

堆石混凝土技术在东北某水利枢纽的应用

高乃东 刘树峰

吉林省水利水电勘测设计研究院

DOI:10.12238/hwr.v6i5.4400

[摘要] 自密实堆石混凝土是国内近年来逐渐被广泛采用的一种新混凝土施工技术,具有施工速度快、质量高、生态环保等多方面优点。文中根据自密实堆石混凝土在东北某水利枢纽工程中的具体应用情况,从堆石混凝土重力坝与其他坝型的比较、混凝土原材料、现场设备布置、施工工艺流程、具体施工方法等多方面系统的阐述寒冷地区堆石混凝土坝环保设计与快速施工相融合。

[关键词] 堆石混凝土; 重力坝; 寒冷地区; 生态与环保

中图分类号: TV331 **文献标识码:** A

Application of rockfill concrete technology in a water conservancy project in northeast China

Naidong Gao Shufeng Liu

Jilin Water Resources and Hydropower Survey, design and Research Institute

[Abstract] Self-compacting rockfill concrete is a new concrete construction technology that has been widely used in China in recent years. It has many advantages such as fast construction speed, high quality, and ecological environmental protection. According to the specific application of self-compacting rockfill concrete in a water conservancy project in Northeast China, the system from the comparison of rockfill concrete gravity dam and other dam types, concrete raw materials, site equipment layout, construction process, specific construction methods, etc. The elaboration of environmental protection design and rapid construction of rock-fill concrete dams in cold regions would like to be integrated.

[Key words] rockfill concrete; gravity dam; cold area; ecology and environmental protection

1 概述

东北某水利枢纽位于吉林省桦甸市境内,水库坝址建在松花江上游(三岔河口以上)左侧支流上。该地区属于寒温带大陆性季风气候区,流域处于西伯利亚大陆气团控制下,气候寒冷,日平均气温低于零度的时间,一般从11月上旬至翌年的3月下旬,长达五个月之久。该水利枢纽总库容1434万 m^3 ,是一座以城市供水为主,兼顾灌溉、防洪及发电等综合利用的中型水库。枢纽工程由挡水建筑物(非溢流坝段、厂房坝段)、泄水建筑物(溢流坝段、水库放空洞)、电站厂房及供水建筑物(提水泵站、输水管道、净水厂)等组成。大坝为混凝土重力坝,最大坝高42m,坝顶宽度6.0m。

根据坝址区的地形、地质条件及当地天然建材的调查及勘察结果情况分析,本项目区符合筑坝的坝型有堆石混凝土重力坝、浆砌石重力坝和混凝土面板堆石坝等坝型。

2 堆石混凝土重力坝的选择

2.1 堆石混凝土重力坝的优势

堆石混凝土作为近年来发展出的一种新型的筑坝技术正在替代传统混凝土筑坝方式,在水利水电工程中得到应用,在工程

中能够充分发挥高质、高效、低成本、节能环保的优势。

堆石混凝土就是用密实性能优良的堆石混凝土充填堆石体所形成的致密混凝土,施工工艺是将一定粒径要求的堆石直接入仓,形成有空隙的堆石体,用堆石混凝土代替高流动砂浆,从堆石体上部倒入堆石混凝土,利用堆石混凝土的高流动和抗离析性能,使堆石混凝土依靠自重自动填充到堆石的空隙中,形成完整、密实、有较高强度的混凝土,这样形成的混凝土称为堆石混凝土,堆石混凝土由堆石体和带有小骨料的堆石混凝土构成,其基本力学性能满足普通混凝土要求,在水化热温升、施工速度、造价等方面有较大优势。

堆石混凝土利用大量堆石,堆石(粒径一般大于300mm,无级配要求)的体积比例一般可以达到55%~60%,能够充分利用初级开采的石料或者开挖料中的大块石,最大限度地降低了胶凝材料的用量。同时,堆石混凝土施工技术还在骨料破碎、混凝土生产浇筑等施工环节上大大节约了能源,减少了二氧化碳的排放。因此,堆石混凝土技术是一种新型低碳环保的混凝土施工方法。

由于堆石混凝土中含有大量的块石,使得其单方水泥用量较少,也使其相比常态混凝土材料,具有一些特有的性能特点和

优势。具体如下:

(1) 容重通常可达到2500kg/m³以上; (2) 抗压强度为高自密实性能混凝土1.3~1.5倍, 抗拉强度约为95%以上; (3) C15-C20等级堆石混凝土的绝热温升一般为14.2~16.1℃。

因此, 堆石混凝土重力坝在坝体分缝、混凝土分区、温度控制等方面带来一定程度的简化。

2.2 堆石混凝土重力坝与其他坝型的比较

2.2.1 与浆砌石重力坝的比较

由于堆石混凝土和浆砌石在单价上两者基本差不多, 但在施工工艺上堆石混凝土技术更具有显著的优势, 且浆砌石坝质量较难保证, 东北地区有的浆砌石坝存在漏水情况, 冬季引起冻融破坏。具体二者的比较见表2.1。

堆石混凝土和浆砌石施工工艺比较

表2.1

对比项目	堆石混凝土	浆砌石
施工流程	支立模板-堆石入仓-混凝土浇筑	砌筑工作面清理-铺垫砂浆-石料安放-竖缝灌浆振捣-表面勾缝
	工艺简单且易操作	工艺繁琐且需大量人工参与
主要施工设备	自卸汽车、装载机、挖掘机、混凝土输送泵等常规设备	主要靠人工抬、架子车运输或采用简易提升设备运输, 也可采用塔机、自卸汽车
	可根据不同施工条件采用不同设备满足施工要求, 例如高自密实性能混凝土浇筑可采用泵送、溜槽、吊罐等多种形式	仓面砌筑施工时需人工配合搬运定位, 以人工为主施工
	无需振捣设备, 且较常态相比拌合站生产能力要求降低一半	小型振捣机无需振捣设备
施工层厚	浇筑层高 1.5m ~ 2m	砌筑厚度约为 30~50cm, 厚度过大易漏振、架空

从表2.1中可以看出, 堆石混凝土技术更具有显著的优势: 施工设备简单、工艺简单灵活、且浇筑层厚较高, 施工效率较高; 在施工过程中, 由于高自密实性能混凝土独特的设计与工艺, 使其具有卓越的流动性能、充填性能和抗离析性能, 在浇筑过程中可以完全充填堆石空隙, 相比其它筑坝技术, 无需振捣, 同时由于堆石混凝土中块石比例达到55%, 大量节省了胶凝材料, 降低水化温升、减少水化热, 以C20等级的堆石混凝土为例, 绝热温升不超过15℃, 可在施工过程中简化甚至取消温控措施; 在保证施工质量的同时, 减少人工、设备的投入, 加快施工进度。

2.2.2 与面板堆石坝的比较优缺点

(1) 堆石混凝土重力坝方案用料少。堆石混凝土重力坝上游边坡采用折面, 折坡点以上为铅直面, 以下边坡为1:0.25, 下游折坡点以下边坡为1:0.7; 而混凝土面板堆石坝上下游边坡都为1:1.4; 坝高基本相同情况下, 堆石混凝土重力坝所用块石料比堆石坝少, 石料场占地、开采及运输的投资都小。(2) 堆石混凝土重力坝方案枢纽区占地范围小。堆石混凝土重力坝方案坝体及坝后的电站、泵站主副厂房等建筑物可布置紧凑, 节省占地面积; 混凝土面板堆石坝方案溢洪道、发电引水隧洞、电站主副

厂房及升压站、泵站主副厂房及变电站等建筑物分散布置, 占地面积较大。(3) 混凝土面板堆石坝方案比堆石混凝土重力坝方案对自然环境影响程度大。混凝土面板堆石坝方案建筑物分散布置, 造成局部水土流失加大, 对自然环境影响较大。(4) 混凝土面板堆石坝方案对筑坝材料要求比堆石混凝土重力坝方案低, 料场选取范围广。(5) 从经济指标上看, 堆石混凝土重力坝方案工程投资较少。

3 堆石混凝土重力坝的工艺流程

结合本工程的具体情况, 自密实堆石混凝土重力坝的施工内容和工艺流程为: 基础面处理——测量放线——模板安装——堆石料填筑——堆石仓平仓整理——堆石混凝土浇筑——混凝土收仓、养护。在基础面处理和堆石仓平仓整理完成后均需经监理工程师验收, 验收合格后方可进行下一道工序的施工。

4 堆石混凝土重力坝的施工组织

4.1 堆石料的获取与筛分

4.1.1 堆石料的来源

堆石料的主要来源包括:

- 工程自有料场爆破开采。
- 基岩开挖料、洞控料、渣场回采料。
- 河道内的卵石。

对于基础开挖料, 可就地开辟临时堆石料场, 通过粗筛系统筛出可用的堆石料就地存放, 从而减少石料的周转以及弃渣的运输和存放。

4.1.2 堆石料的预处理:

为了保证堆石料的粒径要求和清洁程度, 需要对不合格的堆石料进行预处理, 相应准备堆石料场, 场地(包含石料运输道路、粗筛设备等)不宜小于1000m², 主要用于堆石料的预存堆放、粗筛、清洗、装运等;

堆石的预处理主要包括堆石料的筛分和清洗。堆石料筛分可以通过弹簧钢轨筛进行筛分, 满足立即要求的用作堆石料, 逊径料可用于加工1级配、2级配混凝土骨料。当筛分的堆石料附着较多泥土时, 必须加以清洗, 可在钢轨筛增设高压清洗喷头, 同时应考虑挡水导流措施。

4.1.3 石料综合利用

通过粗筛系统将粒径大于300mm的石料用于堆石料, 粒径150~300mm之间的石料可以通过颚式破碎机破碎后与其它粒径小于150mm的石料用于粗骨料的加工。

4.2 堆石料运输与入仓

(1) 堆石料应使用10T以上自卸汽车进行运输, 从堆石料粗筛系统直接运输至浇筑仓面堆放。(2) 大坝左岸高位堆石混凝土, 没有条件布置施工道路, 采用塔吊运送堆石料; 大坝低位及大坝右岸优先采用汽车运送堆石料。在堆石混凝土仓面下游处应留有不小于5m宽的道路, 确保自卸汽车能够将堆石料运至与坝轴线平行的各处位置, 然后通过布置于仓面内的装载机将堆石料运至上游部位, 尽量减少汽车轮胎带入的泥土。(3) 堆石入仓宜采用“倒退法”, 由里向外进行布仓。必要时可配备挖掘机辅助

平仓。(4)在靠近模板、止水带等细部1m左右的区域,需要使用人工辅助堆石,以避免机械堆石对模板和止水带的冲击。

在堆石入仓前应对底层堆石混凝土仓面按照常态混凝土的标准进行凿毛和清洗,对于松动的堆石应予以清除,以确保层间的抗渗性能。

4.3 温控措施

结合以往工程的经验,堆石混凝土水泥用量低,水化温升小,在大体积混凝土施工中无需预埋冷却水管等复杂温控措施,但若条件允许,建议采取如下简易措施:

(1)在夜间等气温低于平均温度时进行专用堆石混凝土的浇筑。(2)为骨料和堆石料场设置遮阳棚,必要时对骨料和堆石料进行洒水降温。(3)在日照较强时对已经入仓的堆石料进行临时遮阳,以减少堆石料的温度上升,必要时可在表面进行洒水降温。(4)采用冷水拌合专用堆石混凝土。(5)采取表面流水冷却和仓面喷雾等温控措施可以降低堆石混凝土最高温度。(6)建议利用混凝土温度监测系统,加强混凝土内部温度监测,根据温度监测结果和工程实际,及时调整并改进温控措施。

5 总结

通过以上对堆石混凝土重力坝的方案比较及施工组织的介绍,可以看出堆石混凝土有它自身难以取代的优势和特点,结合堆石混凝土重力坝的施工工艺,可以解决大体积混凝土水化热带来的负面影响(避免大体积混凝土因高水化热产生裂缝),加快工期。同时,由于采用堆石工艺可以大大节省混凝土用量,由于它施工简便,施工流程较少,可以节约大量人力与机械,节约工程投资,为工程带来巨大的效益。

东北地区属于寒冷地区,冬季时间相对较长,堆石混凝土是新型的浇注工艺,能够快速浇筑坝体,缩短大坝浇筑工期。并且堆石混凝土从原材料上看,块石比例可达55%,大量节省了胶凝材料,降低水化温升、减少水化热,可在施工过程中简化甚至取消温控措施。在保证施工质量的同时,减少人工、设备的投入,加快施工进度。因此,寒冷地区应用堆石混凝土坝设计施工,能够很好的使堆石混凝土快速施工与环保设计融合。

[参考文献]

- [1]王冰.自密实堆石混凝土在围滩水电站中的应用[J].山西水利科技,2010,(3):52-53.
- [2]杨会峰.自密实堆石混凝土在恒山水库除险加固工程中的应用[J].山西水利科技,2010,(3):54-55.
- [3]宋殿海,刘剑.自密实堆石混凝土在宝泉抽水蓄能电站中的应用[J].水力发电,2007,33(9):26-27.
- [4]张磊.利用堆石混凝土替代浆砌石实施坝体施工的技术难点与应用前景分析[J].水利水电技术,2010,41(7):49-52.
- [5]金峰,安雪晖,石建军,等.堆石混凝土及堆石混凝土大坝[J].水力学报,2005,36(11):1347-1352.
- [6]吴永锦,刘清.C20堆石混凝土在堆石混凝土中的应用[J].混凝土,2010,(3):117-120.

作者简介:

高乃东(1982--),男,汉族,辽宁省锦州市人,2005年毕业于合肥工业大学,高级工程师,从事水利水电工程设计工作。

刘树峰(1976--),男,汉族,吉林省通化市人,2002年毕业于清华大学,正高级工程师,从事水利水电工程设计工作。