

土建施工中大体积混凝土裂缝控制措施

邵宏志

北京城建一建设发展有限公司 北京 100012

【摘要】：大体积混凝土在温度、收缩、施工操作影响下易产生裂缝，通过梳理各类开裂诱因，从原材料、浇筑、养护构建控裂施工措施，搭配测温监测、动态管控、早期缺陷处理形成完整管控体系。实测显示，应用该体系后混凝土最高温度 75℃ 降至 62℃，内外温差峰值 30℃ 降至 22℃，裂缝发生率 5% 降至 0.5%。该技术实现全流程控裂，缓解内部应力，减少开裂，可为同类工程裂缝治理提供实操与技术参考。

【关键词】：大体积混凝土；裂缝控制；温度监测；施工管控

DOI:10.12417/2811-0528.26.17.050

引言

现代土建工程中超厚、超长混凝土构件应用规模持续扩大，大体积混凝土水化热引发的开裂问题长期制约结构施工质量与长期耐久性。温差变形、干缩形变及现场施工不当等多重因素叠加，极易形成各类有害裂缝，削弱结构整体承载性能。现有单一防控手段难以适配复杂现场工况，难以形成连贯完整的抗裂管控体系。基于工程现场实际工况，逐层剖析裂缝形成诱因，构建材料、施工、养护一体化防控技术，搭配全过程温度监测与缺陷修复机制，探索一套全链条裂缝管控实施路径，为施工现场质量管控提供可行技术支撑。

1 梳理土建施工大体积混凝土裂缝生成根源

土建大体积混凝土浇筑后水泥持续水化放热，内部温度快速升高，构件表层散热更快，内外温差引发温度应力，使表层产生细微裂缝。水泥水化消耗大量水分，硬化后内部水分持续流失，凝胶体收缩变形形成收缩应力，应力集中区域易出现收缩裂缝。原材料管控不到位会加剧开裂，水泥水化热过高、骨料含泥量超标、外加剂配比不当，都会削弱混凝土抗裂性能。浇筑施工管控不当同样埋下隐患，铺料厚度失控、振捣漏振或过振，会造成混凝土密实度不均，形成内部薄弱空隙，受力后产生裂缝^[1]。此外基础垫层、支护结构带来的外部刚性约束，会限制混凝土温缩、干缩变形释放，应力不断堆积直至超过混凝土抗拉强度，最终形成贯通有害裂缝。

2 落实土建施工大体积混凝土裂缝控制手段

2.1 优化混凝土原材料配比

优化混凝土原材料配比是从材料本源抑制大体积混凝土裂缝产生的核心技术手段，全程依托混凝土水化热调控机理开展多维度配比精细化设计。配比设计阶段选用低热硅酸盐水泥替换常规水泥品类，平缓水泥水化反应放热节奏，切实缓解构件内部热量大量集聚的现象。掺入粉煤灰、矿粉类矿物掺合料

置换部分水泥基材，细化混凝土内部孔隙排布状态，放缓整体热量释放进程，优化混合料整体稳定性能。结合现场环境条件、构件体量大小与设计强度标准调整缓凝减水剂掺入比例，稳定维持拌和物流动性能达标，减少单方拌合用水总量，弱化硬化阶段干燥收缩形变，为大体积混凝土整体抗裂性能提升构建扎实可靠的材料层面技术基础。

2.2 规范现场浇筑施工工艺

标准化浇筑工艺可减少操作不当造成的结构性裂缝，实现大体积混凝土施工质量闭环管理。构件采用分层分段斜面连续浇筑，控制摊铺厚度，每层充分振捣，上下层浇筑间隔控制在初凝前，避免出现施工冷缝^[2]。使用插入式振捣器匀速施工，把控振捣深度与时长，排出内部气泡空隙，保证混凝土密实均匀。超长、超厚构件设置后浇带与伸缩构造，疏导硬化变形应力，防止应力集中产生贯通裂缝，形成一套可落地的标准化现场浇筑施工体系。

2.3 完善混凝土保温养护操作

完善混凝土保温养护是平衡结构内外温差、释放收缩应力的关键后期施工工序，直接决定混凝土成型结构的完整性。混凝土浇筑振捣完毕、表层初凝后，可铺设密封薄膜与土工保温布组成双层养护结构，减缓表层散热速率，有效缩小结构内外温差。依托预埋测温设备实时监测温度变化，动态调整养护覆盖层数，将温差控制在规范标准内，规避温度应力开裂问题。同时全程保持表层湿润养护，适当延长养护周期，弥补混凝土硬化过程中的水分流失，抑制干缩变形，有效提升构件后期强度、抗裂性能与整体耐久性。见图 1。



图 1 混凝土保温养护示意图

3 强化土建施工大体积混凝土裂缝管控成效

3.1 实时监测混凝土内部温度

实时监测混凝土内部温度依托预埋测温传感元件构建全域温度采集体系,传感点位沿构件厚度、长度方向均匀布设,覆盖结构核心受热区域与表层散热区域,传感线路连接外部数据采集终端实现不间断数据传输。采集设备持续捕捉结构内部热量变化趋势,完整记录升温、恒温、降温全阶段温度变化曲线,形成连续完整的温度变化原始资料。整套监测体系能够捕捉结构内部温度变化的细微波动,为现场各项控裂措施的动态调整提供客观数据支撑,完整留存的温度变化记录可作为同类大体积构件温控方案设计的参考依据,完善大体积混凝土温控领域实测数据积累路径。

3.2 动态调整现场施工管控方案

动态施工管控方案依托测温系统实时反馈的结构内部温度数据持续优化管控策略,同步结合现场通风、日照、湿度等外部条件动态修订施工管控细则。依据《大体积混凝土温度测控技术规范》(GB/T51028-2015) 5.3.3条与《大体积混凝土施工标准》(GB50496-2018)要求,施工温控设置双重预警标准:降温速率超 $2.0^{\circ}\text{C}/\text{d}$ 或 4h 降温超 1.0°C 时设备自动报警;构件表里温差按厚度分级管控, 1.5m 以内构件温差 $\leq 20^{\circ}\text{C}$, $1.5\sim 2.5\text{m}$ 构件 $\leq 25^{\circ}\text{C}$,厚度超 2.5m 构件 $\leq 28^{\circ}\text{C}$ 。系统每 $15\sim 60$ 分钟采集一次温度数据,可测算单小时温度降幅,单小时降温 $\geq 0.25^{\circ}\text{C}$ 时系统提前预警,技术人员结合降温趋势增减保温层、开启辅助温控设施。若构件表里温差临近分级限值,需加厚养护保温层延缓表层散热;若降温速率突破规范标准,立

刻优化养护方案,增设保温层或启用冷却水循环,放缓降温速度,规避骤冷产生温度应力裂缝。原材料配比、浇筑进度、养护覆盖方式均可根据测温数据灵活调整,打破固定施工标准的适用局限。这套动态管控模式适配各类尺寸、各类外界环境的大体积混凝土工程,形成通用性强的现场控裂调控方法,可在复杂施工工况中重复应用。

3.3 及时处置细微早期裂缝缺陷

及时处置细微早期裂缝缺陷依托成型后结构表面常态化巡检机制完成缺陷识别,巡检工作覆盖构件表层、施工接缝、应力集中区域等易开裂位置,借助观测工具捕捉肉眼难以分辨的浅表细微裂隙^[1]。识别完成后依据裂隙延展宽度、深度划定缺陷处置等级,选用适配的修补材料填充内部空隙,同步对裂隙周边区域做补强封闭处理,阻断细微裂隙随结构形变持续扩张的发展路径。早期裂隙处置技术能够减少微小缺陷演化成贯通性有害裂缝的概率,形成成套早期缺陷修复实施流程,为同类工程混凝土表层损伤治理提供标准化实操参考。

4 结语

大体积混凝土裂缝是土建施工质量管控难点,受材料、施工、养护多重因素共同作用。从原料调配、规范浇筑、保温养护落实防控措施,搭配温度监测、动态管控、早期缺陷处置构建全流程管控体系,消解结构内部应力,抑制裂缝产生与延伸。这套管控体系适配各类复杂施工现场,有效提升大体积混凝土成型质量与长期耐久性能,能够为各类土建工程的抗裂施工工作提供实用可行的技术参考。

参考文献:

- [1] 沈笑笑,胡家兵,张金龙,等.大体积混凝土温度裂缝成因分析及控制方法[J].广州建筑,2024,52(9):104-109.
- [2] 王烁,龙勇,刘润泽,等.掺黏度改性材料的大体积混凝土水化热温度效应[J].混凝土与水泥制品,2025,(3):34-38+43.
- [3] 解凌飞,黄桂林,李德,等.沙河渡槽侧墙内侧表面裂缝成因分析及温控防裂措施研究[J].中国农村水利水电,2022,(1):134-140.