

土木工程中大体积混凝土结构施工技术关键点分析

樊晓曦

国能神东鄂尔多斯市新能源科技开发有限责任公司 内蒙 鄂尔多斯 017209

摘要：大体积混凝土结构广泛应用于现代土木工程大型基础及厚大构件施工中，温度裂缝、密实度不足是影响结构质量的主要问题。文章结合工程施工全流程，从原材料选配、配比拌合优化、浇筑振捣作业、温控养护防裂多个维度，梳理大体积混凝土施工的核心技术要点，细化各工序质量管控标准与实操方法。系统规范的施工技术管控，能够有效抑制温度应力与干缩变形带来的结构缺陷，提升混凝土成型质量，保障土建结构的稳定性与耐久性。

关键词：大体积混凝土；原材料管控；配比拌合；浇筑振捣；温控养护

引言：现代土木工程建设规模持续扩大，大型设备基础、超长底板、厚大承台等构件普遍采用大体积混凝土施工工艺。这类结构截面尺寸大、水泥用量高，硬化阶段会产生大量水化热，内部散热缓慢，极易形成显著的内外温差，引发温度裂缝、结构变形等质量病害。施工过程的工序管控、温控措施及作业规范，直接决定混凝土结构的成型效果与使用年限。依托现场施工逻辑，细化各环节技术管控要点，可有效规避常见施工质量问题，为同类土建工程施工提供技术参考。

1 大体积混凝土原材料选配技术要点

1.1 胶凝材料选型技术要求

大体积混凝土对胶凝材料的核心要求，集中在水化热的控制工作上。施工选材可优先选用水化热释放更加平稳的水泥品种，有效缓解结构内部热量堆积的问题。严格把控水泥安定性相关指标，减少混凝土硬化阶段产生不均匀变形的情况。结合现场环境温度挑选适配的水泥标号，贴合大体积混凝土整体硬化节奏。适量掺入矿物掺合料，置换部分水泥用量，缓解水化反应带来的整体温升^[1]。严格把控各类掺合料的活性状态，让胶凝材料体系的强度增长保持平稳，满足大体积混凝土长期硬化的使用要求。

1.2 骨料筛选与质量控制要点

骨料质量直接影响大体积混凝土的密实程度与整体稳定性，粗细骨料需要按照不同标准筛选管控。粗骨料优先选择质地坚实、级配完整的石料，保持颗粒粒径分布均匀，缩小骨料堆积产生的空隙。严格清理粗骨料中的泥土与杂质，避免杂质残留破坏混凝土内部密实结构。细骨料选用干净度达标的天然砂或机制砂，稳定整体颗粒细度模数，提升混凝土拌合后的工作性能。及时筛除风化、质地松软的颗粒，提升骨料整体强度，改善混凝土成型后的抗形变能力。

1.3 外加剂适配与选用技术规范

外加剂的选择需要贴合大体积混凝土现场施工条件与固化要求。工程中多选用缓凝、减水类外加剂，适当延长混凝土凝结时间，适配大面积、大体积的浇筑施工节奏。根据现场物料配比和环境温度，选定适配的外加剂种类。提前测试外加剂与胶凝材料的兼容状态，杜绝材料反应异常、凝结失效等施工问题。采用规范方式添加外加剂，让外加剂均匀分布在拌合物料中，改善混凝土工作性能，弱化硬化过程中温度应力带来的不利影响。

1.4 拌合用水选用控制要点

拌合用水的洁净程度直接关系大体积混凝土成型质量，施工阶段需要严格管控水质。水中不得混入油污、淤泥、腐蚀类杂质等有害物质。稳定水体酸碱状态，避免酸碱成分干扰胶凝材料的正常水化反应。施工全程摒弃未经处理的污水与浑浊水体，降低杂质对混凝土强度发展的负面影响。面对高低温不同施工环境，可针对性调整水温，平衡拌合物料的整体温度状态，为后续浇筑、硬化工序营造稳定的物料条件。

2 大体积混凝土配比设计与拌合施工技术要点

2.1 配合比优化设计技术重点

配合比优化是管控大体积混凝土温升、规避结构形变的重要施工环节。施工过程中可根据各类原材料的真实性能调整物料掺配比例，从源头降低胶凝材料水化反应产生的热量。合理调整砂率参数，优化混凝土内部孔隙分布结构，有效提升新拌混凝土的流动性与和易性。结合工程结构的实际施工要求设定科学的水胶比，让混凝土成型后的抗压强度、抗裂能力达到平衡状态。合理掺入矿物掺合料，替代部分水泥原料，放缓整体水化反应速率^[2]。结合大体积混凝土厚浇筑、大截面的施工特征，细化每一项配比参数，减少混凝土硬化过程中内部应力聚集的情况，提升整体结构的施工稳定性。

2.2 拌合工序流程控制技术要点

拌合施工必须遵循标准化作业流程, 严格规范各类物料的投料顺序与操作步骤。按照物料属性分层投料, 依次投放粗细骨料、胶凝材料, 注入拌合用水完成初步混合后, 再添加各类外加剂。固定每一批次混凝土的搅拌时长, 让各类物料充分交融混合, 杜绝搅拌时长不足引发的物料分层、混合不均等问题。施工人员全程留意搅拌设备的运行工况, 及时排查设备异响、卡顿等故障, 保障拌合工作有序推进。严格把控各类物料的投料间隔, 避免物料集中堆积混杂, 保证每一批次混凝土拌合质量均匀统一。

2.3 拌合均匀性把控技术方法

拌合均匀性是保障大体积混凝土施工性能稳定的关键。结合单次拌合的物料总重量调节搅拌设备转速, 适配合理的搅拌力度, 改善物料团聚、骨料离析等常见施工问题。定期对搅拌设备内腔进行全面清理, 铲除腔体壁面附着的硬结残渣, 防止残留物料混入新拌混凝土, 破坏原有配比标准。针对不同粒径的骨料灵活调整搅拌时长, 让粗细骨料、胶凝材料、外加剂充分融合。常态化抽取拌合试样进行状态检测, 依据现场施工环境微调搅拌参数, 保证混凝土内部组分分布均匀, 各项施工性能保持稳定。

2.4 拌合温度控制技术措施

严格落实拌合温度管控, 能够大幅降低大体积混凝土硬化后的开裂概率。高温施工环境下, 对堆放的骨料搭设遮阳设施, 阻隔阳光直射, 降低骨料表层蓄热温度。通过调节拌合用水温度的方式, 平衡整体物料温度, 将混凝土出机温度控制在合理范围。高温时段尽量缩短原材料露天堆放时长, 减少环境热量持续堆积。低温施工环境中, 对堆放物料采取覆盖保温措施, 避免低温干扰物料拌合反应。全方位把控拌合阶段温度细节, 弱化混凝土硬化阶段内外温差带来的结构隐患, 提升大体积混凝土成型质量。

3 大体积混凝土浇筑与振捣施工技术要点

3.1 分层分段浇筑施工技术方式

大体积混凝土体量庞大, 一次性整体浇筑易出现内部散热不畅、密实度不足的问题, 分层分段浇筑是适配其施工的核心方式。施工依据结构厚度、跨度及现场作业条件, 划分合理的浇筑层厚与施工区段。常规结构浇筑层厚控制在300至500毫米, 超厚结构可适当缩减层厚, 保障每层混凝土均可充分散热与压实。区段划分依托结构后浇带、施工缝位置开展, 规避随意分割结构造成的整体性受损。每层浇筑作业需独立完成物料摊铺与

初步整平, 等待上层混凝土浇筑前, 确保下层混凝土处于初凝状态, 杜绝层间出现冷缝^[3]。竖向结构与水平基础结构需分层错峰浇筑, 平衡整体成型速度, 规避局部堆积成型引发的结构变形。

3.2 浇筑顺序与节奏把控技术要点

浇筑顺序直接决定混凝土成型均匀度与结构整体性, 施工需遵循固定的作业逻辑推进。平面结构遵循从低处向高处、从远端向近端的顺序浇筑, 避免物料顺势流淌造成骨料堆积、砂浆分层。竖向构件采用自下而上的浇筑方式, 逐层填充物料, 消除内部空腔与空隙。全程保持稳定浇筑节奏, 控制单段浇筑速度, 过快易引发气泡滞留、振捣不实, 过慢会增大层间冷缝产生概率。根据混凝土初凝时间调整作业进度, 保证相邻浇筑段落衔接紧密, 杜绝长时间停顿。大面积平面施工可采用逐段推移的浇筑模式, 让物料摊铺、振捣、整平工序有序衔接, 维持施工连续性。

3.3 振捣设备选型与操作技术规范

振捣设备需结合混凝土浇筑厚度、结构形制匹配选用, 保障振捣作业适配施工需求。薄层平面结构优先选用平板振捣器, 覆盖范围广, 可快速整平表层物料, 压实表层混凝土。厚大结构、梁柱节点等纵深区域采用插入式振捣器, 依据层厚选择适配长度的振捣棒, 确保设备可深入浇筑层底部作业。设备使用前检查振动频率、机身工况, 排查振动乏力、机身渗漏等故障, 保证作业状态稳定。操作人员把控规范操作手法, 振捣棒垂直插入混凝土内部, 保持匀速上下插拔, 杜绝斜插、拖拽设备作业, 防止骨料偏移、砂浆分布不均。不同作业区域划分专人值守, 避免漏振、重复振捣问题。

3.4 振捣密实度控制技术要点

振捣密实度决定混凝土成型后的强度与抗渗性能, 是浇筑施工的核心管控环节。插入式振捣器插入深度需穿透当前浇筑层, 深入下层已浇筑混凝土50毫米左右, 消除层间缝隙。单点振捣时长控制在20至30秒, 以混凝土表面泛浆、气泡完全排出、物料不再下沉为判定标准。合理把控振捣点位间距, 间距小于振捣有效作用半径, 杜绝作业盲区。针对钢筋密集、梁柱交接、边角等复杂区域, 采用细径振捣棒加密点位振捣, 弥补常规振捣的作业短板。及时处理振捣后表层浮浆, 通过人工刮平、轻微收面, 规避表层浮浆过厚引发的干缩裂缝。

3.5 施工缝与后浇带处理技术方法

施工缝与后浇带是大体积混凝土结构的薄弱部位, 专项处理可有效规避渗漏、开裂隐患。施工缝留置位置选在结构受力较小的区域, 避开梁柱核心区、跨中承

重部位。新老混凝土衔接前,剔除老混凝土表层松散物料、浮浆及软弱夹层,露出坚实骨料基面,并用清水冲洗干净,保持基面湿润无积水。浇筑新混凝土前,在接缝基面涂刷专用水泥净浆或界面剂,强化层间粘结强度。后浇带严格按照设计尺寸预留,养护期间保持预留区域干净整洁,杜绝杂物、建筑垃圾堆积。后浇带浇筑需等待主体结构沉降、收缩基本稳定后开展,浇筑选用微膨胀混凝土,压实振捣后及时落实养护措施,抵消结构收缩应力,保障结构整体完整性^[4]。

4 大体积混凝土养护与温控防裂施工技术要点

4.1 表层保温保湿养护技术方式

大体积混凝土表层养护是规避表面干缩裂缝的关键手段。混凝土终凝结束后,及时开展表层养护作业,阻断表层水分快速蒸发。常用养护手段以覆盖养护为主,选用土工布、保温棉被、塑料薄膜等材料分层覆盖结构表面。塑料薄膜可锁住表层游离水分,维持面层湿润状态,减少失水收缩现象。保温棉被铺设在薄膜外侧,阻隔外界环境温度带来的冷热冲击,稳定表层温度环境。露天施工环境中,针对大风、干燥天气增设覆盖层数,弱化空气对流造成的水分流失。室内封闭结构可采用洒水养护方式,定时对表层补水,保持混凝土面层长期湿润,保障表层硬化过程稳定有序推进。

4.2 内部温度调控施工技术措施

大体积混凝土内部水化热积聚量大,散热速度缓慢,需要针对性落实内部温控手段。施工阶段可提前布设散热管道,通过水循环带走结构内部蓄积热量,加快内部散热效率。管道布设间距根据结构厚度合理布置,保证热量疏导范围覆盖结构核心区域。通水作业在混凝土浇筑完成后及时启动,根据内部温升变化调整水流速度与通水时长。高温季节施工可适当延长通水周期,持续降低内部温度基数。厚大结构施工也可通过优化前期拌合温度、分层浇筑厚度的方式,从源头降低内部热量堆积,减轻后期温控作业压力。

4.3 温差控制核心施工技术

内外温差超标是大体积混凝土产生温度裂缝的主要诱因。温控施工重点把控结构内部温度与表层温度的差值,维持温差处于合理范围。结构内部温度偏高时,优先提升表层保温等级,减少表层热量散失速度,缩小内

外温度梯度。外界低温环境下加厚表层保温覆盖材料,弱化外部低温对结构面层的降温作用。外界高温环境可适当降低内部温升峰值,减缓结构整体升温幅度。温差数值出现波动时,及时调整保温、散热的作业力度,平衡结构整体温度状态,避免温度应力超出混凝土自身抗拉能力,抑制非结构性裂缝产生。

4.4 后期养护周期内施工管控要点

大体积混凝土硬化周期更长,后期养护管控需要保持连续性。养护初期重点落实保温与保湿措施,稳定混凝土早期硬化环境,保证强度稳步增长。养护中期逐步根据环境温度微调养护方式,保持面层湿润条件不中断,规避阶段性养护缺位引发的表面缺陷。养护后期减少保温材料层数,让结构温度自然回落,适配环境温度变化,提升结构温度稳定性^[5]。全程杜绝提前撤除养护材料、提前拆模等违规操作。定期检查结构表层状态,及时补做保湿、保温处理,保障混凝土整体硬化质量,提升结构抗裂性能与耐久性能。

结束语

大体积混凝土施工质量管控贯穿材料选配、拌合浇筑、振捣成型、保温养护全流程,各工序相互关联、相互影响。通过严格把控原材料性能指标、优化配合比与拌合工艺、规范浇筑振捣作业、落实全过程温差管控与养护措施,能够有效解决大体积混凝土易开裂、密实度不均等施工难题。常态化落实精细化施工管控,持续提升混凝土结构施工质量,强化土建工程结构的安全性能与长期使用性能。

参考文献

- [1]赵龙.土木工程中大体积混凝土结构施工技术关键点分析[J].科技资讯,2025,23(22):163-165.
- [2]王海峰.土木工程中大体积混凝土结构施工技术[J].中国住宅设施,2025(4):214-216.
- [3]李秋梅.土木工程中大体积混凝土结构施工技术[J].砖瓦世界,2024(14):94-96.
- [4]徐千舒,张来斌.土木工程中大体积混凝土结构施工技术应用[J].中州建设,2025(2):43-44.
- [5]李春生.土木工程中大体积混凝土结构施工技术运用[J].居业,2023(10):19-21.