

分散性黏土在麦洛维工程黏土心墙坝中的应用

万山红, 李梅

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610066)

摘要:根据麦洛维黏土心墙坝分散性黏土的设计修改与开采, 介绍了分散性黏土的两种改良办法, 并对分散性土作为防渗料时对反滤结构的要求进行了探讨, 对以后类似项目具有参考作用。

关键词:黏土心墙坝; 分散性土; 反滤结构; 应用; 麦洛维工程

中图分类号:TV44;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2009)增2-0010-03

1 概述

麦洛维工程位于苏丹北部麦洛维市附近的尼罗河干流上, 距首都喀土穆 45 km, 总装机容量为 1 250 MW, 下游有埃及境内的阿斯旺大坝。麦洛维大坝土建工程主要由 2A 标段——左岸结构物、2B 标段——电站及附属结构物、2C 标段——右岸结构物三部分组成, 大坝全长 9.8 km。大坝挡水结构物从左至右主要为左岸土堤、左岸面板堆石坝、左岸河床段黏土心墙坝, 主河床混凝土重力坝(厂房坝段、非溢流坝段、溢流坝段), 右岸面板堆石坝及右岸土堤。

2 黏土分散性问题的提出

早在 20 世纪 60 年代, 用分散性黏土作为防渗体修筑的堤坝, 常常由于土料具有分散的特性, 当遇到低含盐量的水时, 土料就会分散流失, 在没有设置合适的反滤料的情况出现发生突然的管涌破坏而溃坝的现象。

因此, 从 20 世纪 60 年代起对分散性黏土研究就已经开始了, 研究结果发现: 分散性黏土具有易被水冲蚀的特性, 当分散性黏土遇到低溶盐水时, 土体表面的土粒一次脱落, 成为悬液, 当遇到流动的水时将随水流一起流走; 当流速大于 10 cm/s 时常常会出现冲蚀现象。

麦洛维大坝的设计单位在前期防渗料料源勘探过程中, 对附近的两个潜在土料场即 NS 料场(坝体附近)的尼罗河淤泥和 L 料场(距坝体较远)冲积土的天然料以及各种比例的混合料进行过一系列的针孔试验、粒团试验和双比重计等试验, 发现两个料场的天然土料均具有分散性, 但

相比而言, 尼罗河淤泥的分散性较强, 需要掺加其他材料以解决防渗料的分散性问题。在勘探过程中, 还进行了土料的各种物理特性比较试验。

在设计阶段, 对两个土料场各自掺加石灰、石膏和混合后再掺加石灰、石膏等也进行过大量的试验研究。在合同招标文件和前期施工图纸中, 确定黏土心墙坝的防渗料(①区料)采用尼罗河岸边 NS 料场沉积的淤泥, 合同中要求对全部防渗料掺加 2% 的石灰以减少防渗料的分散性。

3 黏土心墙坝结构介绍

黏土心墙坝布置在覆盖层较厚的坝址左河道上, 坝轴线长 841 m, 最大断面宽度约 390 m, 坝顶高程 304.00 m, 最大坝高 65 m, 坝顶宽 10 m。

在施工阶段进行了较大的设计变更, 变更的主要内容为:

(1) 将透水围堰修改为防渗围堰, 原设计的 252.00 m 高程以下的水中填砂振冲修改为基坑排水、开挖、分区坝料填筑, 相应减少了防渗墙工程量, 增加了坝肩帷幕灌浆工程量。

(2) 将原防渗土料全部掺加 2% 石灰的方案修改为部分掺加 4% 石膏的方案。

考虑到上述(1)中的修改与本文主题无关, 故在文中不做过多介绍, 后面的插图中也只给出了 264.00 m 高程以上的设计断面。

4 原分散性黏土防渗结构设计

原设计所使用的防渗料是利用 NS 料场的尼罗河淤泥掺加 2% 石灰。为安全起见, 在原坝体结构设计中, 加宽、加细了细反滤料和过渡料的宽度, 坝体结构见图 1。防渗体上下游均采用了细反滤料(2 区料)和过渡料(3 区料), 各区坝料的

级配曲线见图 2。

5 修改防渗结构的原因

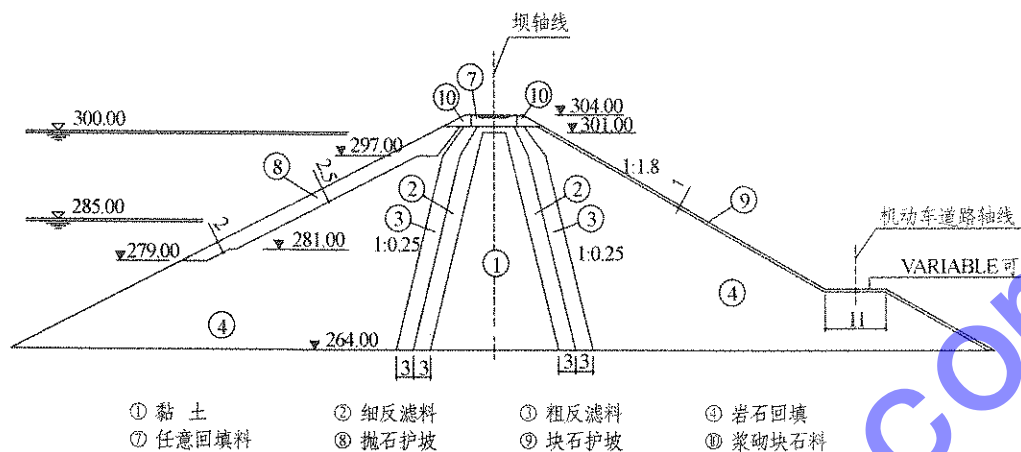


图 1 黏土心墙坝 264.00 m 高程以上断面图(单位:m)

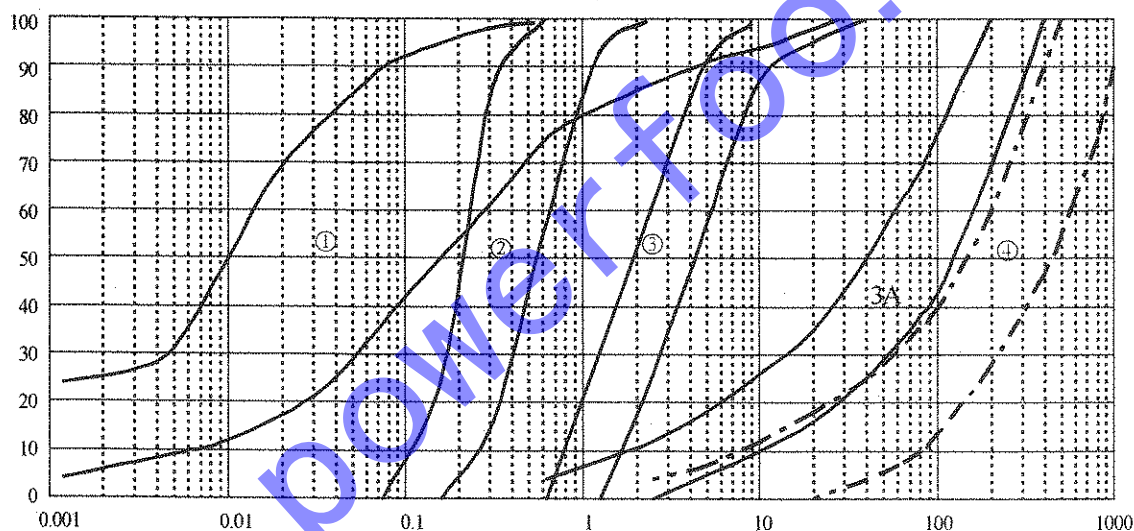


图 2 黏土心墙坝料曲线示意图

在施工阶段,经对土料场进行深入调查和综合研究,业主和设计单位将合同中确定的土料场由 NS 料场改换为 L 料场,原因为:

(1) 原来勘探的 NS 土料场储量不能满足使用要求。

(2) NS 土料场上部种植有椰枣树,黏土中有机质含量为 1.7% 左右,而且有大量的树根。

(3) 由于原黏土心墙坝的围堰由透水围堰修改为防渗围堰,增加了防渗料的用量。

(4) 由于苏丹当地不产石灰,采购、运输成本高,如果所有土料全部掺加石灰则总成本太高。

6 修改后的分散性黏土防渗结构

根据上述条件,设计工程师对防渗料进行了修改,修改内容主要包括:

(1) 将土料场修改为 L 料场,根据前期试验结果,将掺合料修改为石膏。

(2) 将原来全部土料掺加 2% 的石灰来改善黏土分散性的方法修改为防渗体两侧各 2 m 范围内加 4% 的石膏作为改性后的防渗(1.1 区料),防渗体中间采用没有经过改性的土料。

(3) 开始填筑施工时,发现 3 区料颗粒粒径太细(最大粒径 40 mm, < 10 mm 粒径的颗粒占 90% 以上,见图 2),和 4 区料(石渣料)之间反滤不好,3 区料很容易流失。经承包商建议,又增加了 3A 料。3A 料是在石料场专门爆破出来的一种粒径较细,碎石含量较高的石料。修改后的防渗结构见图 3(不含底部 264.00 m 高程以下断面)。

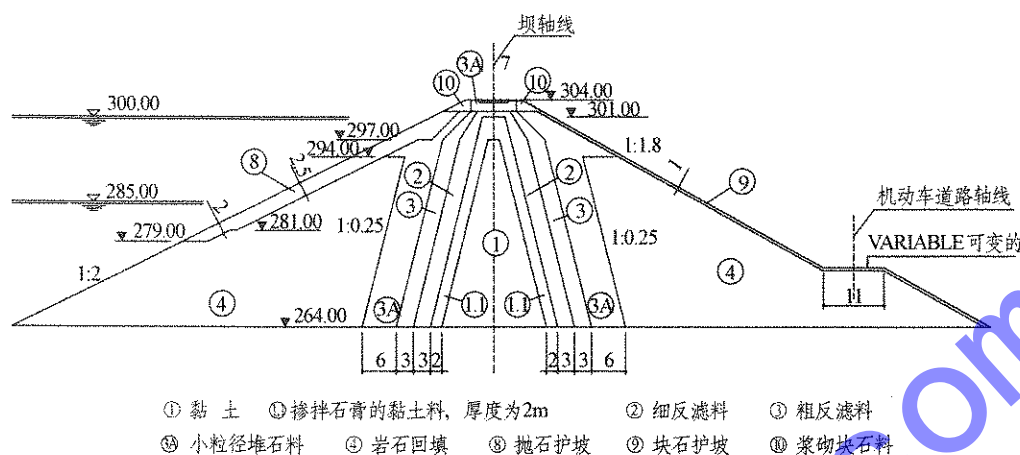


图3 修改后的黏土心墙坝断面图

7 土料的开采与稳定土制备

在现场对 L 料场进行的重新勘探中发现该料场为尼罗河的Ⅱ级阶地,主要物质来源于早期的尼罗河沉积及冲洪积物和岩石的风化残留物(内陆河流沉积相),其物质来源非常复杂,物质组成多元化且分布很不均匀。

上层为厚度不等的砾石夹砂层;过渡层为少许砾石、灰白色的岩屑等混合体的钙质胶结块、砂和少许黏土;下层为砂和黏土互层及少许砾石、钙质胶结块。土料干硬,开挖困难。

料源储量满足设计要求,天然干密度为 1.5 kg/cm^3 、含水量为 $5\% \sim 12\%$ 。按 ASTM 规范进行了阿太堡试验、塑性指数试验、粒径试验,发现料源质量变化很大,开采期间需要剥离表层砾石含量高的土层,并对下面的有用料进行混合处理。

本工程前期设计的土料全部需要掺加 2% 的石灰,原设计的防渗土料为 $603\,000 \text{ m}^3$,在设计单位——德国拉美尔国际有限公司提出对防渗料的修改动议时,我们已经采购了用于掺拌石灰的稳定土拌和站。

由于 L 料场土质坚硬,无法通过灌水法来调整含水量,加之坝料需要对从不同的地方开采出来的料进行掺配,我们利用已有的稳定土拌和站在调整含水量的同时进行土料的掺配;对于需要掺加石膏的土料用单独的 1 台稳定土拌和站进行加工,在加水的同时将粉状的石膏加入到搅拌机中进行掺拌。

由于天然土料中含有大量的钙质结块,稳定土拌和站加的水难以渗进土块内部,为此,需将掺

拌后的土料(1 区料和 1.1 区料)倒运到附近的堆存料场存放 2 天之后才能使用,期间需要向料堆表面洒水养护。

黏土心墙坝料压实后除分散性之外,1 区料和 1.1 区料的控制指标一样,平均压实度均为 98%,最小为 96%。施工时,土料含水量控制在最优含水量 $0 \sim 2\%$ 的范围内,碾压后土料的渗透系数不大于 10^{-7} m/s 。

掺拌石膏后的土料现场主要用双比重试验鉴定其分散性,全部 1.1 区料经试验均为非分散性土料。

8 结 语

通过对料源和掺合料的设计修改,解决了原设计料源质量和储量不能满足要求的问题。但心墙填筑进度是控制黏土心墙坝填筑进度的关键部位,由于在心墙范围内增加了填筑条带,增加了填筑难度。在现场管理人员的精心组织下并与原合同工期相比,上部坝体填筑全部按原进度计划完成。与之相应,业主也对因坝料修改带来的费用增加和难度增加给予了补偿。

从 2008 年 9 月麦洛维大坝开始蓄水以来,采用分散性黏土作为筑坝材料的黏土心墙坝运行正常,观测资料显示坝体运行正常。

参考文献:

- [1] 王观平,张来文,阎仰中,柯 荣.分散性粘土与水利工程[M].北京:中国水利水电出版社,1999.

作者简介:

万山红(1966-),男,河南扶沟人,副总工程师,教授级高工,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

李 梅(1976-),女,贵州开阳人,工程师,学士,从事水电工程施工技术工作。

(责任编辑:李燕辉)