

复杂气候环境碾压混凝土重力坝施工关键技术

齐延天

中国水利水电第十一工程局有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i11.5861

[摘要] 本文以碾压混凝土重力坝施工为例,对高寒、高海拔复杂气候环境下碾压混凝土易出现裂缝的原因进行了分析,总结了对应具有针对性的施工技术改进和创新,并通过在实际施工中的实践,不断进行调整和优化,以保证对应的技术和措施能达到最大的效果。同时提出了复杂气候环境下碾压混凝土运输至浇筑全过程控制的综合技术措施,旨在保证碾压混凝土大坝施工质量。

[关键词] 碾压混凝土; 重力坝; 分仓入仓; VC值; 分层

中图分类号: TV641.3+2 **文献标识码:** A

Key Technology of RCC Gravity Dam Construction in Complex Climate Environment

Yantian Qi

China 11th Water Conservancy and Hydropower Engineering Bureau Co., Ltd.

[Abstract] In this article, taking the construction of RCC gravity dam as an example, the causes of RCC crack in complex climate environment are analyzed, summarizes the corresponding construction technology improvement and innovation, and through the continuous adjustment and optimization, to ensure that the corresponding technology and measures can achieve the maximum effect. At the same time, the comprehensive technical measures to control the whole process of RCC transportation to pouring in complex climate environment are put forward to ensure the construction quality of RCC dam.

[Key words] RCC; gravity dam; warehousing; VC value; stratification

引言

本工程为II等大(2)型水利枢纽工程,主要由碾压混凝土重力坝、电站厂房等建筑物组成,坝顶高程为2631.00m,河床坝段最低建基面高程2508.00m,最大坝高123.00m,坝顶长度210.0m,共9个坝段。碾压混凝土51.59万 m^3 。

通过研究高海拔、复杂气候环境下碾压混凝土入仓方式,坝址区域昼夜温差、刮风等因素对混凝土从运输到浇筑整个过程的影响,以及智能碾压等的技术研究,确保本工程大坝混凝土在强度、防渗和外观质量等方面满足设计和使用要求,同时可形成适用于这种特殊环境下的碾压混凝土施工技术。

1 关键技术

1.1 混凝土入仓方式

由于大坝上游坝面设计有聚脲防渗层和聚氨酯乙烯保温层,且坝址区河谷狭窄,山体陡峻,混凝土无法从大坝上游直接入仓。

通过各方沟通,咨询相关专家,决定大坝碾压混凝土采用皮带机入仓,综合分析皮带机浇筑高程范围、皮带机架长度与其角度调整范围,以及皮带机的使用效率,从而确定混凝土入仓方式的技术可行性和经济合理性。

1.2 复杂气候环境对混凝土VC值的影响

由于本项目所在地地处青藏高原东北侧的祁连山系中,主要受青藏高原气候的影响,基本为高寒半干旱气候。坝址地势高峻,气候严寒、湿润,海拔在2500m以上。工程区多年平均降水量400mm,其中6月~9月降水量占全年降水量的78%。受青藏高原气候影响明显,昼夜温差较大,且施工场地局限性高,项目计划在大坝坝址区域建立一个小型气象站,每天进行数据监测,及时记录天气情况,将气温、风速风向、雨量等情况详细记录,根据碾压混凝土从运输到浇筑过程时特殊气候条件对混凝土的各项指标影响,确定符合碾压混凝土质量标准的相应的气候条件,以及在不同气候条件下碾压混凝土料的各种特性。

1.3 仓面管理技术

大坝碾压混凝土除廊道和坝体结构坝段因素的影响浇筑施工,根据总进度计划、拌和楼能力、仓面特性和运输入仓手段等,进行分区施工,共分3个区,共计41层,平均每一层3m。

1.4 层间结合即碾压方式技术

碾压混凝土重力坝施工由于其典型的成层体系结构层面因间歇时间控制欠妥、处理不当成为相对薄弱面,从而造成层面的强度特性和粘结特性变差,严重削弱了层间结合质量,本项目拟采取混凝土智能碾压监控系统,从而更好的控制层间碾压施工质量。

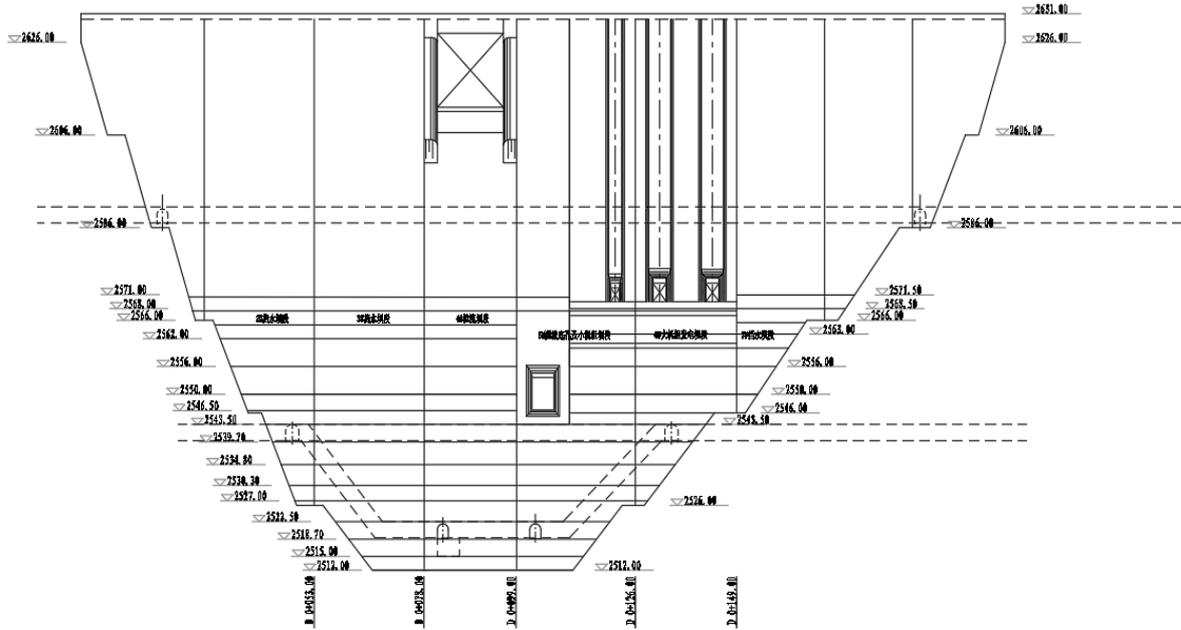


图1 碾压混凝土重力坝施工典型分层图

为保证碾压混凝土层间结合质量通过以下几点进行调整和控制:

①保证碾压混凝土拌和物从拌和到碾压完毕时间控制; ②碾压混凝土出机口VC值控制在0~5s范围内, 根据外界气温条件及砂子含水率的变化, 进行碾压混凝土VC值动态调整; ③晴朗多风天气应及时采用彩条布及棉被覆盖已浇混凝土面, 采取喷雾措施降低环境温度, 保证环境湿度, 防止表面失水, 影响层间结合; ④卸料时分多点卸料, 降低料堆高度, 避免骨料分离。

采用斜层铺筑法施工, 开仓段先平层铺筑, 且铺筑层自下而上依次缩短, 从而使新浇筑的混凝土表露面形成一个斜面, 至收仓端的大部分混凝土按此斜面铺筑, 铺筑方法与碾压混凝土平层铺筑法基本相同, 收仓端通过几个依次加长的平层收仓。为提高仓内混凝土施工设备利用率, 斜层碾压坡度控制为不陡于1: 10。

每一坝段铺设碾压混凝土前, 施工缝铺设水泥砂浆, 变态混凝土层面铺洒水泥粉煤灰净浆。碾压层的允许间歇时间为4~6小时。若超过此时段, 经过处理后才能继续浇筑, 具体处理方式按照施工技术要求确定。斜层铺料方向根据仓面特性以及入仓方式, 仓面横向长度大于纵向长度采用自下游向上游方向进行铺筑的方式, 仓面横向长度小于纵向长度采用从左岸至右岸方向铺筑的方式进行。

卸料摊铺平仓条带根据施工方式进行调整, 摊铺平仓条带平行水流方向, 但迎水面15~20m范围内碾压方向垂直水流方向。

自卸汽车采用退铺法卸料, 汽车卸料要做到边慢行边卸, 两点式卸料减小堆料高度, 减轻骨料分离。汽车卸料要卸在已平仓尚未碾压的碾压混凝土面上, 卸料后及时平仓, 原则上要求边卸料、边平仓以便碾压混凝土料始终卸在已平仓的碾压混凝土面上。另外严格控制混凝土碾压层厚。

2 施工方法

2.1 混凝土入仓方式

本工程大坝碾压混凝土施工首仓底高程为2512m, 基坑开挖期间布置有由上、下游围堰下至基坑道路, EL2512m~EL2515m层碾压混凝土采用自卸车由上游沿EL2526m马道至下游直接入仓EL2515m~EL2518.7m层碾压混凝土入仓采用布置于5#坝段的高速短皮带机, 皮带机实际断面面积约为: 0.05m^2 ; 皮带机带速约为2.7m/s, 额定输送能力约为 $=0.05 \times 2.7 \times 3600 = 486\text{m}^3/\text{h}$, 最低能保证 $420\text{m}^3/\text{h}$ 的输送能力。

EL2518.7m~EL2522.5m层为廊道层, 仓面被划分为11个区域, 为提高施工效率, 采用右岸皮带机系统和满管溜槽系统两种入仓方式, EL2522.5m~EL2527m增加由下游自卸车入仓。

EL2522.5m~EL2539.7m层碾压混凝土浇筑采用两条皮带机同时入仓, 将满管溜槽改为皮带机。

前期施工右岸布置有施工便道, EL2539.7m~EL2546.5m层混凝土浇筑时, 在大坝右岸搭设贝雷桥, 碾压混凝土直接由自卸车运输入仓。EL2546.0m以上大坝以4#、5#坝段分缝处分为1区、2区, 左右岸相差0.5m先后进行碾压混凝土浇筑。2区(5#~7#坝段)EL2546.0m~EL2550.0m层混凝土浇筑由自卸车通过贝雷桥运输直接入仓, EL2550.0m~EL2563.0m层采用自卸车通过贝雷桥运输直接入仓, 同时收仓平台浇筑时, 采用布置于5#坝段的高速长皮带机入仓。1区(1#~4#坝段)EL2546.5m~EL2562.0m层碾压混凝土通过皮带机和自卸车组合入仓。

EL2562.0m~EL2571.5m层碾压混凝土浇筑通过布置于右岸坝下0+009.3的满管溜槽结合自卸车入仓。

2.2 复杂气候环境对混凝土VC值的影响

根据规范要求, VC值应根据施工现场的气候条件变化, 动态选用和控制。通过在坝址区域建立小型气象站, 对温度、湿度和风速等气候环境进行实时动态监测, 掌握该地区具体气候变化

规律,根据不同气候条件进行最优VC值试验和论证,确定VC值为0~5s。在碾压混凝土浇筑期间,每2h内检测一次施工部位碾压混凝土的VC值,留存记录。

2.3 典型仓面管理技术

根据坝体结构设计进行施工分层。EL2519m~EL2524m、EL2540m~EL2544m布置有廊道及坝内交通,此部分碾压混凝土施工分层为EL2518.7m~EL2522.5m和EL2522.5m~EL2527m、EL2539.7m~EL2543.5m。5#坝段于EL2548m布置有贯穿于坝体的泄流底孔,底孔高7m,四周安装钢衬,碾压混凝土施工分层5#坝段为EL2543.5m~EL2546.0m,以泄流底孔为分解,左右岸坝段分区施工。6#坝段EL2570m布置有压力钢管,6#坝段施工分层至EL2568.5m,其他坝段连续上升,压力钢管安装完成验收后进行后续施工。其他坝段无特殊结构部位,按照翻升钢模板最大高度3m一层浇筑。具体分层如图1。

2.4 层间结合即碾压方式技术

相较于平推铺筑法,斜层平推法碾压在不增大混凝土生产、运输和浇筑能力的前提下,大大缩短层间间隔时间,通过调整层面坡度,灵活控制调整层间间隔时间,保证层间结合质量。施工前期进行平推法和斜层平推法碾压混凝土工艺试验,验证碾压混凝土施工工艺的可行性、工艺流程及施工组织设计的合理性、资源的消耗参数,根据试验结果采用斜层平铺碾压法施工效率、质量更优。斜层平推法压实厚度按照30cm一层进行控制,采用两次铺料一次碾压法施工,每次铺料厚度控制在16~19cm,总平仓厚度控制在33~35cm,采用14t双钢轮振动碾压,振动碾行走速度为1~1.5km/h,碾压遍数定为先静碾2遍使其初步平整,然后有振碾压8遍,最后无振碾压2遍,碾压条带之间重叠20cm,同一碾压条带的各碾压段之间重叠1~2m,以免漏碾。同时采用智能碾压检测,通过GPS和智能检测记录系统进行碾压混凝土碾压遍数、振动、振速等重要参数的实时反馈和记录,通过网络传输至监测段,以动画和图片的形式展示,便于及时对碾压情况进行了了解和调整,同时能自动生成数据统计表和大坝碾压图,实现碾压

施工数字化、远程化、信息化管理,有效提高施工质量。

除此之外,同步采取其他技术措施,保证层间结合质量,通过碾压混凝土运输和入仓最优路线规划、运输中混凝土保温等措施降低碾压混凝土在运输过程中的VC值损失,通过在浇筑过程中喷雾形成小气候、多点卸料等措施保证仓面湿润、避免骨料分离,通过养护期间覆盖彩条布及棉被等措施保证养护效果。

3 成果实施情况

本工程碾压混凝土大坝通过选择不同组合入仓方式、确定适宜地区气候的碾压混凝土VC值、规划施工分层和分区、采用斜层平推碾压方法结合智能碾压监测技术,提高了碾压混凝土重力坝的施工速度和质量,从施工效率方面保证了工期,2020年大坝碾压混凝土浇筑10层(EL2515.0~EL2562.0),混凝土浇筑共32.5万 m^3 ,2021年8、9月大坝碾压混凝土浇筑5层(EL2562.0~EL2571.5),混凝土浇筑共7.4万 m^3 ,单元合格率100%。

4 结语

综上所述,该技术在实施过程中,经过试验论证,不断优化和调整,解决了复杂气候环境条件下碾压混凝土重力坝施工的技术难题,保证了工程质量、提高了施工效率、降低了施工成本,为后续大坝施工提供了有力依据和可靠技术指导,同时对其他同条件下同类型大坝施工提供了参考价值。

[参考文献]

- [1]陈方枢.2008版《水工碾压混凝土施工规范》修订要点[C]/2008年全国碾压混凝土筑坝技术交流会论文集,2008:55-56.
- [2]罗毅,李然.对现行《水工混凝土施工规范》强度评定公式之见解[J].工程质量A版,2007(11):25-29.
- [3]《水工碾压混凝土施工规范》(DL/T 5112-2021).
- [4]《大体积混凝土施工标准》(GB 50496-2018).

作者简介:

齐延天(1984--),男,甘肃武威人,本科,高级工程师;研究方向:水电施工。