

DOI:10.3969/j.issn.1004-4701.2017.5.04

钻孔注水试验在峡江水利枢纽工程库区防护工程中的应用

林太清, 汤红英, 杨能辉, 叶霞

(江西省水利科学研究院, 江西 南昌 330029)

摘要:为了准确的确定峡江水利枢纽工程库区防护工程的渗透特征,采用钻孔注水试验对该工程堤防渗透系数进行了测定.现场试验结果与室内试验及孔内成像成果对比分析表明,钻孔注水试验是一种简单有效的测定堤坝渗透系数的方法,试验结果能够反应堤坝填土的渗透特性.

关键词:注水试验;渗透系数;堤防;峡江库区

中图分类号:TU 443

文献标识码:B

文章编号:1004-4701(2017)05-0328-05

0 引言

随着水电工程不断向高坝、大库的方向发展,库区的防护工程就更显得必不可少。目前防护工程多以堤坝为主,而渗透系数作为堤坝设计和施工中的一个重要参数,准确测定渗透系数对工程的质量安全评价具有十分重要的意义。

渗透系数的测定方法主要分室内试验方法和现场试验方法,其中室内试验是从钻孔中取不同深度的原状土样进行渗透试验。根据《水利水电工程注水试验规程》^[1](SL345-2007),现场试验方法主要包括试坑单环注水试验、试坑双环注水试验、钻孔常水头注水试验和钻孔降水头注水试验。钻孔注水试验是现场测定岩土层渗透系数的一种简便有效的原位试验方法,工程实践中已经得到了广泛的应用并积累了一定的经验^[2-6]。钻孔常水头注水试验适用于渗透性较大的岩土层,规范对渗透性较大未明确指出渗透系数的具体量级,而文献^[5]的经验表明在渗透系数 10^{-6} 级钻孔常水头注水试验可以满足堤坝渗透系数的测定。

峡江水利枢纽工程库区防护工程涉及江西省吉安市的吉水县、峡江县、吉安县、吉州区和青原区,包括同江河、吉水县城、上下陇洲、柘塘、金滩、樟山、槎滩7个防护区,堤线总长57.81 km。为了确定堤防的渗透特

性,同时评价堤防的质量及安全性,采用钻孔常水头注水试验对渗透系数进行了测定。本文介绍了钻孔注水试验在峡江水利枢纽工程库区防护工程中的应用,并分析了试验结果。

1 常水头钻孔注水试验

1.1 试验设备与步骤

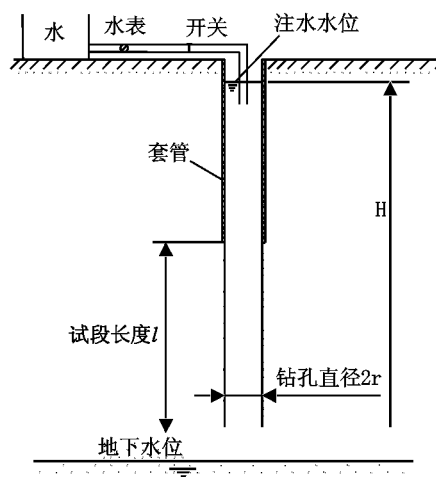


图1 注水试验示意图

钻孔注水试验设备包括供水设备(水箱)、量测设

收稿日期:2017-03-20

作者简介:林太清(1988-),男,硕士,助理工程师。

备(量桶、秒表、米尺等)和水表,注水试验示意图如图1所示。本次渗透系数测定试验的基本步骤如下:

(1)注水试验前选取测量断面采用地质钻孔方式先钻孔,并取出不同深度的土样封样送至实验室进行室内试验。

(2)采用孔内成像仪进行钻头探测,观察钻孔是否有塌孔(如若塌孔应清理塌孔后方可进行注水试验),并量测钻孔深度、地下水位等。

(3)开始进行注水试验,用量桶量测注入流量,控制注水量,保持注水水位稳定。开始每隔5 min量测一次,连续量测5次;以后每隔20 min量测一次,并至少连续量测6次。当连续2次量测的注入流量之差不大于最后一次注入流量的10%时,试验即可结束,取最后一次注入流量作为计算值。

(4)注水观测及数据记录。试验过程中应随时记录试验水头、注入流量和时间,并绘制注入流量与时间的曲线($Q-t$ 曲线)。

(5)数据处理,渗透系数的计算。

1.2 渗透系数计算

本次注水试验采用常水头注水,且试验段位于地下水位以上时,根据工程地质手册^[7]和《水利水电工程注水试验规程》(SL345-2007)^[1]渗透系数计算公式为:

$$K = \frac{7.05Q}{lH} \lg \frac{2l}{r} \quad (1)$$

其中 $50 < H/r < 200$ 。

式中: K 为渗透系数, cm/s ; Q 为稳定注水量, cm^3/s ; H 为试验初始水头, cm ; l 为试验段长度, cm ; r 为试验段钻孔内半径, cm , 本次试验中 $r = 9.0 \text{ cm}$ 。

2 峡江库区试验成果分析

2.1 注水试验结果

为了确定峡江水利枢纽工程防护区堤防的渗透特性,采用原位钻孔注水试验的方法对11条堤防共计34个断面进行了渗透系数的测定。选取其中的9个典型断面(见表1)进行分析。试验结果表明,尽管渗透系数的设计指标一致,但不同防洪堤渗透系数存在一定的差异,其中金滩堤1+000的渗透系数是奶奶庙堤1+940的近9倍。根据与试验同时进行的孔内成像试验(见图2)可知,金滩堤1+000断面表层含砂砾的填土达到34 cm而奶奶庙堤1+940断面只有12 cm,且金滩堤1+000断面孔深只有1.05 m,较奶奶庙堤1+940断面孔深的2.70 m明显浅,实际土层状况也验证了渗透系数试验的准确。因此,注水试验可以反映堤防填土的渗透特性。

2.2 讨论分析

在进行注水试验的同时,从现场钻孔中取不同深度的原状土样进行了室内渗透试验。图3给出了现场试验和室内试验的渗透系数比较;由图可知,室内试验和现场注水试验不相吻合。当然,现场试验与室内试验测定的渗透系数本身就不具可比性。由于钻孔注水试验反映柱状或者说整个钻孔的平均渗透系数,而室内渗透试验测定的,受施工的限制人工填土土体的均匀性不能保证,同时受室内试验取样及制样扰动的影响,仅代表土体某一点的渗透特性。因此,为了较为准确全面的测定堤坝土体的渗透系数,现场钻孔注水试验在堤坝渗透系数测定测量中是可行的。

表1 钻孔注水试验结果

试验序号	试验断面	孔口高程 /m	试段长度 /cm	注入流量 /(L/min)	试验初始 水头/cm	渗透系数 /(cm/s)
1	柘塘南堤0+300	49.30	260	0.18	710	1.42×10^{-5}
2	柘塘北堤2+500	49.20	180	0.13	700	1.38×10^{-5}
3	凌头水0+500	48.14	125	0.06	596	9.91×10^{-6}
4	金滩堤1+000	49.51	105	0.15	751	2.24×10^{-5}
5	樟山堤3+500	50.96	310	0.08	876	4.44×10^{-6}
6	奶奶庙堤1+000	51.75	165	0.10	955	8.35×10^{-6}
7	奶奶庙堤1+940	50.88	270	0.04	868	2.50×10^{-6}
8	燕坊堤1+124	50.93	430	0.13	873	5.57×10^{-6}
9	落虎岭堤1+500	51.05	320	0.15	885	8.04×10^{-6}

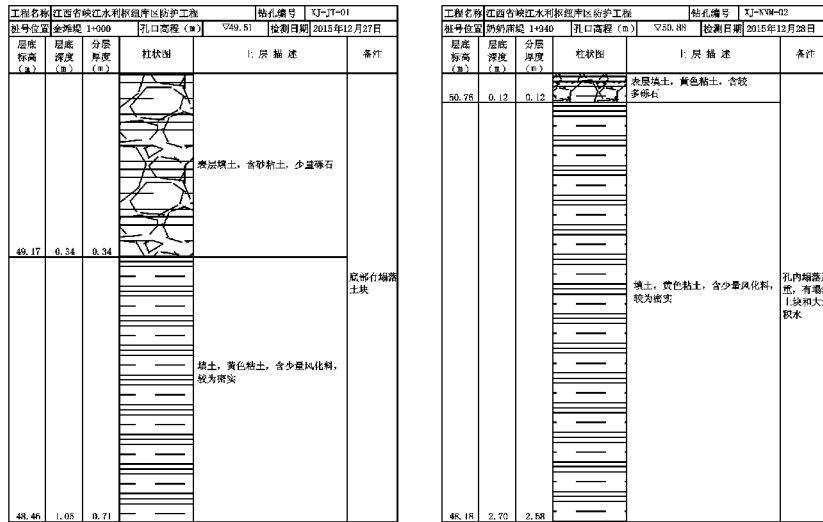


图2 孔内成像钻孔柱状图

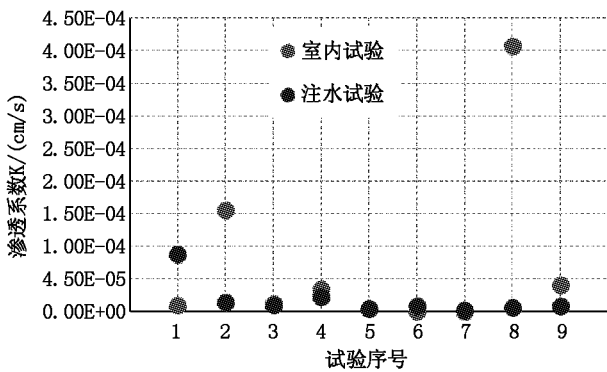


图3 室内试验和现场试验的渗透系数比较

3 结论

采用钻孔注水试验对峡江水利枢纽工程库区防护工程进行了渗透系数测定现场试验,根据试验分析可知,

钻孔注水试验是一种简单有效的测定堤坝渗透系数的方法。因此,钻孔注水试验在堤坝渗透系数检测中是可行的。

参考文献:

[1] SL345-2007. 水利水电工程注水试验规程[S].

[2] 钱财富,宋新江,吴杰.均质各向同性浅表土层注水试验研究[J]. 人民黄河,2015,37(8):119~121.

[3] 任云峰,孙瑞民.均质土坝坝体渗透系数测试方法[J]. 华北水利水电学院学报,2011,32(3):15~17.

[4] 雷金山,杨秀竹,罗小勇.采用钻孔注水试验确定里耶防洪堤地基渗透系数[J]. 探矿工程:岩土钻掘工程,2006,33(7):30~31.

[5] 盛林.常水头注水试验不同水头对渗透系数的影响[J]. 小水电,2015(2):14~16.

[6] 魏志范.粉性土地区钻孔常水头注水试验求取渗透系数[J]. 岩土工程界,2009(6):49~51.

[7] 常士骥,张苏民,项勃.工程地质手册(4版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2007.

编辑:张绍付

Application of water injection test for the levee project in the Xiajiang reservoir area

LIN Taiqing, TANG Hongying, YANG Nenghui, YE Xia
(Jiangxi Institute of Water Sciences, Nanchang 330029, China)

Abstract: In order to verify the seepage characteristic of the levee project in the Xiajiang reservoir area, the method of Water Injection Test (WIT) was used to determine the permeability coefficient. Comparison analysis by field test and laboratory test show that the WIT is a simple and effective method of determination of the levee permeability coefficient, and the test results are good coincidence with the seepage characteristic of the levee project.

Key words: Water Injection Test; Permeability coefficient; Levee project; The Xiajiang reservoir area

翻译:林太清