

混凝土裂缝成因与防控措施

毛新功

新疆银通建设监理有限公司 新疆 奎屯 833200

摘要：混凝土裂缝是建筑工程中的常见问题，严重威胁工程质量与安全性。本文分析了混凝土裂缝的危害、成因及防控措施。荷载、温度和收缩是裂缝的主要成因，防控措施包括材料选择与质量控制、配合比设计与优化、施工工艺改进及养护管理与维护。通过严格控制原材料质量、优化配合比、加强质量控制和检测、合理养护与维护，可有效降低混凝土裂缝的产生概率和危害程度，保障建筑物的结构承载力、安全性及整体稳定性。

关键词：混凝土；裂缝成因；防控措施

引言

混凝土作为建筑工程中的重要材料，其质量直接关系到工程的安全性，但是混凝土裂缝问题频繁出现，已成为威胁工程质量与安全的重大隐患。本文旨在探讨混凝土裂缝的成因与防控措施，以期为建筑工程提供借鉴和指导，保障建筑物的结构稳定性和使用安全性。

1 混凝土裂缝的危害

在建筑工程领域，混凝土施工技术作为施工流程中的核心环节，直接关系到工程质量与安全性的保障，但是混凝土在施工阶段极易产生的裂缝问题，已成为一个频繁出现且严重威胁工程质量的重大隐患。裂缝的出现直接挑战了建筑物的结构承载力与安全性，导致混凝土内部应力分布改变、构件承受力偏移，还会引发弯曲变形，削弱整体稳定性，降低抵御自然灾害的能力，甚至在极端情况下导致建筑物整体结构失稳，构成严重的安全威胁。裂缝还破坏了建筑物的防水屏障，使雨水或其他水源得以渗透至建筑内部，损害使用性能，增加维修成本，并对内部装修和设备造成不可逆损害。裂缝还为外部侵蚀因素如化学物质侵蚀、冻融循环、钢筋锈蚀及碱集料反应等提供了进入建筑物内部的通道，加速了混凝土的老化和损坏，严重影响建筑物的耐久性和使用寿命。裂缝还会影响建筑物的美观性和使用功能，如破坏外观整洁性、影响墙体隔音效果和地板承重能力等。所以必须采取有效措施预防和治理混凝土裂缝问题，包括在施工阶段严格控制原材料质量、优化配合比设计、加强质量控制和检测手段，在养护阶段根据混凝土强度发展情况和设计要求确定合适的养护时间和方式，在使用阶段定期对混凝土结构进行检查和维护工作，及时发现并处理潜在安全隐患，以有效降低混凝土裂缝的产生概率和危害程度，保障建筑物的结构承载力、安全性以及整体稳定性^[1]。

2 混凝土裂缝的成因

2.1 荷载因素

混凝土裂缝的形成是一个复杂且多元因素交织的过程，其中荷载因素占据核心地位，对建筑物的结构稳定性和综合性能构成直接挑战。在建筑物的实际运营中，混凝土构件需承受静荷载、动荷载及复杂应力状态的多重作用，这些作用力在混凝土内部形成复杂的应力场，一旦达到或超过混凝土的承载能力极限，裂缝的产生便难以避免。荷载因素导致的裂缝主要分为直接应力裂缝和次应力裂缝。直接应力裂缝主要由混凝土所承受的拉力、剪力等直接作用力引发，尤其在梁板的受拉区、柱子的角部等结构设计的关键或施工误差导致的薄弱部位，当这些作用力超过混凝土的抗拉或抗剪强度时，混凝土会发生断裂，形成直接应力裂缝，直接削弱混凝土的承载能力，严重时甚至威胁建筑物的整体结构安全。次应力裂缝的形成机制更为复杂，与混凝土在复杂应力状态下的应力重分布有关，由于混凝土材料的非均质性和各向异性，复杂应力状态会导致应力分布不均，产生应力集中或过大的应力梯度，进而引发附加的次应力，当这些次应力超过混凝土的抗拉强度时，会在混凝土内部形成次应力裂缝，虽然不直接影响承载能力，但会显著降低混凝土的耐久性和使用寿命，对建筑物的整体性能产生不利影响。所以在建筑物的设计和施工过程中，必须充分考虑混凝土的力学性能特点和结构设计要求，合理确定结构形式和尺寸，并加强对混凝土施工质量的控制，以确保混凝土材料的均匀性和密实性，提高其抗拉和抗剪强度，从而有效避免或减少裂缝的产生。

2.2 温度因素

混凝土作为一种由多种材料复合而成的建筑材料，其内部蕴含着大量的水分，这些水分具有热胀冷缩的物理属性，这一特性在混凝土的性能表现中扮演着重要

角色。特别是在混凝土强度逐渐增长的过程中,水泥与水之间发生的水化反应,是一个释放大量热量的过程,我们称之为水化热。水化热现象的存在,使得混凝土内部的温度显著升高,混凝土表面由于直接暴露于外界环境中,其温度受外界气温的影响相对较大,这就导致了混凝土内部与表面之间温度差异的形成。温度差异的存在,进一步导致了混凝土内部不同部位体积变化的不一致性,从而在混凝土内部产生了拉应力或压应力,称之为热应力。热应力的产生,是混凝土内部温度差异作用下的必然结果,也是混凝土开裂的重要诱因。当这些由温度差异引起的应力超过混凝土的抗拉强度或抗压强度时,混凝土就会发生开裂现象。尤其是当水化热导致的内部应力超过了混凝土本身的抗拉强度时,裂缝的产生便成了不可避免的结果。温度因素所引发的混凝土裂缝,种类繁多,形态各异。根据裂缝的深度和分布特点,我们可以大致将其分为表面裂缝、深层裂缝和贯穿裂缝三种类型。表面裂缝通常出现在混凝土的表层,其深度相对较浅,对混凝土的结构强度影响相对较小,但是表面裂缝的存在,却会严重影响混凝土的耐久性和美观性,降低混凝土的使用寿命和工程质量。深层裂缝则是一种深入混凝土内部的裂缝,其深度较大,对混凝土的结构强度构成了较大的威胁,深层裂缝的存在会导致混凝土构件的承载能力下降,影响工程的安全性和稳定性,特别是在一些对混凝土强度要求较高的工程中,深层裂缝的出现,往往意味着工程质量的严重问题,需要引起高度重视。而贯穿裂缝则是一种更为严重的裂缝类型^[2]。它从混凝土表面一直延伸到内部,甚至贯穿整个混凝土构件,贯穿裂缝的存在对混凝土的结构强度和使用性能影响最为严重,可能导致混凝土构件完全丧失承载能力,使得工程无法正常使用。

2.3 收缩因素

在混凝土的实际工程应用中,收缩因素成为一个关键且不可忽视的裂缝产生源头。这些由收缩引发的裂缝,通常细小且长,以不规则且皸裂的形态广泛分布于混凝土表面,对混凝土的整体结构完整性和使用性能构成了严重威胁。这些裂缝的形成,源于混凝土成型后内部及表面水分的逐渐蒸发,这一过程凸显了混凝土材料在硬化过程中的复杂性和对环境条件的敏感性。作为一种多孔性建筑材料,混凝土在硬化时会经历大量自由水的蒸发,导致体积收缩,但是由于混凝土内外水分蒸发速率的不均衡,表面水分蒸发迅速,收缩现象明显,而内部水分蒸发较慢,收缩滞后,这种内外收缩的不一致使得混凝土内部产生拉应力,表面则承受压应力。当内

部拉应力超过混凝土的抗拉强度时,混凝土就会开裂,形成收缩裂缝,这些细小裂缝虽看似不起眼,实则对混凝土结构造成了重大破坏,降低了强度和耐久性,甚至成为水分、空气和有害化学物质渗透的通道,加速了混凝土的劣化。此外混凝土收缩裂缝的形成并非随机,而是与混凝土的配合比、施工条件、养护环境及材料性能等因素密切相关。

3 混凝土裂缝的防控措施

3.1 材料选择与质量控制

水泥作为混凝土的关键胶凝材料,其质量直接关系到混凝土的强度和耐久性,所以在挑选水泥时,应优先考虑质量稳定、性能优异的水泥品种,并依据具体工程项目的要求,精心选择适宜的水泥强度等级和标号,同时坚决排除使用安定性不良的水泥。此外水泥的储存条件与时间同样重要,需确保水泥被妥善存放在干燥、通风的环境中,防止其受潮结块或过期使用,以保障水泥品质始终处于最佳状态。集料,作为混凝土的主要骨料,其质量对混凝土的强度和耐久性同样有着重要影响。在选用集料时,必须严格控制其含泥量、泥块含量及有机质含量等关键指标,确保集料质量符合相关标准。同时集料的级配和粒径分布也至关重要,合理的级配和粒径分布能显著提升混凝土的密实度和强度,从而有效防止裂缝的产生。所以选用集料时需进行严格的筛分和检测,以满足工程项目需求。外加剂作为改善混凝土性能的重要手段,在裂缝防控中同样发挥着关键作用。在选用外加剂时,需根据工程项目的具体要求,精心选择合适的外加剂品种和掺量,并密切关注外加剂与水泥的相容性问题,以避免不良反应导致混凝土性能下降,此外外加剂的掺入时间和方式也是关键因素,需严格控制以确保其能充分发挥改善混凝土性能的作用^[3]。

3.2 配合比设计与优化

混凝土配合比的设计与优化是一个极为复杂且精细的过程,它要求工程师在精确控制各项参数的同时,平衡各种因素以实现混凝土性能的最优化,水灰比作为这一过程中的核心参数,对混凝土的强度和耐久性具有至关重要的决定性影响。一般水灰比越小,混凝土的强度和耐久性越高,因为较小的水灰比能减少孔隙的形成,提高混凝土的密实度,过小的水灰比会增加施工难度,降低混凝土的和易性,因此工程师需根据工程的具体需求,精心选择水灰比的范围,并严格监控其波动。砂率和石子级配也是影响混凝土性能的关键因素。合理的砂率和良好的石子级配能够减少骨料间的空隙,提高混凝土的密实性和整体强度,但过高的砂率可能导致混凝土

和易性下降,用水量增加,而过低的砂率则可能增大骨料空隙率,降低混凝土性能。同时掺加适量的矿物掺合料如粉煤灰、矿渣粉等,也是优化混凝土性能的重要手段。这些掺合料能与混凝土中的氢氧化钙反应,生成更稳定的化合物,提高混凝土的强度和耐久性,并降低用水量,减少收缩变形。但是矿物掺合料的掺加量也需严格控制,过量的掺合料可能导致混凝土性能下降,而过少的掺合料则无法充分发挥其优化性能的作用,所以在配合比设计时,工程师需综合考虑工程要求、材料性能以及施工条件,精心确定水灰比、砂率、石子级配以及矿物掺合料的种类和掺加量,以确保混凝土性能达到最佳状态。

3.3 施工工艺的改进与优化

在混凝土施工的广泛实践中,施工工艺的改进与优化是保障工程质量与效率的重中之重,从施工初期的模板支架搭设与拆除,到混凝土浇筑与振捣,再到施工速度与温度控制,每一步都需精心策划与执行。模板支架不仅需承载混凝土浇筑时的巨大荷载,还需确保浇筑后混凝土形状精准、表面平整,所以搭设时需严格保证支架结构稳固、变形量在允许范围内,同时注重压实程度和稳定性,防止浇筑中支架变形或失稳导致混凝土裂缝。拆除时则需依据混凝土强度发展情况,按设计要求执行,避免过早拆除造成混凝土内部未充分固化,引发损伤和裂缝。混凝土浇筑与振捣直接影响混凝土密实度、均匀性和整体强度,需控制浇筑速度,确保平稳连续填充模板,细致处理分段浇筑结合部,避免冷缝或施工缝形成,同时采用合适的振捣设备和方式,排出内部气泡,避免过度振捣导致分层或离析。此外施工速度与温度控制亦不可小觑,施工过快易导致混凝土内部升温过快、收缩变形大,引发裂缝,故需根据混凝土强度发展情况和设计要求,合理安排施工速度^[4]。气温变化亦对混凝土施工有显著影响,高温时需喷水降温,降低内外温差,减少热应力裂缝;低温时则需覆盖保温,防止急剧冷却引发收缩裂缝。

3.4 养护管理与维护

在混凝土施工的全周期管理中,养护管理与维护环节是确保混凝土结构强度、耐久性和长期稳定运行不可或缺的关键步骤。从混凝土施工完成到结构投入使用的整个过程中,这一环节的重要性不言而喻,它直接关系到混凝土结构性能的优劣和使用寿命的长短。在确定养护时间时,工程师需综合考虑混凝土的强度发展情况、设计规范、配合比、环境条件、施工季节以及工程具体需求等多个因素,制定科学合理的养护计划,以促进混凝土内部水化反应的充分进行,提升其强度和耐久性,同时避免资源浪费。喷水养护和覆盖保湿养护是常用的两种养护方式,工程师需根据工程要求、环境条件及材料特性灵活运用,并严格控制温度、湿度等参数,以预防混凝土收缩变形、开裂等问题。后期维护与检查也是保障混凝土结构长期稳定运行的必要措施。混凝土结构在使用过程中会受到各种外界因素的影响,所以定期对混凝土结构进行清理、修补和检查至关重要,可以去除结构表面的杂物和污垢,及时处理裂缝、剥落等问题,防止问题进一步恶化,同时全面评估混凝土结构的整体状况,及时发现并处理潜在的安全隐患,从而确保混凝土结构的完整性和稳定性,延长其使用寿命。

结语

综上所述,混凝土裂缝的防控是建筑工程中的重要任务,通过科学合理的材料选择、配合比设计、施工工艺改进及养护管理,可有效降低裂缝的产生概率和危害程度。未来,随着建筑技术的不断发展,相信会有更多先进的防控措施出现,为建筑工程的安全与质量保驾护航。

参考文献

- [1]韩顺莉.建筑工程大体积混凝土裂缝的成因及解决措施探究[J].中州建设,2025(1):56-57
- [2]裴利剑,施继余.混凝土裂缝成因与防治措施研究[J].河南科技,2021,40(2):102-104.
- [3]王冬生.水泥混凝土路面裂缝成因与防控[J].建材与装饰,2020(10):250-251.
- [4]黄卫.混凝土结构裂缝检测及成因分析与防治措施研究[J].城镇建设,2025(6):73-75.