

Study on concrete crack control technology and quality improvement in high-rise building construction

Chaoqun Gao

Ningxia Jiayuan Project Management Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750000, China

Abstract

With the acceleration of urbanization, high-rise buildings have become increasingly prevalent as crucial components of city skylines. However, due to complex structures, heavy loads, and environmental impacts, concrete cracks in high-rise construction are widespread, directly affecting structural durability and safety. This paper systematically analyzes the primary causes of concrete cracks through practical engineering cases, explores crack control technologies and management measures during construction phases, and proposes effective quality improvement strategies. These findings provide technical references for high-rise building construction practices.

Keywords

high-rise building; concrete crack; construction technology; quality management; case analysis

高层建筑施工中混凝土裂缝控制技术与质量提升研究

高超群

宁夏嘉源项目管理有限公司, 中国 · 宁夏 银川 750000

摘 要

随着城市化进程加快, 高层建筑作为城市天际线的重要组成部分日益增多。然而, 由于结构复杂、荷载大以及环境影响, 高层建筑施工中混凝土裂缝问题较为普遍, 直接影响结构耐久性与安全性。本文结合实际工程案例, 系统分析了混凝土裂缝的主要成因, 并探讨了施工阶段的裂缝控制技术及管理措施, 提出有效的质量提升路径, 为高层建筑施工提供技术参考。

关键词

高层建筑; 混凝土裂缝; 施工技术; 质量管理; 案例分析

1 引言

在高层建筑开展施工活动时, 混凝土裂缝的控制属于工程质量管理工作的重点内容, 裂缝的出现会使结构强度下降, 对防渗、防腐效果以及建筑美观程度产生影响, 甚至会使建筑的使用寿命缩短, 针对高层建筑结构的特点, 研究并采用与之相符的裂缝防治措施, 这是提升建筑耐久性与使用性能的需求, 也是建设行业达成优质工程目标、保障安全与功能性的必然选择, 对于推动建筑技术进步以及工程品质提升有着意义。

2 混凝土裂缝的成因分析

2.1 温度应力引发裂缝

高层建筑因结构规模大以及整体混凝土用量多, 在施工期间遭遇不少技术难题, 混凝土浇筑时水化热问题较为严重, 大体积混凝土内部水泥水化反应剧烈释放热量, 热量难

以迅速向外散发, 容易在混凝土内部聚集, 致使内部温度持续上升, 外部与内部冷却速度有差异, 会在浇筑后的混凝土结构中形成较大温度梯度, 引发较高温度应力。若此过程未得到有效管控或缺少科学降温举措, 混凝土结构可能出现温度裂缝, 严重影响工程整体耐久性与安全性。

以某大型商务楼为例, 其地下室筏板厚度为 2.5 米, 浇筑过程中中心温度与表面温度出现过高达 28℃ 的温差, 这么大的温差极易让结构内外部产生不均匀收缩, 导致局部或贯穿性裂缝出现。一旦形成裂缝, 会破坏混凝土整体性, 还可能影响建筑物后期使用功能及结构安全, 对于大体积混凝土施工, 要采取科学温控与养护措施, 像合理安排浇筑时间、采用分层分段浇筑、设置冷却水管降低水化热等, 有效减小温差、降低温度应力, 从源头预防裂缝发生, 保证工程质量与安全。

2.2 收缩变形导致裂缝

混凝土在硬化进程中必然会出现干缩以及塑性收缩的情况, 这是材料自身特性和外界环境共同作用而形成的, 干缩主要是因为混凝土硬化之后水分蒸发致使体积收缩, 而塑

【作者简介】高超群 (1982-), 女, 中国甘肃庆阳人, 本科, 助理工程师, 从事工程设计和工程管理研究。

性收缩大多发生在混凝土初凝前后,是受到失水或者沉降的影响,当高层建筑里大面积楼板被整体浇筑时,这种收缩效应会格外明显。由于楼板面积非常大,收缩引发的应力大多数时候无法及时释放,便会在混凝土内部积聚,形成潜在的裂缝风险。

收缩应力一般在结构的薄弱部位或者应力集中之处最为明显,像是柱网交界处、楼板的洞口位置、设备基础开孔以及预留孔洞周边等,这些部位结构变化繁杂、几何形状不规则,更易于成为裂缝的起始点。一旦裂缝出现,可能会沿着应力集中线快速扩展,还可能影响楼板的整体性以及耐久性,甚至会对建筑后期的正常使用和结构安全造成不利影响,在施工设计以及后期施工管理中,要针对这些高风险部位强化防控举措,比如合理布设后浇带、加强钢筋布置、优化配合比并做好养护工作,以此有效减少或延缓裂缝的产生与扩展。

2.3 外荷载及施工工艺因素

在高层建筑开展施工工作时,混凝土结构的质量和施工工艺之间存在着紧密的联系,要是模板拆除的时间过早,在混凝土还没有达到足够强度的时候就失去了模板的支撑,那么就会致使结构局部发生变形,甚至出现开裂的情况,另外混凝土浇筑过程里振捣工艺的质量也是相当关键的,要是振捣不够充分,就会让混凝土内部出现蜂窝、孔洞等缺陷,使得密实度降低,要是过度振捣,那么可能会造成骨料下沉、泌水加剧,引发结构分层或者强度不均。这些内部缺陷尽管用肉眼很难察觉到,然而大多时候会变成后期结构产生裂缝或者耐久性下降的隐患。

高层建筑施工周期比较长,结构复杂,各个工序之间的衔接非常多,在实际施工过程中,不可避免地会出现施工缝,而施工缝的处理质量直接关乎整体结构性能,要是施工缝处清理得不干净、浇筑衔接不密实或者缺少适当的界面处理,就很容易形成弱界面。一旦后期受到荷载或者温度变化的影响,应力集中就可能在施工缝处引发裂缝,甚至发展成贯穿性裂缝,对结构安全与耐久性造成严重影响,在高层建筑施工中,要严格把控模板拆除的时机,规范振捣操作,并且科学处理施工缝,从源头上降低裂缝风险,保证工程质量。^[1]

3 混凝土裂缝控制技术

3.1 材料优化与设计改进

为切实控制大体积混凝土水化热,降低因温度梯度引发的温度裂缝风险,工程中大多数时候采用多种技术手段,挑选低水化热水泥,并恰当掺加矿物掺合料,像粉煤灰、矿渣粉等,这些掺合料可以降低水化热峰值,还可以改善混凝土的长期耐久性,借助优化配合比设计,科学把控水灰比、调整外加剂掺量以及合理确定坍落度,能保证混凝土的施工性能和工作性,又能有效降低收缩变形,减少后期裂缝产生的风险。

以某地标性超高层综合体项目来讲,工程团队依据结构特点和施工需求,创新性地采用了高达60%的矿渣粉替代部分水泥,借助这一技术措施,成功让核心筒混凝土的水化热峰值降低了大约13%,温度监测数据说明,核心筒内部与外部的温差明显变小,温度应力得到有效控制,减少了因温度收缩产生的裂缝数量。这一实践体现了绿色低碳施工理念,为后续同类项目提供了宝贵的技术经验,呈现了现代高层建筑施工中材料创新与精细化管理的关键性作用。

3.2 施工阶段裂缝控制措施

在大体积混凝土开展施工工作的进程当中,要想切实有效地控制因水化热而引发的温度裂缝,削减整体浇筑的体积是其中一项较为关键的举措,借助合理地划分施工段落,可降低单次浇筑的混凝土数量,减少水化热的集中释放,降低温度应力的集中程度,选择在夜间气温相对较低的时候进行混凝土浇筑,同样可有效地减缓温度上升的速度,使混凝土内部与外部的温度维持均衡状态,减少因温差而带来的潜在裂缝风险。^[2]

为了对混凝土内部的温度加以调节,还可采用覆盖保温毯以及埋设循环冷水管等物理降温手段,保温毯可起到保温以及延缓冷却的作用,防止混凝土表面降温速度过快而致使表面出现裂缝,而冷水管系统则是借助流动的冷水带走一部分水化热,让内部温度更加稳定,这些措施可以有效地降低混凝土的整体温度峰值,延长温升的时间,为后期的养护营造有利条件。在结构的关键位置设置后浇带,是释放早期收缩应力的一种关键方式,后浇带在主浇筑区和次浇筑区之间发挥着缓冲作用,使混凝土结构拥有一定的变形空间,降低因收缩而引发的开裂风险,以某大型商业综合体地下室的施工情况为例,凭借科学地布置冷水管以及覆盖保温棉布,施工期间的最大温差成功地被控制在18℃以内。经过后期的观测,裂缝率控制在1%以下,有效地保障了结构的耐久性与安全性,取得了良好的工程成效。

3.3 后期裂缝修复与加固

在混凝土结构投入使用的进程中,细微裂缝大多数时候是较为常见的质量缺陷种类之一,尽管单条裂缝的宽度相对较小,然而要是没有及时给予修补,那么雨水以及空气中的腐蚀介质便有可能经由这些裂缝渗透到结构的内部,致使钢筋出现锈蚀、混凝土发生劣化,使得结构的耐久性以及安全性下降。针对此类细微裂缝,可以运用高性能密封胶、弹性树脂等材料来开展封闭处理,以此有效防止水分以及有害介质的侵入,维持结构的整体密实状态。

对于那些已然对结构安全造成影响的较宽裂缝或者结构性裂缝而言,就需要采取更为积极的修复手段,常见的方法是运用环氧树脂注浆技术,把低黏度、高强度的环氧树脂灌注到裂缝内部,促使裂缝重新实现黏结并且恢复整体性。如此一来,可有效提升裂缝部位的抗拉以及抗剪能力,而且还可以恢复原有的承载性能,保证结构可继续正常使用,

另外对于桥梁梁体、柱子等关键的受力构件，还可采用加固措施来提高安全性，其中加贴碳纤维布是一种常用且高效的办法，碳纤维布有重量轻、强度高的特点，可与混凝土形成良好的协同工作效果，凭借包裹或者加固裂缝区域，提高构件的抗弯、抗剪以及抗震性能，提高结构整体的可靠性与耐久性。

4 质量管理与施工组织优化

4.1 完善裂缝预控体系

施工图纸以及设计方案的科学性与合理性需要考量，潜在的裂缝产生风险及其影响因素也应重点关注，多学科专家深入分析，能准确识别施工过程中可能出现的温度变化、应力集中等问题，为后续施工提供技术支持与保障，依据专家评审结论，要制定一套详尽的裂缝控制专项方案，明确裂缝预防的具体措施、技术指标以及责任分工。该专项方案涉及材料选择、施工工艺、养护方法等各个环节，保证施工过程中最大限度降低裂缝产生的可能性。

进入施工阶段，温度与应力的监测工作很关键，混凝土和其他建筑材料硬化时，受环境温度变化和自身水化热影响，内部会产生较大温度应力，这些应力若不及时调控，容易引发裂缝。要配备先进的温度传感器和应力监测仪器，对施工关键部位进行实时数据采集与分析，凭借监测数据，能及时掌握结构内部温度分布和应力变化趋势，及时发现异常情况，依据监测结果，应动态调整施工措施，施工现场要建立完善的监测反馈机制，保证温度和应力监测数据能快速传达到项目管理人员和技术团队手中，推动及时决策与调整。

4.2 强化人员培训与责任落实

要有效提升工程质量，保障建筑结构的安全与耐久，就得对管理人员、技术人员以及一线工人开展系统的裂缝预防及修复技能培训，管理人员身为项目的组织者与监督者，要深入明白裂缝产生的缘由以及其对工程质量的影响，掌握预防裂缝的管理要点，从制度和流程方面强化质量把控，保证各项施工环节契合技术规范与标准。技术人员需拥有扎实的专业知识和操作技能，可精准识别不同类型的裂缝，评估裂缝的严重程度，科学制定修复方案，他们要熟悉各种修复材料的性能以及施工工艺，保证修复工作有效且持久，经过

培训，技术人员能提升现场指导能力，及时处理施工过程中出现的裂缝问题，防止裂缝扩展或反复出现。^[3]

一线工人作为具体施工的执行者，其操作规范性直接关系到裂缝的预防效果，培训时要着重讲解正确的施工工艺、材料使用方法以及注意事项，提高工人的技能水平与责任意识，借助实操演练，提高他们对裂缝预防技术的掌握，保证施工质量达到设计和规范要求，明确各工序的质量责任，是落实质量管理的关键所在。

3.3 信息化管理与智能化监测

智能传感器的运用为实时监测提供了技术保障，安装在关键结构部位的传感器可持续收集温度、应力等多维度的现场数据，这些数据经无线传输实时反馈至中央数据平台，传感器具有的高灵敏度与稳定性保证了监测数据的准确性以及连续性，帮助管理人员第一时间知晓结构状态，及时察觉异常情况。借助大数据平台以及智能分析系统，采集到的温度场和应力场数据可进行综合分析以及可视化呈现，依靠对历史数据和实时数据加以对比，系统可智能判别潜在风险，达成对结构安全的精准预警，这种基于数据驱动的预警机制较大提升了管理效率，减少了人为盲区和延误，为工程安全提供了坚实保障。

5 结语

高层建筑混凝土裂缝防治是一项复杂而系统的工程，涉及设计优化、材料选用、施工工艺以及后期养护等多个环节，需要多方面协同配合，共同发力。通过引入先进的技术创新和现代信息化手段，可以有效降低混凝土裂缝的发生率，提升建筑整体的施工质量和结构耐久性。同时，借助大数据分析、传感监测等智能化工具，实现对施工全过程的实时监控和管理。未来，应持续总结丰富的工程实践经验，推动高层建筑施工质量管理向更加智能化、精细化、科学化的方向迈进，以确保建筑的安全性和使用寿命。

参考文献

- [1] 杨承磊,刘涛.建筑工程施工中大体积混凝土裂缝控制技术及其效果评价[J].北方建筑,2025,10(02):43-46.
- [2] 曹敏琪.混凝土裂缝控制技术在建筑施工中的应用[J].建材发展导向,2025,23(06):106-108.
- [3] 温伟超,李亮,刘中平.高层建筑施工中混凝土裂缝控制技术研究[J].中华建设,2025,(02):119-121.