

建筑工程大体积混凝土裂缝策略

文 / 汪叶胜 1. 舒城县重点工程建设管理处; 2. 安徽龙舒城市建设有限公司

摘要: 在社会经济的快速发展的推动下,人们的生活水平得到了大幅提升,同时对于建筑工程的建设的质量与使用性能也提出了更多更高的新要求。尤其是在城镇化建设进程不断深入推进,城市人口激增与土地资源不足之间的矛盾越发突出的背景下,高层建筑的数量、规模不断扩大,涉及了对大体积混凝土的施工与应用。而受到施工人员、施工环境等多方因素的影响,大体积混凝土施工裂缝问题频繁出现于建筑工程施工过程中,对建筑工程的施工质量以及后期使用性能与安全保障都产生了直接影响。唯有针对大体积混凝土施工裂缝进行深入的原因剖析,采取有效的应对与预防策略,才能确保建筑工程施工的较高质量。基于此,文章对建筑工程大体积混凝土施工进行了相关概述,分析了大体积混凝土裂缝的类型及成因,进而对相关应对与预防策略进行了有效探讨,希望能够为相关建筑工程施工提供有益参考。

关键词: 建筑工程; 大体积混凝土; 裂缝原因; 预防措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.17.031

引言

在建筑工程施工过程中,混凝土几乎是不可或缺的施工材料。尤其是在涉及大体积混凝土结构施工过程中,极易出现施工裂缝问题,进而引发渗漏、错位,乃至结构坍塌等问题,对建筑工程的结构设计、外形、功能运用等都会产生直接影响。因此,对于建筑工程的大体积混凝土施工而言,必须对裂缝的防治问题予以高度重视,从大体积混凝土施工材料应用、施工流程等根源着手,避免出现严重的施工裂缝问题。除此之外,针对已经出现的裂缝问题,还需在深入分析裂缝成因的基础上采取有效措施将裂缝问题控制在建筑工程施工的允许范围内,确保建筑工程施工的相关设计指标得以顺利实现,为建筑工程整体建设施工的较高质量提供保障。

一、建筑工程大体积混凝土施工相关概述

在建筑工程施工过程中,通常是将实体尺寸在1.0m以上的混凝土结构的施工列为大体积混凝土施工。这样的混凝土结构尺度施工,必须采用科学的施工技术与施工策略,来对水化反应放热引发的体积变形问题进行妥善处理,以此来避免出现施工裂缝问题。建筑工程大体积混凝土裂缝的成因大体上可以分成两类,一种是结构裂缝,主要是受到外部荷载力的影响导致,包括结构直接受到的具体应力以及次应力,都可能诱发裂缝问题;另一种则是材料裂缝,包括温度应力和混凝土收缩引发的裂缝问题。由于大体积混凝土施工往往需要经历较长的施工周期,而裂缝问题通常是在短期浇筑施工期间产生,此时的设计荷载未能发挥结构作用。因此,外荷载对大体积混凝土裂缝的影响较小。

较之一般的混凝土施工,大体积混凝土施工厚度则要大多。而混凝土中的水泥发生水化反应释放出大量热量,并且混凝土内部的散热效率又远低于表层,如此便形成了较大的内外温度差,产生了较大的温度应力,进而引发混凝土裂缝问题。因此,在进行建筑工程大体积混凝土浇筑施工时,除了需要重视做好施工厚度控制

之外,对于水泥的类型、强度、使用量等都必须予以充分考虑。通过将水化放热导致的混凝土温度上升值与环境温度相比较,确定最佳的水化温度控制标准。一般来说,若是内外温度差小于 25°C ,则产生的温度应力小于混凝土自身的抗拉强度,此时不会诱发裂缝问题,而若是内外温差大于 25°C ,则混凝土裂缝发生的概率大幅增加,需要引起施工单位的高度重视。

二、建筑工程大体积混凝土施工裂缝的分类

(一) 表层裂缝

在大体积混凝土施工过程中,表层裂缝问题通常发生于混凝土自身温度的上升与下降过程。混凝土的热量经过表层向周边环境扩散,此时混凝土的表层温度较内部温度要低,形成内外温度差。随着时间的推移,内外温差会沿着浇筑的厚度方向呈线性分布,引起混凝土出现不均匀形变。初期混凝土的塑性较好,而随着混凝土的凝固硬化,其弹性模量不断增加,一旦温度差下的结构拉应力大于混凝土的最大抗拉强度,则会发生混凝土表层开裂问题,如图1所示。



图1 混凝土表层裂缝

(二) 贯穿裂缝

贯穿裂缝通常发生在混凝土结构的温度下降过程。大体积混凝土的浇筑、硬化以逐渐收缩的形态发展。在

大体积混凝土结构基底及结构本身的约束作用下，这样的降温收缩会产生较大的收缩应力。一旦收缩应力发展到大于混凝土的最大抗拉强度之上时就会产生收缩裂缝。这种收缩裂缝往往会贯穿大体积混凝土结构，最后发展成为结构裂缝。混凝土基底和结构本身的约束力越大，温度的平均峰值也越大，贯穿裂缝发生的概率也就越高。在大体积混凝土施工后的3~5d左右会出现温度开始下降，整个过程往往会持续一个月，乃至更长。在温度下降收缩与硬化收缩的双重影响下，使得贯穿裂缝的严重性进一步加大。

三、建筑工程大体积混凝土裂缝问题的成因分析

(一) 不均匀沉降

在建筑工程施工过程中遇到基坑、洞穴等软弱路基或者局部缺土等情况，土质软硬偏差较大。此时对于基础施工设计的合理性要求较高。若是路基处理不当，在建筑荷载的影响下基底压力、附加应力等发生变化，一旦出现应力集中且超出混凝土结构的最大抗拉强度时，便极易发生不均匀沉降而引发混凝土裂缝。

(二) 表面温度变化

在混凝土生产过程中，在搅拌材料自身的保水功能作用下使得混凝土内部的温度变化较为缓慢。而混凝土表层的温度会受外界温度、风速等的影响下发生较大波动或变化。若是未能及时做好对混凝土表面的覆盖、养护，则极易使得混凝土表层发生干缩变形，同时在内部混凝土的束缚作用下引发裂缝问题。

(三) 温度变化

在大体积混凝土施工过程中，由于温度变化而引起的裂缝主要包括两种：一种是水泥发生水化放热反应导致的裂缝。大体积混凝土浇筑完成之后的初始硬化阶段，在水泥水化反应下会产生大量的热量，使得混凝土内部温度增加，此时的混凝土内外温度差异较大。并且混凝土体积内部的膨胀度大于外部，形成对混凝土表层的较大拉应力。而在混凝土的初始养护阶段混凝土的抗拉强度较小，进而引发表层裂缝。由于水泥水化放热导致裂缝通常反应在混凝土表层，且随着距离表层距离越大而逐渐弱化。另一种则是由于外界温度变化而引发的裂缝问题。大体积混凝土施工过程中产生的裂缝问题大多是由于外界温度的变化导致。浇筑温度、水泥水化放热、结构散热是影响大体积混凝土内部温度的重要因素。而施工现场温度会对浇筑温度产生直接影响，并呈正相关关系。若是外界温度过高则会使得混凝土浇筑温度不断变大，而若是外界温度出现较大降幅，大体积混凝土内部温度与浇筑温度之间的差异也会随着增加，使得混凝土的温度应力变大，进而引发结构裂缝。

(四) 收缩变化

收缩变化导致的混凝土裂缝问题，主要原因是在混凝土搅拌过程中受到外界因素的影响而丧失过多水分，加上混凝土表层应对不足，最终发展成为裂缝问题。例如，在混凝土凝固过程中受到施工环境的影响导致内部水分

分布不均匀，导致混凝土内部强度出现明显差异，最终引发裂缝问题。还有在混凝土搅拌过程中，对于水灰比控制不当，或者是未严格按照施工规范要求进行施工强度控制，使得混凝土在外界因素的作用下发生裂缝问题。

四、建筑工程大体积混凝土裂缝预应对方略

(一) 优化结构设计

对于大体积混凝土结构的优化设计，是预防裂缝问题的重要措施。唯有充分考虑施工区域的气候情况，做好对施工区域基础结构等的修复、巩固，避免受到温差变化而导致的应力裂缝，确保建筑工程整体结构安全。对于钢筋材料的选择，应选择保护层厚度较小的钢筋材料，以免保护层过厚而引起温度裂缝问题。在后浇带与伸缩缝优化设计方面，需要做好结构与形状的优化设计，合理增加混凝土的散热面积，以免混凝土内部温度上升过快造成应力过于集中，避免引发温度裂缝。在实际的施工设计过程中，应为二次浇注施工方法的应用创造有利条件，并在浇筑施工过程中采用钢筋网设计、聚丙烯纤维网设计等方式来提高混凝土的抗拉强度，提高裂缝预防效果。

(二) 严格施工材料控制

首先，大体积混凝土的制备应加强对缓凝剂等外加剂的合理利用，适量添加降低水泥的水化放热，增加大体积混凝土的凝固时间，提高混凝土材料的和易性效果。以及应尽可能地降低对水泥的使用量，来降低水化放热，控制混凝土升温程度，使得混凝土整体稳固性得到有效提升。其次，优先考虑石油硅酸盐水泥等中热、低热水泥，延长混凝土初凝时间。在实际的大体积混凝土施工过程中，对于水泥水化放热的控制往往需要确保3d水泥水化放热在240kJ/kg以内，7d水泥水化放热控制在270kJ/kg以内。除此之外，在施工情况允许的情况下，进一步降低水泥用量来抑制水泥水化放热的影响，以此提高大体积混凝土施工的稳固性。再者，大体积混凝土施工材料的应用必须确保具备检验合格文件等相关手续，确保水泥、砂石等材料的使用质量与国家、行业相关标准相符。在反复检验、确认材料质量达标之后，才能应用于混凝土制备。除此之外，粗细骨料的合理选择也十分重要。大体积混凝土施工设计需要重视对混凝土配比的严格控制，采用实验验证的方式来确定最佳砂石配比。基于施工强度规范要求，大体积混凝土骨料粒径的选择应优先考虑5~40mm以内的材料，同时注意提高粗细骨料的级配等级。一般来说，粗细骨料的含泥量需要分别控制在1%与2%以内，提高混凝土材料抗压强度和有效降低水泥、水的用量。

(三) 优化施工工艺

在大体积混凝土裂缝的防治过程中，优化施工工艺十分关键。在实际施工中振捣施工技术、浇筑温度控制技术等的优化控制，能够使得混凝土内部孔隙、气泡等问题得到有效改善，进而提高混凝土浇筑施工的抗裂效果和密实度。优化分层浇注施工技术的应用以及加强定

期养护,选择科学合理的施工工艺流程与先进的施工设备等,都是控制混凝土温差、干缩应力等产生的重要措施,同时也有助于提高大体积混凝土结构的耐久性与稳定性,实现对裂缝问题的有效防控。在施工设计阶段,需结合对施工结构受力、变形规律的分析对梁柱配筋、整体结构布局等进行合理设计,避免在大体积混凝土浇筑过程中出现应力过度集中、不均匀变形等而引发裂缝问题。

表1 大体积混凝土抗裂性能对比和施工工艺参数影响

| 混凝土材料类型 | 抗裂性能指标 (MPa) | 浇筑温度控制 (°C) | 振捣技术参数 | 养护条件 |
|---------|--------------|-------------|--------|------|
| 普通混凝土 | 15 | 20 ~ 30 | 不足 | 不足 |
| 高性能混凝土 | 25 | 10 ~ 20 | 充分 | 充分 |
| 超高性能混凝土 | 35 | < 10 | 充分 | 充分 |

(四) 强化施工控制

建筑工程大体积混凝土施工裂缝问题的控制,做好施工技术要点把控至关重要,具体如下:一是做好浇筑施工中的振捣和二次振捣施工控制,切实提高混凝土结构的密实度与整体强度。振捣施工关键在于对快插慢拔要点的控制,尤其是在进行上层浇筑振捣施工时不得将振捣棒插上下层混凝土中;二是降低混凝土浇筑的入模温度,如采用温度较低的地下水进行混凝土的预制,或者将冰屑加入搅拌机中快速降低混凝土温度,以及避免在高温环境下进行浇筑施工,以此达到预防裂缝问题产生的目的;三是需要在合适位置做好伸缩缝的预留设置,合理划分大体积混凝土施工部分,合理使用微膨胀混凝土,实现对表层收缩问题的有效补偿;四是在浇筑施工前通过在模板内侧安装循环冷却水金属管等方式来有效降低混凝土内部温度,降低混凝土的内外温差,消除温度梯度,降低裂缝问题发生概率;五是要在浇筑施工前做好水泥水化放热的检测,以及加强对浇筑之后内部温度的严格监控,准确把握大体积混凝土温度变化情况,针对异常情况及时采取有效的应对措施,避免裂缝问题的发生。

(五) 加强后期养护

对大体积混凝土施工后期的养护,主要是对温湿度的合理维持,控制内外温差,促进混凝土强度的稳定提升,以及避免出现裂缝问题,达到预期的施工目标。在实际养护过程中的具体措施如下:一是要在混凝土表面、模板外边覆盖保温材料降低散热速度,提高混凝土结构强度,同时需要将混凝土的内外温控控制在25°C以内;二是要将混凝土核心与表层温差、表层与大气温差均控制在25°C以内;三是在进行拆模时,混凝土结构温度应小于25°C,尽可能地选择在温度适宜的时间段进行施工,完工后需及时做好覆盖养护;四是在完成浇筑施工初期采用水管预埋,通冷降温的方式来控制混凝土的内外温差,预防出现裂缝问题。

(六) 裂缝问题的处理

首先对于表面裂缝的修复,可采用填充剂进行修复处理。主要适用于对宽度小于0.5mm的表面裂缝的处理,在清理裂缝杂物的前提下采用黏结性、弹性较好的填充剂进行裂缝的填充、固化,避免裂缝问题的进一步扩大。

在此过程中,合理地运用预应力技术、加固加筋施工技术,能够进一步提高大体积混凝土施工的整体抗裂性能。大体积混凝土施工工艺的优化涉及材料、施工、设计等诸多环节与内容,不同混凝土材料抗裂性能如表1所示,需要结合施工实际情况及外部因素等,选择科学合理的优化措施,尽可能地降低裂缝问题的发生概率。

其次,对于深层裂缝的处理则可采用水泥、化学浆液、环氧树脂灌浆施工的方式进行修补,而对于深度、宽度较大的裂缝,可采用外包钢套筒或者是纤维增强复合材料进行加固处理,以此来提高大体积混凝土的抗拉强度。再者,采用增设膨胀节、滑动接头等方式,能够有效抑制混凝土温度变化、收缩产生的自由变形,降低约束应力的影响,避免温差裂缝、收缩裂缝问题的进一步扩大。以及通过增加混凝土的截面尺寸、优化结构形状等,有利于大体积混凝土内部应力的分散,避免出现局部应力过度集中而引发裂缝问题。除此之外,针对关键位置的大体积混凝土施工裂缝的处理,还应采用安装监测传感器、位移传感器等方式来对裂缝的变化情况进行实时监测,收集和分析裂缝变化数据,制定出针对性的维护方案,确保大体积混凝土结构的安全、稳定。

结语

综述可知,在建筑工程大体积混凝土施工过程中,受到施工人员、施工环境等多方因素的影响,大体积混凝土施工裂缝问题频繁出现,对建筑工程的施工质量以及后期使用性能与安全保障都产生了直接影响。对此,施工单位、施工人员必须针对大体积混凝土施工裂缝进行深入的原因剖析,准确识别裂缝类型,采取有效的应对与预防策略,确保建筑工程施工的较高质量,为推动我国建筑工程的持续发展提供保障。

参考文献

- [1] 李伟. 建筑工程大体积混凝土施工裂缝控制措施研究[J]. 工程技术研究, 2017(1): 00024-00024.
- [2] 程建军, 杨松, 郑佳君. 论土木工程建筑中混凝土裂缝的施工处理技术[J]. 中国地名, 2023(1): 0113-0115.
- [3] 易建鹏. 土木工程建筑中混凝土裂缝的施工处理技术分析[J]. 建筑与装饰, 2024(11): 133-135.
- [4] 马一啸. 建筑工程大体积混凝土裂缝控制技术[J]. 居业, 2024(10): 25-27.
- [5] 肖志红. 大体积混凝土施工收缩裂缝控制研究[J]. 建筑·建材·装饰, 2024(002): 000.

作者简介:汪叶胜(1976.10—),性别:男,民族:汉,籍贯:安徽六安舒城县,学历:本科,职称:高级工程师,研究方向:建筑工程。