



抛石+袋装砂组合堤结构 在软基筑堤工程中的应用

江炳茂, 盛懿洁, 丁洁

(中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 上海 200120)

摘要: 以某陆域形成工程为例, 介绍抛石+袋装砂组合堤结构的设计方法, 及其在本工程应用时相比全袋装砂和全抛石堤所具有的技术经济优势, 为类似工程提供参考。

关键词: 抛石; 袋装砂; 结构设计; 软基筑堤; 应用

中图分类号: U 656.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)12-0130-04

Application of rubble mound-bagged sand dike structure in soft base embankment engineering

JIANG Bing-mao, SHENG Yi-jie, DING Jie

(Shanghai Waterway Engineering Design and Consulting Co., Ltd., Shanghai 200120, China)

Abstract: Taking a land formation engineering as a study case, this paper describes the design method for the rubble mound-bagged sand dike structure and its technical and economic advantages comparing with the whole bagged sand dike or whole rubble mound dike, hoping to serve as reference for similar works.

Key words: rubble mound; bagged-sand; structural design; soft-base embankment; application

以往筑堤技术应用最为广泛的可谓传统的抛石筑堤, 其筑堤材料主要是石料, 在众多城市防洪大堤、围垦围堤、防波堤等工程中均随处可见。但自从20世纪80年代起, 新兴的袋装砂筑堤技术则在我国得到了逐步推广和应用, 特别是近些年来, 随着我国水利、港口工程建设的大力发展和推进, 袋装砂筑堤技术得到更为广泛的应用, 主要用于江、海护岸、防洪大堤、围堤及防波堤工程等等, 其筑堤材料主要是砂和土工织物。目前在大部分筑堤工程中, 常规的筑堤主材主要为传统抛石或新兴袋装砂, 而将两种不同的筑堤材料巧妙结合起来各取所长进行筑堤的工程实例则较少。因此, 本文以某陆域形成工程为实例, 重点介绍抛石+袋装砂组合结构设计在软基筑堤工程中的应用情况, 并通过工程实践效果, 阐明抛石和

袋装砂的巧妙组合结构设计在本工程应用时相比纯粹采用传统抛石堤和全袋装砂堤所具有的技术经济优势, 具有重大的创新意义和实用参考价值, 以期为今后类似工程建设提供经验和借鉴意义。

1 工程概况

某陆域形成工程拟进行围海造地, 成陆总面积约90万 m^2 , 围堤总长1 880 m, 围堤设计标准为II级海塘, 设计波浪重现期50 a一遇; 工程区范围内有若干座山体需进行开采, 山体开采平整后形成的场地兼作后续港口陆域使用。

2 主要建设条件

1) 堤基软土层指标差。

堤基软土层主要分布有土层分布有淤泥、淤

收稿日期: 2012-10-10

作者简介: 江炳茂(1978—), 男, 高级工程师, 从事水运、水利工程设计研究。

泥质黏土和淤泥质粉质黏土, 软土层最大厚度达 30 m 左右, 往下主要为黏土、含黏性土碎石等硬

土层, 软土层主要物理力学指标见表 1。

由表 1 可知, 堤基软土层具有含水率高、压

表 1 软土层主要物理力学指标

土层名称	含水率 w/%	密度 $\rho/(\text{g} \cdot \text{m}^{-3})$	孔隙比 e	直剪			
				快剪峰值强度		固结快剪峰值强度	
				C/kPa	$\varphi/(\text{°})$	C/kPa	$\varphi/(\text{°})$
淤泥、淤泥质黏土	53.4	1.71	1.473	8.1	2.7	15.5	9.2
淤泥质粉质黏土	50.5	1.73	1.387	7.8	2.6	15.5	9.3

缩性大、强度低等特点, 物理力学性能指标差, 且软土层厚度大, 为超深软基。

2) 接岸堤段基岩面极陡。

围堤多处接岸堤段位于山头岬角区域, 基岩埋深 0~14 m, 地质变化复杂, 且存在向外倾斜的基岩面, 最陡坡度达 1:3 左右, 在如此陡的倾斜基岩面上筑堤, 对围堤的安全稳定造成极大的威胁。接岸段典型基岩地质剖面见图 1。

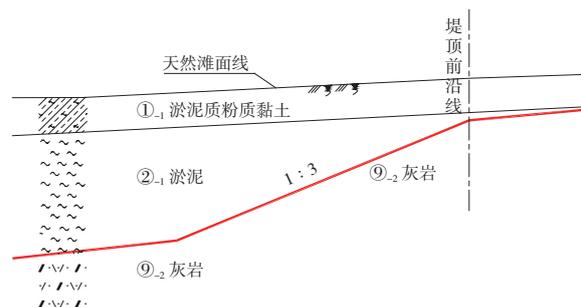


图 1 接岸段典型基岩地质剖面

3) 围堤沿线地质复杂多变。

围堤沿线多处穿过或紧挨小岛屿, 沿线软土层和基岩起伏变化大, 地质构造复杂, 围堤结构设计需充分考虑复杂多变的地质对围堤安全所带来的不利影响。

4) 石料供应充足、砂源相对匮乏。

工程区本身有山体需要开采, 石料供应充足, 价格较为便宜, 但工程附近砂源较为匮乏, 且价格较高, 筑堤材料选择应充分考虑现场建材条件。

5) 设计波浪。

50 a 一遇堤前设计波浪要素见表 2。

表 2 50 a 一遇堤前设计波浪要素

$H_{1\%}/\text{m}$	$H_{5\%}/\text{m}$	$H_{13\%}/\text{m}$	H_m/m	L/m	T/s
3.87	3.33	2.91	2.00	55.9	7.5

3 围堤结构设计

3.1 围堤结构设计基本要求^[1]

1) 整体稳定性好。

围堤堤基表层主要为高压缩性、低强度的淤泥质黏土, 且厚度大, 软土层最深约 30 m, 围堤加载后地基变形大, 势必要求围堤结构应具有很强适应地基变形的能力, 且整体稳定性要好, 以满足围堤施工期安全稳定的需要。

2) 因地制宜选用筑堤材料。

本工程区有可供开采的石料, 石料供应充足, 但砂源供应则相对匮乏, 价格相对较高, 围堤结构应优先考虑石料作为堤心材料, 以确保主材供应有保障, 并减少工程投资。

3) 抗风浪稳定性好。

工程所在海区每年 5—11 月均可能受到热带气旋台风的影响, 并有风暴潮出现。外海风浪可直接传入, 设计有效波高 2.7 m, 考虑可能受到台风袭击, 要求围堤护面结构具有较强的抗浪稳定性, 并且筑堤材料应具有一定的抗浪能力, 以满足施工期抗浪稳定要求, 减少工程施工损失。

3.2 堤基处理及堤心结构

3.2.1 堤基处理

综合考虑本工程地质、材料来源和施工条件等因素, 常用的软基处理方法有抛石挤淤法、爆破排淤填石法及排水固结法等, 结合以上堤基处理原则, 堤基处理方案考虑如下:

根据本工程地质条件特点, 堤基软土层厚度大 (最大达 30 m 左右), 地质力学性能指标差, 堤基处理方法考虑对爆破排淤填石方案和排水固结方案进行综合比选。如采用爆破排淤填石方案, 由于处理深度大 (最大达 30 m 左右), 国内

会存在爆破挤淤不彻底所造成的安全隐患。

3) 工期短。

抛石和袋装砂组合堤的袋装砂部分可大规模平行施工, 同步开展多个工作面, 在砂源相对匮乏情况下, 仅基础部分砂料需求量较小, 材料供应较有保障、风险较小; 抛石部分, 由于工程区现场开山, 石料运距短、供应充足, 可通过水上、陆上交叉流水施工, 总体施工进度较快, 工期有保障。采用爆破排淤填石方案则只能陆上推进, 施工作业面少, 且处理深度大, 石料用量大, 施工进度缓慢。

抛石和袋装砂组合堤方案相比爆破排淤填石方案可节省工期约 1 a。

4) 就地取材、合理利用建筑材料。

组合堤方案有效解决本工程开山的石料去向, 就地取材、合理利用建筑材料, 而全袋装砂方案所需砂料需外购, 不能合理利用工程区开山石。

综上, 抛石和袋装砂组合堤吸收了袋装砂整体性好的优点, 也合理利用工程区开山石, 相比其他方案具有安全稳定性好、经济性优、工期短等优势, 可谓是一个颇为完美的组合结构方案。

3.3 护面结构

根据本工程波浪特点, 并考虑本工程区可能受到热带气旋台风、风暴潮等影响, 经综合比选, 围堤外坡护面采用具有消浪效果好、适应地基变形能力较强、施工速度快等优点的扭王字块护面, 下面设置垫层石, 内坡护面采用干砌块石。

3.4 护底

本工程堤基表层土为淤泥、淤泥质粉质黏土, 属不易冲刷性土质, 且围堤建成后沿堤流作用较小。因此, 护底设计主要考虑施工期临时性

保护措施, 根据类似工程实施经验, 护底设计采用砂肋软体排^[4], 余排宽度取为 5 ~ 10 m。

4 实施效果

目前围堤工程施工已接近尾声, 主体工程都已顺利完成, 正在进行最后的防浪墙和堤顶道路施工, 施工期间没有出现围堤结构安全事故, 实施效果良好。

5 结语

1) 本工程采用抛石+袋装砂组合结构方案, 较全袋装砂和爆破排淤填石方案节省工程费用约 25%, 经济效益非常显著。

2) 目前围堤工程施工接近尾声, 主体工程已经全部完成, 经历了台风期和汛期大潮的考验, 围堤完好无损, 施工期间没有出现任何围堤安全事故, 可见抛石+袋装砂组合堤在本工程中的应用是成功的。

3) 抛石+袋装砂组合结构在本工程应用时充分利用袋装砂和抛石的优点, 取其所长, 具有安全稳定性好、经济性优、工期短等优势, 在以往类似工程中较为罕见。因此, 本工程的成功实施将为今后类似工程的设计和施工积累一定的实践经验。

参考文献:

- [1] JTS 154-1—2011 防波堤设计与施工规范[S].
- [2] JTJ 147-1—2010 港口工程地基规范[S].
- [3] 江炳茂, 孙鹏, 余竞. 袋装砂斜坡堤结构设计在超深淤泥软基工程中的应用[J]. 水运工程, 2009(10): 161-164.
- [4] JTJ 239—2005 水运工程土工合成材料应用技术规范[S].

(本文编辑 郭雪珍)

专业论坛 技术伴侣