

混凝土裂缝成因分析及施工防控措施研究

韩 勇

新疆塔建三五九建工有限责任公司 新疆 阿拉尔 843300

【摘 要】混凝土裂缝为建筑工程施工以及运行期间最常出现的质量问题，其会直接威胁建筑结构的安全，影响其使用年限，同时还会对工程质量造成不良影响。各类裂缝受材料、温度、施工、养护、设计等因素叠加的影响，具有隐蔽性与持续性，控制不好容易造成结构隐患。从建筑工程常态化质量控制角度出发，准确找到裂缝类型、剖析背后的主要原因，并制订出全面的全过程管控措施，可以明显降低裂缝病害出现的比率，保证混凝土结构稳定、耐用，给建筑工程质量改进及安全运转赋予可靠的技术支撑。

【关键词】混凝土；裂缝成因；施工工艺；防控措施

DOI:10.12417/2811-0528.26.16.073

混凝土因性价比高、适用性广、性能稳定等特点，在各类建筑、市政建设工程中得以广泛使用，是现代建筑工程的主要材料。但是由于施工环境、工艺水平、材料性能与后期维护等各类因素的影响，裂缝病害普遍存在于混凝土结构中。细微裂缝会影响建筑的耐久性，结构性裂缝会对建筑的安全使用造成严重的威胁，对工程带来较大隐患。增强混凝土裂缝成因分析及防渗加固技术的实施，是规范施工过程、控制工程质量、保证建筑长久安全稳定运行的关键，具有较强的工程实践意义。

1 混凝土裂缝主要类型

1.1 结构性裂缝

结构性裂缝属于混凝土结构在外力荷载的作用下产生的实质性裂缝，它和建筑结构的受力情况以及安全状况有着直接的关系。该类裂缝的产生原因就是结构受力超过混凝土本身的承载极限，多发生在梁、板、柱等核心承重构件处。裂缝形态大多呈规律分布，走向同受力方向大致一致，裂缝宽度、深度随荷载增大、使用年限增长而逐渐增大。结构性裂缝的危害性大，不能依靠结构自身的性能来修复，会不断增长从而引起结构的变形和承载力降低，严重时还会造成建筑倒塌等重大事故，是混凝土质量控制过程中要重点关注的裂缝种类。

1.2 非结构性裂缝

非结构性裂缝也被称作表面裂缝，它不会对建筑结构的整体受力性能造成直接影响，是工程中最常见的裂缝种类。此类裂缝主要是由于材料收缩、温度变化、养护不当等非受力因素造成，在混凝土结构表层出现，裂缝深度小、宽度小、分布杂乱无章。非结构性裂缝初期危害性较小，但长期处在自然环境中，外界水分、空气会经由裂缝渗透到结构内部，造成钢筋锈蚀、混凝土碳化等状况的产生，慢慢发展成结构性问题，间接地影响到建筑结构的耐久性和稳定性，也需要做好常态化的防

控工作。

2 混凝土裂缝核心成因分析

2.1 材料自身性能因素

混凝土属于复合型人工石材，是由水泥、砂石、骨料、外加剂、水等按一定比例拌合后凝结而成的材料，原材料质量及配比是否合理，直接影响着混凝土的质量，也成了混凝土产生裂缝的主要内因。水泥是主要的胶凝材料，选择水泥的标号不满足工程要求或者水泥安定性不合格，都会使混凝土在硬化过程中产生体积变化不一致而造成裂缝。砂石骨料含泥量、杂质含量过多，会使骨料与水泥浆的粘结强度降低，使混凝土结构内部产生大量的空隙，后期很容易出现收缩裂缝。拌合用水中有杂质，外加剂选择和使用不当，或者掺量不合理，都会影响混凝土拌合料的稳定，造成混凝土凝固速度不均，出现局部开裂现象。另外原材料的配合比设计不正确，水灰比过高、砂率过高都会提高混凝土裂缝的产生概率。

2.2 温度变化因素

温度裂缝是混凝土施工中经常出现的裂缝类型，主要是由于混凝土凝固过程中温度变形和内外温差应力造成的。混凝土浇筑完毕之后，内部的水泥会经历水化反应并释放出很多热量，大体积混凝土结构内部的热量不能迅速散去，内部温度会急剧上升，表层温度会随着外界环境的变化而迅速下降。结构内外出现较大的温差之后，内部膨胀与表层收缩的形变差别就会产生拉应力，拉应力大于混凝土初期抗拉强度时，结构表面就会出现温度裂缝。外界环境温度剧烈变化也会产生裂缝，昼夜温差过大、冬季低温冻害、夏季高温暴晒，都会造成混凝土结构反复发生热胀冷缩形变，长时间的循环作用会使结构表层产生疲劳开裂，慢慢形成持续性温度裂缝。

2.3 混凝土收缩因素

混凝土硬化成型过程中会伴随不同程度的收缩变形,收缩变形受约束时不会产生裂缝,变形受到约束后就会产生收缩裂缝。塑性收缩裂缝出现在混凝土浇筑后的初凝时期,这时混凝土还没有完全硬化,表层水分蒸发速度比内部快得多,表层土体会快速收缩,内部结构基本保持稳定,表层收缩被内部约束时就会出现细微裂缝。干燥收缩裂缝发生在混凝土硬化后期,结构内部自由水分不断散发,整体体积逐渐收缩,受到基层、模板或者结构自身约束的作用,内部产生拉应力而产生开裂。混凝土碳化过程中也会产生体积收缩,长期的碳化作用会造成结构表层出现细密裂缝,进而影响到结构整体的密实度。

2.4 施工工艺操作因素

施工操作不规范是引起混凝土裂缝的主要原因,贯穿于拌合、浇筑、振捣、拆模全过程。混凝土拌合阶段,拌合时间不够或者过长、原材料投料顺序乱序,都会造成拌合料的均匀性不好,结构成型之后强度分布不均,薄弱部位容易开裂。浇筑施工时浇筑速度过快、单次浇筑厚度过大都会造成混凝土下料不均,内部气泡不能完全排出,产生疏松夹层,后期容易开裂。振捣作业出现漏振、过振的现象,漏振会造成混凝土密实度不够,过振会使骨料下沉、水泥浆上浮,产生表层砂浆过厚,表面裂缝概率增大。另外施工过程中随意更改施工流程、结构保护层厚度控制不到位、施工缝和变形缝设置不合理等都会造成混凝土裂缝病害。

2.5 后期养护与环境因素

混凝土浇筑成型后的养护工作,是保证结构强度稳定、避免出现裂缝的重要环节,养护不善会使裂缝大大增加。施工现场养护滞后、养护时间短、保湿保温措施不落实等状况普遍存在。混凝土初凝后不及时用土工膜覆盖保湿,表面水分很快消失,产生塑性收缩裂缝。低温环境下未做保温养护,混凝土容易出现冻害开裂,高温大风天气未做好保湿防护,表层水分蒸发过快,会加重结构收缩变形。同时建筑结构长期处在潮湿、腐蚀、暴晒等各种恶劣的环境当中,混凝土的性能会逐渐变差,结构的耐久性也会随之下降,在环境的作用下会产生各种老化裂缝。

2.6 外力荷载与结构设计因素

建筑结构在使用时所受到的各种荷载,是造成建筑结构产生裂缝的主要因素。工程设计阶段结构受力计算的精度不够、构件截面尺寸的设计不合理、配筋率达不到要求,都会造成结构的整体承载能力不足,在后期使用过程中,受自重、人员设备、风雪等各种荷载的作用下,受力超过极限就会产生裂缝。施工阶段的临时堆载、施工机械碾压、构件吊装碰撞等非常规

外力会造成未达到设计强度的混凝土结构产生形变开裂。建筑投入使用之后,如果经常超载使用或者地基不均匀沉降,就会造成混凝土结构不断受到荷载作用,逐渐演变为贯通性的结构性裂缝,从而削弱结构的稳定性。

3 混凝土施工阶段裂缝防控措施

3.1 严格管控原材料质量与配比设计

从源头把控原材料质量,是防止混凝土裂缝出现的根本方法。施工单位应建立健全原材料进场检验制度,对水泥、砂石、外加剂等主要材料实行抽检检验,杜绝不合格材料进入施工现场。根据工程施工环境、结构类型、强度要求科学选用水胶比,优先选用水化热低、安定性好的普通硅酸盐水泥或矿渣水泥。严格控制砂石骨料的质量,清除骨料中泥土、杂草等杂质,保证骨料粒径和级配的合理性,减少骨料含泥量。精准控制拌合水的质量,禁止用污染废水拌合。对混凝土配合比进行优化设计,根据试验数据合理调节水灰比、砂率,在保证施工和易性的基础上尽量降低用水量,减小混凝土收缩变形。合理选择外加剂,严格控制掺加比例,有效地降低水泥水化热,提高混凝土抗裂性。

3.2 优化温度控制施工工艺

对温度裂缝产生的机理进行全方位的温度控制施工方案的制定,有效地避免温差裂缝问题的发生。大体积混凝土施工前应提前制定专项施工方案,优化配比、掺入粉煤灰等掺料以减小水泥水化热释放速度。夏季高温施工时,避开正午高温时段进行浇筑作业,对原材料进行遮阳降温处理,拌合用水可以采用低温水,控制混凝土入模温度。冬季低温施工时,做好原材料的保温防护,浇筑完成后及时盖保温材料,防止混凝土冻害。施工时控制浇筑厚度及浇筑速度,分层分段逐步进行浇筑,保证内部热量能慢慢散去。大体积混凝土结构可设置测温点,实时监测结构内外温差,温差超标时及时采取保温、散热措施,使温差控制在合理范围内,消除温差应力导致的裂缝隐患。

3.3 规范现场施工操作流程

施工操作过程具有规范化的特点,可以避免由于人为因素造成的混凝土裂缝产生。按照设计配合比、拌合标准进行混凝土拌合作业,控制拌合时间,保证拌合料的均匀性和稳定性。浇筑前清除基层的杂物和积水,检查模板支撑的稳定性、密封性,防止漏浆、沉降。严格控制浇筑速度,保持匀速分层浇筑,杜绝一次性大批量浇筑。振捣作业以快插慢拔为原则,对各个部位进行均匀振捣,防止漏振、过振,排除混凝土内的气泡,提高结构的密实度。合理设置施工缝、沉降缝、伸缩缝,严格按照规范要求处理施工缝界面,保证新旧混凝土结合紧密。规范

拆模过程,按混凝土强度增长时间来决定拆模时间,不得擅自早拆模、强行拆模,防止结构受力变形开裂。施工时严格控制保护层厚度,规范钢筋布置位置,保证结构受力均衡稳定。

3.4 强化混凝土后期养护管理

完善的后期养护是预防混凝土收缩裂缝、保证结构强度达标的有效措施。施工单位要树立全过程养护的意识,明确养护的责任,落实专人专项养护制度,细化养护流程,并做好养护记录的备查。混凝土浇筑初凝后立即进行保湿养护作业,用土工布、塑料薄膜等覆盖结构表面,保持结构内部水分,防止表层水分很快蒸发。根据施工环境改变养护时长,在常规环境中养护时间不少于7天,加入外加剂的混凝土养护时间适当延长。高温大风天气加大洒水养护频率,保证结构表面潮湿。低温季节重点做好保温养护工作,用保温棉被等覆盖材料抵御低温冻害。养护阶段严禁在混凝土结构上堆放重物、进行施工作业,防止未成型的结构受到外力作用而产生变形,从根本上降低收缩裂缝、冻害裂缝等裂缝产生的可能性。

3.5 优化结构设计 with 荷载管控

从设计上对结构受力体系进行改进,从源头降低结构性裂缝出现的概率。设计人员根据工程场地地质条件、建筑使用功能、环境特点,准确进行结构受力计算,科学设计构件截面尺寸、配筋方案,提高结构抗裂性能和承载能力。此外加大各专业之间互相核对的力度,重点对重要受力节点做精细化的验算来保证结构的稳定。大跨度、大体积混凝土结构优化布局,设置伸缩缝、后浇带释放结构收缩应力,防止应力集中造成开裂。施工阶段对临时荷载严格控制,规范施工现场材料堆放、机械作业范围,防止不合格的混凝土结构承受外力。建筑投入使用

前,对荷载使用做出规定,严禁长期超载使用。定期进行建筑结构沉降观测、形变观测,及时发现地基不均匀沉降等问题,提前采取措施进行调节控制,防止因沉降导致的结构性裂缝。

3.6 严控外力荷载与结构设计优化落地

结构设计缺陷、施工临时外力、后期荷载超载、地基沉降导致的结构性裂缝要从设计、施工、维护全过程入手进行预防和整治,精准匹配出成因造成的受力型裂缝隐患。根据勘察资料和规范对荷载进行精细化计算,合理确定构件截面和配筋,改善复杂及大跨度构件的布置,增设抗裂构造和应力释放节点,从源头上杜绝设计缺陷和应力集中。施工阶段对临时荷载进行严格的控制,在混凝土强度达到要求前不允许任何单位在混凝土结构中堆放任何物品和从事工作,防止因外力而造成破坏或者产生微小裂缝。同步观测地基沉降,发现沉降不均时及时加固补强。使用阶段设立荷载运维体系,规定额定荷载且不得超载,定时实施结构和裂缝检测,塑造起常态化的防护体制,防备贯通型结构性裂缝产生,保证建筑结构长久安全稳定。

4 结语

混凝土裂缝控制是建筑工程从设计到施工、养护和使用整个生命周期的质量控制,它的好坏直接影响到建筑工程的整体质量及使用年限。裂缝病害多样化的成因,需要工程建设摒弃单线控制模式,创建起源头管控、过程规范、后期养护为一体的全面防控机制。常态化做好材料控制、工艺改良、温度控制、荷载管理等各方面工作,可以有效地避免各种裂缝的出现,消除结构安全隐患,提高混凝土结构的抗裂性、耐久性,促进建筑工程质量的高质量、标准化建设。

参考文献:

- [1] 庄榕.建筑混凝土结构施工裂缝成因与防控措施研究[J].居业,2026,(01):88-90.
- [2] 原育璋.房建施工时混凝土裂缝成因及预防修补措施分析[J].中国水泥,2026,(01):103-105.
- [3] 钟文超.工民建混凝土框架结构施工裂缝成因及防控措施[J].大众标准化,2025,(16):16-18.
- [4] 冯翰章.高层建筑施工中混凝土裂缝成因分析及防控体系优化研究[J].城市建设,2025,(17):26-28.
- [5] 姜涛.大体积混凝土裂缝的成因与防控措施分析[J].建材发展导向,2023,21(16):67-70.