

碾压混凝土坝施工技术特点与控制措施应用

陈究明

东明县行政审批服务局 山东 菏泽 274500

摘要:自1975年由美国工程团在巴基斯坦塔贝拉坝泄洪隧洞工程修复坝段首次采用碾压混凝土以来,碾压混凝土坝作为水利工程建设中常见的坝型,在水利工程建设中得到了广泛的应用。截止2020年底,我国已建、在建百米混凝土坝共有180余座,新疆阿塔什水利枢纽工程中首次采用无人驾驶碾压施工设备进行全断面混凝土填筑其拦河坝施工,施工技术处于世界领先水平。然而,在实际施工中,碾压混凝土坝经常出现因温控、碾压搭接面处理等原因出现裂缝问题。这一问题的存在将大大降低碾压混凝土坝的使用寿命。此时,混凝土坝内外会出现较大的温差。因此,在连续施工过程中,应采取有效措施,严格控制混凝土的温差。

关键词:碾压混凝土坝;工艺性试验;控制措施

混凝土坝的特点:与常态混凝土坝相比,具有以下主要特征:①采用坍落度接近于零的超干硬性混凝土修筑坝的主体。②采用自卸汽车、皮带输送机、真空溜槽或管道运送熟料上坝。③浇筑时不分纵缝,有的用振动切缝机造横缝,有的采用预制混凝土模板等贯通成缝或间断成诱导缝,有的甚至不设横缝而全断面通仓浇筑。④用推土机平仓,振动碾压实等。⑤温控措施简化。大坝内廊道主要分布在大坝的底层、右岸、左岸、中层和顶层,所有廊道均为城门隧道式,纵向坡度为0.0%,横向坡度为1%。根据大坝实际施工要求,坝体内基础灌浆廊尺寸较大,宽度约为2.5~3M,高度约为3.0m~4.0m。交通廊道的大小应根据通行设备和运行需要确定。廊道模板采用异形模板和钢模板,小钢模板以内拉和外拉的形式组装支撑。碾压混凝土坝一般有灌浆廊道、交通廊道和监测廊道三种类型。

1 碾压混凝土坝裂缝成因分析

碾压混凝土坝产生裂缝的主要原因是混凝土自身拉应力平衡的结果,这是混凝土固有开裂能力与抗拉开裂能力相互作用的结果。碾压混凝土坝的拉应力来源于外界温差和温度变化的约束作用。本文所涉及的温差主要包括基础温差、内外温差和上下层温差。约束效应是指碾压混凝土基础冷却时,混凝土受基础约束,内部混凝土受外部混凝土约束,在混凝土冷却过程中上下两层相互约束。因此,当混凝土温度发生变化时,碾压混凝土坝也会因温度变化而产生相对变形问题。因此,其抗裂性较差,容易出现裂纹问题。为了有效地预防和避免这一问题,必须严格控制温差变化,降低约束作用^[1]。

1.1 基础温差裂缝

基础温差裂缝是由于碾压混凝土基础层混凝土温度变化时基础受到约束和限制而产生的。一般来说,离混凝土坝越近,约束越强。因此,碾压混凝土坝基的最大应力通常在坝基的中心位置。最高温度、恒温 and 封拱温度都会影响最终应力值。当最高温度、恒温与封拱温度的温差较大时,最终应力值也会增大。针对地基温差控制不当引起的裂缝问题,可选择水管冷却法和降低浇注温度的方法,有效控制裂缝问题。

1.2 上下层温差裂缝

上下层温差裂缝多出现在新旧混凝土的结合面。汛期后,碾压混凝土坝经低温水流冲刷后,表面覆盖低温旧混凝土。当注入新的混凝土与老混凝土内部温度高,如果新混凝土的冷却时间和浇注进度不能合理控制,上下两层之间的温差裂缝会出现当有上下两层之间的温度差异。要解决上下层之间的温差裂缝,需要合理控制上下层之间的温差^[2]。

1.3 碾压搭接面存在漏压、过压现象造成的裂缝

在施工中选择的碾压设备、行走速度、搭接面的处理等施工关键技术参数与现场碾压工艺性试验报告得出的技术参数不符,造成作业面出现漏压、过压施工性缺陷裂缝。

2 碾压混凝土坝施工技术分析

大坝廊道与坝体混凝土浇筑同时进行，主要施工顺序如下：大坝坝体碾压混凝土完成至廊道底板高程以下1m→廊道底板常态混凝土浇筑→廊道定制模板安装→廊道起拱以上部分预留→大坝坝体，廊道混凝土同时浇筑（严格控制廊道周边常态混凝土振捣质量）→常态混凝土拱顶部位覆盖常态砼。

2.1 施工缝面处理

上层混凝土施工完毕且强度达到2.5MPa以上，对廊道施工面积进行测量放样，并在廊道区域外布置模板拉筋。缝面处理主要用人工高压水枪冲洗及电钻凿毛，各质检人员工序验收时确保缝面无乳皮，微露粗砂，无积水。

2.2 模板数量规划与设计

2.2.1 模板数量规划

根据廊道施工平面图及各层廊道长度，计算出最终模板的总需求量。模板只能用于廊道施工，不得用于其他工作面的翻转。因此，在廊道模板定制规划中，在满足廊道模板计算量的基础上，再多定制浆廊道模板5套，交通廊道模板10套。

2.2.2 模板设计

模板设计主要包括注浆廊道、交通廊道和监测廊道三种类型的模板。廊道模板主要由6015，3015及其拱段和拱顶异型模板组成。模板设计主要是保证不同类型廊道模板接缝在连接处始终在同一平面上^[3]。

3 模板安装

(1) 在模板安装后浇筑混凝土的过程中，考虑到混凝土对整个廊道模板的压力，在安装廊道模板的过程中需要设置承重弯曲。弯头主要支撑上部混凝土和型钢模板。上部混凝土厚度70cm。由于拱顶为圆弧段拱顶上部设计顶拱龙骨，按照承重计算。排架采用A48×3.5mm脚手管，顶部采用钢拱架（龙骨），龙骨采用C25钢筋及A48×3.5mm脚手管加工。廊道顶部定型模板宽1.5m，每块模板用两榀排架支撑，排架距模板两端各30cm，两榀排架间距90cm，廊道排架间距为60cm、90cm交替布置。

(2) 为消除模板缝和施工缝，坝体廊道模板缝采用镶嵌PVC塑料T型键条。T型键条在安装过程中，要保证其紧贴模板，接缝紧固，绑扎稳定。同时，T型键带在平截面和拱顶截面上处于同一水平线上。对于异形件（转角、攀爬廊道等），剪掉T型键条加固板，只留下弧形部分，然后用小钉钉在板上，以保证安装时连接的规则美观。

(3) 模板拉杆布置：为防止浇筑混凝土时模板整体发生轻微位移，在设计的整套模板上，每个单模板的一个开口上都设置拉杆，与外部地面锚筋连接。所有模板孔的开孔位置必须在同一水平面上，拉模筋采用内置拉模套筒连接。

3.1 质量保证措施

(一) 坚持施工管理“首建制”“督定制”原则，工序质量严格按照质量策划要求进行。

(二) 继续落实一仓一设计、一仓一总结的管理要求。仓库表面施工前，检查现场资源配置是否满足仓库表面设计要求。加强仓面浇筑过程的过程控制和及时总结，达到质量管理持续改进的效果。

(三) 清单验收制度：验收清单主要包括：(1) 施工组织方面；(2) 技术交底及措施方面；(3) 仓面指挥体系方面；(4) 风水电保证方面；(5) 仓面工序验收方面；(6) 辅助生产方面（如拌和楼、制浆站运行、设备等运行情况）；(7) 材料方面（水泥、粉煤灰和外加剂是否满足生产）；(8) 工程量签证等八个方面30余项，经检查满足要求后才进行开仓。

在备仓验收过程中，二、三检人员应严格按照开仓前清单所列管理项目实施过程控制和验收。仓库开仓后，由质量负责人审核验收单上各级人员验收完成情况。

(四) 实行旁站制度：每个混凝土仓库开仓后，由当值质量检验员按业主要求对仓库进行监督，及时纠正浇筑过程中出现的问题。对于解决不了的问题，要及时向部门领导甚至主管领导汇报，及时解决质量问题^[4]。

4 碾压混凝土坝施工技术控制策略

4.1 严格控制混凝土温度

配制混凝土时，不仅要严格控制机口温度，还要根据季节变化及时调整混凝土机口温度，确保其温度能满足施工

温度要求。在浇注混凝土时,操作人员应采取相应措施,有效控制混凝土温度,防止混凝土温度升高等问题。为保证混凝土的浇注效果,混凝土入库应尽量选择低温季节或早晚时段。浇筑温度过高时,可向混凝土表面喷水或洒水。对于普通混凝土,由于其约束较强,浇筑厚度控制在1.5m左右,间隔控制在6天左右;当脱离强约束时,浇筑层厚度控制在1.5m-3m以内,间隔时间控制在8天至9天左右。当每层碾压混凝土的轧制厚度达到0.4m时,连续轧制5-10层。厚度达到 m-4m时,可间断6天左右;当混凝土脱离强约束时,每层碾压混凝土的压实厚度为0.4m,连续轧制10-20层左右。当厚度达到4m~8m时,间隔时间可达6天左右。在坝体填筑前,在施工现场坝址施工区外选择试验区,做碾压混凝土工艺性试验,再根据试验报告得出的施工技术参数组织实施^[5]。

4.2 混凝土养护管理

为了确保碾压混凝土坝的施工质量,要求相关施工人员高度重视混凝土的日常养护管理工作。一般来说,碾压混凝土坝混凝土养护时间应控制在8天左右。固化过程中,严禁保持干湿交替。在实际施工过程中,遇低温天气或急剧降温时,应采取有效措施保护混凝土表面。拆模完成后,为有效避免混凝土内外温差,应在混凝土表面铺设发泡塑料保温材料。在温差较大的季节,应根据施工现场的具体情况,适当推迟拆模时间,并采取保温措施。混凝土表面养护时,相关操作人员必须对防护材料进行保护,确保防护材料清洁、干燥,使防护材料能够重复使用。

结束语:

碾压混凝土坝廊施工与坝混凝土浇筑同时进行,具有施工速度快、质量控制方便、经济效益好等优点。在水利工程建设中逐渐得到广泛应用,发挥着更大的作用。本工程施工中,采用一套型钢模板与常规型钢模板配合,将设计长度的PVC塑料材料的T型关键条预埋在模板缝中,然后浇筑混凝土。这种“廊道模板+T型键条”的模板结构,解决了混凝土漏浆等问题,拆模后整个廊道外观平整,且廊道工程各项指标都与设计要求相符,增强坝体防渗能力,实现了经济效益的提升。

参考文献:

- [1]徐恒,何云龙.极寒地区碾压混凝土重力坝施工温控策略分析[J].武汉大学学报(工程版),2020(6).
- [2]李松辉,张祥涛,张国新.高密度混凝土坝关键部位温度控制措施分析[J].水电学报,2019(3).
- [3]钱波,宋明明.浅析碾压混凝土重力坝施工温度控制对策[J].长江科学院院报,2020(10).
- [4]周世宏,李秀英.乐昌峡碾压混凝土重力坝的温度控制实践与应用[J].广东水利水电,2019(1).
- [5]郑德安.水利工程中大坝碾压混凝土施工技术的探讨[J].现代物业(中旬刊),2018(05):173.