

水利施工中水闸闸墩裂缝产生与预防

王大伟

陕西水利水电工程集团有限公司 陕西 西安 710018

摘要: 本文聚焦水利施工中水闸闸墩裂缝问题, 阐述常见裂缝类型, 包括温度、干缩、荷载及其他类型裂缝, 分析材料、施工、环境等因素致裂原因。提出预防措施, 涵盖合理选材与配合比、温度控制、加强施工养护管理及优化结构设计。结合工程案例, 剖析裂缝成因, 介绍处理措施及效果, 为水闸闸墩裂缝防治提供参考, 保障水闸安全运行。

关键词: 水利施工; 水闸闸墩; 裂缝产生; 预防措施

1 水闸闸墩裂缝的常见类型

1.1 温度裂缝

温度裂缝是水闸闸墩裂缝中较为常见且危害较大的一种类型。水闸闸墩往往体积庞大, 在混凝土浇筑作业时, 水泥水化反应会释放出大量的热量, 致使混凝土内部温度在短时间内急剧攀升。然而混凝土表面与外界环境直接接触, 散热速度相对较快, 而内部热量积聚难以迅速散发, 这就使得混凝土内部和表面之间形成了较大的温度梯度。当这种因温度差异产生的应力超出混凝土自身的抗拉强度时, 混凝土表面或内部便会不可避免地出现裂缝。温度裂缝通常具有明显的规律性, 多出现在闸墩的表面位置。其裂缝走向与温度梯度方向紧密相关, 一般呈纵向或者横向分布。特别是在夏季高温季节进行闸墩浇筑时, 由于外界环境温度居高不下, 混凝土内外温差进一步增大, 温度应力也随之加剧, 这种情况下闸墩产生温度裂缝的概率会显著提高。

1.2 干缩裂缝

干缩裂缝是由于混凝土在硬化这一复杂过程中, 内部水分持续不断地蒸发, 进而导致混凝土体积发生收缩而产生的裂缝。在混凝土收缩过程中, 如果受到周边结构的约束, 无法自由收缩, 就会在混凝土内部产生拉应力。一旦这种拉应力超过混凝土所能承受的抗拉强度, 干缩裂缝便会应运而生^[1]。干缩裂缝一般较为细小, 多呈现在闸墩的表面。其裂缝走向毫无规则可言, 分布也较为分散。在干燥的气候条件下, 混凝土中的水分蒸发速度大幅加快, 干缩现象更为明显, 干缩裂缝也就更容易产生。除此之外, 混凝土的配合比是否合理、养护条件是否适宜等因素, 也会对于干缩裂缝的产生起到重要的影响作用。

1.3 荷载裂缝

荷载裂缝是由于水闸闸墩在长期承受水压力、自重

等各类荷载的共同作用下, 当所承受的应力超过混凝土自身的抗拉强度时所产生的裂缝。荷载裂缝的走向与荷载的作用方向紧密相连, 一般呈现出纵向或者斜向分布的特征。在水闸的实际运行过程中, 水位并非一成不变, 而是会随着季节、降雨等因素发生较大幅度的变化。当水位出现大幅升降时, 闸墩所承受的水压力也会相应地产生显著变化。一旦水压力超过闸墩设计时所考虑的承载能力, 就极有可能在闸墩上引发荷载裂缝。闸墩的基础如果存在不均匀沉降的情况, 会导致闸墩各部分受力不均衡, 从而产生附加应力。这种附加应力长期作用下来, 同样会使闸墩出现荷载裂缝, 严重影响水闸的安全运行。

1.4 其他类型裂缝

除了上述三种较为常见的裂缝类型外, 水闸闸墩还可能出现一些其他类型的裂缝。施工缝是在混凝土浇筑过程中, 由于施工工艺、施工进度等实际需求而设置的临时接缝。如果施工缝处理不到位, 像接缝处没有清理干净, 存在杂物、浮浆等, 或者未按照要求涂刷界面剂, 就会导致新旧混凝土之间无法实现良好的粘结。在后续承受荷载时, 施工缝处就容易成为薄弱环节, 进而产生裂缝。混凝土碳化是指空气中的二氧化碳与混凝土中的氢氧化钙发生化学反应, 生成碳酸钙和水, 这一过程会使混凝土的碱性逐渐降低。当混凝土碱性不足时, 钢筋表面的钝化膜会被破坏, 钢筋锈蚀速度加快。钢筋锈蚀后体积膨胀, 会对周围的混凝土产生挤压作用, 最终导致混凝土开裂, 影响闸墩的结构安全和使用寿命。

2 水闸闸墩裂缝产生的原因分析

2.1 材料因素

材料因素是导致水闸闸墩裂缝产生的重要原因之一, 在闸墩建设与使用过程中不容忽视。水泥作为混凝土的关键组成材料, 其品种和质量对混凝土裂缝的产生

有着较大影响。当这种应力超过混凝土的抗拉强度时,就容易导致温度裂缝的产生。骨料的质量和级配同样关键,若骨料中含泥量过高,泥土会阻碍骨料与水泥之间的粘结,降低混凝土的强度;级配不良则会使骨料间空隙增大,影响混凝土的密实性,进而降低其抗裂性能。外加剂的使用若不当也会引发问题,如减水剂用量过大,会使混凝土拌合物的离析和泌水现象加重,水分在混凝土表面聚集蒸发后,就会增加混凝土的收缩裂缝出现的几率。

2.2 施工因素

施工因素在水闸闸墩裂缝产生过程中起着关键作用,每一个施工环节都可能影响闸墩的质量。在混凝土浇筑过程中,振捣是至关重要的步骤。如果振捣不密实,混凝土内部就会存在空隙,这些缺陷会大大降低混凝土的强度和抗裂性能,使得闸墩在受力时容易产生裂缝^[2]。浇筑速度过快也是一大隐患,这会导致混凝土内部温度升高过快,温度应力急剧增大,增加温度裂缝产生的风险。混凝土的养护是保证其质量的重要环节,若养护不当,如养护时间不足,混凝土未能充分水化硬化;养护温度和湿度控制不好,会使混凝土表面水分蒸发过快,从而产生干缩裂缝。施工缝的处理同样不容小觑,如果施工缝凿毛不彻底、清理不干净,新旧混凝土之间就无法良好粘结,在荷载作用下,施工缝处就容易产生裂缝,影响闸墩的整体性。

2.3 环境因素

环境因素对水闸闸墩裂缝的产生有着不可忽视的影响,不同环境条件会给闸墩带来不同的挑战。温度变化是导致温度裂缝产生的主要环境因素,在昼夜温差大或季节温差大的地区,闸墩混凝土会随着温度的升降而膨胀和收缩。由于混凝土的热胀冷缩性质,这种反复的温度变化会在混凝土内部产生较大的温度应力,当应力超过混凝土的承受能力时,就会引发裂缝。湿度变化会影响混凝土的干缩性能,在干燥的环境中,混凝土水分蒸发速度快,干缩现象明显,干缩裂缝更容易产生。地基的不均匀沉降也是重要的环境因素之一,如果水闸所在地区的地基土质不均匀,或者地下水位变化较大,会导致闸墩基础不均匀沉降,从而在闸墩上产生附加应力,引发裂缝。水闸周边的水流冲刷和侵蚀也会对闸墩造成损害,长期的水流作用可能会使闸墩表面混凝土剥落,削弱闸墩的强度,进而引发裂缝。

3 水闸闸墩裂缝的预防措施

3.1 合理选择原材料与配合比

合理选择原材料是预防水闸闸墩裂缝产生的坚实基

础。水泥作为混凝土的关键胶凝材料,其性能对裂缝产生影响巨大。应优先选择水化热较低的水泥,像矿渣水泥、粉煤灰水泥等。这类水泥在水化过程中释放的热量相对较少,能有效降低混凝土内部的温度应力,减少因温度变化导致的裂缝风险。骨料方面,要挑选质地坚硬、级配良好的材料。质地坚硬的骨料能增强混凝土的抗压强度,而良好的级配可使骨料间空隙最小化,提高混凝土的密实性。同时严格控制骨料的含泥量,过多的泥分会影响骨料与水泥的粘结,降低混凝土强度和抗裂性能。外加剂的选择需依据混凝土的性能要求和使用环境。合理使用减水剂可减少混凝土用水量,提高流动性;缓凝剂能延长混凝土的凝结时间,便于施工操作。在确定混凝土配合比时,要进行优化设计。通过大量试验确定最佳的水灰比、砂率等参数,在满足混凝土强度要求的前提下,尽可能减少水泥用量。因为水泥用量过多会增大水化热和干缩变形,增加裂缝产生的可能性。

3.2 温度控制措施

温度控制是预防温度裂缝产生的关键所在。在混凝土浇筑过程中,采用分层分段浇筑的方法至关重要。控制每层混凝土的浇筑厚度和浇筑时间,能让混凝土内部的热量及时散发出去。若一次性浇筑过厚,热量积聚难以散发,会使内外温差过大,产生温度应力。对于大体积混凝土闸墩,可在其内部埋设冷却水管。通过循环冷却水,能快速带走混凝土内部的热量,有效降低内部温度,减少温度裂缝的产生。在夏季高温季节施工时,要采取遮阳、降温等措施^[3]。比如在混凝土搅拌场地搭建遮阳棚,对骨料进行喷水降温,降低混凝土的入模温度,防止因入模温度过高导致内部温度急剧上升。冬季低温季节施工时,保温措施必不可少。可采用覆盖保温材料、搭建暖棚等方式,防止混凝土受冻。同时严格控制混凝土的内外温差,避免因温差过大产生过大的温度应力,从而有效预防温度裂缝的出现,保障闸墩的结构安全。

3.3 加强施工与养护管理

加强施工管理是预防闸墩裂缝产生的重要环节。在混凝土浇筑过程中,必须严格按照施工规范进行操作。确保混凝土振捣密实是关键,若出现漏振,混凝土内部会存在孔洞和缝隙,降低强度和密实性;过振则可能导致混凝土离析,同样影响质量。因此,要控制好振捣的时间和频率。控制好混凝土的浇筑速度,浇筑速度过快会使混凝土内部温度升高过快,增加温度裂缝产生的风险。施工缝的处理也不容忽视,应严格按照要求进行。凿毛要彻底,使新旧混凝土接触面粗糙,增加粘结力;

清理要干净,去除杂物和浮浆;并涂刷界面剂,保证新旧混凝土能够良好粘结,避免因施工缝处理不当产生裂缝。混凝土养护是保证混凝土质量的重要措施。应根据不同的环境条件和混凝土性能要求,制定合理的养护方案。一般情况下,混凝土浇筑完成后应及时进行覆盖保湿养护,养护时间不少于14天。在养护过程中,要控制好养护温度和湿度,避免混凝土表面水分蒸发过快,导致干缩裂缝的产生。

3.4 优化结构设计

优化结构设计可以从根本上提高水闸闸墩的抗裂性能。在设计闸墩结构时,合理确定闸墩的尺寸和形状是首要任务。要避免出现应力集中现象,因为应力集中部位容易产生裂缝。例如,在闸墩的转角处可采用圆角过渡,减少应力集中。对于大体积混凝土闸墩,设置温度伸缩缝是有效措施。将闸墩分成若干小块,能减小温度应力对闸墩的影响,降低温度裂缝产生的可能性。在闸墩中合理配置钢筋也至关重要。钢筋可以提高混凝土的抗拉强度,当混凝土受到拉力作用时,钢筋能承担部分拉力,增强闸墩的抗裂能力。应充分考虑地基的不均匀沉降对闸墩的影响。地基不均匀沉降会使闸墩产生附加应力,增加裂缝产生的风险。因此,要采取相应的地基处理措施,如采用桩基础、换填地基等,提高地基的承载能力和稳定性,减少闸墩的附加应力,从而有效预防闸墩裂缝的产生,确保水闸闸墩的长期安全运行。

4 工程案例分

4.1 案例概况

某水闸工程位于河流中游,闸墩为钢筋混凝土结构,设计洪水标准为50年一遇。该水闸建成投入运行后不久,发现部分闸墩出现了裂缝。裂缝主要集中在闸墩的中上部,裂缝宽度在0.1-0.3mm之间,长度不等,部分裂缝贯穿闸墩厚度。裂缝的出现对水闸的安全运行造成了潜在威胁,需要进行及时处理。

4.2 裂缝原因分析

通过对该水闸工程的调查和分析,认为闸墩裂缝产生的原因主要有以下几个方面。在材料方面,水泥采用早强水泥,水化热较高,且骨料含泥量超标,导致混凝土强度降低,抗裂性能变差。施工方面,混凝土浇筑过程中振捣不密实,存在局部空隙和蜂窝麻面;施工缝处理不当,新旧混凝土粘结不牢;养护时间不足,混凝土表面水分蒸发过快,产生干缩裂缝。环境方面,该地区

昼夜温差较大,在混凝土硬化过程中,内部温度升高,表面温度降低,形成了较大的温度梯度,产生温度应力,导致温度裂缝的产生。水闸所在地区的地基土质不均匀,存在软弱夹层,在水闸运行过程中,地基产生不均匀沉降,在闸墩上产生附加应力,引发了荷载裂缝。

4.3 处理措施及效果

针对该水闸闸墩裂缝产生的原因,采取了以下处理措施。对于裂缝宽度较小的裂缝,采用表面封闭法进行处理,即先将裂缝表面清理干净,然后用环氧树脂胶泥进行涂抹封闭,防止水分和有害物质侵入裂缝内部。对于裂缝宽度较大的裂缝,采用压力灌浆法进行处理,将环氧树脂浆液通过压力注入裂缝内部,填充裂缝,提高裂缝部位的混凝土强度和整体性。同时对水闸的基础进行了加固处理,采用高压喷射注浆法对软弱夹层进行加固,提高地基的承载能力和稳定性,减少地基不均匀沉降^[4]。在处理完成后,对该水闸进行了长期的监测,结果表明,经过处理后,闸墩裂缝未再继续发展,水闸的运行状况良好,处理措施取得了较好的效果。通过对该工程案例的分析,可以看出,水闸闸墩裂缝的产生是多种因素共同作用的结果。在今后的水闸工程建设和运行管理中,应加强对材料、施工、环境等方面的控制,采取有效的预防措施,减少裂缝的产生。同时对于已经出现的裂缝,应及时进行分析和处理,确保水闸的安全运行。

结束语

水利施工中水闸闸墩裂缝问题不容忽视,其产生受多种因素交织影响。通过合理选材、优化配合比、有效控制温度、强化施工与养护管理以及优化结构设计等预防措施,可降低裂缝产生几率。工程案例表明,针对裂缝成因采取恰当处理措施能取得良好效果。未来需持续深入研究,不断完善防治技术,提升水闸闸墩质量,保障水利工程长期稳定运行。

参考文献

- [1]曾凯.水闸闸墩混凝土开裂机理与防裂措施分析[J].内蒙古水利,2022,(06):74-75.
- [2]韩良凯.水闸闸墩混凝土开裂防裂机理分析与防裂措施研究[J].黑龙江水利科技,2022,50(03):64-67+142.
- [3]周成洋,林立,沈明.水闸闸墩常见裂缝成因及处理措施[J].江苏水利,2021,(11):28-31+56.
- [4]陈新河.水利工程水闸闸墩补强加固及表面防护处理分析[J].黑龙江水利科技,2021,49(06):180-182.