固化粉煤灰加高灰坝若干问题的探讨

方朝阳[1],侯浩波[2]

(1.武汉大学水利水电学院,湖北 武汉　430072; 2.武汉大学化学与分子科学学院,湖北 武汉　430072)

摘要:研究了固化粉煤灰的性能特点;从防渗体系、抗滑稳定和防止不均匀沉陷等方面研究探讨了固化粉煤灰加高灰坝的工程措施与设计要求;结合工程实践,探索了施工技术要求、养护要点.进行了技术经济效益和环境效益分析,证明利用固化粉煤灰加高灰坝技术可行、经济合理,具有推广价值.

关键词:固化粉煤灰;灰坝;环境保护

中图分类号:TV42+3;TV649　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1006-7647(2002)03-0009-03

1 固化粉煤灰的特点与性能指标

1.1 抗剪强度显著提高

固化粉煤灰的抗剪强度,随固化剂掺量的增加、养护龄期的延长而呈递增的趋势.固化粉煤灰7d前强度发展较慢,14 d强度发展到占最终强度的80%~90%,28 d以后基本达到最大.在固化剂掺量为3%时,粘聚力 c 值14 d强度达到60~100 kPa,28 d强度达到80~120 kPa.

1.2 抗压强度得到提高

固化粉煤灰无侧限抗压强度的变化规律与抗剪强度的变化规律基本相同.固化后粉煤灰无侧限抗压强度显著增大.

1.3 渗透稳定性得到提高

固化后粉煤灰渗透系数一般在 10^{-5} cm/s 数量级,且由于固化后粉煤灰的凝聚力增大,渗透稳定性能显著提高.

1.4 其它性能指标得到改善

这些指标主要有干密度较原状粉煤灰增大;压缩性减小,从而减小了填筑坝体的后期压缩沉降;抗冻性能亦得到显著提高.

2 坝体结构设计中应注意的问题

一般来说,用固化粉煤灰加高灰坝采用的是坝前加高方案,这样能显著减少工程量,降低工程造价.采用这种方式加高坝体,在设计中一般应注意以下问题:

2.1 新老坝体的防渗体系

老坝一般都工作了几年甚至十几年以上,老坝体的沉降固结已基本完成,坝前沉积的粉煤灰也已开始排水固结,这对于老坝的渗透稳定应该是比较有利的.但是,加高子坝后新老坝体之间的结合面则是防渗的薄弱环节,因为固化粉煤灰凝结硬化后形成相对较硬的固化体,与松散土体有较大差别,与松散土体的结合必然不会十分紧密,会成为防渗的薄弱环节.因此,为防止发生渗透破坏,一般都采取延长渗径和做好下游排水等措施解决,即上防下排.

结合几个工程的实践,我们认为可采取如下的措施:在上游面,如果是均质坝,在坝前挖除表层部分粉煤灰(挖除深度一般2~3 m),然后铺填固化粉煤灰(考虑到防渗可增加固化剂掺量);同时,在与老坝接触部位增大断面,以延长渗径.如果是心墙坝,则应挖除表层粉煤灰及老坝壳料,将固化粉煤灰填筑部分与心墙结合(接触部位适当增大断面),见图1.根据有关规范,灰坝的加高采用多级子坝,一般每级不会超过5 m.对于后期采用固化粉煤灰加高的子坝,主要应核算老坝防渗体的渗透稳定性.但由于加高后期子坝时,灰场使用年限已久,坝体及坝前沉积的粉煤灰已排水固结,防渗性能已显著改善,不能按最初的设计参数计算.另外,由于渗径延长,老坝的防渗一般都能满足要求.在下游面,设置排水棱体,为简化施工和防止渗透破坏,排水棱体可采用土工布包裹砂砾石做成,排水棱体收集的渗水通过排渗暗沟排往下游.

2.2 坝体的抗滑稳定性

坝体加高后,应核算加高后子坝及新老坝体联合工作的抗滑稳定性.从固化粉煤灰的特性参数可知,固化粉煤灰的抗剪强度显著提高,在一般常规坝

作者简介:方朝阳(1968—),男,安徽岳西人,讲师,博士,主要从事水工结构研究.

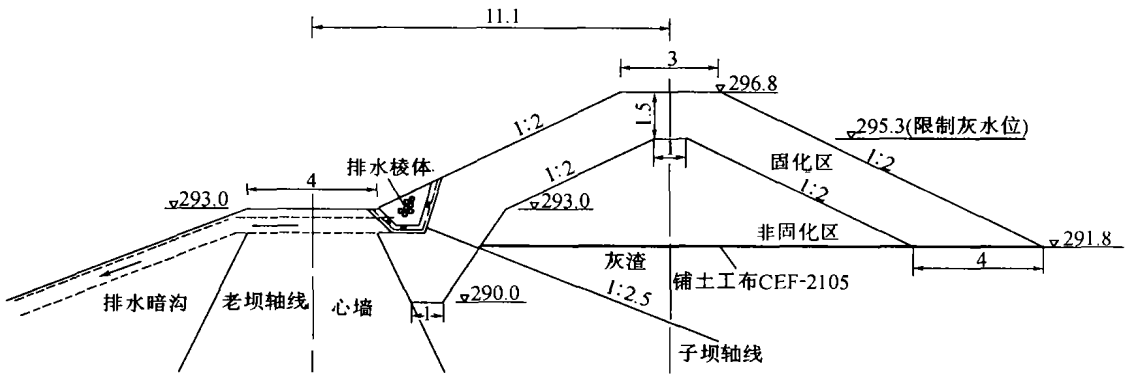

图1 某灰坝加高横断面(单位:m)

坡下,子坝本身是满足抗滑稳定要求的.但应核算联合工作的坝体稳定性,尤其要核算子坝沿老坝基础的可能滑动.

为避免可能出现这种情况,一般都要求对原灰库表面进行碾压夯实,以提高地基的承载力.因为加高子坝的高度一般不超过5m,通过我们对几个工程的计算分析,在经这种处理后子坝沿灰渣表面的滑动一般不会成为控制条件,倒是子坝加高后原来老坝坝基的基础稳定可能成为稳定控制条件,应重点核算这一情况.

2.3 加高子坝的沉降与裂缝防止

由于压缩系数较小,固化粉煤灰本身的沉降值也较小.但由于采用坝前加高方式,子坝直接坐落在坝前沉积粉煤灰上,该部分压缩性较大.因此,对于该部位应认真处理,以提高地基承载力,减少不均匀沉陷,避免子坝断裂.

根据固结沉降计算和几个工程的实践,采取如下措施可以解决这一问题:对坝前子坝基础及基础以外10m范围内的粉煤灰在按规定挖除后,用10~15t振动碾(或压路机)碾压3~4遍,要求压实后粉煤灰干密度不小于0.9g/cm^3,并回填至设计标高.经这样处理后,在加高子坝不超过5m的情况下,一般最大沉降值约2cm,沿基础面的不均匀沉陷更小.

如果现场碾压发现基础沉降较大,为防止不均匀沉陷,亦可在子坝基础铺设土工布以提高地基承载力和减小不均匀沉陷.铺设范围为子坝基础部分(参见图1).

3 固化粉煤灰填筑施工

固化粉煤灰的填筑施工,一方面与碾压式土石坝施工相近,另一方面又与混凝土坝施工类似.现就其施工中主要特点介绍如下:

3.1 施工机械

由于固化粉煤灰的固化剂必须与粉煤灰搅拌均匀,才能起到应有的作用,故必须采用强制式搅拌机.其它配套的设备有压路机或振动碾(10~15t,主要用于坝体碾压)、夯板(用于边角部位和斜坡碾压)、推土机(用于取灰)、自卸汽车或手推车等.

3.2 施工程序

固化粉煤灰填筑坝体的施工程序与土石坝填筑施工程序类似,包括:拌和—运输—铺料—压实—质检—刨毛.有关操作要求可按SDJ213-83《碾压式土石坝施工规范》执行.

3.3 施工技术要求

a. 各种物料要充分搅拌均匀.

b. 摊铺好的粉煤灰应及时碾压,以免水分蒸发.碾压参数:10~15t压路机,铺层厚度30~40cm,静止碾压6~8遍.

c. 成型水量.成型水量直接影响密实度及施工质量.由于粉煤灰含水量对于压实干密度影响不如土类材料敏感,且在较高含水量范围(35%~45%)也存在一个压实较好的区域,故施工中一般控制含水量在40%左右.当发现含水量不足时,可以边压实边喷洒水(但绝对不能用水管直接冲水),直到碾压到规定遍数,出现水迹为止.

d. 层间结合.固化粉煤灰初期凝结力小,有利于层间结合,施工时应控制上、下填筑层的时间间隔在固化粉煤灰的初凝时间之内(一般不超过12h).上、下填筑层的时间间隔超过12h时,要将下填筑层刨毛、洒水,再填上填筑层.

e. 分段施工.当子坝坝轴线较长时,为防止不均匀沉陷和方便施工,一般要进行分段施工.段与段之间可采用斜坡相接,斜坡坡度可采用1:2.为保证段与段之间结合可靠,应对下段作刨毛处理.同时,上段结合部位固化粉煤灰中应加大固化剂掺量(增大2%左右).该部分的区段长度不能小于施工要求的最小长度(一般不小于2m),并应认真填筑密实.

3.4 养护

早期填筑体透水性大,保水性差,而固化剂发挥作用必须借助于水化作用,故加强填筑体的洒水及

养护工作至关重要.施工中要配备足够的供水洒水设备.在已填筑好的坡面及坝面用草袋覆盖保护,并洒水养护.要求填筑后7d内,要保证早、中、晚各洒水一次,始终保持层面湿润,14d以内保证白天洒水一次,14d以后根据需要适当洒水.

子坝的上下游坡面保护时间不宜小于1个月,以防雨水冲刷破坏.

4 技术经济效益与环境保护

利用固化粉煤灰筑坝,较之采用常规土石材料加高灰坝,至少有以下几个方面的优点:

4.1 废物利用,保护环境,保护耕地

随着国民经济的发展,土地资源日趋紧张,采用土石加高灰坝必然会破坏耕地和植被,破坏环境.利用灰库内粉煤灰代替土石料筑坝,能充分利用废渣废料,避免破坏耕地;同时又能减轻环境污染,保护环境.

4.2 造价低,经济效益显著

利用土石材料加高子坝,除了坝体抗滑稳定性要求之外,渗透稳定性也是一个十分重要的关键问题.一般来说,初期灰坝多为均质坝或心墙坝,加高子坝的防渗体如何与初期坝体相连接便成为决定坝体渗透稳定性的关键因素.工程中往往采取加大横断面的办法,致使工程投资增大,甚至有些情况下不得不采用坝后加高方式.但坝后加高方式工程量明显增加,相应地投资要显著增加.

而固化粉煤灰具有较高的抗剪强度、抗压强度,采用坝前加高方案,其子坝横断面较小,可极大地降低工程造价.同时,由于固化粉煤灰具有较好的渗透稳定性,允许渗透坡降较之粘土明显增大,比较容易解决新老坝体防渗体的连接(参见前文),这也使得坝前加高方案成为可行.

采用固化粉煤灰筑坝的经济效益可见表1.表1中的单位库容投资系东风汽车公司热电厂灰坝加高的单位库容投资,此值仅供参考,不同的工程项目此值会有差异.

5 结 语

粉煤灰掺固化剂改性后,作为灰坝的筑坝材料,经过实践证明在技术上是可行的,在经济上是合理的,同时也是一项废物利用、保护环境的新技术,具有较大的推广价值.

由于固化粉煤灰的工程特性受固化剂掺量、成型方式、养护时间等因素的影响较大,如何准确测定和合理选用各项参数,尚待进一步研究.同时,此项技术研究应用的时间不长,在坝体填筑施工中的有关问题如拌和时间、层间结合、坝体分缝、坝面保护等也有待进一步探索、研究和完善.

表1 固化粉煤灰筑坝与土石料筑坝技术经济比较

比较项目	原材料来源	粉煤灰综合利用	单位投资/(元·m^{-3})	灰场库容	环境效益	单位库容投资/(元·m^{-3})
土石料筑坝	料源困难,需征用土地	无	>20(取决于料场)	没有增加额外库容	破坏耕地和植被,加重环境负担	8.82
固化粉煤灰筑坝	就地取材、废物利用、成本低	利用粉煤灰	13.5	利用粉煤灰,腾出部分库容	废物利用、减轻环境污染	2.37

(收稿日期:2001-03-05 编辑:熊水斌)

(上接第8页)

3.7 土壤盐碱化

全省盐碱地10.5万km^2,其中潮盐土4.5万km^2,旱盐土6万km^2.以石羊河下游最多,尤其是民勤一带.疏勒河流域约2万km^2,分布在双塔堡—三道沟和华山—赤金—东湖一带,金塔县西北部、玉门市黄花营、安西县桥子乡、敦煌西北部等地盐碱化日趋严重.

4 结 语

引起甘肃省农业生态环境演变的因素可分为自然因素和人为因素,干旱、水土流失、洪涝灾害等与人类活动共同促使甘肃省生态环境的变化.干旱是影响和控制甘肃省生态环境的最主要的因素,有地理背景性干旱和随机性干旱两类.土地沙漠化、地下水水位下降、植被退化、内陆湖泊萎缩、地表水水质恶化、水土流失、土壤盐碱化是生态环境恶化的主要表现.由于甘肃省生态环境变化成因及地理分布十分复杂,需进一步的研究.

参考文献:

[1] 许恫心.黄土高原生态环境建设若干问题与研究需求[J].水土保持研究,2000,7(2):10~13.

[2] 杨具瑞,成自勇.甘肃农业洪涝灾害研究[J].水土保持学报,2000(6):151~155.

(收稿日期:2001-05-08 编辑:熊水斌)