



“高混凝土面板砂砾石坝关键技术”成果简介

——获 2003 年度国家科技进步二等奖

我国砂砾石广泛分布于河床和岸坡滩地,开采成本低,在幅员辽阔的西部地区,砂砾石坝比其他坝型更具经济性。砂砾石压实后具有比爆破堆石料更高的强度和变形模量,从应力应变角度来看,是构筑高坝的良好材料。但天然级配的砂砾石料由于级配的离散性、间断性和施工易分离性,其抗渗和抗冲刷能力较之于爆破堆石料差。国外对砂砾石料的工程性质未进行深入系统研究,已建成的砂砾石面板坝大多借用堆石坝的筑坝经验,从而导致多座砂砾石面板坝出现安全问题。1993 年我国沟后砂砾石面板坝的溃决更加重了人们对这一坝型安全性的疑虑。

高混凝土面板砂砾石坝关键技术研究主要包括以下内容:①砂砾石坝料的工程性质研究。根据天然砂砾石料具有级配间断性、级配离散性和施工时易分离的特点,结合新疆乌鲁瓦提和青海黑泉两座高砂砾石面板坝的建设,就砂砾石料的物理力学性质,特别是砂砾石料的渗透和渗透稳定性开展了全面试验研究和理论分析。首次成功研制了大型高压固结-渗透仪,提出了一套完整的实验操作程序和安全评价方法,开展了原级配砂砾石料在高水头作用条件下的渗透和渗透稳定性实验。并对依托工程垫层料及其层间渗流特性等开展了大量试验研究,揭示了砂砾石料的渗流和渗流破坏特性,为优化工程设计提供了重要科学依据;②砂砾石坝渗流控制与排渗结构研究。结合新疆乌鲁瓦提和青海黑泉水库两个依托工程,研究并优化了垫层料的级配、垫层的结构和坝内排水结构型式,并应用于依托工程;③面板周边缝新型止水结构研究。考虑到砂砾石料的渗流稳定性较差,研制了一种可靠的周边缝止水结构-双金属止水结构。该止水结构简单,具有良好的强度、韧性和对大变形的适应能力,且施工方便,并成功应用于青海黑泉水库大坝;④寒冷地区面板防裂技术研究。结合依托工程,对混凝土原材料优选、混凝土配合比优化和改性、混凝土养护工艺、混凝土面板施工工艺和质量控制等方面开展了大量试验研究和分析工作,提出了一套寒冷、干旱、多风地区有效地降低面板裂缝的技术;⑤高砂砾石坝工程性状研究。采用离心模型试验以及有限元数值方法,重点研究了两座依托工程的应力应变特性和稳定特性;⑥高砂砾石坝施工技术研究。结合依托工程建设,从工程实践中探索出一套寒冷、干旱、多风地区构筑高砂砾石面板坝的施工技术和经验,包括大坝各区铺料碾压次序,垫层料斜坡碾压与防护作业周期,砂砾石坝料未加水碾压,大坝冬季施工质量控制以及利用原级配料干密度、相对密度和砾石含量三因素控制大坝填筑质量等;⑦高砂砾石坝原型观测研究。开展了依托工程的原型观测设计,重点分析了乌鲁瓦提和黑泉两座水库大坝的原型观测成果,揭示了依托工程工作特性,对控制施工质量、评价大坝安全性起到了重要作用;⑧电测水管式沉降仪和电测引张线水平位移计研制。在国内外首次研制成功了电测水管式沉降仪和电测引张线式水平位移计,成功地实现了面板堆石坝内部变形监测的自动化。

高混凝土面板砂砾石坝关键技术研究取得了多项创新成果,首次成功研制了大型高压固结渗透仪($H=2\,400\text{ mm}$, $H_e=1\,200\text{ mm}$, $D=1\,000\text{ mm}$, $P=1.0\text{ MPa}$),并提出了一套完整的实验操作程序和安全评价方法。两个依托工程的成功应用表明,该仪器可克服试样的缩尺效应,使试验结果更为符合实际,可广泛应用于面板堆石坝,特别是砂砾石面板坝坝体的原级配砂砾石料的渗透和渗透稳定性试验和研究,揭示了砂砾石料的渗流和渗流破坏特性;首次成功研制了结构简单且对大变形适应能力强的面板周边缝双金属止水片结构;开发研制了带有电测功能的 DSP-1 型电测引张线式水平位移计,以及 DCJ-1 型电测水管式沉降计,实现了面板坝坝体变形的监测自动化;提出了一套寒冷、干旱、多风地区填筑高砂砾石面板坝先进实用的施工技术,以及有效降低混凝土面板裂缝的技术。

岩土工程研究所霍家平供稿