

水利工程中混凝土裂缝的防治施工技术

张 文

新疆裕强建筑安装有限责任公司，新疆 图木舒克 843900

[摘要] 混凝土在水利工程里属于主要的建筑材料，它的结构性能以及耐久性跟工程的安全性和稳定性有着直接的关联。不过，混凝土于浇筑之时、在养护期间还有处于使用的过程中，特别容易出现各式各样的裂缝，这对工程质量造成了极为严重的影响。针对水利工程当中混凝土裂缝的类型来展开相应的分析，具体讲述干缩裂缝、沉陷裂缝以及温度裂缝各自的形成机理还有表现出来的特征，并且从设计技术以及施工技术这两个不同的方面去系统地探讨防治裂缝的相关措施。借助对混凝土配合比加以优化、开展合理的结构设计、进行温控方面的分析、设置施工缝、把控材料的质量以及改进浇筑与养护的工艺等一系列手段，切实有效地降低裂缝出现的几率，提升水工建筑物的整体质量以及延长其使用寿命。

[关键词] 水利工程；混凝土施工；裂缝防治

DOI: 10.33142/hst.v8i5.16487

中图分类号: TV544

文献标识码: A

Construction Technology for Preventing and Controlling Concrete Cracks in Hydraulic Engineering

ZHANG Wen

Xinjiang Yuqiang Construction and Installation Co., Ltd., Tumushuke, Xinjiang, 843900, China

Abstract: Concrete is a major building material in hydraulic engineering, and its structural performance and durability are directly related to the safety and stability of the project. However, concrete is particularly prone to various types of cracks during pouring, curing, and use, which have a serious impact on the quality of the project. Conduct corresponding analysis on the types of concrete cracks in hydraulic engineering, specifically describing the formation mechanisms and characteristics of shrinkage cracks, settlement cracks, and temperature cracks, and systematically exploring relevant measures for crack prevention and control from two different aspects: design technology and construction technology. By optimizing the concrete mix proportion, conducting reasonable structural design, analyzing temperature control, setting construction joints, controlling material quality, and improving pouring and curing processes, a series of measures can be taken to effectively reduce the probability of cracks, improve the overall quality of hydraulic structures, and extend their service life.

Keywords: water conservancy engineering; concrete construction; crack prevention and control

引言

随着我国基础设施建设不断推进，水利工程在防洪、供水以及灌溉等方面的作用愈发关键。混凝土凭借其良好的力学性能和出色的耐久性，在水工建筑当中得到了广泛应用。然而在实际工程实施过程中，各类裂缝频频出现，这已然成为影响工程质量以及结构安全的重要问题。特别是在大型水利枢纽里，裂缝问题表现得格外突出。裂缝不但会损害结构的外观和功能，而且在情况严重的时候，还极有可能危及工程的长期安全与稳定。所以全面且系统地去研究裂缝产生的原因以及防治的相关技术，并且将设计阶段与施工阶段的控制手段相结合，进而制定出行之有效的裂缝防治施工技术，这对于提高水利工程质量、延长其使用寿命而言，有着极为重要的现实意义。根据水利工程的实际状况，从裂缝类型方面着手，深入探讨在设计以及施工层面上的综合防治策略，以此给工程实践给予理论方面的依据以及技术层面的支持。

1 混凝土常见裂缝类型

1.1 干缩裂缝

干缩裂缝属于水利工程混凝土里极为常见的一种裂

缝类型，其主要是因混凝土在硬化之后出现失水收缩的情况而引发的。因为水泥水化反应以及环境蒸发等诸多因素的作用，混凝土当中的自由水会慢慢变少，进而致使体积产生收缩现象。要是这种收缩受到了来自外部或者内部的约束，那么就会产生拉应力，而当拉应力超出混凝土的抗拉强度的时候，裂缝便形成了。干缩裂缝大多会出现在结构的表层位置，呈现出龟裂的状态或者呈现出平行排列的样子，其长度与宽度各不相同。影响干缩裂缝形成的因素包含水胶比过大的情况、外加剂使用得不恰当、环境湿度偏低以及养护措施落实不到位等等。在水利工程当中，干缩裂缝常常出现在大体积混凝土以及薄壁构件上，要是不及时对其进行处理，就容易使得水渗透进去并且造成钢筋发生锈蚀，从而对结构的耐久性产生影响。

1.2 塑性收缩裂缝

塑性收缩裂缝，也被称为塑性裂缝，是在混凝土塑性状态下出现的一种裂缝。这种裂缝主要是由于混凝土在塑性阶段失水过快导致的，其形状通常不规则，且深度较浅。塑性收缩裂缝的主要原因是混凝土表面的水分蒸发速度超过内部水分的迁移速度，导致混凝土表面过早干燥。这

种快速的干燥引起混凝土表面的收缩,而在混凝土内部,由于还处在塑性状态,约束力较小,从而导致裂缝的形成。此外,一些外部因素如高温、大风、低湿度等环境条件也会加速混凝土表面的水分蒸发,增加塑性收缩裂缝的风险。

1.3 沉陷裂缝

沉陷裂缝一般是在混凝土初凝前后出现的,这是因为在混凝土自身重量的作用下或者因为材料发生离析,使得竖向变形出现不均的情况,进而引发了一种结构性裂缝。在混凝土浇筑期间,粗骨料会出现沉降的情况,浆体则会上浮,钢筋也会对沉降起到阻滞作用,这些现象普遍存在。要是局部的混凝土发生了下沉,而周围的混凝土却被限制住了不能沉降,那么在它们的界面处就会产生拉应力,最终形成裂缝。沉陷裂缝大多呈现出竖向的分布特点,常常会出现在钢筋的上缘或者是结构发生变化的部位,比如柱子和板交接的地方、墙体的下部等等。它的形成往往和混凝土拌合物的稠度不够、施工时振捣不均匀、钢筋布置得过于密集等诸多因素有着紧密的关联。这类裂缝不但会影响结构的美观程度,还很有可能破坏钢筋保护层,使得耐久性降低,甚至还会引发渗漏的情况出现。

1.4 温度裂缝

温度裂缝是因为混凝土内部或者外部温度出现变化,进而产生体积变形而形成的裂缝。在水利工程当中,大体积混凝土由于水化热聚集,使得内部温度有所升高,而表层在经过冷却之后会迅速收缩,这样的内外温差所引发的温度梯度恰恰是裂缝产生的根本原因所在。除此之外,昼夜温差、季节变换等自然环境方面出现的变化同样有可能诱发温度裂缝。这类裂缝一般比较深,走向也比较规则,大多容易出现在表面以及结构交界的地方。它的危害在于可能会形成贯穿性的裂缝,从而造成渗水、冻融破坏等一系列的问题。要控制温度裂缝,就需要从材料的选择、混凝土浇筑的方式、保温保湿等多个方面来综合进行考量,并且还要配合必要的温度监测系统。

2 水利工程中混凝土裂缝防治的设计技术措施

2.1 优化混凝土配合比设计

配合比设计作为混凝土性能控制的关键环节,对混凝土的工作性、强度以及耐久性有着直接的影响,进而对其裂缝敏感性起到决定作用。要防止裂缝出现,在设计阶段得严格把控水胶比,挑选水化热相对较低的硅酸盐水泥或者矿渣水泥,并且合理地掺入粉煤灰、矿粉、硅灰等矿物掺合料,以此来减少水泥的使用量,减缓并减少水化热的释放速率与总量,进而有效地控制因温度上升而产生的体积变形,降低出现温度裂缝的风险。需选用高效减水剂来提升混凝土的流动性,防止为了改善工作性而增加用水量,避免过高的含水量引发干缩裂缝。在骨料方面,要确保其级配连贯、粒径适宜且分布均匀,如此既能提高混凝土的密实程度,又能有效遏制沉降以及离析现象的发生,减少沉陷裂缝形成的可能。若要增强整体的稳定性,必要时可

考虑加入纤维材料,像聚丙烯纤维或者钢纤维,以此提高混凝土的抗裂性能以及韧性。

2.2 结构设计合理性控制

合理的结构设计乃是控制裂缝的前提所在,它在保证混凝土结构具备安全性以及耐久性之余,还是削减裂缝出现的关键举措。于设计环节,得全方位剖析结构的受力特性以及变形约束状况,防止出现刚度突然发生变化、截面急剧改变、连接薄弱等有可能引发应力集中并且促使裂缝扩展的敏感部位。在大体积混凝土结构当中,应当科学地去设置后浇带、施工缝还有伸缩缝等关键构造办法,借此有效释放水化热在发展进程里所产生的内部温度应力,合理地将因收缩变形所带来的应力集中予以分散,进而在一定程度上降低结构由于拘束不均而形成裂缝的风险。就钢筋布置来讲,要遵循相关规范的要求,务必要确保配筋是均匀且合理的,在应力集中区域以及转角、开孔等薄弱部位更要强化构造配筋,以此提高结构抵御裂缝的能力。对于荷载相对较大或者对温差较为敏感的特殊受力部位,可以考虑引入纤维增强混凝土或者采用预应力技术,提前施加预应力来抵消部分由外荷载或者收缩所引起的拉应力,进一步提升混凝土抗裂的性能。与此在结构设计里还需结合工程所处的地理气候条件,综合考量施工以及服役阶段可能会经历的环境温度波动以及湿度变化,针对潜在的热胀冷缩效应制定出具有针对性的设计策略,增强结构的变形协调性以及适应能力,从而在整个生命周期里有效地对裂缝的发生与扩展加以预控。

2.3 温度应力分析与控制设计

在开展大体积混凝土结构的设计工作时,对温度应力加以控制无疑属于其中极为关键的一项内容。应当借助有限元数值分析手段或者专用的计算机软件来对混凝土在浇筑阶段、硬化阶段以及冷却阶段之中的温度分布状况予以模拟,进而预测出可能出现的最大温差及其所在的具体位置,同时评估一下裂缝有可能产生的那些风险区域。在设计环节当中,需采用分层分区的浇筑策略,要合理地去安排浇筑的先后顺序以及施工的整体进度,务必要避免出现局部温度过高的情况或者是降温速度过快的现象。对于那些对温度比较敏感的部位,应当采取使用保温材料进行包裹或者采用覆盖养护等这类方式来对散热的速度加以控制。除此之外,还应当精心设计一套合理的温度监测系统,在适当的位置布设温度计,以便能够实时且精准地跟踪混凝土内部以及表层温度的变化情况,从而切实保障各项控制措施能够在恰当的时机发挥出应有的效力。

2.4 伸缩缝与施工缝的设置技术

伸缩缝以及施工缝的科学设置,乃是应对结构变形以及施工工艺方面需求的一项十分重要的手段。伸缩缝能够释放混凝土因为温度出现变化或者发生收缩而产生的内应力,以此来防止由于约束过大的情况引发裂缝产生。其具体位置应当依据结构的形式、尺寸还有变形规律来合理

地予以布置,而且缝宽得要满足变形的要求,并且还应当设有止水结构,从而防止出现渗漏的情况。施工缝就需要结合浇筑计划来统一做出安排,应选择在应力比较小,并且方便施工的位置,像是梁的中部、墙体高度的 1/3 处等等地方。对于缝面的处理,务必要确保其粗糙,并且要将其清理得干干净净,这样才能保证新旧混凝土能够很好地结合起来。合理地去控制缝间距以及缝处理的质量,这是确保混凝土结构具备整体性以及取得良好的裂缝控制效果最为关键的因素所在。

3 混凝土裂缝防治的施工技术措施

3.1 材料质量控制

材料对于混凝土质量而言,是其源头方面的有力保障,而对材料质量加以控制,则构成了防裂工作得以开展的基础。在具体操作中,要选用那些符合国家标准规定的水泥,切忌使用出现初凝情况、已经受潮或者已然过期的水泥。就骨料来讲,它必须要保持洁净的状态,级配方面也要良好,并且不能存在有害杂质,如此才能有效防止反应性裂缝的产生。像粉煤灰、硅灰这类掺合料,其来源应当保持稳定,同时掺量也要控制得当^[1]。外加剂得具备良好的相容性以及稳定性,务必要严格防范因反应出现异常而导致早期裂缝的情况发生。与此在整个施工进程当中,需要强化对材料进场时的验收工作,还要加强批次管理,建立起一套质量追踪的相关制度,以此来保证混凝土拌和物性能的前后一致性以及稳定性,从而为整体的防裂工作筑牢稳固的基础。

3.2 混凝土浇筑与养护工艺

3.2.1 分层分段浇筑技术

分层分段浇筑这种方法,在控制大体积混凝土内部温度梯度方面,同时在降低出现沉降裂缝的风险上,都属于十分重要的手段。在浇筑的过程当中,要依据结构的具体形状、所占体积以及施工时所采用的工艺等情况,来合理地去划分每一层的厚度以及各个段落。一般而言,每一层的厚度是不能超过 50 厘米的,并且还要采用像“斜面推进”或者“对称分层”这样的施工顺序,通过这样的方式能够减少冷缝的产生,也能防止混凝土出现离析的情况^[2]。对于那些需要连续浇筑的段落来讲,施工的时候必须要保证其连续性,并且要对时间间隔加以控制,避免因间歇的时间过长,进而形成那种较为薄弱的结合面。要合理地去使用插入式振捣器,以此来确保混凝土的密实度,防范由于振捣不够充分而导致出现蜂窝麻面以及后期裂缝进一步发展的状况。

3.2.2 控温保湿养护技术

养护工艺和混凝土的水化进程以及表面干燥速度有着直接的关联,它是防止出现塑性收缩以及干缩裂缝的一

项关键举措。在混凝土施工初期,应当立刻用塑料薄膜、草袋或者麻布将其覆盖起来,同时要让其一直处于湿润的状态,以此来避免水分蒸发得过快。针对混凝土的暴露面,可以采用喷洒养护剂或者是淋水养护等办法,以此来持续给它降温,进而对干缩速率加以控制。对于那种体积比较大的混凝土而言,其养护周期至少得有 14 天,并且需要采用将控温与控湿相结合的方式来进行养护^[3]。当所处环境的温度变化比较剧烈的时候,可以搭建起临时的遮阳以及挡风设施,通过这种方式来减小外部的不利因素所带来的影响,进而维持混凝土水化环境的稳定状态,如此便能够有效地对裂缝的发展起到抑制作用。

3.3 施工缝处理与裂缝预控措施

施工缝处理不妥当往往是致使混凝土出现开裂以及渗漏情况的常见原因,所以对于施工缝的预控以及处理务必要给予高度的重视。要先合理地去设置施工缝所在的位置,尽量避开结构应力相对集中之处,同时还得提前着手制定针对缝面的处理方案。在混凝土刚刚完成初凝之后,要及时对缝面进行凿毛方面的处理,并且要将浮浆以及杂物彻底清除干净,以此来保证新旧混凝土能够很好地实现结合。在浇筑操作开始之前,需要再次把缝面给润湿一番,倘若有必要的话,还可以涂刷界面剂,进而提升其黏结方面的性能。为了防止施工缝变成裂缝的起点,还应当在该处设置构造钢筋,以此来强化局部区域的抗裂性能。

4 结语

混凝土裂缝属于水利工程施工以及运营阶段需着重去防控的一个问题,其形成原理较为复杂,且影响因素颇多。对于干缩裂缝、沉降裂缝、温度裂缝等常见的裂缝类型展开细致剖析,同时联合设计阶段以及施工阶段的各项防控技术手段,便能够从根源处降低裂缝出现的概率,提高混凝土结构整体的性能以及耐久性。水利工程项目在实施进程当中应当强化质量控制方面的理念,重视全过程裂缝控制体系的构建工作,达成从设计环节、材料选取环节、施工环节一直到养护环节的协同优化效果,以此来确保水工结构能够安全地运行并且具备长期的服役能力。

【参考文献】

- [1]黄峰.水利工程施工中混凝土裂缝控制技术研究[J].水上安全,2025(1):124-126.
 - [2]王立群.水利工程施工中混凝土裂缝的防治措施[J].水上安全,2024(14):196-198.
 - [3]杨军.水利工程施工中混凝土裂缝防治策略探讨[J].大众标准化,2023(23):34-36.
- 作者简介:张文(1982.6—),大专毕业,研究方向:水利工程施工管理,当前就单位名称:新疆裕强建筑安装有限责任公司,职称:工程师。