

闽江下游堤防防渗墙渗漏原因分析及其处理

曹宏德

(福州市闽江下游防洪工程建设公司,福建 福州 350009)

摘要 介绍闽江下游防洪堤加固工程中有 3 处建防渗墙后仍然渗漏的工程实例,分析防洪堤产生渗漏的原因,提出防渗处理措施.防渗处理实践表明,防渗效果的好坏取决于整个工程的勘测、设计、施工各个环节.

关键词 堤防;防渗墙;防渗处理;渗漏;闽江

中图分类号 :TV871.3 **文献标识码** :B **文章编号** :1006-764X(2001)08-0028-02

我国流域面积在 1 000 km² 以上的河流有 1 500 多条,已建成堤防 25 万余 km.这些堤防在防洪方面发挥了显著作用.闽江下游从 1952 年起兴建防洪堤,经过 30~40 a 运行,堤防老化、渗漏.为此在 1988~1999 年间,闽江下游防洪堤进行了一、二、三期加固,重点之一是堤身、堤基防渗处理,采用了高喷法、射水法、插板法等建造了长约 30 km、面积约 30 万 m² 的垂直防渗墙.这些防渗墙在抗御洪水方面起了巨大作用,绝大多数堤防建防渗墙后,防止了渗漏,消除了险情.防渗墙处于地下,属隐蔽工程,实事求是地说,目前还很难确保所建防渗墙 100% 的防渗成功.确实存在极少数堤防建防渗墙后仍然渗漏的现象.笔者根据 10 多年工程实践,介绍 3 个防洪堤建造防渗墙后而又发生渗漏的工程实例,分析其渗漏原因,介绍处理结果.

1 荆溪防洪堤

a. 概况.荆溪防洪堤是闽江下游防洪堤二期加固工程 5 个堤段之一.加固主要是堤身加高,防渗处理.因堤前不好施工,部分严重渗漏堤段,由堤顶用射水法作垂直悬挂式混凝土防渗墙,墙厚 22 cm,深度 5~10 m.从 1991 年 1 月开始施工,1992 年汛前基本完成.加固后达 50 年一遇防洪标准.

b. 渗漏问题.1992 年 7 月闽江发生大洪水,7 月 7 日干流竹岐水文站洪峰流量高达 30 300 m³/s,水位 16.51 m(罗零,下同),约为 30 年一遇洪水,为竹岐站 1934 年设站以来最大实测流量,也是 1900 年以来的最大流量.洪水中荆溪防洪堤经受住了考验,过去渗漏严重的桐口横堤、关口、文山里等堤段,

通过采用三管高压定喷、射水法等建造垂直防渗墙后,消除了渗漏.但也有个别堤段处建了防渗墙仍然漏水,如 K1+800、K1+900 两处,尽管建有厚 22 cm 的射水法混凝土防渗墙,堤后仍存在渗漏.

c. 原因分析.洪水过后我们查勘了现场,查阅了施工图和地质纵、横剖面图等,并进行了分析,发现 K1+800 和 K1+900 处加固后堤顶高程 15.15 m,7 月 7 日洪水位为 13.50 m,而堤身中刚施工的混凝土防渗墙顶高程仅 13.15 m,比最高洪水位低 35 cm.原先设计防渗墙深 5 m,墙顶距堤顶 1 m,后为节省投资,整个防渗墙下移 1 m,改为墙顶距堤顶 2 m.射水法射水开的 2 m 深的槽孔,不浇混凝土而采用泥水中回填粘性土.后来经开挖检查,防渗墙本身质量还不错,但其上方约 2 m 的施工回填的土料及夯填质量均不好,原堤身又是由沙性土构成的.由此认为,洪水通过堤身越过防渗墙顶,包括混凝土与回填土接合面处接合不好而产生渗漏(图 1).

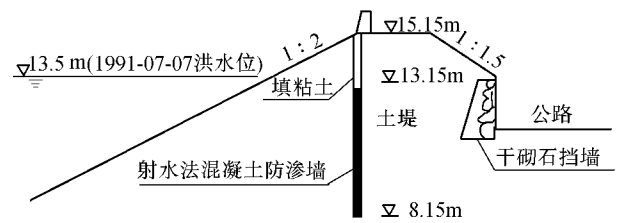


图 1 荆溪防洪堤 K1+800 处剖面

d. 处理和效果.查明原因后决定将防渗墙顶以上回填土方挖除,改浇 1 m 深混凝土,与原混凝土防渗墙连接.1998 年 6 月 23 日闽江发生更大的洪水,该处洪水水位达 13.75 m,但并没有发生渗漏,表明防渗处理效果很好.

作者简介:曹宏德(1946—),男,福建福州人,高级工程师,主要从事防洪堤设计和施工工作.

2 南通防洪堤

a. 概况. 南通防洪堤是闽江下游防洪堤三期加固工程 8 个堤段之一, 其中(K5+750)~(K9+355)外移, 即在原来防洪堤外的防洪标准较低的生产堤上加高加固, 达到 24 年一遇防洪标准. 它的(K8+100)~(K8+340)一段是封堵原来港道重建的新堤. 1996 年 12 月至 1997 年 2 月抛石, 形成内外侧两个陵体. 1997 年 2 月至 5 月在其中填沙, 底高程在 -3.0m 左右, 填至 3.0 m 高程. 而后在沙基上夯填土方筑堤至 10.20 m. 其中 1997 年 3 月起采用单管高压旋喷法, 从桩号 K8+340 开始在防洪堤迎水面半坡平台建筑一道深 9 m(高程 -3.0~6.0 m)防渗墙, 从下游往上游施工, 5 月拐到堤顶 K8+140 处. 而 1996 年 9 月在原堤堤顶上 K6+500 处开始向下游施工一道位于堤中间的射水法垂直混凝土防渗墙, 深 9 m(高程 0.2~9.2 m), 它于 1997 年 7 月建到 K8+146 处, 与堤顶处原单管高压旋喷法防渗墙相接. 整个加固工程于 1997 年 10 月完成(图 2).

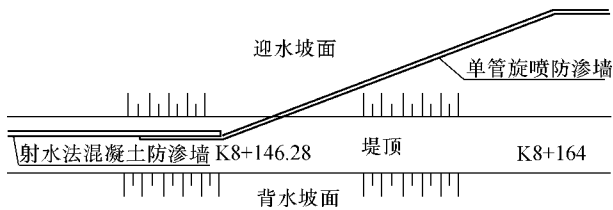


图 2 南通防洪堤防渗墙交接处平面示意图

b. 渗漏问题. 1998 年 6 月闽江发生特大洪水, 干流竹岐站洪峰流量 33 800 m³/s, 水位 16.95 m, 约 80 年一遇. 南通防洪堤所在的闽江南港流量约 22 700 m³/s, 超过了其三期加固设计流量 24 年一遇的 22 300 m³/s 的标准. 南通防洪堤 K8+140 处, 堤顶高程 10.20 m, 实测洪水位 9.80 m, 设计水位为 9.60 m. 但是水位从 7.0 m 开始, 新歧堵港段防洪堤全线 200 多 m 出现渗水、漏水、管涌多处, 最大漏水孔径达 15 cm, 出水点高程 5.0 m, 漏出的水中含有沙粒及粉红色土料(与堤身夯填土料相同). 当时采取土工织物、卵石压盖抢险, 才得以保住防洪堤.

c. 原因分析. 经查阅有关资料并进行分析, 认为对单管旋喷防渗墙段而言, 即桩号(K8+140)~(K8+340)段, 一是夯填土筑堤施工时, 因无法清除堤基淤泥, 没有挖掉淤泥就直接在其上填沙填土, 加上施工速度太快, 加载过急, 使得堤身沉陷量偏大. 堤最高处 13 m 多, 沉陷量达 37~55 cm. 这样虽然堤身施工本身夯填土质量不错, 但还是造成不均匀沉陷, 堤身中产生裂缝、孔洞. 于是当堤外水位高于防渗墙顶 6.0 m 高程时, 渗流即从墙顶越过将堤身土

粒带走流出. 二是防渗墙施工与堤身夯填土同步进行, 同样因堤身不均匀沉陷, 引起防渗墙最薄弱部位——两相邻圆柱桩厚度不足 10 cm 的结合部, 产生断裂, 形成渗漏通道. 三是防渗墙在堤迎水坡施工, 临近闽江动水, 闽江每天涨退潮各 2 次, 该处潮差达 2 m 多, 堤内水位也随之变化, 影响到防渗墙(水泥浆未凝固就被渗流掺稀带走, 使得成墙质量有问题). 对射水法防渗墙段而言, 即桩号(K8+100)~(K8+140)段, 射水法混凝土防渗墙本身施工质量不错, 墙体混凝土 22 cm 位于堤身中部, 堤身不均匀沉陷降对其不会有多大影响. 只是施工防渗墙时, 有 4 个孔碰到石头, 射水法无法造孔到设计深度 9 m, 分别少打了 4.4 m 3.5 m 3.7 m 和 6 m 的深度. 即防渗墙深度不够, 而该处这个高程正是填土与填沙交界处, 并且至洪水发生时一直未采取任何补救措施. 于是渗漏通道产生于防渗墙底下地层.

d. 处理和效果. 根据以上分析, 1998 年汛后采取 2 项措施: 一是对原射水法墙深不足部分, 用单管高压旋喷法补齐到设计深度并穿过石头; 二是在堤身中间, 由堤顶重新施工一道深 9 m 的单管高压旋喷法垂直防渗墙, 在桩号(K8+140)~(K8+340)处与原射水法防渗墙相连, 1999 年 3 月完成(图 3). 后来 1999~2001 年发生数次洪水, 水位均超过 7.0 m, 但堤后再也没有出现渗漏.

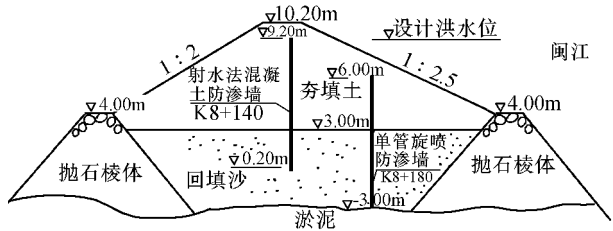


图 3 南通防洪堤(K8+100)~(K8+340)段剖面

3 上街防洪堤

a. 概况. 上街防洪堤也是闽江下游防洪堤三期加固工程中 8 个堤段之一, 设计为 50 年一遇防洪标准, 断面为均质土堤, 多年来洪水期间发现若干堤段漏水严重. 三期工程加固时对它们采取防渗处理措施. 其中(K12+035)~(K12+335)段, 设计为堤迎水坡脚作一道射水法防渗墙, 深 6 m, 与迎水坡面加厚的 1 m 以上粘性土层, 形成堤身和堤基的完整防渗墙. 1996 年 3~4 月完成施工(图 4).

b. 渗漏问题. 1998 年 6 月 23 日洪水时, 发现该段堤后漏水范围从原来的 300 m 长减至了 100 m 长, 漏水量也比过去有明显减小, 但还有一定渗漏. 闽江水位仅比迎水坡脚高 1 m 时, 就开始漏水. 而其最高洪水位并没有达到或超过设计洪水位(下转第 32 页)

$\times 10^{-6}$ cm/s. 7 d 后由南京水利科学研究院取芯检测, 其水泥土块强度为 0.3 ~ 0.5 MPa, 渗透系数均小于 $A \times 10^{-5}$, 渗透破坏比降均大于 200, 达到设计要求.

e. 中断施工处理. 搅拌下沉, 当喷浆口快到达设计深度时, 提前供浆, 以保证浆液送达设计桩底. 在桩底喷浆 30 s 以上, 使浆液完全到达桩端, 然后缓慢均速反搅提升. 供浆中因故停浆时, 立即通知机长, 记录停浆深度. 为防止断桩, 在恢复供浆前, 应将旋喷管下沉至停浆点以下 0.5 m, 待恢复供浆时再旋喷提升; 当喷浆口提升到设计桩顶时, 应停止提升, 搅拌片刻, 使孔口微微翻浆, 以保证桩头均匀密实.

4 结 语

多头小直径深层搅拌桩和双头搅拌桩相比具有

施工速度快, 成桩均匀, 整体性好的特点, 抗渗能力得到提高. 在江苏沿江地区第一次运用就取得了良好的效果. 南京地区沿江地下水位受潮汐的影响, 为防止水泥浆在初凝期的流动, 加入水泥用量 1.5% 的水玻璃, 以加快早期水泥浆的凝固.

由于在饱和土中搅拌灌浆, 必须加大浆液的比重. 此工程中采用水泥浆的比重为 1.5, 喷入的水泥浆液在搅拌中使土体中部分水挤出.

从目前使用的桩机设备来看, 至今还没有定型的产品, 所有桩机设备都是自制或改造的, 没有先进的监测记录仪. 所有检测指标应要有一个统一的标准, 使之规范化, 标准化.

(收稿日期 2001-09-06 编辑 熊水斌)

(上接第 29 页)

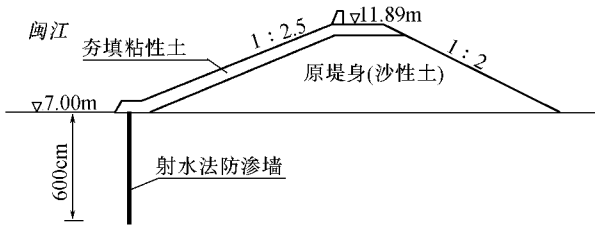


图 4 上街防洪堤 K12+150 处剖面

所以按理是不该发生渗漏的.

c. 原因分析与处理. 汛后我们了解了有关洪水时渗漏情况, 查阅了地质资料和施工日记, 并没有发现什么特殊情况. 决定对其中 3 处进行开挖检查, 挖深 4 m, 检查墙体本身质量还不错, 但发现每两个相邻单幅墙体竟有 5 ~ 10 cm 缝没连接起来, 即中间夹着土. 分析认为, 形成墙体不连接的原因是射水法防渗墙施工第二序孔时侧向喷咀未打开所致. 也许渗流通道就在此处. 据此决定, 用单管高压旋喷法在每两个单幅墙体接缝后作一旋喷桩, 深 6 m, 直径 60 cm, 把缝给封堵上. 1999 年 5 ~ 6 月施工.

d. 再渗漏与再分析. 1999 年汛期闽江最大洪水流量才 22 000 m³/s (干流), 约 5 年一遇, 大大低于设计的 50 年一遇的标准, 该堤段仍然渗漏, 看不出防渗处理有何效果. 说明上次渗漏原因未找对, 为进一步查明情况, 拟再次开挖, 想了解防渗墙体究竟有没有 6 m 深, 以及深 4 m 以下墙体质量如何. 因距地面 4 m 深以下为地下水, 流沙坍塌, 一直开挖不下去. 后改用在混凝土墙体上钻孔取芯, 共钻 8 个孔, 平均孔深 5.68 m, 最大墙深 6.9 m, 不足 6 m 的有 5 个孔, 最小墙深 4.2 m, 总采芯 45.4 m 长, 其中 7.5 m 长胶

结较差, 混凝土芯呈碎块状, 8.8 m 长卵石含量偏少, 水泥沙浆含量偏多, 甚至有的未见一粒卵石. 这些说明墙体本身质量偏差, 部分防渗墙深度不足 6 m 可能是造成渗漏的原因. 据此决定, 在紧靠原墙体后用单管旋喷重打一道深 6 m 的防渗墙 (高程 0.0 ~ 6.0 m).

e. 再处理及效果. 2000 年 6 ~ 7 月, 由施工单位再作一道防渗墙, 桩号 K12+135 ~ 12+235. 施工钻孔时发现地质情况与地质钻孔勘察的不同, 地质勘察钻孔位置为 K12+000, K12+200, K12+364, 深约 20 m, 且位于堤顶中央, 与防渗墙水平相距约 10 m. 以 K12+200 孔为例, 地层从上到下依次为人工填土、淤泥质粘土、含砾中粗沙. 而施工中有的地方钻杆在 6 ~ 7 m 深时遇到空洞, 注浆时不返浆, 即地层中有渗流通道. 经与设计人员商量, 降低墙体底部高程 2 m, 总墙高设为 9 m, 共建防渗墙面积 900 m². 再次处理后, 该段堤防已经过 2001 年的汛期的考验, 当时洪水洪峰流量为 12 700 m³/s, 堤后没有出现渗漏, 效果良好.

4 结 语

防洪堤构筑防渗墙后仍存在渗漏, 这尽管是极少数现象, 但其危害性不可低估. 总的来说, 要提高防渗墙防渗的效果, 就要从勘测、设计、施工各方面去控制, 并具体分析地质地层、水流水位、防渗墙施工工艺等, 从各个环节抓质量, 才能力争做到不渗、不漏. 任何一个环节的疏忽, 都会埋下工程质量隐患, 影响防渗效果.

(收稿日期 2001-11-13 编辑 马敏峰)