

辽阳太子河城市防洪堤中复合土工膜的应用

潘绍财,王莉,孔繁友

(辽宁省水利水电科学研究院,辽宁 沈阳 110003)

摘要 通过黏土筑堤和砂砾石筑堤 2 种方案从工程投资、施工难易、环境保护等方面对太子河城市防洪堤防填筑进行比较,确定防洪堤采用砂砾石填筑堤体、复合土工膜进行防渗、混凝土面板用于坡面防护的设计思想。该工程于 2005 年完成主体工程施工任务,应用复合土工膜约 10 万 m²。经过 3 年的实际运行,表明复合土工膜具有防渗效果好、施工方便迅速、节省工程投资等优点。为充分利用当地材料就地取材,采用复合土工膜进行城市防洪工程建设,对采用非黏性土料的堤防建设具有重要意义。

关键词 复合土工膜;城市防洪;防渗处理

中图分类号:TV698.2;TV49 文献标识码:B 文章编号:1006-7647(2009)S1-0190-02

太子河发源于辽宁省新宾县南部长白山余脉龙岗山与千山间的老秃顶红砬子山,流域呈东西向。太子河自南向北穿过辽阳市,将市区分为东西两部分。左岸(河西)为城市中心区,人口集中、工商业发达,其堤防已达到 300 年一遇标准。右岸(河东)为城市规划的新城区,目前主要为农田并分布有部分企业,基本上没有成形堤防。随着辽阳市社会、经济的不断发展和城市规模的逐步扩大,城市向太子河河东发展已经开始起步。为了确保辽阳市新城区的防洪安全,满足城市发展的要求,营造良好的居住、投资环境,对太子河辽阳城市段右岸的治理工程已经成为辽阳市城市发展的当务之急。太子河辽阳城市段建设范围为右岸石咀子山山脚至长大铁路桥南侧,河段长度 6.48 km。防洪标准为 100 年一遇,设计洪水流量为 7356 m³/s,堤防等级为 1 级。

太子河流域处于温带半湿润季风气候区,其特

点为冬季盛行西北风,夏季盛行东南季风,温度变化较大,四季冷暖干湿分明。多年平均雨量为 720.7 mm,多年平均蒸发量为 1659.1 mm,最大冻土深度 1.2 m,结冰期 3~4 个月,无霜期平均 173 d。

1 堤体设计方案

1.1 地质情况

堤基主要地貌为右岸漫滩及阶地。地层主要为第四系全新统 Q₄ 平原型河流相冲洪积的粉细砂、粉土、粉质黏土、中粗砂和卵砾石。地下水类型为第四系孔隙潜水,以松散的粉细砂、砂砾石为主要含水层,主要受大气降水补给,上游局部存在基岩裂隙水。

1.2 堤体加固方案

1.2.1 黏土筑堤方案

堤防断面堤身采用黏土填筑,堤顶宽 8 m。基础为原地地面线以下清基 0.5 m。堤身上游侧混凝土面板底

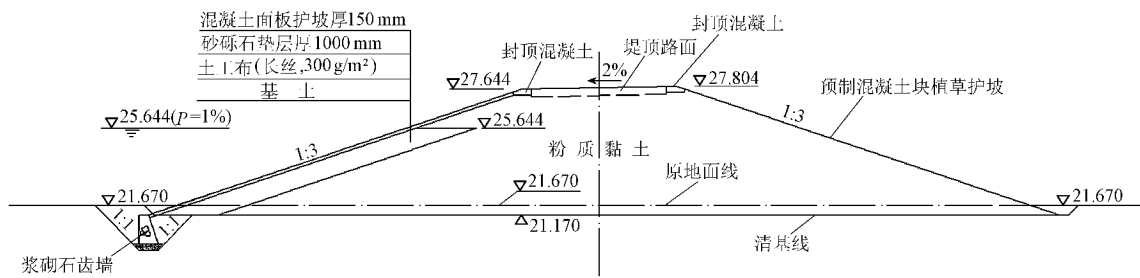


图 1 黏土筑堤标准断面(单位:m)

作者简介:潘绍财(1964—),男,辽宁沈阳人,高级工程师,从事岩土工程、土工合成材料、河道堤防和基础处理的设计、科研和施工工作。
E-mail: sy20041017@sina.com

部填筑 1 m 厚砂砾料层作为堤身防冻胀层,砂砾料与粉质黏土之间采用土工布作为反滤层。堤防断面见图 1。

迎水坡坡比为 1:3,坡面采用 150 mm 厚混凝土面板进行防护,面板设排水孔,排水孔采用梅花形布置,孔距为 3 m,孔径为 50 mm,堤脚防护采用浆砌石齿墙,基底埋深 2 m。

背水坡坡比为 1:3,背水坡为自然坡面。

堤顶公路宽度为 8 m,其中行车道宽度为 7 m,两侧设 0.5 m 宽路肩。行车道路面下部铺设 150 mm 厚级配碎石层作为底基层,铺设 200 mm 厚水泥稳定砂砾基层,路面为 50 mm 厚沥青混凝土结构,横坡坡度为 2%。

1.2.2 砾石筑堤方案

堤身采用砂砾料,堤顶宽 8 m,基础为原地面线以下清基 0.5 m。用于筑堤的砂砾料渗透系数较大,碾压后约为 $A \times 10^{-1} \text{ cm/s}$,为减少渗漏量,防止堤体产生渗透变形,堤体必须采取工程措施进行防渗处理。堤体防渗采用沿迎水坡面铺设复合土工膜的方案。堤体防渗结构自上而下分为 4 层:15 cm 厚 C20 现浇混凝土面板、10 cm 厚砂砾石垫层及保护层、500 g/m² 复合土工膜(两布一膜)、堤体整平层。复合土工膜底部与混凝土齿墙相连,深 2.0 m。堤防断面见图 2。

1.2.3 方案比较

a. 施工难易程度方面:筑堤砂砾料取自太子河河道,开采容易,运输距离较短,施工简单方便;采用黏土筑堤,土料运距远,且当土料含水量较大时需要翻晒,施工工艺复杂。

b. 环境保护方面:黏土筑堤需占用耕地,不利于生态平衡和环境保护;砂砾石取自迎水坡脚外 50~100 m 范围内的漫滩及阶地上,和河道清淤结合,利于行洪。

c. 工程投资方面:采用砂砾石和复合土工膜筑堤方案将比采用黏土筑堤方案节省工程投资 35% 左右。

通过上述 2 个方案的对比分析,选用砂砾石和复合土工膜筑堤的方案。堤身采用砂砾料填筑,堤顶道路宽度为 8 m,填筑相对密度不小于 0.65。堤防

迎水坡采用 500 g/m² 复合土工膜防渗,土工膜上设 100 mm 砂砾料垫层,土工膜顶高程在设计洪水位以上 0.5 m 处。坡面采用 2.0 m×2.0 m 厚度为 150 mm 的混凝土面板防护,背水坡采用草皮护坡,下设厚 500 mm 腐殖土。为防止洪水期水流对迎水坡坡脚的冲刷,在坡脚设混凝土齿墙防护,齿墙顶埋入自然地面下 0.5 m,顶宽 0.5 m,高 1.5 m,底宽 1.0 m。齿墙下设 0.3 m 厚碎石垫层。复合土工膜铺在碎石垫层下。

2 复合土工膜防渗体结构设计

2.1 复合土工膜规格

复合土工膜是由土工织物与土工膜复合而成的。它同时具有防渗性能高(渗透系数一般可达 10^{-11} cm/s)和加筋材料(如无纺土工织物)承载能力大的优点,且具有较高的抗拉、抗撕裂、抗顶破、抗穿刺等力学性能及较好的排水、排气能力。复合土工膜规格的选择,主要取决于水头、堤坡、堤防重要性等因素,该工程选用 500 g/m² 的两布一膜。复合土工膜上面铺 100 mm 厚的砂砾料保护层和 150 mm 厚的混凝土面板。复合土工膜技术指标:单位面积质量为 500 g/m²,膜材厚度为 0.25~0.35 mm,垂直渗透系数小于或等于 10^{-11} cm/s ,耐静水压力值大于或等于 0.5 MPa,断裂强力大于或等于 7.5 kN/m,断裂伸长率为 30%~100%,CBR 顶破强力大于或等于 1.5 kN,撕裂强力大于或等于 0.25 kN。

2.2 复合土工膜连接

复合土工膜是兼土工织物透水性和土工薄膜防渗联合效用的土工合成材料,要保证 2 种材料组合效用,最关键的环节是保证接缝的施工质量。土工织物的连接方式有搭接、缝接、钉接和粘接;而土工薄膜的连接施工有粘接、焊接以及硫化法等^[1]。为了确保复合土工膜之间连接可靠,适应施工进度要求,该工程复合土工膜之间的连接全部采用焊接方式。用热楔式双缝自动爬行热合焊接机进行焊接,焊缝为双道,每道焊缝宽度 1 cm 左右,相邻 2 块复合土工膜预留 10 cm 的光膜进行平接以方便焊接。

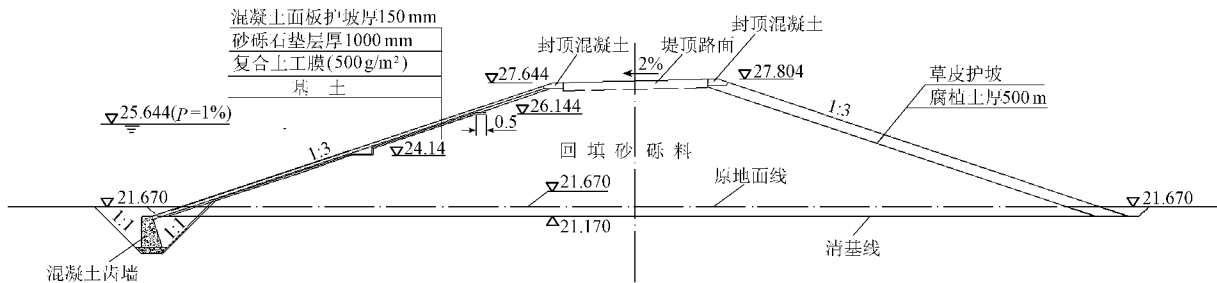


图 2 砂砾石筑堤标准断面(单位:m)

(下转第 214 页)

2.3 保护层

保护层为防汛土工滤垫最上层,主要作用是保护针刺土工织物过滤层在储运和运行过程中不被损坏,以及在上覆盖重时其水力特性不发生大的变化,它具有一定的刚度、抗压强度和孔隙率。

3 防汛土工滤垫的规格和指标

根据汛期发生管涌的不同土质,研制的防汛土工滤垫规格分为3种:粉砂土工滤垫、细砂土工滤垫和中砂土工滤垫。不同规格的滤垫以土工席垫的颜色进行区分,如粉砂为黄色、细砂为黑色、中砂为绿色。单块防汛土工滤垫尺寸:土工席垫 1.0 m × 1.0 m × 0.1 m(长 × 宽 × 高);土工织物尺寸:1.4 m × 1.4 m(长 × 宽)。

4 防汛土工滤垫抢险应用

在汛期,湖南省岳阳市洞庭湖区推山咀电排站前池进水渠边坡上发生管涌,管涌孔距洞庭湖大堤下游堤脚约 80 m,位于水下 1.2 m,在水面上能看到较大范围的“翻砂冒水”现象,经现场对管涌孔的出砂取样,初步确定管涌孔口出砂为细砂,当即采用细砂土工滤垫替代传统的砂石滤料抢护该管涌,用少量砂石袋进行压盖和压边处理。具体的抢护步骤为:清理河岸坡,在岸边将4块滤垫用特殊塑料扣连接成一体,将其置于管涌孔处,随后用15个编织袋装砂石料进行压盖和压边处理。抢险完成后,水面已看不到“翻砂冒水”现象,用手探摸防汛土工滤垫表面,有明显的渗水感觉,无明显砂颗粒逸出,经过一段时间观察,效果良好,管涌险情得到了成功抢

护。参加抢险人员6人,历时10 min,从现场抢险情况看,具有抢险速度快、抢险劳动强度低和效果好等优点。

4 结 语

在汛期,管涌破坏是一种常见险情,防汛土工滤垫作为抢护堤坝管涌破坏的一种新技术和新器具,具有独特的优势。它不仅能透水保砂和消杀水势,而且具有结构合理、抢险速度快、抢险劳动强度低和效果好等优点,具有很大的推广应用价值。

参考文献:

[1] 陶同康, 鄢俊. 土工合成材料抢护堤坝管涌破坏的应用研究[R]. 南京: 南京水利科学研究院, 2001.
[2] 陶同康. 土工合成材料与堤坝渗流控制[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999.
[3] 董哲仁. 堤坝除险加固实用技术[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998.
[4] 包承纲. 堤坝工程土工合成材料应用技术[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999.
[5] 王运辉. 防汛抢险技术[M]. 武汉: 武汉水利电力大学出版社, 1999.
[6] 鄢俊, 陶同康. 土工合成材料抢护管涌破坏的试验[R]. 南京: 南京水利科学研究院, 2001.
[7] 陶同康, 鄢俊. 织物滤层准则的探讨[C]//全国土工合成材料应用技术规范与产品质量研讨会论文集, 2005.
[8] SHOBHA K B. Effect of pores structure of nonwoven geotextiles on their clogging behavior[C]//Geosynthetics '91, Conference Proceeding, Atlanta: 1991.

(收稿日期: 2009-08-22 编辑: 方宇彤)

(上接第191页)

2.3 复合土工膜防滑

为防止复合土工膜下滑,在迎水坡靠近堤顶一侧开挖1处0.3 m × 0.4 m的防滑齿槽,将复合土工膜埋入齿槽内填土夯实。在坡面开挖1道防滑平台,平台宽1 m,高0.3 m,防止复合土工膜下滑。

3 结 语

辽阳太子河城市防洪堤右岸长度为6.48 km,采用复合土工膜约10万 m²,该工程经过3 a的运行,结果表明:采用砂砾料构筑堤体骨架、复合土工膜进行防渗、混凝土面板进行护坡设计方案是合理的。根据各自工程的特点选用复合土工膜,保证设计科

学合理,是河道堤防填筑及湖区防渗工程中成功应用复合土工膜的关键环节。在施工中制定严格的操作规程和质量检测办法,建立健全质量保证体系,是保证工程施工质量的前提条件。辽阳市、铁岭市、建平县、凌源县、营口开发区等一些市县结合辽宁省堤防工程建设开展了城市防洪工程综合治理工作,复合土工膜在城市河道治理工程中发挥了重要的作用。

参考文献:

[1] 《土工合成材料工程应用手册》编写委员会. 土工合成材料工程应用手册[G]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000.
(收稿日期: 2009-08-22 编辑: 方宇彤)