

高烈度地区筑坝材料的质量控制与研究

陆 通

宁夏水利水电工程局 宁夏银川 750000

摘 要: 不同地区筑坝材料多种多样, 本文以固原市某水库工程施工过程为例, 针对地震高烈度地区土石坝筑坝材料的选择实验分析, 填筑前的碾压参数对比选择, 施工过程中的质量控制及分析研究, 重点检查和复核了坝体填筑料压实度、相对密度、渗透系数、反滤排水料的颗粒级配, 结果表明, 对于填筑料不稳定及复杂地质条件下, 宜在现有施工条件基础上, 严格控制下, 适当提高压实指标及要求, 更好的控制大坝的沉降变形, 同时为同类地区土石坝建设提供参考依据。

关键词: 均质土坝; 天然建筑材料; 压实度; 渗透系数; 颗粒级配; 质量控制

Quality Control and Research of Damming Materials in High Strength Areas

Lu tong

Ningxia Water Resources and Hydropower Engineering Bureau, Ningxia Yinchuan 750000

Abstract: Various dam building materials in different areas, This paper takes the construction process of a reservoir project in Guyuan City as an example, Experimental analysis of earth-rock dam materials in high intensity areas, Comparison and selection of rolling parameters before filling, Quality control and analysis and research during construction, Focus on the inspection and review of the dam body filling material compaction degree, relative density, permeability coefficient, reverse filter drainage material particle grading, the results show that, For unstable filling materials and complex geological conditions, Should be based on the existing construction conditions, Under the strict control, Appropriate increase of compaction indicators and requirements, Better control of the dam settlement deformation, At the same time, it provides a reference basis for the construction of earth and rock dam in similar areas.

Keywords: homogeneous earth dam; natural building materials; compaction degree; permeability coefficient; particle grading; quality control

引言:

在土石坝施工过程中, 多采用当地建筑材料作为筑坝材料, 该坝型具有广泛的应用范围和悠久的历史, 在西北黄土高原地区应用非常广泛, 尤其是在宁夏地区充分利用当地黄土和山川地貌特征, 坝体工程95%以上坝型均采用土石料作为筑坝材料, 方便快捷, 造价低廉。随着大量已建工程的投入使用, 生态环境要求进一步提高, 新建项目普遍存在地形地质条件复杂的特点, 填筑料质地变化较大, 料场可调节空间范围受限, 建设单位库盘清理扩容要求的提高, 高烈度区域筑坝成为水利工程的普遍现象。对施工单位提出了新的挑战, 尤其是对料场复查规划、开采运输、填筑碾压、质量检测控

制等提出了新的要求, 本文针对固原市某调蓄工程坝体工程填筑过程中筑坝材料的选择使用及质量控制, 结合各项实验分析研究, 为类似大坝施工质量控制提供帮助。

1 工程背景

本调蓄工程由水库、泵站及输水系统以及输泄水建筑物组成。水库总库容997万 m^3 , 工程规模为小(Ⅰ)型, 工程等别为Ⅳ等, 水库主要建筑物等级为4级、中坝, 次要建筑物级别为5级, 临时性建筑物级别为5级。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015), 水库及取水泵站、入库管线区域地震动峰值加速度0.30g, 地震动反应谱特征周期为0.45s, 地震基本烈度Ⅷ度。主要建筑物地震设计烈度为8度。

大坝为碾压式均质土坝, 坝顶高程 1754.00m, 最大坝高 64m, 坝顶为碎石路面, 宽 8m, 坝顶长 495m。整个坝体主要分为坝体、排水体、反滤层和护坡四个区。

2 填筑料的选择

2.1 古河槽宽级配换填料

古河槽位于大坝轴线桩号 0+280-0+440、坝基 1690.00m 高程以下, 分布厚度为 3 ~ 8m, 呈“S”型布于坝基内。挖除古河道松散且可能液化的砾石土, 采用库区砂砾料和壤土掺和的宽级配土进行碾压回填, 掺和比例根据现场碾压试验确定, 控制压实度不小于 0.98、变形模量与周围基岩接近。

2.2 坝体反滤及排水料

大坝坝内排水采用水平褥垫反滤排水+垂直排水的形式, 将两岸坝内渗水通过设置的排水收集到坝后坡脚集水廊道排出坝址区。大坝反滤排水料含泥量不超过 5%, 颗分曲线应在包线范围内, 透系数 $>10^{-3}$ cm/s。褥垫第二次反滤料根据第一层反滤料颗粒级配情况再进行确定筛分, 第二层反滤透系数 $>10^{-2}$ cm/s。反滤碾压压实相对密度 0.7 ~ 0.75。

2.3 坝体填筑材料

坝体采用库区壤土或湿陷性黄土进行制备填筑, 渗透系数 $<1 \times 10^{-4}$ cm/s, 有机质含量不大于 5%, 水溶盐含量不大于 3%, 压实度要求不小于 0.98。天然含水量 4.3 ~ 14%, 平均 8.5%; 有机质含量 2.46 ~ 2.79%, 水溶盐含量 0.1 ~ 1.2%。

3 填筑料碾压及渗透实验

3.1 宽级配料碾压及渗透试验

施工方采用河槽内开挖的混合土料与 1# 料场的土料进行混合, 混合比 7: 3、5: 5、4: 6、3: 1 分别进行碾压实验和渗透实验, 对试验土层进行了动探试验和室内击实试验。根据各种混合比试验成果对比分析, 1# 土料与角砾、砾砂层按照体积比 3: 1 混合后的混合料大于或接近强风化砾岩、弱风化泥岩的变形模量按照 0.9 的系数折减后的变形模量为 67MPa, 根据该级配获得的土料压缩模量, 大于或接近强风化砾岩、弱风化泥岩的变形模量, 渗透系数 $6.66 \times 10^{-5} \sim 4.52 \times 10^{-6}$ 满足规范要求。最佳铺料厚度为 30cm, 26T 振动碾平碾错距弱振碾压 8 遍, 振动频率 27/32Hz, 低速档 1 挡行驶, 含水率控制 12.3 (-2% ~ +3%), 作为宽级配填筑料现场施工的压实参数。

3.2 坝体反滤及排水料碾压实验及渗透实验

机械松铺土料厚度为 55cm, 采用 50 型装载机碾

压 4 遍, 压实沉降量 0.048, 既经济又能满足相对密度 0.7 ~ 0.75 的要求, 低速挡行驶, 实测渗透系数 $2.3 \times 10^{-2} \sim 8.75 \times 10^{-2}$ 满足规范要求, 因此此方案选为最优土料碾压方案。

3.3 坝体土方及砾石土填筑料碾压实验及渗透实验

机械松铺土料厚度为 30cm, 采用 26t 平碾错距弱振碾压 6 遍压实比例为 0.028, 既经济又能满足压实度不小于 0.98 的要求, 最优含水率 14.3 (-2% ~ +3%), 振动频率 27/32Hz, 低速挡行驶。渗透系数 $5.77 \times 10^{-4} \sim 8 \times 10^{-6}$ 满足设计要求, 因此此方案选为最优土料碾压方案。

4 填筑材料的质量控制

4.1 宽级配料质量控制

填料前应将槽底及坡面的垃圾杂物等清理干净; 将回落的松散土、破面松散块土、风化层、杂物等清除干净。待破面清除干净后, 对破面进行泥浆刷壁, 每次刷破面在混合料回填前进行涂刷, 涂刷高度不高于 30cm, 保证回填部位全面结合。级配料掺和前进行筛分试验, 检查其颗粒级配, 确保料源稳定, 数量充足。掺和过程中严格控制两种掺合料的掺和比例及掺和次数, 使掺合料例拌均匀。填筑过程中按照现场生产性碾压试验确定的碾压施工参数严格控制, 形成流水作业。优化边坡清理及泥浆涂刷工艺, 研发岸坡清理及泥浆喷涂多功能一体机, 保证岸坡结合面满足要求。对层间结合面, 采用刨毛器对整个填筑面进行全面刨毛, 在上料之前将干缩的土层钩松, 洒水润湿, 使土料含水调至正常施工含水量, 保证结合面质量满足设计规范要求, 防止层间渗漏。加大灌砂试验检测频次, 渗透实验随时跟进。

4.2 坝体反滤及排水料填筑质量控制

水平及竖向反滤排水体作为坝体工程的关键部位, 对整个工程安全运行至关重要。原材料主要为中宁白马水洗砂及炭山掺和排水料, 含泥量不大于 5%, 粒径 5mm 以下, 含泥量不大于 5%。排水料填筑前先进行颗粒分析及含泥量检测, 经检测合格后, 自卸汽车拉运至硬化后的备料场地存储, 装载机转运至铺筑面, 铺筑前, 先测放出铺筑边线, 并对基面进行清理, 保证新铺筑排水料与原有反滤料结合面清洁、无杂物。竖式排水料铺筑采取人工配合机械的方式进行, 每层厚度与土料铺筑厚度相同, 铺筑成型后苫盖保护, 待其周边土料铺筑完毕后, 撤出苫盖材料, 与坝体土料共同碾压, 碾压完毕后采用灌砂法进行检测, 检测合格后进行下一道工序施工。

颗粒级配检测 36 组, 合格后进行填筑施工。填筑过程中按照现场生产性碾压试验确定的碾压施工参数严格

控制。避免防止填筑面污染。排水料(2:2:6=0.5cm石子:1~2cm石子:0.3cm水洗石粉)检测11组,检测结果为反滤料含泥量3~3.8%,排水料含泥量为3.4~4.4%,所有检测指标均满足设计要求。设计相对密度为0.7,现场采用灌砂法试验方法检测,共检测144点均符合指标。

4.3 坝体土方及砾石土填筑质量控制

坝体土方填筑及砾石土填筑量占整个坝体填筑量的94%,在土方填筑施工前,按照《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》(SL251-2000)规定,对设计单位指定的各土料场进行详细复查,以全面了解设计提供土料的物理力学特性,便于坝体填筑工作的顺利实施。确保储量、含水量、有机质含量、水溶盐、分散性、最优含水率等指标符合设计要求。

施工过程中根据土料含水率变化情况及时对土料场进行规划及筑畦泡水,并采用坝面铧犁翻晒、坝面掺和、土料场翻晒、掺拌补水、制备土牛(高坡溜土)、覆盖土坝面分区翻倒制备等方法,以确保填筑土料含水率等指标满足设计指标。

针对砾石土填筑过程中优先在料场进行掺和实验,充分利用上部壤土碾压含量不足,下部砾石土黏粒含量高砾石含量超标的特点进行互补,通过比例掺和,确保黏粒含量、砾石含量、含水率等达到设计要求。填筑过程中针对砾石土易失水结块特点,采用驱动耙进行坝面破碎整平,防止了粒径超标,渗透系数偏大等问题。

经实验检测,检测土体最大干密度1.73~1.82g/cm³,最优含水率13.4~17.2%,大坝填筑压实度检测21660点,确定铺土厚度为30cm,振动碾压变数8遍,设计压实度为98.0%可以达到。

5 结语

5.1 水库大坝地取材开采湿陷性黄土经制备压实后作为坝体填筑体,分层回填碾压,渗透系数、压实度、变形量均满足设计要求。运行两年后,通过对坝体不同填

筑区域获取原状样进行土工试验分析,坝料经填筑碾压后已完全消除其湿陷性缺陷,对照填筑过程中检测结果,有徐变现象,但检测结果满足设计指标。坝体坝料选择符合安全运行要求。

5.2 采用砾石土作为回填料,通过严格控制掺和比例、粒径、填筑厚度、碾压遍数、砾石含量、含水率等指标,经渗透实验分层检查,能够满足设计渗透指标。

5.3 采用松散且可能液化的砾石土,后按回填土料与角砾、砾砂层按一定比例混合的混合料,混合料变形模量大于或接近强风化砾岩、弱风化泥岩,古河道的处理满足坝体整体沉降变形要求。

水利工程是西北干旱地区的命脉,是民生之本,对于推动国民经济发展、落后地区脱贫攻坚、乡村振兴非常重要。坝体工程作为水利工程的关键性建筑物,通过全过程各个环节管理、技术支撑、实验论证、工艺设备创新、院校合作等多方面举措,可以科学有效的降低各类风险。该项目过程管理经验及积累实验及运行参数,为类似大坝施工质量控制提供经验参考,服务地方国民经济发展,服务乡村振兴。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家发展和改革委员会, DL/T5395-2007, 碾压式土石坝施工规范[S].
- [2] 国家能源局, DL/T5192-2013, 碾压式土石坝施工规范[S].
- [3] 李辉. 水利水电工程中土石坝施工技术探讨[J]. 陕西水利. 2011(01).
- [4] 徐志英. 岩石力学[M]. 北京; 水利水电出版社, 1986.
- [5] 田丛秋. 水利工程建设中土石坝技术的应用[J]. 民营科技. 2014(02).
- [6] 马海宁. 水利工程中如何做好建筑材料的质量控制[J]. 企业文化. 2021(02): 7-8.
- [7] 李宏斌. 水利工程建筑材料质量控制方法分析[J]. 城市建设理论研究. 2021(28): 13.