

## 建筑工程混凝土施工裂缝控制技术

贾玲玲

广信正合咨询集团有限公司, 山东 青岛 266200

**[摘要]** 混凝土裂缝的形成受到多种因素的共同影响, 涵盖了材料特性、施工工艺、环境条件以及结构设计等多个方面。随着建筑行业的快速发展, 尤其是在高层建筑、大型基础设施及特殊环境中的混凝土结构日益增多, 裂缝问题也愈加复杂多样。混凝土的承载能力不仅会因裂缝而削弱, 还可能引发钢筋锈蚀、混凝土剥落等一系列问题, 严重情况下甚至可能导致结构的不稳定。因此, 裂缝的预防、控制与修复已成为建筑工程中亟待解决的技术难题。随着裂缝监测技术、修复材料及施工工艺的不断创新, 混凝土裂缝控制技术的研究也逐步深入。通过合理设计混凝土配合比、优化施工工艺、选用高性能材料, 以及实施科学的裂缝监测与修复措施, 已成为提升工程质量、确保结构安全及延长使用寿命的有效途径。混凝土裂缝控制技术的探索与完善, 不仅在理论上具有重要意义, 对工程实践与建筑质量保障也具有深远影响。

**[关键词]** 建筑工程; 混凝土; 裂缝; 控制技术

DOI: 10.33142/aem.v6i11.14647

中图分类号: TU761

文献标识码: A

### Crack Control Technology for Concrete Construction in Building Engineering

JIA Lingling

Guangxin Zhenghe Consulting Group Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266200, China

**Abstract:** The formation of concrete cracks is influenced by multiple factors, including material properties, construction techniques, environmental conditions, and structural design. With the rapid development of the construction industry, especially the increasing number of concrete structures in high-rise buildings, large infrastructure, and special environments, crack problems have become increasingly complex and diverse. The bearing capacity of concrete may not only be weakened by cracks, but also lead to a series of problems such as steel corrosion, concrete spalling, and in severe cases, even structural instability. Therefore, the prevention, control, and repair of cracks have become urgent technical challenges in construction engineering. With the continuous innovation of crack monitoring technology, repair materials, and construction processes, research on concrete crack control technology has gradually deepened. By designing concrete mix proportions reasonably, optimizing construction processes, selecting high-performance materials, and implementing scientific crack monitoring and repair measures, it has become an effective way to improve engineering quality, ensure structural safety, and extend service life. The exploration and improvement of concrete crack control technology not only have important theoretical significance, but also have profound impacts on engineering practice and building quality assurance.

**Keywords:** construction engineering; concrete; cracks; control technology

#### 引言

混凝土作为建筑工程中最常见的材料之一, 广泛应用于各类结构中。裂缝的产生在混凝土施工中是普遍现象且不可忽视, 不仅影响混凝土的外观还可能危及结构的安全性与耐久性。随着建筑规模的不断扩大以及施工技术的进步, 混凝土裂缝的控制与修复逐渐成为工程质量管理中的关键内容。后期维修成本的降低, 建筑物使用寿命的延长, 及居民与使用者安全的保障, 均能通过有效的裂缝控制措施得到实现。因此, 合理的裂缝控制技术的研究与应用, 已成为建筑工程领域的核心课题。

#### 1 混凝土裂缝的危害与影响

混凝土裂缝不仅影响建筑外观, 还可能对结构的安全性与耐久性构成严峻威胁。裂缝为水分、气体及化学物质提供了渗透路径, 进而加速钢筋的锈蚀, 削弱混凝土的抗压强度甚至可能导致结构性损伤, 这些问题直接影响建筑

物的承载能力, 尤其在高层建筑或关键设施中, 裂缝的扩展可能带来严重的安全隐患。随着裂缝的发展, 建筑物的整体稳定性将受到影响, 威胁到长期使用。裂缝还会降低混凝土的抗冻性与耐磨性等性能, 进一步缩短建筑物的使用寿命, 长时间忽视裂缝问题不仅增加了修复与维护的成本, 还会对建筑物的经济效益造成负面影响。裂缝的存在还可能影响建筑的使用功能, 减少隔音与保温效果甚至引发漏水, 从而显著降低居住或工作环境的舒适度。

#### 2 混凝土裂缝的形成原因

##### 2.1 温度收缩

温度收缩是混凝土裂缝形成的一个常见因素。在混凝土浇筑后的硬化过程中, 水泥水化反应释放的大量热量会导致混凝土内部温度迅速升高, 随着温度逐渐降低混凝土会发生收缩, 尤其在气温较高或昼夜温差较大的环境下, 裂缝的产生更加明显。由于温差变化, 混凝土的膨胀与收

缩往往不均匀,内部应力便由此产生最终导致裂缝的形成。在大体积混凝土结构中,温度变化的剧烈程度通常大于外部环境形成明显的温度梯度,由于这种温差引起的体积变化会产生拉伸应力,一旦应力超过混凝土的抗拉强度,裂缝便容易发生,快速降温或强烈的蒸发作用同样会加剧裂缝的形成。由此可见,通过控制混凝土浇筑时的温度以及养护过程中的温度,结合选用合适的材料和施工工艺,温度收缩引发的裂缝是可以有效减少的。

## 2.2 水泥水化收缩

水泥水化收缩是导致混凝土裂缝形成的一个关键因素。在水泥与水反应的过程中,水泥颗粒与水发生水化反应,生成水化产物的同时释放出热量。随着反应的进行水泥颗粒吸水膨胀,但随着水分的逐渐消耗水泥颗粒的体积开始收缩。特别在干燥环境下,水泥的水化收缩尤为明显,这会导致混凝土整体体积缩小。当混凝土的收缩力超过其内部抗拉强度时,裂缝便会在表面或结构的薄弱部位形成。水泥水化收缩是一个长期的过程,虽然初期较为显著,但在混凝土浇筑后的后期,仍会持续影响混凝土的体积稳定性。为了有效控制由水泥水化收缩引起的裂缝问题,可以通过合理设计混凝土配合比、选用低收缩水泥以及加强养护等措施,减缓水分流失的速度,从而降低裂缝发生的风险。

## 2.3 结构沉降与不均匀沉降

结构沉降与不均匀沉降是混凝土裂缝形成的重要原因之一。在建筑施工过程中,地基承载力不足或土壤压实不均可能导致基础的不均匀沉降。当某一部分沉降速度较快或幅度较大时,结构内部便会产生应力集中,从而使混凝土表面或接缝处出现裂缝,尤其在软土地基或地下水位变化显著的地区,沉降问题更加突出。如果基础施工存在问题或地基处理不充分,沉降的不均匀性可能会引发上部结构倾斜产生裂缝,甚至导致结构失稳。在沉降过程中,建筑物的不同部分由于受到不同沉降速率和幅度的影响,可能会产生拉伸或压缩应力。这些应力的积累,最终促使裂缝的形成。为了有效防止不均匀沉降引发裂缝问题,施工阶段对地基进行全面勘察与处理,确保地基沉降均匀,显得尤为重要。

## 2.4 施工不当因素

施工不当是混凝土裂缝形成的常见原因之一。在施工过程中,细节上的疏忽如混凝土浇筑不均、振捣不充分、浇筑速度过快或过慢均可引发裂缝的产生。振捣不足时,混凝土内部的气泡未能有效排除从而形成蜂窝状结构,降低了混凝土的密实度,进而增加裂缝发生的风险。若浇筑时温度控制不到位或养护措施不到位,混凝土的强度与稳定性将受到影响。例如,在高温环境下,若未及时采取有效养护措施,水分快速蒸发表面便容易开裂。不合理的混凝土配合比设计、使用不合格的水泥或骨料,或添加剂使用不当均会导致混凝土性能不足,进一步增加裂缝形成的可能性,忽视这些细节不仅会影响混凝土的外观,还可能

直接威胁结构的安全性。因此,施工过程中严格遵循规范,注重细节管理,成为减少裂缝发生的关键措施。

## 2.5 外部荷载与环境因素

外部荷载与环境因素对混凝土裂缝的形成有着显著影响。过大的外部荷载或荷载分布不均,可能导致混凝土在承载过程中受到过度应力,超出其抗拉强度进而产生裂缝。例如,在建筑物、桥梁等结构中,车辆荷载、地震波或风荷载等外力作用,往往使混凝土因受力不均而发生裂缝。环境因素如气候变化、湿度波动及冻融循环等,也在一定程度上加剧裂缝的形成。在寒冷地区,冬季温度骤降会导致混凝土收缩,特别是在未得到充分养护的情况下裂缝的出现更为频繁。相对而言在温暖潮湿的环境中,长期的湿润或积水则可能引起混凝土发生不均匀的水化收缩,从而引发裂缝。其他环境因素,如土壤中化学物质的侵蚀或酸雨的影响,也可能在混凝土表面产生裂缝,加速其老化与劣化过程。合理分配外部荷载,并充分考虑环境因素的影响,是确保混凝土结构长期稳定性及减少裂缝产生的关键。

## 3 裂缝控制技术

### 3.1 混凝土配合比设计

混凝土配合比设计是控制裂缝形成的重要基础之一,通过合理的配合比设计,混凝土的强度、耐久性以及抗裂性能可以显著提高。水泥、砂、石和水的比例必须根据工程的具体需求进行精确计算,确保混凝土具有良好的工作性与流动性。在配合比设计过程中,除了考虑混凝土的强度等级外,还应结合环境条件、荷载要求以及施工方法进行相应调整。若水分过多混凝土的水化收缩会加剧,从而增加裂缝的风险;反之,水分不足则会影响到施工性与密实度降低强度。因此,通过优化水胶比,能够在水分控制上找到合适的平衡点。选用高质量骨料、低收缩水泥以及适宜的外加剂,能够提升混凝土的抗裂性与抗冻性。在温差较大或湿度波动显著的环境中,合理的配合比显得尤为重要。

### 3.2 适当的施工工艺

#### 3.2.1 施工过程中控制湿度与温度

在混凝土施工过程中,控制温度与湿度是防止裂缝形成的关键措施之一。特别是在浇筑后的初期阶段,温度和湿度的波动对混凝土收缩行为的影响显著。在高温环境下水分蒸发过快,可能导致混凝土表面干裂,甚至引发更为严重的结构裂缝。相反,低温下水泥的水化反应速度降低,混凝土的强度难以达到设计要求,且容易受到冻害<sup>[1]</sup>。因此,及时且有效地控制浇筑后的温度与湿度变得尤为重要。常见的做法包括覆盖湿布或使用养护膜来保持混凝土表面的湿润,防止水分流失过快。在高温条件下,通过调整浇筑时间、使用冷却水或加入缓凝剂等方法,可以有效减少温度波动。而在寒冷季节,为确保混凝土的正常水化及强度发展,使用加热设备或采取保温措施以维持合适的温度也显得十分必要。

### 3.2.2 合理的浇筑与养护方法

浇筑与养护方法的合理选择,对于确保混凝土质量及防止裂缝的形成至关重要。在浇筑过程中,混凝土应均匀分布避免局部堆积或不均匀填充,以保障结构的整体密实性。适当的振捣设备必须使用,以充分振捣混凝土排出内部气泡,从而提高密实度,防止蜂窝现象的发生。浇筑完成后及时采取有效的养护措施是至关重要的,养护的主要目标是维持适宜的湿度与温度确保水泥水化充分,促进混凝土强度的增长。常见的养护方法包括覆盖湿草袋、塑料膜或使用养护剂,这些措施有助于防止水分过快蒸发,从而避免因水分流失过快而产生干裂或收缩裂缝。在高温或干燥季节,养护时间应适当延长,以确保混凝土能够获得充分的养护。而在寒冷天气中,使用加热设备或采取保温措施,防止低温对水化反应的负面影响,从而保障混凝土的强度与稳定性。

### 3.3 施工材料的选择

#### 3.3.1 优质水泥与骨料

水泥与骨料的选择在混凝土的性能中扮演着至关重要的角色,直接决定着裂缝的形成与结构的耐久性。作为混凝土的主要胶结材料,水泥的质量必须符合标准规范,使用含有过多杂质或不合格的水泥应避免,否则水泥的水化过程将受到影响,进而降低混凝土的强度与抗裂性能。对于满足不同施工环境需求,选择合适的水泥类型(如普通硅酸盐水泥或低热水泥等)同样至关重要,骨料的质量同样不可忽视,优质骨料应具备优良的粒形、强度与耐久性,避免使用含有泥土、粉尘或有害物质的骨料。细骨料与粗骨料的级配必须合理,以确保混凝土的密实性与抗裂性。若粗骨料的粒径过大或过小,混凝土的工作性及强度分布将产生不利影响,进而增加裂缝的风险。

#### 3.3.2 添加剂与外加剂的使用

添加剂与外加剂的合理使用,对于提升混凝土性能与控制裂缝的形成至关重要。不同类型的添加剂通过精心选择,可改善混凝土的流动性、调节水化反应速度并增强其耐久性,从而有效降低裂缝的发生<sup>[2]</sup>。例如,缓凝剂能够延缓水泥的水化过程,适合于高温环境中使用,有助于避免因温差过大而产生裂缝;而在低温条件下,速凝剂则能加速水化反应,帮助混凝土尽快达到所需强度防止冻害的发生。外加剂的种类与使用量,应依据混凝土的使用环境和工程要求进行合理调整,塑化剂与减水剂能够提高混凝土的工作性与密实度便于施工,并减少因水分蒸发过快而产生的收缩裂缝。同时,防水剂能有效增强混凝土的抗渗透性,减少水分对裂缝产生的不利影响。通过选择适宜的添加剂与外加剂,混凝土的整体质量得到改善抗裂性能显著增强,结构的使用寿命也得以延长。

### 3.4 裂缝监测与早期识别

裂缝的监测与早期识别,是防止混凝土裂缝扩展与恶化的关键措施,通过定期进行系统性的监测,潜在的裂缝

问题能够被及时发现并采取适当的控制措施。现代技术如激光扫描、应变计以及裂缝宽度传感器等,已经在裂缝监测中得到广泛应用,这些技术不仅能够精确记录裂缝的位置、出现时间及发展变化,还能实时反映混凝土结构的健康状况<sup>[3]</sup>。此外,结合数字化技术,裂缝的自动识别与数据分析得以实现,从而更加高效地预测裂缝的演变趋势,并为相应的预防与修复工作提供数据支持。早期识别裂缝的核心,便是能够及时发现微小裂缝,并通过分析其特征及发展速度,评估裂缝可能带来的风险。

### 3.5 裂缝修复技术

裂缝修复技术在混凝土结构的维护中扮演着至关重要的角色,它不仅能够恢复结构的完整性,还能显著延长建筑物的使用寿命。修复方法的选择,必须综合考虑裂缝的类型、宽度及其发展状况,常见的修复手段包括裂缝灌浆、表面修补及结构加固等。对于较小的裂缝,灌浆被认为是一种高效且常用的修复方法,通过高压注入环氧树脂或水泥基浆料等专用灌浆材料,裂缝能够被有效填充,混凝土的密实性得以恢复,同时抗渗性能也得到增强。对于较大或严重的裂缝,表面修补或加固可能成为必要的措施,表面修补通常使用环氧树脂、聚氨酯或水泥砂浆等材料来覆盖裂缝区域,从而防止水分进一步渗透。而加固措施则通过使用钢筋、碳纤维或其他加固材料,增强结构的承载力确保其稳定性。修复过程中,修补材料与原混凝土之间的好粘结至关重要,避免修复层脱落或裂缝复发。同时,修复完成后的结构应进行长期监测,以确保裂缝修复效果能够持续维持。

## 4 结语

在建筑工程中,控制与修复混凝土裂缝是确保结构安全、耐久性与功能性的核心任务。裂缝的成因,诸如温度收缩、水泥水化收缩、沉降不均、施工不当等因素若能被深入剖析,结合科学的裂缝控制措施,则可从源头上减少裂缝的发生,从而有效降低潜在的结构风险。合理的施工材料选择、优化施工工艺以及实施裂缝监测与早期识别,能够确保在问题出现时及时采取有效的修复措施,从而最大限度地减轻裂缝对混凝土结构的影响。随着裂缝修复技术的不断革新,建筑行业已拥有多种行之有效的解决方案,这些措施显著延长了建筑物的使用寿命。

#### [参考文献]

- [1] 杨树浩. 建筑工程混凝土施工裂缝控制技术[J]. 广东建材, 2024, 40(4): 131-134.
  - [2] 孙磊. 建筑施工中的混凝土裂缝控制技术研究[J]. 河南科技, 2022, 41(6): 65-68.
  - [3] 王鹏辉, 许琼鸽. 大体积混凝土裂缝控制技术在建筑工程中的应用[J]. 建筑结构, 2022, 52(2): 1015-1018.
- 作者简介: 贾玲玲(1988.12—), 女, 毕业院校: 青岛理工大学(本科)工程管理, 就单位: 广信正合咨询园有限公司, 职务: 总监, 年限: 4年。