

# 土木工程混凝土裂缝控制技术

叶鹏理

义乌市第三建筑工程有限公司 浙江 金华 322000

**摘要：**混凝土裂缝作为土木工程中常见且影响重大的问题，一直备受关注。本文首先概述了混凝土裂缝的类型、危害、常见位置及研究意义；接着从材料、施工、设计和环境四方面剖析了裂缝成因；随后阐述控制技术，包括材料选择与配合比设计、施工过程控制、结构设计优化以及环境应对措施。通过这些技术手段的综合应用，可有效减少混凝土裂缝的产生，提高土木工程结构的质量与安全性，延长结构使用寿命，促进土木工程行业的健康发展。

**关键词：**土木工程；混凝土裂缝；成因分析；控制技术

引言：在土木工程建设中，混凝土作为核心材料，其裂缝问题关乎工程质量、安全与耐久性。混凝土裂缝不仅会降低结构承载能力、影响耐久性与防水性能，还会缩短工程使用寿命、增加维修成本，甚至引发安全事故。鉴于混凝土裂缝危害严重，深入剖析其成因并探寻有效的控制技术十分必要。本文将系统阐述混凝土裂缝的类型、危害、成因，并从材料、施工、设计及环境等多维度提出针对性的控制技术，为土木工程实践提供参考。

## 1 土木工程混凝土裂缝概述

土木工程混凝土裂缝可根据不同标准分类，按宽度分微观裂缝（肉眼不可见、宽小于0.05mm、存于内部）和宏观裂缝（宽大于0.05mm、明显、影响结构性能大）；按方向分水平、垂直和斜向裂缝，产生原因和受力情况不同；按深度分表面、深层和贯穿裂缝，表面裂缝仅影响外观，深层裂缝可能影响内部受力，贯穿裂缝严重破坏整体性和安全性。混凝土裂缝对土木工程结构危害多方面，结构安全上降低承载能力，使结构在荷载下更易破坏、缩短使用寿命；耐久性上为水分、氧气和有害物质提供侵入通道，加速钢筋锈蚀、导致混凝土碳化、降低抗腐蚀能力；防水性能上引发渗漏，影响建筑物正常使用，对有防水要求结构危害更严重<sup>[1]</sup>。混凝土裂缝在不同结构有常见位置，梁结构多在跨中底部（正弯矩致混凝土受拉破坏）和支座顶部（负弯矩和剪力共同作用）；板结构常见于跨中部位（板面受拉应力过大）和板角部位（与温度应力、收缩应力及板角受力复杂有关）；柱结构通常在柱身中部（柱身受压不均匀或混凝土收缩引起）和柱端（与柱端受力集中和约束条件有关）。研究混凝土裂缝控制技术意义重大，在工程质量上提高整体性和可靠性、确保满足设计要求和使用寿命；在经济上减少维修成本、延长使用寿命、避免加固

或重建额外费用；社会影响上保障生命财产安全、减少社会纠纷和不良影响、促进行业健康发展。

## 2 土木工程混凝土裂缝的成因分析

### 2.1 材料因素

其一是水泥质量方面，品种、细度、安定性等是关键。不同品种水泥水化热和收缩性能有差异，高强度水泥水化热高、早期收缩大，易使混凝土开裂；水泥细度过细，水化速度快、放热集中，增加裂缝风险；水泥安定性不良，混凝土硬化时会产生不均匀体积变化，引发裂缝。其二是骨料质量上，粒径、级配、含泥量等影响混凝土性能。骨料粒径小，比表面积大、需水量多，混凝土收缩增大；级配不良，混凝土密实性差，易产生裂缝；骨料含泥量高，会降低骨料与水泥浆粘结力，影响混凝土强度和抗裂性。其三是外加剂和掺合料方面，种类和掺量不当会引发裂缝。减水剂掺量过多，混凝土坍落度损失快，导致施工困难，还可能影响凝结时间和强度发展，增加裂缝风险；粉煤灰、矿渣粉等掺合料，若质量不稳定或掺量不合理，也会影响混凝土性能，进而引发裂缝。所以，在混凝土配制过程中，要严格把控水泥、骨料、外加剂和掺合料的质量，合理选择品种和确定掺量，以减少混凝土裂缝的产生。

### 2.2 施工因素

（1）混凝土搅拌与运输，搅拌时间不足会使各组分混合不均，影响强度与抗裂性；搅拌时间过长则导致混凝土离析、泌水，增大裂缝可能。运输时若混凝土出现离析、分层或坍落度损失过大，会降低施工质量，使内部产生缺陷引发裂缝。（2）混凝土浇筑与振捣，浇筑时下料高度过大易离析，浇筑速度过快会使模板侧压力过大而变形，影响成型质量。振捣不密实会让混凝土内部存在孔隙和气泡，降低强度与抗渗性；振捣过度会使粗骨料下沉、砂浆上浮，导致表面出现塑性收缩裂缝。

(3) 混凝土养护, 养护不当是重要致裂原因<sup>[2]</sup>。养护时间不足, 混凝土早期强度发展慢, 表面水分蒸发快, 易产生干缩裂缝; 养护温度和湿度控制不佳, 如温度过高或过低、湿度过低, 会影响水化反应, 使混凝土收缩增大, 增加裂缝风险。所以施工时要严格把控搅拌、运输、浇筑、振捣和养护等各环节, 确保操作规范, 减少混凝土裂缝。

### 2.3 设计因素

其一是结构计算, 若计算不准确, 像荷载取值偏小、内力分析错误等, 会造成结构实际受力和设计不一致, 使结构某些部位应力集中进而产生裂缝。因为荷载取值小, 结构实际承受荷载超出设计预期, 内力分布改变, 某些部位应力超出混凝土抗拉强度就会开裂; 内力分析错误, 无法准确掌握结构受力情况, 同样会使应力集中区域出现裂缝。其二是构造设计上, 不合理设计也会引发裂缝。伸缩缝、沉降缝设置间距过大或者构造处理不当, 当结构遭遇温度变化或地基不均匀沉降时, 会产生过大应力, 导致裂缝出现。而且梁、板等构件配筋率过低, 钢筋数量不足, 无法有效分担混凝土所受拉力; 钢筋布置不合理, 不能形成有效抵抗体系, 也不能有效抵抗混凝土收缩和温度应力, 混凝土在这些因素作用下就容易出现裂缝。所以, 在土木工程设计过程中, 要确保结构计算准确, 合理进行构造设计, 以此减少混凝土裂缝的产生。

### 2.4 环境因素

(1) 温度变化, 混凝土有热胀冷缩特性, 温度变动会导致其体积改变。温度变化大时, 内部产生温度应力, 超过混凝土抗拉强度便产生裂缝。大体积混凝土施工时, 水泥水化热使内部升温, 表面受环境影响温度低, 内外温差大易出现表面裂缝。(2) 湿度变化, 其会引发混凝土干缩。环境湿度降低, 表面水分蒸发比内部快, 表面收缩受内部约束产生拉应力, 超过抗拉强度就出现干缩裂缝, 干燥、大风天气时此类裂缝更常见。

(3) 地基不均匀沉降, 它会使结构产生附加应力, 当附加应力超出结构承载能力, 结构便会出现裂缝。在软土地基上建建筑物, 若地基处理不佳, 建筑物各部分沉降不均, 墙体、梁板等构件就易出现裂缝。所以, 在土木工程中, 要充分考虑环境因素对混凝土的影响, 采取有效措施应对温度、湿度变化, 做好地基处理, 以减少混凝土裂缝的产生。

## 3 土木工程混凝土裂缝的控制技术

### 3.1 材料选择与配合比设计

合理选择水泥需依据工程特点与要求确定品种和强

度等级, 大体积混凝土宜选用低热水泥, 如矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥, 可减少水泥水化热, 降低混凝土内部温度升高, 同时要严格把控水泥质量, 保证水泥安定性合格。优化骨料选择方面, 应挑选粒径适中、级配良好、含泥量低的骨料, 粗骨料最大粒径要满足结构截面尺寸和钢筋间距要求, 细骨料采用中砂, 细度模数控制在2.3~3.0之间, 合理搭配粗、细骨料能提高混凝土密实性, 减少收缩裂缝<sup>[3]</sup>。正确使用外加剂和掺合料, 要根据混凝土性能要求进行选择, 添加减水剂可减少混凝土用水量、降低水灰比, 提高混凝土强度和抗裂性, 添加粉煤灰、矿渣粉等掺合料可改善混凝土工作性能、降低水化热、抑制碱骨料反应, 但要注意控制外加剂和掺合料的掺量, 通过试验确定最佳值。优化配合比设计需通过试验确定合理比例, 在满足混凝土强度和工作性能的前提下, 尽量减少水泥用量和用水量, 采用低水灰比、高粉煤灰掺量等技术措施, 降低混凝土收缩, 提高抗裂性, 同时要考虑混凝土施工性能, 确保其具有良好的和易性和可泵性。

### 3.2 施工过程控制

严格控制混凝土搅拌与运输, 要依据相关规定和工程实际需求确定合适的搅拌时间, 保证水泥、砂石、水及外加剂等各组分充分混合均匀, 以形成质量稳定的混凝土拌合物。在运输过程中, 要采取有效措施防止混凝土出现离析、分层以及坍落度损失过大等情况。若使用搅拌运输车运送混凝土, 在运输途中需持续搅拌, 维持混凝土均匀性; 当发现混凝土坍落度损失较大, 不满足施工要求时, 可在现场添加适量减水剂进行调整, 但严禁直接加水, 否则会改变混凝土配合比, 影响其强度等性能<sup>[4]</sup>。规范混凝土浇筑与振捣, 要严格控制混凝土下料高度, 下料过高易使混凝土产生离析, 影响结构质量。同时, 要合理确定浇筑速度, 保证混凝土均匀上升。振捣时做到快插慢拔, 让振捣棒深入混凝土内部, 将气泡排出, 且插点要均匀布置, 避免漏振导致混凝土不密实, 或过振造成粗骨料下沉、砂浆上浮等问题。对于大体积混凝土, 采用分层浇筑、分层振捣方法, 每层浇筑厚度不宜超过300mm, 可加快热量散发, 降低内外温差。加强混凝土养护, 要根据混凝土自身特性和现场环境条件制定合理养护方案。一般养护时间不少于14天, 大体积混凝土和有特殊要求的结构需适当延长。养护初期, 应覆盖塑料薄膜、草帘等保湿, 防止表面水分过快蒸发; 养护过程中保持表面湿润, 根据环境湿度定期喷水。冬季施工要采取保温措施, 如暖棚法、电热法等, 确保养护温度符合要求。

### 3.3 结构设计优化

(1) 准确进行结构计算是基础,计算时要全面考虑各种荷载的最不利组合情况,以此准确算出结构内力。对于结构形式复杂、受力情况繁杂的建筑,可运用有限元等数值分析方法开展计算,借助先进的计算工具和理论模型,提高计算结果的精度,为结构设计提供可靠依据。同时,不能忽视混凝土收缩、温度变化等因素对结构的影响,这些因素会在结构内部产生附加应力,可能导致裂缝出现。所以在结构设计中要预留一定的富余量,让结构在面对各种不确定因素时仍具备足够的安全储备,确保结构安全可靠。(2) 合理进行构造设计同样重要,要根据结构特点和实际受力情况,科学设置伸缩缝、沉降缝等变形缝。伸缩缝间距的确定需综合考虑结构类型、所处环境温度等因素,一般要控制在规范规定值以内,避免因温度变化导致结构内部应力过大而开裂。沉降缝要将建筑物从基础到屋顶全部断开,保证各部分能够自由沉降,防止因地基不均匀沉降引发结构裂缝。在梁、板等构件中,钢筋的合理配置对提高构件抗裂性起着关键作用。在梁中设置腰筋,可增强梁侧混凝土的抗裂能力,使梁在受力过程中更好地抵抗拉应力;在板中设置温度钢筋,能有效抵抗温度应力引起的裂缝,增强板的整体性和抗裂性能。通过准确的结构计算和合理的构造设计,能够从源头上减少混凝土裂缝的产生,提高土木工程结构的质量和使用寿命。

### 3.4 环境应对措施

温度控制措施方面,针对大体积混凝土,由于其水化热释放集中,内部温度易升高,可采取内部埋设冷却水管的方式,让循环冷却水带走热量,有效降低混凝土内部温度,避免因内外温差过大导致裂缝。夏季施工时,高温会使混凝土原材料温度升高,影响混凝土性能,可采用遮阳措施减少阳光直射,同时洒水降低原材料温度,保证混凝土入模温度符合要求。冬季施工则相反,低温会使混凝土受冻,影响强度发展,可采用加热原材料的方法提高其温度,还可搭设暖棚,为混凝土浇筑和养护提供适宜的温度环境,减少混凝土内外温差,

防止因温度应力引发裂缝。湿度控制措施上,在干燥、大风天气条件下施工,混凝土表面水分蒸发速度快,易产生干缩裂缝,可在混凝土表面覆盖塑料薄膜、湿麻袋等保湿材料,形成相对封闭的环境,减少水分蒸发<sup>[5]</sup>。对于地下结构,基坑周围的地表水流入会影响混凝土养护湿度,可在基坑周围设置挡水围堰,阻止地表水流入,确保混凝土养护湿度满足要求。地基处理措施中,软土地基承载力低、不均匀沉降大,在软土地基上施工易导致结构裂缝,应采取有效的地基处理措施,如换填将软弱土层换为承载力高的土层,强夯通过重锤冲击提高地基承载力,桩基础将荷载传递到深层土层等,提高地基承载力,减少地基不均匀沉降。建筑物基础施工前进行详细地质勘察,能准确了解地基土质情况,为地基处理方案的选择提供科学依据。

### 结束语

综上所述,土木工程中混凝土裂缝控制至关重要,它关乎工程结构的质量、安全与耐久性。通过从材料选择与配合比设计、施工过程控制、结构设计优化以及环境应对措施等多方面综合施策,能有效减少裂缝产生。这不仅有助于提升工程整体性能,降低后期维修成本,延长使用寿命,还能保障人们的生命财产安全,减少社会纠纷。未来,随着技术不断进步,需持续探索更优的裂缝控制方法,推动土木工程行业朝着更高质量、更可持续发展的方向发展。

### 参考文献

- [1]李俊兵.土木工程中混凝土裂缝防治技术的应用研究[J].居业,2025(1):61-63.
- [2]赵远,黄帅刚.土木工程建筑中混凝土裂缝的施工处理技术标准[J].大众标准化,2025(12):28-30.
- [3]杨鸣岐.建筑土木工程中混凝土楼板裂缝处理技术与质量管理分析[J].建材发展导向,2025,23(5):43-45.
- [4]丁超,马孟户.论土木工程建筑中混凝土裂缝的施工处理技术[J].门窗,2025(4):49-51.
- [5]张倩,郑瑶.土木工程中混凝土施工技术与质量控制[J].中国建筑金属结构,2025,24(11):100-102.