

东河滩防洪堤设计与施工浅析

方海霞

(喀什第三师勘测设计研究院有限责任公司, 新疆 喀什 844000)

【摘要】 东河滩防洪堤是叶尔羌河下游的典型工程,其堤基土主要由低液限粉土和细(粉)砂组成,堤防沿线低液限粉土不均匀系数小于5,地层抗冲刷能力弱。设计施工中,选用水平+垂直基础防护措施,采用槽孔混凝土连续墙,并在墙前填卵石格宾笼,以保障工程效果。设计中线性插值法、水位流量关系曲线等均有代表性应用。

【关键词】 粉细砂河床; 堤基; 岸坡防护; 线性插值法; 水位流量关系曲线

中图分类号: TV871

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2017)04-0025-04

On levee design and construction in east flood land

FANG Haixia

(Kashgar No. 3 Division Survey and Design Institute Co., Ltd., Kashgar 844000, China)

Abstract: The levee of east flood land is a typical project on the downstream area of Yarkant River. The levee foundation soil is composed of low liquid limit silt and fine sand (powder) mainly. The non-uniform coefficient of low liquid limit silt along the levee is less than 5. The stratigraphic anti-scouring ability is weak. Level + vertical foundation protective measures are selected in design and construction. Slot concrete continuous wall is adopted. Pebble gabion cages are filled in front of walls in order to ensure the engineering effect. Linear interpolation method, water level flow relationship curve, etc. are applied typically in design.

Keywords: silty sand bed; levee foundation; riverbank protection; linear interpolation method; water level flow relationship curve

1 引言

叶尔羌河位于新疆西南部,发源于喀喇昆仑山脉,是塔里木河源流之一。该河洪峰流量大(1961年实测洪峰流量 $6270\text{m}^3/\text{s}$),而下游平原现有防洪工程设施简陋,抗洪能力弱。为加强叶尔羌河下游平原地区防洪工程建设,提高抗洪能力,组织编制了《新疆叶尔羌河防洪规划报告》。报告中指出叶尔羌河下游粉细砂河床的基础及岸坡防护是防洪工程的关键。

东河滩防洪堤位于叶尔羌河流域的中下游,麦盖提县境内,距县城约6km,地理位置为东经 $77^{\circ}35'$ 、北纬 $38^{\circ}53'$ 。工程区地形平坦,地面高程在1176.00~

1181.00m之间,地势由西南向东北倾斜,自然坡降 $1/2000\sim 1/3000$,基础为典型粉细砂河床。

防洪堤从麦盖提叶河大桥始沿河向上游右岸延伸,规划长度5km,其主要任务是防止洪水从右岸漫溢,保障麦盖提县县城的防洪能力。

2 地质条件分析

2.1 地形地貌

叶尔羌河东河滩段位河道宽浅,多浅滩和沙洲,水流散乱。河谷宽 $0.9\sim 1.05\text{km}$,最宽河段近3km。河床以细(粉)砂为主,地貌单元为冲洪积扇倾斜平原前

缘与平原区细土带过渡。两岸发育侵蚀堆积阶地,阶面较为平坦,多耕地、低洼田地。

2.2 基地层岩性

防洪堤沿线地层结构根据《堤防工程地质勘察规程》(SL 188—2005)附录 C 中堤基的地质结构分类标准,可划分为双层结构(Ⅱ)类,地层结构上部为灰黄色低液限粉土,下部为河流相冲积砂层,以青灰色细(粉)砂为主。

地层结构可分为两层:第一层,低液限粉土,灰黄色—灰色,呈稍密—中密,湿状态,埋深为自然地面以下 0~1.5m,层厚 0~1.5m;第二层,细(粉)砂层,灰黑色—青灰色,呈松散—稍密—中密,湿—饱和状态。

2.3 堤基土物理力学性质

防洪堤沿线的堤基土主要由低液限粉土和细(粉)砂组成。低液限粉土天然含水量 21.9%~28.4%,天然密度 1.73~1.89g/cm³,干密度为 1.41~1.49g/cm³,孔隙比 0.846~0.950,塑性指数 5.6~6.7,压缩系数 0.29~0.38MPa⁻¹,压缩模量 5.13~6.37MPa,黏聚力 2.2~2.7kPa,内摩擦角 22.1°~24.1°,渗透系数 6.82×10⁻⁴~9.01×10⁻⁴cm/s。地基承载力特征值建议取 $f_{ak}=90\text{kPa}$ 。细(粉)砂天然含水量 28.2%~31.2%,天然密度 1.81~1.93g/cm³,干密度 1.41~1.51g/cm³,孔隙比 0.788~0.915,渗透系数 4.79×10⁻³~7.19×10⁻³cm/s,相对密度 0.324~0.621g/cm³。地基承载力特征值建议取 $f_{ak}=130\text{kPa}$ 。

2.4 水文地质条件

地下水的补给来源主要是叶尔羌河河水的垂向入渗和侧向补给,地下水补给量大。由于地势较低,地下水位较高。水循环条件差,降水稀少,主要排泄方式为蒸发和蒸腾。在勘察深度内,东河滩防洪段地下水位埋深为自然地面以下 0~0.7m,地下水位高程 1174.92~1176.67m。地下水类型为潜水,含水介质主要为低液限粉土和细(粉)砂。

3 工程设计与施工

3.1 堤防沿线工程地质评价

3.1.1 堤防沿线渗漏评价

根据《堤防工程地质勘察规程》(SL 188—2005)附

录 D 中土的渗透变形判别。堤防沿线低液限粉土属细粒土(粒径大于 0.1mm 的土粒质量为 8.8%,小于总质量的 50%)、细(粉)砂属粗粒土(粒径大于 0.1mm 的土粒质量为 81.9%~84.0%,超过总质量的 50%),不均匀系数为 3.062~3.244<5。符合附录 D.0.1 细粒土与不均匀系数不大于 5 的粗粒土的渗透变形为流土的规定。故沿线土的渗透变形类型为流土。

根据附录 D.0.3 条计算低液限粉土层的临界水力比降:

$$J_{cr} = (G_s - 1)(1 - n) = (2.76 - 1) \times (1 - 0.49) = 0.90$$

根据附录 D.0.4 确定允许水力比降。临界水力比降除安全系数 2.0 得出允许水力比降为 0.45,建议取 0.36。

3.1.2 堤防抗冲稳定性评价

根据堤防沿线钻孔揭露,堤身地层岩性主要为低液限粉土、细(粉)砂,地层岩性上部主要为低液限粉土,下部为细(粉)砂,抗冲刷能力较弱。根据沿线地层岩性,洪水期对堤防已构成严重威胁,堤防抗冲能力大大减弱。东河滩防洪段实测局部最大河流冲刷深度为 13.7m。

3.1.3 堤防边坡稳定性评价

堤防沿线地层岩性主要为低液限粉土和细(粉)砂。对堤防沿线进行全线勘察,并做了大量室内内摩擦角和天然休止角试验。低液限粉土的内摩擦角为 19.8°~24.7°,细(粉)砂的天然休止角为 22°~25°。东河滩防洪段采用槽孔混凝土连续墙,并在墙前填卵石格宾笼防冲。防洪堤高度 1.0~1.5m 时,内边坡系数 1.5,外边坡系数 1.25;防洪堤高度 1.5m 以上时,内边坡系数 2.5,外边坡系数 2.0。

3.1.4 堤基工程地质条件分类

防洪堤堤基沿线地层结构为双层结构(Ⅱ)类,地层结构上部为灰黄色低液限粉土,下部为河流相冲积砂层,以青灰色细(粉)砂为主,抗冲刷能力较弱,局部最大冲刷深度实测为 13.7m,洪水期对堤基稳定性已构成严重威胁。由于河道淤积及多年来防洪筑堤在坝后取土等原因,致使防洪堤后地面高程比河床高程低约 1.00~2.00m,而且多年来只对防洪堤进行防冲处

理,而对堤基未做任何处理。东河滩防洪段历史险情普遍,河水冲刷严重,历年防洪抢险任务艰巨,根据《堤防工程地质勘察规程》(SL 188—2005)附录 E 堤基工程地质条件分类东河滩防洪段可划分为 D 类。

3.2 工程等级设定与总体布置

东河滩防洪堤拟定防洪标准为 20 年一遇,设计洪峰流量 $2590\text{m}^3/\text{s}$,堤防工程级别为 IV 等、小(1)型工程。工程区地震基本烈度为 VII 度,设计烈度为 VII 度,地震动峰值加速度为 $0.10g$ 。

东河滩防洪堤是兵地合建工程,分两期实施,一期防洪堤长 1.899km ,桩号 $159+135\sim 161+024$;二期防洪堤长 0.6km ,桩号 $159+135\sim 158+535$ 。目前,大桥上游 150m 护岸也需进行防护,考虑与已建成防洪堤的平顺连接,尽量不束窄河道,便于施工。防洪堤线与坝轴线平行,在原防洪堤外边坡脚外 $30\sim 50\text{m}$ 范围内新筑防洪堤,堤防长 1.02km ,护坡 1.02km ,桩号范围 $161+024\sim 162+044$ 。

根据叶尔羌河东河滩段位的地质条件分析,选择适应于东河滩防洪堤的水平+垂直基础防护措施,从而达到河道整治、工程安全的目的。

3.3 设计参数选定

3.3.1 断面设计洪峰

a. 线性插值法。场址断面无实测水文资料,根据工程河段自依干其站至艾力克塔木站洪峰流量逐渐减小的规律,以参证站设计洪峰流量作为控制,采用线性插值法推求设计洪峰流量。采用依干其站、48 团渡口站、艾力克塔木站作为参证站,推求工程场址设计洪峰流量。计算公式如下:

$$Q_p = Q_{sp} - \frac{L(Q_{sp} - Q_{sx})}{L_{sx}} \quad (1)$$

式中 Q_p ——插值断面设计洪峰流量, m^3/s ;

Q_{sp} ——上游参证站设计洪峰流量, m^3/s ;

Q_{sx} ——下游参证站设计洪峰流量, m^3/s ;

L ——上游与工程场址断面间距;

L_{sx} ——上游参证站与下游参证站间距。

东河滩防洪堤起点(桩号 $161+024$)距离上游依干其渡口站(桩号 $93+000$) 68km ,距离下游 48 团渡口站(桩号 $284+0$) 123km ,以依干其站、48 团渡口站、艾

力克塔木站的设计洪峰成果按河段距离内插计算工程场址断面不同频率设计洪峰流量,见表 1。

表 1 线性插值法场址断面设计洪峰流量

单位: m^3/s

断面	不同频率设计洪峰流量			
	2%	3.33%	5%	10%
东河滩(161+024)	3507	3130	2832	2325
帕克孜墩(312+000)	1396	1265	1158	976
艾力克塔木(342+000)	1060	960	879	743

b. 阿尔塔什水库运用工况下的设计洪水分析。阿尔塔什水库位处叶尔羌河干流以上 55km 处,规划总库容 29.6亿 m^3 ,具有多年调节功能。该水库建成后对洪水调节作用明显,当河道洪水 20 年一遇时(洪峰流量 $5590\text{m}^3/\text{s}$),下泄流量 $1750\text{m}^3/\text{s}$,当河道洪水小于 50 年一遇时(洪峰流量 $7390\text{m}^3/\text{s}$),下泄流量 $4214\text{m}^3/\text{s}$ 。考虑洪水沿程递减变化,计算节点断面设计洪水小于下泄洪水,并且远远小于线性插值法计算结果。从工程安全考虑,选用线性插值法,以下仅做初步推算,以进行对比分析。

当河道洪水 20 年一遇时,阿尔塔什水库出库下泄洪水 $1750\text{m}^3/\text{s}$,根据阿尔塔什专用站和卡群站的关系,推求下泄洪水至喀群站时为 $1800\text{m}^3/\text{s}$ 。

采用线性插值法计算 $161+024$ 、 $312+000$ 、 $342+000$ 断面 5% 频率设计洪水与卡群站相应频率设计洪水沿程变化,近似推算运用工况下设计洪水,成果见表 2。

表 2 水库运用工况下场址断面洪峰流量

单位: m^3/s

断面	不同频率设计洪峰流量			
	2%	3.33%	5%	10%
东河滩(161+024)			899	
帕克孜墩(312+000)			364	
艾力克塔木(342+000)			276	

3.3.2 断面设计洪水位

根据东河滩防洪堤场址各断面的水位流量关系曲线表,查设计流量对应的设计洪水位,设计洪水位成果见表 3。

表3 东河滩(161+024~162+044)断面设计洪水水位

桩号	距离/m	5%设计洪水水位/m	5%洪峰流量/(m ³ /s)	10%设计洪水水位/m	10%洪峰流量/(m ³ /s)
161+024	0	1178.73	2832	1178.49	2345
161+500	476	1178.53	2832	1178.29	2345
162+044	544	1178.33	2832	1178.08	2345

3.3.3 平均流速

各计算断面平均流速用设计流量和相应设计水位的断面面积推求,计算结果见表4,公式为:

$$v = \frac{Q}{A} \quad (2)$$

式中 v ——断面平均流速, m/s;

Q ——计算断面设计流量, m³/s;

A ——计算断面面积, m²。

表4 东河滩(161+024~162+044)不同频率断面平均流速

频率	5%			10%		
	流量/(m ³ /s)	面积/m ²	$v_{平}$ /(m/s)	流量/(m ³ /s)	面积/m ²	$v_{平}$ /(m/s)
161+024	2832	2335	1.21	2345	2300	1.02
161+500	2832	2250	1.26	2345	2178	1.08
162+044	2832	2195	1.29	2345	2098	1.12

3.3.4 防洪设计

东河滩防洪堤采用梯形断面的土堤,迎水坡1:2.5、背水坡1:2.0。迎水坡采用现浇混凝土板护坡,混凝土板厚20cm,强度C20,抗冻等级F150,抗渗等级W6;混凝土板下铺设一布一膜,膜厚0.3mm,布重200g/m²,土工膜下铺设50cm厚砂垫层抗冻胀;封顶宽度0.5m,厚度0.1m,混凝土强度C20,抗冻等级F150;沿护坡纵向每隔100m设一道厚1000mm的现浇隔墙,隔墙混凝土强度为C20,抗冻等级F150,抗渗等级W6。

基础防冲措施为采用0.6m厚、15m深槽孔混凝土防渗连续墙,墙前填1.8m深、15m长卵石格宾笼铺盖。根据堤身稳定、防汛抢险、物料运输储存等要求,东河滩防洪堤堤顶宽10.0m,路面净宽7.0m,两侧各设0.3m宽的路沿石,路肩宽1.2m。路面结构为0.2m厚的混凝土加0.25m砂砾石。

3.4 工程施工

3.4.1 施工导流及排水

东河滩防洪堤根据坝轴线方案比较,选择在原防

洪堤外边坡脚外30~50m范围内新筑防洪堤,利用现状防洪堤作为导流堤。

东河滩防洪堤建设中,为保障格宾卵石笼施工顺利,需将基坑积水及时排除,由于河道地下水位较高、水量丰富,针对粉细砂地基采用井点排水方法降低地下水水位。

3.4.2 施工配套

主体工程为防洪堤堤身和防洪堤基础防冲工程。各施工场地、临时设施、生活区、辅助生产系统、仓库等可在防洪工程附近布置,施工场地开阔。施工用水和生活用水可从就近河道抽取或从附近居民区拉运。自备电(60kW发电机)占20%,电网电占80%。

4 结语

为保障叶尔羌河下游防洪安全,东河滩防洪堤的设计与施工迫在眉睫。经地质评价分析可知:东河滩段位堤基土主要由低液限粉土和细(粉)砂组成,地层为双层结构(Ⅱ)类,上部为低液限粉土,下部为冲积砂层,地基承载力特征值为130kPa;堤防沿线低液限粉土不均匀系数小于5,渗透变形为流土,地层岩性抗冲刷能力较弱。

设计施工中,选用水平+垂直基础防护措施,采用槽孔混凝土连续墙与在墙前填卵石格宾笼,以保障工程效果。防洪堤参数核定过程中,采用线性插值法推求设计洪峰流量,依据防洪堤场址各断面水位流量关系曲线,选定对应的设计洪水水位,并计算平均流速。同时,根据防洪设计的具体要求,合理安排施工导流及排水和配套措施。◆

参考文献

- [1] 王志武. 粉细砂土浸水路堤边坡防护[J]. 西部探矿工程, 2003, 15(4): 174-175.
- [2] 李发领, 周向阳, 轩峰, 等. 岸坡防护工程基础淘刷防护技术探讨[C]//水利部淮河水利委员会科学技术委员会成立大会暨淮河研究会学术研讨会, 2004.
- [3] 李传铎, 熊义辉. 粉细砂地基的水工建筑基础处理新技术[J]. 中国农村水利水电, 1994(11): 26-28.