

水利工程大体积砼浇筑裂缝成因及防裂措施探究

李建国

邢台市信都区水务局 河北 邢台 054000

摘要: 水利工程大体积砼浇筑裂缝成因复杂, 主要包括材料配比不当、温度应力过大、养护不足及施工工艺缺陷等。裂缝不仅影响工程美观, 更威胁结构安全。本文深入探究裂缝成因, 提出优化配合比设计、控制温度应力、强化养护管理及改善施工工艺等防裂措施, 旨在提高水利工程大体积砼浇筑质量, 确保工程安全稳定。

关键词: 水利工程; 大体积砼浇筑; 裂缝成因

水利工程建设中, 大体积砼浇筑是不可或缺的环节, 但其裂缝问题却常成为工程质量与安全的隐患。裂缝成因多样, 涉及材料、施工、环境等多方面因素。本文旨在深入探究大体积砼浇筑裂缝的成因, 并探讨有效的防裂措施, 以期为水利工程建设提供理论支持与实践指导, 确保工程质量与安全, 促进水利事业的可持续发展。

1 水利工程大体积砼浇筑的重要性

水利工程大体积砼(混凝土)浇筑是水利建设中的关键环节, 其重要性不言而喻。水利工程, 如水库大坝、水电站、堤防及渠道等, 往往承担着防洪、灌溉、发电、供水等多重功能, 是保障国家经济安全、人民生命财产安全及促进水资源合理利用的重要基础设施。在这些工程的建设过程中, 大体积砼浇筑的质量直接关系到整个工程的安全性、稳定性和耐久性。第一、大体积砼浇筑的质量决定了水利工程的整体强度, 水利工程往往需要承受巨大的水压力、风浪冲击以及温度变化等自然力的作用, 而砼作为工程的主要承载材料, 其强度、抗渗性、抗裂性等性能至关重要。大体积砼浇筑过程中, 需严格控制原材料质量、配合比设计、浇筑工艺及养护措施, 以确保砼的均质性、密实性和强度满足设计要求, 从而保障工程结构的整体安全^[1]。第二、大体积砼浇筑还影响着水利工程的长期稳定性。由于水利工程多处于复杂的地质和水文环境中, 温度变化、湿度变化及地下水作用等因素可能导致砼产生裂缝、变形等问题, 进而影响工程的稳定性和使用寿命。在浇筑过程中需采取有效措施, 如设置温度监测、采取温控措施、优化浇筑方案等, 以减少温度应力、控制裂缝产生, 确保工程在长期运行过程中保持稳定。第三、大体积砼浇筑还关乎水利工程的施工进度和成本控制, 水利工程建设周期长、投资大, 大体积砼浇筑作为施工过程中的重要环节, 其进度和质量直接影响到整个工程的工期和造价。通过科学合理的施工组织设计、先进的施工技术和严格

的质量管理, 可以加快浇筑速度、提高浇筑质量、降低施工成本, 为水利工程的顺利建设提供有力保障。水利工程大体积砼浇筑的重要性不言而喻, 它不仅是保障水利工程安全、稳定、耐用的基础, 也是控制工程进度、降低施工成本的关键。在水利工程建设中, 必须高度重视大体积砼浇筑工作, 确保浇筑质量达到设计要求, 为水利工程的长期安全运行奠定坚实基础。

2 水利工程大体积砼裂缝成因分析

在水利工程建设中, 大体积砼(混凝土)的浇筑与养护是确保工程质量和安全性的关键环节。由于多种因素的影响, 大体积砼在施工过程中往往会出现裂缝问题, 这不仅影响工程的美观性, 更可能对其结构安全和使用寿命造成严重影响。

2.1 材料因素

材料因素是导致水利工程大体积砼裂缝产生的重要原因之一。混凝土是由水泥、水、砂、石骨料等多种原材料按一定比例混合而成, 这些原材料的质量及其配合比直接决定了混凝土的性能。水泥作为混凝土的主要胶凝材料, 其质量对混凝土的性能有着至关重要的影响。如果水泥出厂时强度不足、过期或受潮, 将导致混凝土强度降低, 从而增加开裂的风险, 水泥的安定性也是关键因素, 若水泥中游离的超标氧化钙在凝结过程中水化很慢, 在混凝土硬化后继续起水化作用, 会破坏已硬化的水泥石结构, 降低混凝土的抗拉强度, 进而引发裂缝。砂、石骨料等集料的质量同样重要, 砂石粒径太小、级配不良、孔隙率大, 会导致水泥和拌和水用量增大, 影响混凝土的强度, 并可能使混凝土收缩加大, 增加裂缝产生的可能性。砂石中若含有云母、泥土、有机物、硫酸盐与硫化物等有害物质, 会降低集料与水泥石的粘附性, 进一步影响混凝土的性能。混凝土配合比的设计也是关键因素, 配合比不合理, 如砂率、水灰比等参数控制不当, 会导致混凝土性能下降, 增加裂缝产生

的风险。

2.2 施工因素

施工因素是导致水利工程大体积砼裂缝产生的另一个重要原因。施工过程中的不规范操作、技术失误以及管理不善等都可能引发裂缝问题。混凝土浇筑过程中的振捣不均匀、不密实会导致混凝土内部存在空洞和缝隙，降低混凝土的强度和密实性，从而增加裂缝产生的风险，浇筑速度过快、浇筑层厚度过大等也可能导致混凝土内部温度应力集中，引发裂缝^[2]。混凝土养护工作不到位也是导致裂缝产生的重要原因，养护是混凝土施工过程中的重要环节，它直接关系到混凝土的强度和耐久性。如果养护不及时、不充分或方法不当，会导致混凝土表面水分蒸发过快、内部水化反应不充分等问题，进而引发干缩裂缝或温度裂缝。施工过程中的温度控制也是关键因素，大体积混凝土在浇筑过程中会产生大量的水化热，导致混凝土内部温度升高。如果温度控制不当，会导致混凝土内外部温差过大，产生温度应力，进而引发裂缝。

2.3 环境因素

环境因素也是导致水利工程大体积砼裂缝产生的重要原因之一。环境因素主要包括温度、湿度、风速等自然因素以及地基条件等地质因素。温度是影响混凝土裂缝产生的主要因素之一，在高温环境下，混凝土表面水分蒸发过快，容易导致干缩裂缝的产生。混凝土内部由于水化反应产生的热量难以散发，会导致内部温度升高，产生温度应力，进而引发裂缝。在低温环境下，混凝土表面容易受冷收缩，而内部由于温度较高仍处于膨胀状态，这种内外温差也会导致裂缝的产生。湿度对混凝土裂缝的产生也有重要影响，在潮湿环境下，如果钢筋质量较差或保护层厚度不够，钢筋容易发生氧化腐蚀，进而对周围混凝土产生膨胀应力，导致裂缝的产生，湿度变化还会引起混凝土体积的变化，增加裂缝产生的风险。地基条件等地质因素也可能导致混凝土裂缝的产生，如果地基承载力不足或存在不均匀沉降等问题，会导致混凝土结构受到额外的应力作用，进而引发裂缝。

3 水利工程大体积砼浇筑裂缝类型

水利工程大体积砼浇筑过程中，由于材料特性、施工工艺、环境条件等多种因素的综合作用，常常会出现不同类型的裂缝。这些裂缝不仅影响工程的美观性，更可能对其结构安全和使用寿命构成潜在威胁。常见的水利工程大体积砼浇筑裂缝类型主要包括以下几种；（1）温度裂缝：大体积砼在浇筑过程中，由于水泥水化反应

产生大量热量，导致砼内部温度急剧升高，而外部散热相对较慢，形成内外温差。这种温差产生的温度应力，当超过砼的抗拉强度时，就会在砼表面或内部产生裂缝，称为温度裂缝。温度裂缝多出现在砼结构的薄弱部位或应力集中区域，其形态多呈平行状或网状^[3]。（2）干缩裂缝：在砼浇筑后，随着水分的蒸发，砼体积会逐渐缩小，即发生干缩。如果砼表面水分蒸发过快，而内部水分蒸发相对较慢，就会在砼表面产生较大的拉应力，当拉应力超过砼的抗拉强度时，就会在表面产生裂缝，称为干缩裂缝。干缩裂缝多出现在砼表面，且裂缝宽度较细，长度和深度不一。（3）沉陷裂缝：沉陷裂缝主要是由于地基不均匀沉降或砼结构自身重量引起的。当地基承载力不足或存在软弱土层时，砼结构在自身重力作用下会发生沉降，导致结构内部产生应力集中，进而引发裂缝。此外，砼浇筑过程中模板支撑不牢固、振捣不均匀等施工因素也可能导致沉陷裂缝的产生。沉陷裂缝多呈贯穿性或深进性，对砼结构的整体性和稳定性影响较大。（4）塑性裂缝：塑性裂缝通常发生在砼浇筑后尚未硬化的阶段，由于砼表面失水过快或受到风吹日晒等环境因素的作用，导致砼表面产生塑性收缩，进而引发裂缝。塑性裂缝多出现在砼表面，裂缝较浅且宽度较细，但数量较多，对砼的耐久性有一定影响。（5）化学裂缝：在某些特殊情况下，如砼中掺入了某些化学物质或使用了不合格的原材料，可能会引发化学反应导致裂缝的产生。例如，碱骨料反应、钢筋锈蚀膨胀等都可能引发化学裂缝。这类裂缝往往具有隐蔽性和复杂性，对砼结构的危害较大。

4 水利工程大体积砼浇筑防裂措施

在水利工程中，大体积砼浇筑的防裂工作是确保工程质量和安全性的重要环节。针对大体积砼裂缝的成因，采取科学合理的防裂措施至关重要。

4.1 优化砼配合比设计

砼配合比设计是预防裂缝产生的第一步，也是最为关键的一步。合理的配合比设计能够显著提高砼的性能，降低裂缝产生的风险。选择合适的水泥品种；根据工程要求和施工条件，选择低水化热、强度等级适宜的水泥品种，以减少水泥水化热对砼内部温度的影响。合理控制水灰比；水灰比是决定砼强度和密实性的重要因素。在保证砼和易性的前提下，应尽可能降低水灰比，以减少砼的干缩和收缩变形。优化骨料级配；采用连续级配的骨料，减少骨料间的空隙率，提高砼的密实度和强度，应严格控制骨料的含泥量和杂质含量，以保证砼的质量。添加外加剂；适量添加缓凝剂、减水剂等外加

剂,可以改善砼的和易性、降低水灰比、延缓水化热峰值时间,从而有效减少裂缝的产生。

4.2 控制温度应力

在水利工程大体积砼浇筑过程中,温度应力是导致裂缝形成的主要因素之一,其影响不可忽视。高温季节施工时,砼内部因水泥水化反应释放的大量热量,若得不到有效散发,将引起砼内部温度急剧上升,而外部因环境散热相对较慢,导致内外温差显著,进而产生温度应力。当这种应力超过砼的抗拉强度时,裂缝便应运而生。为有效控制温度应力,需从多个环节入手。首先,在砼拌合阶段,采用冷水拌合可显著降低砼的初始温度;施工现场搭建遮阳棚,减少太阳直射对砼表面的加热效应。其次,利用冷却水管技术,在砼内部预先埋设循环水管,通过不断注入冷水的方式,有效降低砼内部温度,缩小内外温差,从而减轻温度应力的影响。最后,在砼浇筑完成后,立即进行科学的保温养护,减缓砼表面温度的散失速度,保持砼内外温度的均衡状态,进一步降低温度应力产生的风险。这些措施的综合运用,对于预防大体积砼裂缝具有至关重要的作用^[4]。

4.3 加强砼的养护管理

养护是砼施工过程中不可或缺的一环,对预防裂缝产生具有重要意义。在砼浇筑完成后,应及时覆盖保湿材料,如塑料薄膜、草帘等,以保持砼表面的湿润状态,防止水分过快蒸发导致干缩裂缝的产生。根据砼的配合比、环境温度和湿度等因素,合理确定养护时间。一般情况下,大体积砼的养护时间不应少于14天。在砼内部埋设温度传感器,实时监测砼内部温度的变化情况,以便及时调整养护措施,确保砼内部温度处于合理范围内。

4.4 改善施工工艺

施工工艺的改善对于预防裂缝产生同样具有重要作用。(1)优化浇筑方案:根据工程实际情况,制定合理的浇筑方案,采用分层浇筑、分段施工等方法,减小砼的浇筑厚度和长度,降低温度应力和收缩应力的产生。(2)加强振捣作业:在砼浇筑过程中,应加强振捣作业,确保砼内部的气泡和多余水分排出,提高砼的密实

度和强度。同时应避免过振和漏振现象的发生。(3)合理设置施工缝:在砼浇筑过程中,应根据工程需要合理设置施工缝,并在施工缝处采取必要的加强措施,以提高砼的整体性和稳定性。

4.5 加强施工过程管理

施工过程管理是预防裂缝产生的最后一道防线。通过加强施工过程管理,可以及时发现并纠正施工中的不规范行为,确保施工质量。第一、建立质量管理体系:建立健全的质量管理体系,明确各级管理人员的职责和权限,确保施工过程中的每一个环节都符合质量要求^[5]。第二、加强现场监督:加强对施工现场的监督和检查力度,及时发现并纠正施工中的不规范行为和质量问题。应加强对施工人员的教育和培训力度,提高他们的质量意识和操作技能。第三、完善验收制度:建立完善的验收制度,对每一道工序都进行严格的验收和检查。对于不符合质量要求的工序和部位,应及时进行整改和处理,确保整个工程的质量和安

结束语

综上所述,水利工程大体积砼浇筑裂缝的防控是保障工程质量与安全的关键环节。通过科学分析裂缝成因,采取针对性防裂措施,可有效减少裂缝产生,提升工程整体性能。未来,随着技术不断进步,防裂措施将更加完善,为水利工程建设提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]王刘永.水利水电大体积混凝土浇筑裂缝成因及防裂策略[J].建设与施工,2019,37(2):46-47.
- [2]王振芬,蔺宏岩,孔凡丹.东北寒区热电厂房冬季混凝土施工防裂措施研究[J].黑龙江科学,2019,04(10):76-77.
- [3]翟占英,宋学博,邢鑫.高寒地区混凝土坝温控防裂施工技术及其工程应用[J].中国水能及电气化,2019,06(171):12-16.
- [4]易善敏.水利工程中混凝土检测试验与质量控制措施[J].水利技术监督,2019(02):9-10+39.
- [5]徐嵩.试析混凝土施工技术在水利水电施工中的应用[J].科学技术创新,2019(07):91-92.