

文章编号:1001-4179(2015)11-0044-04

珠海横琴新区口岸服务区段堤岸工程设计

柏宝忠,吴雄远,周志业

(上海勘测设计研究院有限公司,上海 200434)

摘要:介绍了珠海横琴新区口岸服务区段堤岸工程的概况,分析了堤岸工程设计的重点和难点。对堤岸断面设计、基础处理设计、涵洞结构设计以及工程耐久性设计等方面作了详细论述。说明了口岸服务区段堤岸工程设计不同于常规堤岸工程的特点和要求。目前,横琴新区基础设施工程的设计、施工正处于高峰阶段,该工程的一些设计经验对类似工程具有参考、借鉴作用。

关键词:断面型式;基础处理;涵洞;耐久性;堤岸工程设计

中图法分类号:TV87

文献标志码:A

DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.11.011

1 工程概述

横琴岛位于珠海市陆域东南部,毗邻港澳。2009年8月14日,国务院批准通过《横琴总体发展规划》,明确要求将横琴新区逐步建设成为“一国两制”下探索粤港澳合作新模式的示范区、探索改革开放和科技创新的先行区、促进珠江口西岸地区产业升级的新平台。至此,横琴新区开发已上升到国家战略高度,使其成为继上海浦东新区、天津滨海新区之后,第3个由国务院批准的国家级新区。

目前,横琴新区一系列重大项目已全面启动,包括旅游休闲、商务服务、高新技术、基础设施建设等项目。横琴新区的开发建设和经济发展,迫切要求堤岸工程及水利设施达到规划的防洪排涝标准。《珠海市横琴新区市政基础设施工程专项规划》规定:堤岸防洪(潮)标准按100 a一遇设计;排洪渠设防标准按50 a一遇设计。沿海岸线布置防洪(潮)堤防,形成封闭的防洪(潮)系统。

口岸服务区段堤岸工程位于横琴新区的口岸服务区,即十字门商务区至澳门大学段,沿十字门水道布置,是整个横琴新区防洪(潮)和排洪系统中的一个重要组成部分。堤岸总长1.52 km,包括穿堤的排洪涵洞、雨水涵洞各1座。排洪涵洞规模为3孔4.5 m×2.5 m(宽×高),雨水涵洞规模为2孔3.5 m×1.0 m

(高×宽)。

2 设计重点、难点分析

(1) 堤岸平面布置及断面结构型式。堤岸平面布置应根据规划和防洪要求、堤岸现状及周围环境条件等综合确定。堤轴线的布置以不超越防洪治导线、不侵占水道为主要原则。同时还要兼顾到少占陆地,堤轴线应平顺圆滑,有利于水流流态,水道要满足行洪、排涝、通航等要求。另外,堤轴线布置时需考虑到与穿堤涵洞的顺接,因此,设计必须综合考虑多方面的要求,对堤线布置做出最优选择。

常用的海堤堤岸断面结构型式有斜坡式、直立式和复合式等,这3种断面型式在设计、施工、管理等方面都积累了比较丰富的经验。但由于口岸服务区堤岸位于十字门水道,与对岸的澳门隔江相望。此处水道较狭窄,最窄处宽度仅为200 m左右,涉及到边防警戒管理要求。堤岸的断面结构不但需满足防洪(潮)要求、景观要求,同时需考虑临水侧设置隔离带、防止人员攀爬等要求。这些因素决定了堤岸断面结构型式与通常的结构形式不同,必须在堤岸设计中认真考虑和研究。

(2) 基础处理。根据地质资料,堤岸地基表层为抛填块石层且厚度较大,约6.0~8.0 m。同时块石层下部的淤泥层厚度较大,大部分堤段达10.0~14.0

收稿日期:2015-02-13

作者简介:柏宝忠,男,高级工程师,主要从事水利水电工程设计和研究工作。E-mail:190128198@qq.com

m 左右。淤泥层土性极差,含水量高,压缩性大,承载力低,如对淤泥层不进行处理,很难满足堤岸抗滑稳定、地基承载力等要求,同时工程竣工后残余沉降很大。但由于淤泥层上为 6.0~8.0 m 厚的块石层,给处理带来很大的困难。

基础处理措施的选择既要安全可靠,又要经济合理,同时要便于施工,还需结合当地的工程经验进行多方案研究、论证和比选。

(3) 穿堤涵洞的设计与施工。该工程涵洞的规模较大,作为穿堤建筑物,通常应设置围堰进行干地施工。但由于该工程围堰处淤泥层厚度达 15.0 m 左右,围堰的断面尺寸、工程量较大,很不经济,工期也长。更重要的原因是由于所在水道较狭窄,围堰的设置会占用较大范围的水域,严重影响十字门水道的行洪和通航,主管部门要求涵洞施工中不得采用施工围堰。故涵洞的结构设计方案需满足不设置围堰就可以进行施工的要求。

(4) 工程所处为炎热地区海洋氯化物环境,此环境条件是工程耐久性设计中最为不利的,作用等级最高。应采用耐久性措施来保证堤岸工程和穿堤涵洞的使用年限。

3 堤岸及涵洞设计

3.1 堤岸断面设计

堤岸平面沿老岸线布置,对局部进行平滑顺直,以满足防洪、通航和用地要求。

根据边防警戒管理要求,确定堤岸断面结构型式为两级直立挡墙复合式断面,一级平台高程 2.50 m,外侧设高 1.2 m 钢筋混凝土实体防浪墙(一级挡墙)。一级平台处包括挡墙和防浪墙在内范围共 10.0 m 宽作边防警戒区。二级平台为堤顶,高程 4.10 m,宽 2.5 m。一、二级平台之间为钢筋混凝土挡墙(二级挡墙),挡墙顶高程为 4.30 m。堤岸断面结构见图 1。

(1) 一级平台。海堤临水侧设置平台的目的是:①消浪作用,减小波浪爬高,从而降低堤顶高程;②增大堤基宽度,增加堤坡抗滑稳定性;③亲水休闲,增加景观效益。消浪平台宽度一般为波高的 1~2 倍,不宜小于 3 m。该工程结合边防警戒和堤岸边坡抗滑稳定要求,在 2.50 m 高程设置一级平台,也为边防巡逻通道,平台路面净宽 8.8 m,满足巡逻通行要求,包括挡墙在

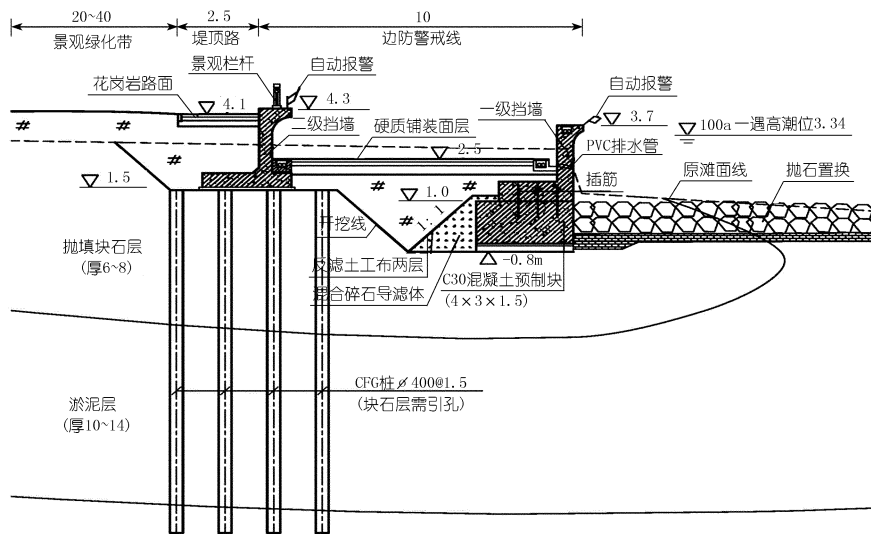


图 1 堤岸标准断面结构(单位:m)

内共 10.0m 宽范围作边防警戒区。为防止越浪冲刷,2.50 m 平台设置了排水和硬质面层铺装结构,以保证边防巡逻安全。

(2) 堤顶路(二级平台)。主要功能为设防顶面,高程 4.10 m。考虑到堤岸距堤至市政道路仅为 20~40 m,为节约用地,构建更和谐、绿色的滨海景观,不单独设置防汛通道,堤后市政道路可作为防汛通道。按交通要求,堤顶路宽度取 2.5 m,采用花岗石路面结构以满足观景需要。堤后与市政道路之间为景观绿化带,设置连接路连通堤顶路与市政道路。

(3) 一、二级挡墙。分别在高程 2.50 m 及 4.10 m 处设置挡墙。由于现状岸墙质量较差,如对现状岸墙进行加固防护,会占用十字门水道行洪断面且较难施工。为保证工程质量,便于施工,对现状岸墙进行拆除,重建一级挡墙。拆除现状岸墙至 -0.80 m 高程。高程 1.00 m 以下采用混凝土预制块及垫层,根据水下施工吊装能力,预制块尺寸为 4.0 m × 3.0 m × 1.5 m。预制块预留插筋,与高程 1.00 m 以上新建的一级挡墙一起现浇。挡墙顶高程为 3.70 m,悬臂式钢筋混凝土结构,墙体顶部临水侧采用反弧压浪并防止攀爬。

二级挡墙采用悬臂式钢筋混凝土结构,顶高程 4.30 m,与一级平台高差为 1.8 m,满足边防的防攀爬要求。挡墙上部临水侧采用反弧压浪并防止攀爬,墙顶设置景观栏杆。

(4) 堤顶高程。堤顶(墙顶)高度应满足设计潮位、波浪爬高、越浪量等要求。该工程按允许越浪设计,可有效降低海堤的高度,节省工程投资。堤顶高程应按设计高潮位加波浪爬高和安全加高确定。但为满足城市景观要求,需进一步降低堤顶高程,故堤顶高程按控制越浪量准则进行设计,即允许部分越浪并控制

越浪量。

根据堤岸表面防护情况、堤顶路面结构、堤后排水条件,按有关规范的规定^[1-2],对堤岸进行越浪量计算后,确定二级挡墙顶高程 4.30 m 能满足允许越浪量要求,堤顶高程 4.10 m 满足相关规定,也与堤后市政道路高程相协调。

3.2 基础处理设计

该工程堤基下存在深厚淤泥层,针对淤泥地基,处理方法主要有堆载预压法、真空预压法、抛石反压法、强夯法、水泥搅拌法、水泥粉煤灰碎石桩(CFG 桩)和高压喷射注浆法等^[3]。

由于基础下存在抛填块石层,为了处理块石层下的淤泥层,常用的插排水板、水泥搅拌桩处理均难以穿过抛石层,无法实施。

堤前抛石反压法可以解决堤岸整体抗滑稳定问题,但不能解决堤岸、挡墙沉降问题。由于边防管理需要,堤顶设置了挡墙和防浪墙,对墙顶高程有要求,需严格控制沉降。同时堤前如大量抛石反压,会影响十字门水道的行洪和通航。

强夯法的有效加固深度对原状土地基一般不超过 10 m,且强夯法对淤泥地基效果差^[4],对该工程块石层及其下深厚淤泥不可行。强夯法施工也会对工程区内的莲花大桥以及穿越老堤岸的供澳 220 kV 线路及其电缆井构筑物等造成重大影响。

针对该工程地基的特点,决定对挡墙下块石层及以下淤泥层采用 CFG 桩或高压旋喷桩进行处理形成复合地基,但需采用人工或机械对块石层进行引孔,以穿透块石层。

CFG 桩桩径通常为 400 ~ 600 mm,采用长螺旋钻孔灌注成桩或振动沉管灌注成桩,但由于孔径相对较大,在深厚块石层中引孔有一定难度;CFG 桩施工设备庞大,穿越莲花大桥堤段因净空限制较难实施。高压喷射注浆法(高压旋喷桩)可采用单管法、双管法和三管法施工,单管法、双管法施工时,要求在地基中预先成孔且孔径不超过 10 cm;采用三管法时,喷射管直径通常为 7 ~ 9 cm,必要时要求在地基中预先钻孔且孔径不超过 15 cm,再置入三重喷射管进行加固^[5]。由于高压喷射注浆法要求在块石层中引孔且孔径较小,较 CFG 桩方案引孔难度小,但投资较 CFG 桩方案高。

综合上述分析,结合投资要求、施工可行性,对二级挡墙地基采用 CFG 桩处理形成复合地基。对上部块石层,先采用人工或机械进行引孔。这样既有利于堤岸整体稳定,又有效控制了二级挡墙的沉降,保证了防洪高程和边防警戒的要求。对局部处于莲花大桥下

的堤段,由于净空高度的限制,二级挡墙下地基采用高压喷射注浆法(高压旋喷桩)进行处理。经堤岸整体稳定计算、挡墙沉降计算并优化后的方案为:① CFG 桩加固。桩直径 0.4 m,间距 1.5 m × 1.5 m,桩长 15.5 ~ 28.5 m。② 局部高压旋喷桩加固。高压旋喷桩有效直径 0.6 m,间距 1.6 m × 1.6 m,桩长 19.3 ~ 28.5 m。同时在堤岸前进行抛石反压、置换处理。为了满足防洪和通航的要求,抛石置换不高于现状滩面高程。基础处理方案见图 1。

3.3 涵洞设计

该工程有穿堤的排洪涵洞、雨水涵洞各 1 座。排洪涵洞承泄排洪渠集雨区的洪水,穿越市政道路和堤岸,位于该工程起点处,规模较大,为 3 孔,单孔尺寸 4.5 m × 2.5 m(宽 × 高),总长 28.0 m。雨水涵洞位于堤岸中部,为 2 孔,单孔尺寸 3.5 m × 1.0 m(宽 × 高),总长 36.25 m。

工程防洪影响评价明确要求涵洞施工方案中不得采用围堰施工。根据城市规划,堤后地坪最低控制高程为 3.70 m,而堤后景观绿化带设计最低高程为 4.10 m,高于本工程 100 a 一遇设计高潮位,故涵洞洞身采用分节预制结构,基坑开挖后采用水下吊装施工的方案。

考虑到起吊、装配能力,确定预制件每节长 2.77 m,节之间的缝宽 3 cm。3 孔分 2 孔 1 联和 1 孔 1 联,底板、边墙、顶板、中隔墙厚 0.50 m。涵洞两侧设置起重、吊装作业区,水下施工。对于堤岸一、二级挡墙位置对应的管节,挡墙底板即为洞身,管节预制时预留墙身钢筋,后期现浇一、二级挡墙墙身。

在洞身外围节之间的接缝处设置不锈钢钢挡板,洞身外围通长设置反滤层。导滤体具有要求的级配、石块形状等,导滤体外设两层反滤土工布。涵洞底部设碎石垫层、砂垫层及反滤土工布一层。排洪涵洞结构见图 2。

雨水涵洞预制件为 2 孔 1 联,其他结构、施工方案与排洪涵洞基本一致。涵洞预制件单件重最大约 96 t,预制件满足强度后采用平板车运输至现场工作面,采用 200 t 汽车吊进行吊装。由于涵洞为水下施工,不设置围堰,施工过程中需做好防洪、防潮预案,确保安全。

3.4 耐久性设计

根据耐久性设计规范^[6-7],堤岸级别为 1 级,涵洞为 1 级水工建筑物,设计使用年限均要求不小于 100 a,工程环境类别为炎热地区海洋氯化物环境。

为保证混凝土结构的耐久性,工程措施主要包括:

使用抗海水腐蚀混凝土,提高混凝土的密实性和抗渗性,为钢筋提供足够厚度的混凝土保护层,减少和控制混凝土裂缝的发生等。对环境作用等级有较高要求的,采用防腐蚀附加措施。

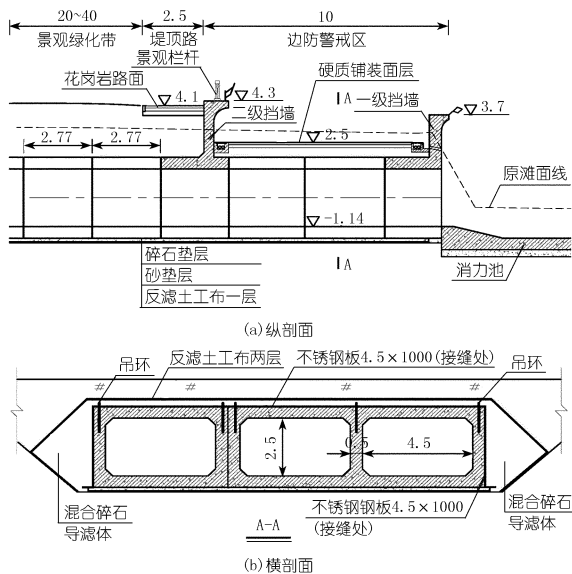


图2 排洪涵洞结构(单位:m)

结合具体情况和实际可操作性,混凝土结构耐久性措施为:不单独采用硅酸盐或普通硅酸盐水泥作为胶凝材料配制混凝土,掺加大掺量或较大掺量矿物掺和料;在混凝土中加入阻锈剂;堤岸挡墙、涵洞混凝土强度等级取为 C50,混凝土水胶比不大于0.33。

钢筋混凝土保护层厚度 6.0 cm;涵洞洞身施工吊装完成后必须切割洞身外露的吊环,同时在吊环处现浇不小 6.0 cm 厚的 C50 混凝土。

4 结 语

目前横琴新区的基础设施工程设计、施工正处于高峰阶段,口岸服务区段堤岸工程虽不是很长,但工程位于口岸服务区,与对岸的澳门隔江相望,所处位置非常重要,对工程的安全要求、防洪要求、景观要求、边防要求、设计标准均很高。加上地质条件特殊、工程所处的环境条件又对耐久性不利,这些因素决定了工程的设计存在相当的难度,对设计提出了更高的要求。堤顶高程的确定、堤岸的断面结构、基础处理措施、涵洞结构等的设计与施工均不同于常规的堤岸工程或防洪工程,设计中体现出较多特点和难点。设计经验对类似工程具有很好的参考、借鉴作用。

参考文献:

- [1] SL435-2008 海堤工程设计规范[S].
- [2] DB44/T182-2004 广东省海堤工程设计导则(试行)[S].
- [3] JGJ79-2012 建筑地基处理技术规范[S].
- [4] DBJ 15-38-2005 建筑地基处理技术规范[S].
- [5] 龚晓南. 地基处理手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
- [6] DB44/T 566-2008 广东省抗海水腐蚀混凝土应用技术导则[S].
- [7] GB/T50476-2008 混凝土结构耐久性设计规范[S].

(编辑:徐诗银)

Design of sea dyke works in Zhuhai Hengqin port service area

BAI Baozhong, WU Xiongyuan, ZHOU Zhiye

(Shanghai Investigation, Design and Research Institute Co., Ltd., Shanghai 200434, China)

Abstract: The general conditions of sea dyke works in Zhuhai Hengqin port service area are introduced, the critical and difficult points in the design of dyke works are analyzed, especially the dyke section design, foundation treatment, culvert structure and dyke durability. The characteristics and requirements of the dyke works in the port service area, which is different from the conventional dyke works, are explained. At present, the design and construction of infrastructure works in this area are in peak period, some experiences and measures can provide reference for the similar works.

Key words: section type; foundation treatment; culvert; durability; design of sea dyke works