

建筑工程施工中大体积混凝土裂缝控制技术中的应用分析

宋子轩

浙江荣阳工程评估咨询有限公司 浙江 杭州 310000

【摘要】：大体积混凝土在建筑工程基础、承台、剪力墙等关键部位广泛应用，其结构体积大、水泥用量多，水化热释放集中，易因温度应力、收缩应力引发裂缝，影响结构强度、耐久性与防水性能。本文结合大体积混凝土裂缝产生的核心机理，分析温度裂缝、收缩裂缝、沉降裂缝的成因与危害，从原材料优选、配合比优化、施工工艺管控、温控措施、后期养护五大维度，系统阐述裂缝控制关键技术，结合实际工程案例验证技术应用效果，提出裂缝防控优化建议，为建筑工程大体积混凝土施工裂缝防治提供实践参考，保障工程结构安全。

【关键词】：建筑工程；大体积混凝土；裂缝成因；控制技术；施工应用

DOI:10.12417/2811-0528.26.14.018

1 引言

随着现代建筑工程向高层、超高层及大型公共建筑发展，大体积混凝土的应用愈发普遍，其具备整体刚度大、承载能力强、抗震性能优的特点，是建筑基础与主体关键部位的核心施工材料。大体积混凝土通常指实体尺寸最小不小于1m、水化热释放引发的温度变化和收缩变形易导致裂缝产生的混凝土结构，由于其内部水化热难以快速散发，内外温差过大易产生温度应力，同时混凝土自身收缩、地基沉降等因素也会加剧裂缝出现，一旦裂缝扩展，会降低结构承载能力，引发渗漏、钢筋锈蚀等问题，严重缩短建筑使用寿命。

当前，大体积混凝土裂缝控制已成为建筑工程施工质量管控的重点与难点，单一防控措施难以达到理想效果，需结合裂缝成因，采用全过程、多维度的综合控制技术。本文基于工程实践，剖析大体积混凝土裂缝产生机理，总结系统化裂缝控制技术，验证其实际应用成效，为同类工程施工提供技术借鉴。

2 大体积混凝土裂缝产生机理及主要类型

2.1 温度裂缝

温度裂缝是大体积混凝土最主要的裂缝类型，由水化热温差效应引发。混凝土浇筑后，水泥与水发生水化反应释放大热量，大体积混凝土内部密实、导热性差，热量无法快速向外散发，导致内部温度持续升高，而表面与外界环境直接接触，温度快速降低，形成显著内外温差。内外温差过大时，内部混凝土受热膨胀，表面混凝土遇冷收缩，内部膨胀对表面收缩产生约束作用，形成拉应力，当拉应力超过混凝土早期抗拉强度时，便会产生表面温度裂缝；后期混凝土内部热量逐渐散失，整体降温收缩，受地基与周边结构约束，易产生深层或贯穿性温度裂缝，此类裂缝宽度大、延伸性强，对结构危害极大。

2.2 收缩裂缝

收缩裂缝主要包括塑性收缩与干燥收缩裂缝。混凝土浇筑后初凝前，表面水分蒸发速度过快，内部水分迁移滞后，形成

塑性收缩，引发表面不规则细微裂缝；混凝土硬化后，内部自由水分逐渐向外散失，产生干燥收缩，受结构自身约束，拉应力超过混凝土强度时，形成贯通性收缩裂缝。此外，混凝土配合比不当、外加剂选用不合理，会加剧收缩变形，增大裂缝产生概率。

2.3 沉降裂缝

沉降裂缝由混凝土浇筑后骨料沉降、泌水及地基不均匀沉降引发。大体积混凝土浇筑量较大，浇筑后粗骨料下沉、水分上浮，若振捣不密实，易出现沉降不均，产生竖向沉降裂缝；同时，若地基承载力不足、浇筑过程中地基受扰动，发生不均匀沉降，会导致混凝土结构受剪扭应力，产生结构性沉降裂缝，此类裂缝多出现于基础、承台等部位，裂缝宽度随沉降变化持续扩大。

3 建筑工程大体积混凝土裂缝综合控制技术

3.1 原材料优选控制

原材料质量是裂缝防控的基础，需优选低水化热、高稳定性的材料，从源头减少应力产生。选用低热硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥，降低水泥水化热释放速率与总放热量，减少内部温升；粗骨料选用级配良好、粒径5-31.5mm的碎石或卵石，提升混凝土密实度，细骨料采用中粗砂，控制含泥量不大于3%，减少收缩变形；掺入优质粉煤灰、矿粉等矿物掺合料，替代部分水泥，减少水泥用量，降低水化热，同时改善混凝土和易性，提升抗裂性能；选用高效缓凝减水剂，延长混凝土初凝时间，延缓水化热释放峰值，减少早期收缩。

3.2 配合比优化设计

大体积混凝土配合比遵循低水化热、低收缩、高密实原则，通过试验优化配比，严格控制水胶比不大于0.45，减少用水量与水泥用量，每立方米混凝土水泥用量控制在320kg以内，粉煤灰掺量控制在15%-30%，矿粉掺量20%-40%。在满足设计强度与施工和易性前提下，最大限度降低水化热，减少收缩变

形。同时,通过试验测定混凝土绝热温升、收缩率,确保配合比符合抗裂要求,避免因配合比不合理导致裂缝产生。

3.3 施工工艺管控

分层分段浇筑:采用分层分段连续浇筑工艺,分层厚度控制在300-500mm,分段长度根据结构尺寸合理划分,避免一次性浇筑厚度过大,加快水化热散发,减少内外温差。分层浇筑时,保证下层混凝土初凝前完成上层浇筑,避免出现施工冷缝。

振捣密实:采用插入式高频振捣器,振捣间距不大于400mm,振捣时间以混凝土表面泛浆、无气泡溢出为准,避免漏振、过振,提升混凝土密实度,减少泌水与沉降收缩,增强混凝土抗裂能力。

表面处理:混凝土浇筑至设计标高后,及时进行表面二次振捣与抹压,初凝前完成二次收面,消除表面塑性收缩裂缝,封闭表面毛细孔,减少水分蒸发。

3.4 全过程温控技术

温控是控制温度裂缝的核心措施,遵循“内降外保”原则,实时监测并控制混凝土内外温差与降温速率。

温度监测:在混凝土内部不同深度、表面及周边环境布设测温点,采用智能测温仪实时监测温度变化,测温频率为每2h一次,温度稳定后每6h一次,记录内部最高温度、内外温差及降温速率。

内部降温:在混凝土内部预埋循环冷却水管,采用冷水循环带走内部水化热,进水温度控制在15-20°C,循环水流速稳定,确保内部温度均匀降低,将内部最高温度控制在75°C以内。

表面保温:混凝土表面覆盖土工布、保温棉或塑料薄膜,减少表面热量散失,缩小内外温差,严格控制内外温差不大于25°C,降温速率不大于2°C/d,避免温差过大与降温过快产生温度应力。

3.5 后期养护技术

后期养护是裂缝防控的关键环节,需延长养护时间,保证养护质量。混凝土表面收面完成后,立即覆盖保湿保温材料,

采用洒水、喷淋保湿养护,保持表面湿润,养护时间不少于14d,对于高强大体积混凝土,养护时间延长至21d。严禁过早拆除保温层与模板,拆除后继续覆盖养护,避免混凝土表面骤冷骤热。同时,做好施工现场防风、防晒、防雨措施,减少环境因素对混凝土表面的影响,延缓水分蒸发,降低收缩裂缝风险。

4 工程实例应用

某超高层商业建筑地下室筏板基础,厚度2.2m,长度45m,宽度32m,设计混凝土强度等级C40,属于典型大体积混凝土结构,施工中易因水化热引发温度裂缝。

施工前优化配合比,选用P·O 42.5矿渣硅酸盐水泥,掺入25%粉煤灰与20%矿粉,水胶比0.42,水泥用量控制在300kg/m³,降低水化热;施工中采用分层浇筑,分层厚度400mm,连续浇筑施工,严格把控振捣工艺;内部预埋Φ48冷却水管,循环通水降温,表面覆盖双层土工布与塑料薄膜保温保湿;布设24个测温点实时监测,内部最高温度控制在72°C,内外温差稳定在22°C以内,降温速率1.5°C/d。

养护期结束后,经现场检测,混凝土表面无明显裂缝,强度达标,后续钻芯检测与裂缝观测显示,结构无深层及贯穿裂缝,抗裂效果良好,验证了上述综合裂缝控制技术的可行性与有效性。

5 结论

大体积混凝土裂缝主要由温度应力、收缩变形、沉降不均引发,其中温度裂缝是防控核心,需采用原材料优选、配合比优化、施工管控、温控、养护一体化的综合控制技术。通过选用低热水泥、优化配合比减少水化热产生,采用分层浇筑、密实振捣提升结构密实度,依托“内降外保”温控技术缩小内外温差,延长保湿保温养护降低收缩应力,可有效预防各类裂缝产生。

在建筑工程施工中,应结合工程实际,针对性制定裂缝防控方案,落实全过程质量管控,将大体积混凝土内外温差、降温速率控制在规范范围内,最大限度减少裂缝产生,保障混凝土结构强度、耐久性与防水性能,提升建筑工程整体质量,为建筑长期安全使用奠定基础。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家标准.大体积混凝土施工标准(GB 50496-2018)[S].北京:中国建筑工业出版社,2018.
- [2] 王铁梦.工程结构裂缝控制[M].北京:中国建筑工业出版社,2019.
- [3] 李志强.建筑工程大体积混凝土裂缝控制技术研究[J].建材与装饰,2024(11):156-158.
- [4] 张敏.高层建筑基础大体积混凝土施工裂缝防控技术应用[J].工程技术研究,2025,10(08):98-100.