

港口与航道工程大体积混凝土施工裂缝控制

侍琳

江苏筑港建设集团有限公司 江苏 连云港 222042

摘要：港口与航道工程中的大体积混凝土施工常面临裂缝控制的挑战。本文分析了大体积混凝土施工的特点与难点，探讨了裂缝产生的材料、工艺、温度、荷载及其他多方面原因。针对这些问题，提出了材料质量控制、优化施工工艺、温度调控、强化养护措施及设计与施工协同等综合性裂缝控制策略，旨在提高大体积混凝土施工的质量，确保港口与航道工程的结构安全和使用寿命。

关键词：港口与航道工程；大体积混凝土；施工裂缝控制

引言：港口与航道工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，其大体积混凝土施工质量直接影响工程的安全性和耐久性。然而，在施工过程中，大体积混凝土常因温度应力、材料质量、施工工艺等因素引发裂缝问题，这不仅影响工程美观，更威胁结构安全。因此，深入研究大体积混凝土施工裂缝的控制技术，对于保障港口与航道工程的顺利进行及长期使用具有重要意义。

1 港口与航道工程大体积混凝土施工特点与难点

1.1 大体积混凝土的定义及其特性

大体积混凝土，通常指的是混凝土结构尺寸大到必须采取措施以控制温度裂缝开展的混凝土。这类混凝土在港口与航道工程中广泛应用，如码头胸墙、船坞坞墙及泵房结构等。其特性主要体现在以下几个方面：首先，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上升；其次，其表面积相对较大，使得散热面积也相应增加，但内部温度仍可能持续高于外部，形成较大的温差；最后，大体积混凝土的结构强度要求高，通常需要通过钢筋加固以应对复杂的受力环境。

1.2 港口与航道工程的特点

港口与航道工程具有独特的地理和环境特点，这些特点直接影响大体积混凝土的施工。首先，港口与航道工程多位于沿海或沿江地区，环境湿度大，对混凝土的耐久性提出了更高要求；其次，工程结构复杂，需承受船舶撞击、水流冲刷等多种外部力作用，要求混凝土具有高强度和高稳定性；最后，工程规模宏大，施工周期长，需要精心组织施工计划，确保工程质量和进度。

1.3 施工中的难点分析

(1) 运输条件复杂。港口与航道工程往往地处偏远或交通不便的区域，混凝土等原材料的运输成为一大难题。尤其是在雨季或台风季节，运输道路可能受阻，影

响施工进度。(2) 交叉施工难度大。港口与航道工程往往涉及多个施工单位的协同作业，如土建、安装、疏浚等。各施工单位之间需紧密配合，以避免施工冲突和安全隐患。然而，在实际施工过程中，由于沟通不畅、进度不一等问题，交叉施工难度较大。(3) 工期紧张。港口与航道工程通常具有明确的工期要求，且工期相对较短。在有限的时间内完成大体积混凝土的浇筑、养护等工序，对施工单位的组织能力、技术水平和设备配置提出了极高要求。一旦某个环节出现问题，将影响整个工程的进度和质量。(4) 质量控制难度大。大体积混凝土由于体积庞大、结构复杂，质量控制难度较大。在浇筑过程中需严格控制混凝土的配合比、浇筑速度、振捣时间等参数；在养护阶段需密切关注混凝土的温度变化、湿度变化等因素；在成型后还需进行严格的检测和验收工作。因此，施工单位需建立完善的质量管理体系和技术保障体系以确保工程质量。

2 港口与航道工程大体积混凝土裂缝产生的原因分析

2.1 材料因素

(1) 混凝土原材料选用不当：原材料的质量直接影响到混凝土的性能。若选用了品质低劣的水泥、骨料或掺合料，会导致混凝土的强度、耐久性等性能下降，从而增加裂缝产生的风险。(2) 水泥种类、品质及用量的影响：不同种类和品质的水泥具有不同的水化热特性，用量过多则会使混凝土内部温度急剧上升，加剧内外温差，导致温度裂缝的产生。(3) 骨料粒径、级配及含泥量的影响：骨料粒径过大或过小、级配不良、含泥量过多等都会影响混凝土的密实性和强度，进而影响其抗裂性能。(4) 外加剂及掺合料的适用性：外加剂和掺合料的加入可以改善混凝土的性能，但选用不当或使用过量也可能产生不良影响，如引起混凝土体积变化、增加收缩等，从而导致裂缝的产生。

2.2 施工工艺因素

(1) 混凝土浇筑方法不当: 浇筑速度过快、顺序不合理或未采取有效措施控制分层浇筑高度等, 都可能导致混凝土内部应力分布不均, 进而产生裂缝。(2) 振捣不充分或过度振捣: 振捣不足会使混凝土内部产生气泡和孔隙, 降低密实度和强度; 而过度振捣则可能使混凝土发生离析和泌水现象, 同样不利于抗裂性能。(3) 浇筑层厚度控制不合理: 过厚的浇筑层会增加混凝土的内部温度梯度和应力差, 容易产生裂缝; 而过薄的浇筑层则可能因施工缝处理不当而引发裂缝。(4) 浇筑过程中的温度控制不足: 未能采取有效措施降低混凝土入模温度或控制浇筑过程中的温度变化, 都会加剧内外温差效应, 引发温度裂缝^[1]。

2.3 温度因素

(1) 水泥水化热引起的内外温差: 大体积混凝土在浇筑后, 水泥水化过程中会释放大量热量, 导致内部温度迅速上升而外部温度相对较低, 形成较大的温差梯度。这种温差效应会使混凝土内部产生压应力而外部产生拉应力, 当拉应力超过混凝土的抗拉强度时就会产生裂缝。(2) 环境温度变化对混凝土的影响: 环境温度的急剧变化也会影响混凝土的温度分布和应力状态, 从而引发裂缝。(3) 混凝土浇筑后散热不均: 由于混凝土的导热性较差且体积庞大, 内部热量难以迅速散发到外部环境中去。若未能采取有效措施促进散热或保温措施不当, 都会导致混凝土内外温差过大而引发裂缝。

2.4 荷载因素

(1) 荷载设计不合理: 若荷载设计未充分考虑结构的实际受力情况或安全系数设置不当等都会导致结构在正常使用过程中产生过大的应力集中区域而引发裂缝。

(2) 外部荷载超过结构承载能力: 当外部荷载超过结构的设计承载能力时, 会使结构产生过大的变形和应力集中现象进而引发裂缝甚至破坏。

2.5 其他因素

(1) 设计缺陷: 结构设计不合理、计算错误或未充分考虑施工条件等都会导致混凝土结构在使用过程中产生裂缝。(2) 地质条件影响: 地基的不均匀沉降、地质构造复杂等因素也会对混凝土结构的稳定性产生影响进而引发裂缝。(3) 养护措施不到位: 养护是混凝土硬化过程中不可或缺的重要环节。若养护措施不到位如保湿、保温不足或养护时间过短等都会导致混凝土内部水分蒸发过快、干缩变形增大进而产生裂缝。此外, 养护过程中的温度控制也非常关键, 不恰当的养护温度会加剧混凝土内外温差, 增加裂缝的风险。

3 港口与航道工程大体积混凝土施工裂缝控制措施

3.1 材料质量控制

(1) 选用合格的混凝土原材料。混凝土原材料的质量直接关系到混凝土的最终性能。因此, 必须选用符合国家标准和行业规范的优质原材料。对于水泥, 应选用低水化热、强度等级适中的品种, 以减少水化热对混凝土内部温度的影响; 骨料应选用级配良好、含泥量低、针片状颗粒少的品种, 以保证混凝土的密实度和强度; 掺合料如粉煤灰、矿渣粉等应具有活性高、需水量比低的特点, 以提高混凝土的工作性和耐久性; 外加剂如缓凝剂、减水剂等则应具有良好的适应性, 能在改善混凝土性能的同时不产生负面作用。(2) 优化混凝土配合比。通过科学合理的配合比设计, 可以在保证混凝土强度的同时, 降低水泥用量, 减少水化热产生, 从而控制混凝土的内部温升。在配合比设计中, 应充分考虑原材料的性能、施工条件以及环境因素等因素的影响, 通过试验室试验确定最佳配合比。此外, 还可以采用低强度等级的水泥与高活性掺合料复配使用的方式, 进一步降低混凝土的总胶凝材料用量^[2]。(3) 掺加粉煤灰、外加剂等改善混凝土性能。粉煤灰等掺合料的加入可以有效降低水泥用量, 减少水化热产生, 改善混凝土的流动性和泵送性。同时, 粉煤灰的火山灰反应还可以进一步提高混凝土的后期强度。外加剂如缓凝剂可以延长混凝土的初凝时间, 使混凝土在浇筑过程中有更长的操作时间; 减水剂则可以显著降低混凝土的水灰比, 提高混凝土的密实度和强度。这些措施都有助于改善混凝土的性能, 减少裂缝的产生。

3.2 施工工艺控制

(1) 采用合理的混凝土浇筑方法。分层连续浇筑是大体积混凝土施工中常用的方法。通过分层浇筑可以减小混凝土的浇筑厚度, 降低内部温升速率, 有利于控制裂缝的产生。在浇筑过程中, 应合理安排浇筑顺序和浇筑速度, 确保混凝土在初凝前得到充分的振捣和密实。

(2) 严格控制浇筑层厚度和振捣时间。浇筑层厚度和振捣时间是影响混凝土质量的关键因素。过厚的浇筑层会增加混凝土的内部温升和应力集中; 过长的振捣时间则会导致混凝土离析和泌水。因此, 必须严格控制浇筑层厚度和振捣时间, 根据混凝土的性能和施工条件确定合理的数值。在振捣过程中, 应采用快插慢拔的方式进行振捣, 确保混凝土内部气泡被充分排出, 同时避免过振和漏振现象的发生。(3) 加强混凝土浇筑过程中的温度监测与控制。温度监测是控制大体积混凝土裂缝的重要手段。在浇筑过程中, 应设置足够的温度测点, 实时监

测混凝土内部的温度变化。当发现内部温度过高时,应及时采取措施进行降温处理,如加速浇筑速度、增加通风量、洒水降温等。同时,还应注意控制混凝土的入模温度和环境温度,避免外部环境对混凝土温度产生过大影响^[1]。

3.3 温度控制

(1) 采用预冷技术降低混凝土初始温度。预冷技术是一种有效的降低混凝土初始温度的方法。通过在拌合水中加入冰块、使用冷却骨料等方式,可以降低混凝土的拌合物温度,从而减少水化热产生的温升效应。预冷技术的具体方法应根据工程实际情况进行选择和优化。

(2) 搭建遮阳棚、洒水等降温措施。在混凝土浇筑现场搭建遮阳棚可以减少太阳辐射对混凝土表面的加热作用;洒水则可以增加空气湿度和降低环境温度,有利于混凝土的散热和降温。这些措施应根据实际情况灵活选择和使用。(3) 合理安排浇筑时间。避开高温时段进行大体积混凝土的浇筑是温度控制的关键一环。在高温季节,应选择夜间或凌晨等温度较低的时段进行施工,以减少外部环境温度对混凝土内部温升的影响。此外,还需关注天气预报,避免在大风、强降雨等不利天气条件下进行浇筑,以确保施工质量和安全。

3.4 养护措施

(1) 制定详细的养护计划。养护计划的制定应基于混凝土的实际性能、环境条件以及设计要求。计划中应明确养护时间、养护方法、保湿保温措施等具体内容,并确保养护期间有专人负责执行和监督。养护时间一般不少于14天,对于关键部位或特殊要求的混凝土,养护时间可能需要更长。(2) 采用保温材料覆盖混凝土表面。在养护初期,混凝土表面容易因水分蒸发过快而产生干缩裂缝。因此,应及时采用保温材料如草袋、麻袋、塑料薄膜等覆盖混凝土表面,以减少水分蒸发,降低内外温差,保持混凝土表面的湿润状态。保温材料的厚度和层数应根据环境条件进行调整,以确保其保温效果。(3) 保持混凝土表面湿润。除了采用保温材料覆盖外,还应定期向混凝土表面洒水或采用喷雾装置进行加湿处理,以保持其湿润状态。洒水时应控制水量适中,避免过多水分渗入混凝土内部影响强度发展。同时,应注意观察混凝土表面的湿润情况,及时补充洒水以保持

其湿润状态。

3.5 设计与施工协同

(1) 在设计阶段充分考虑裂缝控制需求。设计人员应在设计阶段充分考虑大体积混凝土的裂缝控制需求,通过合理的结构设计和构造措施来降低裂缝产生的风险。例如,可以在结构中设置伸缩缝、施工缝等构造措施来引导裂缝按预定方向发展;通过加强构造配筋来提高混凝土的抗裂性能;在设计中考虑采用低热水泥、掺加粉煤灰等措施来降低混凝土的水化热等。(2) 加强施工过程中的监测与调整。在施工过程中,应加强对混凝土质量、温度、应力等方面的监测工作。通过设置温度测点、应力应变监测仪等设备来实时监测混凝土内部的状态变化。一旦发现异常情况应及时采取措施进行调整和处理,以防止裂缝的产生和发展。例如,当发现混凝土内部温度过高时应及时采取降温措施;当发现混凝土表面出现裂缝时应及时进行修补和加固等。(3) 建立设计与施工协同机制。设计与施工是密不可分的两个环节,建立设计与施工的协同机制是确保大体积混凝土施工质量和安全的重要保障。通过加强设计与施工之间的沟通和协作,可以及时发现和解决施工过程中出现的问题和困难;通过共同研究和分析裂缝产生的原因和机理,可以制定出更加有效的裂缝控制措施;通过加强信息共享和资源共享,可以提高整个工程项目的效率和效益。

结束语

综上所述,港口与航道工程大体积混凝土施工裂缝控制是一项复杂而关键的任务。通过严格材料管理、优化施工工艺、强化温度与养护控制,并加强设计与施工的协同合作,可以有效减少裂缝的产生,提升工程质量。未来,随着技术的不断进步和经验的积累,相信大体积混凝土施工裂缝控制将更加精准高效,为港口与航道工程的安全与可持续发展提供坚实保障。

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,(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):29-30.
- [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(03):44-45.