

兰州市黄家滩、营门滩河堤基础埋深探究

王海云

(兰州市城市建设设计院,甘肃兰州 730030)

摘要:通过对黄河兰州市区段黄家滩、营门滩河堤处河床的自然演变冲刷、一般冲刷和局部冲刷进行定性分析和定量计算,为该段河堤的基础埋深设计提供准确依据。

关键词:河堤;基础;冲刷计算;兰州市

中图分类号:U443.81 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)05-0136-02

1 概述

兰州市地处黄河中上游的西北高原,黄河自西向东穿过市中心,形成了河湾三滩、崔家大滩、营门滩、马滩、雁滩等众多滩地和沙洲。随着兰州市经济的发展,黄河沿岸诸多滩地已纳入城市用地范围。随着改革开放的不断深入,经过十几年建设,市区的防洪能力得到了明显的改善,在黄河兰州市区段两岸 95 km 的河岸线上,已建成达到标准河堤 45.4 km,除黄河两岸高坎岸线 19 km 外,还有 30.6 km 没有达到设防标准河堤,不能满足抵御黄河百年一遇 $6500 \text{ m}^3/\text{s}$ 洪水的能力,制约了兰州市城区建设的全面发展。黄家滩、营门滩河堤工程位于安宁区刘家堡黄家滩和营门滩地区,西起沙井驿乡河湾泵站,东至银滩黄河大桥北桥头西侧 100 m,河堤全长 8.07 km。为了保证河堤的安全和顺利宣泄设计洪水,不但要保证足够的结构安全性,而且基础还要有足够的埋置深度,以免遭受洪水冲刷而破坏。因此,黄家滩、营门滩河堤设计时,还必须合理地预计使用期限内河床的演变和墩台的冲刷,为确定墩台基础的埋置深度提供依据。

黄河兰州段堤防工程为 I 等城市 1 级堤防,堤岸设防标准为百年一遇流量 $6500 \text{ m}^3/\text{s}$,按 200 年一遇流量校核。

2 河堤冲刷计算

黄河天然河床由泥、土、沙、石等组成,河道中水流和泥沙的不停运动,形成河床的冲刷和淤积。黄家滩、营门滩河堤的基础埋深受黄河水流冲刷的影响,主要包括自然演变冲刷、一般冲刷和局部冲刷三部分,对该段河堤水流的冲刷计算是基础埋深的重要依据。

2.1 自然演变冲刷计算

自然演变冲刷有四种类型:

(1)黄河发育成长过程中河床断面的变形,主要为河槽及边滩的逐年下切和逐年淤积。

(2)黄河河槽横向移动引起的变形,如边滩下移、河湾发展、移动和裁弯取直等。

(3)深泓线摆动引起的冲刷变形。

(4)在一个水文周期内,河槽随水位、流量变化而发生的周期性变化。

对于河床的自然演变冲刷,目前尚无可靠的计算方法,黄家滩、营门滩河堤的基础设计时,通过调查或利用兰州水文站历年实测断面资料分析和四川省交通厅第二航道工程勘察设计院实测《黄河兰州段江道地形图》(1:2 000)调查深泓线位置及水深资料确定。

2.2 一般冲刷和局部冲刷计算

黄家滩、营门滩河堤一般冲刷和局部冲刷计算分别选取具有代表性的 8#、9# 两个黄河大断面进行,并由《黄河兰州段江道地形图》调查深泓线位置及水深资料进行校核。

2.2.1 8# 大断面的河床冲刷计算

(1)基本资料

8# 黄河大断面位于黄家滩、营门滩河堤里程 K2+498.38 处,断面形式如图 1。

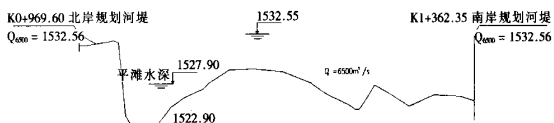


图 1 8# 黄河大断面示意图

已知设计流量 $Q_s=6500 \text{ m}^3/\text{s}$, 设计水位 $H_s=1532.56 \text{ m}$, 相应的 $\omega_c=1925 \text{ m}^3$, $V_c=3.33 \text{ m/s}$, 平均水深 $H_c=6.33 \text{ m}$, 最大水深 $H_{\max}=9.66 \text{ m}$ (即 $1532.56-1522.90=9.66 \text{ m}$), 河槽宽度 $B_c=372.88 \text{ m}$, 河堤间距长度 $B_t=392.75 \text{ m}$, 该处河床粗糙率为 $m_c=35$, 河床比降为 0.118% , 河床为砂卵石, 平均河床表层颗粒平均粒径 $d=d_{\bar{p}}=29.40 \text{ mm}$, 年平均

收稿日期:2006-07-19

作者简介:王海云(1972-),男,甘肃会宁人,工程师,从事城市道路桥梁设计研究工作。

含沙量 ρ 为 3.41 kg/m^3 。

(2)按《堤防工程设计规范》公式 64-1 计算一般冲刷

根据两岸规划河堤位置及河槽断面形态,河槽不可能拓宽,采用公式

$$h_p = \left(\frac{AQ_s}{L_1 L_j E d^6} \right)^{\frac{3}{5}} \frac{h_{\max}}{h_c} = 9.35 (\text{m})$$

(3)按《堤防工程设计规范》公式 64-2 计算一般冲刷

$$h_p = K \left(A \frac{Q_2}{Q_1} \right)^{4m_1} \left[\frac{B_1}{\mu (1-\lambda) B_2} \right]^{3m_1} h_{\max} = 9.15 (\text{m})$$

(4)按包尔达柯夫公式计算一般冲刷: $h_p = P_h$

则: $h_p = P \times h_{\max} = 9.85 \text{ m}$

考虑河堤偏斜冲刷: $h_p = P[(h_{\max} - h) \frac{h}{h_{\max}} + h]$

北岸河堤前水深 $h = 1532.56 - 1531.5 = 1.06$

则 $h_p = 1.2 \times [(9.66 - 1.06) \times \frac{1.06}{9.66} + 1.06] = 2.40 \text{ m}$

经过对以上公式分析,并结合实际情况,采用包尔达柯夫公式。

计算结果: $h_p = 9.85 \text{ m}$

(5)按《堤防工程设计规范》公式 65-1 计算局部冲刷

桥下河槽的一般冲刷采用《堤防工程设计规范》64-1 计算结果, $h_p = 12.23 \text{ m}$

$$h_b = K_\xi K_\eta B^{0.6} (V - V_0') \left(\frac{V}{V_0} \right)^{n_1} = 1.69 \text{ m}$$

(6)按《堤防工程设计规范》公式 65-2 计算局部冲刷:

$$h_b = K_\xi K_\eta B^{0.6} h^{0.15} \left(\frac{V - V_0'}{V_0} \right)^{n_2} = 2.17 \text{ m}$$

(7)按《堤防工程设计规范》公式计算水流斜冲防护岸坡产生的局部冲刷:

$$h_b = \frac{23tg \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{1+m^2}} \times \frac{V_m^2}{g} - 30d = 0.75 \text{ m}$$

经综合分析,采用《堤防工程设计规范》(65-2)公式, $h_b = 2.17 \text{ m}$

(8)确定最低冲刷线标高

河槽中心总冲刷水深(局部):

$$h_s = h_p + h_b + \Delta h = 12.02$$

河槽中心总冲刷水深(一般):

$$h_s = h_p + \Delta h = 9.85$$

河槽中心最低冲刷线标高:

$$H_m = H_s - h_s = 1520.54$$

河槽中心一般冲刷线标高:

$$H_m = H_s - h_s = 1522.71$$

一般总冲刷深度 $\Delta h = h_s - H_{\max} = 0.19 \text{ m}$

局部总冲刷深度 $\Delta h = h_s - H_{\max} = 2.36 \text{ m}$

(9)用 200 年一遇流量检算

已知设计流量 $Q_s = 6730 \text{ m}^3/\text{s}$, 设计水位 $H_s = 1532.66 \text{ m}$, 计算得:

$$h_p = K \left(A \frac{Q_2}{Q_1} \right)^{4m_1} \left[\frac{B_1}{\mu (1-\lambda) B_2} \right]^{3m_1} h_{\max} = 9.21 (\text{m})$$

$$h_B = h_p + \left[\left(\frac{V_q}{V_{\text{允}}} \right)^n - 1 \right] = 10.26 \text{ m}$$

$$h_b = \frac{23tg \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{1+m^2}} \times \frac{V_m^2}{g} - 30d = 2.29 \text{ m}$$

一般冲刷水深: $h_p = 9.21 \text{ m} < h_{\max} = 9.76 \text{ m}$, 故按最大水深确定最低冲刷线标高, 最低冲刷线标高:

$$h_s = H_s - h_p = 1522.8 \text{ m}。$$

2.2.2 9# 黄河大断面处的河床冲刷计算:

9# 黄河大断面位于黄家滩、营门滩河堤工程 K4+580.17 处, 计算结果如下。

河槽中心总冲刷水深(局部):

$$h_s = h_p + h_b + \Delta h = 9.80 \text{ m}$$

河槽中心总冲刷水深(一般):

$$h_s = h_p + \Delta h = 8.38 \text{ m}$$

河槽中心最低冲刷线标高:

$$H_m = H_s - h_s = 1520.90$$

河槽中心一般冲刷线标高:

$$H_m = H_s - h_s = 1522.32$$

一般总冲刷深度 $\Delta h = h_s - H_{\max} = 0.18 \text{ m}$

局部总冲刷深度 $\Delta h = h_s - H_{\max} = 1.60 \text{ m}$

用 200 年一遇流量检算后一般冲刷水深: $h_p = 8.13 \text{ m} < h_{\max} = 8.28 \text{ m}$, 故按最大水深确定最低冲刷线标高, 最低冲刷线标高(不考虑局部冲刷): $h_s = H_s - h_p = 522.42 \text{ m}。$

河堤冲刷计算公式中主要符号的意义均与《公路桥位勘测设计规范》和《堤防工程设计规范》相同。

3 河堤基础埋深的确定

河堤基础埋深由下式计算:

$$H = h + \Delta h$$

式中, h ——冲刷深度;

(下转 144 页)

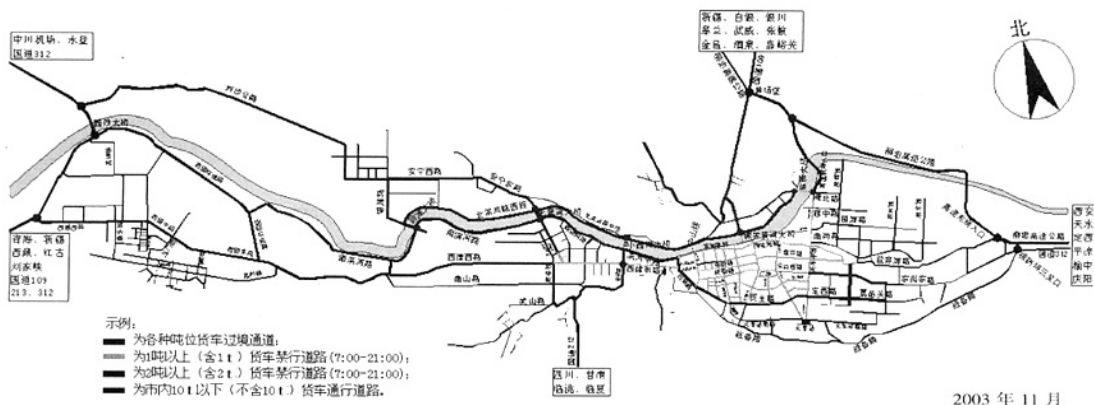


图4 兰州市过境交通流运行线路图

- [2]石飞,王伟,陆建.城市出入口机动车交通调查与分析方法[J].公路工程与运输,2003(1).
- [3]梅振宇,王伟.区域公路OD流量预测新方法研究[J].公路交通科技,2005(1).
- [4]张军民.对新一轮总体规划中过境交通问题的探讨[J].山东建筑工程学院学报,1996(3).
- [5]ITE. Trip Generation[J]. Washington D C: Institute of Transportation Engineers, 1997(5-6).

- [6]陈栓发,陈团结.弗雷特法在高速公路交通量调查中的应用[J].公路,2002(8).
- [7]王伟,徐吉谦,杨涛等.城市交通规划理论及其应用[M].南京:东南大学出版社,1998.
- [8]兰州市城市交通规划[R].清华大学,兰州交通大学,兰州市规划局,2003.

(上接137页) Δh ——安全埋深,按《城市防洪工程设计规范》取1.0 m。

通过对黄河8#、9#大断面处的河床进行冲刷计算,并根据兰州市城市建设设计院《兰州市黄家滩、营门滩河堤岩土工程勘察报告》,确定河堤基底应埋入卵石层中,在局部地段沿线基岩出露,应将河堤基底嵌入基岩中。全线河堤均根据黄河水流方向和主河槽位置的不同分段设计。

(1)顺直河道,由于水流对河堤无顶冲现象,基底置于一冲刷线(深泓线加一般冲刷深度)以下,安全埋深1.0 m。

(2)凹弯河道,由于水流对河堤有顶冲现象,基底置于局部冲刷线(深泓线加一般冲刷加局部冲刷深度)以下,安全埋深1.0~1.5 m。

(3)凸弯河道,由于水流对河堤无顶冲现象,且有淤积现象,基底置于一冲刷线(深泓线加一般冲刷深度)以下,安全埋深0.5~1.0 m。

经核算,200年一遇黄河流量时,岸边冲刷深

度和百年一遇黄河流量相比下降几乎为零,小于河堤安全埋深(1.0 m),不会对河堤产生较大影响,但符合百年一遇设防标准,故河堤基础埋深按百年一遇设防标准进行计算和设计。

4 存在问题

黄河河堤的基础埋深和结构安全性直接关系到人民生命财产的安全,过去多年以来,河道内任意挑水压坝,截流堵河的现象时有发生。河道滩地内取砂采石场星罗棋布,河边倾倒的垃圾,严重地影响了黄河的行洪。以冲刷计算为依据设置的黄家滩、营门滩河堤基础埋深,不足以防御因为在黄河内采砂取石造成的河堤结构破坏。因此,建议有关部门严格执行国家“防洪法”,加大执法力度,严禁在黄河河道内设置建筑物,严禁在河道内私自乱采乱挖。在河道内存在的砂坑和砂堆,在河堤建设中必须进行河道清理,使河堤建设的社会效益和环境效益得到最大程度的发挥。