

尾矿坝坝体沉积尾矿的动力变形特性

谢孔金^{1,2} 王霞² 王磊²

(1. 南京大学地球科学系 2 山东岩土工程勘察总公司)

摘要 尾矿坝坝体沉积尾矿是一种特殊性土,通过动力变形特性试验(共振柱试验),分析了尾矿坝坝体沉积尾矿的动力变形特性。

关键词 尾矿坝 共振柱试验 动力变形特性

我国早期的尾矿坝始建于上世纪50年代初期。随着矿山建设的不断发展,尾矿坝的研究和发展也得到了不同程度的提高。特别是近几年,由于我国国民经济的持续、快速、健康发展以及在加入了WTO后世界经济环境对我国经济的影响,国内的矿山建设和开发又到了一个新的发展高潮。众多矿业公司在扩大生产的同时,也日益关注尾矿处理问题和可持续发展等问题,对尾矿坝的研究也迫在眉睫。

1 工程概况

鲁中冶金矿业集团公司御驾泉尾矿库于1985年9月随选厂投产启用,1989年2月采用废石土筑坝,初步设计采用上游法筑坝,设计坝高94m,坝顶标高350m,总库容3590万 m^3 ,汇水面积1.93 km^2 ,主要由初期坝、尾矿堆积坝和排水系统组成,初期坝为滤水堆石坝,高29m,堆积坝高65m,坝内设7个周边多孔溢水塔。当年完成了第一期子坝。为了研究这一筑坝方法的可行性,先后进行了多种研究性试验和多种坝高可行性分析,并于1992年到1993年初进行了该坝历史上第一次岩土工程勘察工作和稳定性分析与计算。目前,该坝已堆至316m标高,总坝高60m。由于坝体沉积尾矿成分的复杂性,现无法再使用上游法筑坝。为了不影响坝体的安全和公司的生产,通过研究决定在目前的316m标高水平改用中线法筑坝,为了分析目前坝体的稳定性和继续加高的可行性,2003年5月又进行了一次岩土工程勘察工作。根据有关规范要求,御驾泉尾矿坝场地的抗震设防烈度为Ⅱ度,应进行动力性质试验。

2 坝体沉积尾矿的工程分类

目前,沉积尾矿的分类国内尚无统一标准,《上游法尾矿堆积坝工程地质勘察规程》(YBJ11-86)

也已执行多年。虽然各行业积累了丰富的经验,尾矿的工程分类也有不少研究成果,但多采用工民建标准和原水电部标准的较多,本文采用《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2002)的分类方法。经过试验结果的初步分析,该方法用于坝体尾矿的分类是适宜的。

按照《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2002),将坝体尾矿分为:尾粉细砂、尾粉土、尾粉质粘土和尾粘土。

3 坝体沉积尾矿的动力性质试验

土的动力性质是指土在各种动力作用下直接或间接表现出来的某种反应和效应。共振柱试验是根据共振原理在一个圆柱形试样上进行振动,并借以测求试样的动弹性模量及阻尼比等参数。

3.1 试样的采取与制备

通常情况下,坝体沉积尾矿的动力性质试验采用扰动土样,即根据野外现场测定的土的密度在室内配制。本次勘察我们采用了原状土样,主要是考虑到本次试样采取时采用了快速静力压入法,取土器为上海金勘生产的TB80型敞口薄壁取土器,并在土样的包装、运输过程中都采用了有效措施,避免了土样的扰动,且室内试验结果显示土的密度与现场试验结果一致。故采用原状土做试验代表性更强,更能满足试验要求。试样制备采用 $\phi 50\text{mm} \times 100\text{mm}$,激振频率选用1Hz。

对于粉细砂、粉土在仪器上装样后抽真空,再由底部通水,脱气水循环饱和,所有试样保证孔隙水压力系数值达到0.98以上。试样饱和后,在规定固结压力状态下固结。固结稳定后,进行预定的动力试验。对于粉质粘土和粘土试样放入饱和缸内抽真空2小时后进水饱和,并浸泡12小时。试验时将试样

(收稿日期) 2004-8-25

从饱和器内取出,安装在仪器试样底座上,在规定固结压力状态下固结。固结稳定后进行预定的动力试验。

3.2 试验仪器

共振柱试验在 DTC - 158型共振柱仪上进行,该仪器为底端固定、上端附有质量块的弹簧阻尼系统,最大侧向压力为 0.8MPa,最大垂直荷重为 5kN,可测试的动剪应变幅范围为 $10^{-6} \sim 10^{-3}$ 。

3.3 试验条件

在进行共振柱试验时,坝体沉积尾矿的有效围压力₃均采用 100kPa、200kPa和 400kPa,固结比 K_c 采用 1.5。

3.4 试验结果

共振柱试验成果给出了最大动剪模量 G_{max} 与平均有效主应力 σ_0 的关系;动剪模量 G 或动剪模量比 G/G_{max} 与动剪应变幅 γ 的关系以及阻尼比 D 与动剪应变幅 γ 的关系。试验结果如图 1~8。

图 4 粘土最大动剪模量与平均有效主应力关系

图 5 粉细砂动剪模量比、阻尼比与动剪应变变化关系 ($K_c = 1.5$)

图 1 粉细砂最大动剪模量与平均有效主应力关系

图 6 粉土动剪模量比、阻尼比与动剪应变变化关系 ($K_c = 1.5$)

图 2 粉土最大动剪模量与平均有效主应力关系

图 7 粉质粘土动剪模量比、阻尼比与动剪应变变化关系 ($K_c = 1.5$)

图 3 粉质粘土最大动剪模量与平均有效主应力关系

图 8 粘土动剪模量比、阻尼比与动剪应变变化关系 ($K_c = 1.5$)

(下转第 49 页)

图2 浆砌平台水平防渗大样图(单位:cm)

筑完毕后,采用沥青灌缝。

5 结 语

水平防渗技术作为长江堤防防渗工程的一个技术手段,使得堤防达到了整体防渗的效果,因各地堤

防情况不一,应本着做到可靠防渗的原则进行设计、施工。

第一作者通讯地址:河北省三河市燕郊开发区冶金路52号
中基发展建设工程有限责任公司 邮编:065201

(上接第46页)

4 坝体沉积尾矿的动力变形特性

从图1~4可以看出,在双对数坐标上,最大动剪模量 G_{\max} 与平均有效主应力 σ_0 之间为直线关系,可用如下的幂函数形式来表示:

$$G_{\max} = K \cdot P_a^{(1-n)} \cdot [\sigma_0 / P_a]^n$$

式中: G_{\max} —最大动剪模量; σ_0 —平均有效主应力; P_a —大气压; K —系数; n —指数。

坝体沉积尾矿的等向固结 $K_c = 1.0$ 和偏压固结 $K_c = 1.5$ 时的试验结果非常接近,最大动剪模量与平均有效主应力的关系影响不大,可用同一条线表示。从图5~图8可以看出,当动剪应变在 $10^{-4} \sim 10^{-3}$ 之间变化时,土样的动变形特性曲线呈现出带形区域,在这个区域内,对于同一个 σ_3 ,动剪应变比 G/G_{\max} 随围压力 σ_3 的增大而增大,而阻尼比 D 随围压力 σ_3 的增大而减小。一般情况下,围压力

越大,动剪模量比越大,阻尼比越小。

5 结束语

动力变形特性试验参数是动力反应分析的基本依据之一,它反映了在动荷载作用下的应力应变关系的非线性和粘滞性特征。通过共振柱试验,来研究坝体沉积尾矿的动力变形特性,可作为地震动力反应分析的基本依据。

参 考 文 献

- [1] 《岩土工程手册》编写委员会. 岩土工程手册(第三版). 北京: 中国建筑工业出版社, 1994.
- [2] 林宗元. 岩土工程试验监测手册. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1994.

第一作者通讯地址: 济南市山师东路14号岩土总公司岩土处 邮编: 250014