负筋, 钢筋保护层厚度控制在15-20mm, 避免保护层过厚产生裂缝; 墙体浇筑采用分层分段进行, 每段高度不超过2m, 振捣均匀, 墙体转角、门窗洞口处增设构造钢筋, 减少应力集中; 墙体与楼板交接处, 设置预埋钢筋, 增强连接整体性。(3) 基础与裙房交接处控制, 基础与裙房之间设置沉降缝, 缝宽50-100mm, 采用柔性密封材料填充; 沉降缝两侧分别浇筑混凝土, 避免因沉降差异产生拉裂; 裙房施工滞后于主楼不少于30d, 减少沉降叠加影响^[4]。

4 高层建筑施工质量管控体系构建

4.1 质量管控体系核心框架与管控目标

质量管控体系构建需立足高层建筑施工特点, 围绕裂缝防控核心, 搭建“全员参与、全程管控、分层负责”的核心框架, 明确管控目标与原则, 要点如下: (1) 核心框架搭建, 建立“决策层-管理层-执行层”三

级管控体系,决策层由项目负责人、技术负责人组成,负责管控体系策划、制度制定及资源调配;管理层由质量管理员、技术交底员组成,负责管控措施落实、过程检查及问题协调;执行层由施工班组、操作人员组成,负责严格按照管控要求落实各工序操作。(2)管控目标明确,核心目标为杜绝影响结构安全的贯通裂缝,控制表面裂缝宽度不超过0.2mm,确保各工序施工质量符合设计规范及验收标准;次要目标为规范施工流程,减少施工违规操作,降低裂缝返修率,保障工程施工质量稳定性。(3)管控原则确立,坚持“预防为主、全程管控、权责明确、闭环管理”原则,将裂缝防控管控融入施工全流程,明确各岗位管控职责,实现“检查-整改-复核”闭环管理,避免管控流于形式。

4.2 质量管控组织架构与职责分工

明确组织架构与岗位职责,是管控体系落地的关键,结合高层建筑施工实际,具体分工如下:(1)组织架构设置,成立项目质量管控小组,由项目负责人任组长,技术负责人、质量总监任副组长,成员包括施工员、质检员、资料员、材料员及各施工班组长,明确小组议事规则,定期召开质量管控例会,通报管控情况。(2)各岗位职责划分,项目负责人对整体管控工作负总责,审批管控方案、协调资源;技术负责人负责编制管控方案、技术交底及裂缝防控技术指导;质检员负责施工全过程质量检查,重点核查材料质量、工艺操作及裂缝隐患,出具检查报告;材料员负责原材料进场检验,杜绝不合格材料进场;施工班组长负责带领班组严格按照管控要求施工,落实技术交底,及时上报施工中的质量问题。(3)权责考核机制,将管控职责与绩效考核挂钩,明确各岗位管控考核指标,对严格落实管控要求、未出现裂缝隐患的岗位予以奖励,对违规操作、管控不到位引发裂缝的予以处罚,确保权责统一。

4.3 全流程质量管控流程与实施要点

围绕施工全流程,构建“施工前准备-施工过程控制-施工后验收”的全过程管控流程,细化各环节管控要点,具体如下:(1)施工前准备阶段管控,编制专项质量管控方案及裂缝防控专项方案,明确管控重点、技术措施及流程;开展技术交底,向各施工班组、操作人员

详细讲解管控要求、操作规范及裂缝防控要点;严格执行材料进场检验制度,对水泥、骨料、外加剂等原材料进行抽样检测,不合格材料严禁进场。(2)施工过程中实时管控,实行“三检制”(自检、互检、交接检),操作人员完成一道工序后自行检查,班组间进行互检,工序交接时进行交接检,合格后方可进入下一道工序;重点管控混凝土浇筑、振捣、养护及模板拆除等关键工序,质检员全程旁站监督,及时纠正违规操作;定期对施工质量进行抽样检测,监测混凝土强度、裂缝宽度等指标,发现隐患及时整改。(3)施工后验收阶段管控,施工完成后,组织专业人员对各构件、各部位进行全面质量验收,重点检查裂缝情况,对超出允许范围的裂缝,制定专项处理方案并落实;整理质量管控资料,包括检查记录、检测报告、技术交底记录等,确保资料完整、规范,实现管控过程可追溯^[5]。

结束语:本文围绕高层建筑施工裂缝控制与质量管控展开系统研究,明确了裂缝的分类特征与核心成因,提出了贴合工程实际的控制技术,构建了权责清晰、流程规范的质量管控体系。研究表明,通过科学的材料管控、规范的施工工艺、专项防控措施及全流程质量监管,可有效控制施工裂缝产生。后续可结合新型施工技术,进一步优化裂缝防控方案与管控体系,持续提升高层建筑施工质量。

参考文献

- [1]王婵.高层建筑施工中混凝土裂缝的预防与控制技术研究[J].陶瓷,2026(3):144-146.
- [2]孙健.高层建筑大体积混凝土施工温控与裂缝防治技术应用研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2026(1):144-147.
- [3]马洁,张芸,丁晓津.高层建筑大体积混凝土裂缝控制技术研究[J].砖瓦,2026(1):145-147.
- [4]陈茂辉.高层建筑大体积混凝土施工裂缝控制技术研究与应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(9):083-086.
- [5]吴伟法.高层建筑现浇混凝土结构施工技术与质量管控策略[J].安家,2026(2):0211-0213.