

建筑工程混凝土开裂防治策略探讨

路 伟

(韩大建设有限公司, 安徽 淮南 232200)

摘 要 为探究建筑工程混凝土开裂的防治策略, 本文通过对施工过程操作、材料选用、养护及外部环境等多方面因素进行深入分析, 指出施工工艺不当、材料选用不佳、养护缺失及外部环境影 响是导致混凝土开裂的主要原因, 并据此提出优化施工工艺、合理选材、改进养护措施及加强外部环境控制等防治策略, 以期 为有效降低混凝土开裂风险、保障建筑工程质量提供有益参考。

关键词 建筑工程; 混凝土开裂; 环境控制; 材料选择

中图分类号: TU755.7

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.17.013

0 引言

近些年, 各类大型、超高层建筑项目不断涌现, 混凝土凭借其良好的可塑性、较高强度等特性, 成为建筑结构施工的首选材料。但在实际施工中, 混凝土开裂现象极为普遍。这种开裂情况, 小则影响建筑美观, 大则导致结构承载能力下降, 引发安全隐患。无论是民用住宅, 还是商业综合体, 混凝土开裂问题都亟待解决。因此, 研究混凝土开裂成因并制定防治策略, 成为保障建筑施工质量与安全的当务之急。

1 建筑工程混凝土开裂的成因分析

1.1 施工过程中的操作不当

在施工过程中, 操作不当是导致混凝土出现裂缝的主要原因。在浇筑过程中, 如果浇筑速度太快, 容易引起混凝土内部结构的过度破坏, 从而产生裂缝。振捣也是非常重要的一环, 如果振捣不到位, 混凝土就得不到充分的密实, 内部会出现空洞, 影响结构的整体性和强度, 在以后的使用中容易产生裂缝; 但振捣过大, 将导致混凝土离析、粗骨料下沉、砂浆上浮、表层出现薄弱层, 加大了开裂的危险^[1]。此外, 如果模板的安装和拆除操作不规范, 如模板过早拆除, 混凝土强度还不能承受自身和施工荷载, 就会因为应力集中而开裂。

1.2 材料选用不当引发的裂缝

材料选用对于混凝土质量起着决定性作用。水泥作为混凝土的胶凝材料, 若水泥的安定性不合格, 在水化过程中会持续产生体积变化, 导致混凝土内部应力不稳定, 从而出现裂缝。在骨料方面, 若骨料含泥量过高, 会阻碍水泥与骨料间的黏结, 降低混凝土的强度, 增加裂缝产生概率。细骨料的颗粒级配不良,

会使混凝土的和易性变差, 需水量增加, 硬化后收缩加大, 引发裂缝。外加剂的选择与使用也至关重要, 若外加剂掺量不准确, 或与水泥等材料不相容, 会影响混凝土的凝结时间、强度发展及体积稳定性, 最终致使裂缝产生。

1.3 混凝土养护不当导致的开裂

混凝土养护是确保其性能正常发挥的重要环节。养护期间, 若不能保证混凝土表面足够湿润, 水分快速蒸发, 混凝土会因失水而收缩, 产生干缩裂缝。尤其是在高温干燥环境下, 水分蒸发速度加快, 这种现象更为明显。养护温度控制不当同样会引发问题, 混凝土浇筑后, 若早期养护温度过高, 水泥水化速度过快, 内部产生的水化热无法及时散发, 导致混凝土内部温度过高, 与表面形成较大温差, 产生温度应力, 当应力超过混凝土抗拉强度时, 裂缝便会出现。此外, 养护时间不足, 混凝土强度不足, 过早承受荷载, 也容易引发开裂。

1.4 外部环境因素的影响

外部环境因素对混凝土开裂影响显著。温度变化是一大重要因素, 在昼夜温差较大的地区, 混凝土结构白天受热膨胀, 夜晚遇冷收缩, 反复的温度循环作用使混凝土内部产生温度应力, 长期积累易导致裂缝。湿度环境同样关键, 当空气湿度较低时, 混凝土中的水分会持续向外界扩散, 造成体积收缩, 产生收缩裂缝; 而在潮湿环境中, 若混凝土长期处于干湿交替状态, 会加速混凝土的碳化与钢筋锈蚀, 降低混凝土结构的耐久性, 引发裂缝^[2]。此外, 地震、风荷载等外部荷载作用, 若超过混凝土结构的承载能力, 也会直接导致混凝土开裂。

2 混凝土开裂防治的关键策略

2.1 施工工艺的优化

2.1.1 合理浇筑与振捣

合理的浇筑与振捣是保障混凝土质量的基础。在浇筑环节,需严格控制浇筑速度,依据混凝土的流动性与结构特点,制定适宜的浇筑方案,防止因速度过快产生过大冲击力,破坏混凝土内部结构。分层浇筑是常用且有效的方法,每层厚度应根据振捣设备能力与混凝土性能合理确定,确保下层混凝土在初凝前被上层覆盖并振捣密实。在振捣过程中,要选用合适的振捣设备,依据混凝土坍落度、骨料粒径等因素调整振捣参数。振捣棒插入深度、振捣时间需精准把控,振捣不足时,及时补振,确保混凝土内部充分密实,排出空气与多余水分,但也要防止振捣过度,避免混凝土离析。在大体积混凝土浇筑时,还可采用斜面分层、分段分层等浇筑方法,进一步提升浇筑质量。例如:在某大型商业综合体的基础浇筑中,通过采用分段分层浇筑,配合高频振捣棒,有效减少了内部空隙,提升了混凝土的均匀性。通过合理的浇筑与振捣,可大幅提升混凝土的均匀性与密实度,降低开裂风险。当下,一些先进的振捣设备配备了智能感应系统,能根据混凝土的实时状态自动调整振捣强度与频率,进一步提升振捣效果。

2.1.2 温度控制与湿度管理

混凝土浇筑完成后,温度和湿度的变化对混凝土的力学性能有很大的影响。

在温控方面,可以在混凝土内部埋设冷却水管,利用循环水将混凝土内部的水化热带走,从而降低混凝土的温度峰值。在高温季节施工时,通过对骨料的喷水降温 and 低温水拌和等方法对原材料进行降温。同时,对混凝土表面进行保温处理,避免因表面温度骤降而产生过大的温差应力。

湿度管理也很重要,混凝土浇筑完毕后,应及时用土工布、塑料膜等保湿材料覆盖,使混凝土表面保持湿润,减少水分蒸发,减少干缩裂缝的发生。另外,也可以通过喷淋养护等方法提高大气湿度,为混凝土的强度生长和体积稳定性创造有利的环境。冬季施工时,除保温外,通过掺加防冻剂,提高混凝土抗冻能力,全方位保证各种环境下混凝土的质量。例如:在一座跨江大桥上,在夏季浇筑混凝土时,采用预冷的骨料,可使混凝土内部最高温度下降 $8\sim 10\text{ }^{\circ}\text{C}$,从而有效地降低了温度裂缝的产生概率。

2.2 合理选择混凝土材料

2.2.1 砂石料质量控制

砂石料作为混凝土的重要组成部分,其质量直接影响混凝土性能。对砂石料的质量控制应从源头抓起,选择质地坚硬、洁净、级配良好的砂石。控制砂石的含泥量,含泥量过高会严重影响水泥与骨料间的粘结力,降低混凝土强度,因此需对砂石进行水洗等预处理,确保含泥量符合标准要求。同时,关注砂石的颗粒级配,良好的级配能使混凝土在较少水泥用量的情况下获得较好的和易性与密实度。定期对砂石料进行质量检测,依据检测结果调整配合比,保证混凝土质量的稳定性。在采购环节,建立严格的供应商筛选机制,从源头上把控砂石料品质,通过严格把控砂石料质量,为混凝土的抗裂性能提供坚实的基础。有研究表明,将砂石含泥量从5%降低至1%,混凝土的抗压强度可提升15%左右。

2.2.2 高性能混凝土的应用

高性能混凝土具有高强度、高耐久性与良好的工作性能,在防治混凝土开裂方面优势明显。高性能混凝土通过优化配合比,采用优质水泥、矿物掺合料、高效外加剂等材料,有效改善混凝土的微观结构。例如:掺入适量的粉煤灰、矿渣粉等矿物掺合料,可在一定程度上降低水泥水化热,提高混凝土的抗裂性能^[3]。同时,高效减水剂的使用能在保证混凝土流动性的前提下,减少用水量,降低混凝土硬化后的收缩。此外,高性能混凝土还具备更好的抗渗性与抗侵蚀性,可有效抵御外部环境因素对混凝土结构的破坏,延长混凝土结构的使用寿命,降低开裂风险。如今,随着技术不断发展,一些新型高性能混凝土还添加了纳米材料,进一步提升其微观结构的致密性,增强抗裂能力。在一些超高层建筑中,使用添加纳米二氧化硅的高性能混凝土,其抗渗性能提升了30%,显著延长了建筑的使用寿命。

2.3 养护措施的改进

2.3.1 延长养护时间与加强养护条件

延长养护时间对混凝土强度增加与性能稳定极为关键。普通混凝土的养护时间应根据水泥品种、气候条件等因素适当延长,一般不少于7天,对于大体积混凝土、抗渗混凝土等,养护时间可延长至14天甚至更长。在养护条件方面,除了保证混凝土表面湿润外,还应控制养护环境温度。冬季施工时,采取加热保温措施,防止混凝土受冻;夏季高温时,通过遮阳、喷雾等方式降低养护环境温度。可采用智能养护系统,实时监测混凝土的温度、湿度等参数,根据实际情况

自动调整养护措施,确保混凝土在适宜的环境中养护,充分发挥其性能,减少因养护不足导致的开裂问题。在养护用水方面,也需严格把控水质,避免水中杂质影响混凝土性能。在某大型水利工程的混凝土坝体养护中,采用智能养护系统,精准控制温度与湿度,混凝土的强度增长均匀,有效减少了裂缝。

2.3.2 养护过程中常见问题的处理

在混凝土养护过程中,常出现一些问题影响养护效果。若发现混凝土表面出现早期裂缝,应及时分析原因并采取相应措施。对于因失水产生的干缩裂缝,可通过加强保湿养护进行修复,如增加喷水次数、重新覆盖保湿材料等,促使裂缝自行愈合。若裂缝是由于温度应力引起,可在裂缝处涂抹修补材料,如环氧树脂胶泥等,增强裂缝处的抗拉强度。当发现养护温度过高或过低时,需及时调整养护环境,如在高温时增加通风散热设备,低温时增加保温覆盖层数^[4]。针对养护过程中的意外情况,如降雨冲刷保湿材料,应及时重新覆盖并加强固定,确保护养工作的连续性与有效性。若遇到大风天气,还需对养护设施进行加固,防止其被风吹走影响养护效果。此外,利用先进的裂缝检测技术,如红外热成像检测,能及时发现混凝土内部的早期裂缝,便于采取针对性修复措施。

2.4 外部环境控制与适应

2.4.1 控制施工环境温度

施工环境温度对混凝土施工质量影响显著,需采取有效措施加以控制。在高温天气施工时,需搭建遮阳棚,对施工现场进行遮阳降温,减少阳光直射对混凝土的影响。同时,合理安排施工时间,尽量避免中午高温时段,选择在清晨或傍晚进行混凝土浇筑。对于大体积混凝土施工,可采用冷却搅拌水、对骨料预冷等方式降低混凝土入模温度。在低温季节施工时,需对原材料进行加热,如加热水、对骨料进行预热等,提高混凝土的出机温度。对混凝土运输与浇筑设备进行保温处理,减少热量散失,确保混凝土在适宜温度下施工,降低因温度变化导致的开裂风险。在温度变化剧烈的地区,还可考虑在混凝土中添加温度应力缓解材料,增强混凝土对温度变化的适应性。在某沙漠地区的建筑施工中,通过搭建大型遮阳棚,配合冷却水管系统,有效控制了混凝土施工温度,减少了裂缝产生^[5]。此外,新型的温度调节材料,如相变材料,也开始应用于混凝土施工,能自动调节混凝土内部温度。

2.4.2 风速、湿度等环境因素的监测

风速与湿度等环境因素同样会影响混凝土质量,

需进行实时监测。当风速过大时,会加速混凝土表面水分蒸发,增加干缩裂缝产生的可能性。可通过设置防风屏障,如防风布等,降低风速对混凝土的影响。同时,根据风速调整混凝土的配合比,适当增加用水量或外加剂掺量,保证混凝土的工作性能。在湿度监测方面,利用湿度传感器实时监测施工现场的空气湿度。当湿度较低时,需采用喷雾、洒水等方式增加空气湿度,保持混凝土表面湿润;当湿度较高时,需注意混凝土的排水,避免积水影响混凝土硬化。通过对风速、湿度等环境因素的有效监测与调控,为混凝土施工创造良好的外部环境,减少混凝土开裂现象的发生。对于湿度常年较高的地区,可在混凝土中添加防潮剂,提升混凝土的防潮性能。在沿海地区的建筑施工中,通过安装风速与湿度监测设备,实时调整施工措施,有效保障混凝土的质量。一些先进的施工单位还利用物联网技术,将环境监测数据与施工设备进行联动,实现智能化施工调控。

3 结束语

混凝土开裂问题严重影响建筑施工质量,通过对施工工艺进行优化,确保合理浇筑、振捣及温湿度管理;严格把控混凝土材料选择,提升砂石料质量并推广高性能混凝土;改进养护措施,延长养护时间并妥善处理常见问题;有效控制外部环境,监测并应对温度、风速与湿度等因素,可显著降低混凝土开裂风险。未来,随着建筑技术不断进步,智能监测与新型材料将得到更广泛的应用,进一步完善混凝土开裂防治体系,持续提升建筑工程质量与耐久性。

参考文献:

- [1] 黄春娇.试论建筑工程施工中混凝土裂缝的成因及防治策略[J].江西建材,2021(08):138-139.
- [2] 魏来.建筑施工工程混凝土开裂性能与防治技术[J].中国建筑金属结构,2025,24(04):94-96.
- [3] 丁桂花.建筑工程混凝土施工裂缝控制技术[C]//《中国建筑金属结构》杂志社有限公司.2024新质生产力视域下智慧建筑与经济发展论坛论文集(一).濉溪县建设工程管理站,2024.
- [4] 马瑞.土木建筑工程中大体积混凝土结构的施工技术分析[C]//《中国建筑金属结构》杂志社有限公司.2024新质生产力视域下智慧建筑与经济发展论坛论文集(一).吴忠市利水水利工程有限公司,2024.
- [5] 尹红更.土木工程建筑中混凝土裂缝的施工处理技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025(08):145-147.