

# 大体积混凝土施工裂缝成因及现场防治技术研究

赵世豪

浙江运达能源建设有限公司 浙江 丽水 323500

**摘要:** 大体积混凝土受材料特性、现场操作、外部环境以及结构约束多重因素作用,极易产生裂缝,对结构体完整状态造成破坏。梳理材料组分、施工行为、环境形变、结构约束几类致裂来源,本文解析温度应力、收缩形变、应力传递以及抗力变化对应的内在机理,围绕原材料调配、现场施工、温度调节、构造处置梳理防控手段,从前期筹划、浇筑管控、成型养护、工序协同梳理实施路径,为同类工程的裂缝处置提供可参考的思路。

**关键词:** 大体积混凝土; 温度应力; 收缩形变; 裂缝防控; 施工管控

引言: 现代工程当中大体积混凝土构件应用范围不断拓宽,硬化阶段内部会产生复杂的温度变化与体积形变。各类诱发条件相互交织,促使裂缝在构件内部或是表层生成。裂缝的出现会破坏结构整体性,改变受力传递状态。理清裂缝萌生的各类诱发来源,拆解裂缝演化的内在逻辑,落实适配现场工况的施工处置,能够减少裂缝出现,维持混凝土构件的实际工作状态。

## 1 大体积混凝土裂缝产生的内在与外在诱发因素

### 1.1 混凝土材料组分带来的开裂诱因

混凝土由胶凝材料、骨料以及各类外加剂共同构成,组分自身属性会对结构体开裂倾向形成直接影响。胶凝材料水化进程释放热量,热量积蓄在构件内部,促使内部温度出现起伏波动。骨料颗粒级配出现偏差,内部会形成局部薄弱区域,外力作用下容易出现开裂。细骨料含泥量处于偏高状态,会降低砂浆与骨料之间的粘结能力,削弱整体抵抗形变的能力<sup>[1]</sup>。外加剂选用不当,会改变水化推进节奏,引发内部体积出现不规则变化。拌合用水、矿物掺合料的选用,同样会改变浆体硬化阶段的形变表现。各类材料相互作用,硬化阶段产生的体积变化不断累积,为裂缝萌生理下隐患。

### 1.2 浇筑作业过程施工行为带来的影响

现场浇筑的整套操作,会改变混凝土成型之后的内部状态。拌合物料输送到作业面,浇筑下料速度把控不当,会造成内部骨料分布不均匀,局部位置浆体集中堆积。振捣工序操作出现偏差,振捣时长不足会形成内部孔洞,过度振捣引发砂浆上浮,构件表层与内部形成材质差异。分层浇筑作业时,层间间隔处置不到位,新旧混凝土结合位置会生成薄弱界面。浇筑完成后表层处理工序把控不到位,表层浆体分布失衡,表层位置率先出现形变。混凝土入模状态出现波动,构件成型之后内部会留存原生缺陷,缺陷位置逐步发展成为裂缝起始

点位。

### 1.3 外部环境条件驱动的混凝土形变

构件成型之后持续和外界环境产生交互,环境波动带动混凝土本体发生形变。空气温度出现起伏,构件表层温度跟随外界发生改变,构件内部与表层形成温度差。空气湿度持续走低,构件表层水分向外散失,表层浆体出现收缩。大风作用加速表层水分蒸发,水分散失速度超出内部浆体补给速度,表层出现干缩形变。昼夜气温往复变化,构件表层反复胀缩,形变不断叠加。环境带来的形变作用集中于构件表层,表层承受往复拉扯,逐步出现细微裂隙。

### 1.4 结构约束体系催生的应力改变

工程结构内部存在各类约束,限制混凝土硬化阶段产生的自由形变。地基、下部已成型构件对新浇筑部分形成限制,混凝土发生胀缩时形变无法充分释放。构件内部钢筋排布形成刚性牵制,浆体收缩形变受到阻挡,内部生成拉应力。相邻构件之间的连接构造,同样会对混凝土本体形成牵制。形变受到限制,内部拉应力持续积聚。拉应力达到材料能够承受的限度,构件本体便会出现裂缝。

## 2 大体积混凝土裂缝形成的作用机理

### 2.1 水化热释放下温度应力的演变过程

胶凝材料遇水之后启动水化反应,反应进程持续释放热量。热量在构件内部聚集,促使内部温度快速抬升。构件表层直接接触外界空间,热量向外散失速度更快,表层温度回落幅度更大。构件内部出现温度梯度,不同区域产生不一样的热胀表现。升温阶段内部产生膨胀趋势,膨胀行为受到周边部位牵制,压应力在内部慢慢生成。水化反应逐步减弱,产热水平持续下降,构件整体进入降温阶段。内部开始出现收缩趋向,表层温度已经趋于平稳,内外形变步调出现错位<sup>[2]</sup>。降温阶段衍生

的拉应力随时间逐步增长,应力水平跟随温差起伏发生改变。温差带来的形变差持续作用于混凝土本体,为裂缝萌生创造条件。

## 2.2 混凝土各类收缩形变的发展过程

混凝土硬化全程伴随不同类型的收缩行为。塑性阶段水分向外迁移,表层水分快速挥发,拌合物体积出现缩减。硬化初期胶凝材料继续水化,内部毛细孔隙水分被消耗,引发自收缩现象。外界湿度偏低时,构件内部水分向外扩散,进一步催生干缩形变。各类收缩行为不会集中发生在同一时段,会跟随水化进程逐步展开。部分形变发生于混凝土强度尚处在偏低的阶段,本体抵御拉扯的能力有限。收缩带来的体积变化如果可以自由释放,不会衍生开裂问题。形变遭到阻挡,就会在构件内部诱发拉应力。形变不断累积,构件薄弱位置最先承受形变带来的作用。

## 2.3 内部应力积累以及传递演变规律

各类外界与内在因素催生的应力,不会固定停留在构件某一处点位。初始应力大多生成在形变受到限制的局部区域。局部位置应力超出承受限度,细微裂隙便会生成。裂隙出现之后,局部应力得到释放,周边区域承接转移过来的应力。应力顺着构件内部介质持续传递,向相邻部位扩散延伸。材料内部原生缺陷会改变应力传递路径,应力向缺陷位置集中。应力反复发生聚集与释放,裂隙沿着应力传导方向继续延展。应力的转移重分布,推动细微裂隙向着更大尺度裂缝发展。

## 2.4 结构抗力与内部应力的相互关系

混凝土成型之后,本体抗力会跟随水化推进逐步提升。早期阶段胶凝水化程度有限,结构抗力处在较低水平。内部应力却会受温差、收缩影响持续产生。应力数值高于当下结构能够承受的限度,构件就会出现开裂。后续硬化阶段,结构抗力继续增长,部分已经生成的裂缝不会自动闭合。新的应力继续产生,依旧需要和当下抗力形成对抗。构件内部不同区域材料状态存在差异,抗力分布并不均匀。抗力偏弱的局部点位,更容易被应力突破。应力与抗力之间的博弈贯穿硬化全过程,决定裂隙是否出现以及进一步扩展。

# 3 大体积混凝土现场裂缝防控施工技术

## 3.1 原材料选型与配合比调配手段

原材料性能会改变混凝土水化放热快慢与收缩程度。优先选用水化放热平缓的水泥,放缓构件内部热量释放节奏。适量掺入矿物掺合料,替换部分水泥,压低水化反应的热量峰值。优化骨料颗粒级配,减少胶凝材料总用量,削弱硬化过程产生的收缩效应<sup>[3]</sup>。严格把控骨

料含泥指标,泥质杂质会破坏骨料和砂浆的结合界面,加大开裂风险。审慎选用外加剂,依靠外加剂调节拌合物工作性能,延缓水化反应推进速度。结合构件实际工况调试配合比,平衡强度、放热特征与收缩特性。拌合物各组分互相牵制,配比调试需要兼顾多项技术指标,从源头降低开裂发生概率。

## 3.2 浇筑振捣工序的现场作业管控

浇筑振捣操作失当,会在构件内部埋下开裂隐患。控制单次浇筑分层厚度,让内部热量可以向外散发。管控拌合物入模温度,减少构件成型初期蓄积的总热量。布料均匀推进,防止局部拌合物大量堆积。振捣把控插入深度与停留时长,振捣不足容易遗留蜂窝孔洞,振捣过度引发砂浆上浮,表层形成薄弱砂浆层。处理新旧混凝土结合位置,清理界面浮浆,保障层间结合牢靠。找准抹面作业时机,缓解表层塑性裂纹生成。成型阶段产生的各类内部缺陷,都可以成为裂缝萌发起点,依靠对现场作业的约束管控,降低这类缺陷出现概率。

## 3.3 施工现场温度调控相关技术方法

温度调控用来缓和构件内外温差,减弱温度应力造成的破坏。做好入模阶段温控,管控拌合物进场后的实际温度。构件内部布置冷却管路,介质流经管路带走积聚热量,缓解内部温升幅度。构件外表面铺设保温防护层,缩小构件和外界的温度差值,减缓表层降温速度。避开昼夜温差剧烈时段开展浇筑,减轻气温波动对构件带来的冲击。把控降温节奏,杜绝构件温度骤然下降。外露表面全部做好保温防护,避免局部防护缺失造成温度突变。把温度波动维持在合理范围,阻止温度应力不断堆积。

## 3.4 结构构造层面的抗裂处理措施

通过构造处置改善构件受力条件,释放内部积攒的拉应力。合理设置变形释放构件,给混凝土变形留出舒展空间,减轻约束带来的应力堆积。优化构件截面过渡部位,缓解截面突变引发的应力集中。孔洞周边调整钢筋排布,提高局部区域抵抗拉应力的能力。科学布置抗裂钢筋,分散局部集中拉应力,限制微裂隙继续延展。规避构件截面出现剧烈变化,缓解受力传递过程的应力突变。构造处置跟随施工工序同步落实,改善构件受力状态,抑制裂缝萌发与扩张。

# 4 大体积混凝土施工全过程防控实施路径

## 4.1 施工阶段前期方案筹划工作

前期方案筹划是裂缝防控的前置环节,把各类风险点在施工启动之前纳入考量。结合构件结构形式、现场所处环境梳理施工条件,梳理材料、工序、环境层面

容易诱发开裂的各类条件。针对材料选用、配比调试形成明确执行要求,把水化放热、收缩变形相关指标纳入筹划范畴。细化浇筑分段、分层的处置思路,划定浇筑开展的时段范围,规避外界剧烈温度扰动带来的不利影响<sup>[4]</sup>。梳理温控相关作业内容,明确冷却管路布设位置、保温材料选用类型,落实成型之后的养护执行思路。针对结构应力集中位置,梳理构造处置与配筋调整的具体做法。对现场作业人员明确工序执行要点,厘清各环节作业执行标准。筹划环节充分对接现场实际条件,减少后期施工阶段出现临时调整,降低各类开裂诱因转化为实体裂缝的可能性。

#### 4.2 现场浇筑作业阶段的过程管控

浇筑实施阶段各类操作,直接决定混凝土成型质量。进场物料开展核验,核对胶凝材料、骨料、外加剂的实际状态,不符合要求的物料拒绝投入作业。拌合物运送至作业面,检查和易性状态,出现异常的拌合物不得直接入模。依照前期筹划确定的分层厚度开展布料,控制布料推进速度,避免局部位置堆料过高。振捣作业严格把控点位分布,把控振捣操作的作用范围,消除内部出现的松散区域。杜绝过振引发砂浆上浮,减少构件表层薄弱层生成。新旧混凝土搭接位置,做好界面清理处理,保障不同浇筑段落可以紧密结合。入模温度保持在合理区间,实时留意环境条件变化,外界气温出现剧烈波动时及时调整作业节奏。浇筑作业全程做好工序落实,减少成型缺陷生成,切断裂缝萌生的有利条件。

#### 4.3 混凝土成型阶段养护管控方式

混凝土完成浇筑并不代表防控工作就此结束,成型之后的养护会直接影响内部变形发展。浇筑结束把握好养护启动时机,过早开展养护会扰动表层浆体结构,养护启动滞后会加快表层水分散失。根据现场气温、空气湿度选定养护执行手段,选用保温覆盖、洒水保湿或是保湿膜包覆等手段。外露构件表面完整覆盖防护材料,减少表层水分快速蒸发,抑制塑性收缩带来的裂纹。保温防护持续维持足够时长,减缓构件表层散热速度,缩小构件内外形成的温度差值。留意防护层完整状态,出现破损、掀开的位置及时恢复包覆。养护作业不能随意

中断,缩短养护时长会放大干缩变形。成型阶段持续管控温湿度条件,削弱收缩形变带来的开裂驱动。

#### 4.4 多工序之间的协同管控模式

大体积混凝土施工涵盖材料进场、配比制备、浇筑振捣、温控养护一系列作业,单一工序管控到位,不足以实现完整的裂缝防控效果。材料制备环节输出的拌合物品质,会向下传导至浇筑成型环节<sup>[5]</sup>。浇筑成型形成的构件状态,又会直接决定后续温控养护的执行难度。各工序作业人员做好信息互通,材料制备环节传递拌合物实际性能,现场施工端反馈入模之后的实际表现。前道工序产出的构件状态出现偏差,后续工序及时调整作业手段,用来抵消前面环节带来的不利影响。材料调配、现场浇筑、温控处置、养护作业形成连贯作业链条,任一环节出现疏漏都能够被及时感知。依托信息互通理顺各段工序交接,填补作业流转过程当中的管控盲区,削弱应力累积的各类诱因,把裂缝防控要求贯穿整套施工链条。

#### 结束语

裂缝的出现是多重条件共同作用形成,单一处置方式无法充分抑制裂隙发展。材料调配、现场浇筑、温度调控以及构造处理,需要贯穿施工的各个阶段。做好前期筹划,把控浇筑成型以及养护阶段的各项作业,理顺各道工序之间的衔接。针对各类容易引发开裂的条件开展处置,弱化内部应力持续聚集,降低裂隙萌生与扩张概率,维持大体积混凝土构件的正常工作状态。

#### 参考文献

- [1]蒋凤良.水利施工中大体积混凝土裂缝的防治技术实践[J].建筑·建材·装饰,2026(15):76-78.
- [2]李海元.大体积混凝土施工中裂缝成因分析及防治措施[J].建材发展导向(上),2022,20(4):16-18.
- [3]王慧禅.大体积混凝土施工中的裂缝分析及防控措施[J].装饰装修天地,2023(15):208-210.
- [4]杨春来,梁填.水利工程大体积混凝土施工裂缝成因诊断及综合防治措施探讨[J].当代农机,2026(5):30-31.
- [5]吴淑琛,王云桐.大体积混凝土施工裂缝成因与防控措施优化分析[J].中国厨卫,2026,25(4):270-272.