

浅谈堆石混凝土助推水利水电工程技术研究

刘箴

信阳市江淮水利水电工程建设监理站 河南 信阳 464000

[摘要]堆石混凝土是一种以自密实混凝土为核心的创新性大容量混凝土施工技术。随着堆石混凝土技术的不断发展,越来越多地被用于水利水电领域。根据工作实践和文献记载,本文首先介绍堆石混凝土技术的原理和优越性,然后对其在实际中的运用进行分析,以期更好地助推水利水电工程高质量发展。

[关键词]堆石混凝土技术;水利水电工程;稳固性;大坝施工

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2020.02.1168

引言

堆石混凝土技术是清华大学水利水电工程系自主研发并取得国家发明专利的一项新技术。自密实度混凝土中,粗集料的最大粒度不应超过20毫米,以利于其穿过碎石间隙而不会发生阻塞。堆石料需要质地硬,颗粒直径不能低于300毫米,这样可以使堆石间产生更大的间隙。堆石混凝土中的堆石量约为55%~60%,其使用量较小,同时还具有节约能源、低碳、环保、低综合造价等优点,因此将其融入到水利水电工程建设中将具有重要意义。

1 问题研究背景及意义

在水利水电工程的建设中,由于工程的特殊性和复杂性,在施工的时候会受到各种外界因素的影响。为了更好地确保水利水电工程的安全性和稳定性,在施工过程中,就需要实现对混凝土施工技术的有效控制,以免影响到后续的工作。在水利水电工程建设过程中,由于混凝土的体积较大,所以在施工过程中需要对混凝土的水化热和造价进行控制,也就是说,尽量减少使用的水泥。通常来说,在水利水电项目的混凝土施工过程中,可以采用大颗粒的集料来解决这一问题。但在混凝土施工过程中,骨料分离、振捣能力、搅拌能力等都会影响骨料的粒度,最大允许骨料直径为150mm。但这两种材料的使用,对工人的技术要求较高,由此将难以确保其整体的施工建设效果,因此,为了更好地契合现代工程建设的低造价、高质量要求,逐渐摸索出堆石混凝土技术,将成为提升工程建设质量和效率的重要保障。

2 堆石混凝土技术的基础原理分析

堆石混凝土技术实际上是在自密实混凝土技术的基础上发展起来的。即使是混凝土里面的钢筋密度较高,也可以保证模板里面的混凝土均匀度,不需要在浇筑的时候进行额外的震动,也可以保证混凝土的均匀度。堆石混凝土技术具有自密性、高流动性、高强度的特点。将自密实混凝土填入颗粒较大的块石,能在一定程度上确保充填工作的均匀度和稳定性。由此可以看出,堆石混凝土技术实际上是将自密实混凝土填入大颗粒粒径的间隙。

3 堆石混凝土的性能分析

3.1 填充性能比较强

之所以将堆石混凝土技术应用到水利水电工程的建设中,是因为在石头缝隙里面的自密实混凝土具有较高的流动性。如果堆石孔隙较小,对自密实混凝土的流动性要求也将相对较高。所以,在试验的时候,在堆石场里面进行一次有机玻璃模型的填充试验,试验的时候,石料的缝隙里面都是

自密实的水泥,所以在试验的时候,几乎没有任何的缝隙,而且还可以保证断面具有较高的平整度。由此可以看出,堆石集料和自密实混凝土具有较好的填充性。

3.2 抗渗性能比较强

堆石混凝土之所以能够在水利水电工程的施工中得到广泛的使用,就是因为它自身的抗渗性能相对良好。在试验期间,对堆石混凝土的冷缝和热缝进行采样,并根据不同部位的抗渗性进行测试。试验表明,在正常情况下,堆石混凝土的热缝和正常部位的抗渗率都在W30以上,比一般的水工建筑要好得多。即使是防渗能力差的冷缝,其抗渗率也达到W14以上,足以满足水利水电工程施工的需要。由此可以看出,实际的堆石混凝土技术具有较好的抗渗性。

3.3 强度大

通过室内模拟,对堆石试样进行轴向压缩实验,其抗压强度超过22.0mpa,而自密实混凝土在28龄期达到17mpa。与自密实心混凝土相比,堆石混凝土的强度要高得多,所以它在水利水电工程中的应用效果也会相对良好。

3.4 节能低碳,绿色环保

由于堆石料中采用了大量的块石,因此可以降低堆石场的劳动强度。与常规混凝土比较,仅需掺入自密实混凝土总体积的二分之一,且单位体积水泥用量明显降低。同时,还可以将河道中的天然石材和老大坝的废弃物料用作堆石料,具有能耗低、环境负担低、节约能源、低碳、绿色等优点。

4 堆石混凝土的分类及施工技术

堆石入仓和浇筑自密实混凝土是堆石混凝土技术最主要的两道施工工序,根据堆石入仓、浇筑自密实混凝土的施工顺序不同,分为普通型堆石混凝土和抛石型堆石混凝土。

4.1 普通型堆石混凝土

普通堆石混凝土是将符合工程技术要求的碎石(或鹅卵石)填入料仓内,然后在料斗中填入专用自密实混凝土。全浇注技术无需振捣,仅凭自身重量填充堆石体的间隙,即可形成完全致密的混凝土,适用于坝体、围堰、堤防、挡土墙等大型混凝土的浇注。普通堆石混凝土生产技术主要涵盖以下几个方面的内容:1)模板支架:所用的模板和支撑构件需要具备足够的强度、刚度和稳定性。如果有必要,也可以采用浆砌石墙,而非模板的支撑。2)堆放石料:在没有合适的进料通道时,可以采用吊车、缆车、塔机、挖掘机等其他方法进行堆石料的搬运。3)自密实混凝土的配制及输送:自密实混凝土应采用强制式混合设备,横向输送采用混凝土搅拌机。4)自密实混凝土浇筑主要涵盖混凝土输送泵、混凝土搅

拌机直接卸料、溜槽、串筒浇筑、罐体浇筑、装载机、挖掘机挖斗等工艺流程。

4.2 抛石型堆石混凝土

抛石型堆石混凝土是将自密实混凝土填满于仓壁表面，再将其均匀地投入特殊的自密实混凝土中，不需要通过振动而获得完全致密的混凝土。适用于深层沉井、抗滑桩、挡墙等大型混凝土浇筑。抛石型堆石混凝土的技术：1) 自密实混凝土的制造及输送：制造时需要用强力的机械，横向输送的水泥混合车辆。2) 自密实混凝土浇筑：浇筑技术主要有直接卸料、溜槽、串筒浇筑等。3) 堆放石块：在自密实混凝土中，将石材均匀地投入到天然的堆砌中，使用抛石型堆石方法进行回填，期间不会对石块的大小有任何的限制，但需要对淤泥含量进行严格的控制。

5 堆石混凝土技术在水利工程建设中的应用

在水利工程施工中，需要严格遵循科学程序，确保技术应用的质量。堆石混凝土施工技术是一种采用高流动性、高渗透性的自密实混凝土施工作业，利用自身重量填充块石间的间隙，从而实现大体积混凝土的整体施工。因此，在具体的施工过程中要严格遵循程序，从而有利于提高堆石混凝土施工技术的使用质量。堆石混凝土的施工技术中，最重要的是堆石的选用，其颗粒直径不得低于20cm，并可根据堆石的输送和进料能力来选用。挑选完后要对料斗表面和碎石进行清理，保证其干净整洁性。接着进行支撑模板和砌筑石墙，保证结构的稳定和刚性。接下来的工作就是将石头填入仓库，形成天然的堆叠状态，再由人工堆砌，保证其致密性。实现自密实混凝土的制造和浇注作业，连续循环浇注作业等。

6 堆石混凝土技术在水利水电工程中的应用实例分析

堆石混凝土具有操作简单、质量可控、单位体积水泥消耗小、节约能源、低碳、环保等优点，已在多个水利水电工程中得到推广应用。

6.1 宝泉电站上水库副坝工程中的应用

宝泉电厂是河南省新乡市的一处大型水电站。宝泉水电站上水库工程，包括主坝、副坝、库盆等。上水库副坝原设计为C20级细石混凝土砌石坝，其施工过程中操作多以人力为主，施工质量控制受到人为因素的制约，进度缓慢，造成工程建设的严重滞后。为了更好地保证工程进度能达到设计要求，通过实地测试和验证，采用普通堆石法代替细石混凝土砌石坝，这是首次将堆石混凝土技术用于水利水电项目。普通堆石料混凝土的施工技术简单，仅需两个主要工序，即堆石料进入料仓和自密实混凝土的浇筑。堆石料通过自卸式卡车运送到仓面后，在挖掘机、装载机的协助下将其堆放到仓内，从搅拌到运输都是机械操作，有效地降低人力资源就投入，并且具有较高的机械化水平，极大地加快副坝混凝土的施工速度。在一个多月的时间里，副坝采用普通堆石混凝土技术，完成4460m³的堆石混凝土，保证副坝按时竣工。宝泉水电站上水库采用普通堆石混凝土，说明采用堆石混凝土既能确保质量，又能加速施工，并且还能够达到节约成本的最终目的，进而取得较好的经济效益。

6.2 向家坝水电站沉井群中的应用

向家坝水电站是金沙江流域中最后一座梯级电站，它位于金沙江下游，昭通市水富市与四川省宜宾市的交界处。该项目分为两期，在一期与二期围堰之间设置一组沉井，以确保二期的基础开挖能够全部完成，并保证一期的土石围堰的稳定性。沉井组共10口沉井，最大沉井最深56米，最浅处43米，每口沉井中有6个圆筒，10口沉井的混凝土总量为93200m³。为了保证沉箱本身以及整个围堰的抗滑稳定性，需要在沉箱完成后进行混凝土浇筑。原设计为C10级的素混凝土，由于工程建设的滞后，采取抛石型堆石混凝土的施工方案。各沉井的回填期由原来的20~30天减少为5~7天。与常规混凝土比较，抛石型堆石混凝土施工技术简单，可以显著地加快施工速度，节约投资，在技术上有显著的优越性。

6.3 中山长坑水库重建工程中的应用

原长坑水库于1972年竣工并投入运行，水库容量131万m³，属于小型（I）水库，主要用于防洪、供水，并具有发电作用。水库在四十余年的使用中，渗漏现象十分突出，而且越来越严重。这座水库坐落在广东中山的长坑县，其处于十分关键的位置，一旦发生事故，将会给当地人民带来巨大的经济损失。经过多项工程的综合考虑，最终确定将原来的水库拆掉进行改建，建成后的长坑三级水库，其坝高26.5米，坝顶宽度5.5米，采用普通堆石法施工。在整个水库改造中，所有的坝体都采用普通堆石混凝土技术，采用从老坝体中取出的石块，将其用作堆石料，既节省工程费用，又达到节能减排的目的。20世纪50~70年代，是我国水利事业发展的最高峰，已建成的中小型水库数量较多，目前已建成的8.7万多座，其中大部分都是在此期间建成，运营多年，陆续发生一系列的健康隐患。长坑水库改建利用废弃大坝的碎石，采用堆石混凝土筑坝，既节省建设费用，又达到节能减排的目的，是一种较好的修复方法。

结束语

总而言之，在水利工程建设中，在采用堆石混凝土施工技术时，需要与实际施工要求相结合，以此通过合理措施的选用保证工程质量。堆石混凝土施工技术在助推我国水利水电工程发展中具有重要意义，本文主要基于堆石混凝土技术的提出背景、基本原理及其运用优势，对其在具体实践中的应用展开实例分析，以期更好地促进我国水利水电工程的可持续性发展。

参考文献

- [1]任明倩, 安雪晖, 谭妮, 李鹏飞. 堆石骨料对混凝土层面剪切性能影响的试验研究[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2019, 59(12): 967-974.
- [2]于伟. 水利水电工程施工环节中堆石混凝土技术的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2018(13): 104.
- [3]曾玲玲. 自密实堆石混凝土在海南水利工程中的首次应用[J]. 水利规划与设计, 2017(10): 156-158.
- [4]许江. 堆石混凝土技术在水库施工中的应用研究[J]. 智能城市, 2016, 2(10): 160-161.