

大体积混凝土施工裂缝控制技术分析

邓永中

浙江东城建设管理有限公司重庆分公司 重庆 400000

【摘要】：大体积混凝土浇筑规模大、水化热集中释放，施工阶段易产生温度裂缝、收缩裂缝等问题，直接关乎结构安全与耐久性能。本文梳理大体积混凝土施工裂缝核心成因，水化热温度效应、收缩变形、施工操作不当及结构约束构成主要影响因素，从设计预防、原材料与配合比优化、施工过程精细化管控三个维度构建控制技术体系，有效降低开裂概率，保障工程质量稳定，为同类大体积混凝土工程施工提供可靠技术支撑。

【关键词】：大体积混凝土；施工裂缝；裂缝控制

DOI:10.12417/2811-0528.26.13.010

引言

大体积混凝土作为现代土建工程关键结构材料，广泛应用于高层建筑、大型桥梁、水利枢纽等重点工程，截面尺寸大、浇筑方量多的特点使得施工阶段受水泥水化热、干湿收缩、施工工艺及外部约束等多重因素作用，裂缝问题屡有发生。这类裂缝既破坏结构外观，还会降低混凝土密实度、加速钢筋锈蚀，显著削弱结构承载能力与使用年限，本文深入分析裂缝成因与演变规律，构建全流程裂缝控制技术体系，助力工程施工质量提升。

1 大体积混凝土施工裂缝概述

大体积混凝土构件截面尺寸大、单次浇筑方量多，施工阶段极易出现裂缝，成为工程质量管控的核心难点。水泥水化放热是裂缝产生的核心因素，混凝土内部热量难以快速散发，形成内部高温与表面快速散热的明显温差，降温收缩时受地基及结构约束产生拉应力，超出混凝土早期抗拉强度便会形成温度裂缝，多表现为贯穿性或表面裂缝，且随温差扩大持续扩展^[1]。浇筑后1至12小时，混凝土表面水分快速蒸发与骨料不均匀沉降会引发塑性收缩网状裂缝，硬化后水分散失、地基不均匀沉降、施工操作不规范等因素，同样会诱发干燥收缩、沉降及施工类裂缝。这类裂缝既影响结构外观，还会降低混凝土密实性、加速钢筋锈蚀，削弱结构承载能力与耐久性，直接威胁工程长期安全，精准把控裂缝形成规律并实施全过程控制，是大体积混凝土施工的关键所在。

2 大体积混凝土施工裂缝产生的原因分析

大体积混凝土施工裂缝的出现源于温度、收缩、施工操作及结构约束等多因素的耦合作用，水泥水化热引发的温度效应是核心诱因。水泥水化过程中释放大量热量，大体积混凝土内部热量难以快速散发，与表面形成明显温度梯度，降温收缩阶段受地基及相邻结构约束，内部产生的拉应力超出混凝土早期

抗拉强度，便会形成温度裂缝。混凝土浇筑后1至12小时内，表面水分快速蒸发引发塑性收缩，硬化后内部水分持续散失产生干燥收缩，偏大的水灰比会进一步放大收缩变形。施工中振捣不密实、施工缝处理不规范、拆模过早及养护不到位，会直接降低混凝土密实度与抗裂能力，地基不均匀沉降、外部荷载作用及结构配筋不合理、约束过强等问题，也会共同诱发并加剧裂缝的形成与扩展。

3 大体积混凝土施工裂缝控制技术策略

3.1 设计阶段的裂缝预防措施

设计阶段作为大体积混凝土裂缝控制的源头环节，需结合结构体量、受力特征与施工环境制定针对性预防方案，从结构布局、构造设计、地基处理等维度消除先天开裂隐患。结构设计中优化截面形式与尺寸，规避截面突变、转角过锐引发的应力集中，超长、超厚大体积结构需合理规划伸缩缝与后浇带的布设位置及间距，伸缩缝间距依据混凝土收缩特性、环境温度变化规律确定，后浇带优先设置在结构受力较小区段，间隔距离控制在二十米左右，封闭时间需待混凝土前期收缩与温度应力充分释放，通常在主体结构浇筑四十天后采用膨胀细石混凝土灌注，有效释放温度与收缩应力^[2]。

配筋设计强化抗裂构造措施，在结构角部、洞口边缘、大体积混凝土内部等易开裂区域增设双向构造钢筋，合理调整钢筋直径与间距，提升混凝土抗拉能力与延性，限制裂缝开展宽度。地基处理保障基底均匀性与稳定性，软弱地基采用桩基、换填等加固工艺，消除不均匀沉降引发的贯穿性裂缝，同时优化结构约束条件，弱化外部刚性约束对混凝土降温收缩的限制，降低温度应力与收缩应力叠加产生的开裂风险，从设计层面筑牢裂缝防控的第一道防线。

3.2 原材料与配合比优化

原材料与配合比构成裂缝控制的核心基础，通过优选材

料、科学配比可降低水化热峰值、减少收缩变形,从本质上提升混凝土抗裂性能。水泥优先选用中热硅酸盐水泥、粉煤灰水泥、矿渣硅酸盐水泥等低热品种,满足设计强度与耐久性要求的前提下,最大限度减少水泥用量,降低水化热释放总量,避免内部温度急剧攀升。骨料选择质地坚硬、级配良好、含泥量达标且颗粒形状规整的原料,优先采用三级配骨料,增大骨料最大粒径以减少拌合用水量,缓解混凝土干燥收缩趋势,同时严格控制骨料含泥量,避免杂质影响混凝土密实度。

拌合过程中合理掺入粉煤灰、矿渣粉、硅灰等活性矿物掺合料,借助掺合料的二次水化效应改善混凝土孔结构,提升密实度与后期强度,延缓早期水化放热速率,降低内部温升峰值。外加剂选用需适配施工工况,掺入高效减水剂可在保障混凝土流动性的前提下降低水灰比,严格将水灰比控制在 0.55 以下,避免水灰比过大导致孔隙率激增与收缩加剧;掺入缓凝剂能延长混凝土初凝时间,保障连续浇筑作业,规避冷缝产生;掺入膨胀剂可补偿混凝土硬化过程中的收缩变形,抵消收缩应力。配合比设计通过多组试验优化参数,平衡混凝土工作性、强度与抗裂性,构建低水化热、低收缩、高密实的配合比体系,从材料源头切断裂缝产生的核心诱因。

3.3 施工过程裂缝控制技术优化

施工过程作为裂缝控制的关键落地环节,需依托精细化工工艺管控、动态温湿度调控与全过程监测预警,实现浇筑、振捣、温控、养护各环节无死角防控。混凝土拌合阶段落实原材料预冷处理,高温季节采用冷却水拌合或拌合水中加冰,对骨料进行遮阳预冷,严格把控入模温度,从初始阶段减少水化热积累。浇筑施工采用分层连续浇筑工艺,分层厚度控制在 300-500 毫米,避免一次性浇筑过量造成热量积聚;特殊竖向结构浇筑前,先在底部铺设 50-100 毫米厚水泥砂浆,保障底部结构密实度,浇筑过程中用插入式振捣器均匀振捣,杜绝漏振导致的蜂窝麻面与过振引发的离析泌水,确保混凝土内部密实均匀。施工缝处理严格遵循规范流程,新旧混凝土结合面凿除浮浆与松动石子,清理干净后铺设水泥砂浆界面层,保障新旧混凝土结合紧密无空隙,规避冷缝与沉降裂缝。大体积混凝土内部预埋冷却水管,典型布置形式如图 1 所示,浇筑完成后及时开启循环冷却水,分阶段调控水流速度与进出水温差,主动带走内部水化热,精准控制内部温升与内外温差。

参考文献:

- [1] 白体新.大体积混凝土工程施工裂缝控制技术研究[J].水泥,2025,(08):76-80.
- [2] 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效果评价[J].北方建筑,2025,10(02):43-46.
- [3] 丁茂.房建施工中大体积混凝土裂缝控制技术应用[J].中国建筑装饰装修,2025,(12):176-178.

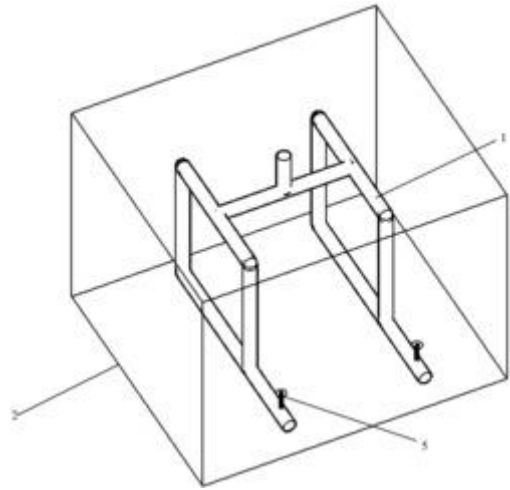


图 1 大体积混凝土冷却水管布置示意图

温度管控严格执行标准要求,混凝土内外温差控制在 20 摄氏度以内,拆模时混凝土与外界气温温差不超过 24 摄氏度,结构外露表面与模板外侧覆盖土工布、麻袋、塑料薄膜等保温材料,寒冷季节增设防冻措施,高温季节配合洒水、遮阳降温,减缓温度梯度变化。养护阶段实施全程湿润养护,混凝土浇筑后及时覆盖保湿材料,通过蓄水养护、持续洒水等方式保持表面湿润,浇筑后 3-7 天为强度快速提升期,需强化养护保障强度增长,普通混凝土养护周期不少于 7 天,掺合料混凝土与抗渗混凝土适当延长养护时间,避免水分快速散失引发塑性收缩与干燥收缩^[1]。

4 结语

大体积混凝土施工裂缝控制属于系统性工程,需以设计为源头、材料为基础、施工为核心开展全过程管控。优化结构设计可消除先天开裂隐患,优选原材料与科学配比能降低水化热及收缩变形,精细化施工落实温控、振捣、养护等关键措施,有效遏制裂缝产生。这套技术策略实用性突出、适配范围广泛,能够提升结构安全性能与耐久性能,为大体积混凝土工程高质量施工提供有力支撑。同时可结合数字化监测技术,实时追踪混凝土内部温度与应变变化,动态调整温控养护方案,从被动防控转为主动预判。还能整合材料研发、施工工艺与运维管理全流程经验,形成标准化管控体系,适配不同工程场景的裂缝防控需求,进一步推动大体积混凝土施工技术的规范化与精细化发展。