

高桩码头原址重建工程勘察要点分析

唐丰礼¹, 许建武², 刘天韵³

(1. 中国港湾工程有限责任公司, 北京 100027; 2. 中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230; 3. 中交天津港湾工程研究院有限公司, 天津 300222)

摘要:以莫桑比克贝拉渔码头重建工程为例, 阐述了高桩码头原址重建工程勘察过程中应关注的要点, 包括勘察前原码头设计资料收集和勘察区域的障碍物勘探, 勘察成果根据原码头的不同区域进行分区统计等, 通过分析勘察成果表明不同区域的土性指标、十字板强度、先期固结比等具有明显的差异性, 应根据不同区域提供分区统计指标, 使设计更符合工程实际。

关键词:高桩码头; 原址重建; 工程勘察

中图分类号: U656.113; U652.2 文献标志码: A 文章编号: 2095-7874(2018)03-0015-03

doi: 10.7640/zggwjs201803004

Key points of engineering investigation of site reconstruction of high piled wharf

TANG Feng-li¹, XU Jian-wu², LIU Tian-yun³

(1. China Harbour Engineering Co., Ltd., Beijing 100027, China; 2. CCCC FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510230, China; 3. CCCC Tianjin Port Engineering Institute Co., Ltd., Tianjin 300222, China)

Abstract: Taking the reconstruction of fishing wharf project in Beira Mozambique as an example, we discussed the main points of the engineering investigation on the high pile wharf site reconstruction project, including the collection of the former terminal design data and the obstacle exploration in the area before survey, zoning statistics of the survey results according to different areas of the former wharf. The geotechnical index, the vane strength and the over-consolidation ratio are different in different regions by analyzing the survey results and the zoning statistical indicators should be provided according to different regions, making the design more in line with engineering practice.

Key words: high piled wharf; site reconstruction; engineering investigation

0 引言

贝拉港为莫桑比克第二大港, 港内原渔码头为高桩码头, 建造时间久远且标准较低, 经过多年已受损严重, 几乎无法使用, 考虑到恢复和扩大渔业生产能力, 莫桑比克政府启动了新的渔码头重建工作, 新建渔码头在拆除原码头的原址岸线上重新建设, 仍采用高桩梁板式结构^[1]。高桩码头原址重建工程勘察与新建码头工程勘察要求内

容基本相同, 但也有其自身的特点, 本文以莫桑比克贝拉渔码头重建工程为例, 研究高桩码头原址重建工程勘察应关注的要点, 分析重建场地的工程地质特性, 为国内外类似重建工程的勘察、设计提供参考。

1 土层分布和主要工程性质

贝拉渔码头重建工程勘察控制性钻孔最终底标高-55 m 或进入标贯击数大于 50 击的土层 10 m, 勘察深度范围内主要可划分为 7 个工程地质层, 各土层工程地质性质简述如下^[2-3]。

①层为全新世人工填土层, 表层主要为块石、碎石, 直径在 30~50 cm 之间松散, 级配良好, ;

收稿日期: 2017-08-24 修回日期: 2017-10-23

作者简介: 唐丰礼 (1975—), 男, 吉林人, 硕士, 高级工程师, 主要从事港口工程设计建设工作。

*通讯作者: 刘天韵, E-mail: 386461238@qq.com

下部依次为中粗砂、粉细砂，为人工抛填，填龄约 35 a，该层局部分布，填土层从岸坡向码头前沿递减，呈三角形，最大厚度约 6.4 m；

②层为全新世海相沉积层，主要为淤泥，流塑，干强度中等，有腐臭味，平均厚度 6.7 m，是主要不良地质层；

③层为全新世冲积层，主要为中粗砂，松到中密，饱和，级配较好，平均厚度 4.3 m，标准贯入击数 3~12 击；

④层为全新世海相沉积层，主要为淤泥质黏土，流塑，干强度高，局部夹粗砂薄层，平均厚度 18.7 m。

⑤层为更新世冲积层，主要为中粗砂，密实，级配一般，局部夹少量黏土，平均厚度 1.1 m，标准贯入击数 25~46 击。

⑥层和⑦层为更新世洪积层，其中⑥层主要为含砾中粗砂混黏性土，非常密实，级配良好，平均厚度 6.28 m，标准贯入击数 37~100 击。

⑦层主要为含砂粉质黏土，坚硬，夹杂灰白色细砂，偶见砾石尺寸的钙质胶凝体，标准贯入击数 62~136 击。

2 码头原址重建工程勘察要点

2.1 重视原码头设计资料收集

原码头的港池和岸坡疏浚、护岸回填、护面抛石等对地基土的工程性质影响较大，此外原码头结构的部分连接构件经过几十年，部分会被淤泥掩埋，勘探点布置时需避开埋藏的连接构件。

因此，在按照常规港口工程勘察规范要求搜集有关区域基础地质、气象和水文、地质灾害、地震及震害等^[4]资料的基础上，高桩码头重建项目还要重点收集原码头的设计资料，包括结构形式、构件连接方式和位置、港池和岸坡疏浚范围和深度、护岸回填的材料及厚度和范围、码头建成时间等资料，为勘探点的布置和勘察成果的分区统计提供依据。

2.2 重视勘察前的障碍物勘探

原码头一般都运营几十年，期间会发生物品、构件掉落，甚至沉船等情况，时间长久后埋于泥面以下，肉眼很难察觉，而且原码头结构的部分连接构件也会被回淤掩埋。因此，在勘察布点前，要通过收集到的原码头设计资料，基本确定埋于淤泥之下的连接构件位置，采用声呐、剖面仪等仪器设备，进行地球物理勘探，了解勘察范围内泥面以下沉积障碍物的位置。贝拉渔码头重建工程勘察前，通过地球物理勘探发现了沉船和大量不明障碍物，在勘探点布置时成功避开。

2.3 勘察成果分区域统计

原高桩码头的港池疏浚、护岸回填、护面抛石等，属于对地基土的卸荷和加荷，对原地基土的工程性质有较大影响，在勘察成果统计时，一定要根据原码头设计资料，对勘察钻孔进行分区，贝拉渔码头重建工程根据护岸回填厚度变化和码头前沿疏浚范围将勘察钻孔分成 3 个区统计，如图 1 所示。

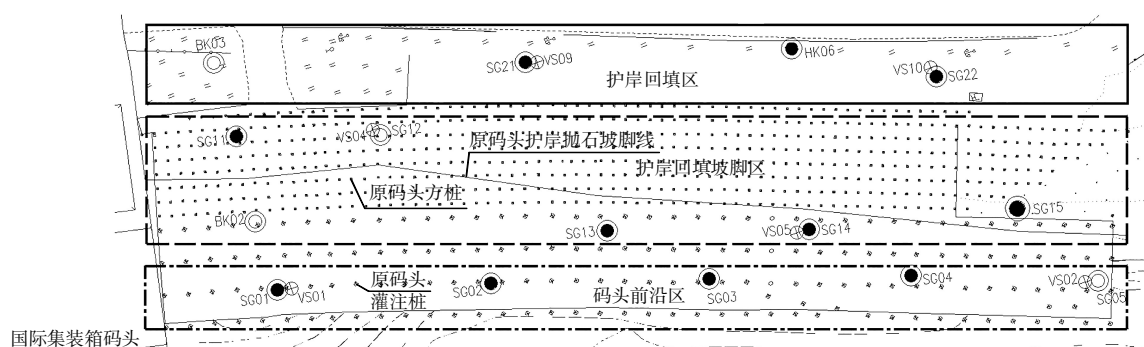


图 1 贝拉渔码头重建工程项目勘察钻孔分区

Fig. 1 Subarea of borehole on reconstructed fishing wharf project in Beira

2.3.1 土层物理力学指标

表 1 为主要黏性土层②和④的物理力学指标分区统计，码头前沿区因港池和岸坡疏浚，土层②较薄，没有试验指标。从表 1 可以看出，护岸回填区②淤泥层的含水量、密度、孔隙比、直剪

快剪等的指标要明显好于护岸回填坡脚区，但从塑性指数和固结快剪指标看二者相差不大，说明两个区域的淤泥属于同一类土层，只是护岸回填区因回填土等上覆荷载影响，在码头运营的几十年里，发生压缩、固结，含水量、孔隙比降低，

密度和快剪强度指标增大。而对于④黏土层, 护岸回填区的指标略好一些, 但与其他两个区相差不多, 原因是④黏土层位置较深, 护岸回填区的荷载和范围有限, 对深层土体影响较小。

表 1 土层物理力学性质指标分区统计
Table 1 Zoning statistics on physical and mechanical properties index of soil

土层名称	区域	含水量 ω / %	密度 ρ / (g·cm ⁻³)	孔隙比 e	液性指数 I_L	塑性指数 I_P	a_{v1-2} / MPa ⁻¹	直剪快剪		固结快剪	
								c_q / kPa	φ_q / (°)	c_{cq} / kPa	φ_{cq} / (°)
②淤泥	护岸回填区	78.8	1.53	2.15	1.36	31.7	2.41	28.6	1.3	16.5	11.5
	护岸回填坡脚区	91.9	1.45	2.57	1.73	33.9	3.99	17.8	0.2	17.0	10.6
④黏土	护岸回填区	63.7	1.60	1.80	0.81	32.5	0.79	50.8	0.5		
	护岸回填坡脚区	64.2	1.59	1.82	0.84	32.3	0.90	48.5	0.5	30.0	11.3
	码头前沿区	65.3	1.59	1.85	0.81	33.6	0.94	44.0	0.9	28.4	11.5

2.3.2 现场十字板试验

现场十字板剪切试验获得的十字板强度指标是分析岸坡稳定所需的重要参数^[5]。图 2 对比了不同区域同一高程处②淤泥层十字板强度变化曲线, 曲线下部指标显著增大是由于接近中粗砂层。对④黏土层, 现场十字板试验仅做了几个点, 指标对比见表 2。从图 2 和表 2 可以看出, 护岸回填区原状土的强度要明显高于护岸回填坡脚区, 在进行岸坡稳定分析时, 不能采用平均值, 要详细划分区域, 采取分区内的十字板强度指标, 计算

表 2 不同区域黏土层十字板强度对比

Table 2 Vane strength comparison of clay in different regions

试验区域	试验位置 标高/m	十字板强度		灵敏度
		原状土/kPa	重塑土/kPa	
护岸回填区	-12.4	82.0	23.1	3.58
	-14.3	94.1	24.2	3.89
护岸回填坡脚区	-12.3	74.0	22.8	3.25

出的抗力分项系数才更符合实际, 减少不必要的加固措施, 节省工程费用。

2.3.3 先期固结比

高桩码头原址重建工程勘察要特别注意土层的先期固结比 OCR , 尤其是黏性土层。从表 3 中可以看出, 抛石回填区域的黏性土层由于回填增加上覆荷载, 在缺乏排水通道的情况下, 虽然经过几十年, 仍处于欠固结状态, 对于高桩码头的桩基会产生负摩阻的不利影响^[6], 要特别引起重视。而其他两个区域, 由于处于原码头港池和岸坡疏浚范围, 上覆荷载都有不同程度的减小, 基本都处于超固结状态。从统计结果可知, 高桩码头原址重建工程的先期固结比 OCR 不能每层取全区平均值, 一定要分区统计, 发现处于欠固结的区域, 为设计考虑负摩阻力提供依据。

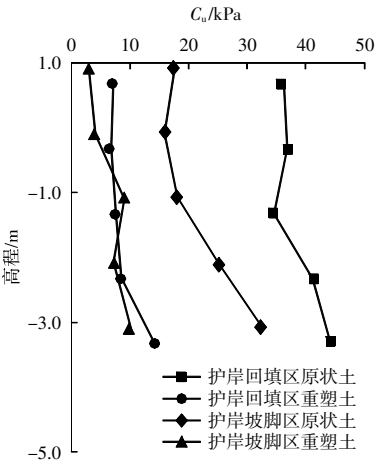


图 2 不同区域淤泥层的十字板强度曲线
Fig. 2 Vane strength curves of silt in different regions

表 3 不同区域先期固结比统计

Table 3 Statistics of pre-consolidation ratio in different areas

土层名称	标高/m	先期固结比 OCR					
		护岸回填区		护岸回填坡脚区			码头前沿区
		SG21	SG22	SG11	SG13	SG15	
②淤泥	-3.1~-3.9	0.89	0.90		1.29	1.52	
	-5.8~-6.3			0.99			
④黏土	-15.7~-18.0		0.97		1.17		1.66
	-19.2~-22.2	0.90		0.96		1.44	1.11
	-25.9~-28.0	0.74		1.41	1.11		
	-29.6~-29.8					1.23	