

高层建筑混凝土施工通病及防治措施

苑鹏浩

河北建设集团股份有限公司 河北保定 071000

DOI: 10.32629/ems.v8i7.21131

[摘要] 高层建筑结构复杂,施工层高跨度大,混凝土浇筑量大,其施工质量直接影响建筑结构的安全。目前高层建筑混凝土施工过程中,由于施工工艺不规范、原材料控制不严、现场养护不到位、测量放线偏差等多方面原因,普遍存在外观缺陷、结构裂缝、强度不达标、构件尺寸偏差、施工缝和后浇带处理不规范等质量通病,不仅影响建筑外观质量,还会降低结构承载力和防水性能,严重时还会引发安全隐患。本文根据高层建筑混凝土施工工艺的特点,针对五大类常见的施工质量通病进行梳理,分析各类通病产生的原因,提出科学可行的防治措施。

[关键词] 高层建筑;混凝土施工;质量通病;裂缝防治;施工管控

前言:

随着我国城镇化建设的快速发展,城市高层建筑的数量也越来越大,高层建筑凭借土地利用率高、空间布局灵活等优势,成为城市建筑的主要发展方向。混凝土是高层建筑的主要结构材料,具有强度高、整体性好、造价低等优点,被广泛应用于高层框架、剪力墙、筒体结构施工中。在实际的工程施工中,部分施工单位存在重进度、轻质量的现象,施工人员操作不规范、质量控制体系不健全、细节处理不到位,导致混凝土施工各种质量通病频发。因此,准确识别高层建筑混凝土施工质量通病,分析问题原因,落实全过程防治管控措施,对提高高层建筑工程整体质量、规避结构安全风险具有重要的现实意义。

1. 高层建筑混凝土施工常见质量通病

1.1 混凝土外观质量问题

混凝土外观质量是施工质量最直接的反映,也是工程验收的基础指标,高层建筑混凝土外观缺陷主要集中在蜂窝、麻面、气泡、孔洞、露筋、缺棱掉角等,多出现在剪力墙、梁柱节点、楼板边角等部位^[1]。

麻面主要表现为混凝土表面粗糙、有密集的小气泡、无水泥砂浆覆盖,多因模板表面不平整、脱模剂涂刷不均匀或漏刷、模板缝隙密封不严导致浆液渗漏引起。

蜂窝是混凝土表面骨料外露、砂浆缺失、形成蜂窝状孔隙,主要是混凝土浇筑分层过厚、振捣不到位、骨料级配不合理、砂浆流动性差导致的。

孔洞、露筋属于较严重的外观缺陷,多出现在钢筋密集的梁柱节点、主次梁交接处,主要原因是钢筋排布过密、混凝土骨料粒径过大、泵送浇筑时下料不畅,导致混凝土无法填满模板空腔,振捣漏振、欠振,形成内部空洞和露筋问题。

缺棱掉角多发生在构件边角处,主要由于模板拆除过早、拆模力度过大、边角混凝土养护不足、施工过程中物料碰撞、踩踏导致。

1.2 混凝土结构裂缝问题

结构裂缝是高层建筑混凝土施工中最常见、危害最大的质量通病,也是影响结构安全的主要隐患,裂缝类型多样、成因复杂,普遍存在于楼板、剪力墙、大体积基础承台等构件中。根据形成原因可分为塑性收缩裂缝、温度裂缝、干燥收缩裂缝和沉降裂缝四类。

塑性收缩裂缝多发生在混凝土初凝阶段,在高层露天施工环境下,风速大、空气干燥,混凝土表面水分蒸发速度大于内部泌水速度,表层快速收缩受内部未硬化混凝土约束,形成不规则细微裂缝。

温度裂缝多发生在高层建筑大体积混凝土基础、厚剪力墙、梁板结构上,混凝土水化反应会释放大量水化热,构件内部热量积聚不能迅速散发,表面散热较快,形成较大内外温差,产生温度应力,当应力超过混凝土抗拉强度时就会产生贯通性裂缝^[2]。

干燥收缩裂缝发生在混凝土硬化后期,混凝土内部自由水分不断蒸发,体积收缩受基层、钢筋约束,形成均匀的细微裂缝,多出现在楼板表面。沉降裂缝主要是由于地基不均匀沉降、模板支撑体系沉降变形或者混凝土浇筑后初凝前受施工荷载扰动所引起,多为贯通性斜裂缝,对结构整体性破坏极大。

1.3 混凝土强度不达标、匀质性差问题

混凝土强度是高层建筑结构承载力的主要指标,强度不达标、整体匀质性差是高层混凝土施工的重点质量问题,直接关系到结构安全系数。

强度不达标主要指同批次混凝土试块抗压强度偏低、实体回弹强度不足,不能满足设计承载力要求。核心原因包含原材料质量控制不严,水泥强度等级不足、砂石含泥量超标、骨料级配混乱、外加剂质量不合格,导致混凝土基础性能不合格;配合比设计不合理,施工过程中随意改变水灰比、砂石比例,现场加水稀释混凝土,有效降低混凝土密实度和强度^[3]。

高层建筑多采用泵送混凝土,为满足泵送流动性盲目加大用水量,会导致混凝土收缩增大、强度降低。施工工艺不规范也是重要原因,混凝土搅拌时间不足导致拌合不均匀,浇筑过程中漏振、欠振导致结构密实度不足,过振导致骨料下沉、砂浆上浮,出现分层离析问题。高层施工养护条件受限,高温、低温、大风天气养护不到位,混凝土水化反应不充分,表层与内部强度差异大,导致构件匀质性差,部分区域强度薄弱,形成结构性安全隐患。

1.4 层高、构件尺寸偏差、垂直度超标问题

高层建筑楼层多、竖向构件高,对层高、构件尺寸、墙体垂直度的施工精度要求很高,尺寸偏差、垂直度超标是高层混凝土施工的高频通病。主要表现为楼层层高偏差超限、梁柱截面尺寸偏大或偏小、剪力墙垂直度偏移、楼板厚度不均匀等。测量放线偏差是主要的原因,高层竖向放线累计误差大,测量仪器未定期校准、放线点位标记错误、竖向控制线传递偏差,导致构件定位基础偏移^[4]。

其中,模板施工不规范是主要原因,模板拼装尺寸偏差、支撑体系刚度不足、立杆间距过大、拉杆紧固不到位,混凝土浇筑过程中受侧压力作用出现模板涨模、跑模、变形,导致构件截面尺寸偏大、墙体倾斜。模板拼缝不严密、固定不牢,会导致局部变形,引起构件尺寸偏差。施工过程中浇筑速度过快、单侧集中下料,模板受力不均产生偏移,人工找平、收面精度不足,会导致楼板厚度偏差、楼层平整度超标。

1.5 施工缝、后浇带处理不规范问题

高层建筑为了防止混凝土收缩裂缝、应对结构沉降变形,需要合理设置施工缝和后浇带,施工缝和后浇带属于结构薄弱部位,施工处理不规范极易引发质量问题。常见通病有施工缝位置随意设置、接缝界面处理不干净、新旧混凝土粘结不密实、出现缝隙渗漏。

施工缝问题主要指施工班组未能严格按照规范预留施工缝,随意在剪力墙中部、梁柱受力核心区留缝,破坏结构整体性;接缝处残留浮浆、松散石子、灰尘杂物,未进行剔凿清理和湿润处理,直接浇筑新混凝土,导致新旧混凝土粘结

失效,形成贯通缝隙,引发渗水、开裂病害。后浇带通病主要是由于未能严格遵守设计沉降周期、提前浇筑封堵,结构沉降未完成导致后浇带受拉开裂;后浇带两侧杂物清理不彻底、界面未凿毛处理,浇筑混凝土振捣不密实,同时未采用微膨胀抗裂混凝土,新旧混凝土收缩不一致,出现裂缝、渗漏问题,严重影响高层建筑结构防水性能和整体性^[5]。

2. 对应通病防治措施

2.1 外观质量缺陷防治

针对混凝土蜂窝、麻面、孔洞、露筋、缺棱掉角等外观缺陷,从模板施工、浇筑工艺、拆模管控全流程落实防治措施。

首先,加强模板质量控制,优先选用平整度好、刚度大的覆膜胶合板,施工前将模板表面的杂物、油污清理干净,保证模板表面平整;均匀涂刷优质脱模剂,杜绝漏刷、堆积,严禁使用废机油代替脱模剂。

其次,规范混凝土浇筑施工,高层高空浇筑作业必须设置串筒、溜槽,控制混凝土下料落差不超过2m,防止混凝土离析。严格执行分层浇筑、分层振捣工艺,分层浇筑厚度控制在300~500mm,用插入式振捣器匀速振捣,振捣间距不大于振捣半径的1.5倍,振捣时间控制在20~30s,直至表面泛浆、无气泡溢出,杜绝漏振、欠振、过振。对梁柱节点、钢筋密集区采用小粒径骨料混凝土,用小型振捣设备精细化振捣,保证混凝土密实。

最后,严格控制拆模时间,根据同条件试块强度确定拆模工序,严禁提前拆模;拆模时轻拆轻放,防止暴力拆模磕碰构件边角。对已经出现的外观缺陷及时修补,轻微麻面用水泥浆抹平修补。

2.2 裂缝专项防治

根据高层建筑混凝土裂缝类型及成因,创建材料、施工、养护、后期修复全方位的裂缝防治体系。

首先,针对混凝土原材料及配合比进行优化,选用低水化热普通硅酸盐水泥,掺入优质粉煤灰、矿渣粉等掺合料,减少水泥用量,降低水化热。

其次,规范浇筑与温控施工,大体积混凝土采用分层分段、斜面分层浇筑工艺,放缓浇筑速度,利于水化热散发;厚度较大的基础、剪力墙可预埋冷却水管,通过水循环降温,严格控制混凝土内外温差不超过25℃。

最后,强化全周期养护管控,混凝土浇筑完成后及时覆盖土工布、保温棉被,根据季节调整养护方式,夏季洒水保湿、冬季保温防冻,普通混凝土养护周期不少于7d,掺外加

剂混凝土养护周期不少于 14d, 保持混凝土表面湿润, 有效规避干燥收缩裂缝。

2.3 强度质量管控

为彻底解决混凝土强度不达标、匀质性差问题, 必须对原材料控制、配合比优化、施工工艺、养护管理全过程质量控制进行落实。

首先, 严格把控原材料进场质量, 建立原材料进场复检制度, 水泥、砂石、外加剂、掺合料等材料必须有合格证书, 进场后抽样检测, 不合格材料不得进场使用; 分类存放原材料, 防止受潮、污染、混杂, 保证原材料性能稳定。

其次, 科学设计混凝土配合比, 根据高层建筑结构受力特点、泵送施工要求, 由试验室出具专项配合比方案, 严禁施工人员现场随意调整配比、私自加水。

最后, 规范浇筑振捣施工, 杜绝漏振、欠振、过振现象, 保证混凝土结构整体密实度一致。严格落实同条件试块留置制度, 全过程跟踪混凝土强度增长情况, 根据试块强度指导拆模、后续施工工序。强化养护精细化管理, 根据高层不同的施工环境制定专项养护方案, 杜绝养护缺位、养护时间不足的问题, 保证混凝土水化反应充分, 保证构件整体强度均匀、达标。

2.4 尺寸与垂直度管控

针对高层层高、构件尺寸偏差、垂直度超标问题, 主要从测量放线、模板施工、浇筑控制三个方面来落实防治措施。

首先, 加强测量放线精度控制, 定期对全站仪、水准仪、经纬仪等测量仪器进行校准, 保证仪器精度符合要求; 建立竖向控制线逐层传递制度, 准确标注楼层标高、构件轴线、墙体边线, 防止竖向累计误差。

其次, 严格模板工程施工控制, 根据构件尺寸准确拼装模板, 控制模板截面尺寸偏差在规范允许范围内; 优化模板支撑体系, 加密立杆、横杆间距, 增设斜撑、拉杆、抱箍, 提高支撑体系整体刚度和稳定性, 杜绝浇筑过程中模板变形、涨模、跑模。

最后, 规范混凝土浇筑施工, 浇筑过程中对称、均匀下料, 防止单侧集中下料导致模板受力偏移; 严格控制浇筑速度, 分层匀速浇筑, 减少模板侧压力冲击。浇筑完成后及时进行标高、尺寸复核, 人工精细化收面找平, 控制楼板厚度、楼层平整度。

2.5 施工缝及后浇带规范处理

规范施工缝、后浇带施工工艺, 彻底解决节点开裂、渗

漏、粘结不密实等问题。

首先, 施工缝严格按照设计及规范要求预留, 严禁在结构受力核心区、梁柱节点、剪力墙关键受力部位随意留缝, 水平施工缝预留于梁板底部、墙体楼层位置, 竖向施工缝设置于构件次要受力部位。浇筑间歇形成的施工缝, 浇筑前必须进行精细化处理, 剔除接缝处浮浆、松散混凝土、杂物, 直至露出坚实骨料, 对接缝界面充分凿毛、清理干净, 提前洒水湿润, 涂刷水泥基粘结剂后再浇筑新混凝土。

其次, 混凝土浇筑时重点对施工缝位置加强振捣, 保证新旧混凝土紧密粘结、密实一体, 杜绝缝隙、空洞产生。后浇带施工严格按设计要求的间隔时间, 高层建筑沉降后浇带待主体结构沉降稳定后再进行封堵, 严禁提前浇筑。后浇带浇筑前, 清除两侧界面的杂物、浮浆, 全面凿毛处理, 冲洗干净并充分湿润。选用高强度、微膨胀抗裂混凝土进行浇筑, 补偿混凝土收缩变形, 浇筑过程精细化振捣, 保证密实度。

最后, 后浇带浇筑完成后加强养护控制, 延长养护时间, 做好保温保湿防护, 防止后浇带混凝土收缩开裂。同时后浇带施工完成后及时做好防水处理, 封堵施工缝隙, 彻底杜绝节点渗漏隐患, 保证高层建筑结构整体性、防水性能。

结语:

高层建筑混凝土施工工序繁杂、质量影响因素众多, 外观缺陷、结构裂缝、强度不达标、尺寸偏差、施工缝后浇带处理不规范等质量通病是影响工程施工质量的主要问题。各类质量通病的产生, 本质就是原材料管控不严、施工工艺不规范、现场质量管控体系不完善、精细化施工不到位等多重因素叠加导致的。混凝土施工质量直接关系到高层建筑结构安全、使用年限和工程品质, 是建筑工程施工控制的关键环节。

[参考文献]

- [1] 杜中卫. 基于振动能量的高层建筑混凝土振捣施工技术[J]. 砖瓦, 2026, (6): 141-144.
- [2] 王康. 高层建筑剪力墙结构节点区域高性能混凝土施工技术与裂缝控制[J]. 砖瓦, 2026, (5): 143-145+149.
- [3] 隋俊妍. 高层建筑土建工程中混凝土施工技术研究[J]. 科技资讯, 2026, 24 (9): 145-147.
- [4] 吴明福. 高层建筑筏板基础大体积混凝土施工技术的应用分析[J]. 居业, 2026, (4): 65-67.
- [5] 舒小青, 王玮. 高层建筑混凝土裂缝成因及质量防治技术[J]. 中国水泥, 2026, (4): 65-67.