

# 蓬阳河特大桥涉及堤防岸坡防治与补救工程施工技术措施研究

马荣和

(汕头市河道堤防建设管理中心, 广东 汕头 515000)

**摘要** 本文以蓬阳河特大桥防治与补救工程为研究对象, 聚焦河道管理范围内涉河涉堤建筑物、构筑物堤防岸坡防治与补救工程施工技术措施研究, 同时结合现场踏勘及钻孔地质勘察, 提出河道管理范围内涉河涉堤采用“桥梁跨越”的方式来实现河道左右两岸的互通互联工程相应的防治与补救工程措施, 以期为各行业涉河涉堤(跨河、跨堤、穿河、穿堤)工程防治与补救措施提供具体施工技术参考。

**关键词** 蓬阳河特大桥; 堤防岸坡; 防治与补救工程; 防渗

中图分类号: TV8

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)08-0124-03

近些年, 随着我国城市化进程不断加快, 越来越多的交通设施类项目陆续开工建设。目前, 各行业现有建筑物、构筑物工程错综复杂, 给项目建设施工带来前所未有的挑战。项目建设施工过程中必然要克服各类复杂的工程建设环境, 个别交通设施工程在建设过程中需要采用相应的措施来实现工程跨河、跨堤、穿河、穿堤, 从而顺利推进工程建设<sup>[1-2]</sup>。其中, 跨河、跨堤、穿河、穿堤较为常见的方式仍然是采用“桥梁跨越”来实现河道左右两岸的互通互联。河道管理范围主要是为维护河道生态健康、行洪通畅、河势稳定而划定的河道管理区域。按照水利部《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》、广东省《河道管理范围内建设项目技术规程》等有关规定, 在河道管理范围内建设项目应进行防洪评价, 并编制防洪评价报告<sup>[3-4]</sup>。

同时, 建设项目施工和运行对防洪安全造成影响的, 应调整或优化建设项目的总体布置、建设规模、结构型式与尺寸、施工组织设计等, 并采取必要的防治与补救措施, 保证防洪安全<sup>[5]</sup>。

## 1 工程概况

### 1.1 工程建设背景

蓬阳河特大桥为汕头市汕北大道(凤东路)澄海段工程重要组成部分, 是汕头市中心城区通往澄海区及饶平县的直接快速通道, 有助于加快汕头城市总体规划实施、完善汕头市路网建设, 对推动澄海区中部城市综合发展轴战略, 增强汕头与潮州的联系, 实现汕潮揭经济一体化有着十分重要的意义<sup>[6-9]</sup>。

### 1.2 涉河涉堤建筑物占用河道管理范围面积

蓬阳河特大桥桥位左岸为苏溪围, 右岸为一八围, 左右两岸堤防均已达标加固。苏溪围及一八围堤防管理范围按设计堤脚线外30 m计, 桥梁占用河道管理范围按桥梁外缘扩宽1 m计算, 桥梁占用河道管理范围面积36 822.9 m<sup>2</sup>, 其中占用陆域面积3 552.0 m<sup>2</sup>, 占用水域面积33 270.9 m<sup>2</sup>。

### 1.3 左右岸坡工程地质条件

拟建大桥桥位位于澄海区蓬阳河, 现场原始地貌为河流平原地带, 后期经过人工开挖填筑, 地势较为平坦。左右岸坡为土质岸坡, 稳定性较差, 抗冲刷能力低, 存在一定程度的抗滑稳定、抗渗稳定、特殊土引起的局部沉降变形等问题<sup>[10]</sup>。经现场踏勘及钻孔地质勘察, 揭露地基岩土层为4层, 分别为1-杂填土、2-细砂(2-1粉质粘土)、3-淤泥、4-淤泥质土(4-1粉质粘土)。根据室内岩土物理力学性质试验, 得到左右岸坡不同地质层岩土力学参数(见表1)<sup>[11]</sup>。工程地质特征为上部土层强度较低, 下部土层强软交替, 需采用工程措施加以解决。

### 1.4 涉河涉堤建筑物建设概况

工程拟建涉河涉堤建筑物为蓬阳河特大桥, 10#~29#桥墩位于河道及左右岸堤防管理范围内。其中, 大桥共有17组(12#~28#)桥墩位于河道内, 分别为4组主桥墩(22#~25#)(23#和24#为主墩, 22#和25#为主桥边墩)和13组引桥墩(12#~21#、26#~28#); 大桥共有5组(10#、11#、12#和28#、29#), 桥墩分别位于左右岸堤防背水侧、迎水侧桥墩。11#和

表 1 左右岸坡工程地质条件特性表

层号	岩土层名称及成因代号	室内岩土物理力学性质							
		层面埋深 (m)	层厚 (m)	地基承载力特征值的经验值 $f_{ak}$ (kpa)	压缩模量的平均值 $E_s$ (MPa)	内摩擦角的标准值 $c$	凝聚力的标准值 $\varphi$	变形模量 $E_0$ (MPa)	基底摩擦系数
1	填土 $Q_4^{ml}$	表层	1.50 ~ 2.90		-	22.4	20.6	5	-
2	细砂 $Q_4^{al+pl}$	1.50 ~ 8.50	1.30 ~ 9.10	100	-	27.6	-	18	0.30
2-1	粉质粘土 $Q_4^{al+pl}$	1.90 ~ 6.90	1.2 ~ 6.6	130	3.3	6.6	12.6	-	-
3	淤泥 $Q_3^{al+pl}$	9.30 ~ 10.80	8.70 ~ 11.70	50	2.4	3.1	6.4	-	-
4	淤泥质土 $Q_3^{al+pl}$	19.50 ~ 21.00	1.5 ~ 9.3	80	4.64	15.5	23.2	-	-
4-1	粉质粘土 $Q_3^{al+pl}$	21.50 ~ 23.10	5.9 ~ 8.0	150	7.3	15.6	31.7	-	-

12# 桥墩分别位于堤防背水侧和迎水侧。11# 桥墩基础距离堤防背水侧堤脚距离为 7.46 ~ 7.92 m, 12# 桥墩基础距离堤防迎水侧堤脚距离为 11.47 ~ 11.79 m; 28# 和 29# 桥墩分别位于堤防迎水侧和背水侧。28# 桥墩基础距离堤防迎水侧堤脚距离为 11.21 ~ 14.58 m, 29# 桥墩基础距离堤防背水侧堤脚距离为 5.75 ~ 8.30 m。大桥靠近左右岸堤防处设计均采用一跨 45 m 跨越左岸苏溪围, 一跨 45 m 跨越右岸一八围。

### 1.5 左右岸堤围及涉河涉堤建筑物防洪标准

大桥桥位左岸堤围为苏溪围, 右岸堤围为一八围, 其设计防洪标准为 50 年一遇, 采用 30 年一遇洪水水面线设计, 经过堤库联合调度, 达到 50 年一遇防洪标准。河道防洪标准为 50 年一遇, 洪峰流量为 5 130 m/s, 相应设计洪水位 5.52 m; 莲阳河特大桥为设计防洪标准为 300 年一遇 ( $P=0.33\%$ ), 洪峰流量为 6 944 m/s, 相应设计洪水位 6.51 m; 大桥施工期防洪标准为 10 年一遇 ( $P=10\%$ ), 桥位处洪峰流量为 3 562 m/s, 相应设计洪水位为 4.75 m。

## 2 施工技术措施

经现场踏勘辅以钻孔地质勘察, 结合现场地质条件及考虑防洪度汛影响, 制定了左右滩槽岸坡、主河槽及堤防附近采用“抛石护脚+格宾石笼护坡、格宾石笼防护、灌浆+打桩防渗处理”的综合工程防治措施处置方案进行防护。

### 2.1 左右岸抗滑稳定措施

莲阳河特大桥两岸堤防已达标加固, 设计防洪标准为 50 年一遇 (采用堤库结合设计), 现状堤防迎水侧部分已建挡墙及浆砌石护脚。按照前期现场踏勘及

钻孔地质勘察结果, 需对左右岸滩槽岸坡采取工程措施 (抛石护脚+格宾石笼护坡) 进行现状堤防加固。

1. 左岸滩槽岸坡。拟对左岸苏溪围现状堤防进行加固, 加固范围为莲阳河特大桥桥位 37 m 及上下游 100 m, 加固长度为 237 m。采用“抛石护脚+格宾石笼护坡”等方式进行防护。护坡格宾石笼厚度为 500 mm, 坡比按 1:5 控制, 沿坡面贴坡排布; 护脚抛石厚度为 500 mm, 宽度为 10 m, 坡比按 1:1.5 控制。施工顺序: 先对堤防迎水坡及左岸滩槽岸坡进行清障 (杂草) 处理, 随后采用 300 g/m<sup>2</sup> 的无纺土工布进行铺设, 最后采用格宾石笼护坡, 厚度为 500 mm; 为保证河床稳定, 堤脚处进行铺设抛石护脚, 抛石前先清除垃圾及河底淤泥, 抛石宽 10 m, 长度各 237 m, 抛石高程不得高于现状河床高程。

2. 右岸滩槽岸坡。拟对右岸一八围现状堤防进行加固, 加固范围为莲阳河特大桥桥位 37 m 及上下游 100 m, 加固长度为 237 m。采用“抛石护脚+格宾石笼护坡”等方式进行防护。护脚抛石厚度为 500 mm, 宽度为 10 m, 坡比按 1:1.5 控制; 护坡格宾石笼厚度为 500 mm, 坡比按 1:1.5 控制, 沿坡面贴坡排布。施工顺序: 先对堤防迎水坡及左岸滩槽岸坡进行清障 (杂草) 处理, 随后采用 300 g/m<sup>2</sup> 的无纺土工布进行铺设, 最后采用格宾石笼护坡, 厚度为 500 mm; 为保证河床稳定, 堤脚处进行铺设抛石护脚, 抛石前先清除垃圾及河底淤泥, 抛石宽 10 m, 长度各 237 m, 抛石高程不得高于现状河床高程。

3. 主河槽内堤脚边桥位。12#、26# 桥墩纳入左右岸滩槽岸坡治理范围, 采用“抛石护脚+格宾石笼护坡”等方式进行防护。12# 桥墩护脚抛石厚度为 500 mm,

宽度为10 m,坡比按1:1.5控制;护坡格宾石笼厚度为500 mm,坡比按1:5控制,沿坡面贴坡排布。26#桥墩护脚抛石厚度为500 mm,宽度为10 m,坡比按1:1.5控制;护坡格宾石笼厚度为500 mm,坡比按1:1.5控制,沿坡面贴坡排布。施工顺序:先对12#、26#桥墩周围滩槽岸坡进行清障(杂草)处理,随后采用300 g/m<sup>2</sup>的无纺土工布进行铺设,最后采用格宾石笼护坡,厚度为500 mm;为防止桥墩处壅水保证河床稳定,堤脚处进行铺设抛石护脚,抛石前清除垃圾及河底淤泥,抛石宽10 m,抛石高程不得高于现状河床高程。

### 2.2 堤防迎水侧堤脚周围防渗

经现场踏勘及钻孔地质勘察,右岸(一八围)背水侧存在细砂层等强透水层容易存在渗透破坏风险。为避免工程后期运行过程中发生渗透破坏,拟采取工程措施(打防渗桩)对堤防迎水侧堤脚位置的桥位37 m及上下100 m范围内进行防渗处理。防渗桩类型采用水泥搅拌桩,桩体呈双排布置,桩径为500 mm,桩长为10 m,两排及相邻桩桩芯间距为300 mm。

### 2.3 主河槽内桥墩防冲刷

13#~26#桥墩为主河槽内桥墩,桥墩顺水流方向纵向布置,与主河道斜交。目前共有14组桥墩位于主河槽内,为避免桥墩建设造成河道冲刷,对桥墩周边10 m范围内采用高尔凡覆塑格宾石笼进行防冲刷保护。格宾石笼采用正方形布置,厚度为1.5 m,桥墩处的格宾石笼高程不得高于现状河床高程。

### 2.4 近堤及滩地上桥墩基础周围防渗

为防止近堤及滩地上桥墩基础周围发生渗流,拟采取工程措施(粘土充填灌浆)对左右两岸堤脚30 m范围内近堤和滩地上桥墩(左岸灌浆桥墩为11#、12#桥墩,其中11#桥墩为堤防背水侧桥墩,12#桥墩为堤防迎水侧桥墩)及桩基周围缝隙进行处理。本次灌浆浆液采用粘土浆,灌浆顺序为先灌迎水侧排孔,再灌背水侧排孔。左右岸孔口大小为0.1 m,同排相邻粘土灌浆孔孔距为2 m,相邻排粘土灌浆孔孔距为2 m,粘土灌浆孔孔深8 m,灌浆孔沿桥墩及桩基环形布置。右岸灌浆桥墩为28#、29#桥墩,其中28#桥墩为堤防迎水侧桥墩,29#桥墩为堤防背水侧桥墩,同排相邻粘土灌浆孔孔距为2 m,相邻排粘土灌浆孔孔距为2 m,粘土灌浆孔孔深8 m,灌浆孔沿桥墩及桩基环形排布。此次粘土灌浆共布置46\*4个钻孔,平均孔深为8 m,总灌浆钻孔进尺1 619.20 m。

## 3 结论

本文以莲阳河特大桥防治与补救工程为研究对象,聚焦河道管理范围内涉河涉堤建筑物、构筑物堤防岸

坡防治与补救工程施工技术措施研究,以期为各行业涉河涉堤(跨河、跨堤、穿河、穿堤)工程防治与补救措施提供具体施工技术参考,具有一定的工程借鉴意义。主要结论有:

1. 莲阳河特大桥涉及堤防岸坡防治与补救工程采用现场踏勘、钻孔地质勘察、室内岩土物理力学性质试验等技术手段查明左右岸坡工程地质条件,探明防治与补救措施的工程范围,为后续制定施工技术措施提供一定的参考。

2. 提出了左岸滩槽岸坡采用抛石护脚+格宾石笼护坡;右岸滩槽岸坡采用抛石护脚+格宾石笼护坡;主河槽采用格宾石笼防护;对左右两岸堤脚30 m范围内近堤和滩地上桥墩周围缝隙采用灌浆防渗处理(粘土浆);对右岸堤防迎水侧堤脚位置桥位37 m及上下游100 m范围进行打桩防渗处理(打防渗桩)。

3. 提出了左右滩槽岸坡、主河槽及堤防附近采用“抛石护脚+格宾石笼护坡、格宾石笼防护、灌浆+打桩防渗处理”的综合工程防治措施处置方案进行防护。

## 参考文献:

- [1] 刘俊勇,林凤标.涉水桥梁工程防洪补救措施案例分析[J].珠江现代建设,2014(02):1-5.
- [2] 刘俊勇.涉水码头工程防洪补救措施典型案例[J].人民珠江,2013,34(05):16-19.
- [3] 欧阳院平,谢桥军,周丹,等.堤防防洪补救措施分析[J].水科学与工程,2021(02):25-30.
- [4] 张玥,田志军,张金魁.防洪评价防治与补救措施探讨[J].中国水运(下半月),2018,18(02):184-185.
- [5] 殷丹,石凤君,赵淑杰.河道堤防工程安全综合性评估[J].水利科技与经济,2013,19(01):1-3.
- [6] 汕头市汕北大道(凤东路)澄海段工程莲阳河特大桥涉及堤防岸坡影响防治与补救工程初步设计报告[R].惠州:惠州市华禹水利水电工程勘测设计有限公司,2021.
- [7] 汕头市汕北大道(凤东路)澄海段工程莲阳河特大桥涉及堤防岸坡影响防治与补救工程初步设计图册[R].惠州:惠州市华禹水利水电工程勘测设计有限公司,2021.
- [8] 汕头市汕北大道(凤东路)澄海段工程莲阳河特大桥涉及堤防岸坡影响防治与补救工程岩土工程勘察报告[R].汕头:汕头市潮汕水电勘察有限公司,2021.
- [9] 汕头市汕北大道(凤东路)澄海段工程莲阳河特大桥涉及堤防岸坡影响防治与补救工程概算书[R].惠州:惠州市华禹水利水电工程勘测设计有限公司,2021.
- [10] 李海峰.浅谈防洪工程中堤防的渗漏分析及处理措施[J].新农业,2021(22):78.
- [11] 同[9].