

确定变水头注水试验滞后时间的一种方法

刘桂松,王振友,肖建章

(江苏省工程勘测研究院,江苏 扬州 225002)

摘要:某水库除险加固勘察过程中,采用变水头注水试验方法求坝体、坝基渗透系数,采用图解法求滞后时间,当观测点在半对数坐标上不呈线性关系时,通过同时做钻孔常水头注水试验,找出了确定变水头注水试验滞后时间 T 的方法,并经过抽水试验验证了其正确性。

关键词:注水试验;变水头;滞后时间;横山水库

中图分类号:TV441+.32

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2001)07-0109-02

岩土渗透性及其参数是评价库坝区渗漏稳定性及选择坝基加固处理方案的主要参数。注水试验是求得岩土渗透性参数的方法之一,其中钻孔变水头注水试验较钻孔常水头注水试验及试坑注水试验方法缩短时间 90% 以上,且方法简单,这对于缩短工程勘察周期,降低勘察成本,提高经济效益均有意义。采用变水头注水试验方法求岩土渗透系数,关键是要正确确定变水头注水试验滞后时间 T 。本文以工程实例为例,介绍一种确定变水头注水试验滞后时间的方法。

1 工程概况及地层情况

横山水库位于江苏省宜兴市西南宜溧太华山区,属太湖流域,南溪河支流,水库枢纽工程位于至溪河上游。水库面积 155 km^2 ,总库容 1.09 亿 m^3 ,属大(二)型水库。水库枢纽工程有主坝 1 座,副坝 2 座,溢洪闸 1 座。由于该工程于 1958 年开工,断续至 1969 年 9 月竣工,未进行科学系统的勘测设计,采用标准较低,且施工过程不连续,工程存在很多隐患,致使枢纽工程长期处于“带病”运行的状态。为提高枢纽工程的质量,确保水库安全运行,充分发挥水库工程的防洪作用及兴利效益,必须对枢纽工程进行除险加固。

库区地层自上而下分别为:①人工堆筑的粉质粘土质坝体(A层);②黄灰色粉质粘土(1层)、灰黄色砂砾石层(2层)、棕红色粘土层(3层);③中生代侏罗纪晚期火山岩地层,岩性为大陆式喷发的安山岩,按其风化程度分为全风化(4层)、强风化、弱风化安山岩。其中山前洪积、冲积地层——砂砾石层(2

层),层厚 $3 \sim 7.5 \text{ m}$,砾石含量 $60\% \sim 80\%$,砾石粒径 $2 \sim 20 \text{ cm}$,大部分粒径在 5 cm 左右,含 $10\% \sim 15\%$ 的粘粒。

2 钻孔注水试验

2.1 注水试验要求

由于水利部至今没有专门注水试验规程,本工程注水试验根据水利部上海勘测设计研究院下达的任务书,明确规定要求执行中国有色金属工业总公司 YST 214-89、YBJ 14-89 注水试验规程,且采用变水头注水试验方法。

2.2 变水头注水试验

钻孔变水头注水试验适用于地下水位以上或以下各类土层,采用滞后时间和渗透方式,按达西定律确定试验土层的水平向、垂直向和平均有效的渗透系数,其中滞后时间 T 是计算试验土层的渗透系数的关键。滞后时间 T 指孔中注满水后,出现初始水头 H_0 并以初始流量 q_0 进行渗透,水头 H 随时间逐渐消散,当水头 H 消散为零时所需的时间。本工程采用图解法求滞后时间 T ,即在 $\ln(H/H_0) \sim t$ 关系图上,最佳拟合直线与 $H/H_0 = 0.37$ 横线相交所对应的时间即为滞后时间 T 。试验装置采用钻孔全部下套管,孔底敞口,试验土层与孔底齐平或钻孔部分下套管,非试验段下套管,试验段不下套管。试验方法如下:向套管内注入清水,使管中水位高出地下水位一定高度或至套管顶面,试验正式开始后,记录注水时间和水头高度;管中水头下降值的观测时间,按 30 s 间隔测 5 min , 1 min 间隔测 10 min ,然后按水头下降速度决定,一般按 $5 \sim 10 \text{ min}$ 间隔进行,总观测时

间一般为 1h; 试验过程中, 随时在半对数纸上绘制水头比(H/H_0)与时间(t)的关系图(H 为水头高度, H_0 为初始水头高度), 按规范要求, 观测点在图上有明显的线性关系时, 说明试验正确。但在注水试验过程中, 发现部分钻孔观测点在图上不呈线性关系, 多次重新注水试验后, 其观测点仍不呈线性关系, 总是呈图 1 所示。

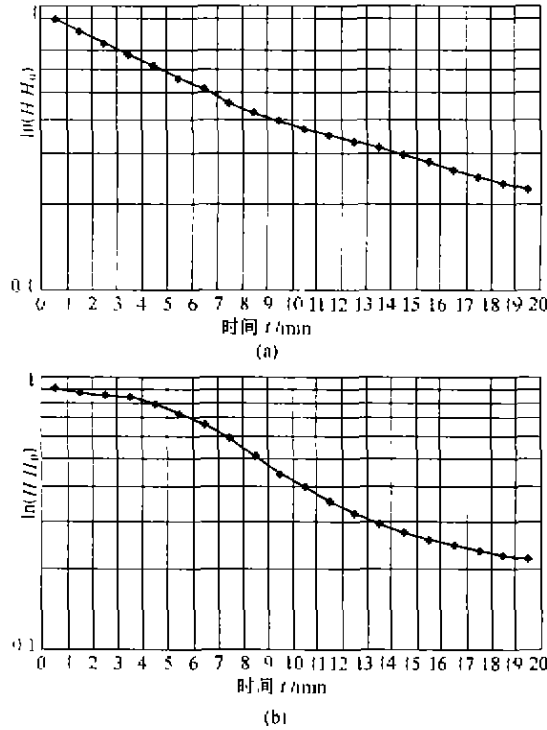


图 1 钻孔变水头试验滞后时间 T 图解

经过现场分析, 这并不是人为因素造成的。为了得到最佳拟合直线, 以便正确地确定滞后时间, 我们对部分钻孔注水试验, 当观测点在 $\ln(H/H_0) \sim t$ 图上不呈线性关系时, 同时进行了钻孔常水头注水试验进行对比试验。经过对比试验成果分析研究, 从中找出了确定滞后时间 T 的方法: ①三角形重心法, 即在半对数 $\ln(H/H_0) \sim t$ 关系图上, $H/H_0 = 1.0$ 的点与三角形 OAB ($H/H_0 = 1.0$ 的点 O 与最终观测点值的点 A 以及观测点呈线性关系的延长线与 $\ln(H/H_0)$ 相交的点 B 所组成的三角形)重心点 G 所连接的直线与 $H/H_0 = 0.37$ 横线相交点所对应的时间即为滞后时间 T (见图 2); ②拟合直线两边对称分布法, 即在半对数 $\ln(H/H_0) \sim t$ 关系图上通过 $H/H_0 = 1.0$ 点的拟合直线与 $H/H_0 = 0.37$ 横线相交点所对应的时间即为滞后时间 T (见图 3)。按上述方法确定的滞后时间 T 代入变水头注水试验公式计算土层的渗透系数 K 值以及同时进行的钻孔常水头注水试验所求得的土层渗透系数 K 值、抽水试验所求得的土层渗透系数 K 值列于表 1。

表 1 不同方法求得的 K 值

孔号	层号	渗透系数 $K/(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$		
		常水头注水试验	变水头注水试验	抽水试验
Zk17	2	$7.90\text{E}-03$	$4.90\text{E}-03$	$8.90\text{E}-03$
Zk39	4	$1.40\text{E}-04$	$1.10\text{E}-04$	
Zk41	2	$1.20\text{E}-02$	$1.90\text{E}-02$	$1.40\text{E}-02$
Zk42	4	$9.60\text{E}-04$	$8.60\text{E}-04$	
Zk44	A	$4.20\text{E}-04$	$3.40\text{E}-04$	
Zk44	2	$1.30\text{E}-03$	$1.60\text{E}-03$	
Zk45	2	$1.80\text{E}-03$	$1.00\text{E}-03$	
Zk45	4	$2.30\text{E}-03$	$2.80\text{E}-03$	

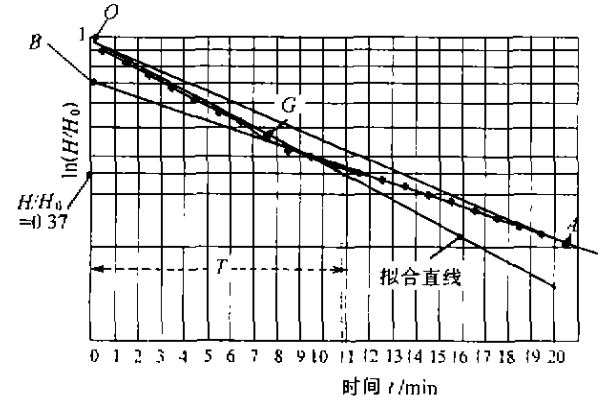


图 2 三角形重心法确定滞后时间 T

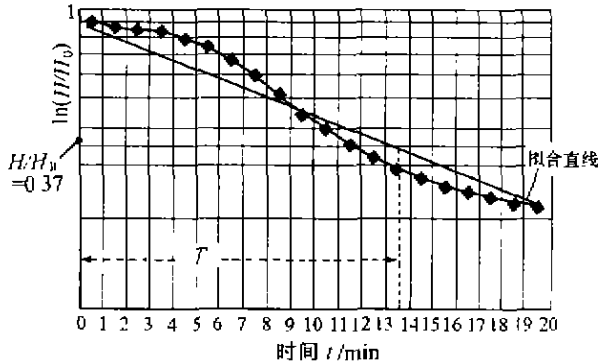


图 3 对称分布法确定滞后时间 T

3 结 语

从表 1 可以看出, 对于变水头注水试验, 观测点在 $\ln(H/H_0) \sim t$ 图上不呈线性关系时, 采用三角形重心法、对称分布法所确定的滞后时间 T 代入变水头注水试验公式计算土层的渗透系数 K 值与同时做对比试验的钻孔常水头注水试验所求得的土层渗透系数 K 值以及抽水试验所求得的土层渗透系数 K 值基本一致, 说明上述方法在确定变水头注水试验滞后时间 T 方面具有一定的推广应用价值。

(收稿日期: 2001-06-15 编辑: 熊水斌)