

港口与航道工程大体积混凝土施工裂缝控制

甄天宇

天津港航工程有限公司 天津 300457

摘要：随着港口与航道工程建设规模的不断扩大，大体积混凝土施工中裂缝控制问题日益凸显。本文系统分析了大体积混凝土裂缝的成因，包括温度变化、混凝土收缩、约束条件复杂等因素，并针对性地提出了一系列控制措施，如优化混凝土配合比、加强温度监控与调节、合理设计施工缝及强化后期养护等。这些综合措施旨在有效减少裂缝产生，提升工程质量和耐久性，为港口与航道工程的长期安全运营提供保障。

关键词：港口与航道工程；大体积混凝土；施工裂缝控制

引言：在港口与航道工程的建设中，大体积混凝土因其优异的力学性能和广泛的应用前景，扮演着举足轻重的角色。然而，施工过程中裂缝的产生，不仅影响工程的外观质量，更关乎结构的整体安全与耐久性。裂缝的出现往往源于复杂的温度应力、材料特性及施工条件等多重因素。因此，深入研究大体积混凝土施工裂缝的控制技术，对于提升港口与航道工程建设水平，确保工程安全、经济、高效运行具有重大意义。

1 大体积混凝土概述

1.1 大体积混凝土定义与特性

大体积混凝土是指其最小断面尺寸大于1m的混凝土结构，这一定义凸显了其庞大的体积特征。这类混凝土不仅结构厚实、体形庞大，而且所需混凝土数量极为可观，对施工技术和工程管理提出了极高的要求。具体而言，大体积混凝土的几个显著特性包括：一是结构尺寸的显著增大，意味着在浇筑和养护过程中需要更加精细的控制措施；二是混凝土数量的增多，直接导致施工周期延长和成本增加；三是工程条件复杂多变，如温度、湿度、荷载等因素的影响更为显著；最后是施工技术要求高，包括配合比设计、施工工艺、温度控制及后期养护等多个方面都需要严格的控制和管理。

1.2 大体积混凝土在港口与航道工程中的应用

大体积混凝土在港口与航道工程中有着广泛的应用，主要包括码头、船坞、防波堤、航道护岸等关键设施的建设。例如，在大型集装箱码头的建设中，为了支撑沉重的集装箱堆场和机械设备，需要浇筑大量的大体积混凝土结构作为桩基和梁板；在防波堤的建设中，大体积混凝土块体被用作护底和护面，以抵抗风浪的侵蚀和冲刷。这些实例充分展示了大体积混凝土在港口与航道工程中不可或缺的作用。大体积混凝土在港口与航道工程中的应用具有显著的必要性和优越性。一方面，由

于港口与航道工程通常需要承受巨大的水压力、风浪冲击及船舶荷载等作用，因此要求结构必须具备足够的强度和稳定性。大体积混凝土结构因其尺寸厚实、整体性好，能够有效抵抗这些外部作用，保证工程的安全性和耐久性。另一方面，大体积混凝土施工技术的不断成熟和进步也为其广泛应用提供了有力支撑。通过采用先进的配合比设计、施工工艺和温控措施等手段，可以有效减少裂缝的产生和发展，提高混凝土结构的整体性能和使用寿命。因此，在港口与航道工程中广泛应用大体积混凝土不仅是必要的选择也是技术进步的体现。

2 港口与航道工程大体积混凝土裂缝成因分析

2.1 材料选用不当

(1) 水泥、骨料、外加剂等材料质量问题。大体积混凝土的质量很大程度上取决于原材料的品质。水泥作为混凝土的胶凝材料，其质量直接关系到混凝土的强度和耐久性。若水泥存在过期、受潮或标号不符等问题，将直接导致混凝土性能下降，易产生裂缝。骨料的选择同样重要，劣质骨料中的有害成分、过大的粒径或不良的级配都可能影响混凝土的均匀性和密实度，从而诱发裂缝。此外，外加剂的种类、掺量和使用方法也是影响混凝土质量的关键因素。不合理的外加剂使用会导致混凝土工作性能下降，如和易性变差、泌水增多等，这些都不利于裂缝的控制。(2) 配合比设计不合理。混凝土的配合比是指混凝土中各组成材料之间的比例关系。配合比设计需根据工程要求、材料性能和施工工艺等因素综合确定。若配合比设计不合理，如水泥用量过多、水灰比过大等，会导致混凝土收缩性增大、抗裂性能降低，从而增加裂缝产生的风险。

2.2 施工工艺问题

(1) 混凝土浇筑、振捣、养护等环节操作不当。施工工艺是控制大体积混凝土裂缝的关键环节。在浇筑过

程中,若浇筑速度过快、浇筑顺序不合理或振捣不充分等,都会导致混凝土内部产生气泡、空洞等缺陷,进而影响混凝土的强度和抗裂性能。此外,养护是防止混凝土开裂的重要措施之一。若养护不及时、不充分或方法不当,会导致混凝土表面水分迅速蒸发,内部产生拉应力,进而引发裂缝。(2) 施工流程不科学,层间间隔时间控制不当。施工流程的科学性和层间间隔时间的控制对于大体积混凝土的质量同样至关重要。若施工流程不合理,如层间间隔时间过短导致下层混凝土尚未完全凝固就进行上层浇筑,会造成混凝土层间结合不良,形成潜在的裂缝源。因此,必须严格控制层间间隔时间,确保混凝土在适宜的时间内达到一定的强度再进行后续施工^[1]。

2.3 温度变化影响

(1) 水泥水化热导致的混凝土内外温差过大。大体积混凝土在浇筑后,由于水泥水化放热导致内部温度急剧升高。若热量无法及时散发出去,会使混凝土内部形成较高的温度梯度,从而产生拉应力。当拉应力超过混凝土的抗拉强度时,就会产生裂缝。这种裂缝通常出现在混凝土的早期阶段,并可能随着时间的发展而扩展。

(2) 环境温度变化对混凝土结构的影响。除了水泥水化热外,环境温度的变化也会对混凝土结构产生影响。在高温环境下,混凝土表面水分蒸发速度加快,易产生干缩裂缝;而在低温环境下,混凝土受冻膨胀也可能导致裂缝的产生。此外,环境温度的突然变化还可能引起混凝土内部应力的重新分布,进而诱发裂缝。

2.4 荷载作用

(1) 港口与航道工程承载的船只重量及其他外力作用。港口与航道工程作为交通运输的重要组成部分,需要承受各种船舶和其他重型设备的重量。这些荷载作用在大体积混凝土结构上时,会对其产生应力和变形。若混凝土的强度不足以抵抗这些应力和变形,就会产生裂缝。此外,其他外力作用如波浪冲击、潮汐力等也可能对混凝土结构产生影响。(2) 荷载设计不合理导致的裂缝问题。除了荷载作用本身外,荷载设计的不合理也是导致裂缝产生的重要原因之一。若在设计阶段未能充分考虑荷载的作用特点、分布规律及混凝土结构的承载能力等因素,就可能导致结构设计不合理、配筋不足等问题。这些问题都会使混凝土结构在荷载作用下更容易产生裂缝。因此,在设计阶段必须进行详尽的计算和分析,确保结构设计的合理性和安全性。

3 港口与航道工程大体积混凝土裂缝控制措施

3.1 材料质量控制

(1) 选用合格的水泥、骨料等原材料。选用高质量

的原材料是大体积混凝土质量控制的第一步。水泥作为混凝土的主要胶凝材料,其品质直接影响混凝土的强度和耐久性。应选用质量稳定、符合国家标准的水泥品种,并严格控制其进场检验程序,确保每批水泥均符合施工要求。骨料(包括粗骨料和细骨料)的选择同样重要,应选用质地坚硬、级配良好、含泥量低的天然骨料或人工骨料,以提高混凝土的密实度和强度^[2]。(2) 优化配合比设计,掺加粉煤灰、外加剂等改善混凝土性能。配合比设计的优化对于改善混凝土性能、减少裂缝产生具有重要意义。通过调整水灰比、砂率等参数,并掺加适量的粉煤灰、矿渣粉等掺合料以及缓凝剂、减水剂等外加剂,可以有效提高混凝土的抗裂性、耐久性和工作性能。粉煤灰的掺入可以降低水泥水化热、改善混凝土的和易性;缓凝剂则能延长混凝土的初凝时间,为施工提供充足的时间;减水剂则能在保证混凝土强度的前提下,显著降低用水量,提高混凝土的密实度和抗裂性。

3.2 施工工艺优化

(1) 采用分层连续浇筑或推移式连续浇筑,避免留施工缝。大体积混凝土的浇筑应采用科学合理的浇筑工艺,以减少施工缝的产生和裂缝的扩展。分层连续浇筑或推移式连续浇筑是两种常用的浇筑方法。分层浇筑时,每层厚度不宜过大,且应保证在混凝土初凝前完成上层混凝土的浇筑,以确保层间结合紧密;推移式连续浇筑则要求浇筑速度与混凝土初凝时间相匹配,以避免冷缝的形成。通过这些措施,可以显著提高混凝土的整体性和抗裂性。(2) 控制层间间隔时间,确保混凝土初凝前完成浇筑。控制层间间隔时间对于确保大体积混凝土结构的整体性至关重要。在施工过程中,应根据混凝土的初凝时间、浇筑速度等因素合理确定层间间隔时间。如果间隔时间过长,会导致层间结合不良甚至产生冷缝;如果间隔时间过短,则可能因混凝土内部温度过高而引发裂缝。因此,必须严格控制层间间隔时间,确保在混凝土初凝前完成浇筑工作。(3) 加强振捣工艺,确保混凝土密实度。振捣是混凝土施工中不可或缺的一环。通过加强振捣工艺,可以确保混凝土在浇筑过程中得到充分的振捣和密实,从而减少内部孔隙和裂缝源的产生。在振捣过程中,应选择合适的振捣设备和振捣方式,并控制振捣时间和振捣力度以避免过振或漏振现象的发生。同时,还应确保振捣的均匀性和连续性,以提高混凝土的整体密实度和抗裂性。

3.3 温度控制措施

(1) 计算并控制混凝土浇筑过程中的温度。温度是影响大体积混凝土裂缝产生的关键因素之一。在浇筑

前,必须对原材料的温度、环境温度及施工过程中的各种热源进行全面评估,并通过计算预测混凝土浇筑过程中可能出现的最高温度及温度变化曲线。在此基础上,制定合理的温控措施,如使用低温水或冰水拌合混凝土、设置冷却水管等,以降低混凝土浇筑及硬化过程中的温度峰值,并减缓温度变化速率,从而有效控制温度裂缝的产生。(2)采用保温养护措施,减小混凝土内外温差。在大体积混凝土浇筑完成后,及时采取保温养护措施对于减小混凝土内外温差、降低温度应力至关重要。保温层可以有效减少混凝土表面的热量散失,保持混凝土内部温度的稳定,从而缩小内外温差,避免产生过大的温度应力。常用的保温材料包括塑料薄膜、草袋、棉毡等,应根据实际情况选择合适的材料并严格控制其厚度和覆盖范围。(3)使用预应力和伸缩缝等技术手段,减少温度影响。为了进一步减少温度对大体积混凝土结构的影响,可以考虑使用预应力技术和设置伸缩缝等手段。预应力技术通过预先在结构中施加压应力来抵消因温度变化而产生的拉应力,从而减少裂缝的产生。而伸缩缝则可以在结构中设置一定的伸缩空间,以适应温度变化引起的结构变形,防止裂缝的产生和发展^[3]。

3.4 荷载设计与管理

(1)根据实际荷载情况设计结构,确保承载能力。在结构设计阶段,必须充分考虑结构在使用过程中可能承受的各种荷载,包括永久荷载(如结构自重、土压力等)和可变荷载(如船舶撞击力、风浪作用等)。通过准确计算和分析各种荷载的大小、方向和分布情况,并结合材料的力学性能和结构的受力特点进行合理设计,确保结构具有足够的承载能力和稳定性。(2)加强施工过程中的荷载监控,避免超载现象。在施工过程中,必须严格控制施工荷载,避免在结构未达到设计强度前施加过大的荷载。应建立完善的施工荷载监控制度,对施工过程中的临时荷载、施工设备放置位置及移动路线等进行合理规划和管理。同时,还应加强对施工人员的培训和教育,提高他们对荷载监控重要性的认识和执行力度。

3.5 养护与监测

(1)混凝土浇筑完毕后及时进行保温养护。如前所述,保温养护对于控制大体积混凝土的温度裂缝至关重要。在混凝土浇筑完毕后应立即采取保温措施对混凝土进行养护,并根据环境温度和混凝土内部温度的变化情况及时调整养护方案。养护期间应保持保温层的完整性和稳定性以确保其保温效果。(2)加强混凝土表面的湿润和抗风条件管理。除了保温养护外还应注意加强混凝土表面的湿润和抗风条件管理。在养护期间应定期向混凝土表面洒水或使用保湿材料进行覆盖以保持其湿润状态。同时还应加强抗风措施如设置挡风板等以防止风对混凝土表面的干燥作用加剧而导致裂缝的产生。(3)定期监测混凝土的温度、湿度等参数,及时发现并处理潜在问题。为了确保大体积混凝土的养护效果和质量安全必须定期进行相关参数的监测工作。监测内容包括但不限于混凝土的温度、湿度、收缩变形等指标。通过监测可以及时了解混凝土的内部状态和环境条件的变化情况为调整养护方案提供依据。同时还可以通过监测结果预测和发现潜在的问题并采取相应的措施进行处理以确保结构的安全性和耐久性。

结束语

综上所述,港口与航道工程大体积混凝土施工裂缝的控制是一项系统性工程,需从材料选择、施工工艺、温度控制及后期养护等多方面综合施策。通过科学的设计、严格的管理和先进的技术应用,可以有效减少裂缝的产生,提升工程结构的整体性能和耐久性。未来,随着材料科学和施工技术的不断进步,我们期待更加高效、智能的裂缝控制方法出现,为港口与航道工程的高质量发展贡献力量。

参考文献

- [1]梁峻铭.港口与航道工程大体积混凝土施工裂缝控制研究[J].科技创新导报,2022,19(23):140-142.
- [2]彭光建,彭跃.探究港口与航道工程中大体积混凝土的施工裂缝控制[J].工程技术,2021(06):72-73.
- [3]董宪闯.港口与航道工程大体积混凝土施工中的裂缝问题与控制分析[J].工程技术,2022(11):104-105.