

碎石桩增强护岸边坡整体稳定性的效果分析

张吕华

(宁波舟山港股份有限公司, 浙江 宁波 315000)

摘 要:以浙江沿海某工程的护岸边坡整体稳定性碎石桩处理为例, 介绍了处理方案, 并对加固效果进行研究分析, 可为其它类似工程提供参考。

关键词:碎石桩; 护岸边坡; 整体稳定性; 效果分析

中图分类号: U656 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 03—0137—02

1 概述

碎石桩是地基处理中, 经机械成孔后, 填充碎石、卵石或矿渣等硬质料并振密形成密实桩体, 常应用于消除液化、提高地基承载力或增强土坡和地基整体稳定性为主要目的地基处理工程。自 20 世纪 70 年代以来, 碎石桩由于其具有施工速度快、适用性广、效果好和造价低的有点, 在港口、道路、堤坝和工业与民用建筑等地基处理工程中得到了广泛应用。

本文结合浙江沿海某工程的护岸边坡整体稳定性碎石桩处理, 介绍了处理方案, 并对加固效果进行了研究分析。

该工程位于海陆交界的山体坡脚基岩入海区域, 工程场地陆域与山体间以斜坡式抛石护岸分隔, 并确保山体侧潮流通道畅通。护岸顶宽度 5.0m, 外坡设 150kg ~ 250kg 块石护坡, 坡度为 1:1.5, 堤心采用回填抛石。原地基处理采用打设塑料排水板, 地基和堤身之间铺设 1.0m 厚碎石垫层作为水平排水通道, 原设计断面见图 1。

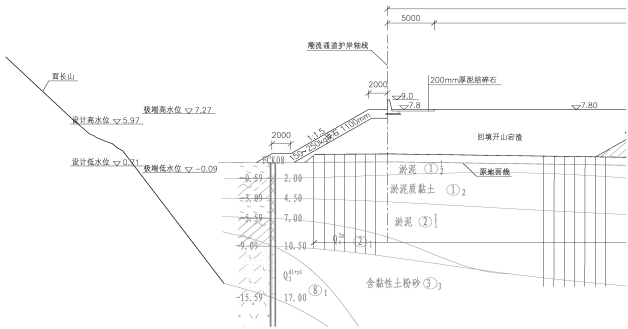


图 1 原设计护岸断面图

后陆域场地施工过程中, 护岸局部因潮流通道疏浚发生滑移塌陷, 致使护岸边坡范围内淤泥隆起, 下部排水板破坏。

针对该情况, 综合考虑造价、工期、施工等多方面因素, 在高性能强夯置换及碎石桩两方案之间充分比选

后, 采用了碎石桩方案。

2 工程地质

根据工程地质勘察资料, 场地内自上而下埋藏的地层主要为堆填宕渣层、海相沉积层淤泥、冲积层粉砂层、砾石、坡积层砾砂, 下覆基岩为全风化凝灰岩和中风化凝灰。

护岸边坡下淤泥层厚度在 5m ~ 10m, 具有含水量高, 孔隙比大, 强度低, 灵敏度高, 压缩性大, 固结周期长等特点, 为本工程需要处理的主要土层。

3 碎石桩设计方案

3.1 设计方案

沿护岸方向总碎石桩处理长度约 490m, 平面加固宽度 21.6m。

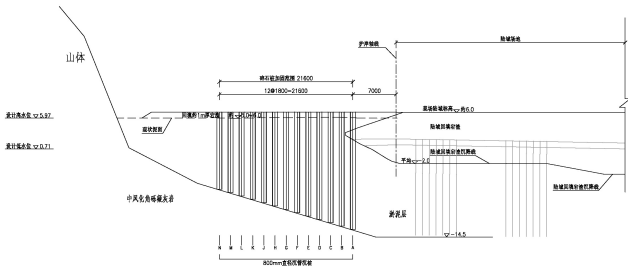


图 2 碎石桩加固断面图

(1) 碎石桩采用沉管碎石桩的桩型, 沉管直径 800mm, 桩间距 1.8m, 平面为梅花形布置。

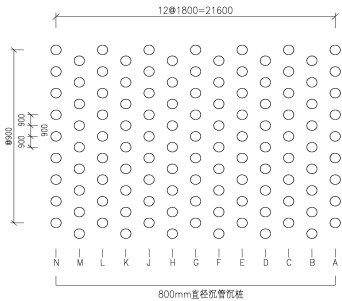


图 3 桩位平面布置图

(2) 由于护岸边坡施打碎石桩范围内现状为软土, 根据需要整平并回填 1m 厚宕渣形成碎石桩施工面。

(3) 碎石桩需打穿淤泥质土层以下至少 3m, 当基岩上部覆盖层为淤泥质土层时应打设至基岩面。

(4) 碎石桩桩体材料采用轧制碎石, 粒径宜为 4cm ~ 15cm, 连续级配, 2cm 以下粒径含量不大于 10%, 含泥量不大于 5%, 且不得含黏土块。

(5) 碎石桩施工前应进行试成桩, 以确定适合现场工程地质条件的施工工艺参数。施工单位应通过控制施工工艺尽可能增大碎石桩的充盈系数, 并保证桩体密实度。

(6) 处理完成后对碎石桩桩体密实度检测, 检测数量取总桩数的 1%, 检测在成桩后 10d 左右进行。每米平均密实度 N63.5>7 击 (贯入深度 10cm)。

(7) 施工过程中保证桩的垂直度, 合理控制施工速率, 对沉桩周边起拱现象进行观测记录; 记录每根碎石桩所用碎石方量。

3.2 试桩试验

全面施工前选取 120 根碎石桩进行了碎石桩试桩试验。试验成果表明:

(1) 部分区域由于上部存在一定厚度的堆填宕渣层无法直接沉管, 需先进行引孔施工, 引孔直径 600mm, 引孔深度以穿透宕渣层为原则 (平均深度约 6.5m, 平均引孔时间 7 分钟)。引孔完成后在原设计桩位采用 500mm 直径沉管施打碎石桩, 并复打 2 次。

(2) 单桩打设时间平均为 45 分钟, 打桩提升平均速度为 4m/min, 每次提升 4m, 留振 30s, 反插 40cm, 充盈系数在 0.95 ~ 1.1 左右。

3.3 整体稳定性计算

岸坡整体抗滑稳定性计算按照平面问题考虑, 采用圆弧滑动面计算, 计算方法采用简单条分法。

护岸与山体间的土体天然地基土强度指标采用直剪快剪指标; 陆域场地由于采取过堆载预压处理, 下部土体天然地基土强度指标采用直剪快剪指标, 并考虑荷载作用下地基土的强度增长。

表 1 整体稳定性计算成果表

计算工况		剖面 1 最小安全系数	剖面 2 最小安全系数	剖面 3 最小安全系数
施工期	设计低水位	1.129	1.216	1.129
	设计高水位	1.121	1.133	1.121
运营期	设计低水位	1.141	1.216	1.141
	设计高水位	1.121	1.133	1.121

沿护岸轴线选取 3 个典型地质剖面进行计算, 结果见表 1。按照《浙江省海塘工程技术规定》, 整体抗滑

稳定安全系数 K 正常运用条件 (使用期) 取 ≥ 1.10 , 非常运用条件 (完建期) ≥ 1.05 。由计算可知, 护岸边坡在经过碎石桩处理后, 满足整体稳定要求。

4 处理效果分析

4.1 密实度检测

根据碎石桩重型动力触探测试成果, 该工程碎石桩密实度状态为稍密 ~ 中密, 基本满足每米平均密实度 N63.5>7 击 (贯入深度 10cm)。

4.2 监测数据及分析

为动态监测护岸边坡的稳定情况, 掌握碎石桩处理前后土体变化情况, 在护岸沿线布设沉降板、位移边桩、孔隙水压力、深层测斜管、分层沉降管等设施进行监测。

监测标准: 要求深层侧向位移应小于 4mm/日; 沉降量小于 10mm/日; 位移小于 5mm/日; 孔隙水压力增加值不得大于后方载荷加载的一半, 即 $\Sigma \Delta U / \Delta P \leq 50\%$ 。

监测周期: 在处理完成后前半个月, 每天观测 2 次; 如数据稳定, 半个月后可每天观测 1 次; 如数据稳定, 1 个月后可每周观测 1 次。

碎石桩处理三个月累计监测数据见表 2, 由表可知各项指标均小于设计控制标准, 特别是深层侧向位移指标远小于设计控制标准。数据表明碎石桩处理后护岸边坡稳定性较好, 加固效果显著。

表 2 监测成果指标统计表

监测项目	速率	累计量
表层沉降	沉降速率最大值介于 0 ~ 1.0mm/d	累计沉降介于 14 ~ 100mm
分层沉降		累计沉降介于 4 ~ 20mm
表层位移	深层土体水平位移速率最大值介于 0 ~ 0.36mm/d	累计位移量介于 5.7 ~ 28.7mm
深层侧向位移	深层土体水平位移速率最大值介于 0 ~ 0.08mm/d	累计位移量介于 0.40 ~ 11.38mm
孔隙水压力	超静压孔隙水压力以消散为主, 且孔隙水压力增加值未超过加载荷载的一半	

5 结语

碎石桩处理施工期间加强监测非常重要, 可有效控制处理期的质量; 完工后的检测分析非常必要, 可检验处理后的加固效果。本工程护岸边坡整体稳定性采用碎石桩处理是成功的, 总体上达到了设计的加固效果, 处理后沉降、位移等均得到了较好的控制, 可为其它类似工程提供参考。

参考文献:

[1] JTJ 246-2004, 港口工程碎石桩复合地基设计与施工规程 [S].