

严寒地区混凝土面板堆石坝施工技术的研究与应用

茹彩江

(中国水利水电第一工程局, 吉林 长春 130062)

摘要:结合莲花水电站混凝土面板堆石坝的施工实践,重点研究严寒条件下面板堆石坝的施工技术,在冬季爆破参数、堆石料碾压参数、垫层料级配及碾压参数、面板混凝土配合比及防裂措施等方面取得的成果表明严寒地区混凝土面板堆石坝冬季施工在技术上是可行的。

关键词:混凝土面板堆石坝;寒冷地区;施工技术

中图分类号:TV641.4*3

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2001)02-0051-02

1 研究概况与内容

混凝土面板堆石坝以其良好的适应性得到了广泛应用。就气候环境而言,无论是温暖地区还是寒冷地区,都有混凝土面板堆石坝兴建,而且运行情况良好。目前,寒冷地区的混凝土面板堆石坝数量也在不断增加,尤以美国为多,但国内外寒冷地区混凝土面板堆石坝均是利用暖季或冬季中的正温时段进行施工的。

实践表明,混凝土面板堆石坝在寒冷地区的运行是安全的,但是,在寒冷地区,特别是严寒地区修建混凝土面板堆石坝,如何保证在严冬气候条件下连续、快速、经济地施工,是一直未能得到很好解决的问题。为了研究这一问题,适应混凝土面板堆石坝在我国北方地区发展的需要,原能源部和中国电力企业联合会于1992年结合莲花水电站混凝土面板堆石坝工程建设,设立了“严寒地区混凝土面板堆石坝施工技术研究”的科技攻关项目,目的是针对严寒地区混凝土面板堆石坝施工特点,通过改善和改进施工技术,使混凝土面板堆石坝在寒冷季节也能在保证质量的前提下,做到快速、经济、连续地施工。项目研究内容包括严寒条件下的堆石料爆破开采技术和堆石体填筑技术、高抗冻标号面板混凝土配合比技术、混凝土面板及趾板的防裂和越冬保护技术、冬季施工组织及防汛渡汛措施等。

莲花水电站位于黑龙江省海林市,是牡丹江下游梯级电站之一。电站以发电为主,兼有防洪、灌溉等多种效益。水库总库容为 $41.8 \times 10^8 \text{ m}^3$,电站装机

容量为 $4 \times 137.5 \text{ kW}$ 。枢纽工程包括混凝土面板堆石坝大坝、粘土心墙砂砾石二坝、岸坡开敞式溢洪道及引水发电系统等。工程于1992年11月开工,1996年11月首台机组发电,1998年基本竣工。

莲花水电站地处高寒山区,冬季漫长而严寒,极端最低气温为 -45.2°C ,极端最高气温为 37.5°C ,每年低温持续时间长达6个月之久,结冰期在5个月以上。莲花混凝土面板堆石坝是我国目前修建在温度最低地区的一座大型混凝土面板堆石坝,最大坝高71.8m,坝顶长902m,坝体总填筑方量 $420 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。坝体上下游坝坡均为1:1.4。坝体堆石料取自溢洪道的开挖石渣和采石场,为混合花岗岩。坝体各区填筑设计指标及面板混凝土设计要求见表1和表2。表2中的H为面板计算截面至面板顶部的垂直距离。

表1 坝体堆石区设计指标

分区	铺层厚度/cm	碾压遍数	压实干容重/($\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$)
垫层区	40	8	21.5
过渡料区	40	8	21.0
主堆石区	80	8	20.5
下游堆石区	120	6	19.5

表2 面板混凝土设计指标

面板厚度/cm	抗压强度/MPa	抗渗标号	抗冻标号
$0.30 + 0.003H$	30	S8	D300

2 严寒地区混凝土面板堆石坝施工特点

a. 施工期分为暖季和冬季两个时段。严寒地区混凝土面板堆石坝的暖季施工与温暖地区相同,而

基金项目:电力科技攻关项目(电(92)069)

作者简介:茹彩江(1962—),男,河北抚宁人,硕士,教授级高级工程师,从事水利水电工程施工工作。

冬季的施工比较困难,技术条件要求也更加严格。

b. 冬季堆石碾压不能洒水。由于冬季严寒,堆石碾压时不能洒水,在不改变碾压机械的条件下,只能在较温暖季节施工参数下,减薄堆石铺填层厚和增加碾压遍数。

c. 截流后的高难度施工。寒冷地区的水电工程,一般在大汛后截流,截流后很快进入冬季施工。由于冬季的施工困难和不能浇筑趾板混凝土,要达到翌年大坝的渡汛要求,必须进行截流后冬季的高难度施工和春季的高强度施工。

d. 混凝土的高抗冻和耐久性要求。由于寒冷地区坝体运行的需要,面板混凝土处于强冻融变化条件中,要求具有高抗冻性和耐久性。

e. 混凝土面板需要采取严格的防裂措施。寒冷地区的面板混凝土,在施工期,由于天气干燥、昼夜温差大等不利条件,需要有更加良好的限裂、抗裂措施以及冬季保温措施。

3 主要研究成果

3.1 堆石料冬季开采

严寒地区堆石料冬季开采,存在岩石裂隙水冻结、机械钻孔效率低等特点,同时,由于冬季采用薄层碾压填筑,要求减小石料最大粒径。经过试验,莲花水电站工程冬季主堆石料爆破开采参数为:孔距 1.7~2.0m,排距 1.7~2.0m,梯段高度 8~10m,孔径 100mm,炸药单耗 0.9~1.2kg/m³。过渡料的爆破开采参数为孔、排距 1.8m,梯段高度 8~10m,孔径 100mm,炸药单耗 1.4kg/m³,爆破性质均为微差挤压爆破。

3.2 垫层料的制备

莲花水电站工程的垫层料是利用破碎的最大粒径为 80mm 的石料掺配河砂拌制而成。夏季垫层料铺层厚度为 40cm,洒水量为 15%,碾压 8 遍。但是经过试验,这样的垫层料在冬季不洒水条件下,即使增加碾压遍数,减薄层厚,也达不到设计干容重要求。经过研究,认为应该调整料物级配,使之更趋合理。通过试验,莲花水电站工程冬季采用的垫层料是由破碎机破碎的最大粒径 80mm 的石料、掺配骨料筛分场成品砂和最大粒径为 20mm 的细石料组成,铺层厚度为 40cm,碾压 10 遍,达到了设计干容重要求。由于实现了垫层料的冬季施工,从而保证了整个大坝填筑的冬季连续施工。

3.3 堆石料冬季填筑

莲花水电站工程采用的碾压设备为美国英格索

兰 SD-150D 型自行振动碾,自重 19.2t,激振力 245kN,滚筒宽度 2135mm。暖季施工堆石料铺层厚度为:主堆石区 80cm,下游堆石区 120cm,过渡区 40cm,均碾压 8 遍,洒水量为 10%~25%。

严寒季节碾压施工时,由于不能借助洒水加速堆石的碾压密实,经试验采用了减薄层厚、增加碾压遍数的措施。对于主堆石区,铺层厚度为 60cm,碾压 10 遍;对于下游堆石区,铺层厚度为 80cm,碾压 8 遍;对于过渡区,铺层厚度为 40cm,碾压 10 遍。均不洒水。

3.4 高抗冻标号混凝土配合比

对于严寒地区的混凝土面板堆石坝,抗冻性和耐久性是混凝土的重要指标。选择合适的原材料和配合比,既是保证混凝土质量的需要,也是满足施工要求的需要。莲花水电站工程面板混凝土选用具有微膨胀性能的抚顺硅酸盐大坝 525 号水泥,采用水灰比为 0.338,砂率为 40%,坍落度为 5cm,外加剂掺量为 0.36%,水泥用量为 340kg/m³。

为防止发生裂缝,混凝土浇筑后便采取有效的保温、保湿、防风措施。入冬前,还采取了在面板上覆盖聚苯乙烯板进行冬季保温的措施。实践表明,莲花水电站混凝土面板施工采取的措施是合适的,裂缝比较少。总面积 7.5×10⁴m²的混凝土面板,宽度超过 0.2mm 的裂缝 58 条,最大缝宽 0.5mm,最大缝深 3.5mm。

4 结 语

通过莲花水电站混凝土面板堆石坝的施工技术研究,证明严寒地区混凝土面板堆石坝冬季施工在技术上是可行的。冬季的连续施工,更加显示了混凝土面板堆石坝施工快捷、经济的优越性。莲花水电站工程由于堆石坝的冬季施工,为电站提前两年发电提供了条件(电站提前两年发电创造了 10 亿元以上的经济效益)。经 1999 年 6 月国家电力公司组织专家鉴定,认为莲花水电站混凝土面板堆石坝冬季施工技术、对混凝土面板堆石坝在我国北方及青海、西藏等高寒地区的发展具有重要意义,该项目获得了 2000 年度国家电力公司科技进步二等奖。

参考文献:

- [1] 傅志安,凤家骥.混凝土面板堆石坝[M].武汉:华中理工大学出版社,1993.
- [2] SL49-94,混凝土面板堆石坝施工规范[S]

(收稿日期:1999-07-19 编辑:熊水斌)