

混凝土裂缝控制技术在建筑施工中的应用

周向上

华联世纪工程咨询股份有限公司湖南分公司

DOI:10.12238/etd.v6i8.17084

[摘要] 本文聚焦混凝土裂缝控制技术在建筑施工中的应用。先阐述混凝土裂缝主要类型,包括塑性收缩、干缩、温度、荷载裂缝等。接着从材料、施工、环境、设计四方面分析裂缝成因。然后详细介绍施工准备、实施、养护阶段及新型裂缝控制技术的应用。最后提出建立全流程质量管控体系、强化技术研发与人才培养、完善监测与应急机制等保障措施,以提升建筑工程质量,减少混凝土裂缝问题。

[关键词] 混凝土裂缝; 裂缝控制; 施工技术

中图分类号: TU755.7 **文献标识码:** A

Application of Concrete Crack Control Technology in Building Construction

Xiangshang Zhou

Hualian Century Engineering Consulting Co., Ltd. Hunan Branch

[Abstract] This paper focuses on the application of concrete crack control technology in building construction. It first elaborates on the main types of concrete cracks, including plastic shrinkage cracks, dry shrinkage cracks, temperature cracks, and load-induced cracks. The causes of cracks are then analyzed from four aspects: materials, construction, environment, and design. Subsequently, detailed descriptions are provided on the application of crack control technology during the construction preparation, implementation, and maintenance stages, as well as the use of new crack control technologies. Finally, safeguard measures such as establishing a full-process quality control system, strengthening technology research and development and personnel training, and improving monitoring and emergency mechanisms are proposed to enhance building engineering quality and reduce concrete crack issues.

[Key words] Concrete Cracks; Crack Control; Construction Technology

引言

在建筑工程中,混凝土裂缝是常见且棘手的问题,其类型多样、成因复杂,严重影响建筑结构的耐久性与安全性。从材料选用不当、施工操作失误,到环境变化、设计不合理等,都可能引发裂缝。混凝土裂缝不仅影响建筑外观,更会降低结构承载能力,缩短使用寿命。因此,深入研究混凝土裂缝控制技术在建筑施工中的应用十分必要,对保障建筑工程质量具有重要意义。

1 混凝土裂缝的主要类型

混凝土裂缝是建筑工程中常见的问题,其类型多样,成因复杂,主要可分为以下几类。(1)塑性收缩裂缝:多出现在混凝土浇筑后数小时,处于塑性阶段时。此时混凝土表面水分蒸发过快,内部水分向表面迁移的速度跟不上,导致表面收缩受内部约束,从而产生裂缝。这类裂缝一般较短且较浅,走向不规则。(2)干缩裂缝:混凝土硬化后,内部水分逐渐蒸发,体积收缩,当收缩受到约束时就会产生干缩裂缝。其通常出现在混凝土表面,呈不规则的网状或平行线状,裂缝较细。环境湿度、养护条件等因素对

其影响较大,干燥环境或养护不足时更易出现。(3)温度裂缝:混凝土内部和表面温度差异,或不同部位混凝土温度不同,产生温度应力,当应力超过混凝土抗拉强度时就会开裂。大体积混凝土浇筑后,水化热导致内部温度高、表面温度低,易产生表面裂缝;冬季施工时,混凝土内外温差大,也可能产生裂缝^[1]。(4)荷载裂缝:在荷载作用下,混凝土结构产生的裂缝。包括直接受力引起的裂缝和次应力引起的裂缝,裂缝走向与受力方向有关,宽度和深度与荷载大小、作用时间等因素相关。

2 建筑施工中混凝土裂缝的成因分析

2.1 材料因素

材料因素是引发混凝土裂缝的关键。水泥质量与品种影响大,水化热过高的硅酸盐水泥用于大体积混凝土,会因内外温差大引发温度裂缝;水泥存放不当活性降低,混凝土强度不足易开裂。骨料质量也有影响,级配不合理,如细骨料多、粗骨料粒径小,会增加用水量,使干缩率增大形成收缩裂缝;含泥量高会降低骨料与水泥石粘结强度,产生薄弱环节易开裂。外加剂使用不

当也会出问题,缓凝剂不足致初凝快出现冷缝,减水剂过量使混凝土离析,内部密度不均后期易裂缝。此外,混凝土配合比不合理,水泥用量多、水灰比大,会增加收缩量、降低抗拉强度,为裂缝创造条件。

2.2 施工因素

施工因素贯穿混凝土施工全过程,影响裂缝产生。搅拌时,时间不足或过长会使混凝土匀质性差,局部强度不一致,易在薄弱部位形成裂缝;随意改变配合比会降低混凝土强度和耐久性。浇筑环节问题多,顺序混乱会形成冷缝,成为裂缝发展通道;速度过快、振捣不密实会使混凝土内部有空隙、蜂窝麻面,降低整体强度。钢筋施工不当也会引发裂缝,保护层厚度不足会使钢筋腐蚀膨胀挤压混凝土;绑扎不牢固致移位,使受力部位钢筋不足,混凝土易开裂。模板拆除过早,混凝土强度未达标,在自重和荷载作用下易变形开裂^[2]。

2.3 环境因素

环境因素对混凝土裂缝产生有显著诱发作用。温度变化是主要诱因,气温骤降会使表面混凝土收缩,受内部约束产生拉应力,超过抗拉强度就形成温度裂缝;夏季高温,表面水分蒸发快,易形成表面干缩裂缝。湿度变化也会引发裂缝,湿度低时混凝土水分散失快,收缩受约束会产生裂缝;露天施工遇持续干旱且未保湿,裂缝概率大增。外部荷载与环境耦合作用加剧裂缝风险,风吹、震动使内部缺陷发展;严寒地区反复冻融会使裂缝扩展。化学腐蚀环境,如工业废水、海水浸泡,会侵蚀混凝土内部结构,降低强度,引发化学腐蚀裂缝。

2.4 设计因素

设计因素是混凝土裂缝产生的源头性原因。结构设计方案不合理易引发裂缝,如大跨度构件截面尺寸小,会使应力超设计值;结构刚度分布不均,会出现应力集中,产生裂缝。配筋设计不当也是重要诱因,受拉区钢筋不足或配筋率低,混凝土拉力无法有效传递,易开裂;钢筋布置不合理,如转角处无加强钢筋,会引发斜向裂缝。伸缩缝与沉降缝设计缺陷会直接导致裂缝,伸缩缝间距大不能满足变形需求,混凝土会因收缩约束开裂;沉降缝设置不当,会使建筑物因地基沉降差异产生附加应力,引发沉降裂缝。另外,设计未充分考虑施工实际,如大体积混凝土无温控措施、复杂节点无施工指导,会增加裂缝风险。

3 建筑施工中混凝土裂缝控制技术的应用

3.1 施工准备阶段的预防控制技术

施工准备阶段预防控制技术为混凝土裂缝控制打基础,材料选择与检验是关键。优先选水化热低的矿渣硅酸盐或粉煤灰硅酸盐水泥,大体积工程可掺粉煤灰、矿粉等降低水泥用量与水化热。骨料选级配好、粒径适宜的碎石或卵石,控制含泥量,进场后检验指标,不合格禁用。配合比优化设计重要,试验确定最佳水灰比(0.45-0.55),合理调整砂率,掺高效减水剂减少用水量、降低干缩率,掺膨胀剂补偿收缩防裂缝。施工方案编制要细化裂缝控制措施,大体积工程编专项温控方案,模板工程专项设

计。此外,对施工人员进行技术交底,明确材料使用、搅拌浇筑等操作要点,确保措施落实。

3.2 施工实施阶段的过程控制技术

施工实施阶段过程控制是控制混凝土裂缝关键。搅拌时严格按配合比计量,水泥等误差±2%以内,水和外加剂±1%以内,搅拌时间90-120秒,确保均匀。浇筑遵循“分层浇筑、循序渐进”,大体积每层厚30-50厘米,斜面分层,防冷缝,控制浇筑速度^[3]。振捣规范,用插入式振捣棒,间距30-40厘米,时间以表面浮浆、不下沉为宜。钢筋施工保证保护层厚度,用垫块固定,强度不低于混凝土,间距800-1000毫米,绑扎牢固。模板安装牢固、拼缝严,防漏浆,安排专人监测变形。大体积混凝土实时监测温度,温差超25℃及时保温或降温。

3.3 养护阶段的强化控制技术

养护阶段的强化控制技术对抑制混凝土裂缝产生至关重要,养护时间需严格把控,普通混凝土养护时间不少于14天,大体积混凝土、掺加膨胀剂的混凝土养护时间不少于28天,确保混凝土强度充分发展,减少收缩变形。保湿养护是核心措施,混凝土浇筑完成后,在初凝前需进行二次压光,消除表面收缩裂缝;初凝后及时覆盖土工布、麻袋等保湿材料,覆盖应严密,避免出现裸露部位,随后定期洒水,保持保湿材料始终湿润,使混凝土表面湿度维持在80%以上。温度养护措施需针对性实施,大体积混凝土在养护期间需持续监测温度,采用覆盖保温被、铺设塑料薄膜等方式减少表面散热,当内部温度过高时,可通过预埋冷却水管通水降温,将内外温差控制在25℃以内。冬季施工需采取保温养护措施,浇筑完成后及时覆盖保温被或搭设保温棚,必要时采用蒸汽养护,确保混凝土养护温度不低于5℃,防止混凝土受冻开裂。另外,养护期间严禁在混凝土表面堆放重物或进行后续施工,避免混凝土在强度未达标时承受荷载而开裂。

3.4 新型裂缝控制技术的创新应用

新型裂缝控制技术创新应用为混凝土裂缝控制开辟新途径。自修复混凝土是研究热点,在混凝土中掺入微生物孢子、自修复胶粘剂等活性成分。出现微裂缝时,微生物孢子在水分和氧气作用下萌发,产生碳酸钙等填充裂缝;自修复胶粘剂则在裂缝处化学反应形成凝胶,实现自主修复,已在桥梁、隧道等工程试点,效果显著。纤维增强混凝土技术是在混凝土中掺入碳纤维、聚丙烯纤维等增强材料,纤维均匀分布形成三维支撑体系,能抑制收缩变形,提高抗拉强度和韧性,减少裂缝。其中聚丙烯纤维混凝土成本低,在楼板、墙体等民用建筑应用广泛,裂缝宽度可控制在0.05毫米以内。智能监测与预警技术结合传感器和物联网,在混凝土内植入温度、应变传感器等,实时采集数据并无线传输至监控平台。数据超预警阈值,系统自动报警,便于及时调控,在大体积混凝土工程中可提前预判裂缝风险。3D打印混凝土技术精准控制材料配比和浇筑路径,减少内部缺陷,降低裂缝发生概率,为复杂结构混凝土施工裂缝控制提供新方案。

4 混凝土裂缝控制技术应用保障措施

4.1 建立全流程质量管控体系

建立全流程质量管控体系是混凝土裂缝控制技术有效应用的核心保障,需明确各环节管控责任,成立质量管控小组,由项目经理担任组长,技术负责人、质量员、施工员等参与,将管控责任落实到个人,形成“人人有责、层层把关”的管控机制。事前管控重点为材料进场检验与施工方案审核,材料进场时需核查出厂合格证、检验报告,并按规定抽样复检,不合格材料严禁入场;施工方案需经技术负责人、总监理工程师审核批准,重点审核裂缝控制措施的可行性与针对性。事中管控需加强施工过程巡查与抽检,安排专职质量员对混凝土搅拌、浇筑、振捣、养护等环节进行全程巡查,对搅拌计量、浇筑厚度、振捣时间等关键参数进行抽检,做好巡查记录,发现违规操作立即整改。事后管控包括混凝土强度检测与裂缝排查,混凝土达到龄期后按规定进行抗压强度、抗渗等级等指标检测,确保符合设计要求;定期对已完成结构进行裂缝排查,记录裂缝位置、宽度、长度等信息,分析成因并采取处理措施。建立质量追溯体系,对材料使用、施工人员、施工时间等信息进行记录,便于后续质量问题追溯。

4.2 强化技术研发与人才培养

强化技术研发与人才培养为混凝土裂缝控制提供技术支撑和人才保障,技术研发需结合工程实际需求,企业应加大研发投入,建立研发实验室,配备专业研发人员,重点开展新型材料、新型工艺的研发,如低水化热水泥、高性能外加剂、智能养护技术等,同时加强与高校、科研机构合作,引进先进技术成果并进行转化应用,提高裂缝控制技术的先进性与适用性。人才培养需构建多层次培养体系,针对管理人员开展质量管控、技术管理培训,提升其对裂缝控制技术的统筹管理能力;对技术人员开展专项技术培训,重点培训材料选择、配合比设计、温控措施等专业知识,提高其技术方案编制与实施能力;对一线施工人员开展操作技能培训,通过现场演示、实操训练等方式,规范搅拌、浇筑、振捣等操作流程,减少因操作不当引发的裂缝。建立激励机制,鼓励研发人员开展技术创新,对取得研发成果的人员给予奖励;定期组织技术交流活动,邀请行业专家开展讲座,分享先进经验,提升全员技术水平。

4.3 完善监测与应急机制

完善监测与应急机制可及时发现并处理混凝土裂缝问题,监测体系建设需兼顾实时性与全面性,根据工程规模与结构特点,合理布置监测点,大体积混凝土重点监测内部温度、表面温度及温差变化,采用自动化测温系统,数据采集间隔不超过2小时;结构构件重点监测应力应变、沉降变形等指标,采用光纤传感器、位移计等设备,确保监测数据准确可靠^[4]。监测数据处理需建立专业分析团队,对采集的监测数据进行实时分析,绘制温度变化曲线、应变变化曲线等,通过数据对比判断混凝土变形趋势,当出现异常数据时,立即组织现场核查。应急预案编制需针对不同类型裂缝制定专项处理措施,表面细微裂缝可采用环氧树脂浆液封闭处理;宽度在0.1-0.3毫米的裂缝采用压力注浆法灌注水泥浆或环氧树脂浆液;贯穿性裂缝需先进行结构加固,再采用注浆法处理。同时,建立应急响应团队,配备专业设备与材料,定期开展应急演练,提高应急处置能力,确保裂缝出现时能及时有效处理,避免事故扩大。

5 结束语

混凝土裂缝控制技术在建筑施工中至关重要,关乎建筑结构的安全与耐久。通过全面分析裂缝类型与成因,针对性地应用施工各阶段及新型控制技术,并建立质量管控、技术研发、监测应急等保障措施,可有效减少裂缝产生。未来,随着建筑技术不断发展,还需持续探索创新裂缝控制方法,进一步提升建筑工程质量,为人们提供更安全、可靠的建筑环境。

[参考文献]

- [1]罗文晓.混凝土裂缝控制技术在建筑施工中的应用[J].建筑机械,2025(7):152-154.
- [2]曹敏琪.混凝土裂缝控制技术在建筑施工中的应用[J].建材发展导向,2025,23(6):106-108.
- [3]岳志合,李宏立.基于混凝土裂缝控制技术在房屋建筑施工中的应用[J].居业,2022(8):62-64.
- [4]沈仕豪.建筑施工过程中混凝土裂缝控制技术的研究与应用[J].建筑工程与设计,2024,3(12):102-103.