

水工结构工程裂缝成因及防治探讨

张川¹ 张娟娟²

1. 黄河勘测规划设计研究院有限公司 河南 郑州 450003

2. 黄河水利出版社有限责任公司 河南 郑州 450003

摘要: 水工结构工程是水利工程中的重要组成部分,其安全性和耐久性对于整个水利工程的安全运行至关重要。然而,在水工结构工程的施工过程中,由于多种因素的影响,容易出现裂缝问题,对工程的安全性和耐久性造成威胁。本文主要探讨水工结构工程裂缝的成因及防治措施。

关键词: 水工结构工程; 裂缝成因; 防治

1 水工结构项目裂缝特征

在水工结构项目中,裂缝是一种常见的工程质量问题。这些裂缝可能会在结构表面出现,也可能在结构内部产生。一般来说,水工结构裂缝具有以下特征,第一,形态多样性:水工结构裂缝的形态往往比较复杂,可以表现为窄缝、龟裂、横向和纵向裂缝等。这些裂缝可能表现出不同的形态和方向,取决于裂缝产生的机制和结构材料的性质。第二,分布规律性:水工结构裂缝通常在特定的部位集中出现。此外,在施工阶段和使用阶段,裂缝的分布也有其规律性。第三,成因复杂性:水工结构裂缝的产生原因可以非常复杂。例如,设计不当、材料质量问题、施工缺陷、环境影响等都可能引起裂缝的产生。此外,裂缝的产生还可能受到多种因素的影响,这些因素之间相互作用,使得裂缝的成因更加复杂。第四,危害性:水工结构裂缝可能会对工程的安全性和稳定性产生严重影响。裂缝可能会导致结构材料的破损和失稳,从而引发工程事故^[1]。裂缝还会影响结构的防水性能和使用寿命,需要进行及时的检测和修复。第五,预防与控制:为了防止和控制水工结构裂缝的产生,需要采取一系列措施。包括优化设计、选用优质材料、改善施工工艺、加强质量管理等。还需要进行定期的检测和维护,及时发现和处理潜在的裂缝风险。

2 水工结构工程裂缝的主要成因

2.1 混凝土收缩裂缝

水工结构工程中,混凝土收缩裂缝是一种常见的裂缝类型。这种裂缝的产生主要是由于混凝土的收缩特性。当混凝土凝结和硬化过程中,其体积会逐渐减小,导致表层混凝土收缩并产生拉应力。如果拉应力超过表层混凝土的抗拉强度,就会在混凝土表面产生收缩裂缝。以下是混凝土收缩裂缝的主要成因,混凝土配合比不合理:水灰比过大、砂率过高、水泥用量过大等都会

导致混凝土收缩增大,进而产生收缩裂缝。混凝土养护不当:在养护过程中,如果过早拆模、浇水不足或浇水过多、环境温度变化大等,都会影响混凝土的硬化过程,从而产生收缩裂缝。施工因素:施工过程中,如果振捣不密实、施工缝处理不当、浇注速度过快等,都会导致混凝土内部产生收缩裂缝。外部因素:外部环境如温度、湿度、风速等都会影响混凝土的收缩过程,从而产生裂缝。特别是在干燥、高温、风大的环境下,混凝土表面的水分蒸发较快,更容易产生收缩裂缝。

2.2 温度裂缝

温度裂缝是由于温度变化引起的裂缝,在水工结构工程中也比较常见。这种裂缝的产生主要是由于混凝土内部温度和外部温度的差异引起的。当混凝土浇筑后,水泥水化热导致混凝土内部温度升高,而外部温度相对较低,形成温度梯度。在温度梯度的作用下,混凝土内部产生压应力,外部产生拉应力,当拉应力超过混凝土的抗拉强度时,就会产生温度裂缝。季节性温差:水工结构工程通常需要长期暴露在自然环境中,受到季节性温差的影响。特别是在寒冷季节,混凝土表面温度较低,而内部温度相对较高,导致内外温差增大,更容易产生温度裂缝。日夜温差:日夜温差也会导致混凝土产生温度裂缝^[2]。白天阳光照射下,混凝土表面温度升高,而内部温度相对较低,形成温差;夜晚则相反,外部温度降低而内部温度相对较高,形成反向温差。这种反复的温差作用会导致混凝土产生疲劳裂缝。水泥水化热:混凝土浇筑后,水泥水化热会释放大量热量,导致混凝土内部温度升高。如果热量散发过快,内外温差过大,就容易产生温度裂缝。约束条件:水工结构工程中的约束条件也会影响温度裂缝的产生。例如,结构边界的约束、钢筋对混凝土的约束等,这些约束条件会导致混凝土在受到温度变化时产生应力集中和变形不协调,从而

产生温度裂缝。

2.3 沉降原因

水工结构工程中，沉降是由于地质因素、施工因素和结构自身因素等引起的。以下是沉降的主要原因，地质因素：水工结构工程所处的地质条件复杂，如果地基土质松软、强度不足或存在不均匀性，就会导致地基沉降。施工因素：施工过程中，如果桩基施工不当、模板支撑不足、浇筑速度过快、荷载分布不均等，都会导致结构沉降。结构自身因素：水工结构工程中，如果结构的设计不合理、结构荷载过大或结构自重过重等，都会导致结构沉降。此外，结构的刚度不足、变形过大等因素也会增加沉降的风险。外部因素：外部环境如地震、洪水、风灾等自然灾害会对水工结构工程产生影响，导致结构沉降。

2.4 建材失水收缩

建材失水收缩是指建筑材料由于水分蒸发或干燥而引起的体积减小现象。这种失水收缩现象在水工结构工程中也会导致裂缝的产生。干燥失水：建筑材料在干燥环境下，水分会蒸发并带走大量热量，导致材料收缩。不同材料的干燥失水程度和收缩率也有所不同，如果使用不同材料组合时，就容易产生收缩裂缝。吸湿膨胀：当建筑材料处于潮湿环境时，水分会渗透到材料内部并使其膨胀。如果材料排水不良或含水率过高，就会产生吸湿膨胀现象，从而导致体积变化和裂缝的产生。环境温湿度变化：水工结构工程通常暴露在自然环境中，受到温度、湿度等因素的影响。环境温湿度的变化会导致建筑材料产生热胀冷缩现象，进而引起体积变化和裂缝的产生。材料缺陷：建筑材料本身存在缺陷，如孔隙率过大、含杂质量高、加工不均匀等，也会导致失水收缩和裂缝的产生。

3 水工结构项目裂缝的防治方法

3.1 对施工的原材料进行严格控制

水工结构项目裂缝的防治方法中，对施工的原材料进行严格控制是非常重要的。以下是几个关键措施：（1）优选原材料：选择质量稳定、性能良好的原材料是预防水工结构项目裂缝的基础。对于水泥、砂、石等主要原材料，应采用质量合格、性能稳定的产品。同时，根据设计要求和施工需要，合理选择外加剂和掺合料，以改善混凝土的性能和收缩特性。（2）严格控制砂石质量：砂石是混凝土的主要骨料，其质量直接影响混凝土的强度和收缩性。在采购砂石时，应选择粒径合适、质地均匀、吸水率低的砂石，并避免使用含泥量过高或含有其他有害物质的砂石。同时，对砂石的含水率

进行检测和控制，防止因含水率过高导致混凝土收缩增大。（3）合理调整配合比：配合比是影响混凝土性能的关键因素，也是防止水工结构项目裂缝的重要环节。在设计和施工过程中，应根据结构类型、施工条件、原材料性能等因素，合理调整混凝土的配合比。通过试验和实践经验，选择最佳的配合比方案，以降低混凝土的收缩性和提高其抗裂性能。（4）加强进场检验：对进场的原材料进行严格检验是保证其质量的重要措施。在检验过程中，应对原材料的外观、尺寸、质量等进行检查，并对其各项性能指标进行抽检或试验。对于不合格的原材料，应拒绝使用并予以退回，以确保施工所用原材料的质量符合要求。（5）注重储存和运输：原材料的储存和运输过程中也需要注意防止裂缝的产生。在储存时，应选择合适的场地和方式，避免因储存不当而导致原材料受损或污染。

3.2 对混凝土配比设计进行控制

对混凝土配比设计进行控制是防止水工结构项目裂缝的关键环节。以下是几个关键措施：根据设计要求和施工条件，选择合适的混凝土配比非常重要。要综合考虑混凝土的强度等级、抗渗等级、耐久性等要求，同时也要考虑施工工艺和成本控制等方面的因素。通过计算和试验，确定最佳的配合比方案，以满足各项性能指标的要求^[3]。水灰比是混凝土的重要参数，对混凝土的收缩性和强度有显著影响。水灰比过大，会导致混凝土的收缩性增大，容易出现裂缝；水灰比过小，则会影响混凝土的流动性，难以浇筑和密实。要选择合适的水灰比，并严格控制加水量，以获得最佳的混凝土性能。外加剂和掺合料可以改善混凝土的性能和收缩特性。通过添加减水剂、缓凝剂等外加剂，可以降低混凝土的水灰比，提高其强度和耐久性。同时，添加适量的粉煤灰、矿渣等掺合料可以降低混凝土的收缩值，提高其抗裂性能。但需要注意的是，外加剂和掺合料的添加应适量，并符合规范要求。粗细骨料的级配对混凝土的强度和收缩性也有重要影响。要选择质地均匀、级配合理的粗细骨料，避免使用含泥量过高或含有其他有害物质的骨料。同时，对骨料的粒径也要进行控制，避免因粒径过大而导致混凝土收缩增大。在设计和施工过程中，应加强对混凝土配合比设计的审查。要确保配合比设计符合设计要求和相关规范，同时也要考虑施工工艺和实际施工条件等因素。对于审查中发现的问题，要及时进行调整和改进，以确保混凝土配比设计的合理性和有效性。

3.3 荷载应力防治

荷载应力是导致水工结构项目裂缝的主要因素。为

了防治荷载应力裂缝的产生，可以采取以下措施：第一，合理设计结构：在设计阶段，要对水工结构进行充分的力学分析和计算，确保结构设计合理、安全、经济。要考虑到结构在使用过程中可能承受的各种荷载，包括自重、水压力、土压力、地震力等，并确保结构强度和稳定性满足要求。第二，增强结构刚度：为了防止结构在荷载作用下产生过大的变形和应力，可以采取增强结构的刚度。例如，增加结构的截面尺寸、设置支撑和固定装置等，以增强结构的抗力和稳定性。第三，合理安排施工顺序：在施工过程中，要合理安排各工序的施工顺序，避免因施工不当而产生的附加应力。例如，在浇筑混凝土时，应先浇筑基础和底部结构，再逐渐向上浇筑，以避免因荷载分布不均而产生的应力集中。第四，严格控制施工荷载：在施工过程中，要严格控制施工荷载的大小和分布。要确保施工荷载不超过设计允许的范围，避免因过大的施工荷载导致结构产生过大的应力和变形。第五，加强结构监测和维护：在工程使用过程中，要加强结构监测和维护工作。

3.4 注重后期养护

注重后期养护是防止水工结构项目裂缝的重要措施。(1)及时覆盖保湿：在完成混凝土浇筑后，应及时进行覆盖保湿养护。可以使用塑料薄膜、草席、棉被等材料覆盖混凝土表面，以保持混凝土表面的湿润状态，防止因水分蒸发过快而产生裂缝。(2)控制温度变化：在混凝土浇筑后的初期，温度变化较大，容易产生温度裂缝。应采取控制措施控制温度变化。例如，在混凝土表面喷洒冷水、使用冷却水管等，以降低混凝土表面的温度，避免因温度变化而产生裂缝。(3)定期浇水养护：在混凝土浇筑后的几天内，应定期浇水养护，以保持混凝土表面的湿润状态。浇水次数和时间应根据气候条件和混凝土性能等因素来确定，以确保混凝土养护到位。(4)加强观察和检测：在养护期间，应加强观察和检测工作。要定期检查混凝土表面的情况，及时发现和处理裂缝等质量问题^[4]。也要注意观察环境因素对混凝土的影响，如风力、气温、湿度等，以采取相应的措施进行养护。(5)持续监测和维护：在工程使用过程中，应持续对水工结构进行监测和维护。要定期检查结构的外观、变形、裂缝等情况，及时发现和处理结构问题。同时，

也要注意运营过程中对结构的保护和管理，避免因人为因素导致结构受损。

3.5 对于施工进度把控

对于水工结构项目的施工进度把控是防止裂缝产生的重要环节。合理安排施工计划：在施工前，要根据工程实际情况和设计要求，制定合理的施工计划。要考虑到各种可能影响施工进度的因素，如天气变化、材料供应、人员配备等，并制定相应的应对措施。在施工过程中，要严格控制施工进度，确保施工进度符合计划要求。对于可能影响施工进度的因素，如施工质量、设计变更等，要及时采取措施进行处理，避免因施工进度过快而产生裂缝。要注重施工质量控制，确保施工质量符合要求。要建立健全的施工质量管理体系，加强施工过程中的质量检查和验收工作，及时发现和处理质量问题。要加强管理，确保各项施工活动有序进行。要合理安排施工人员的作业时间，避免因疲劳作业而产生质量问题。同时，也要加强现场材料和设备的管理，确保材料和设备的质量和性能符合要求。在施工过程中，要定期进行进度评估，及时发现和处理施工进度中的问题。要根据评估结果及时调整施工计划和措施，确保施工进度的顺利进行。

结语

简而言之，水工结构工程裂缝防治过程中，应做好前期预防工作。水工结构建设会受很多不稳定因素的影响，所以，水工项目设计中，难免会产生预防缺陷，因此，做好工艺技术的控制工作，尽可能的降低水工结构项目建设和建设受不稳定性因素的制约，合理控制结构项目裂缝产生。

参考文献

- [1]许健民.桥梁工程中混凝土裂缝控制与防止措施研究[J].工程技术研究,2019,4(6):74-75
- [2]齐文军.道路桥梁施工中裂缝的成因与防治措施[J].工程技术研究,2020,5(4):188-189.
- [3]王伟.浅谈水工隧洞施工裂缝预防及加固措施[J].科技创新导报,2019,16(22):23-24.
- [4]唐力.桥梁工程混凝土裂缝的成因及其解决对策分析[J].西部交通科技,2018(3):137-140.