

# 水运航道工程大体积混凝土施工裂缝控制与预防措施

李秋艳

南京宁水机械设备工程有限责任公司, 江苏南京, 210000;

**摘要:** 大体积混凝土在水运航道工程中应用较广,但在施工时会产生裂缝问题,对整个结构的安全性和耐久性有一定的影响。本文结合工程案例,重点分析温度应力、收缩及外加荷载等原因,并针对原因提出相应的控制和预防措施,包括材料的选择、施工工艺、温度检测、养护管理等。通过这些控制与预防措施的应用,可以防止大体积混凝土出现裂缝的问题,有效提升工程质量,促进水运航道工程顺利完成。

**关键词:** 水运航道工程; 大体积混凝土; 施工裂缝; 预防措施

**DOI:** 10.69979/3029-2727.26.03.021

## 引言

考虑水运航道工程的规模较大,在施工过程中要控制的影响因素较多,其中在大体积混凝土施工过程中,因混凝土自身的特点,会出现大量温度裂缝、干缩裂缝等问题,严重影响施工的美观性、功能性和安全性。本文通过对大体积混凝土裂缝的控制及防治方法的探讨,并通过实例对其进行阐述,希望能为今后水运航道工程的建设提供参考。

## 1 港口与航道工程大体积混凝土的定义

在港口与航道工程中,大体积混凝土属于现浇的连续结构,如船坞坞墙、泵房、码头胸墙等,其尺寸与大型预制混凝土构件相似,如大型混凝土块。此类混凝土在胶凝水化过程中会产生一定的热量,温度发生变化,引发裂缝问题。通常情况下,结构断面最小尺寸要超过1m混凝土,归类为港口与航道工程中的大体积混凝土。

## 2 水运航道工程大体积混凝土施工裂缝成因

### 2.1 温度变化

在大体积混凝土施工过程中,会因为温度变化引发裂缝问题,主要是因为混凝土在硬化过程中会产生水化热,浇筑时水化热释放出大量的热量,混凝土的内部温度会逐步升高,但是外部温度较低,导致混凝土的内外温差较大,同时产生热应力,最终导致混凝土开裂。此外,混凝土的冷却,其内部温度逐渐降低,也会引起混凝土的收缩,在温度变化过程中均会影响混凝土的施工质量,也会对混凝土强度造成不利的影响,使混凝土在一定的强度下更易出现开裂问题。

### 2.2 收缩现象

大体积混凝土硬化过程中会经历多种类型的收缩。其中,干燥收缩是因为混凝土内部的水分蒸发,混凝土体积减小,而自发收缩是水泥水化反应过程中,水泥的

水化反应引起的体积变化。大体积混凝土厚度过大,水分蒸发速度慢,容易使混凝土内部和表面产生水分分布不均的问题,因此会增加干燥收缩对大体积混凝土的影响<sup>[1]</sup>。

### 2.3 施工工艺因素

大体积混凝土施工过程中往往会因浇筑工艺缺乏规范性,影响施工质量。比如,在浇筑过程中,振捣不充分,导致混凝土内部的材料出现分离情况,从而引发离析现象;水灰比过大,增加混凝土的流动性,粗骨料容易下沉,也会引发离析问题;施工时,人员没有按要求振捣混凝土,使混凝土中存在气泡或空洞,混凝土密实度不够,导致整体施工质量不佳。此外,在浇筑混凝土时,没有根据结构尺寸划分成不同浇筑层次,均会引发裂缝问题。

### 2.4 材料因素

不同的水泥及骨料因其水化速度、收缩等不同,对大体积混凝土的施工质量有直接性的影响。如果在材料选用方面不合适,会导致混凝土强度偏低、耐久性降低。另外,外加剂掺加量不合适,会起到反作用,反而有可能造成混凝土开裂。再加上粗细骨料的比、级配和水胶比等设计不合理,也会给混凝土带来不利影响。

## 3 水运航道工程大体积混凝土施工裂缝控制与预防措施

### 3.1 材料选择

大体积混凝土施工过程中,材料选择极其重要,施工前需结合工程实际情况及作业方案,对混凝土的配合比例进行合理设计,强调其功能、强度、耐久性等都要符合基本要求。通常情况下,采用一些具有减水、引气、防裂作用的外加剂,可以降低混凝土的水胶比,并且提高混凝土的密实度和抗裂能力,减少干缩和温差收缩<sup>[2]</sup>。

通过采取合理的骨料级配,严禁采用细度过大或者过细的骨料,在材料运输和储运中做好材料的防潮、防污工作,严格控制好原材料质量关,施工过程中严格按照规范,减少由材料原因引起的裂缝问题。

### 3.2 施工工艺优化

对混凝土来说,在浇筑过程中要保证搅拌、运输、浇筑的合理性,使混凝土尽可能均匀、一致,尽量不要在高温、强风天气下进行浇筑,以免过快地蒸发水分而引起干燥收缩裂缝。再采取分层浇筑的方法,减少混凝土厚度和温差,减小内应力的集中,并控制好振捣的时间与力度,避免出现因施工时间过长出现空洞、离析等问题。此外,施工单位还应加强对施工现场的操作人员进行培训,保证每一名操作人员都能掌握规范标准,也能保证施工质量。

### 3.3 养护措施

大体积混凝土浇筑后,水分蒸发的速度会对其后期的强度造成一定的影响。对此,养护时一定要保持混凝土表面处于湿润状态,通过喷洒养护剂方法进行养护,以保持合适的湿度和温度,养护时长也要适当,控制养护时间,使水泥完全水化,达到设计强度要求<sup>[3]</sup>。此外,为避免温度骤降导致混凝土出现冷却裂缝,还应对混凝土的表面状况进行经常性检查,及时发现并修补混凝土出现的微小裂缝,以免其向深层发展,从而提高养护管理水平,降低混凝土的抗裂性能,保证工程的长期性。

### 3.4 控制温度梯度

港口与航道工程中大体积混凝土的开裂主要是因为混凝土结构之间或结构与基础之间或结构各部位之间因温差造成的温度应力超过了混凝土的抗裂度,如浇筑后的混凝土温度变化过大,水泥水化作用放热使混凝土内部温度升高而受到结构或其他外界的约束,使混凝土的温度变形受到限制,在混凝土结构表面和结构的裂缝内形成温度应力,温度应力超过混凝土的抗拉强度或者抗拉极限延伸率,引起开裂。为预防大体积混凝土施工裂缝问题的发生,还需加大温度梯度的控制力度,在混凝土浇筑及硬化过程中,因为会产生大量的水化热,混凝土内外温差较大,大体积混凝土内部表现不均匀,产生热应力,从而引发裂缝问题。因此,要从浇筑前对温度进行分析,并根据温度条件、天气等情况,科学安排施工时间,避开高温天气。在浇筑过程中,在混凝土浇筑时加入冰块或冷却水,使混凝土初始温度降低,为保证其温度持续稳定,还可以安装冷却管道水,冷却水进入混凝土内部,控制温度的上升。施工完毕后应及时检查混凝土的内外温差变化,对温度差的变化情况进行

适时调整,维持混凝土内外温度差在适宜的范围内,在根本上杜绝裂缝问题的发生,还能降低后续维护及管理难度,保证各项工作顺利进行。而当混凝土被拉的时候产生裂缝直至破坏前出现的最大拉伸应变值除以原长就是混凝土的极限拉伸值,通常为 $1 \times 10^{-4}$ 。在混凝土构造上存在一定的强度时,则可以根据这一参数来控制大体积混凝土开裂的风险,有效减少或者避免大体积混凝土出现裂缝的情况发生。

## 4 案例分析

### 4.1 工程背景

某水运航道工程中新建船闸1座,船闸工程长240米,宽23m,门槛水深5.2m。船闸的主体部分,如中闸室、闸首和导航墙等全部采用大体积混凝土浇筑。闸室墙体的高度11.4m,底部厚上部薄,最薄处大于1m。在施工过程中,各单位相互协作,分析大体积混凝土施工裂缝影响因素、控制与预防措施,为工程建设奠定良好基础。

### 4.2 工程措施

#### 4.2.1 混凝土原材料及配合比控制

在该项目中,混凝土的原材料都经过精心设计。通过选用5mm—31.5mm连续级配粗骨料,以保证混凝土结构强度和稳定,在混凝土中掺入20%的粉煤灰,既提高了混凝土性能,又降低了水泥用量,减少污染。再加上各种原材料的科学配比及合理选择,为工程施工奠定良好基础,整体结构可靠性与耐久性明显提高。

该项目采用泵送混凝土,在配合比设计中控制砼坍落度至 $160 \pm 20\text{mm}$ ,满足大体积混凝土浇筑要求,并采取分层分块进行浇筑,充分保证混凝土质量和结构耐久性,综合考虑该结构混凝土的特点、耐久性以及施工方便等因素,在设置施工缝时按设计规范执行,底板连续浇筑墙体部分水平施工缝距墙底 $\geq 1\text{m}$ 。分块浇筑时,最大平面尺寸不宜大于30m,相邻块之间高差不宜大于12m,相邻块间混凝土浇筑时间不宜大于30d,采用跳仓法施工时,跳仓之间的施工时间间隔不得小于7d,并且接缝应按施工缝的要求进行处理。如果采用后浇带,其设置及施工均应符合《混凝土结构设计标准(2024年版)》GB/T50010—2010的规定,有利于保证大体积混凝土施工质量,保证结构安全和稳定。

#### 4.2.2 混凝土温度控制

该项目的重点是混凝土的质量问题,在混凝土浇筑过程中的温度控制上,要求混凝土出机温度不得高于 $30^\circ\text{C}$ 。例如,被约束的混凝土,如浇筑于岩基上或旧混凝土基础上的大体积混凝土,在混凝土升温阶段,新拌

混凝土体积膨胀,而受到基础约束而形成受压温度应力。由于混凝土龄期短,弹模低,该温度应力也不大;在混凝土降温阶段,新拌混凝土体积收缩,同样由于受到基础约束而产生拉应力,当达到这个拉应力时大于混凝土的抗拉强度或是超过了受拉变形的极限拉伸值时就产生开裂。一般情况下,大体积混凝土的降温需要很长的时间,在养护后的混凝土开始出现干燥收缩,再加上之前已经存在的收缩应力和温度应力,这些应力对于大体积混凝土裂缝有加强作用。

#### 4.2.3 合理设置施工缝

为保证工程的结构质量,项目采用一体化浇筑的施工方法,将闸室底板、墙体内侧及外侧的倒角部位合并在一次浇筑之内完成,这样做可以减少结构裂缝和施工缝,提高混凝土的抗压强度和耐久性。同时,实行一体化施工也能确保不同施工阶段相互搭接施工时的良好组合性能,减少了由于施工缝而产生的各种隐患,使结构的整体安全得到了极大保障。

#### 4.2.4 采用移动模架施工

水运航道工程的墙体施工混凝土采用的是整体式移动模架现浇,每层混凝土厚50cm,上层混凝土必须在下层混凝土初凝前浇筑完成,整个混凝土浇筑时要求混凝土布料均匀,并加强振捣,提高密实度及强度。项目采用严格的施工方法,保证混凝土各层之间的接合良好,不得出现有害缺陷,保证施工质量与安全。施工过程中还会进行自检,第一时间发现问题,结合常见的影响因素,提前制定预防措施,避免耽误工期。

#### 4.2.5 加强养护

对于混凝土养护来说,充分运用科学的方法保证质量是重中之重,在夏天干旱高温时喷涂养护液;在冬天则采用覆盖保温办法。大体积混凝土的降温历时较长,超过养护期的混凝土开始产生干燥收缩,收缩应力与温度应力的叠加,进一步加剧了大体积混凝土的开裂。对此,垂直施工缝宜采用收口网模板,后浇带宜采用微膨胀混凝土并蓄水养护,养护时间不应少于14d。同时,使混凝土在硬化过程中有足够的时间让水分慢慢渗透进来,在养护的时段里使混凝土能正常硬化,避免不良反应的发生,还能方便施工单位的控制与管理,降低养护难度,实践效果符合预期标准<sup>[4]</sup>。

该项目在建设过程中利用超声波等设备对混凝土保护层的厚度进行检测。经过严格的管理、控制,能够达到控制保护层厚度的情况,避免保护层太薄或太厚而引起裂缝的情况,提高施工的标准化程度,保证混凝土结构耐久性,增加工程项目的质量稳定性。

### 4.3 取得成果

通过上述各种措施及方法的灵活应用,保证工程质量及使用的安全性。项目部加强控制混凝土温度,使用高性能材料,且严格按照科学合理的方法进行养护,使混凝土在全部硬化过程中水分、温度保持稳定。经检测显示,在施工期内没有发现轻度裂缝,混凝土质量完好,没有有害缺陷,所有的控制手段不但达到了项目预定的目的,而且保证了工程的安全性和耐久性。

此外,各单位在施工过程中还将各类数据详细记录、统计,各单位相互分析,为控制方案及预防措施制定提供可靠依据,随着各项工作的进展高效落实,保证各项正常运转。同时,吸取以往的经验教训,形成了在以后各种工程建设中有着良好借鉴意义的大体积混凝土施工过程裂缝的防治办法,并形成了一套完整且实用的管理体系。项目团队还能不断学习和总结,探索出更为先进的施工技术与方法,更好地保证工程质量,促进水运航道建设发展的需要。除此之外,项目的成功经验可以成为行业内其他工程施工的典范,供业内同类工程参考。

### 5 结束语

综上所述,大体积混凝土在水运航道工程建设中发挥较大作用,但受各种因素的影响,会出现混凝土裂缝问题,影响工程使用安全及施工进度。对此,需引起各单位的高度重视,在建筑施工过程中通过合理地选择原材料、优化施工工艺、及时测量混凝土的温度、采取科学方法养护等措施,保证施工质量。同时,随着技术的进步以及施工经验的增加,创新更多技术手段及方法研究大体积混凝土施工过程中的裂缝问题,为水运航道工程建设及运行提供参考依据。

#### 参考文献

- [1]陈伟仙.浅析大体积混凝土施工质量的控制措施[J].四川水泥,2024,(12):141-143.
- [2]陈肖晗,李建新,牛洪文.大体积混凝土建筑温度裂缝施工技术研究[J].建筑机械,2024,(12):196-198+202.
- [3]曹倩,吴先敏,李杨.水闸工程大体积混凝土施工温度控制数值模拟研究[J].山东农业大学学报(自然科学版),2023,54(06):897-906.
- [4]梁德龙.超长大体积混凝土施工中的裂缝控制技术[J].中国高新科技,2023,(20):59-61.