

建筑施工中混凝土裂缝的控制技术探究

刘晓义

山东奥玥置业有限公司 山东 临沂 276000

摘要:混凝土裂缝是建筑施工中影响结构完整性的常见病害,裂缝成因涉及材料、施工操作、环境及结构受力等多重因素。本文梳理了各类诱因的作用机理,并从施工前期预防、过程动态管控及专项处理三个层面展开技术探讨。原材料配比调控、模板体系预处理、浇筑振捣作业控制及养护精细化管理构成裂缝防控的关键环节,表面封闭、灌浆填充与结构补强则为已有裂缝提供修复路径。施工工艺的持续迭代有助于从全流程降低裂缝发生概率,提升结构成型质量。

关键词:混凝土裂缝;施工控制;灌浆修复;养护管理;工艺优化

引言:混凝土作为建筑施工中用量最大的结构材料,裂缝问题几乎伴随施工全过程。从材料配比失当到振捣不均,从温湿度骤变到地基不均匀沉降,裂缝诱因贯穿结构成型与服役的各个阶段。裂缝一旦产生,不仅削弱结构承载性能,还会加速钢筋锈蚀,缩短建筑使用寿命。围绕裂缝成因系统梳理防控技术,从前期预防、过程管控到后期修复形成完整技术链条,对提升混凝土结构施工质量具有现实意义。

1 混凝土裂缝的主要产生诱因分类

1.1 材料因素引发的混凝土裂缝诱因

混凝土由多种胶凝与骨料材料复合配制而成,各类原材料的品质状态会直接影响成型结构的完整度。水泥材质的稳定性、水化反应速率以及凝结特性出现波动,会让混凝土内部产生不均匀的体积变化。骨料颗粒的洁净程度、粒径级配形式以及杂质含量,会改变混合料的密实程度,弱化整体结构的均匀性^[1]。拌合用水的杂质成分会干扰胶凝材料的水化反应进度,降低混合料粘结性能。外加剂用量把控不当或适配性不足,会打乱混凝土固化节奏,让内部产生细微缺陷,逐步发展为各类裂缝形态。

1.2 施工操作因素引发的混凝土裂缝诱因

混凝土施工各环节的操作规范性,对结构成型质量起到决定性作用。混合料拌合时长把控不合理,会造成材料混合均匀度不足,结构内部材质分布失衡。浇筑作业推进节奏把控失衡,会引发结构层间结合状态薄弱,形成内部受力缺陷。振捣作业深浅力度把控不均,会造成局部区域密实度不足或骨料堆积分布异常。后期养护作业落实不到位,会让混凝土固化阶段的水分散失速度失控,引发表层与内部形变差异,逐步滋生裂缝问题。

1.3 环境温度湿度因素引发的混凝土裂缝诱因

建筑施工现场的温湿度条件,持续影响混凝土固化成型的全过程。外界温度出现剧烈波动时,混凝土表层与内部的形变速率存在差异,结构内部产生约束应力,内外温差超过25℃时裂缝风险显著上升。高温环境会加速表层水分蒸发,当气温超过35℃时,表层收缩形变加剧,形成浅表裂缝。低温环境会延缓水化反应进程,日均气温低于5℃时,早期结构强度发展缓慢,降低结构抵抗形变的能力。空气湿度过低会加快水分流失,湿度过高则会延长固化周期,干扰结构正常成型节奏,诱发不同类型的裂缝病害。

1.4 结构受力与变形引发的混凝土裂缝诱因

混凝土结构在成型与服役过程中会承受多重荷载作用,受力状态失衡会持续引发结构形变与开裂问题。结构承受的竖向荷载与侧向荷载超出成型初期的强度承载范围,会让内部产生拉伸形变。结构自身收缩形变受到周边构件约束,会在内部形成拉应力,便会产生开裂。地基不均匀形变会带动上部结构产生被动位移,打乱整体受力平衡,让混凝土表面与内部出现规律性裂缝,影响结构成型完整性。

2 混凝土施工前期的预防性控制技术

2.1 混凝土原材料优选与配比调控技术

混凝土原材料的基础品质是规避裂缝产生的前置核心条件,材料筛选工作需要结合施工环境与结构承载需求科学推进。胶凝材料选取侧重水化热稳定特性,弱化固化阶段的体积波动幅度,减少内部形变偏差。骨料选用优先保证颗粒级配连续稳定,严控杂质附着含量,提升混合料整体密实程度^[2]。拌合介质保持洁净状态,规避杂质成分对水化反应的干扰,维持材料粘结性能稳定。配比调控依托结构施工需求优化材料掺配比例,合理调整胶凝材料、骨料与功能性辅料的搭配模式,弱化混凝

土固化过程中的收缩变形,从材料源头降低开裂概率。

2.2 施工方案优化与前期筹备控制技术

完善的前期施工规划能够规避施工阶段的多数形变缺陷,为裂缝防控提供基础支撑。施工方案编制需要结合结构建设特征,细化拌合、浇筑、振捣及养护各环节的作业标准。结合现场环境变化调整施工排布节奏,优化各工序的衔接逻辑,减少施工间隔带来的材质性能波动。前期筹备阶段梳理施工潜在的不稳定因素,针对温湿度波动、作业节奏偏差等问题预设应对方式。细化各施工环节的作业标准与管控尺度,规范整体施工推进模式,弱化不规范施工行为带来的结构开裂隐患。

2.3 模板与支撑体系预处理控制技术

模板与支撑体系的施工状态直接影响混凝土成型形态,体系预处理工作可有效规避成型阶段的形变开裂。模板表面保持平整洁净的状态,做好表层处理工作,避免凹凸瑕疵造成混凝土局部应力集中。模板拼接位置做好密封处理,杜绝浆液渗漏引发的局部骨料松散与材质不均问题。支撑体系按照结构受力需求布设,保证整体刚度与稳定性,弱化浇筑作业过程中产生的微小位移与形变。施工前全面核验体系布设状态,及时修正布设偏差,维持混凝土成型阶段的形态稳定。

2.4 施工人员标准化作业前置管控方式

施工人员的作业规范程度决定前期防控技术的落地质量,标准化前置管控能够减少人为操作引发的裂缝问题。开展作业技术交底工作,明确各施工环节的操作标准与作业重点,统一施工推进的执行尺度。强化作业人员对混凝土成型特性与开裂诱因的认知,提升施工作业的严谨性。落实岗前作业规范核查机制,纠正不规范的操作习惯,保证各类前期防控措施可以精准落地。通过常态化的前置管控模式,规范整体作业行为,保障前期防裂施工的整体落地效果。

3 混凝土施工过程中的动态控制技术

3.1 混凝土搅拌与运输过程管控技术

搅拌环节的精细化管控能够保障混凝土混合料均匀度,稳定材料内部结构性能。搅拌作业依照既定配比投入各类施工原料,把控搅拌时长与搅拌转速,搅拌时间不少于90s,促使各类材料充分融合,弱化混合料内部的材质差异。实时监测搅拌阶段的物料状态,根据原料干湿程度微调拌合参数,维持混合料工作性能的稳定状态^[3]。运输环节选用适配的密闭运输设备,减少混合料与外部空气的大面积接触,运输时长控制在45min以内,降低水分无谓散失。合理规划运输路线与转运时长,规避路途颠簸造成的骨料分离现象,保持混合料整体均匀性,

为现场施工浇筑提供合格物料基础。

3.2 混凝土浇筑与振捣作业控制技术

浇筑与振捣是混凝土成型阶段的核心工序,作业管控质量直接影响结构致密程度与抗裂能力。浇筑作业保持平稳连续的推进节奏,控制下料高度与下料速度,减少混合料冲击带来的结构松散问题。依照结构施工分区有序推进浇筑作业,弱化层间施工缝隙带来的结构缺陷。振捣作业匹配浇筑进度同步开展,把控振捣深度与作业间距,消除混合料内部存留的空气空隙。规避振捣作业不足引发的密实度不足,或是振捣过度造成的骨料沉降、砂浆上浮等问题,维持混凝土结构材质分布的均匀状态。

3.3 混凝土养护阶段精细化管控技术

养护作业能够持续保障混凝土水化反应稳定推进,减少固化阶段的形变开裂问题。结合现场气候条件确定养护启动时间,混凝土终凝后12h内应及时对成型结构表层实施保湿防护处理。通过洒水、覆膜等多种保湿手段维持结构表层水分平衡,养护用水温度与混凝土表面温差不超过15℃,缓解表层水分蒸发过快产生的收缩形变。依据结构厚度与施工位置调整养护时长,普通混凝土养护不少于7d,掺缓凝剂的不少于14d,适配不同部位混凝土的固化需求。全程维持养护环境的稳定状态,减少外界因素对混凝土固化进程的干扰,稳步提升结构早期强度,强化结构自身抗裂能力。

3.4 特殊施工环境下的过程防控技术

常规施工管控方式难以适配极端天气与复杂场地的施工条件,针对性动态防控可以有效规避环境诱发的裂缝病害。高温施工环境着重强化保湿与遮阳防护,当环境温度超过30℃时应每隔2h洒水一次,放缓表层水分散失速度,弱化内外温差引发的结构应力形变。低温施工环境侧重做好保温围挡处理,入模温度不低于5℃,减缓结构热量流失,保障水化反应正常推进。潮湿多雨天气提前做好施工遮蔽与排水布置,规避雨水冲刷稀释混合料,避免表层结构出现松散起皮。通过适配各类特殊场景的施工调控方式,维持混凝土成型全过程的状态稳定,降低裂缝滋生概率。

4 混凝土裂缝的专项处理与优化技术

4.1 表面封闭处理技术应用方式

表面封闭处理主要作用于混凝土表层产生的细微裂隙,裂缝宽度在0.05~0.2mm范围内时适用此法,是针对浅层缺陷常用的处置手段^[4]。施工开展前对裂隙周边区域进行全面清理,清除表面浮尘、松散砂浆以及附着杂质,对凹凸不平的区域做打磨处理,让表层保持平整洁

净。选取适配现场工况的封闭材料,顺着裂隙走向均匀涂刷覆盖,涂层厚度控制在0.5~1.0mm,保证涂层能够完整包裹所有缝隙区域。把控涂层涂抹的厚度与均匀程度,避免局部涂层出现断层或是厚薄差异过大。材料完成涂抹后保持作业区域环境稳定,等待涂层逐步固化成型。成型后的防护层可以阻隔水汽、粉尘以及外界侵蚀物质渗入缝隙内部,限制裂隙继续向外延展,维持混凝土表层结构的完整状态。

4.2 灌浆填充处理技术应用方式

灌浆填充技术多用于处置具备一定深度与宽度的裂缝,依靠填充介质填补裂隙内部空间。作业前期疏通整条裂缝通道,彻底清除内部积存的杂物与积水,保障内部通道保持通畅状态。依照施工需求调配灌浆材料,调节流动性能与粘结性能,适配不同形态的裂缝空间。把控灌注推进节奏,让浆液顺着通道缓慢渗透,逐步填满裂缝内部所有空隙。作业过程留意浆液扩散状态,保证深处位置也能得到充分填充。灌浆材料完全固化之后,原本开裂形成的中空区域被完全填补,混凝土内部结构重新形成连贯整体,受力传递路径也可以恢复正常状态。

4.3 结构补强修复技术应用方式

结构补强修复针对已经影响整体承载能力的裂缝开展作业,侧重恢复结构原本的受力性能。先对裂缝周边大范围区域做表层处理,剔除出现老化、疏松问题的混凝土材质,保留质地坚实的结构基体。按照受力分布情况布设补强构件或是补强材料,让新增构造和原有结构紧密结合。控制补强材料的铺设范围与贴合程度,强化裂缝周边区域抵抗拉伸与形变的能力。重视新旧材质结合部位的施工质量,减少结合位置萌生新缺陷的可能。补强构造成型之后可以分担结构承受的各类荷载,缓解局部应力集中的现象,提升整体结构抵抗形变和开裂的能力。

4.4 施工工艺迭代与裂缝防控优化思路

施工工艺迭代围绕现有作业模式开展调整升级,从施工全流程降低裂缝产生的几率。梳理常规施工流程中容易引发开裂的操作环节,针对具体作业细节做出改良调整,细化每一道工序的执行标准。结合新型建材的性能特点更新作业形式,充分发挥材料本身具备的抗裂特性。将裂缝防控的相关要求融入日常施工管理当中,让防控举措贯穿物料调配、现场作业以及后期养护各个阶段^[5]。探索不同防控手段相互搭配的运用形式,串联前期预防、过程管控以及缺陷修复等多项技术内容。结合不同场地的施工条件持续打磨工艺细节,逐步完善完整的防裂作业体系,让各类技术手段相互配合运转,持续缩减混凝土结构出现裂缝的可能性。

结束语

混凝土裂缝防控是一项贯穿施工全周期的系统性工作。材料、操作、环境与受力四类诱因相互交织,单一手段难以全面遏制裂缝产生。前期的配比优化与方案筹备、施工中的浇筑振捣与养护管控、以及成型后的封闭灌浆与结构补强,共同构成裂缝治理的完整技术路径。施工工艺在实践中不断打磨迭代,各环节防控手段相互配合,能够持续压缩裂缝发生空间,保障混凝土结构的成型完整性与长期服役稳定性。

参考文献

- [1]魏希胜.建筑施工中混凝土裂缝的控制技术[J].建材发展导向,2024,22(21):97-99.
- [2]黄添彬,顾跃跃,冉翠玲.建筑施工中混凝土裂缝的控制技术探究[J].建筑科技,2022,6(5):89-90,96.
- [3]刘美军.浅谈建筑施工中混凝土裂缝的控制技术[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2022(6):1009-1010.
- [4]李娜.建筑混凝土施工中裂缝控制技术与实践[J].砖瓦世界,2026(1):112-114.
- [5]陈阳.建筑工程混凝土结构施工技术要点及裂缝控制措施研究[J].建设机械技术与管理,2025,38(6):156-158.