

CSG 碾压混凝土坝在水电工程中的应用

高 东

(四川二滩国际工程咨询有限责任公司,四川 成都 610072)

摘要:CSG 碾压混凝土筑坝是一种新型工艺,以老挝南欧江一级水电站 CSG 碾压混凝土纵向围堰工程为实例,介绍了 CSG 碾压混凝土的施工方法及质量控制措施。

关键词:老挝;南欧江一级水电站;CSG 碾压混凝土;施工方法

中图分类号:TV7;TV22;TV43

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)06-0146-03

1 概 述

CSG 碾压混凝土也被称为贫胶渣砾料碾压混凝土,即在 CSG 碾压混凝土的母材中加入少量的胶凝材料,通过简单拌和后由自卸车运输上坝碾压形成坝体。CSG 碾压混凝土的母材可以取用河道中的天然砂砾石料、边坡及坝基开挖弱风化石料,能够就地取材,施工方便,施工效率高。在水电站建设初期,受砂石系统及拌和系统的影响,CSG 碾压混凝土坝在水电站分期导流施工中逐渐受到重视,对推进工程进度和降低投资均具有重要的意义。

南欧江一级水电站是由中国电建集团公司在老挝南欧江流域整体开发的第一座水电站,工程

等别为 II 等大(2)型工程,坝长 384 m,为河床式厂房,内装 4 台单机容量为 45 MW 的贯流式机组,总装机容量 180 MW。电站分两期导流,上、下游 CSG 碾压混凝土纵向围堰与泄洪闸中隔墙组成二期纵向导流围堰,上游纵向围堰长度为 140 m,下游纵向围堰布置于护坦段,长度为 114 m,底面最大底宽为 24.36 m,顶面最大宽度为 5 m,最大坝高 30 m,迎水面坡比为 1:0.35,背水面坡比为 1:0.55。

2 配合比试验及生产性试验

2.1 CSG 碾压混凝土材料设计指标

CSG 碾压混凝土材料设计指标见表 1。

2.2 砂 率

表 1 围堰 CSG 材料设计指标表

| 设计强度等级 | 最大粒径/mm | 设计龄期/d | 抗渗等级 | 抗剪强度 | 容重/kg·cm ⁻³ | 相对密度/% |
|---------------|---------|--------|------|--------------------------------|------------------------|--------|
| 贫胶≥C6, P≥85% | ≤250 | 90 | W2 | $f' \geq 0.8, c' \geq 0.5$ MPa | ≥2 300 | ≥96 |
| 变态≥C10, P≥85% | ≤250 | 90 | W4 | $f' \geq 0.8, c' \geq 0.8$ MPa | ≥2 300 | ≥96 |

砂率的大小是影响 CSG 碾压混凝土拌和物及强度的主要因素之一,天然砂砾料砂率宜取 25%~35%,该工程采用南欧江天然河滩料,经检测,其细度模数为 2.4,砂率为 25%左右。配合比设计按照 25% 控制,砂率不满足要求时,可以采取掺配砂料进行调整。

2.3 CSG 碾压混凝土配合比的选取

CSG 碾压混凝土配合比室内试验采用重量法。胶凝材料为水泥和掺粉煤灰(掺量 40%),在用水量不变的情况下,选择了三种(90、110、130 kg/m³)水胶比进行拌和。用水量以满足设计要求的拌和物 VC 值为原则(VC 值为 2~8 s)。变

态 CSG 混凝土以推荐的 CSG 碾压混凝土为母体,加入纯水泥浆液而成,试验选择了浆液 0.8、0.9、1 三种水胶比,每种浆液分别按变态混凝土体积的 10%、13%、15% 掺入母体(内掺法),浆液掺入量根据变态体积比例计算。通过室内拌和物物理性能检测及试块强度试验,对水胶比-强度回归关系线进行分析后确定了该工程最佳施工配合比(表 2)。

2.4 CSG 碾压混凝土生产性试验

进行生产性试验的目的是通过试验选择合适的配套机械设备;确定科学合理的技术参数(填料铺筑厚度、碾压遍数、碾压行驶速度)、现场质量控制措施等。在施工现场选定了一块 40 m ×

收稿日期:2018-01-07

表 2 CSG 碾压混凝土施工配合比汇总表

| 设计等级 | 水胶比 | 减水剂掺量 /% | 设计 VC 值 /s | 每 m ³ 混凝土材料用量 /kg · m ⁻³ | | | | |
|----------------------------------|------|-------------|---------------|--|-----|-----|------|-------|
| | | | | 水泥 | 水 | 粉煤灰 | 减水剂 | 砂砾料 |
| C ₉₀ 6W2 | 1.16 | 1.2 | 2~8 | 67 | 130 | 45 | 1.34 | 2 058 |
| C ₉₀ 10W4 浆液 (13%) | 1.16 | 1.2 | 2~8 | 67 | 130 | 45 | 1.34 | 2 058 |
| | 0.73 | 1.2 | | 141 | 103 | | 1.7 | |

30 m 的场地进行 CSG 碾压混凝土生产性试验。按照 45 cm、55 cm、65 cm 铺筑条带厚度,采用 16 t 双缸振动碾按照 8 遍、10 遍、12 遍分别对各条带

进行碾压。通过对生产性试验成果进行比较,确定了该工程施工最优参数(表 3)。

3 CSG 碾压混凝土施工

表 3 CSG 碾压混凝土施工参数表

| 铺料厚度 /cm | 碾压遍数 (静+振+静)/n | VC 值 /s | 速度 /km · h ⁻¹ | 碾压机械 | 铺料方法 | 搭接宽度 /cm |
|-------------|-------------------|------------|-----------------------------|---------|------|-------------|
| 45 | 2+8+2 | 2~8 | 1.5 | 16 t 双缸 | 退铺法 | 30 |

3.1 模板施工

为满足碾压混凝土连续快速施工要求,上、下游面模板采用 3 m × 1.8 m 悬臂翻升模板,局部采用标准小钢模或木模板嵌立。模板安装、拆除采用 8 t 汽车吊辅以人工吊装。

3.2 拌和与运输

砂砾料采用体积法计量,胶凝材料采用重量法计量,拌和水采用流量计计量。先在拌和场地预先堆放好砂砾料,然后采用人工将水泥及粉煤灰均匀铺摊在骨料堆上,最后采用 1 台柳工装载机配合 2 台 PC330 型液压反铲干拌 3 遍,待胶凝材料与砂砾料翻拌均匀后再加水湿拌 2 遍。现场拌和物质量控制以 VC 值控制为主,以目测均匀,用手抓细料能基本黏聚不粘手作为判断是否合格的辅助手段。拌和物粒料应充分混合、裹浆、黏聚,大粒径粒料应分散不集中。

拌和均匀的 CSG 碾压混凝土料采用自卸汽车直接入仓。

3.3 卸料、平仓及碾压

(1) 卸料及平仓。

卸料摊铺条带应平行于围堰轴线方向(顺水流方向),汽车卸料要做到边慢行边卸料,分两点式卸料以减小堆料高度,减轻骨料分离,也便于平仓时设备能扰动料堆底部,使底部集中的骨料得以分散。平仓采用平仓机加人工辅助平仓,平仓厚度每层为 45 cm。

(2) 碾 压。

碾压按照先无振碾压、后有振碾压的顺序进行,碾压方向平行于围堰轴线方向,边缘和特殊部位采用手扶式振动碾碾压。碾压作业过程中,由

人工补充细料整平。碾压条带间的搭接宽度不应低于 30 cm,端头部位的搭接长度宜为 1 m 左右。

3.4 变态 CSG 混凝土施工

变态 CSG 混凝土加浆采用平层插孔灌浆法。使用这种铺浆方法浆体容易渗透到混凝土中,振实时间短,劳动强度不大,对保证变态混凝土的质量也具有较好的作用,具体施工方法如下:

(1) 变态混凝土施工随碾压混凝土平层上升,顶面略低于碾压混凝土面 3~5 cm。

(2) 加浆:先采用钢钎插孔,再加入浆液,达到平面洒浆均匀和立面浆液渗透均匀。

(3) 振捣:水泥净浆掺入混凝土 10~15 min 后采用 φ100 插入式振捣棒振捣均匀密实,加浆到振捣完毕的时间应控制在 40 min 以内。

(4) 对变态混凝土与碾压混凝土的结合部位应专门进行碾压密实,搭接宽度应不小于 20 cm。

3.5 层间及缝面的处理

(1) 结构缝施工。

通仓碾压坝段的伸缩缝采用切缝机切缝成型,先在混凝土铺开之后和压实之前切缝嵌入填缝材料,再碾压密实。

(2) 层间缝的处理。

层间缝按混凝土的初凝时间分为热缝、温缝和冷缝。当层间施工时间未超过混凝土初凝时间时为热缝,不需处理即可直接铺筑下层混凝土;当层间施工时间超过两倍混凝土初凝时间时为冷缝,先采用高压冲毛机冲毛以清除混凝土表面的乳皮及松动骨料,处理合格后再均匀铺一层 10~15 mm 厚的砂浆,然后立即在其上摊铺碾压混凝土料,并在砂浆初凝以前碾压完毕。介于两者之

间的为温缝,需在混凝土表面刷毛并清理干净后铺筑下层混凝土料。为确保层间施工质量,一般要求按冷缝进行处理。

3.6 养护

在施工过程中,应喷雾保持仓面湿润。混凝土终凝后应立即开始洒水或喷雾养护,并持续至上一层碾压混凝土开始铺筑为止。

4 结语

CSG 碾压混凝土筑坝技术与常规的碾压混凝土筑坝技术类似,施工方法基本相同,可以显著加快施工速度。采用 CSG 碾压混凝土坝的主要优势是放宽了许多施工要求,其优点主要有以下几个方面:

(1)就地取材,节约投资。CSG 碾压混凝土中的母材可以取用天然河道中的砂砾石,也可以采用边坡及坝基开挖的弱风化弃料,这是 CSG 碾压混凝土的最大特点。

(2)工艺简单,施工速度快。CSG 碾压混凝土无需对砂石进行严格的分级和配比,省去了砂

(上接第 145 页)

续增加至 3% 时,纳米材料对水的吸附作用较强,导致试块成型时不能充分振捣密实,为气泡的存在创造了条件。在电子扫描显像放大 1 600 倍时,纳米材料参与了水化作用,A2 和 A3 试样砂浆硬化体中的凝胶体增多,水化结晶体体积变小,整体结构更加紧密。

4 结语

石料筛分系统。拌和可以采用挖机或装载机翻拌,拌和工艺简单,省去了拌和系统。CSG 碾压混凝土筑坝技术可以采用厚层碾压快速施工,能够充分发挥大型机械化施工优势,筑坝速度可以显著提高。

(3)层面处理可降至最低限度。因为其只有抗剪切摩擦要求,因此,不论是层间还是施工缝均无需进行任何特殊处理即可施工下一层。

(4)现场碾压可不考虑骨料分离带来的危害(因其整体强度和防渗性能要求比较低)。

(5)无需温度控制。CSG 碾压混凝土水泥用量极少,这也是 CSG 碾压混凝土的显著特点之一,其温升很低,施工中不必采取复杂的温控措施,坝体不必进行分缝,从而给施工带来了极大的便利。

作者简介:

高东(1975-),男,四川金堂人,工程师,从事水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

纳米材料活性较高,通过填充和水化作用使水泥浆体结构致密性得到改善,并在一定程度上可以提高水泥砂浆各龄期的抗压强度和抗折强度。试验结果表明:纳米材料掺量在 2% 以内时能够较好地改善水泥砂浆性能。

作者简介:

许继刚(1978-),男,河南滢池人,高级工程师,硕士,从事水电工程建设技术研究与管理工。

(责任编辑:李燕辉)

《中国水电技术标准“走出去”研究》课题通过国家能源局验收

2018 年 7 月 16 日,国家能源局委托水电水利规划设计总院在北京组织召开了《中国水电技术标准“走出去”研究》课题验收会。40 多家单位的 110 余名领导、委员、专家和代表参加了会议。

在国家全面实施“一带一路”倡议的带动下,中国水电“走出去”已然全面升级。但中国标准距离全面成套标准“走出去”还存在较大差距,已然成为我国水电工作对外技术交流和参与国际市场竞争的主要瓶颈之一,中国水电标准体系迫切需要同国际接轨。为此,2017 年国家能源局委托水电水利规划设计总院开展中国水电技术标准“走出去”课题研究。

验收专家组在听取课题组汇报、详细审阅资料、深入质疑讨论后认为该成果达到国际领先水平,一致同意通过验收。专家组认为:课题研究方法和技术路线正确,课题全面系统收集整理了中国承建国际水电工程项目的技术标准使用情况,选取有代表性的国际水电工程开展了标准应用案例研究,系统总结了国内外技术标准在国际水电工程中的使用现状、成功经验和存在的问题;研究、梳理了国际及有代表性的国家、地区标准化管理理念与机制,全面对比分析了中外技术标准在设置结构、内容、使用管理等方面的主要差异,提出了“接轨国际、适应国情”的中国水电技术标准体系框架;提出了我国水电技术标准国际化工作方案,对中国水电技术标准“走出去”具有重要的指导意义。