

房建施工中混凝土结构裂缝成因与防治措施

王贵林

中国建筑第八工程局有限公司西北公司 陕西 西安 710000

摘要: 混凝土裂缝作为房建工程中最普遍的质量通病,直接威胁结构耐久性与使用安全。本文围绕裂缝的多重成因展开分析,涵盖材料性能波动、施工操作偏差、温湿度变化以及荷载受力失衡等核心诱因,并系统梳理了干缩裂缝、温度裂缝、沉降收缩裂缝及荷载裂缝等典型类型的形态特征。在此基础上,探讨了表面处理、灌浆修补、结构补强等修复方法的适用条件,提出了从材料优选、施工管控、温控养护到结构设计等维度的综合防治策略,为工程实践提供参考依据。

关键词: 房建施工;混凝土结构;裂缝成因;处理方法;防治措施

引言: 混凝土是房建工程中使用频率最高的结构材料,但裂缝问题始终困扰着施工质量与建筑安全。从材料配比的细微偏差到现场浇筑的操作瑕疵,从水化热引发的温差效应到外部荷载的持续作用,裂缝的产生往往是多重因素交织叠加的结果。一旦出现开裂,不仅削弱结构承载能力,还会加速钢筋锈蚀与渗漏侵蚀,缩短建筑使用寿命。深入剖析裂缝的形成机理与类型特征,进而制定科学的处理与防控方案,对于保障房建工程品质具有重要的现实意义。

1 混凝土裂缝的主要成因分析

1.1 材料因素导致的裂缝

混凝土整体成型质量依托各类原材料的综合性能实现稳定保障,原材料品质波动会直接改变结构成型状态。胶凝材料、骨料与拌合用水的品质偏差,会弱化混凝土拌合后的整体均匀程度,让内部结构出现细密孔隙与薄弱界面。拌合配比把控不够精细,各类组分掺量达不到施工适配标准,会改变混凝土凝固硬化的收缩特性。骨料含杂质过多或颗粒级配不够合理,会降低混合料的密实程度,弱化结构整体抗变形能力^[1]。混凝土硬化阶段会产生自主收缩形变,材料性能不稳定会放大收缩形变幅度,让结构表面及内部逐步产生细微裂缝并持续延展。

1.2 施工工艺因素导致的裂缝

现场施工操作的规范程度,对混凝土结构完整性存在直接影响。拌合作业搅拌时长把控不当,会造成混合料均匀性不足,结构各部位强度发展存在差异。浇筑作业推进节奏不合理,浇筑厚度把控失衡,会让混凝土凝固速度出现分层偏差,形成内部结构缺陷。振捣作业力度与覆盖范围把控不足,容易引发局部密实度不足,残留大量内部空隙。振捣过度也会造成骨料下沉、浆液上浮,破坏混合料均匀状态。后期养护作业落实不到位,表

层水分散失速度过快,内外硬化进度不协调,逐步引发结构表面开裂问题。

1.3 温度与环境因素导致的裂缝

混凝土硬化过程会释放大量的水化热,大体积混凝土内部温度峰值可达60~80℃,结构内部温度会出现阶段性升高现象。外部环境温度偏低时,结构内部与外部会形成明显温差梯度,当内外温差超过25℃时,促使内部产生温度应力。应力累积达到混凝土抗拉承受上限后,结构表层就会产生不规则裂缝。露天施工场景长期暴露在自然环境中,空气湿度、风力条件都会影响表层水分蒸发速度。干燥环境会加速表层水分流失,让表层收缩速度快于内部收缩速度,结构整体产生不均匀形变。环境温湿度频繁波动,会反复扰动混凝土硬化状态,提升裂缝出现的概率。

1.4 荷载与结构受力因素导致的裂缝

房建混凝土结构在成型及使用阶段会持续承受各类外力作用,受力状态失衡会引发结构性开裂。结构设计布设不合理,受力传递路径存在偏差,局部区域会出现应力集中现象。施工阶段临时堆载、施工器械施压,会让未完全硬化的混凝土结构承受超额外力,破坏内部结构整体性。结构成型后长期承担自重与楼面传递外力,受力薄弱位置会持续产生细微形变。形变不断累积叠加,会逐步超出混凝土自身抗拉性能极限,让结构产生持续性扩张的受力型裂缝,影响混凝土结构整体完整状态。

2 混凝土裂缝的类型与特征

2.1 干缩裂缝与塑性收缩裂缝

干缩裂缝多形成于混凝土结构完成硬化后的养护阶段,属于材料自身体积变化引发的常见裂缝形式。混凝土内部自由水分不断散失,固相体积出现收缩变化,约束作用的存在会让结构表层产生拉应变^[2]。拉应变持续

积累会引发表层细微开裂,裂缝整体分布较为均匀,走向多呈现不规则状态。塑性收缩裂缝产生于混凝土尚未完全凝固的塑性阶段,多出现于浇筑完成后的短时间内。表层水分蒸发速率远超内部水分迁移速率,表层土体快速收缩,内部塑性混合料尚未具备足够强度抵抗收缩形变。表层结构由此产生拉伸开裂,裂缝多呈现长短交错的形态,多集中分布于结构板面等开阔平整区域。

2.2 温度裂缝与温差裂缝

温度裂缝的产生和混凝土水化反应带来的温度变化存在紧密关联。大体积混凝土结构硬化阶段会释放大量的水化热能,结构内部温度持续上升,表层热量快速向外散发。结构内部与表层形成温度差值,当温差超过 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 时即可能引发开裂,引发不均匀的体积伸缩变化,促使结构内部产生温度拉伸应力。拉伸应力突破材料抗拉强度后,结构表面便会产生裂缝。此类裂缝宽度可达 $0.5\sim 1.5\text{mm}$,深度可达 $300\sim 500\text{mm}$ 。温差裂缝多由外界环境温度频繁波动引发,昼夜温度变化会让混凝土结构反复产生伸缩变形。长期往复的形变作用会弱化结构局部粘结性能,逐步生成深浅不一的裂缝痕迹。此类裂缝形态多呈规律性分布,延伸走势贴合结构温度应力的扩散方向,裂缝间距一般在 $1.0\sim 3.0\text{m}$ 之间。

2.3 沉降收缩裂缝

沉降收缩裂缝主要由混凝土成型阶段的土体沉降运动引发,多出现于浇筑作业结束后的初凝阶段。新拌混凝土混合料具备较强流动性,固体颗粒会在重力作用下缓慢下沉,多余水分向上浮动排出。结构内部骨料沉降幅度存在差异,会让整体沉降状态不够均匀。结构内部不同位置沉降速率不一致,成型过程中产生竖向形变差。形变差会拉扯尚未硬化的混凝土材质,形成贯穿性或表层细微裂缝。地基土体出现不均匀沉降时,也会带动上部混凝土结构产生形变拉扯,进一步加剧沉降裂缝的发育程度。裂缝走势多顺着沉降差异的分布区域延展。

2.4 荷载裂缝与次应力裂缝

荷载裂缝由混凝土结构承受的直接外力作用引发,属于典型的结构性损伤裂缝。结构承受的各类竖向压力与水平拉力,会让内部受力薄弱位置产生集中形变。外力持续作用下,形变不断积累发展,超过混凝土材料自身承受极限后便会出现开裂现象。裂缝走向通常贴合外力传递方向,形态规整且延伸性较强,裂缝宽度可达 $0.5\sim 3.0\text{mm}$,且随荷载增大持续扩展。次应力裂缝区别于直接荷载作用产生的裂缝,多由结构形变衍生的次生应力诱发。结构边角、构件交接位置容易产生多余次应力,应力无法有效消散,会对局部混凝土材质形成持续拉扯。次应力裂缝

分布位置具备较强的固定性,多集中在结构受力复杂的衔接区域,此类裂缝虽宽度较小,但发展持续性强,不容忽视。

3 混凝土裂缝的处理方法

3.1 表面处理法与填充法

表面处理法多用于处置混凝土表层发育的细微裂缝,适用于裂缝宽度小于 0.2mm 、深度小于 20mm 的情况,是适用性较强的基础修复手段。施工过程中会对结构表层裂缝区域进行清洁打磨,清除表面浮浆与松散杂质,保证处理面保持平整洁净的状态^[3]。通过涂刷防渗胶体或专用修补材料,封闭表层细微裂隙,阻断外界水汽与杂质进入结构内部。这类处理方式可以有效恢复混凝土表层完整性,提升结构表面的防渗能力,延缓细微裂缝的持续发育扩张。填充法针对宽度偏大的表层裂缝开展修复作业,适用于裂缝宽度在 $0.2\sim 1.0\text{mm}$ 之间的非贯穿性裂缝,通过开槽清理裂缝内部松散介质,保障裂隙内部干净通透。利用环氧砂浆、修补砂浆等专用材料进行填充压实,让修补材料与原有混凝土结构充分结合,补齐结构表层的缺损部位,恢复结构表层的整体密实度。

3.2 灌浆法与结构补强法

灌浆法适用于深度较大、具备贯通性特征的混凝土裂缝修复作业,通常针对裂缝宽度大于 0.5mm 、深度超过 300mm 的结构性裂缝。依托专业注浆设备将流动性较强的胶结材料注入裂缝内部,让浆液顺着裂隙通道充分渗透扩散。浆液逐步固结硬化后,能够填满结构内部的空隙区域,粘连开裂的混凝土基体,恢复结构内部的整体性与密实度。灌浆处理可以有效阻断裂缝持续延展,提升混凝土结构的防渗性能与整体稳定性。结构补强法多用于修复受力损伤引发的结构性裂缝,针对承载力下降的薄弱结构部位开展加固处理。通过粘贴加固板材、增设辅助受力构件等方式,优化结构整体受力体系,弥补混凝土结构损失的承载能力,弱化裂缝对结构力学性能造成的不良影响,保障结构长期稳定使用。

3.3 裂缝处理的适用条件与选择原则

各类裂缝处理方式拥有专属的适用场景,需要结合裂缝形态与结构状态合理选用。细微浅表裂缝优先选用操作简便的表面处理工艺,高效完成表层封闭防护。宽度与深度适中的非贯通裂缝可采用填充修复工艺,快速弥补结构表层缺损问题。深层贯通裂缝及内部空隙较多的结构损伤,适配灌浆处理工艺实现内部修复密实。影响结构承载力的严重开裂问题,需要搭配结构补强工艺完善整体加固作业。裂缝处理工艺的选用需要遵循科学的判定标准,结合裂缝产生成因、发育尺度、分布位置

综合考量。兼顾结构使用需求与施工实际条件,选取适配性最优的处理方式,保证修复作业可以切实完善混凝土结构性能,维持建筑结构长期使用的稳定性。

4 混凝土裂缝的综合防治措施

4.1 材料优选与配合比控制

混凝土成品质量的稳定程度,依托优质原材料与科学配比设计作为基础支撑。甄选性能稳定的胶凝材料,严控材料水化放热速率,减少硬化阶段温度形变的产生空间。筛选颗粒级配连续、质地坚硬的骨料,降低骨料内部杂质含量,提升拌合混合料的整体密实程度^[4]。合理调控各类拌合组分的掺配比例,优化水胶参数,减少混凝土硬化过程中的收缩变形幅度。根据现场施工环境与结构施工需求微调配比参数,提升混合料的和易性与稳定性。科学的配比设计能够平衡混凝土强度发展与形变特性,从源头弱化材料自身因素引发的开裂问题,夯实结构成型质量基础。

4.2 施工全过程质量管控

规范标准化的施工流程能够有效规避施工操作疏漏带来的结构开裂隐患。严格把控物料拌合时长与拌合均匀度,保证各类组分混合均匀,规避结构局部强度不均的问题。规范现场浇筑作业流程,匀速推进浇筑作业,合理把控单次浇筑厚度,规避分层成型差异问题。精细化落实振捣作业,把控振捣范围与作业深度,消除结构内部孔隙与空鼓缺陷。规范现场物料堆放与施工操作流程,避免未硬化结构承受额外外力扰动。细化各工序施工管控标准,规整现场施工操作行为,全方位提升混凝土结构成型的完整度与均匀度。

4.3 温度控制与养护管理

温湿度的科学管控可以有效缓解混凝土硬化阶段的不均匀形变问题。针对大体积混凝土施工环节,采取合理温控手段弱化水化热聚集现象,将混凝土内部最高温度控制在75℃以内,内外温差控制在25℃以下,缩小结构内部与外部的温度差值,减少温度应力堆积。施工过程中规避极端高低温环境的直接影响,当环境温度低于5℃或高于35℃时应采取专项温控措施,弱化外界温度波动对结构成型的干扰。混凝土浇筑完成后12小时内及时开展养护作业,保持结构表层温润状态,减缓表层水分

蒸发速度。根据季节环境变化调整养护周期与养护方式,普通混凝土养护时间不应少于7天,掺有缓凝型外加剂的混凝土不应少于14天,保证混凝土硬化阶段水分供给充足。稳定的养护环境可以保障结构强度稳步提升,改善内部收缩变形状态,减少干缩裂缝与温度裂缝的发育。

4.4 结构与构造防裂措施

科学合理的结构设计可以从规划层面提升混凝土结构的抗裂性能。优化建筑结构受力布局,梳理清晰的受力传递路径,规避局部区域应力过度集中的现象。针对结构边角、构件交接等受力复杂区域,增设合理的构造布置,提升薄弱部位的抗形变能力^[5]。结合建筑使用工况与环境条件,适配科学的结构配筋形式,提升混凝土整体抗拉与抗变形性能。合理划分结构浇筑分区,规避大面积整体浇筑带来的应力堆积问题。通过完善的前期构造设计,适配混凝土形变规律,提升建筑结构整体稳定性,从设计源头降低裂缝发育概率。

结束语

混凝土裂缝的防治是一项贯穿材料选取、施工操作、温控养护与结构设计的系统工程。材料品质的稳定与配比的科学设定构成了抗裂的第一道屏障,而施工全过程的精细管控则将裂缝隐患消除在成型阶段。温度与湿度的合理调控配合及时充分的养护作业,能够有效缓解收缩与温差带来的结构损伤。结构设计层面的优化更是从根本上提升了混凝土体系的抗裂韧性。唯有多环节协同发力、综合施策,方能最大程度降低裂缝出现的概率,确保房建工程的结构安全与长久使用。

参考文献

- [1]路健.房建施工中混凝土结构裂缝处理技术研究[J].现代工程科技,2024,3(19):45-48.
- [2]付晓鹏.房建施工中混凝土结构裂缝成因及处理探讨[J].建筑与装饰,2023(22):177-179.
- [3]李永彬.房建施工中混凝土结构裂缝成因分析及控制技术发展研究[J].砖瓦世界,2025(1):88-90.
- [4]张海涛.房建施工中混凝土结构裂缝控制技术探讨[J].现代装饰,2026,629(6):79-81.
- [5]夏洪林.城市更新项目房建施工中混凝土结构裂缝处理技术研究[J].中国房地产业,2025(12):34-37.