

高层建筑泵送混凝土施工裂缝控制技术分析

张伟华

(安徽笃行建设有限公司, 安徽 合肥 230001)

摘要 在高层建筑泵送混凝土施工操作阶段, 实现对裂缝的控制是保证结构安全及耐久性的关键技术环节。本文从材料、施工、环境及工程管理四个角度展开, 综合分析泵送混凝土裂缝的根源及控制技术要点, 提出对混凝土配合比设计加以优化、添加纤维类材料、改进施工的工艺规程、强化养护管理内容以及采取环境调控措施, 旨在有效减少裂缝的产生, 为提升工程管理科学性及精细程度提供有益参考。

关键词 高层建筑; 泵送混凝土; 施工裂缝; 预冷措施; 温度监控

中图分类号: TU755.7; TU974

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.04.015

0 引言

随着建筑行业的快速发展, 泵送混凝土技术在现代高层建筑施工中得到了广泛应用, 在提升施工效率、施工质量方面起到了积极的促进作用。但高层建筑泵送混凝土施工技术应用时, 混凝土通常被设计为高流动性、高可塑性, 这导致在泵送过程中产生高水化热、高收缩变形等一系列问题, 对高层建筑施工质量产生不利影响。同时, 从高层建筑的特点来看, 由于高层建筑结构体量大、约束强、暴露面积广, 混凝土在硬化过程中极易产生温度应力、收缩应力等, 引发裂缝问题。对此, 在高层建筑施工过程中, 应注重对泵送混凝土施工裂缝做好针对性预防及控制, 以保证高层建筑混凝土施工质量, 更好地满足高层建筑实际需要。

1 高层建筑泵送混凝土裂缝类型及成因分析

1.1 高层建筑泵送混凝土裂缝类型概述

高层建筑泵送混凝土裂缝主要包括塑性收缩裂缝、温度裂缝、干燥收缩裂缝、沉缩裂缝等类型^[1]。关于混凝土主要裂缝类型、特征如表 1 所示。

表 1 高层建筑泵送混凝土裂缝类型统计表

裂缝类型	发生阶段	典型特征	危害程度
塑性收缩裂缝	浇筑后至终凝前	不规则网状, 浅表裂缝	中等
温度裂缝	升温及降温期	深层裂缝, 方向性强	严重
干燥收缩裂缝	硬化后	表面细密龟裂	中等
沉缩裂缝	浇筑后至初凝前	沿钢筋或是变截面分布	中等至严重

作者简介: 张伟华 (1984-), 男, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 建筑工程施工。

2 高层泵送混凝土裂缝控制技术分析

2.1 原材料及配合比优化分析

针对混凝土裂缝控制工作,应注重从源头入手,对原材料及配合比做好针对性的控制,有效地减少裂缝问题的产生。在原材料及配合比控制时,具体可从以下几个方面入手:

1. 水泥选择。选择水泥时,应优先选择中低热水泥、粉煤灰硅酸盐水泥等,对水泥的细度及C3A含量有效控制,以降低水化热和收缩^[3]。

2. 掺合料应用。高层建筑混凝土施工会使用掺合料,多以优质I级粉煤灰、矿粉及硅灰为主。其中,粉煤灰可以改善混凝土和易性、降低水化热。矿粉的应用,有助于提升混凝土后期的强度及耐久性。硅灰的应用,则可以增强混凝土早期强度及密实度。

3. 骨料控制。选择骨料时,应注重采用级配良好的中粗砂,降低砂率。粗骨料选用时,注重采取连续级配的碎石,最大粒径应符合泵管直径的要求,保证骨料体积稳定性。

4. 外加剂选择。外加剂选择及应用时,应采用高性能减水剂,并在确保混凝土性能的同时,减少用水量。

5. 配合比优化。混凝土配合比优化时,注重遵循低水胶比、低水泥用量、低用水量、高掺合料、高工作性能的原则,保证配合比的科学性、合理性。

2.2 施工过程的精细化管理

高层建筑泵送混凝土施工裂缝的控制,应注重对施工过程进行针对性把控,以减少混凝土裂缝问题的产生,确保施工质量。施工过程的精细化管理应围绕以下几个方面展开:

1. 科学地设计浇筑方案。浇筑施工时,遵循“分层浇筑,循序渐进”或“分段分层”的原则,保证浇筑的科学性、合理性。浇筑施工时,需要对浇筑层厚度做好控制,浇筑层厚度 ≤ 500 mm;对浇筑间歇时间进行控制,在下层初凝前完成上层的浇筑施工,有效地防控冷缝问题的产生^[4]。

2. 针对性选择振捣工艺。高层浇筑泵送混凝土施工过程中,采用高频插入式振捣器,采取快插慢拔的施工方式,有效地避免过振或漏振的问题。在振捣时,针对钢筋密集的区域,应注重采用小型振捣棒,减少对钢筋的损伤,保证施工质量。

3. 二次抹压施工。混凝土初凝之前和终凝之前,需要对表面至少开展2次抹压施工,尤其是在初凝之前的抹压,有助于闭合塑性收缩裂缝。

4. 模板体系。模板体系的应用,应确保模板具有

足够的强度、刚度及稳定性。在这一过程中,在施工时需要严格控制拆模的时间,尤其是竖向构件的处理,不宜过早拆模。在对悬挂构件进行处理时,需要保证下层支撑强度达到100%后方可拆除。

2.3 养护及温度控制分析

高层建筑泵送混凝土施工裂缝控制,应注重对后期的养护工作予以高度重视,以降低混凝土裂缝问题的产生。在混凝土养护的同时,还需要对混凝土温度予以监控,确保混凝土施工质量。关于养护及温度控制工作的开展,具体可从以下几个方面入手:

1. 建立完善的养护制度。混凝土养护时,浇筑完毕后立即覆盖塑料膜保水,并在终凝之后切换为湿养护的方式,或使用养护剂。养护时间 ≥ 14 天,并在针对抗渗混凝土或有特殊要求混凝土养护时,应适当地延长养护时间。

2. 优化温度控制工作。温度控制过程中,布设测温点,在混凝土的内部、表面、底部等布置测温传感器,对混凝土温度严格监控。从控温指标来看,混凝土内外温差 ≤ 25 °C,降温速率 ≤ 2 °C/d,表面与环境温差 ≤ 20 °C^[5]。温度控制时,内部采取冷却水管循环降温的方式,表面覆盖保温层,有效地降低内外温差。

3. 风速与温度控制。针对风速大、温度低的环境施工时,需要设置临时挡风棚,并通过喷雾增加环境湿度。

2.4 现代监测与信息技术应用

混凝土泵送裂缝控制时,除了应用传统的控制手段外,还应注重加强技术赋能,借助现代物联网技术,实现对混凝土内部温度、应变、环境温湿度情况的实时监测分析。例如:借助BIM技术应用,开展施工模拟工作,预测温度场和应力场,优化浇筑方案和养护措施。在监测时,将获取的数据信息及时反馈至管理平台,对裂缝风险做好预警及动态控制。

3 高层建筑泵送混凝土裂缝控制案例分析

3.1 工程概况

某地区标志性建筑,地上为58层,地下为4层,该建筑结构总高度为260 m。从该建筑的结构设计来看,核心筒为剪力墙结构,墙壁厚度在600~1 200 mm,属于大体积混凝土建筑结构。该建筑混凝土强度设计等级为C60,施工时采取一泵到顶的泵送工艺。在施工时,选择在夏季施工,环境温度较高。

3.2 裂缝控制措施

3.2.1 配合比优化

在配合比优化时,注重对粉煤灰、矿粉进行使用,

并掺入聚丙烯纤维 (0.9 kg/m^3), 对早期塑性裂缝做好控制。

3.2.2 预冷措施

预冷处理时, 对项目建设的骨料进行喷淋降温, 并采用冷水拌和, 保证混凝土出机温度 $\leq 28 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

3.2.3 施工过程控制

混凝土浇筑施工时, 采取分层浇筑施工的方式, 每层厚度控制在 500 mm , 浇筑间隔时间在 2 小时内。同时, 配备充足的振捣人员, 并实行分区负责制, 保证振捣工作顺利开展^[6]。在混凝土初凝之前完成 2 次抹面, 抹面后立即覆盖塑料薄膜。

3.2.4 温度监控及养护

温度监控及养护过程中, 具体工作如下:

1. 在代表性墙体内预埋测温线, 包括监测中心、表面、脚部温度, 并搜集监测温度数据信息, 评估浇筑质量。

2. 浇筑后的第 3 天, 墙体中心温度的峰值达到 $68.5 \text{ }^\circ\text{C}$, 表面温度为 $52 \text{ }^\circ\text{C}$, 内外温差为 $16.5 \text{ }^\circ\text{C}$, 符合要求。

3. 墙体模板采用木模施工, 并在其两侧设置双层阻燃棉毡保温。在拆除后, 注重喷洒养护剂, 并设置喷淋系统持续保湿养护, 养护时间为 14 天。

3.3 案例总结

结合本次案例研究工作开展来看, 在高温季节开展高层建筑泵送混凝土施工裂缝控制时, 应注重从全面视角入手, 对施工裂缝产生原因进行针对性把控, 并采取有效的措施控制混凝土裂缝出现, 以确保工程项目的施工质量及结构安全。在本次案例研究中, 通过优化配合比, 从源头上控制施工裂缝。之后, 在施工开展时, 注重采取精细化施工, 减少裂缝产生。在后期保温保湿养护中, 做好监测分析, 强化施工裂缝的有效控制, 提升高层建筑泵送混凝土施工裂缝的产生, 满足工程项目建设实际需要^[7]。

4 结论

高层建筑泵送混凝土裂缝控制工作的开展应注重从全面视角入手, 对混凝土裂缝问题产生的原因进行把控, 并结合材料学、结构力学、施工技术学等多学科知识内容, 对混凝土施工裂缝做好控制, 提升混凝土施工质量。在施工裂缝控制时, 从设计、原材料、配合比、施工养护、立体化综合控制体系建立等方面入手, 提升高层建筑施工质量。结合本文研究工作开展, 得到如下结论:

1. 源头优化是泵送混凝土施工裂缝控制的关键。

在高层建筑项目施工时, 应注重采用低热水泥、大掺量优质掺合料、高性能减水剂及功能性外加剂, 设计低收缩、高抗裂的泵送混凝土配合比, 以减少裂缝产生。

2. 强化过程管理及控制工作。高层建筑泵送混凝土施工裂缝控制过程中, 应对浇筑、振捣、挤压工艺进行严格的控制, 以保证混凝土均匀密实, 有效地消除早期塑性缺陷, 保证项目施工的质量。

3. 高度重视混凝土后期养护工作。高层建筑泵送混凝土施工裂缝的控制, 需要对后期养护问题予以高度重视, 注重加强温度控制、保温、保湿养护工作等, 有效地释放温度应力、补偿收缩、防止裂缝, 提升高层建筑质量。

高层建筑泵送混凝土施工裂缝的控制, 在未来应进一步加强技术赋能, 优化施工技术手段等, 提升高层建筑施工质量。随着建筑材料学的发展, 如自修复混凝土、超高性能混凝土的应用, 有助于提升混凝土的整体性能水平, 对混凝土施工裂缝进一步控制。此外, 随着 AI 技术、BIM 技术与建筑行业的深度融合, 泵送混凝土裂缝控制将朝着自动化、智能化方向发展, 进一步提升混凝土施工质量。

因此, 在推进高层建筑泵送混凝土裂缝控制时, 应强化技术创新应用, 对混凝土裂缝问题进行全面、深入的思考, 提升混凝土裂缝控制的效果及质量。同时, 加强对新理念、新技术的研究及应用, 助力高层建筑施工高效、高质量发展。

参考文献:

- [1] 郭炎. 高层建筑大体积混凝土施工中裂缝控制技术分析 [J]. 佛山陶瓷, 2025, 35(03): 155-157.
- [2] 刘芳, 肖航. 超高层泵送混凝土的施工和裂缝的防治 [J]. 居舍, 2021(29): 25-26.
- [3] 许平. 超高层泵送混凝土的施工及裂缝的防治 [J]. 中国住宅设施, 2021(11): 49-50.
- [4] 张建荣. 固海灌区现浇混凝土渠道跳仓补仓法施工裂缝控制技术分析 [J]. 工程技术研究, 2025, 10(22): 56-58.
- [5] 吴华养. 高层建筑施工中混凝土裂缝成因与控制技术研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2025(30): 95-97.
- [6] 王志刚. 预应力混凝土在市政桥梁工程施工中的裂缝控制技术研究 [J]. 建设机械技术与管理, 2025, 38(05): 166-168.
- [7] 张骏首, 商和松, 李建锋, 等. 建筑工程中大体积混凝土施工裂缝控制技术 [J]. 水泥, 2025(09): 155-157.