

浅论土建工程中的混凝土施工技术

肖旭阳

湖北省工业建筑集团有限公司 湖北 武汉 430000

摘 要：混凝土是土建工程核心施工材料，凭借优良性能广泛应用于各类建筑工程。本文围绕土建工程混凝土施工技术展开研究，先阐述混凝土材料特性、施工原则及质量影响因素，系统梳理原材料配比、运输浇筑、振捣成型、养护等核心施工流程与技术要点，分析裂缝、表面缺陷、强度不足等常见质量问题，针对性提出技术优化对策与全过程质量管控体系，旨在提升混凝土施工质量，保障土建工程结构安全与服役稳定性。

关键词：土建工程；混凝土；施工技术

引言：随着土建工程建设规模持续扩大，混凝土施工质量直接决定建筑结构稳定性、耐久性与使用安全性，是工程施工管控的核心环节。混凝土施工工序繁杂，受材料、人为、环境、设备等多重因素影响，极易出现各类质量缺陷。为规范混凝土施工工艺、规避施工质量隐患，本文结合土建工程施工实际，全面剖析混凝土施工核心技术与质量管控要点，梳理常见质量问题并制定优化方案，为现场标准化施工提供参考依据。

1 土建工程混凝土施工核心概述

1.1 混凝土材料特性与施工优势

(1) 核心材料特性：混凝土由水泥、砂石、骨料、水及外加剂按特定比例配制而成，具备可塑性强、抗压强度高、耐久性优良、整体性佳的物理特性。其水化反应产物具有良好胶结能力，可通过调整水灰比与骨料级配，适应不同荷载与服役环境下的结构性能需求。(2) 工程施工优势：原材料来源广泛、造价相对低廉，且施工成型便捷，具备现浇与预制两种实施路径。根据工程需求灵活调整配合比，可广泛适用于民用建筑、市政道路、桥梁隧道、水利设施等多类型土建工程，其结构整体性与抗灾性能表现突出，具有良好的长期服役可靠性。

1.2 混凝土施工技术应用原则

(1) 配比科学：依据设计强度、气候及功能，优化配合比，控制水胶比与掺合料掺量，确保强度、和易性、耐久性与体积稳定性满足要求。(2) 全过程管控：贯穿原材料验收、拌合、运输、浇筑、振捣及养护全环节，建立可追溯质量记录，落实技术交底与动态监测，避免因阶段疏漏导致强度不足或外观缺陷。(3) 适配性施工：结合季节温度、场地条件、截面尺寸及配筋密

度，灵活选用泵送、溜槽或吊罐输送，调整坍落度与振捣参数，确保工艺与实况适配，提升作业效率。

1.3 混凝土施工质量影响因素

(1) 材料因素：水泥安定性、骨料含泥量与级配、外加剂相容性及拌合水质量失控，会劣化拌合物性能；配合比设计若未考虑施工参数，亦削弱结构强度与抗渗性。(2) 人为因素：人员技术水平低、操作不规范、责任意识弱，易致浇筑分层过厚、振捣间距或时间不足、养护不及时，引发蜂窝、麻面、冷缝等缺陷。(3) 环境与设备因素：高温加速坍落度损失，低温延缓强度增长，雨雪稀释浆体，大风致表面开裂；拌合站计量偏差、振捣器激振力衰减、模板变形及罐车残留等设备问题，均降低施工控制水平，威胁工程安全^[1]。

2 土建工程混凝土核心施工技术与要点

2.1 混凝土原材料预处理与配比设计

(1) 原材料质量检验：对进场水泥、粗细骨料、外加剂及拌合用水实施分批次抽样检测，逐一核出厂合格证、型式检验报告及质量保证文件，重点测定水泥安定性、凝结时间与强度等级，检测骨料含泥量、泥块含量、针片状颗粒含量及级配曲线，验证外加剂减水率、泌水率比及与水泥的相容性，并按规定留样封存备查，对检验不合格材料坚决予以退场处理；同时做好水泥库房防潮隔地堆放、骨料分仓防混杂及外加剂避光密封存储，防止材料在存放环节受潮变质或交叉污染。(2) 科学配比设计：依据工程设计强度等级及结构物所处服役环境类别，结合施工现场实测骨料含水率、环境温湿度及运输浇筑时长等实际条件，经室内适配试验与现场试拌验证，确定最优施工配合比参数，精确控制水胶比、砂率及矿物掺合料取代率，在保证强度达标的前提下兼

顾拌合物流动性、黏聚性与保水性,确保出机坍落度与扩展度满足泵送及布料工艺要求^[2]。(3)拌合工艺管控:采用计算机自动计量的强制式搅拌机,严格按照经批准的配合比参数投料,合理设定投料顺序,严格控制每盘搅拌时间与搅拌速度,确保水泥浆体充分包裹骨料表面,拌合物色泽均匀一致且无离析、结块或异常泌水现象;每班次至少两次检测出机坍落度并制作标准养护试件,定期校核称量系统精度,保证同批次拌合物性能稳定可控。

2.2 混凝土运输与浇筑施工技术

(1)运输环节管控:选用带搅拌装置的混凝土专用运输车,装料前排尽罐内清洗积水,运输途中保持罐体以2~4r/min转速缓动搅拌以防沉淀离析,并采取罐体包裹保温材料、顶部遮阳覆盖等防护措施应对高低温季节,严格控制运输至浇筑完毕总历时不超过水泥初凝时间,到场后由专职试验员检测混凝土坍落度、出罐温度及含气量等指标,凡坍落度损失过大或出现异常凝结者一律退货不得使用^[3]。(2)基础浇筑施工:严格遵循分层、分段、连续浇筑组织原则,每层浇筑厚度控制在振捣棒有效作用范围内,确保上层混凝土在前层初凝前覆盖到位;依据结构平面尺寸与配筋特点,合理选用整体斜面推进、阶梯分段或水平分层等浇筑方式,科学规划布料起始点与推进路线,控制每小时浇筑量及间歇时间,严禁产生贯穿性施工冷缝削弱结构整体性。(3)特殊结构浇筑:针对梁柱节点、剪力墙暗柱根部、板墙交接处及预应力锚固区等关键构造部位,制定细化专项浇筑方案,适当减小分层厚度并加密振捣点,采用小直径振捣棒辅助作业确保钢筋密集区混凝土填充密实;对于大体积混凝土承台及厚底板,采用斜面分层推进、推移式连续浇筑工艺,布设循环冷却水管并同步进行内部温度监测,有效削减水化热峰值与内外温差,保证结构衔接紧密、成型规整。

2.3 混凝土振捣与成型管控技术

(1)振捣设备选用:根据浇筑部位结构截面尺寸、钢筋排列密度及混凝土分层厚度,合理配备插入式振捣器或平板式振捣器,配置足够数量备用振捣棒,振捣器工作频率与振幅应与混凝土流动性相匹配,确保作业面无遗漏、振捣能力充足。(2)标准化振捣操作:严格执行“快插慢拔”操作规范,振捣点按梅花形或方格形均匀布设,布点间距不超过振捣棒有效作用半径1.5倍,插入深度应穿透上层进入下层约50~100mm以消除层间界面,每点持续振捣时间以混凝土表面泛浆、不再显著下沉且气泡均匀逸尽为准,严防漏振形成蜂窝孔洞或过

振诱发骨料下沉与浆体上浮的离析分层质量事故。(3)表面收光处理:振捣密实并完成初步刮平后,及时采用木抹子或机械抹光机进行搓毛与抹压收光作业,消除模板拼接痕迹及表面残留气泡,对楼板及路面等外露面积应根据气候条件和初凝进程适时安排二次抹压,封闭早期塑性收缩裂缝,提高表层致密度和平整度,为后续养护提供良好表面状态^[4]。

2.4 混凝土养护施工技术

(1)养护时间把控:混凝土终凝后立即启动养护工作,常温条件下保湿养护持续时间不少于7天;对大体积混凝土、掺加缓凝剂或大量矿物掺合料的混凝土以及有抗渗、抗裂特殊要求的结构,养护周期延长至14天及以上,确保强度及耐久性能充分发展。(2)差异化养护方式:高温干燥季节采用覆盖湿麻袋、蓄水养护或喷涂养护剂等方式保持表面持续湿润;低温冬季采用覆盖保温棉被、搭设暖棚或蒸汽加热养护等措施,使混凝土内部温度场平缓变化,拆模时表面与大气温差不超过20℃,防止骤冷骤热诱发温度收缩裂缝;竖向构件选用带模养护延长侧模保留时间,水平构件着重加强表面覆盖保湿。(3)养护过程管控:养护期间严禁在结构上堆放施工荷载、碰撞敲击或提前进行后续工序扰动,设专职养护人员定时巡查记录混凝土表面湿度、覆盖层完整性及环境温度变化,及时补充水分或调整保温层厚度,遇突发天气变化迅速响应修正养护方案,确保混凝土在整个养护周期内持续处于适宜温湿环境中,促进水化反应充分进行,保障结构强度稳步增长与微观结构致密化。

3 土建工程混凝土施工常见质量问题与技术优化对策

3.1 施工常见质量缺陷及成因分析

(1)混凝土裂缝问题:主要分为温度裂缝、收缩裂缝与沉降裂缝三类。温度裂缝源于大体积混凝土水化热积聚导致内外温差过大,或拆模后表面骤冷引发温度应力超限;收缩裂缝多因养护保湿不足、表面失水过快及水灰比偏大导致干缩变形加剧;沉降裂缝则与地基承载力不均、模板支撑体系变形相关,振捣不实同样会诱发微裂纹扩展。(2)表面质量缺陷:蜂窝、麻面、气孔及露筋等表观问题,主要因拌合物和易性差、浇筑时骨料离析、振捣未能有效排气及模板接缝不严漏浆所致;露筋则源于钢筋保护层垫块位移或振捣棒直接撞击钢筋造成移位。(3)强度不达标问题:原材料质量失控、水灰比过大降低胶凝强度、养护周期不足或温湿度条件恶劣导致水化反应受阻,以及冬期施工遭受冻害,浇筑中断形成冷缝等,均会造成混凝土实际强度低于设计标准。

3.2 针对性质量问题整改技术

(1) 裂缝修复技术: 对宽度小于 0.2mm 的细微裂缝采用低压注浆或表面封闭涂刷工艺, 选用环氧树脂浆液渗透填充; 深层或贯穿性裂缝需采用压力注浆配合结构胶粘剂补强, 必要时增设碳纤维布或钢板加固, 严重者采用置换混凝土工法处理。(2) 表面缺陷修补: 蜂窝麻面部位先凿除疏松浮渣并充分湿润, 采用聚合物修补砂浆分层抹压找平; 露筋处清除钢筋锈蚀产物并涂刷防锈界面剂, 随后分层填补专用修补料, 确保修复区域平整密实、结合牢固。(3) 强度不足整改: 经回弹法或钻芯法检测评定后, 承载力富余量较大的部位可采用外包混凝土或粘钢加固补强; 强度严重偏低且影响结构安全的构件, 须经设计复核后实施返工重建, 彻底消除安全隐患。

3.3 混凝土施工技术优化策略

(1) 优化材料与配比技术: 引入聚羧酸系高性能减水剂、膨胀剂及纤维增强材料, 合理掺用粉煤灰、矿渣粉等矿物掺合料, 根据施工季节与结构特点动态优化配合比参数, 有效降低水胶比与单方用水量, 从材料层面提升混凝土抗裂性、抗渗性与长期耐久水平。(2) 规范现场施工工艺: 建立标准化作业指导书, 细化浇筑顺序、振捣参数及养护操作等工序标准, 强化班组技术交底与实操考核, 严格执行隐蔽验收与工序交接制度, 以规范化施工消除人为操作随意性带来的质量波动。(3) 引入智能化施工技术: 推广应用计算机辅助称量拌合系统、高频变频振捣设备及无线温湿度养护监测装置, 通过物联网平台实时采集施工数据并自动预警异常状态, 以智能化手段替代传统经验型操作, 显著提升施工精度、效率与质量稳定性的综合管控水平^[5]。

3.4 建立全过程质量管控体系

(1) 施工前技术交底与质检: 工程开工前组织设计、施工、监理三方联合技术交底, 确保全员明晰施工标准、关键技术参数及验收要求; 同步完成原材料复

试、设备调试验收、模板刚度及稳定性检查等前置质检事项, 编制针对不利工况的施工应急预案。(2) 施工中动态监督管控: 配备专职质量巡查人员实施浇筑全过程旁站监督, 重点检查配合比执行、坍落度检测、振捣作业规范性及模板变形状况, 利用数字化记录手段实时跟踪工序执行进度, 发现质量隐患即刻叫停整改, 杜绝问题工序流入下一环节。(3) 施工后验收与复盘: 混凝土达到龄期后及时组织外观质量检查、实体强度检测及结构尺寸复核, 依据检测数据评定分项工程质量等级; 完工后由项目技术负责人牵头召开质量复盘会议, 系统梳理各工序执行的偏差与亮点, 归纳改进措施并纳入后续施工方案优化数据库, 形成闭环质量提升机制。

结束语

综上所述, 混凝土施工是一项系统化、精细化的工程作业, 各施工环节紧密关联、相互影响, 施工质量管控贯穿工程全过程。本文详细梳理了混凝土施工核心技术流程, 明确各类质量缺陷成因与整改方法, 提出技术优化策略与全过程管控体系。唯有严格落实标准化施工要求、严控各工序细节、依托技术升级强化质量管控, 才能有效规避施工通病, 切实提升土建工程混凝土结构施工质量与综合建设水平。

参考文献

- [1] 王要飞, 李刚. 土建工程混凝土施工关键技术及质量控制研究 [J]. 施工技术, 2023, 52(16): 89-92.
- [2] 张磊. 土建工程大体积混凝土施工技术与裂缝防控策略 [J]. 建筑结构, 2022, 52(21): 112-115.
- [3] 刘阳, 陈杰. 现代土建工程混凝土施工工艺优化与质量提升 [J]. 建筑科学, 2024, 40(02): 156-160.
- [4] 岳欢. 房屋建筑土建工程中混凝土施工技术分析 [J]. 四川建材, 2024, 50(10): 116-118.
- [5] 俞传熙. 建筑工程中钢筋混凝土工程施工关键技术分析 [J]. 中国水泥, 2024, 23(12): 110-112.