

大坝碾压混凝土温控技术及裂缝处理措施

冯小宾

中国水利水电第八工程局有限公司 湖南 长沙 410000

摘要:在现代工程建设中,特别是大型水利工程项目如大坝的兴建,碾压混凝土的应用越来越广泛。这种混凝土因其卓越的物理性能和结构稳定性,成为大体积混凝土施工的首选材料。然而,伴随着其在工程中的广泛使用,一项技术挑战也日渐凸显,即如何有效管理和控制混凝土水化过程中产生的热量,因为这会直接影响工程质量,尤其是在保持结构完整性方面。因此,本文将大坝碾压混凝土温控技术及裂缝处理措施进行研究。

关键词:大坝;碾压混凝土;温控技术;裂缝处理

前言:大坝碾压混凝土施工是一个复杂的过程,要求在多个方面做出科学合理的规划和调整。从原材料的选择到施工方法的应用,从温度控制到裂缝管理,每一个环节都需要精密的计算和精细的操作。通过综合应用现代工程技术和理念,才能确保最终构筑物的安全、稳定和持久。

1 项目介绍

云南澜沧江TB水电站大坝的建设分为三大部分,进水口坝段包含2号至5号坝段,溢流坝段包含了10号至14号坝段,非溢流坝段由右岸1号、6-9号坝段及左岸15至22号坝段组成。这样的结构设计涵盖了各种混凝土类型,带来了施工上的挑战。在大坝的内部和上游的迎水面,采用的是碾压混凝土和机制变态混凝土来增强坝体防渗性;而在下游迎水面也采取同样的防渗措施。对于岸坡以及廊道和管孔周围,则主要使用了机制变态混凝土,与此同时,止水槽的施工采用微膨胀混凝土,其它多数部位则采用了常规的混凝土施工方法。碾压混凝土施工采用通仓薄层连续铺筑上升的方式来进行,这一工艺在高温时段尤其挑战,因为此时混凝土的浇筑量大,且基岩对坝体的约束作用增强。加之,混凝土坝体内部温度高,维持时间长,内外部的温差及其所引起的约束时间的增加,都使得温度的控制成为一个难题^[1]。

2 大坝碾压混凝土温控技术要点

2.1 冷水机组选型

在混凝土施工过程中,浇筑温度控制是一个关键因素,它直接影响混凝土硬化的质量与速度。浇筑温度为平仓碾压完成后,在混凝土表面下5至10cm深度处的温度。不同的浇筑部位和施工月份会要求不同的浇筑温度标准,以确保最终结构的稳定性和耐用性。以云南澜沧江TB水电站15号至22号坝段的碾压混凝土浇筑为例,此部分的施工是在高温季节进行的。因此,对混凝土浇筑

的温度控制既要考虑基础的温差,也要兼顾环境温度变化带来的内外温差问题,确保混凝土能在一个相对稳定的温度下凝固,避免由温差引起的应力损害。

为了在炎热天气下达到理想的混凝土浇筑温度,一个有效的方法是对混凝土进行制冷处理。以施工现场混凝土拌和系统每小时需要用水10吨,且补水温度保持在30℃,而出水温度需要控制在5℃。在这样的要求下,就需要对混凝土制冷所需的能量进行计算,以确保混凝土能在理想的温度下进行浇筑和凝固。在计算时,尽管暂时没有考好到循环泵运作过程中的热量产生,以及水箱和管道可能的热量吸收情况,但为了安全起见,计算时采用1.2倍的安全系数。这样做的目的是为了确保在各种环境和条件下,混凝土的制冷效果都能达到预期的标准。基于上述计算和施工需求,最终选择了一套AC-410WS型号的水冷螺杆冷水机组。该机组在出水温度5℃的条件下,完全可以满足混凝土拌和系统的制冷需求,保障混凝土在高温环境中也能保持合理的浇筑温度,避免由于温度过高而引起的品质问题。通过这样的温度控制措施,不但保证了混凝土施工过程中的品质 and 安全性,也有效提高了施工效率和结构耐用性^[2]。

在大型水利工程建设,尤其是大坝建设中,混凝土的浇筑与养护工艺对最终结构的安全性和稳定性起着至关重要的作用。大坝作为承受巨大水压的水利设施,其建设质量直接关系到工程的安全运行与使用寿命。混凝土在固化过程中的温度控制是保证其养护效果的一个关键环节,尤其在特定的气候条件或高温季节施工时,更需采取有效措施以避免因温度过高导致的混凝土性能下降。考虑到这一前提,TB水电站在大坝下游侧左岸高程1667.00m和高程1710.00m平台、右岸高程1624.00m和高程1698.50m马道上共布置4套冷却水系统。该系统的主要功能是通过控制混凝土的温度,确保其在理想状态下进

行固化和养护,从而达到设计的强度和耐久性要求。此次设定的系统,单台循环水量为每小时8吨,出水温度控制在12℃,回水时则保持在25℃。

为了综合考虑施工现场的实际条件以及潜在的风险因素,在进行冷量需求计算时,纳入了包拼循环泵工作时产生的热量和水箱、管路的热量吸收等因素。基于对这些变量的预估和分析,采纳了1.2倍的安全系数进行设计,以确保冷却系统能在不同环境和状态下,均能满足工程需求。通过计算,确定所需冷量为145.6千瓦。基于上述计算结果和施工需求,最终决定在指定位置安装YWL400-5G型号的冷水机组。该机组设计出水温度为12℃,完全能够满足大坝混凝土浇筑养护阶段的冷却需求,从而确保混凝土在适宜的温度环境下固化,保证其质量和性能。通过安装和运行该冷水机组,可以有效地对浇筑的混凝土进行温度控制,尤其是在外界温度较高、易造成混凝土内部温差较大的情况下,该系统可以减少温度对混凝土性能的负面影响,防止其产生裂缝或其他强度下降的问题^[3]。

2.2 合理敷设冷却水管

在进行大坝建设的过程中,对于混凝土的浇筑养护尤其重要,特别是在15号至22号坝段进行混凝土作业时,确保混凝土能在理想的温度条件下稳定固化,显得尤为关键。为了达成这一目标,在大坝下游侧左岸高程1667.00m和高程1710.00m平台、右岸高程1624.00m和高程1698.50m马道上共布置4台YWL400-5G型号的水冷式冷却机组,通过仔细设计的进回水系统,确保整个坝体的温度控制得当。这个系统的精妙之处,在于其进水管沿着相应高程平台边坡向下延伸,直至达到混凝土仓面的各个层面。这样的设计旨在通过高效的水循环系统,对混凝土进行全面而均匀的冷却处理。

对于坝体内部,选用了高密度聚乙烯(HDPE)塑料管作为冷却水管,这种材料因其高耐用性和适宜的塑性,成为明智之选。水管的外径为32mm,内径为28mm,布置方式采取了蛇形,并且在平面上按1.5m×1.5m的间距排布。当浇筑层达到3m厚时,一半深度即1.5m的位置铺设一层冷却管,以确保从内到外均匀冷却,从而预防混凝土出现温度引起的裂缝或其他缺陷。此外,为了避免在进行固结灌浆钻孔施工时对冷却水管造成损伤,所有的水管铺设工作均需遵循设计图纸的指示进行。特别是要确保避开预定的灌浆钻孔位置约50cm,并采用U型卡进行固定。如果预埋位置设定在浇筑层中部,那么在达到预定混凝土浇筑厚度时,再进行水管的布设。

在安装过程中,水管的进出口需要引出并集中布置在方便管理的位置。为了防止水管口被堵,引出的管口需向下弯曲,且外露长度保持不小于30cm。同时,还需对水管口进行保护,确保其不会被混凝土或其他杂物堵塞。仓面冷却水管布设按照一仓一设计的原则实施,明确冷却水管铺设高程、间排距及进出水口引出位置。这一措施旨在确保混凝土层的冷却通水均匀,防止由于温度不均造成的混凝土内部应力,最终提高大坝整体的稳定性和耐用性。

2.3 科学设置仓面喷雾设备

在大坝等重要工程的混凝土浇筑过程中,保持一个适宜的作业环境至关重要。这不仅涉及到混凝土的质量,更直接影响到结构的稳定性和耐久性。为了达到这一目的,施工现场采取了一种创新方法,即在浇筑区周围搭建喷雾管系统,并利用直径达到400mm的轴流鼓风机来实现水的精细喷雾,通过这种方式在浇筑仓面上空1.0至1.5m的范围内创造出一种人工“小气候”^[4]。这种人造小气候的主要作用是混凝土浇筑提供一个更加稳定和控制的的环境。通过细雾的喷洒,能有效地控制作业区域的温湿度,从而优化混凝土的固化过程。为了有效执行这一策略,根据仓面大小配置相应数量的喷雾器。这些喷雾器的关键在于能够细致地控制水量和雾滴的大小,保持雾滴直径在40至80微米范围内,这样既可以有效地调节仓面上空的湿度,又不会导致混凝土表面出现积水。细致的水量控制和雾滴大小的精确调整,保证了混凝土表面在不形成积水的条件下保持必要的湿度,这对于混凝土的正确硬化和强度发展至关重要。待混凝土达到终凝阶段后,可以停止喷雾,此时混凝土已经处在了较为理想的养护条件下。

3 大坝碾压混凝土裂缝处理措施

3.1 裂缝形成原因

在大坝建设过程中遭遇裂缝问题,尤其是在某些结构细长、使用C20二级配常态混凝土的部位格外常见。该问题的根源在于多方面,既包括了材料本身的性质,也涉及施工过程的技术细节。从材料的角度考虑,使用的常态混凝土由于采用了较大的水泥用量,因此在固化过程中的绝热温升较高。这种物理性质导致了混凝土非常容易出现温度裂缝,尤其是在结构形状细长的区域,热量含聚不散,加剧了裂缝的形成风险。

从施工工艺的角度出发,裂缝的成因同样复杂。首当其冲是施工现场面对的环境挑战,比如天气过热造成的混凝土坍落度损失问题,这种情况下混凝土的流动性下降,导致其在施工过程中无法均匀铺展。再者,如

果施工过程中没有严格遵守每层摊铺厚度为30至50cm的规定,或者根据浇筑速度和气温变化调整坍落度和砂浆量的配比,也会导致混凝土性能不均,从而增加裂缝形成的风险。最后,施工过程中如果振捣作业不够均匀,就会在混凝土的横向和中下部形成温度干缩拉应力,而这种应力在没有得到有效释放的情况下,最终会导致沿着与坝轴线平行的方向出现裂缝。所有这些因素共同作用,最终导致了大坝建设过程中裂缝的形成。解决这一问题需要从材料选择、配比调整、施工技术等多个角度入手,综合考虑和应对^[5]。比如,可以通过优化混凝土配方,减少水泥用量并使用合适的外加剂来控制热量生成;或者在炎热天气下调整施工时间,以及在浇筑和振捣作业中采取更为精细和严格的控制措施。

3.2 处理措施

在建筑或土木工程中,对于裂缝的修补是一项细致且需要专业知识的工作。这一过程涉及几个关键步骤,旨在确保裂缝得到有效且持久的修复。首先,作业人员沿裂缝方向开挖出一个U形槽,这个槽的宽度和深度大约为5~6cm。接着,清理槽面并让其自然风干,准备下一步骤的施工。之后,在槽内涂抹合成橡胶作为一种封闭物,随后分层填塞环氧乳液水泥砂浆,并且确保其被充分压实以增强稳定性。此外,为了进一步加固裂缝周围区域,在裂缝的两侧打直径为36mm的斜孔,倾斜角30°,每个孔之间的距离保持在6m左右。钻孔深度要比裂缝深0.15m,再使用砂浆封堵孔口。

对于进行灌浆作业,会沿裂缝线布置直径为25mm的管子。对于立面上的水平或接近水平的裂缝,灌浆工作应该从一端至另一端逐步执行,由深至浅进行。这里选择使用M40水泥浆,水灰比为0.4:1,灌浆压力控制在0.2~0.4MPa。灌浆的结束标准是,在最高设计压力下,

浆液的注入率降至不大于0.05L/min,并在这个状态下继续灌注20min。当裂缝的灌浆工作完成后,需要进行表面的封闭处理,处理的范围为裂缝两侧各5cm内,以及沿裂缝两端各延伸10cm处,确保基面平整。在涂抹时,应注意每一层涂层的方向与前一层垂直,以增强涂层的密封效果。嵌填和修补结束7天后,通过小锤轻敲表面,检测嵌填密实度是否符合要求。此外,在下一仓混凝土浇筑前,还需要在修补区表面铺设钢筋网,并将其架起高度5cm,采用直径20mm的主筋,间距20cm,长度2.0m;分布筋则采用直径14mm,间距20cm。

结语:在大规模混凝土施工项目中,如TB水电站15号至22号坝段示例所示,温度控制被证实为一个至关重要的因素。这不只是因为它对工程进展有显著影响,更因为它对工程主体的质量有着深远的影响。为了有效应对温度带来的挑战,项目团队采取了一系列创新措施。这些措施的实施,有效缓解了大体积混凝土因温度变化易产生裂缝的问题。事实证明,通过这些技术手段的综合应用,不但大幅度降低了混凝土内部的温度,而且在防止和管理裂缝形成方面也取得了显著效果。

参考文献

- [1]杨磊,刘冠英,李毕德.某水库大坝挡水坝段坝后渗漏探测及有限元分析[J].山西建筑,2024,50(06):1-7+32.
- [2]张生武.水利工程大坝施工中碾压混凝土施工技术[J].水上安全,2024,(04):169-171.
- [3]武孔学.碾压混凝土大坝快速施工研究与应用[J].陕西水利,2023,(11):187-189.
- [4]黎明.施工期碾压混凝土大坝温控防裂分析[J].陕西水利,2023,(10):195-197.
- [5]李兴朝,何起,曹虎.大坝碾压混凝土温控技术及裂缝处理措施[J].水利水电技术(中英文),2022,53(S2):135-139.