

Cause and Control of Crack in Mass Concrete

Jiayu Dai

Beijing Jinhe River Service Construction Group Co., Ltd., Beijing, 102200, China

Abstract

At present, China's water conservancy projects in the construction of concrete as the construction material, and plays an important role in the construction. In hydraulic engineering, there are more large volume concrete buildings than other civil engineering projects. The concentration of temperature stress can lead to temperature cracks in the concrete during construction, directly affecting the overall integrity and durability of the building. Therefore, temperature stress should be controlled well during construction. This paper is the focus of mass concrete crack causes and control measures, summarizes the type of mass concrete crack and cracking mechanism, further from the material selection, construction stage control measures, design stage control measures, temperature monitoring measures discusses the several aspects to prevent mass concrete cracking.

Keywords

mass concrete; crack cause; crack control

大体积混凝土裂缝成因及控制

代佳鱼

北京金河水务建设集团有限公司, 中国·北京 102200

摘要

目前, 中国的水利工程在建设中主要采用混凝土作为工程的施工材料, 且在工程建设中发挥着重要的作用。而在水利工程中, 大体积混凝土建筑物比其他土建工程要多, 温度应力的集中会导致混凝土在施工过程中出现温度裂缝, 直接影响建筑物的整体性以及耐久性, 因此在施工中要控制好温度应力。论文研究的重点是大体积混凝土裂缝成因和控制措施, 总结了大体积混凝土中裂缝的种类和开裂机理, 进一步从材料选择、施工阶段控制措施、设计阶段控制措施、温度监控措施等方面探讨了防止大体积混凝土开裂工程技术措施。

关键词

大体积混凝土; 裂缝成因; 裂缝控制

1 引言

水工建筑物的使用性能和寿命直接受到大体积混凝土在施工过程中由于温度应力产生的裂缝影响, 因此在水工建筑物设计阶段、施工阶段应高度重视混凝土配合比的设计、原材料的选控、施工的养护等环节, 从而减少混凝土裂缝的产生, 同时对于产生的不同类型的裂缝问题, 应采用科学合理的修复措施, 提高水工建筑物的稳定性和安全性^[1]。

笔者所在公司承接多个不同干线、支线及配套的南水北调工程, 并多次接受南水北调中线局、南水北调质量监督部门的稽查和巡检, 其间受益匪浅, 同时也深刻意识到国家对南水北调工程质量的重视。其中, 大体积混凝土结构的裂缝是各方检查的重点, 特别是有害的贯穿裂缝, 对混凝土工程的使用寿命有直接的影响。论文首先论述大体积混凝土裂缝的成因、类型及危害, 并结合公司承包北京市南水北调配

套东干渠亦庄调节池扩建工程的调节池挡墙, 从混凝土原材料、配合比、外加剂、施工工艺等方面采取措施, 最大限度降低裂缝产生概率。

2 混凝土裂缝产生原因

大体积混凝土结构在施工中产生裂缝是多种原因共同导致的。相关资料显示, 由外界荷载所导致的占 20% 左右, 由于水化热产温度不均匀产生的变形从而引起的裂缝占 80%。水工建筑物结构多属于大体积混凝土, 因此, 对大体积混凝土裂缝产生的预防和治理一直是极其重要且关键的技术。混凝土的裂缝主要成因如下。

2.1 施工工艺因素

在现场混凝土结构浇筑、制作构件、起模、运输、堆放、拼装及吊装的过程中, 由于施工工人素质不一, 施工工艺不合理, 混凝土浇筑质量低劣, 因此容易在各个方向出现水平、表面, 甚至贯穿整个结构的裂缝。

2.2 水泥的水化热

混凝土的原材料水泥在水化过程中产生热量, 导致温

【作者简介】代佳鱼(1989-), 女, 中国河北邯郸人, 硕士, 工程师, 从事水利建设研究。

度急剧升高,在水工建筑物结构中一般上升 $20^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$,有些部位甚至更高。大体积混凝土其结构的断面一般较厚,导热不良,相对散热较小。水泥水化热升温,在混凝土内部聚集,外部散热较快,从而导致混凝土内外温差较大,结构热胀冷缩导致出现结构裂缝。水泥水化反应引起的升温,与混凝土单位体积的水泥用量和水泥的种类有关,并随着混凝土的养护龄期按照指数关系上升,一般在浇筑后10天、12天绝对温差达到最大。由于混凝土结构在自然散热条件中,实际混凝土内部的最高温度多数发生在混凝土浇筑的3~7天,混凝土随龄期的增长,弹性模量也增大,导致对混凝土内部温度应力产生的约束也就越大,从而产生较大的拉应力,当混凝土自身的抗拉强度不足以抵抗温度应力产生的拉应力时,就会出现温度裂缝。

3 混凝土裂缝种类

混凝土是由水泥、粗细骨料和水拌和而成的材料。大体积混凝土由于其特殊性,截面尺寸较大,且浇筑中需要大量的水泥,而水泥水化热产生温度变化导致温度应力。由于大体积混凝土外部散热较快,内部温度散不出去,形成温度梯度,从而导致混凝土产生裂缝。从混凝土裂缝所处的位置,裂缝分为贯穿裂缝、深层裂缝、表面裂缝三类。

混凝土三种裂缝都呈现不同的危害性,其中对混凝土质量影响最大的是贯穿裂缝。贯穿裂缝,顾名思义是贯穿整个混凝土机构的裂缝,不仅导致结构变形,使其整体性破坏,受力条件出现变化,还会引起应力的重新分布,从而导致混凝土机构的整体性、稳定性和耐久性都受到严重影响。同时,混凝土存在贯穿裂缝会使混凝土内部的钢筋接触外界空气等因素,致使钢筋腐蚀,从而加速建筑物的破坏。在实际工程中贯穿裂缝是造成建筑物破坏严重且普遍存在的问题,因此通常将贯穿裂缝作为混凝土质量研究的重点。

4 混凝土裂缝控制措施

4.1 工程背景

本工程调节池挡墙为钢筋混凝土挡墙,共计353m。挡墙底板及墙体混凝土强度均为C30W6F150,工程量约为 4062.2m^3 。混凝土挡墙施工本着自下而上、先基础后墙身的原则,分两期进行施工。一期分两部分进行:先浇筑挡墙底板,后浇筑挡墙墙身。二期进行挡墙底部墙身与护底连接处和挡墙顶部与浅水湾连接处混凝土浇筑。

4.2 本工程裂缝控制措施

4.2.1 混凝土材料的选择及控制

①降低水泥用量、选用水化热较低的水泥。

混凝土体积变化的主要原因是水泥在水化反应中产生的水化热导致结构内部温度应力变化形成温度梯度。混凝土内外的干湿变化和化学反应也会在一定程度上导致其体积变化,但与水泥水化热相比变化较小。降低水泥水化热是减少温度变形的重要措施,因此,可以在设计混凝土配比时

候,尽可能地降低水泥用量。

②掺加矿粉和粉煤灰等掺合料。

水泥浆中 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 可以与粉煤灰中的 SiO_2 、 Al_2O_3 等高活性成分发生二次化学反应,可以降低混凝土中的碱含量,可以减少大体积混凝土碱集料反应行还是的裂缝。

粉煤灰可以作为填充材料,强化粉末效应,提高混凝土的强度,减少其弹性模量,改善和易性,保证混凝土的浇筑质量;在设计混凝土配合比时,增加矿粉和粉煤灰的用量可以减少水泥的用量,从而降低单位体积水泥用量,减少水泥水化热产生的温度应力,降低混凝土的温度梯度,一定程度上抑制混凝土的温度裂缝。由于粉煤灰的添加,可以使混凝土的前期强度增长相对较慢。

矿粉添加可以减少单位体积混凝土的水泥用量、水用量,降低水灰比,提高混凝土早期强度,而且可以抑制水泥的水化热,推迟温度差的出现,增强混凝土的抗裂能力,预防或较少混凝土的早期裂缝,避免出现冷风;矿粉的添加可以提高混凝土密实性、抗渗性能。发挥其填充作用,提高混凝土的工作性能,改善和易性、聚粘性、保水性。

③选用级配优良的砂石原材料。

粗骨料碎石和卵石应选择粒径为5~25mm的级配连续的含碱量低的,期含泥量 $\leq 1\%$,针片状颗粒含量 $\leq 10\%$;细骨料天然中砂应选择级配良好、质地坚硬的含碱量低,含泥量 $\leq 1\%$,细度模数为2.5~3.0。能够减少单位体积混凝土用水量,水泥用量,间接降低了混凝土的温差和减少混凝土的收缩变形。

④选用减水剂。

在混凝土配合比设计时可以掺减水剂,减水剂可以降低单位体积混凝土的用水量,在保证水胶比不变的情况下,降低水泥用量。同时,减水剂具有缓凝作用,在大体积混凝土浇筑过程中可以避免冷风产生,提高混凝土的流动性,且对混凝土的收缩抗拉强度影响很小。因此,可以推迟水泥水化反应产生水化热的释放速度,减少温度梯度。

4.2.2 降低原材料入仓温

本项目部从1月份马驹桥闸工程施工,截至7月份,通过这段时间浇筑及监测可得,混凝土浇筑时气温在 21°C 以下,浇筑时间在5月10日之前,浇筑质量控制得很好,现场检查未发现害裂缝;而5月底浇筑的和7月浇筑的均发现混凝土出现贯穿裂缝。测温发现,混凝土内部最高温升达到 50°C 以上(如图1所示),由此可以推测出混凝土内部的最高温升与混凝土裂缝产生有直接的关系。同时得出,10月份至次年5月份是混凝土浇筑的最好时间,在该时段内,原材料的温度比较低,投入混凝土仓内的热量少。而6月到8月进行浇筑的混凝土,即使采用预冷砂石骨料、拌和时加冰、增加拌和时间等措施,也难以避免裂缝的产生。因此在施工时,应尽量将大体积混凝土浇筑安排在10月份到次年5月份,若在此时间外施工,应采取制冰、料场搭棚防晒、掺加膨胀剂等措施。

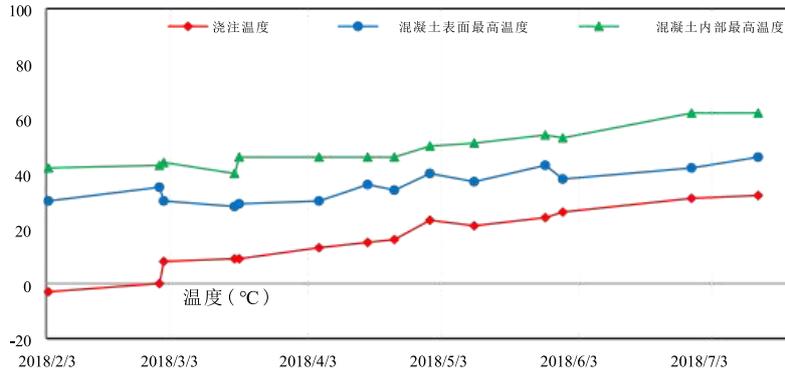


图 1 混凝土温度曲线图

4.2.3 结构内盘冷却水管

预先在混凝土浇筑结构部位埋设冷却水管道,浇筑完成后,通过管道灌入冷水,冷水在管道内循环带出混凝土内部由于水化反应产生的热量,从而降低混凝土内部温升。

4.2.4 加强浇筑后养护

混凝土浇筑后应加强养护,避免其在硬化过程中失水。大体积混凝土特性是外表面较大,养护不充分的话很容易造成混凝土失水,尤其是在大风天气。在调节池挡墙混凝土养护采取措施:一是补水。确保混凝土浇筑后表面处于湿润状态。二是保水,采用表面覆盖土工膜等方式,减少混凝土表面水分的散发。当混凝土强度提高后,可以松开侧壁螺栓,使冷水能进入混凝土侧壁,使之充分养护^[2]。

4.2.5 减小混凝土结构的浇筑长度

混凝土浇筑的结构长度越大,收缩产生的变形就越大,出现裂缝的概率越大。根据现场实际的经验,混凝土结构长度大于 15m 时,容易出现裂缝。为确保本工程调节池挡墙的混凝土浇筑质量,当混凝土结构长度超过 15m 时,分两次浇筑,减少混凝土的收缩变形产生的裂缝。

4.3 本标段混凝土裂缝情况

根据《混凝土结构质量缺陷及裂缝处理技术规定》有关裂缝判别标准(表 1),经检查发现,本工程方涵共发现裂缝 39 条,最大缝宽 0.29mm,最大缝深 38mm。可以看出通过采取的措施控制下,有效地控制了Ⅲ类裂缝的发生。

表 1 混凝土结构裂缝检查判别标准

项目	I	II	III
钢筋混凝土建筑物工程	缝宽 < 0.2mm	缝宽 0.2~0.4mm	缝宽 > 0.4mm
	缝长 < 100cm	缝长 100~400cm	缝长 > 400cm
	缝深不超过钢筋保护层	缝深超过钢筋保护层、小于结构厚 1/2	缝深大于结构厚 1/2

5 结论

①由于产生混凝土裂缝原因的多样性和复杂性,加上施工环境的不确定性,混凝土裂缝的控制一直是施工中的难点和重点,通过对裂缝产生机理的研究制定适合自身工程的控制措施是首要的。②优化混凝土配合比。在配合比计算的基础上,一定要增加不同水灰比的适配,在满足设计强度的前提下,降低水泥用量,同时掺入掺合料来减少胶凝材料的水化热,另外还要合理选用外加^[3]。③必须加强对原材料质量的控制。现在城市施工基本全部采用商品混凝土,一定要从根源上加强对搅拌站的控制管理,同时在施工现场要对混

凝土的各项性能进行检查。④在对混凝土裂缝问题的理论研究方面还要紧密联系工程实践,各项控制措施的制定都需要科学的施工管理来实现。

参考文献

- [1] 张卫成.混凝土结构裂缝的控制措施[J].冶金丛刊,2021,6(2):124-125.
- [2] 李丽君.大体积混凝土施工中裂缝控制探讨[J].中国住宅设施,2021(11):23-24.
- [3] 余江.大体积混凝土桥墩施工中裂缝成因及防治措施[J].中国房地产业,2018(29):107-108.