

大体积混凝土施工裂缝控制技术

汪 勇

中电建湖北电力建设有限公司 湖北 武汉 430000

摘要：大体积混凝土由于其混凝土量大、结构厚实，浇筑工艺要求高，水泥水化热容易聚集而导致构件出现温度变化，所以在混凝土的浇筑工程中，裂缝控制是必不可少的部分。本文以大体积混凝土裂缝控制为核心，系统探讨了裂缝控制的重要性、产生的具体原因及技术措施。通过科学合理的技术措施，旨在有效降低大体积混凝土裂缝的发生，确保工程结构的安全性、稳定性和耐久性。

关键词：大体积混凝土；施工；裂缝控制技术

引言：大体积混凝土裂缝控制是现代建筑工程中的重要课题。随着高层建筑、大型桥梁及水利工程等基础设施的快速发展，大体积混凝土的应用日益广泛。然而，裂缝问题成为制约其应用效果的关键因素。本文旨在深入探讨大体积混凝土裂缝控制的重要性，分析裂缝产生的具体原因，并提出相应的技术控制措施，为工程实践提供理论依据和技术支持。

1 大体积混凝土施工裂缝控制的重要性

在现代建筑工程中，大体积混凝土结构的应用日益广泛，如高层建筑的基础底板、大型桥梁的墩台、水利工程的重力坝等，均离不开大体积混凝土的使用。然而，大体积混凝土施工过程中的裂缝问题一直是工程界关注的焦点，其控制的重要性不言而喻。首先，裂缝控制直接关系到结构的安全性和稳定性。大体积混凝土由于体积庞大，在浇筑过程中会产生大量的水化热，导致混凝土内部温度急剧升高。如果温度控制措施不当，混凝土内外温差过大，就会产生温度应力，进而引发裂缝。这些裂缝不仅会降低混凝土的强度和刚度，还会影响结构的整体性和稳定性，对结构的安全构成严重威胁。其次，裂缝控制对结构的耐久性至关重要。裂缝是水分和有害介质侵入混凝土的通道，一旦裂缝形成，就会加速混凝土的碳化、钢筋锈蚀等过程，导致结构性能逐渐退化，缩短结构的使用寿命。特别是在一些恶劣环境下，如海洋环境、化学腐蚀环境等，裂缝对结构耐久性的影响更为显著。此外，裂缝控制还关系到工程的经济性和社会效益。大体积混凝土施工裂缝的修复和加固需要投入大量的人力、物力和财力，不仅增加了工程成本，还可能延误工期，影响工程的正常使用。裂缝的存在还会影响建筑物的美观性和使用功能，降低用户的满意度和舒适度，从而对工程的社会效益产生负面影响。因此，大体积混凝土施工裂缝控制的重要性不容忽视^[1]。

在施工过程中，必须采取科学合理的措施，如优化混凝土配合比、采用低水化热水泥、加强温度监测和控制、合理设置施工缝和后浇带、加强混凝土养护等，以最大限度地减少裂缝的产生。还需要加强施工管理和质量控制，提高施工人员的技能水平和责任心，确保大体积混凝土施工的质量和安全性。只有这样，才能确保大体积混凝土结构的安全性、稳定性和耐久性，为工程的顺利进行和长期使用提供有力保障。

2 大体积混凝土裂缝产生的具体原因

2.1 施工因素

施工因素是导致大体积混凝土裂缝产生的重要方面，其影响贯穿于混凝土从拌制、运输、浇筑到养护的整个过程。（1）拆模过早。拆模是大体积混凝土施工中的一个关键环节。过早拆除模板会破坏混凝土表面的应力平衡，导致混凝土在自身重力及外部荷载的作用下产生变形，进而引发裂缝。此外，拆模过早还可能使混凝土表面受到外界温度变化的直接影响，加剧温度应力的产生，促进裂缝的形成。（2）振捣方式不正确。振捣是混凝土施工中确保混凝土密实度的重要手段。然而，振捣方式的不正确，如振捣不足或振捣过度，都会对混凝土的质量产生不利影响。振捣不足会导致混凝土内部存在空隙和未密实区域，降低混凝土的强度和抗裂性能；而振捣过度则可能使混凝土产生离析现象，使骨料与水泥浆分离，形成薄弱的界面层，易于产生裂缝。（3）养护不当。养护是混凝土施工后的重要环节，对于大体积混凝土来说尤为重要。养护不当主要表现为养护时间不足、养护方法不当或养护环境恶劣等方面。养护时间不足会导致混凝土表面水分蒸发过快，产生干缩裂缝；养护方法不当，如采用湿布覆盖但未能保持湿润，也会使混凝土表面产生裂缝；而养护环境恶劣，如温度骤变、风大干燥等，则会加剧混凝土的收缩和开裂。

2.2 混凝土本身因素

混凝土作为一种由多种材料组成的复合材料,其本身的物理、化学和力学性能对裂缝的产生具有重要影响。(1)水泥水化热。水泥水化是大体积混凝土内部温度升高的主要原因。在水泥水化过程中,会释放出大量的热量,导致混凝土内部温度急剧升高。因为混凝土的热传导特性不好,由于热能无法很快辐射到外面,因此在混凝土里面产生很多的温度梯度。这种温度梯度可以引起高温应力,当高温应力大于混凝土的抗拉强度时,则很容易产生裂纹。(2)混凝土收缩。混凝土在硬化过程中会出现体积收缩,主要分为化学收缩、自热压缩和干燥收缩等。这种压缩过程会引起内部的拉应力,当拉应力大于抗拉强度后,就会出现开裂^[2]。特别是对于大体积混凝土来说,由于其体积庞大,收缩现象更为显著,因此更容易产生裂缝。(3)混凝土脆性。混凝土是一种脆性材料,其抗拉强度远低于抗压强度。在受到外部荷载或内部应力作用时,混凝土容易发生脆性破坏,产生裂缝。混凝土的抗裂性能还受到其组成材料、配合比、龄期等多种因素的影响。

2.3 环境因素

环境因素对大体积混凝土裂缝的产生同样具有重要影响:(1)气候条件。气候条件的变化会对大体积混凝土产生不同的温度荷载。例如,在夏季高温天气下施工,混凝土内部温度会迅速升高;而在冬季寒冷天气下施工,则可能因混凝土表面温度过低而产生冻胀裂缝。此外,风大干燥的气候条件也会加速混凝土表面的水分蒸发,导致干缩裂缝的产生。(2)环境温度和湿度。环境温度和湿度的变化会对混凝土的收缩和开裂产生显著影响。在高温环境下,混凝土内部温度迅速升高,产生较大的温度应力;而在低温和干燥环境下,混凝土表面水分蒸发过快,产生干缩裂缝。环境湿度的变化还会影响混凝土的养护效果,进而影响混凝土的抗裂性能。

3 大体积混凝土裂缝控制的技术措施

3.1 材料选择与配合比优化

3.1.1 材料选择

(1)水泥:低水化热水泥是大体积混凝土的首选,矿渣硅酸盐水泥因其水化热低、后期强度增长显著,成为广泛应用的品种。此外,硫铝酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥等也因其独特的性能优势,在某些特定工程中得到应用。选择水泥时,还需关注其矿物组成、细度及凝结时间等指标,以确保混凝土的性能满足设计要求。

(2)骨料:骨料的质量直接影响混凝土的物理力学性能,热膨胀系数小、含泥量低的骨料能有效减少混凝土

的收缩和温度变形。粗砂或中砂因其颗粒间空隙小,有助于降低混凝土的干缩率。骨料的连续级配能改善混凝土的工作性和密实性,减少内部缺陷和裂缝的产生。

(3)矿物掺合料:粉煤灰、矿渣等矿物掺合料的掺入,不仅能降低混凝土的水化热,还能提高混凝土的抗渗性、抗冻性和耐久性。粉煤灰的微珠效应能填充混凝土内部的微小孔隙,减少水泥用量,降低混凝土的自收缩和干缩。矿渣则因其活性成分能与水泥水化产物发生二次反应,进一步密实混凝土结构。(4)外加剂:缓凝型减水剂是控制大体积混凝土裂缝的重要外加剂,它能有效延缓水泥水化放热速度,降低最高温峰值,减少混凝土因温差引起的内应力,从而抑制裂缝的产生^[3]。此外,引气剂、膨胀剂等外加剂也能在一定程度上改善混凝土的性能,提高抗裂性。

3.1.2 配合比优化

配合比优化是大体积混凝土裂缝控制的关键环节。在保证混凝土强度、工作性和耐久性的前提下,应尽量减少水泥用量,提高掺和料和骨料的含量。通过调整水泥用量、砂率、水胶比等参数,可以优化混凝土的配合比,降低其收缩性能和热传导性能,提高抗裂性能。具体来说,应根据工程实际情况和原材料性能,通过试验确定最佳配合比。在试验过程中,应重点关注混凝土的坍落度、扩展度、泌水率等指标,确保混凝土具有良好的工作性。还应通过热工计算预测混凝土的温度场和应力场分布,以验证配合比的合理性。

3.2 施工工艺控制

3.2.1 浇筑与振捣

(1)分层浇筑:大体积混凝土应采用分层浇筑的方法施工。每层厚度应根据混凝土的初凝时间、浇筑速度、环境温度等因素综合确定,一般不宜超过500mm。分层浇筑能有效减小混凝土内部温度应力和收缩应力,降低裂缝产生的风险。(2)二次振捣:在混凝土初凝阶段的二次振捣是增强砼密实性和强度的关键方法。二次振捣可以进一步排出建筑物内的气体和剩余水份,减小内气孔和裂纹的形成。它还能使骨料重新排列组合,形成更加紧密的结构。(3)二次抹面:及时进行二次抹面处理能减少混凝土表面的收缩裂缝。在混凝土初凝后终凝前进行二次抹面,能有效封闭表面的微小裂缝和孔隙,提高混凝土表面的平整度和光洁度。

3.2.2 温度控制

(1)降低入模温度:通过加冰搅拌、缩短混凝土运输时间、泵管覆盖等方式降低混凝土的入模温度是控制混凝土内部温度的有效方法。加冰搅拌能直接降低混凝

土拌合物的温度；缩短运输时间能减少混凝土在运输过程中的温升；泵管覆盖则能防止太阳辐射和外部环境对混凝土温度的影响。（2）预埋冷却水管：预埋冷却水管是一种主动降温措施。通过在混凝土内部预埋冷却水管并通入循环水，可以将混凝土内部的热量带出并散发到外部环境中去。这种方法能显著降低混凝土内部的温度峰值和温差梯度，从而减小温度应力和裂缝产生的风险。（3）保温保湿：混凝土浇筑后及时覆盖保温保湿材料是减缓表层混凝土降温速度、降低内外温差的重要措施。保温材料如湿砂、湿麻袋或草袋等能减缓表层混凝土的热量散失；保湿材料如塑料薄膜等则能防止混凝土表面水分蒸发引起的干燥收缩裂缝。

3.3 裂缝预防与治理

3.3.1 合理分缝分块

合理分缝分块是大体积混凝土裂缝预防的重要措施，通过合理设置伸缩缝、施工缝和后浇缝等结构缝，可以减小混凝土的约束作用和约束范围，降低内部温度和收缩应力，这些结构缝还能作为散热通道，有利于混凝土内部热量的散发和温度场的均匀分布。在实际工程中，应根据工程特点和设计要求合理确定分缝分块的尺寸和位置^[4]。分缝分块过大会导致混凝土内部温度和应力集中；分缝分块过小则会增加施工难度和成本。因此，在分缝分块设计时应综合考虑多种因素，确保分缝分块的合理性和有效性。

3.3.2 预应力技术

预应力技术是通过在混凝土结构中施加预应力来改变其内部应力状态的一种技术。在大体积混凝土中应用预应力技术，可以补偿混凝土的收缩和温度变化引起的应力变化，从而减小裂缝产生的风险。预应力方法分为前张法预应力和后张法两个类型。前张法是在施工前张拉预应力钢筋并紧固在台座上；后张法则是当混凝土到达规定高度时，张拉预应力钢筋并锚固在混凝土两端。在实际工程中，应根据工程特点和设计要求选择合适的预应力技术形式。在预应力施工过程中应严格控制张拉力

和锚固质量等关键参数，确保预应力技术的有效性和安全性。

3.3.3 裂缝修补

对于已经产生的裂缝，应根据裂缝的宽度、深度和位置等情况采用适当的修补方法进行修复。常见的修补方法包括表面封闭法、压力注浆法和填充法等。（1）表面封闭法：适用于宽度较小、深度较浅的裂缝。该方法通过在裂缝表面涂抹或喷涂修补材料来封闭裂缝表面，防止水分和有害物质的侵入。常用的修补材料有环氧树脂、聚氨酯等。（2）压力注浆法：适用于宽度较大、深度较深的裂缝。该方法利用注浆泵将修补材料注入裂缝内部并充满整个裂缝空间。注浆材料在裂缝内部固化后能与混凝土形成整体结构，恢复其原有的承载能力和耐久性。常用的注浆材料有水泥浆、环氧树脂等。（3）填充法：适用于宽度较大且深度较浅的裂缝。该方法通过将修补材料填充到裂缝内部并压实来修复裂缝。

结语

综上所述，大体积混凝土裂缝控制是确保工程结构安全性和耐久性的关键环节。通过材料选择与配合比优化、施工工艺控制、裂缝预防与治理及混凝土养护技术的综合应用，可以有效降低裂缝的发生率和危害性。未来，随着科学技术的不断进步和工程实践的深入发展，大体积混凝土裂缝控制技术将不断完善和创新，为现代建筑工程的可持续发展提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]侯蕊.大体积混凝土裂缝控制技术在工程中的运用试析[J].广西城镇建设,2021(2):69-70.
- [2]鄢燕颖.大体积混凝土裂缝控制技术研究[J].绿色环保建材,2020(10):12-13.
- [3]张航.大体积混凝土裂缝控制及施工技术的应用[J].建材与装饰,2020(13):34+37.
- [4]刘殿双.大体积混凝土裂缝控制技术在建筑工程中的应用[J].科学技术创新,2020(07):105-106.