

高层建筑混凝土施工技术关键控制要点与质量提升策略研究

董 亮

新疆塔建三五九建工有限责任公司 新疆 阿拉尔 843300

【摘 要】：高层建筑混凝土施工受到高空作业、温湿度变化、多工序交叉作业的影响，容易产生强度不够、结构开裂、表观破损等质量通病。对前期准备、配合比设计、泵送浇筑、振捣、养护五个主要工序进行混凝土关键施工技术的梳理，从原材料、施工工艺、环境气候、人员管理四个方面分析质量问题产生的原因，围绕事前预控、事中动态控制、事后养护防护、制度建设完善建立全流程质量控制体系。通过严格控制原料进场、合理调整配比参数、规范浇筑振捣工艺、加强差异化的养护和成品保护、健全人员培训和三级巡检制度等手段，全方位防止混凝土各种质量缺陷的发生，可以给类似高层建筑混凝土施工质量控制提供实践上的借鉴。

【关键词】：高层建筑；混凝土施工；配合比；施工工艺；质量控制

DOI:10.12417/2811-0528.26.16.052

伴随国内城镇化建设提速，高层建筑项目建设体量持续增长，混凝土作为主体承重核心材料，施工品质直接决定建筑结构安全、耐久性能与使用寿命。高层建筑存在结构竖向跨度大、大体构构件多、高空泵送难度高、施工受温湿度与交叉作业干扰显著等特点，混凝土施工极易出现裂缝、蜂窝麻面、强度离散超标等通病。现阶段部分项目仍存在配比随意更改、振捣养护不规范、现场管控缺位等问题。立足工程实操，系统梳理高层建筑混凝土全流程施工技术要点，精准识别各类质量影响因素，搭建全过程闭环质量管控体系，对优化现场施工工艺、降低质量隐患、提升建筑工程综合品质具备重要工程实用价值。

1 高层建筑混凝土核心施工技术要点

1.1 施工前期准备工作要点

混凝土施工前期准备是保证施工顺利进行、控制成型质量的基础，主要包含技术、物料、设备、现场四个方面。施工人员在技术准备阶段要认真研读施工图纸、设计规范和专项方案，准确了解各个结构构件的混凝土强度等级、尺寸参数、施工缝设置等主要指标，确定施工工艺标准。对施工班组进行专项技术交底，对各个工序的操作要点及质量要求进行详细地说明，针对高空作业、复杂节点等重难点制定施工方案，提前消除各种技术风险。物料准备要严格控制原材料的质量，水泥、骨料、外加剂等材料必须符合国标及设计要求，严控物料的杂质、含水率等指标，做好分类存放和防护，防止材料性能变质。另外提前对各种施工设备和测量仪器进行调试，保证设备的运行稳定，精度符合要求。全面清理平整作业面，仔细检查模板、钢筋、预埋件安装质量，提前发现施工隐患，为混凝土浇筑施工打下基础。

1.2 混凝土配合比设计技术要点

混凝土配合比设计是决定结构强度、流动性、抗裂性与耐久性的核心前置工序，是高层建筑混凝土施工质量管控的关键，需遵循科学适配的设计原则。高层建筑混凝土需满足高强度、低水化热、高抗渗抗裂的要求，设计时需以工程设计强度等级为核心，结合施工现场温湿度、施工工艺等实际条件，优化水泥、骨料、掺合料的配比参数。施工需精准把控水胶比与砂率，避免水胶比例失衡引发混凝土开裂、强度不足或流动性差等问题，合理砂率可有效提升混凝土和易性与密实度。针对大体积混凝土，可掺入粉煤灰、矿粉替代部分水泥，降低水化热，防控温度裂缝。同时选用优质减水、缓凝外加剂，适配高空长距离泵送施工，防止混凝土离析结块。配比确定后必须开展试配试验，根据试验结果微调参数，施工过程中严禁随意更改配合比。

1.3 混凝土输送与浇筑技术要点

混凝土输送与浇筑直接决定结构密实度和整体性，是高层建筑混凝土成型的核心工序，工程主要采用泵送方式施工。输送阶段需科学布置泵管，保证管道平整顺直，减少弯道与垂直落差，降低输送阻力，避免混凝土因管道颠簸弯折出现离析。输送前充分湿润管道，施工中保持连续泵送，杜绝中途停顿造成管道堵塞，保障输送稳定。浇筑施工严格遵循分层、分段、连续、对称的原则，严控分层浇筑厚度，防止单次浇筑过厚导致振捣不密实、气泡残留。针对剪力墙、梁柱、梁板等不同构件采用差异化工艺，优先精细浇筑梁柱节点等复杂部位，杜绝空洞、空隙缺陷。浇筑需遵循先竖向、后水平的顺序，依次完成墙体、柱、梁、板施工。施工中及时处混凝土离析、泌水问题，规范设置施工缝与后浇带，待结构沉降稳定后浇筑后浇带，保障结构整体稳定性。

1.4 混凝土振捣技术要点

混凝土振捣是消除内部气泡、提升结构密实度、保障施工强度的关键工序,振捣不规范易产生蜂窝、麻面、孔洞等质量缺陷。高层建筑振捣需按需匹配设备,竖向构件采用插入式振捣器,水平梁板结构搭配平板式振捣器,钢筋密集区、梁柱节点、墙体转角等复杂部位采用小型振捣设备配合人工捣实,消除施工死角。振捣严格遵循“快插慢拔、均匀布点、不漏振、不过振”的原则,振捣点间距不超过设备有效振捣半径,实现全覆盖施工。快插慢拔可减少空气带入,避免气泡残留。合理控制振捣时长,防止振捣不足造成密实度不够或过振引发骨料下沉、砂浆上浮等分层离析问题。以混凝土表面平整、无气泡、砂浆均匀溢出为达标标准,振捣完成后进行两次抹面收光,有效规避表面收缩裂缝,提升结构成型质量。

1.5 混凝土养护技术要点

混凝土养护对强度发展、收缩裂缝控制、耐久性提升有重要作用。高层建筑混凝土结构体积大、外露面积多,受环境影响较大,养护控制非常重要。养护要精确控制时间、方式和周期,不能出现养护滞后、间断等状况。常规环境下的混凝土初凝收光之后要立即进行保湿养护,防止表面水分快速蒸发而产生干缩裂缝。高温干燥环境要提前启动养护,用土工布覆盖,持续洒水保持表面湿润。低温环境重点做好保温防护,覆盖保温材料、封闭作业面,防止混凝土受冻,保证水化反应正常进行。养护周期要根据环境温度、混凝土强度等级来确定,全程不间断地进行养护,不能中途停止。施工过程中避免了水流冲击、人为踩踏未硬化结构等隐患,大体积混凝土采取内降温、外保温的养护方法,减小内外温差,防止温度裂缝的发生,保证混凝土结构性能稳定、完整耐久。

2 高层建筑混凝土施工质量影响因素分析

2.1 原材料质量因素

原材料是混凝土质量的基础,原材料性能不合格、选型不合理、配比不准都会直接造成混凝土质量缺陷。水泥强度不稳定、安定性不达标,会使得混凝土整体强度不够、结构开裂。骨料含泥量过高、级配不合理、杂质过多都会使混凝土密实度降低、耐久性变差、收缩变形增大。外加剂、掺合料质量不合格或者选型不当,都会破坏混凝土的和易性,造成坍落度异常、水化热过高、凝结时间失控等。另外,由于原材料存放不当而造成的受潮、变质、污染,都会对混凝土施工质量产生不良影响。

2.2 施工工艺因素

施工工艺的规范性属于影响混凝土成型质量的主要人为

因素。配合比随意变动,搅拌不均,都会造成混凝土性能不稳定。输送过程中操作不正确会造成混凝土离析、坍落度损失过大,从而影响到浇筑质量。浇筑分层厚度不合理、浇筑顺序混乱,都会造成结构密实度不均、受力失衡。振捣漏振、欠振、过振都会造成蜂窝、麻面、孔洞、分层等缺陷。收光、养护环节不到位会造成表面开裂,干缩等病害。施工缝、后浇带处理不到位也会造成建筑结构的整体性遭到破坏,产生质量隐患。

2.3 施工环境因素

高层建筑露天高空作业多,施工环境对混凝土施工质量影响大。温度、湿度、风速、降水等自然环境都会给混凝土凝结硬化带来影响。高温环境下的混凝土水分蒸发速度很快,容易产生干缩裂缝和坍落度迅速丧失。低温下水化反应慢,混凝土强度发展受阻,容易产生冻害。大风天气会使混凝土表面的水分快速蒸发,从而引起表面开裂。雨天施工容易造成混凝土水胶比例失衡,强度降低,表面起砂。施工现场交叉作业混乱、作业面不整洁也会对混凝土施工工序造成影响,从而影响到施工质量。

2.4 人员与管理因素

施工人员专业技能、现场管理水平是质量控制的中心。部分施工人员专业素质不高,对高层建筑混凝土施工技术要点、质量标准掌握不熟练,造成操作不规范、工序落实不到位等人为质量缺陷。施工现场质量管理体系不健全,管控责任不明、巡检制度不健全、技术交底不到位,会造成施工过程中出现的质量隐患不能及时发现和整改,小问题积累成大问题,严重影响工程质量。

3 高层建筑混凝土施工全过程质量控制策略

3.1 施工前期质量预控制

前期质量预控是防止质量问题发生的源头控制,要创建全方位的前置管控体系。严格实行原材料质量控制,建立原材料进场检验制度,所有进场的原材料必须进行抽样检测,核对质量合格证及性能指标,严禁不合格的材料进入施工现场。规范原材料存放管理,分区分类存放,做好防潮、防晒、防冻保护,保证原材料性能稳定。强化配合比控制,按照工程需要和施工环境合理设计配合比,通过试配优化参数,施工过程中不得随意改变配比,根据现场湿度、原材料含水率变化,微量调节施工配合比,保证混凝土性能稳定。完善技术及现场准备工作,细化技术交底,确定各工序的质量标准,提前对模板、钢筋、设备等前置隐患进行排查,做好施工方案的可行性审查,从源头上消除施工质量风险。

3.2 施工过程动态质量控制

施工过程属于质量控制的关键时期,必须实行动态化、精细化的全过程控制。在混凝土搅拌、输送过程中全程监控搅拌时间、投料顺序、搅拌均匀度,保证混凝土和易性、均匀性符合要求。规范泵送输送作业,保持输送管道状态良好,使混凝土不发生离析或者堵塞。浇筑振捣时严格按分层分段浇筑标准执行,浇筑顺序及浇筑速度均需规范,特别注意对复杂节点和钢筋密集处的浇筑质量进行控制。严格按振捣工艺标准操作,防止漏振、过振现象的发生,保证混凝土密实。实行现场动态巡查制度,确定专门的质量管理人员全程旁站进行监管,随时随地观察施工操作是否符合规范要求,及时制止出现不符合规范的情况,加强对施工缝、后浇带、梁柱节点等部位的监管工作。做好施工过程记录,对施工参数、环境条件、工序落实情况进行详细的记录,保证施工过程的可追溯性。对交叉作业的干扰进行合理安排,做好工序衔接控制,防止多工序交叉施工影响混凝土成型质量。

3.3 施工后期养护与成品保护控制

施工后期控制是保证混凝土强度稳定增长、防止后期出现质量缺陷的重要环节。严格实行标准化养护制度,按照季节、温度、湿度环境的不同来制订差异化的养护方案,确定养护时间、养护方式、养护责任人,保证养护工作连续、规范。高温环境重点做好保湿防晒,低温环境加强保温防冻,大体积混凝土严格控制温控养护,防止各种裂缝出现。加强成品保护,混凝土未完全硬化之前,不得有人员踩踏、设备堆放、荷载施加,防止结构变形、表面损坏。做好已完成结构的防护工作,防止后续施工对混凝土结构造成撞击、污染、损坏。定期检测混凝土强度增长状况,按强度达标情况分阶段推进后续施工工序,严禁提前施工造成结构损伤。同步健全养护巡检台账,保存温

湿度、强度检测原始资料,保证全过程质量有迹可循,有利于出现异常时迅速追查整改。

3.4 完善质量管理制度与人员管控

完善管理模式、高素质队伍给施工质量的控制打下了基础。建立完善的质量管理体系,确定项目经理、技术人员、施工人员、质检人员的岗位职责,细化各个工序的质量控制标准,建立全员负责、全程控制、层层落实的质量责任体系,把质量控制责任落实到个人。加强人员专业技术培训,就高层建筑混凝土施工技术、质量标准、安全规范展开专项培训,提升施工人员、质检人员技术水平和业务素质,规范施工操作行为,提高质量隐患识别和整改能力。同时创建起常态化质量检查与整改机制,形成了日常巡检、阶段抽查、竣工验收三重检查体系,将检查出的质量问题进行记录,并指定具体整改人和完成时间,实现闭环整改工作。完善质量考核制度,把施工质量同绩效考核相挂钩,调动全体人员的质量管控积极性,杜绝违规施工、敷衍施工等行为,全面提高施工质量控制水平。

4 结语

高层建筑混凝土施工属于系统工程,施工质量涵盖前期筹备、现场浇筑振捣和后期养护全过程。规范配合比设计、泵送浇筑、精细化振捣、分环境差异化养护等核心工艺,是避免裂缝、强度不达标等通病的技术基础。施工质量受原材料、环境、工艺、人员等多方面因素的影响,只有做好前期原材料和方案预控、施工全过程动态巡检、完工后养护及成品防护,同时健全质量管理体系和作业人员考核培训制度,才能保证混凝土施工全过程可控。后续施工可利用智能化监测、新型外加剂等技术不断改善施工控制方案,提高高层建筑混凝土结构稳定性和服役性能。

参考文献:

- [1] 刘双双.高层建筑土建施工中混凝土施工技术研究[J].房地产世界,2024,(3):155-157.
- [2] 戴粟涵,黄创城,王发宏.高层建筑施工技术要点及质量控制[J].中国住宅设施,2021,(12):123-124.
- [3] 黄小兰.高层建筑混凝土施工性能及质量控制要求[J].散装水泥,2024,(5):133-135.
- [4] 刘雪亮.高层住宅建筑土木工程的技术质量控制分析[J].中国住宅设施,2024(03):127-129.
- [5] 冯宗垚.高层住宅建筑施工中的关键技术与质量控制研究[J].住宅与房地产,2025,(5):117-119.