

软土地基上围堤加载与灌注桩施工的处理措施

唐继亮

(中交一航局第二工程有限公司, 山东 青岛 266071)

摘要: 结合工程实例与软土地基上围堤滑坡产生机理, 优化加载的施工方案, 分析并确定围堤加载过程中外侧灌注桩施工时机与平台形式, 以应对软土地基上围堤滑坡风险, 保证施工的质量与安全性。

关键词: 软土地基; 灌注桩; 加载; 抗滑稳定

中图分类号: U61 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 07—0128—04

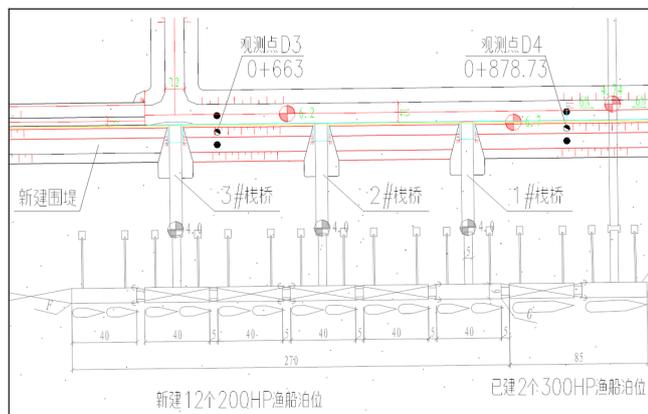
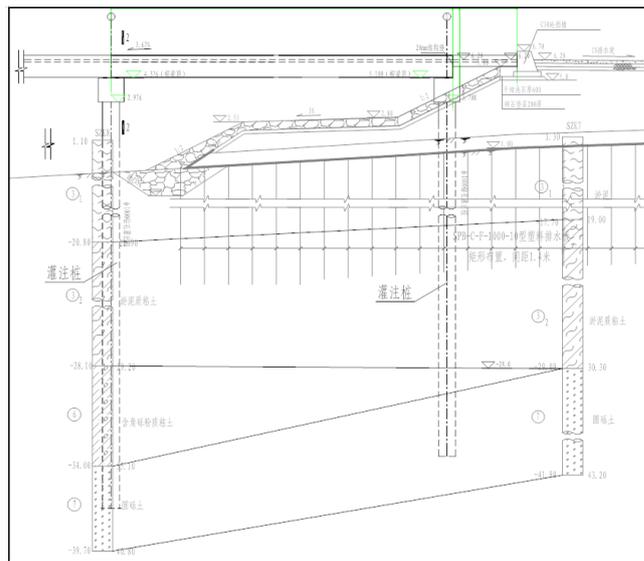
主要结合浙江省三门县健跳一级渔港建设项目工程实际情况, 对软土地基上围堤加载过程中灌注桩施工方案展开论述。

泥层较厚, 最深达 22.6m, 土体抗剪强度差、固结系数小、扰动性大, 在围堤加载过程中易产生位移, 位移对灌注桩施工及其桩身结构会产生很大影响。

1 工程概况

1.1 工程概述

浙江省三门县健跳一级渔港建设工程主要施工内容为围堤 1180m(堤防等级 4 级); 浮码头 6 座; 陆域回填约 3.5 万 m³; 港区道路 1.26 万 m²; 综合执法办证中心 800 m²; 港区水、电、通信、监控等配套设施。该围堤堤型为斜坡式断面土石混合坝结构, 基础设于海边淤泥上, 地基采用正方形布置的塑料排水板作排水固结处理, 间距 1.4m, 深度 20m。浮码头设三座高桩梁板式栈桥, 桩基采用灌注桩与管桩, 每条栈桥灌注桩 2 排, 每排 2 根, 紧靠围堤布置, 灌注桩直径 1m, 深度 38 ~ 42m, 桩端进入⑦层圆砾土层深度不小于 2.5m, 围堤平面图如下:



1.2 工程地质

根据《浙江省三门县健跳一级渔港建设工程施工图设计阶段工程地质勘察报告》, 现场施工区域自上而下地质层依次为, 详见下图 2: ① 淤泥、② 淤泥质粘土、③ 含角砾粉质粘土、④ 圆砾土, 围堤回填范围内淤

2 问题提出

围堤基础设于海边淤泥上, 但整体工期较短, 软土未完成加固处理便进行上层荷载的回填施工, 滑动与抗滑之间的平衡性难以把握, 在围堤加载过程中一旦产生滑坡、位移, 将对灌注桩施工及其桩身结构造成不利影响。如何防止出现滑坡质量事故, 确定预防措施、灌注桩开工时机与施工平台形式是施工的重点难点。

2.1 软土基上围堤滑坡产生机理

围堤回填范围内淤泥层较厚, 最深达 22.6m, 土体抗剪强度差, 地基在设置竖向和水平向排水通道后, 在新增荷载作用下逐渐固结, 地基土体抗剪强度逐渐增强, 但当荷载增加过快时, 土体所受滑动力矩将迅速增长, 而抗剪强度增长较慢, 当所受滑动力矩大于抗滑力矩, 土体开始剪裂, 并产生连续滑动面, 岸坡便极易发生失

稳、滑坡。施工过程中预防滑坡的重点是控制土体强度增长与荷载增加的协调性。

2.2 处理思路

当坝基下软弱土层较深时，滑动面可能贯穿土和堤身，可采用修正的圆弧滑动条分法，先计算出没有土工织物加筋时最危险的滑弧位置，并假设土工布加筋后滑弧的位置不变，考虑各层土工织物提供水平的加筋力产生附加的抗滑力矩，需注意验证土工织物抗拔力是否满足要求。

根据无土工布及有土工布加筋时最危险滑弧位置的安全系数计算结果及与现场滑坡区域沉降位移在高、低潮时的观测数据得出：

(1) 滑坡是由于土工布在船抛碎石时被拖出而无土工布或铺设的土工布的技术指标未达到设计指标及车辆荷载作用共同导致。根据计算得出的滑动半径、深度、长度，对后续施工进行调整后，围堤其他桩号地段在碎石垫层和首层 60cm 抛石混合料回填均后未发生滑坡现象。

(2) 作用在最危险圆弧滑动范围的荷载越多，荷载产生的滑动力越大，但抗滑力增长幅度较小，则滑动风险越大。

(3) 高潮时现场潮水绝大部分横向作用于围堤边坡坡面上，即使是天文最大潮作用在回填加载层顶部的荷载也相当有限，即高潮时提供的抗滑力更大，土体较稳定。

因此可以首先通过抗滑稳定性验算得出最危险滑弧范围，并考虑安全系数，避免在该区域范围内施加不必要的荷载，同时需根据土工织物的抗拉强度及抗拔力作铺设方案优化，以保证其能正常提供加筋力，同时尽量选择涨潮期间回填加载。

3 围堤加载中外侧灌注桩施工方案

3.1 施工时机

3.1.1 方案的比选

根据图 2 可知，第一排灌注桩位于堤身上，第二排灌注桩紧靠镇脚层外侧。灌注桩施工时机有三种方案：

(1) 在围堤加载前施工完成，但围堤在分层加载过程中会发生沉降、位移甚至滑动，连续的位移产生的巨大水平力不断作用于桩身上，将使灌注桩发生较大的位移，且灌注桩抗弯性能若无法满足此水平力产生的弯矩，将会产生大的裂缝而破坏；

(2) 在围堤施工完成后开始施工，无法满足工期要求，将造成至少 3 个月的延期；

(3) 在围堤加载过程中施工，此种方案是工程常用方案，但需确定围堤加载到什么程度才开始施工，可根据围堤沉降位移观测数据资料分析后进行推断。

3.1.2 具体时间的确定

根据经过调整的分层加载厚度，一次加载 60 ~ 80cm，堤身混合料填筑需分 6 次填筑完成。位移在堤身混合料第一次加载后开始观测，不计碎石垫层抛填产生的位移，3 条栈桥后侧设置的位移观测点位移数据如下：

表 1 1~4 次围堤加载位移观测数据统计表

断面桩号	一次加载后位移		二次加载后位移		三次加载后位移		四次加载后位移	
	最大值 (mm)	时间 (d)	最大值 (mm)	时间 (d)	最大值 (mm)	时间 (d)	最大值 (mm)	时间 (d)
CX03(K0+663)	26.47	35	53.2	43	15.65	20	11.81	14
CX04(K0+860)	25.5	29	21.6	20	25.16	21	27.05	42

3# 观测点，加载标高至 +5.5m，截至 2021 年 5 月 31 日累计位移 107.13mm，累计时间 112d，平均位移 0.96mm/d；4# 观测点，加载标高至 +5.3m，截至 2021 年 5 月 31 日累计位移 99.31mm，累计时间 112d，平均位移 0.89mm/d。期间最大位移约 2.5mm/d，最小趋于稳定。根据深层土体水平位移观测数据，预计至最终位移稳定，还将产生 5 ~ 6cm 位移量。此时，围堤大部分位移已经发生，若再加载，地基固结度不满足要求，可能会发生滑动破坏。综合位移量、地基固结度与工期等因素，确定围堤混合料加载四层，至最终标高差约 1.0m，且沉降位移稳定后开始施工。

3.1.3 注意事项

为减小灌注桩施工中，围堤回填加载带来的负面影响，实现二者交叉施工有机结合，可采用以下措施：

(1) 控制车辆荷载，尽量选用小吨位的运输车辆，运输车辆尽量远离岸坡顶卸料，采用履带式推土机推进。

(2) 回填荷载量较大时，尽量选择在涨潮时回填，利用潮水横向荷载作用的有利时机进行加载。

(3) 控制回填间隔时间，根据设计规定的沉降、位移控制值来指导和控制加载，确保土体在有效固结后再进行上部回填。

(4) 开辟多条运输便道，缩短运输车辆在围堤上

的回填运输距离,避免土体在车辆荷载的持续作用下发生液化等不利现象。

(5)石料卸放后及时推平,禁止在坡肩集中堆载,以分散其荷载作用力,避免集中荷载作用造成滑坡或超孔隙水压力等不利影响。

(6)岸坡存在失稳迹象时,要立即停止加载,尽量选择高潮时采取削坡、坡顶减载及反压等措施处理,如:①支挡工程:穿过海侧滑弧打设6m的松木桩作为抗滑桩,由木桩与土体之间的摩擦力提供水平方向的抗滑力,用以抵消滑坡体的滑动力。抗滑桩集中设置在滑坡的前沿部位,且将桩长的1/4~1/3埋置于滑坡面以下的稳固层中;②减荷反压:采用反压措施,抛填护脚块石于滑坡体前沿及坡脚,对坡脚进行压脚处理,增强抗滑力。

3.2 灌注桩施工平台的分析

海边淤泥上施工灌注桩,必须设置灌注桩施工平台,而平台的形式、稳定性与安全性对工程质量与成本有较大影响,因此平台形式需合理可靠。

3.2.1 方案比选

施工平台的方案一般有三种:

(1)采用振动锤打设大直径钢管,大型工字钢连接搭设。

(2)采用小钢管代替大直径钢管作支撑柱,钢管之间进行上下两层连接,人工搭设水上工作平台。

(3)对淤泥采用人工打设排水板进行浅层地基加固处理后,直接在桩周填筑细石宕渣作为施工平台。

第一种方案需调用大型机械设备,机械调遣费、台班费及材料费等耗用成本较大,经济性较差。第二种方案较为经济,但栈桥的第一排桩周范围已填筑宕渣,小钢管无法插入泥面,埋深不足将导致钢管架结构稳定性与安全性较差。第三种方案,紧靠围堤的第一排灌注桩宕渣平台在围堤基础施工时已进行了深层地基处理,第二排灌注桩施工较晚,淤泥有较长的固结时间,通过在淤泥层上铺设一层编织布作为加筋层并打设排水板对该地基进行加固处理,使其浅层土体固结,加大其粘聚力与摩擦角,增加其承载力,可保证安全顺利施工,且经济、简便。

经分析,最终确定采用宕渣平台。

3.2.2 施工方法

(1)土工布加工。成品编织土工布宽度4m,在场

地加工成宽度11m,长度15m的一幅土工布两条。加工时搭接长度为20cm,采用包缝拼接,机械缝制,针脚顺直均匀。

(2)土工布铺设。一幅土工布加工好后,人工运至淤泥边,土工布纵向垂直于堤身,沿栈桥方向铺设,临时采用小石块镇压。一边须与原围堤基础土工布搭接至少1.5m,压于其第一级平台下,另一边须超过第二排灌注桩7~8m。

(3)打设排水板。排水板采用a型,间距1.0m,正方形布置。首先用剪刀在土工布剪一条长约12cm的口子,人工用竹竿带着排水板插入泥面下至少4m,直到不能再下为止。插到要求深度后,拔竿剪断排水板,排水板高于泥面50cm。

(4)填筑宕渣。宕渣采用细石料,粒径最好不大于20cm,以免影响后续成孔作业。宕渣分层填筑,每层60~80cm,间隔时间25~30天,小型汽车运输,小型推土机整平。由于泥面标高约+1m,设计高水位为+3.27m,所以宕渣平台标高在考虑预留沉降量后高于设计高水位即可,则整个平台需分四次填筑。

3.2.3 操作要点

(1)土工布一端必须与原围堤基础土工布可靠搭接,增强其后端锚固,以防被拔除。

(2)排水板打设需满足深度要求,且注意排水板应与竹竿一起下沉,否则无法满足排水要求。

(3)灌注桩施工完成后,在保证桩身完整性及强度的同时,需尽早将宕渣进行清除。

4 实施效果

(1)2#、3#栈桥灌注桩及1#栈桥第一排灌注桩在施工过程中未出现异常问题,宕渣平台稳固,未产生滑动;但灌注桩施工完成后,通过测量数据反映,桩在发生位移。从浇筑完后至浇筑帽梁前,桩顶累计向海侧位移约2~4cm。分析主要为后方围堤位移所致,根据最大裂缝宽度计算,其位移不会对灌注桩桩身产生大的裂缝。

(2)通过对宕渣平台下部地基处理,保证了灌注桩施工平台的稳定及工程质量,减小了土体滑动对桩身造成的不利影响;同时与钢管架平台相比,成本较小。

耙吸式挖泥船施工能效管控措施探讨

李春洋¹, 陈阳²

(1. 中交水利水电建设有限公司, 浙江宁波 315200, 2. 中交水利水电建设有限公司, 浙江宁波 315200)

摘要:近年来随着国际社会对环境保护要求的提高, 国际海事组织 (IMO) 制定并发布了《国际防止船舶造成污染公约 (MARPOL)》, 附则 VI 第四章“船舶能效规则”要求所有 400 总吨以上的国际航行船舶必须持有满足公约要求的“船舶能效管理计划 (SEEMP)”。同时, 提升船舶能效管理也是企业降本增效的需要。本文结合喀麦隆杜阿拉港航道维护疏浚项目的实施, 对耙吸式挖泥船施工能效管控措施进行探讨, 对其余类似项目船舶能效管理具有借鉴参考价值。

关键词:耙吸式挖泥船; 能效管控; 维护疏浚

中图分类号: U66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 07—0131—03

加强船舶能效管控既是国际组织对环境保护的要求, 也是企业强化管理, 实现降本增效目标的需要。施工船舶是疏浚项目的主要成本来源, 加强船舶能效管控是该类项目实现降本增效的主要抓手点。喀麦隆杜阿拉港航道维护疏浚工程施工航道全长 18km, 施工范围为杜阿拉港进港航道 PK4-PK22 段, 业主指定抛泥区位于 PK28 的喀麦隆深坑, 平均运距约 15km, 航道设计水深 -7m CD, 设计底宽 150m, 边坡坡比为 1:10, 土质以淤泥回淤土为主。工程投入一艘最大舱容 4500m³ 的自航耙吸式挖泥船进行施工作业, 采用“挖运抛”施工工艺, 通过装舱溢流提高每船次实挖土方, 每一施工循环包括定位放耙、挖泥装舱、重载航行、开底抛泥、轻载返航

上线等 5 个环节, 施工过程中需兼顾航道通航需求。本文结合该项目的实施, 对耙吸式挖泥船的能效管控措施进行探讨。

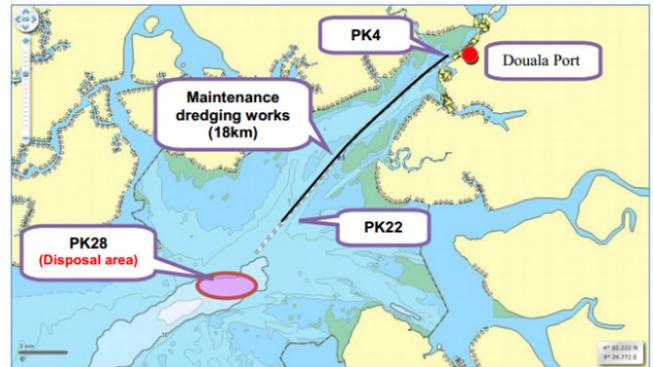


图 1 喀麦隆杜阿拉港航道维护疏浚工程示意图

(3) 采用小直径钢管架平台, 需搭设面积 648m², 钢管等材料考虑能再次利用, 搭设单价为 250 元/m², 合计 162000 元。

(4) 采用宕渣平台, 土工布铺设面积 495m², 3.7 元/m², 小计 1832 元; 打设排水板 1872m, 0.8 元/m, 小计 1498 元; 需要人工 10 个工日, 200 元/工日, 小计 2000 元; 填筑宕渣约 2000m³, 宕渣大部分可以再次利用于围堤上, 按其损失量 500m³ 计算, 25 元/m³, 小计 7500 元; 挖掘机挖除宕渣台班 2 个, 费用 4000 元; 合计费用约 16830 元。

经计算, 节约成本约 14.5 万元。

5 结语

(1) 本文结合滑坡产生原因, 细化围堤加载操作要点, 分析确定灌注桩施工时机及施工平台形式, 实现

了围堤与桩基交叉施工的有机结合, 保证工程质量。

(2) 灌注桩平台的方案充分利用了工程本身结构特点, 并拓展改进, 对宕渣平台下部地基处理, 保证了灌注桩施工平台的稳定及工程质量, 减小了土体滑动对桩身造成的不利影响; 同钢管架平台相比, 成本较小, 对类似工程具有一定的参考借鉴价值。

参考文献:

- [1] JTS 147-1-2010, 港口工程地基规范 [S].
- [2] JTS/T 148-2020, 水运工程土工合成材料应用技术规范 [S].
- [3] JTJ 248-2001, 港口工程灌注桩设计与施工规程 [S].
- [4] JTJ 254-98, 港口工程桩基规范 [S].
- [5] 王钊. 基础工程原理 [M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2001.