1006 - 8139(2003)01 - 47 - 03

涝河水库右坝肩渗流稳定性评价

茹玲玲
(临汾市水利勘测设计院)

文　摘:涝河水库大坝 1978 年 9 月拦洪蓄水,建成初期曾在右坝脚形成管涌,1982 年至 1985 年先后作了回填处理及上堵下排的工程措施,经多年的运行观察有一定的效果,但没有达到预期的目的。本文进行了右坝肩的渗流分析,并建议采用高压喷射防渗墙的工程措施。

关键词:渗流;透水层;稳定评价
中图分类号:TV641　　文献标识码:B

1　工程概况

涝河水库位于汾河支流涝河的中段,控制流域面积 450.7km^2,河流长度 37.7km,平均坡降 13.1%,水库总库容 6206 万 m^3,设计灌溉面积 7.36 万亩。水库于 1975 年动工兴建,1977 年大坝合垅,次年 9 月至今已运行 23 年。水库原防洪设计标准为 100 年一遇设计,500 年一遇校核,水库枢纽由大坝、泄洪洞、溢洪道及灌溉洞组成。

大坝为土坝,坝顶高程 560.35m,最大坝高 43.15m,坝顶长 865m,坝顶宽 6m,设有高 1.2m 的浆砌石防浪墙。39.2m 坝高(556.4m 高程)以下坝体采用水中填土加轻碾压填筑,上部为机械碾压法填筑,在主坝段坝基轴线上游 45m 位置筑有底宽 5.6 ~ 14.7m,深 2 ~ 9.56m 的粘土截水槽防渗。

泄洪洞由进水塔、泄洪洞和消力池组成,位于大坝中部 0 + 435 处,纵坡 1/80,与坝轴线垂直相交,为钢筋混凝土结构,断面尺寸 3.3m × 3.3m,无压马蹄型,洞长 231m,进口高程 520.5m,最大泄量 115m^3/s。

灌溉洞位于大坝左端,由水下闸室、交通廊道及无压洞组成,闸室、廊道为钢筋混凝土结构,断面尺寸 1.9m × 1.9m,马蹄型洞,设计流量 4m^3/s。

溢洪道位于大坝右端,长 441.7m,进口为梯形明渠,出口为软基挑流形式,原设计最大泄量 1275m^3/s(P = 0.2%),这项工程只进行了土方开挖,现为土槽,临时在进口处筑了一条土子堰,不能泄洪使用。

2　右坝肩渗流简介

大坝右坝肩坝轴桩号 0 + 134 ~ 0 - 090 段为Ⅲ级黄土阶地,建坝前钻孔初步揭露阶地内有四层砂砾石、砂层透水层,建坝时因开挖量较大未作处理。1978 年 9 月 6 日水库开始蓄水,次年 9 月在右岸下游坝脚低凹处(高程 525.1m 高出河床近 8m)出现积水,11 月水面升至 525.6m(积水深 0.5m),相应库水位 535m,上、下游水位差 9.4m,同时渗流出溢范围扩大至相应坝轴桩号 0 + 110 ~ 0 + 150,12 月底挖引渠排除积水。1980 年 2 月 6 日设薄壁三角堰开始施测渗流量,随库水位的升降渗流量变化值 0.138 ~ 0.341L/s,1981 年 10 月渗流量达到 1.627L/s。渗流溢出状态呈多处泉群承压上涌状,且水中带出细砂、土粒,大多数出溢点周围堆积成砂环。1981 年 5 月 ~ 10 月由山西省水工局在下游坝脚对应坝轴桩号 0 + 110 ~ 0 + 225 纵向开挖排渗沟进行处理,由于当时库水位较高,开挖时排渗沟两岸壁涌砂、流土,施工困难未能挖至透水层底板,也未能按反滤原则分层回填铺设反滤层。其后经测压管观测,坝肩渗流出溢段的渗流坡降 I = 0.19,大于允许渗流坡降 I = 0.10,反映了右坝肩渗流仍处于管涌状态。

1981 年 12 月至 1982 年 1 月,对应坝轴桩号 0 + 129 处,距排渗沟边 1.5 ~ 12m,长 5m 宽的范围内相继出现了 5 个坝坡塌坑,直径 1 ~ 2m,坝坡面塌陷 0.2m 左右,其中 4 个塌坑沿 S110°E 方向呈直线串珠状排列。

为了对右坝肩渗透稳定破坏问题进行针对性的处理,1981 年经山西省水利厅批准对右坝肩进行地质勘察工作,进一步摸清了右坝肩四个透水层的情况,从下至上叙述于后;

第一层:中更新统洪积物 Q_2^{pl},位于Ⅲ级阶地侵

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

蚀基座在以下,层底高程 514.98 ~ 503.43m,一般厚度 1.48 ~ 8.9m。岩性为淡红、棕黄色粉砂、粉细砂、细砂含砾、砂砾石为主,局部为砂砾石,分选性差。渗透系数 K = 0.045 ~ 0.184m/d。

第二层:上更新统河流冲积层 Q_3^{al},位于Ⅲ级阶地底部,层底高程 524.466 ~ 511.05m,一般层厚 1.21 ~ 9.29m,河下游渐厚。岩性为淡灰黄至褐黄色粉砂、粉细砂含卵石、砂砾石、砂卵石等。渗透系数 K = 0.011 ~ 1.216m/d。

第三层:上更新统Ⅲ级阶地中部透镜体 Q_3^{al},长约 100m,上、下游尖灭,向右岸里也逐渐尖灭。位于 533.2 ~ 527.78m 间,最大层厚 2.37 ~ 3.9m。岩性为细砂含少量砾石、砂砾石、砂卵石较松散。渗透系数 K = 0.036 ~ 0.131m/d。

第四层:上更新统Ⅲ级阶地上部透镜体 Q_3^{al},仅在 76 - 1 号孔中 542.141 ~ 534.041m 高程遇到,层厚 8.1m。岩性上部为淡灰黄色细砂,下部 1.6m 中粗砂含小砾石,该层向岸边 82 - 3 号孔(孔距 67m)渐变为砂土。渗透系数 K = 0.09 ~ 0.81m/d。

综上所述,右坝肩的透水层,分布较普遍且上下游连通的只是第一、第二两个透水层。通过在坝轴桩号 0 + 115m 布设的一排坝基测压管对第二透水层的水位观测,反映其上下游的连通性、渗透性良好。

1982 年专题勘探试验中,在库内及三角堰测流断面处分期同步取过五组水样,进行水质分析,以三角堰断面处渗流水的含盐量,减去库内水的含盐量,为经过透水层被渗流水溶解而排出的盐量,其平均值 135mg/L。证实右坝肩渗流还存在化学管涌。

1981 年第一次在右坝肩下游坝脚开挖排渗沟后,由于诸多原因排渗沟不具备反滤作用,因而第二透水层的管涌现象继续发生,渗水带出泥沙,呈现微混浊。自 1981 年 12 月 6 日至 1982 年 5 月 30 日,先后五次从三角堰处取水样测得混浊度 400 ~ 500mm,坝坡塌坑出现前半个月混浊度增高,11 月 17 日至 24 日低于 400mm,管涌渗流平均含泥沙量 60.2mg/L。据此计算半年时间共计从第二透水层排出泥沙约 14t。

3 渗流稳定性评价

3.1 渗流断面选择

典型渗流断面位于坝轴桩号 0 + 115m 处,自上游库岸至下游坝脚有溢出点,溢出点高程 525.1m,底层渗流渗径长 214m。

3.2 评价方法

(1) 渗透变形形式判别:参考《水利水电工程地质手册》、《水利水电工程地质勘察规范》,采用颗粒级配不均匀系数判别渗透变形形式。(2)实际水力坡降:依据渗流断面的水文地质条件,采用《工程地质学》(张咸恭著)中水平渗流段的计算公式:$I_{平} = (H_1 - H_2)/2b$。(3) 临界水力坡降:分别用太沙基公式、《工程地质学》$I_{kp} = (4 + 0.1 \cdot \eta)/\eta$,和依据不均匀系数相对应的经验数据。(4) 允许水力坡降:参考《水利水电地质勘察规范》中有关因素选取安全系数 m 值,以 I_{kp}/m 算出各层允许水力坡降。

3.3 渗透稳定评价结果

采用正常蓄水位 550m 计算各透水层的实际水力坡降、临界水力坡降、允许水力坡降之后,对各透水层逐一评价。

第一、二透水层水平渗流段的实际水力坡降:

$I_{实际} = 0.09$

H_1:库水位取 550m

H_2:溢出点水位取 525.1m

2b:渗径长度取 271m

临界水力坡降:参考《工程地质学》,根据颗分资料,不均匀系数 $\eta > 20$ 时,取 $I_{临} = 0.1$。

安全系数取 2.5,允许水力坡降:$I_{允} = 0.04$

$I_{实际} > I_{允}$

第三层透水层水平渗流段的实际水力坡降:

$I_{实际} = 0.113$

2b:渗径长度取 200m

H_2:溢出点高程取 527.5m

临界水力坡降:$I_{临} = (4 + 0.1 \cdot \eta)/\eta = 0.39$

η:不均匀系数取 14.04

允许水力坡降:$I_{允} = 0.156$

$I_{实际} < I_{允}$

第四层透水层水平渗流段的实际水力坡降:

$I_{实际} = 0.08$

$H_1 = 550m$　　$H_2 = 534m$　　$2b = 200m$

临界水力坡降:$I_{临} = (1 - n)(Gs - 1) = 1.11$

n:孔隙度取 0.33

Gs:比重取 2.65

允许水力坡降:$I_{允} = 0.44$

$I_{实际} < I_{允}$

评价结果:第一、第二透水层实际水力坡降大于允许水力坡降,渗流处于不稳定状态,其渗流破坏形式为管涌。

第三、第四层透水层实际水力坡降均小于允许

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

水力坡降,渗流处于稳定状态。

4　右坝肩防渗处理措施及遗留的问题

针对已查清的右坝肩渗流稳定性破坏原因,1982 年对此层采取在上游开挖截水槽,从岸边与坝体连接处至溢洪道进口,槽长 197m,底宽 4. 0m,边坡 1∶0. 5,槽底深入隔水底板 1. 0m,底板高程 525m,挖成后分层碾压回填。

下游排渗沟工程:在下游坝脚渗流段挖排渗沟一条,桩号 0 + 110 ~ 0 + 220,沟底深入第二透水层 520. 43m 高程,底宽 1. 50m,上、下游边坡分别为 1∶1. 50 和 1∶1. 0,纵坡 1/200,此段为暗沟,沟中并排铺设两根 φ15cm 的丝瓜瓤管(日本进口),其余部分按级配原则分层铺设反滤层。0 + 220 ~ 0 + 260 段为高 90cm,宽 80cm 浆砌石暗洞排出渗水。

减压井工程:自 0 + 110 ~ 0 + 160 间每隔 10m 设一减压井,井深 17m ~ 29. 7m,井底钻至第一透水层底板。井孔口长 800mm,终孔口径 700mm,成井后下入 φ273mm 螺旋管。滤水花管外绕 12#铅丝,外包 144 目尼龙网一层。透水层段回填“王开”砂作滤水材料。减压井口以上设内径 1m 的检查井,井壁为 80#水泥砂浆砌石。

以上防渗处理工程于 1982 年 10 月 16 日至 1983 年 4 月 14 日实施。

右坝肩防渗工程实施过程中遇到一些问题,未能实施设计意图。右坝肩第一、二透水层虽经封堵处理,但截而不断。因此,整个处理工程竣工后,渗流量没有明显减小。如工程处理前 1982 年 4 月 3 月库水位 537. 59m 渗流量 1. 88L/s,工程处理后 1985 年 4 月 25 日库水位 537. 57m,渗流量 2. 6L/s。

下游排渗沟竣工后,因沟中所埋丝瓜瓤管排水不畅或其它原因,又使得排渗沟上游水位壅高,后埋设塑料导管才缓解了这一问题。

5　结论及建议

综上所述,右坝肩目前尚存诸多问题,对今后水库高水位运行留有隐患。如 1981 年 12 月 2 日发生坝坡塌坑时,坝前水头仅 13. 30m,若达到正常高水位目前排渗沟处水头压力还会增加,加之排渗沟中埋设的丝瓜瓤管排水不畅,随着渗流量的增加,出溢段的水位将会壅高,第二透水层将会再次出现管涌以致坝坡塌坑,危及坝体安全,建议采用高压喷射防渗墙的工程措施,将第一、二透水层全部截断,以策大坝安全。

高压喷射灌浆防渗墙的基本原理是:利用钻机造孔,把带有喷头的灌浆管下至预定位置,采用三管法喷射,即将水、气、浆系统管道全部并列在灌浆管内,在以高压泵等高压发生装置产生压力达 30 ~ 50Mpa 的超高压水喷射流的周围,环绕一般为 0. 7 ~ 0. 8Mpa 的筒状气体,利用水气同轴喷射,射流冲击破坏地层土体,同时由泥浆泵注入 80 ~ 100L/min 的稠浆(一般为水泥浆),浆液比重可达 1. 6 ~ 1. 8t/m^3,射流冲击破坏的一部分地层细小颗粒随着浆液冒出地面,其余颗粒在喷射流的冲击力、离心力和重力等作用下,与灌入浆液掺搅混合,并按一定的浆土比例和质量大小有规律的重新排列,浆液凝固后便在地层中形成防渗墙。这种工程措施在我区七一水库大坝防渗工程中已经运用过,效果好,为此,特建议在本水库采用。

作者简介:茹玲玲,女,1964 年生,1984 年太原工业大学毕业,工程师。

[收稿日期:2002 - 05 - 30]

The Evaluation on Stability of Seepage Flow of The Right Dam Abutment in Laohe Reservoir

Ru Lingling

Abstract: Laohe Reservoir came into operation in September 1978. During beginnings, piping phenomenon appeared in the right dam toe. Some measure, such as upstream blocking and downstream drainage had been taken one after another from 1982 to 1985. Although those measures obtained some effect, they still did not meet the desired effect. In this paper, the analysis of seepage flow through stratum of the right dam abutment has been done, and there withal, a suggestion of constructing the high – pressure injection cutoff wall is made.

Key Words: Seepage flow

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net