

黏土心墙坝汛期施工防护设计可靠度分析

李明峰

(余干县水利电力勘察设计院, 江西 余干 335100)

摘要: 黏土心墙坝是目前应用最广的坝型之一, 然而汛期降雨作用对黏土心墙影响较大, 为此设计了一种土石坝心墙汛期施工防护措施, 并通过现场试验、室内试验对其可靠性进行了研究, 结果表明, 不同强度降雨条件下, 有防护措施的黏土心墙含水率均明显低于未加防护措施黏土心墙, 说明设计的心墙汛期施工防护措施是可行的, 相关工程经验可供类似工程借鉴。

关键词: 黏土心墙坝; 汛期施工; 防护措施; 含水率

中图分类号: TV52

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2017) 11-0013-04

Reliability analysis on construction protection design of clay core dam during flood season

LI Mingfeng

(Yugan Water conservancy and Electric Power Survey and Design Institute, Yugan 335100, Jiangxi)

Abstract: Clay core dam is one of the most widely used type of dam. However, the rainfall in flood season has a greater influence on clay core wall. Therefore, a protection measures for earth rock dam construction in flood season had been designed, and the reliability was studied by field test and laboratory test. The results showed that under different strength rainfall conditions, the water moisture content of the clay core wall with protective measures was significantly lower than that of unguarded clay core wall, which indicated that the design of the core wall of flood protection measures for construction was feasible, and relevant engineering experience could provide a reference for similar projects.

Key words: clay core dam; flood season construction; protection measures; water moisture content

0 引言

心墙土石坝以透水性较好的材料为坝壳, 以透水性较差的材料为心墙防渗体的特殊土石坝, 其坝坡坡比相较于均质坝大, 工程量小, 在目前的工程中得到广泛的应用, 黏土心墙坝是一种典型的心墙土石坝^[1-3]。然而在雨季施工时, 黏土心墙受降雨影响较大, 含水率较高的黏土不能碾压密实, 使得心墙强度降低, 从而产生较大的沉陷危及大坝安全^[4-6]。因此, 在汛期进行施工时有必要对其

进行防护。

新桥沟黏土心墙坝设计坝高 32 m, 坝顶高程 93.0 m, 是一座兼具防洪、灌溉、发电、养殖和旅游的中型水库, 水库坝址以上集雨面积 139 km², 水库设计总库容 6410 万 m³, 水库建成后将承担下游 3 个城镇共 17.5 万人的生活用水、0.47 万 hm² 农田和工业用水的供水任务, 同时承担下游高速公路、铁路和国道的防洪任务。根据大坝设计安全准则为中型水库, 主要建筑物设计等级为 3 级, 水库按 100 年一遇洪水设计, 按 200 年一遇洪水

收稿日期: 2017-08-15

作者简介: 李明峰 (1983-), 男, 主要从事水利设计与管理工作。

校核, 水库正常蓄水位为 25.2 m, 高程为 86.2 m, 设计洪水位为 27.9 m, 高程为 88.9 m, 校核洪水位为 30.2 m, 高程为 91.2 m, 坝体设计抗震烈度为 6 度。本文以此黏土心墙坝为依托, 设计了一套汛期施工防护方法, 并通过试验分析了心墙黏土雨季施工采取防护措施的必要性及本次设计的防护措施的可操作性。

1 防护方案设计

降雨会使得黏土心墙坝坝体含水率明显增大, 心墙含水率增大后不易降低, 通常处置措施为将心墙表层土去除, 翻晒晾干后再重新进行填筑, 然而由于黏土心墙坝施工工期较长, 难免需要在汛期进行施工, 汛期降雨频率较高, 若仍采用此种方法, 施工效率大大降低, 为此设计了一种黏土心墙汛期施工防护措施, 防护设计如图 1 所示。在进行心墙碾压施工时, 采用井式施工方式, 施工时在两边预留两条排水沟, 沟深为两层碾压土的厚度, 当新的一层碾压完毕后, 再将排水沟填实, 保证排水沟的预留深度为大于 30 cm, 施工时当预报有雨时, 迅速在心墙碾压面铺设一层防渗薄膜, 每块防渗薄膜搭接宽度不得小于 40 cm, 薄膜边角及搭接处用土袋压住, 防止薄膜被风刮开, 土袋重应大于 5 kg, 土袋间间隔不应大于 2 m。降雨时雨水在防渗薄膜上汇集并通过排水沟排出心墙区域。

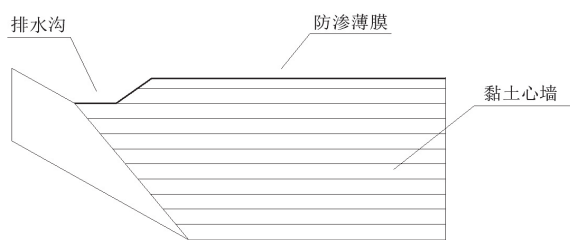


图1 防护设计

2 心墙黏土力学特性

为分析含水率对心墙黏土进行击实试验, 试验步骤参照土工试验规程 SL237-1999, 试验前将土烘干, 碾碎后过 2 mm 筛, 并按含水率为 4%、6%、8%、10%、15%、20%、25% 和 30% 预配一定的蒸馏水, 并置于薄膜袋中密封 24 h, 而后进行轻型击实试验, 锤重为 2.5 kg, 落高为 305 mm, 击实桶内径 102 mm, 桶高为 116 mm, 心墙黏土最大

干密度与含水率关系曲线如图 2 所示, 由图可以看出, 随含水率增大心墙黏土最大干密度先增大后减小, 含水率为 9.8% 时 (最优含水率), 干密度达到最大值 1.79 g/cm^3 , 这是由于当含水率小于最优含水率时, 土颗粒表面附着的水膜较薄, 土颗粒间相对滑动所需克服的摩擦阻力较大, 消耗的能量愈多, 相同击实功能下, 颗粒间空气排出少, 干密度小, 随含水率增大, 颗粒间水膜逐渐增厚, 颗粒间毛细作用力以及结合水的剪切阻力逐渐减少, 颗粒间相对滑动变得更容易, 颗粒间空气更易于排出, 干密度逐渐增大。当含水率超过最优含水率时, 水膜增厚而引起的阻力减少逐渐不起主导作用, 由于含水率增大, 土体中空气逐渐减小, 且剩余空气多以封闭状态存在, 故当含水率超过最优含水率时, 随含水率增大, 干密度逐渐减小。

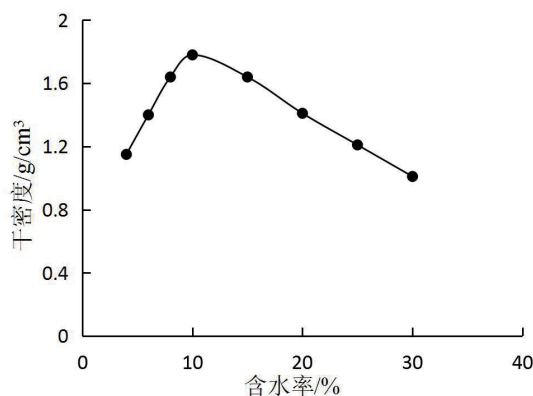


图2 击实曲线

为分析不同含水率下心墙黏土的抗剪强度指标, 对含水率为 10%、20%、25% 和 30% 的心墙黏土进行直接剪切试验, 试验干密度取为最大干密度的 0.96, 试验剪切方式为固结快剪, 剪切速率为 0.036 mm/min, 固结压力值分别为 100 kPa、200 kPa、300 kPa 和 400 kPa。取应变 15% 为破坏点, 不同含水率下心墙黏土抗剪强度指标 (内摩擦角和黏聚力) 与黏土含水率关系曲线如图 3 和图 4 所示。由图可知, 随着含水率的增大, 黏土内摩擦角和黏聚力均逐渐减小, 取最优含水率所对应的抗剪强度指标为黏土心墙的压实设计标准, 则随含水率增大其内摩擦角衰减率为 13.6%、19.5%、27.5% 和 34.1%, 黏聚力衰减率分别为 26.2%、42.9%、54.8% 和 69.0%。随含水率增大, 心墙黏土强度衰减的主要原因有: ①随着含水率的增大, 土体越不容易被击打密实, 干密度越小, 土体松散, 抵

抗破坏能力差; ②水对黏土颗粒间的胶结有弱化作用, 此外颗粒表面形成的水膜使得颗粒间发生相对滑动越容易, 土体越容易破坏。

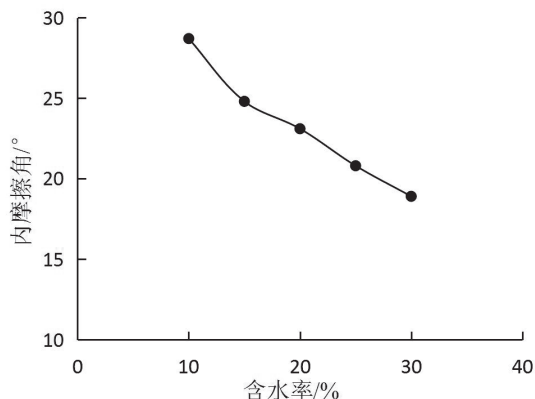


图 3 内摩擦角与含水率关系曲线

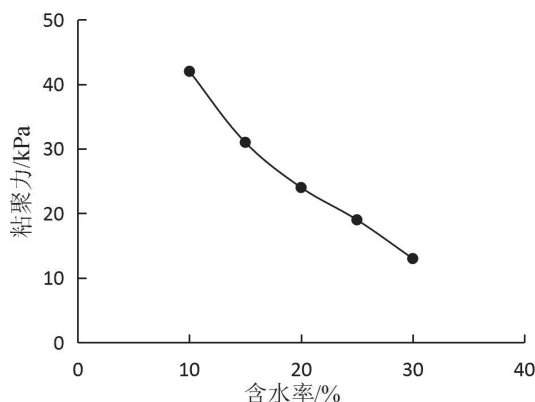


图 4 黏聚力与含水率关系曲线

3 防护设计可靠度分析

为分析本次设计的防护措施的可靠度, 在室内按 1:500 的比例进行模型试验, 模型试验土料为现场取回的心墙黏土, 防渗薄膜厚度为 2 mm, 采用喷壶进行喷水模拟降雨情况, 试验平行 3 组进行, 取 3 组试验平均值为试验结果, 当有 1 组试验结果与其他 2 组试验结果相差较大时, 则剔除该组试验数据后再平均, 室内模型试验分别模拟了降雨强度分别为 5 mm/d、10 mm/d、15 mm/d、20 mm/d 和 25 mm/d 有防护措施和未采用防护措施的心墙黏土含水率分布情况, 分别取有防护措施的薄膜下的表层黏土和没有防护措施的表层黏土测定含水率, 有防护措施和未采用防护措施的心墙黏土含水率如图 5 所示, 由图 5 可知: ①不同降雨强度下, 有防护的黏土含水率基本保持不变,

略大于设计含水率 (最优含水率), 说明设计的防护措施能有效防止雨水对心墙黏土含水率的影响, 进而保证其施工质量; ②未加防护的黏土随降雨强度增大含水率逐渐增大, 与设计含水率相比分别增大了 39.8%、80.6%、108.2%、123.5% 和 127.6%, 降雨强度大于 15 mm/d 时, 其含水率增大量大于 100%, 说明降雨对未加防护措施的心墙黏土含水率影响较大; ③降雨强度为 25 mm/d 时, 其含水率为 22.3%, 其能压实的最大干密度仅为 1.27 g/cm^3 , 内摩擦角为 21.4° , 黏聚力为 20 kPa, 较设计干密度相差了 30%, 若不采用防护措施黏土雨季施工时心墙填筑质量难以保证。

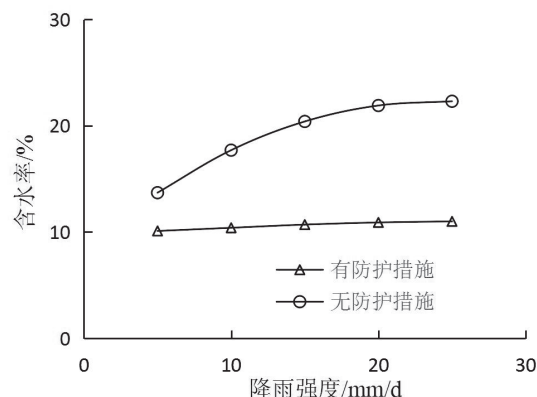


图 5 含水率与降雨强度关系曲线

4 结语

本文设计了一种新型的雨季施工防护方案, 并通过室内试验和现场试验, 分析了雨季施工时, 对其心墙黏土进行防护的必要性, 并研究了设计防护方案的可靠性。主要结论如下:

(1) 设计了一种在两边预留排水沟, 暴雨来临前迅速在心墙碾压面铺设一层防渗薄膜, 并用土石袋压紧的雨季施工防护方案;

(2) 随含水率增大, 心墙黏土抗剪强度参数逐渐减小, 试验含水率下心墙黏土内摩擦角衰减率为 13.6% ~ 34.1%, 黏聚力衰减率为 26.2% ~ 69.0%;

(3) 降雨强度为 25 mm/d 时, 未加防护措施的心墙黏土含水率为 22.3%, 最大干密度仅为 1.27 g/cm^3 , 与设计干密度相差了 30%, 若不采用防护措施黏土雨季施工时心墙填筑质量难以保证;

(4) 不同降雨强度下, 有防护的黏土含水率基本保持不变, 略大于最优含水率, 而未加防护的黏

