

堆石混凝土技术在水利工程大坝中的应用

黄小波

中国水利水电第十六工程局有限公司 福建 福州 563100

摘要: 堆石混凝土技术的应用和研究,指在解决大体积混凝土水化热的基础上,能更加方便快捷的施工,并有效降低建设成本。本文在对堆石混凝土技术进行分析的基础上,分析堆石混凝土技术在水库施工中的优势,然后结合实际案例,对堆石混凝土技术在巫家水库建设中的应用问题进行研究。

关键词: 堆石混凝土技术;水利工程大坝;应用

引言

我国已全面进入高质量发展阶段,而水利工程建设具有周期长、投资大、影响广的特点,只有掌握先进的工艺,按照要求保质保量的完成工作,才能真正发挥水利建设的价值,才能获得较好的经济效益和社会效益。在水库施工过程中,混凝土的使用量较大,所以,对混凝土技术进行深入研究,有助于节约固定资产投资成本,提高水库施工的效率。当前,堆石混凝土施工技术作为一种全新的大体积混凝土施工技术。具有工艺简单、工期短、造价低、实用性强等特点,值得在水库施工中被推广使用。

1 在水库施工中应用堆石混凝土技术的优势

水库施工中的堆石混凝土技术主要是指:将符合要求的块石料自然的堆满仓面,让其形成一定的空隙,再将制作好的专用自密实混凝土按顺序灌入仓内,依靠自密实混凝土自重和的高流动性填充堆石体空隙,进而将块石凝结形成密实、完整的混凝土的一种技术手段。同其他施工技术相比,堆石混凝土技术具有明显优势,其一,充分利用粉煤灰、矿渣粉等掺合料,使水泥用量减少,坝体水化热显著降低;其二,施工工艺简单,能够发挥机械化施工的优势,生产效率大幅提升,减少了人工振捣等施工内容,混凝土生产运输量减半为加快建设速度、缩短工期提供了保证。同时,堆石混凝土中的堆石骨架,在提高材料抗剪强度、抗压强度、抑制干缩变形,提高结构体积稳定性方面效果显著^[1]。

2 堆石混凝土技术的施工工艺

首先,仓面清理及凿毛工作。在仓面堆石之前,采取凿毛或高压冲毛枪对表面进行处理,保证其粗糙度合适,以利于混凝土层间结合,相互形成整体,进而消除渗水问题。此外,需要保证每一层的块石铺料高于浇筑层面5-10厘米,提升层间咬合效果,让层间结合更加稳定。其次,堆石料筛选及冲洗工作。块石选择新鲜、完

整,质地坚硬,块径控制在30cm-80cm之间;要保证入仓的石料表面洁净,让其与自密实混凝土更好的胶结。对于块石入仓之后产生的碎渣和石粉等杂物,必须要求清理干净。再次,堆石入仓工作。在运输车辆驶入坝体范围之前一定要将石料及车辆清洗干净,防止将杂物带进坝面,影响施工质量。之后使用挖机完成堆石工作。在堆石入仓过程中,要保证堆积的自然性,在模板周围和预埋件的位置,需要使用挖机配合人工进行摆放,提高块石摆放比重。最后,浇筑、维护和后期检测工作。在块石顺利入仓之后,需要对自密实混凝土进行浇筑,浇筑一般从上游开始,通过混凝土泵和布料机按顺序浇筑。在混凝土初步凝结之后,还要连续洒水对其进行养护,让其表面保持湿润。

3 堆石混凝土技术在水利工程大坝施工中的应用

3.1 工程概况

巫家水库工程位于贵州省正安县班竹镇,工程任务为村镇供水、农田灌溉和工业供水。工程等级为IV等,小(1)型水库工程,由枢纽工程、输水工程两部分组成。巫家水库工程水库正常蓄水位为933m,水库总库容551万m³。枢纽工程由堆石混凝土重力坝、溢洪道、取水兼放空建筑物等组成,最大坝高34.5m,坝顶宽度6m,最大坝长124.5m,大坝共浇筑堆石混凝土约5.8万m³,其它混凝土约1.2万m³。

3.2 堆石混凝土技术的施工要点分析

3.2.1 堆石料选取及入仓

规范要求石料饱和抗压强度不低于40MPa,巫家水库工程块石料由料场开挖供应,实际饱和抗压强度经检测均在60MPa以上,开挖后使用自制的工字钢方孔筛网控制堆石料的粒径在30—80厘米之间。在上坝道路上设置坡度为20度的堆石料清洗平台,自卸汽车装运石料后开到清洗平台上,使用水泵进行冲洗,并保证堆石料含泥量不超过0.5%。在自卸汽车的底部要设置直径为10厘米的

排水孔,然后在清洗平台排净积水之后将材料运送到浇筑仓面。在浇筑仓面的入口路段铺设30厘米厚的清洁碎石料,防止运输车辆轮胎对仓面造成污染。块石材料经由自卸车辆送达仓面,然后进行自然堆积,在仓面禁止多次周转倒运,若不能达到堆高要求,就需要反铲挖掘机倒运结束后,对仓面进行冲洗清洗^[2]。

3.2.2 原材料选择及配比

自密实混凝土所需的原材料除了要满足国家标准要求外,还要根据施工要求进行实际考量。水泥采用硅酸盐水泥,选用堆石混凝土专用外加剂,并在现场进行自密实砂浆检测,初始扩展度为250-300毫米,泌水性不能超过1%。砂石骨料由自建砂石加工系统生产,粗骨料需要使用砂石场生产的碎石,并将直径控制在5-20毫米之间,其针片状颗粒含量最高为8%,含泥量和细度模数、石粉含量指标等都要符合《水工混凝土施工规范》要求。在对外加剂、粉煤灰和水泥进行适应性净浆试验之后,得到合适的外加剂比例;之后对现场砂料进行砂浆检验,确定砂率、水胶比和粉煤灰掺量;然后,外加剂用量和单方骨料用量进行混凝土试验,确定基准配比;最后,对配合比的参数进行调整,开展优化试验,最终确定合适的配比。本工程最终确定的堆石混凝土专用自密实混凝土配比如下:水泥195kg/m³、水155kg/m³、石子785kg/m³、砂子810kg/m³、粉煤灰322kg/m³、外加剂4.1kg/m³。

3.2.3 入仓道路布置

大坝堆石主要采用自卸汽车运送至仓面内配合反铲挖掘机入仓平整,自密实混凝土主要采用6m³混凝土运输车配合HBT60混凝土泵入仓。工程区布置临时道路7条,利用已有施工道路2条,道路宽6.5m,总长1650m,纵坡3%~14%。

为避免和减少自卸汽车在运输过程中将泥、水等污物带入仓面,在距浇筑仓面前约40~60m左右位置的入仓道路上设置洗车台对进入仓面的机械设备等进行清洗,同时洗车台至仓面路段铺设10~30cm厚的级配碎石脱水面层,以防止机械将泥、水带入浇筑仓面。

3.3 施工工艺流程

3.3.1 堆石混凝土施工工艺流程

清理仓面(块石选取、清洗块石料、支立模板同步)→仓面验收→堆石入仓→开仓验收(自密实混凝土配合比确定同步)→自密实混凝土浇筑(拌制、运输同步)→收仓、养护

3.3.2 基础面及施工缝处理

基础面包括基岩面、砂砾石、土质及混凝土基础等。

第一,撬挖基岩上的松动岩石,并将浮石虚渣清除,

排除仓内积水,如有地下涌水要制定引排措施和方法。

第二,砂砾石及土质基础要在开挖完成后进行碾压或夯实,经实验取样合格后,再浇筑混凝土垫层,待混凝土达到5MPa以上且表面凿毛后再堆石。

第三,由于浇筑顶面留有块石棱角,其高出堆石混凝土顶面5~15cm,因此堆石混凝土施工缝一般不需要凿毛,只需清除表面积水及渣滓即可,但对表面积大于0.5m²的堆石混凝土应对平整面进行凿毛,揭去乳皮。

4 模板安装

由于自密实混凝土流动性高,本工程堆石混凝土模板主要采用大型钢模板和木模板相结合,钢模板为悬臂翻升钢模板,由Q235钢和16Mn钢制作而成,面板厚度为4mm;木模板面板厚度为5cm。钢模板采用套筒螺栓内拉和外部调节式螺杆结合支撑系统,模板的强度、刚度和稳定性较强,能够满足自密实混凝土产生的高侧压力要求,模板板间缝隙结合严密,安装时中间贴有双面胶条,起始模板及边角模板缝隙采用高性能砂浆从内部封堵,可有效防止漏浆问题的发生。在进行堆石操作时,堆石与模板保持补小于50cm的距离。

5 堆石入仓

本工程堆石主要利用施工现场道路采用15t自卸汽车自石料场装车运输至大坝工作面后,PC300反铲挖掘机入仓及平仓。堆石施工需注意以下几点:

首先,块石的挑选至关重要。在入仓前,应筛选出坚固、新鲜、无明显风化的块石,其尺寸应控制在30cm至80cm之间。块石表面需要清洗干净,去除附着的泥土及杂质,以保证与自密实混凝土的良好结合。为此,设立专门的清洗平台,利用高压水流将石料冲洗,确保其表面的清洁度。洗净后的石料通过带排水孔的自卸车运至仓面,以防止水分带入仓内,影响堆石与混凝土之间的结合。其次,堆石入仓的过程中,需确保块石的自然堆积,避免人工调整石料的位置,保持其在仓内的随机性,以形成更多的自然空隙。在关键位置,如模板周边或预埋件附近,要适当调整块石的位置,确保不留大空隙,同时也要保持块石间的稳定性。此外,在堆石过程中,要注意块石的层面要略高于预定的浇筑面,一般高出5-10厘米。这样可以增加层间的咬合力,提高整个结构的稳固性。在堆石完成后,需对仓面进行再次清洗,清除因堆石而产生的碎屑和粉尘,以确保混凝土与块石之间的粘结效果。最后,块石堆积完成后,便可进行自密实混凝土的浇筑工作。在浇筑过程中,混凝土应从上游侧开始,利用混凝土泵和布料机设备进行逐步浇筑,重点注意块石间空隙的充填情况,防止形成气泡或未充填

区域,保证结构的整体密实性。整个堆石入仓的过程,需要精心组织、严格控制,通过科学合理的施工方法,确保堆石混凝土坝体的质量,以满足水利工程大坝的安全与稳定性需求。

6 自密实混凝土生产

本工程自密实混凝土采用HZS100强制式搅拌站,按试验确定的自密实混凝土配合比拌制,生产过程中根据实际情况进行调整修正,其水胶比变化不得超过-0.02~0.01。

为了确保混凝土的质量,需要选择高标准的原材料,并采用科学的配比方法。混凝土所需的水泥、粉煤灰、细骨料与粗骨料都经过严格筛选,其中水泥选用性能稳定的硅酸盐水泥,粉煤灰则需确保其细度和活性符合技术规范。细骨料采用洁净的河砂,粗骨料则选用质硬、颗粒级配良好的碎石。此外,为提高混凝土的流动性和稳定性,可以加入适量的高效减水剂。在混合过程中,采用专业的搅拌设备,确保混凝土的均匀性。每批混凝土在出料前都要经过严格的质量检测,以满足自密实混凝土在堆石施工中的高要求。

7 自密实混凝土的运输

根据堆石混凝土的特性,自密实混凝土主要采用混凝土罐车运输,并要求在自密实混凝土出仓后30min内浇筑完成,应根据运输距离配备足够的运输设备,以保证自密实混凝土连续浇筑。而本工程结合工程地形条件,优化拌和站布置位置后与大坝相临,拌和站出料口设置溜槽至输送泵料仓,自密实混凝土通过泵送直接入仓。

8 自密实混凝土试验

在确定好混凝土调配比例之后,需要按照要求在自密实混凝土入仓之前对其进行普通混凝土性能检验,同时还要对其扩展度、含气量、V漏斗时间和坍落度等进行检验。巫家水库工程中自密实混凝土的性能如下:扩展度670mm~720mm、含气量2.8%、坍落度260mm~285mm,其自密实性能的稳定性在2小时以上。

9 自密实混凝土浇筑质量控制技术措施

在大坝堆石混凝土施工中,自密实混凝土(简称SCC)的浇筑至关重要,这直接关系到大坝质量和稳定性。为了确保SCC浇筑的高质量,实施以下几项关键技术措施是必要的:

首先,必须对SCC的配合比进行精确设计,确保其流动性、稳定性和均匀性。配合比设计需根据实际工程需求和现场条件进行调整,使其具备良好的易流动性而不引起离析。通过实验室试验和现场试验,确定最佳的水泥用量、水灰比、掺合料种类和用量,及其它材料比例。

其次,选用优质原材料是保证SCC质量的基础。水泥应选择强度等级高、稳定性好的产品,而骨料则需清洁、坚硬、级配合理。掺合料应具备良好的稳定性和增强混凝土性能的特点,如使用粉煤灰、硅粉等,以优化混凝土的流动性和耐久性。

再者,施工前的准备工作要做到位。包括模板的检查和清理,确保无残留垃圾和水分;浇筑设备的选择和维护,如混凝土泵和输送管道必须保证畅通无阻;以及浇筑前的演练,熟悉浇筑路径和方法。

浇筑过程中,要采取合理的浇筑顺序和方式,一般从远端开始,逐步向近端推进,避免产生冷缝。同时,监控SCC的流动性,保证其在模板间自由流动而不需振捣。采用布料管或者混凝土布料机,确保混凝土均匀分布,减少人工干预,避免离析现象的发生。浇筑后,及时进行养护是确保混凝土质量的另一个关键环节。应根据环境温度和湿度,采取适宜的养护措施,如遮盖、喷水等,保持混凝土表面湿润,以避免出现裂缝、强度下降等问题。

最后,建立严格的质量控制体系,通过对混凝土的实时监控和定期检测,如采用混凝土试块压力测试、超声波检测等方法,来评估和保证混凝土的浇筑质量,确保其满足设计要求和工程标准。

10 自密实混凝土技术优势分析

本工程实测堆石率为63%,自密实混凝土浇筑量为37%,自密实混凝土水泥用量和常规混凝土相差不大,相应的工程水泥用量减少60%以上,砂石骨料生产量同等减少,工程建造成本减少。堆石料通过汽车运输直接入仓,挖机配合码放,混凝土泵送入仓,无需振捣,减少浇筑工序,浇筑时间减少,建设工期缩短。

结论

从堆石混凝土技术在正安巫家水库工程中的应用分析,堆石混凝土技术对于中小型水利工程有较为明显的优势,能够缩短工期,减少工程建设成本,在一定程度上可延长工程寿命,对于水利工程施工来说,堆石混凝土技术是一项专业化程度较高的技术手段。在水库施工中应用堆石混凝土技术,能够在保证施工质量的基础上,更加快速的完成施工作业,进而起到缩短工期,降低施工成本的作用,有利于提高水库施工在综合效益,值得被推广使用。

参考文献

- [1]张慧.堆石混凝土技术在水利工程大坝施工中的应用研究[J].水利科学与寒区工程,2022(39):45-50.
- [2]刘海洋.水利工程大坝施工中堆石混凝土技术应用探讨[J].湖南水利水电,2021(6):84-87.