

高层建筑大体积混凝土施工裂缝控制技术研究

周志东

(安徽致畅建设有限公司, 安徽 阜阳 236000)

摘要 高层建筑大体积混凝土因结构厚重、水化热集中, 施工过程中易出现裂缝, 影响建筑结构安全性与耐久性。针对这一问题, 结合高层建筑施工特点, 对裂缝产生的核心影响因素展开分析, 涵盖材料技术参数、施工核心工艺、环境适配与设计技术三大方面。基于影响因素分析, 优化形成材料优化、施工工艺规范、环境适配与设计改进三类核心控制技术, 配套建立材料质量管控、施工过程管控、应急与长效监测三大保障技术, 实现裂缝从源头控制、过程管控到后期处置的全流程防控, 以为高层建筑大体积混凝土施工裂缝控制提供技术参考, 保障工程施工质量。

关键词 高层建筑; 大体积混凝土; 施工裂缝; 裂缝控制; 全流程防控

中图分类号: TU974

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.15.038

0 引言

当前高层建筑向超高化、大型化发展, 大体积混凝土作为核心承重结构, 其施工质量直接关系到建筑安全与长期服役性能。受结构厚重、水化热集中等固有特性影响, 施工期间裂缝隐患频发, 不仅削弱结构承载力, 还会加速钢筋锈蚀, 缩短建筑使用寿命, 成为制约工程质量提升的关键瓶颈。在“双碳”目标持续推进与智能化施工趋势下, 传统控制技术已难以适配复杂工况需求。本文结合当前工程施工新形势, 聚焦裂缝防控难点, 分析其核心影响因素, 优化形成全流程控制技术与保障体系, 为实际工程提供技术支撑, 助力高层建筑施工向安全、高效、低碳方向发展。

1 高层建筑大体积混凝土施工裂缝的核心技术影响因素

1.1 材料技术参数对施工裂缝的影响

混凝土材料技术参数是裂缝产生的内在根源, 直接决定其抗裂技术性能。高层建筑大体积混凝土自身结构厚重、水化热释放集中, 材料参数的细微偏差都可能诱发裂缝, 且裂缝一旦形成, 会逐步渗透延伸, 影响建筑结构的安全性和耐久性。混凝土配合比设计是核心技术参数, 若水泥用量过高、水胶比不合理, 会导致水化热在短时间内大量释放, 混凝土内部温度急剧升高, 而表面温度受环境影响降温较快, 内外温

差超过 25℃时, 内部膨胀与表面收缩产生的拉应力超过混凝土抗拉强度, 直接引发温度裂缝。骨料与掺合料的质量的优劣直接影响混凝土整体抗裂性能, 骨料级配不合理、颗粒级配间断, 会降低混凝土密实度, 导致内部孔隙率增加, 抗裂能力大幅下降; 掺合料活性不足、杂质含量超标, 不仅无法有效替代部分水泥以降低水化热, 还会破坏混凝土内部结构完整性, 加剧裂缝产生。

1.2 施工核心技术对施工裂缝的影响

施工过程中核心技术操作不规范是造成裂缝形成的主要外部原因, 这一情况在整个施工的完整技术流程里都有体现。高层建筑里大体积混凝土的施工流程本身就比较复杂, 对技术的要求也比较高, 任何一个施工环节里如果出现技术操作上的偏差, 都有可能变成裂缝产生的直接触发点^[1]。浇筑工艺是否合理直接影响到混凝土收缩的均匀程度, 假如没有按照混凝土的浇筑数量、构件的具体尺寸去制定分层分段的浇筑方案, 或者分层厚度太大、分段之间的间隔时间太长, 就会造成下层混凝土已经初步凝结而上层混凝土还在继续浇筑, 两层混凝土之间结合得不够紧密, 形成一个收缩不均匀的接触面, 从而引发裂缝问题; 浇筑速度如果太快会导致混凝土内部的气泡来不及排出, 形成一些孔隙, 降低了混凝土的密实程度, 间接增加了

作者简介: 周志东 (1979-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 建筑工程。

出现裂缝的可能性。振捣操作是保证混凝土密实性的关键步骤,过度的振捣会引起混凝土中骨料下沉、水泥浆向上浮动,出现分层和离析的现象,破坏了混凝土内部结构的连续性,降低了它的抗拉强度,振捣如果不够充分则会让混凝土内部存在空隙、蜂窝之类的缺陷,无法形成一个均匀致密的整体,在外力作用和温度变化影响下就容易产生裂缝。

1.3 环境适配与结构设计对施工裂缝的影响

环境适应性和结构设计本身存在短板,这两方面共同作用使得裂缝更容易产生。高层建筑项目建造时间较长,面对的外界环境复杂且多变,周围条件的起伏波动和设计技术本身存在不合理之处,会把材料还有施工环节里潜藏的问题放大,导致裂缝发生。周围温度湿度和风力的剧烈变动会促使混凝土更快地收缩开裂,温度高的环境会提高混凝土水化反应速度,水化热的释放变得更集中,同时使表面水分蒸发加快,加剧收缩不均匀的现象;温度低的环境则会拖慢混凝土凝结硬化的进程,让它在早期抗拉强度上不去,没有能力去抵抗温度应力带来的裂缝,风力太大会加速混凝土表面失去水分,形成因为干燥收缩造成的裂缝。环境适配方面的技术没有办法根据周围条件的变化来采取有针对性的调控手段,会让环境因素带来的负面效应持续扩大^[2]。结构设计上的不合理会形成应力分布不均匀,高层建筑大体积混凝土构件受力情况本来就复杂,假如在设计过程中没有充分考虑到构件的受力特点,出现截面突然变化、转角过于尖锐等情况,就会导致应力在局部地方过度集中,当应力超过了混凝土能够承受的抗拉强度时,裂缝的隐患就必然会出现。

2 高层建筑大体积混凝土施工裂缝的核心控制措施

2.1 材料优化控制

通过材料技术优化配置,从内在提升混凝土抗裂性能,从源头控制裂缝产生。材料优化是大体积混凝土裂缝控制的基础,核心是通过调整材料技术参数,平衡混凝土强度、工作性与抗裂性,适配高层建筑施工需求。科学设计混凝土配合比是核心优化手段,需结合高层建筑大体积混凝土的受力特点和施工环境,合理控制水泥用量,选用低热矿渣水泥等低热型水泥,减少水化热释放总量;优化水胶比,在保证混凝土流动性的前提下尽量降低水胶比,提升混凝土密实度和抗拉强度,同时掺入适量粉煤灰、矿粉等掺合料,替代部分水泥,不仅能降低水化热,还能改善混凝土和易性,减少收缩变形。选用优质骨料、掺合料是提升抗裂性能的关键,骨料选用级配良好、强度高、吸水

率低的碎石或卵石,控制骨料含泥量和杂质含量,避免因骨料质量问题影响混凝土结构完整性;掺合料选用活性高、性能稳定的工业废渣,经过合理配比掺入混凝土中,可填充内部孔隙,增强混凝土界面粘结力,提升整体抗裂能力。合理选用外加剂能有效调节混凝土凝结收缩特性,根据配合比和施工需求,选用适配的缓凝型减水剂,既能延长混凝土凝结时间,避免浇筑过程中出现初凝现象,又能减少用水量,降低收缩量。

2.2 施工工艺控制

规范整个施工流程的工艺技术,优化各项技术参数,减少施工过程中诱发的裂缝。施工工艺控制是裂缝控制的关键环节,核心是借助标准化、精细化操作,规避施工过程中的技术偏差,确保混凝土施工质量。采用分层分段浇筑工艺,结合高层建筑大体积混凝土构件尺寸和浇筑能力,合理划分浇筑层厚和分段范围。一般分层厚度控制在 500 毫米左右,分段间隔时间控制在混凝土初凝之前,确保上下层混凝土紧密结合;控制浇筑速度,匀速推进浇筑作业,避免因浇筑过快导致内部气泡滞留、骨料离析,这样能够控制浇筑温度;避开高温、低温时段施工,浇筑温度控制在 5 ~ 35 °C 之间,避免温度波动过大引发裂缝;规范振捣操作,选用适配的振捣设备,采用“快插慢拔”的振捣方式,振捣时间控制在 20 ~ 30 秒,以混凝土表面泛浆、无气泡冒出为宜,杜绝过度振捣和振捣不足,振捣过程中避免振捣棒触碰钢筋和模板,防止破坏钢筋保护层和模板稳定性,确保混凝土密实均匀,提升抗裂性能^[3]。

2.3 环境适配与结构设计优化

运用环境适应手段、改进构造安排方法,来消除裂缝引发条件。增强抗开裂性能,环境适应与构造改进相互配合,这有助于避开环境条件带来的负面作用,也能强化结构本身抗开裂能力,为裂缝管理打下基础。实施专业的保温保湿作业,面对环境温度湿度变动,管理温差裂缝,混凝土浇筑结束以后,立即铺上保温棉被、塑料薄膜这类保温保湿物品。依据环境气温改动保温层厚度,高温气候增多保湿手段,促进水分挥发;低温气候增多保温层,避免混凝土表层受冻,保证混凝土内外温差维持在 25 °C 以内,削减温度应力出现。改进构造安排,削减应力聚集,结合高层建筑大体积混凝土的受力特性,改进构件截面安排,避开截面突然变化、转角太尖,对受力集中地带做圆角加工或增加加强钢筋,分散应力分布,降低裂缝出现概率。合理安排伸缩缝、沉降缝,依据建筑高度、构造类型和施工条件,明确伸缩缝间隔和沉降缝地点,保证伸缩缝、沉降缝宽度达到标准要求,可以高效释放混凝土收缩

应力和建筑沉降应力,防止应力积累导致裂缝。

3 高层建筑大体积混凝土施工裂缝控制技术

3.1 材料质量管控技术

运用材料全流程管控技术,确保材料优化技术落地,保障材料抗裂性能。材料质量是裂缝控制的基础,全流程管控能够从源头杜绝不合格材料投入使用,确保材料优化参数得到有效落实。建立材料进场严格验收机制,明确水泥、骨料、掺合料、外加剂等各类材料的验收标准,进场时核对材料出厂合格证、检测报告,对材料的性能指标进行抽样检测,重点检测水泥强度、水化热、骨料级配、掺合料活性、外加剂适配性等关键参数,检测不合格的材料坚决杜绝投入使用,从源头把控材料质量^[4]。加强材料存储、搅拌过程管控,根据材料特性制定针对性存储方案,水泥、掺合料存储在干燥、通风的库房,避免受潮结块;骨料分类堆放,做好防尘、防雨措施,防止杂质混入。搅拌过程中严格按照优化后的配合比计量投料,控制搅拌时间和搅拌速度,确保材料混合均匀,避免因搅拌不均导致混凝土性能波动,确保材料性能稳定。

3.2 施工过程管控技术

运用施工全流程管理手段,对工艺执行加以规范化,让控制技术能够真正落地。施工过程的管控成为保证裂缝控制技术有效推行的核心环节,借助全链条监督、规范化的操作,避开施工中出现的偏差,使施工质量达到规定标准。构建施工各阶段质量检验体系,明确浇筑、振捣、养护等各个阶段的质量检验标准,安排具备专业知识的技术人员全程跟进监督。浇筑开始前查验模板、钢筋安装情况以及混凝土配合比是否落实;浇筑进行中查验浇筑速度、分层厚度、振捣是否到位,及时对违规行为加以纠正,浇筑结束之后查验保温保湿措施有没有落实到位,对查验过程中发现的违规现象,马上停止施工进行整改,保证每个施工环节都满足技术规范要求。提高施工人员的专业能力,围绕大体积混凝土裂缝控制技术、施工工艺规范等主题组织专门培训,重点讲解材料优化、浇筑振捣、保温养护等关键性技术要点,提升施工人员的技术水准和操作规范程度,加强施工人员的责任观念,把各个岗位人员的职责界定清楚,建立岗位责任制度,对违规操作、应付了事的行为采取严厉处置措施,确保施工人员严格依照技术规定进行操作^[5]。

3.3 应急与长效监测技术

完善应急响应和长期监控方法,防止裂缝扩展,保证控制手段落到实处。应急响应可以快速解决施工

期间出现的裂缝风险,长期监控则能持续观察裂缝变化,确保建筑结构在长时间内保持稳定安全,两者搭配构成一套完整的裂缝控制保护系统。制定裂缝应急响应计划,结合高层建筑大体积混凝土裂缝的常见种类和产生根源,说明不同裂缝类型的应急响应步骤和技术方法,对于轻微裂缝,借助表面封闭方式、压力注浆手段等技术马上处理;对于比较严重的裂缝,则准备专门应对方案,防止裂缝继续变大,准备专业应急人员和应急物资,组建专业应急响应队伍,明确应急人员任务,进行应急演练,提高应急响应能力。备好注浆设备、密封材料、保温材料等应急物资,确保裂缝一旦出现能够迅速调配、立即应对,把裂缝风险控制初始阶段。设立裂缝后期跟踪监控机制,对施工过程中产生的裂缝和潜在裂缝风险进行全程跟踪监控,按时检查裂缝宽度、长度和深度,记录监控数据,分析裂缝发展走向,如果发现裂缝出现扩大趋势,立即采取应对措施,避免裂缝进一步发展。

4 结束语

高层建筑大体积混凝土施工裂缝控制是一项系统性工程,需兼顾内在材料性能、施工过程规范与外在环境适配,任何环节的疏漏都可能诱发裂缝隐患。本文围绕裂缝控制核心需求,梳理裂缝产生的关键影响因素,构建的核心控制技术与保障体系,可有效解决施工中因材料、工艺、环境等引发的裂缝问题,弥补传统控制技术的不足。在实际施工中,需结合工程具体工况,灵活调整各项技术参数,强化全流程管控,及时处置裂缝隐患。未来可结合新型材料与智能化监测技术,进一步优化裂缝控制方案,提升控制精度与效率,推动高层建筑大体积混凝土施工技术向更安全、更可靠的方向发展。

参考文献:

- [1] 郭丽.高层建筑大体积混凝土施工及裂缝控制措施[J].城市建筑,2024,21(24):194-196.
- [2] 刘耀龙.高层建筑工程中大体积混凝土施工裂缝防治技术研究[J].工程机械与维修,2024(03):26-28.
- [3] 张骏首,商和松,李建锋,等.建筑工程中大体积混凝土施工裂缝控制技术[J].水泥,2025(09):155-157.
- [4] 郭炎.高层建筑大体积混凝土施工中裂缝控制技术分析[J].佛山陶瓷,2025,35(03):155-157.
- [5] 张庆兰.超高层建筑地下室底板大体积混凝土施工关键技术[J].工程机械与维修,2022(04):172-174.