船闸大体积混凝土裂缝控制施工技术研究

谢智杰

广东建工茂盛工程建设有限公司 525000

摘要:在船闸工程施工建设的过程当中大体积混凝土施工工作的有效落实是十分重要的,需要合理地选择施工方法、施工原料并且做好设计优化,可有效地避免大体积混凝土裂缝的情况出现,提高大体积混凝土的强度和施工质量。本文针对大体积混凝土裂缝成因以及控制方面进行分析和探讨,这对船闸工程整体施工质量的提升非常有意义。

关键词:船闸;大体积混凝土;裂缝控制;施工技术

大体积混凝土裂缝的出现,对于船闸的结构强度、使用寿命产生了一定的影响。基于这种情况,施工企业以及相关工作人员投入资源,进行施工技术的调整优化,有效防范大体积混凝土裂缝的发生,提升船闸大体积混凝土浇筑、养护效果。

一、船闸大体积混凝土温度控制方法

混凝土在浇筑、养护环节,受到外界温度因素的影响,极易引发裂缝的出现,造成船闸混凝土结构强度以及稳定性的下降。为有效控制船闸大体积混凝土温度变化水平,避免温度差异过大,造成混凝土裂缝。根据实际,施工人员进行船闸大体积混凝土裂缝的过程中,可以从温度控制入手,借助于温度有效调节,最大程度地减少混凝土裂缝的出现。具体:施工人员在使用机械设备进行混凝土制备的过程中,可以使用冷水,将混凝土的制备温度控制在一定的范围内,避免混凝土温度过高,引发裂缝的出现。除了使用冷水制备混凝土之外,还需要施工立足于船闸大体积混凝土加工制备的实际情况,进行相应的温度控制,在混凝土生产过程中,可在每立方米混凝土之中加入 110kg 的冷水,按照这一比例,将混凝土的温度控制在合理的范围。在混凝土浇筑完成后,为了避免混凝土内外温差过大,引发裂缝,这就要求施工人员在混凝土浇筑施工过程中,对混凝土内部温度进行控制,以广东某船闸工程为例,作为千吨级船闸,其在施工过程中使用了大量的混凝土,施工企业在大体积混凝土内埋设一定数量的冷却管道,冷却管道的管径通常为 25mm 的管道,管道与管道的连接处通过膨胀防水接头进行连接,避免使用过程中,出现渗水的情况。对于冷却管道的敷设,要求施工人员根据船闸大体积混凝土设计方案,做好冷却管道的布置,达到管控大体积混凝土内部温度的目的。同时冷却过程中使用的水,可以直接从江水中获取,通过这种方式能够有效控制成本,缩短了施工周期,充分满足了现阶段的船闸施工要求。考虑船闸混凝土体积较大,因此,在冷却环节,施工人员可以在一定的区域设置分水器,借助于分水器,对冷却水的流入量、流入速度等进行有效控制,无形中构建起完备的大体积混凝土裂缝温度控制体系。施工人员通过做好船闸大体积混凝土的制备温度以及内部温度的有效控制,能够最大程度地避免混凝土裂缝的出现,切实保证了船闸的建设质量。

二、案例分析

1 工程基本概况

研究区位于我国沿海某地区,该船闸工程中大体积混凝土施工主要包括船闸底板施工、闸首边墩、导航靠船墙和闸室侧墙等部位。本次施工选用的混凝土型号以 C30 和 C25 为主,同时对混凝土的耐久性能进行了试验。本次大体积混凝土施工必须满足抗冻等级为 F50 的要求和抗渗等级为 W4 等要求。本工程混凝土施工样式复杂多变,包括扶壁、空箱、薄壁、实心层结构、变截面结构等,在施工过程中容易出现应力集中,使得大体积混凝土施工开裂风险明显增加。同时,由于该工程施工周期较长,需经历高温季节和低温季节的交替变化,较大的温度差异也极易造成混凝土裂缝的形成。因此,加强大体积混凝土裂缝控制施工技术的研究工作意义重大。

2 船闸混凝土裂缝原因

2.1 结构配筋不足

从闸室结构分析可以发现,闸墙是一个宽高的结构形式部件,并且在墙体结构位置上安装了船槽、系船钩等结构部件,虽然其在长度方向上都布置了施工缝结构,但是由于设计结构中出现了混凝土保护层厚度较大的情况,此时钢筋可以达到受力条件的需要,而设计的过程中没有充分的考虑到结构钢筋对于裂缝所产生的抑制

效果,进而使得有些位置上存在混凝土裂缝的严重问题,给工程的质量造成了巨大不良影响。

2.2 混凝土配合比不当

在有些船闸的项目中,因为施工工艺或者质量控制存在问题,而导致混凝土塌落度过大、水泥用量过大而造成水化热过高、收缩性过大、骨料设置不合格等问题而出现的结构裂缝。

2.3 浇筑工艺不当

有些大体积混凝土应该选择分层浇筑施工方式,如果在施工中其浇筑速度非常快,下层混凝土在硬化初期的过程中,就会导致其出现沉降的问题,此时会导致结构出现横向裂缝的现象,也可能因为浇筑结束之后,与下层浇筑时间间隔过长,进而使得底部结构部分的约束问题而出现裂缝。

2.4 混凝土温度收缩

大体积混凝土在浇筑施工结束之后,水泥结构内部发生的水化热反应而使得其内部温度过高,夏季内部温度甚至都能够超过 70℃,中心结构的温度下降速度比较慢,而表面与外部环境接触而导致其温度下降非常快,此时就会导致内外结构中存在着较大的温差,形成了温度梯度。表面混凝土的收缩应力无法限制抗拉作用时,就会导致表面出现肉眼不可见的收缩裂缝,给混凝土结构性能造成极为不利的影响。

2.5 混凝土塑性收缩

混凝土结构在初凝完成之前,由于表面的水分蒸发量比较大,而内部的水分会逐渐地向结构表层发生偏移,此时则会导致混凝土在塑性变化的过程中,发生严重的体积收缩现象。混凝土水分无法及时输送到表面结构,或者说水分平移速度难以满足表面蒸发的需要,就会导致表面失水速度较快,同时受到内部结构的约束作用,表面就会存在着一系列的塑性收缩裂缝的问题。此外,混凝土结构容易发生沁水现象,在结构重力的影响之下,导致其固体颗粒向下偏移、向上浮动的情况,在进行移动的过程中,也会直接受到骨架与模板的约束作用,此时结构表面就会出现一定程度的裂缝问题,给整体结构的质量带来不利的影响。

2.6 地基不均匀沉降

船闸底板裂缝问题的存在,究其原因可能是因为地基结构出现了不均匀沉降问题而导致的,在整个施工与后续的使用过程中,会因为静载荷、动载荷的持续作用而使得裂缝逐渐趋于严重。

3 混凝土温度控制措施

3.1 冷水降温措施

混凝土的配比是不同比例砂石、水、水泥和缓凝高效型减水剂等混合搅拌的过程,在此过程中能够产生较大的水化热,此时可采用冷水降温的方式进行搅拌,并且粗骨料的喷淋也采用温度较低的地下水为宜。混凝土的冷水降温主要包括以下几个方面:①混凝土拌合用水,可通过冷水机制备混凝土拌合用水,并使用冷水池存储,确保水温适宜;此外,在船闸大体积混凝土浇筑过程中单次浇筑方量一般为 600m³,将细骨料中的含水量剔除后一般每立方米混凝土需要冷水量约 110kg,因此单次浇筑混凝土拌合用水量大约为 66t,故储水池容量为 70t 时即可满足实际需求,多余的冷水可以对骨料等进行喷淋降温;②粗骨料喷淋用水,粗骨料喷淋用水也较多,主要用于骨料降温,施工区域多年最高气温为 39.2℃,因此粗骨料的平均温度约为 36.5℃,在冷水降温计算过程中忽略水管等热量影响后,将每立方米混凝土中粗骨料的温度由 36.5℃降低至 30℃时所需冷水量约 137kg(冷水温度为 18℃),单次浇筑所需混凝土约 600m³,因此,所需冷水量约为 82t。

3.2 混凝土内部降温

混凝土内部降温是有效控制混凝土浇筑过程中产生裂缝的主要措施之一,通过埋设冷却水管对混凝土内部温度进行降温。冷却水管多采用强度较高,导热性能良好的黑铁管,而弯管部分采用冷弯工艺。同时,冷水管之间采用膨胀式防水接头连接,确保冷水管不渗漏。混凝土内部降温采用深层降温方式,并设置独立的进出水阀门,控制冷水的流量,最终实现混凝土内部降温目的。

3.3 施工工艺与构造措施

温度应力以如下两种方式存在:内、外约束应力。内部约束应力主要是因为混凝土结构中的断面存在有一定的温度梯度而产生的,因为在该力的持续作用之下,混凝土表层会出现很多不规则裂缝。外部约束应力主要受到混凝土结构体积的影响而导致其存在。外部约束应力的存在容易产生一定的裂缝问题,一般都是以垂直于约束面为主要形式,并且会直接在整个结构中显示。对于外部约束应力所产生的裂缝问题,需要采用如下措施来进行处理:隔离或者降低约束,可以使得整个结构达到稳定性的要求。混凝土在达到稳定性的要求前,应该采取有效的温度控制措施,选择合适的施工工艺,利用分段、分层等浇筑施工方式可以降低结构的内外温差,从而降低外部约束力,进而有效地消除裂缝的问题。只有采取必要的措施来有效地降低约束力,才能更好地缓解混凝土裂缝病害,提升整体结构质量。

4 船闸大体积混凝土裂缝控制施工技术

4.1 分层浇筑技术

为了确保船闸工程施工中混凝土施工质量和有效控制裂缝生成,其中船闸主体部分以及上下游船墙部分的大体积混凝土浇筑施工采用分段浇筑的方式,在高温季节充分利用早晨和夜间低温时段进行浇筑,可有效的消除船闸主体部分以及上下游船墙部分混凝土裂缝问题;上下闸首边墩施工过程中应用闸室底板等之间预留一定的宽缝,并先浇筑边墩底板后浇筑中底板,而预留的宽缝应在边墩浇筑完成两周后的低温天气下浇筑,完成后对砼表面凿毛处理,并冲洗干净,即确保砼表面污迹清理干净后浇筑 C30W4 膨胀砼,能够有效的消除上述部分混凝土裂缝问题。此外,闸首和闸室浇筑宜采用分层浇筑方式,其浇筑间隔应小于 7 天,浇筑过程中所需混凝土应按照上文混凝土降温方式严格处理,才能够有效的控制大体积混凝土浇筑不产生施工冷缝。在分层浇筑过程中分层高度应根据空箱、输水管道、阀门井、预埋件等结构特点综合确定,另外,将上下闸首相邻的闸室最后浇筑,能够有效防止混凝土施工过程中冷缝的生成。综上所述,分层浇筑技术对提升大体积混凝土浇筑质量意义重大,同时混凝土裂缝控制效果明显。

4.2 高频振捣技术

大体积混凝土裂缝产生与振捣技术关系密切,因此,振捣质量的高低影响着混凝土施工质量。由于船闸工程大体积混凝土浇筑时砼浇筑强度大,因此采用普通的振捣器无法满足实际振捣需求,即振捣效率低,无法确保混凝土振捣密实度,则容易使得混凝土浇筑出现分层、冷缝的现象,主要原因在于普通的振捣器的震动频率一般为 2300 次每分钟,若达到相同密实度的振捣效果需要更多的时间,此时由于混凝土冷凝等作用,容易使得混凝土出现分层、裂缝等;高频振捣器的震动频率可达 11800 次每分钟,在高频的作用下可使得混凝土中的水分子固直径减小至 60 μm,使其余水泥的固直径相近,能够更好的使水分子包裹在水泥颗粒的周围,显著的降低了混凝土中的微观孔隙,能够在较短的时间内获得较高的密实度,且具有气泡少、密实性好的优势,还可以增加混凝土的抗冲击能力,有效缩短混凝土凝固周期等。因此,采用高频振捣技术能够有效的提升混凝土的密实度,进而减少混凝土冷缝、分层等现象,对提升混凝土浇筑质量效果明显。由于高频振捣技术具有振动频率高和激振力强的特点,使得振捣过程中辐射范围明显增大,显著的提高了混凝土的密实度和砼表面的光洁度。

4.3 重点部位加强控制

虽然说混凝土裂缝产生的原因与温度变化等直接相关,但是在相同的温度条件下不同位置的大体积混凝土产生裂缝的程度存在明显的差异。因此,在船闸大体积混凝土施工过程中应加强裂缝出现的重点部位的控制。一般,在后浇带、闸首环形输水廊道的内外侧拐弯处以及进口与转弯处中段等部位极易出现混凝土裂缝,在门库侧墙拐弯处、廊道顶板处等部位也极易出现横向裂缝,在阀门井等部位的断面处容易出现竖向裂缝,因此,应加强上述部位施工质量的控制,为有效降低混凝土裂缝奠定基础。

为了确保上述重点部位混凝土不产生裂缝,在施工过程中应注

意:①优化船闸工程设计,使得设计中尽可能的减少形状变化等,尽可能的使得各个施工部位的尺寸不存在较大差异,能够有效的消除混凝土不均匀收缩现象;②在上述易出现裂缝的重点位置增加钢筋网,可提升混凝土结构的稳定性能;③对大体积混凝土浇筑顺序进行优化处理,极可能的减少分层浇筑之间的时间差,可以有效的避免不同龄期混凝土之间产生约束应力进而诱发混凝土产生裂缝;④在形状变化较大的部位可通过预留施工宽缝消除混凝土裂缝;⑤若在结构中存在孔洞等时,应在孔洞周边增加柱钢筋、环形钢筋以及反射钢筋等,并在混凝土浇筑过程中应严格按照施工要求进行,确保保护层厚度满足设计要求;⑥拆模时间控制对混凝土裂缝产生影响较大,因此必须严格控制拆模时间,尤其是廊道顶板的底模,必须满足设计强度后才能拆除;⑦尽可能的缩短倒角与底板、墙身与倒角之间的浇筑时间差。综上所述,在船闸大体积混凝土施工过程中对重点部位进行控制施工,能够有效的消除混凝土裂缝问题。

4.4 施工方法优化

(1) 原材料的保护

首先保证混凝土拌和以后的实际温度与原材料温度成正比。其次在原材料储存的过程当中应当落实降温措施,而如果施工时在夏季,应进行覆盖处理,在浇筑之前应当通过井水浇灌的方式让粗骨料的温度和水分更好地达到施工标准和施工要求。最后在混凝土浇筑之前应当将水泥材料提前运送到施工场地,达到自然冷却的效果,保障在混凝土浇筑的过程当中水泥温度得到有效控制。

(2) 混凝土的搅拌

在混凝土搅拌的过程当中需要对原材料进行有效的计算,保障计算数值的精准度科学性,并且对拌合物的温度进行有效控制,适当的情况下可以通过加冰的方式展开降温处理。

(3) 浇筑方法

一般情况下大体积混凝土在浇筑的过程当中可以采用分层连续浇筑的方式,每层浇筑的混凝土应当控制在 30—40cm 之间,每层混凝土浇筑的时间间隔应当作出有效地控制,通过分层流水振捣的方式让混凝土内部形成整体。

(4) 拆模

现场施工人员需要对于混凝土的强度和温度控制做出有效地把握,确定拆模时间,而对于温度控制要求相对较高的地方可以通过拆模以后增加保温材料的方式有效地避免混凝土内外温差过大的问题。

(5) 温度控制

大体积混凝土施工需要强化温度监测,相关施工工作人员需要在结构物内部设置相对应的测温装置,并且合理地分析测温点,及时地监测混凝土内部温度。通过测温设备有效地了解混凝土内外温差,在混凝土内外温差相对较大的情况下及时地落实保温措施或者是降温措施。

(6) 养护

在混凝土浇筑结束之后就需要落实养护工作,将混凝土有效覆盖。如果周围环境温度相对较高时可以通过连续喷水的方式有效地降低温度,如果周围环境温度相对较低时则可以通过塑料薄膜覆盖的方式展开保温工作,一般情况下养护工作在实践落实的过程当中周期应当在两周以上。

结语

随着现代化工程项目向大型化、复杂化发展,对混凝土浇筑施工质量的要求越来越高。但是,混凝土裂缝问题是影响混凝土施工质量的主要因素,与混凝土的浇筑温度具有内在联系。因此,加强混凝土裂缝控制施工技术研究有助于提高混凝土施工质量,进而提高船闸工程的整体施工质量和服务质量,为有效延长船闸工程使用年限奠定基础。

参考文献:

- [1]李展鸿。船闸大体积混凝土裂缝控制施工技术研究[J].科技创新, 2020(22): 139-140.
- [2]吴二银。船闸工程大体积混凝土裂缝成因与控制探讨[J].居舍, 2018(16): 18.
- [3]张德印。船闸工程大体积混凝土施工温度控制技术分析[J].四川水泥, 2019(06): 286.
- [4]罗宏善。厦门马寮船闸工程大体积混凝土施工技术及其质量控制[J].河南建材, 2019(02): 210-211.
- [5]熊英建。高水头船闸闸首大体积混凝土综合施工技术[J].水运工程, 2019(3): 126-129.