

建筑混凝土施工裂缝成因及防治措施探析

杨 嘉

宁夏回族自治区第四建筑工程有限责任公司 宁夏 固原 756000

摘 要：混凝土裂缝是建筑施工中频发的质量病害，会影响建筑外观、降低结构耐久性，严重时威胁建筑整体安全。为有效防控裂缝问题，本文立足混凝土施工特性，从原材料配比、施工工艺、环境养护、结构设计及地基处理多个维度，系统剖析施工裂缝的主要成因。同时结合工程实际，制定针对性、规范化的裂缝防治措施，旨在减少混凝土开裂问题，提升建筑工程施工质量与结构稳定性。

关键词：建筑混凝土施工；裂缝成因；防治措施

引言：混凝土凭借性价比高、适用性强的优势，广泛应用于各类建筑工程中，其施工质量直接决定建筑结构的安全性与使用寿命。但受材料、工艺、环境、设计等多重因素影响，混凝土施工极易产生各类裂缝病害，成为工程质量管控的重点与难点。裂缝问题若得不到有效治理，会逐步侵蚀建筑结构，引发各类安全隐患。基于此，本文深入探究混凝土施工裂缝成因，提出科学可行的防治策略，为建筑施工质量管控提供参考。

1 建筑混凝土施工裂缝相关概述

1.1 混凝土结构施工特点

(1) 材料特性复杂。混凝土是由水泥、砂石、水及外加剂组成的多相复合材料，材料性能受配合比、施工温度、环境湿度等多重因素影响。同时混凝土自身具备收缩、徐变等固有物理特性，在成型和硬化过程中易产生形变，是引发施工裂缝的核心内因。(2) 施工工序繁琐。混凝土施工包含配料、搅拌、运输、浇筑、振捣、养护等一系列紧密衔接的工序，各环节环环相扣、相互影响。任一工序出现操作不规范、工序衔接不及时等问题，都会破坏混凝土成型质量，进而诱发不同程度的裂缝病害。(3) 环境依赖性强。混凝土的成型、初凝及硬化全过程对自然环境敏感度极高，温度骤变、干湿失衡、大风、暴晒等极端环境，都会干扰混凝土水化反应效率，导致结构内外收缩变形不均，大幅提升开裂概率^[1]。

1.2 混凝土施工裂缝常见类型

(1) 按裂缝形态划分。可分为表面裂缝、深层裂缝和贯穿裂缝。其中表面裂缝仅影响构件外观，危害较小；深层与贯穿裂缝会破坏结构整体性，削弱构件性能，直接影响工程结构安全性。(2) 按产生时间划分。主要包含施工初期塑性裂缝、硬化阶段收缩裂缝，以及建筑投入使用后产生的温度裂缝、沉降裂缝，不同阶段裂缝的成因、形态和危害存在明显差异。(3) 按危害程度划分。分为

无害细微裂缝、可控常规裂缝和危险结构性裂缝，分级标准为裂缝宽度、延伸范围及对结构承载力的影响，为裂缝治理提供精准依据。

1.3 混凝土裂缝对建筑工程的危害

(1) 影响建筑外观质量。构件表面的细微裂缝、网状裂缝会破坏墙面、梁板的平整度与完整性，导致外立面观感不佳，降低工程装饰效果，对建筑竣工验收和整体美观度造成负面影响。(2) 降低结构耐久性。裂缝会形成通透渗水通道，使雨水、潮湿空气渗入混凝土内部，引发钢筋锈蚀、混凝土碳化等问题，加速结构老化、剥落，大幅缩短建筑使用寿命。(3) 威胁结构安全稳定。结构性贯穿裂缝会破坏混凝土构件的承载力与刚度，造成结构受力失衡，长期发展易引发墙体变形、梁板开裂，严重时会出现坍塌事故，存在极大安全隐患。

2 建筑混凝土施工裂缝核心成因分析

2.1 原材料及配比因素

(1) 原材料质量不达标。原材料是构成混凝土结构的基础，其质量优劣直接决定混凝土抗裂性能。部分工程施工中存在水泥标号与设计不符、安定性不合格等问题，极易造成混凝土结构变形不稳定。同时，砂石骨料含泥量、杂质含量超标，粒径级配不合理，会削弱骨料咬合作用，降低混凝土密实度。此外外加剂质量低劣、型号选型与工程工况不匹配，会严重影响混凝土水化效果和整体性能，大幅增加结构开裂风险。(2) 配合比设计不合理。混凝土配合比设计不科学是诱发裂缝的主要内因。若施工中水灰比过大，混凝土硬化过程中多余水分蒸发会产生大量毛细孔隙，显著增大收缩变形量，引发干缩裂缝。水泥用量过高会使混凝土水化热集中释放，结构内外产生较大温差，诱发温度裂缝。同时砂石、骨料配比失衡会造成混凝土整体稳定性下降，力学性能不均匀，在受力与变形过程中极易出现开裂问题。

2.2 施工工艺操作因素

(1) 搅拌与运输不规范。混凝土搅拌工序把控不当会直接破坏拌合质量, 搅拌时间不足会导致原材料拌合不均匀, 和易性、均匀性不达标; 搅拌时间过长会造成混合料性能衰减。在运输过程中, 若未做好保温、保湿和防颠簸防护, 混凝土易出现骨料离析、坍落度大幅损失等问题, 使浇筑后的混凝土质地不均, 为后期裂缝产生埋下隐患。(2) 浇筑与振捣不合理。浇筑施工速度过快、分层厚度过大, 会导致混凝土内部空气无法及时排出, 结构内部存在空隙、疏松缺陷。振捣作业把控不当危害显著, 过度振捣会造成骨料下沉、水泥浆上浮, 形成表层砂浆过厚、内部骨料空虚的分层缺陷; 振捣不足则混凝土密实度不足、整体性差, 结构承载力和抗变形能力下降, 后期极易在应力作用下产生裂缝^[2]。(3) 施工工序衔接不当。施工现场工序衔接不规范会产生结构性缺陷, 新旧混凝土浇筑间隔时间过长, 先浇筑的混凝土初凝硬化, 后续浇筑材料无法有效结合, 形成整体性极差的施工冷缝。同时模板安装不牢固易出现变形、漏浆问题, 过早拆模会使未达到设计强度的混凝土构件提前承受荷载, 引发结构受力变形, 最终产生不可逆的施工裂缝。

2.3 环境与养护因素

(1) 温度环境影响。混凝土对环境温度变化敏感度极高, 高温干燥天气下, 混凝土表层水分蒸发速度远快于内部, 结构内外收缩变形不一致, 极易产生塑性收缩裂缝。冬季低温严寒环境中, 混凝土内部水化放热、外部温度极低, 内外温差产生较大温度应力, 超出混凝土抗拉强度时便会产生开裂。同时低温冻胀作用会破坏混凝土内部结构肌理, 造成结构松散、开裂破损。(2) 养护工作不到位。养护是保障混凝土强度增长、减少收缩变形的关键工序。实际施工中普遍存在养护洒水不及时、养护周期不足等问题, 导致混凝土表面水分快速流失, 整体收缩变形不均, 诱发大面积浅表裂缝。此外养护环境温度、湿度不达标, 会干扰混凝土正常水化反应, 导致强度增长缓慢、结构稳定性不足, 大幅降低混凝土自身抗裂能力^[3]。

2.4 结构与地基因素

(1) 结构设计不合理。建筑结构设计存在缺陷是结构性裂缝的重要成因, 部分构件配筋率不足、钢筋布设间距过大, 无法有效约束混凝土硬化过程中的收缩变形, 难以抵消结构内部应力。同时梁柱节点、阴阳角等关键部位节点设计不合理, 易出现局部应力集中问题, 当集中应力超过混凝土抗拉极限, 便会产生结构性裂缝, 影

响结构整体安全。(2) 地基沉降不均。地基是建筑结构的承载基础, 施工前期地基勘察不细致、地质数据掌握不全, 或地基加固处理工艺落实不到位, 会导致地基承载力分布不均匀。建筑投入使用后, 地基会出现差异化沉降, 持续牵拉上部混凝土构件, 使墙体、梁板等结构产生受力裂缝, 此类沉降裂缝多为贯穿性裂缝, 对建筑结构稳定性危害极大。

3 建筑混凝土施工裂缝防治措施

3.1 严控原材料质量与配合比设计

(1) 规范原材料选型与检验。原材料质量优劣直接决定混凝土整体性能与抗裂能力, 是裂缝防控的第一道关键关卡。在施工准备阶段, 需建立完善的原材料进场验收与抽检制度, 对水泥、砂石骨料、外加剂等核心材料进行系统性质量核查, 严格核查材料出厂合格证与性能检测报告, 对指标不合格、性能不稳定的材料坚决予以清退, 杜绝用于工程施工。实际选型过程中, 优先选用安定性良好、低水化热的水泥, 能够有效减少水化热集中释放产生的温度应力。同时选用含泥量低、杂质少、级配连续合理的洁净砂石骨料, 搭配适配性强的优质外加剂, 从源头提升混凝土密实度与结构稳定性, 降低开裂隐患。(2) 优化混凝土配合比。混凝土配合比不合理是引发收缩裂缝、温度裂缝的主要内因之一, 需结合项目施工环境、气候条件、结构构件受力特点和使用功能需求进行精细化配比设计。施工中严格控制水灰比, 避免水灰比过大导致混凝土硬化后孔隙率增加、收缩变形加剧; 合理管控水泥用量, 在满足强度要求的前提下减少水泥掺量, 降低整体水化热释放量。同时可适量掺入粉煤灰、矿粉以及专用抗裂外加剂, 有效改善混凝土和易性, 调节水化反应速率, 缓解温度应力与干缩变形, 显著提升混凝土抗裂、抗渗与耐久性能^[4]。

3.2 优化施工工艺, 规范现场操作

(1) 标准化搅拌与运输作业。混凝土搅拌阶段需严格遵循施工规范, 明确投料顺序、搅拌时长与搅拌转速, 杜绝搅拌时间不足造成拌合不均匀、成分混杂, 或搅拌时间过长导致混合料性能衰减, 确保成品混凝土和易性、均匀性达标。在运输环节, 需提前规划平整、顺畅的运输路线, 减少运输颠簸与延误, 采用密闭式运输车辆, 并根据季节温度变化做好保温、保湿防护措施, 有效防止运输过程中混凝土出现失水、离析、坍落度损失等问题, 保证运至施工现场的混凝土性能稳定, 满足浇筑施工要求。(2) 规范浇筑与振捣施工。浇筑施工需采用分层、分段、匀速连续的施工工艺, 严格控制每层浇筑厚度与浇筑速度, 避免一次性厚层浇筑或快速浇筑导致内

部气体无法排出、沉降不均。振捣作业严格执行“快插慢拔”的标准操作原则,合理布置振捣点位,把控振捣深度与时长,确保混凝土整体振捣密实。全面规避漏振造成的内部疏松、密实度不足,以及过振引发的骨料下沉、水泥浆上浮、表层开裂等质量缺陷,保障混凝土成型后的整体性与均匀性^[5]。(3)完善模板与拆模管控。模板体系的稳定性与密封性直接影响构件成型质量,施工前需对模板、支撑、紧固件进行全面检查,保证模板拼接严密、支撑牢固稳定,有效防止浇筑过程中出现漏浆、跑模、变形等问题。同时严格执行规范化拆模制度,以混凝土同条件养护试块强度为拆模依据,严禁仅凭施工经验提前拆模、暴力拆模,避免混凝土构件强度未达标便承受外力与荷载,有效预防构件变形、表面开裂及结构性裂缝问题。

3.3 强化养护管理,适配施工环境

(1)分环境开展针对性养护。混凝土硬化阶段对环境温度、湿度极为敏感,不同气候条件下的开裂机理存在明显差异,需实行差异化养护方案。高温炎热天气下,需及时对浇筑完成的混凝土表面进行遮阳覆盖、持续洒水保湿,减缓表面水分蒸发速度,抑制塑性收缩裂缝产生。冬季低温施工时,重点落实保温、防冻养护措施,通过覆盖保温材料、封闭作业面等方式减小混凝土内外温差,抵御冻胀应力破坏,避免低温冻裂与温度裂缝发生,适配各类极端施工环境。(2)严格落实养护周期。养护不到位是施工现场混凝土裂缝频发的主要人为因素,混凝土浇筑初凝结束后,需及时铺设塑料薄膜、土工布等保湿覆盖材料,锁住结构内部水分,防止表面快速风干收缩。结合现场气温、风力、湿度等环境因素,合理调整并足额延长养护周期,杜绝短期养护、间断养护等不规范行为,保障混凝土水化反应充分进行,促使结构强度稳步增长,有效降低干缩变形,大幅减少后期裂缝发生概率。

3.4 优化结构设计,完善地基处理

(1)优化建筑结构设计。从设计源头把控结构抗裂

性能,结合建筑结构受力体系与荷载特点,科学合理设计构件配筋参数,保证配筋率满足规范及受力要求。针对梁柱交接节点、墙体转角、悬挑构件等应力集中部位,适当加密钢筋布置,强化结构约束能力,有效抵消混凝土收缩应力与集中荷载应力。同时优化各类结构节点构造形式,改善结构受力传递路径,缓解局部应力集中问题,从根本上规避结构性裂缝的产生。(2)规范地基施工处理。地基不均匀沉降是建筑使用阶段产生贯穿性裂缝的核心诱因,施工前期需开展全面、精准的地质勘察工作,摸清场地土层分布、承载力及地下水情况。针对软弱地基、土质不均区域,采用换填垫层、分层夯实、灰土加固、桩基处理等适配工艺进行加固处理,有效提升地基整体承载力与均匀性,减小后期沉降差值,避免地基不均匀沉降牵拉上部混凝土结构,杜绝沉降裂缝的发生,保障建筑整体结构长期稳定安全。

结束语

综上所述,建筑混凝土施工裂缝的产生是多因素共同作用的结果,具有复杂性、多发性特征,贯穿施工全过程及建筑使用阶段。裂缝防控并非单一工序管控,需落实源头把控、过程规范、后期养护的全流程管控。通过优化材料配比、规范施工工艺、强化养护管理、完善结构与地基设计,可有效降低裂缝发生率,保障混凝土结构质量,助力建筑工程行业高质量发展。

参考文献

- [1]孔国光.解析建筑混凝土裂缝的主要影响因素及施工处理技术[J].中华建设,2023,9(10):152-154.
- [2]张奎.建筑混凝土裂缝主要因素及施工技术[J].绿色环保建材,2022,10(7):141-145.
- [3]韩斗善.建筑工程施工中混凝土裂缝的成因与对策简述[J].城市建设理论研究,2023,21(16):130-133.
- [4]王海亮.建筑工程施工混凝土裂缝及控制措施初探[J].房地产导刊,2022,28(17):230-234.
- [5]薛玉朝.混凝土裂缝的成因和治理技术[J].建材与装饰,2024,5(8):113-115.