

巴基斯坦卡拉奇港 OP-Ⅱ 旧高桩码头 群桩基础的拔除施工

翟世鸿, 邓夕贵

(中港第二航务工程局, 武汉 430071)

摘要: 今后, 国内外均有大量的建筑物达到甚至超过其设计使用年限, 拆除后重建的工程项目将呈上升趋势, 而国内外对此类问题尚无较详细的报道。通过巴基斯坦卡拉奇港 OP-Ⅰ 旧高桩码头 322 根群桩基础的拔除施工, 探索并总结出了一种成本费用较低、拔桩效率高的水上拔桩方法。

关键词: 旧码头桩基; 群桩拔除施工

中图分类号: U656.113 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-3688(2005)01-0047-03

Extraction of Group Piles in Old OP-Ⅱ Piled Jetty in Karachi Port, Pakistan

ZHAI Shi-hong, DENG Xi-gui

(CHEC-Wuhan Port Const. Corp., Wuhan 430071, China)

Abstract: From now onwards, there will soon be a lot of structures that come up to or even exceed their designed service life both at home and abroad. Rebuilding works after demolition of old structures will be on the increase and there hasn't been detailed reports on these works so far at home or abroad. In this paper, methods for extraction of piles on the water with low cost and high efficiency are explored and summarized on the basis of the experience in the works for extracting 322 piles in the group-pile foundation for the old OP-Ⅱ piled jetty in Karachi Port, Pakistan.

Key words: old piled foundation for wharf; extraction of group piles

在基础设施的改扩建中, 旧建筑物桩基础的拔除, 涉及到其工期、效率、安全和成本, 目前此类问题国内外无较详尽的报道。可以预见, 今后, 国内外均有大量的建筑物达到甚至超过其设计使用年限, 在近 30 年内, 拆除后重建的工程项目将呈上升趋势。巴基斯坦卡拉奇港 OP-Ⅰ 旧高桩码头群桩基础的拔除施工, 所用的拔桩施工方法, 对于其它类似情况的工程有一定的参考价值。

1 工程概况

巴基斯坦卡拉奇港内“旧 OP-Ⅰ 码头”建于 1966 年, 为高桩梁板式液品码头, 港务局规划将其拆除, 在原码头装卸平台处修建新 OP-Ⅱ 码头, 将旧 OP-Ⅰ 码头的 3.5 万吨级泊位提高到 7.5 万吨级泊位, 年装卸能力增大到 800 万 t。

“旧 OP-Ⅰ 码头”包括装卸平台、约 150 m 长的引桥、4

个系缆墩和人行桥等结构。该码头桩基型式为六边形钢桩, 内填素砼, 其在潮位变动区锈蚀较严重, 拔桩时该区域易断裂。共有六边形(内切圆 $\varnothing 410$ mm)直桩 174 根, 2.5:1 斜桩 65 根, 3:1 斜桩 48 根; 六边形(内切圆 $\varnothing 330$ mm)直桩 8 根, 5:1 斜桩 12 根; 420 mm 钢板桩直桩 15 根。

旧桩基区域典型的地质钻孔柱状图见图 1。

2 桩基拆除工程的特点及难点

旧码头桩基础拔除在国内外一直都是制约工程进度、难度极大的项目, 目前缺少可供借鉴的工程实例和经验。锤击沉入桩基的拔除本身就是很困难的事情, 而已到设计使用年限的海港旧钢管桩因严重锈蚀, 在拔除过程中极有可能断裂, 给拔除工作带来困难。特别是达到使用期限的小钢管桩。在国内也无一次拆除多达 322 根严重锈蚀钢桩的经验。该码头桩基拆除具有如下特点和难点:

(1) 本工程所在区域的港区相邻码头都在营运, 不能使用任何形式的爆破。

(2) 巴基斯坦国内设备资源有限, 无大型船舶和设备,

收稿日期: 2004-05-27

作者简介: 翟世鸿(1969—), 男, 工程硕士, 高级工程师, 从事桥梁、隧道等施工技术研究工作。

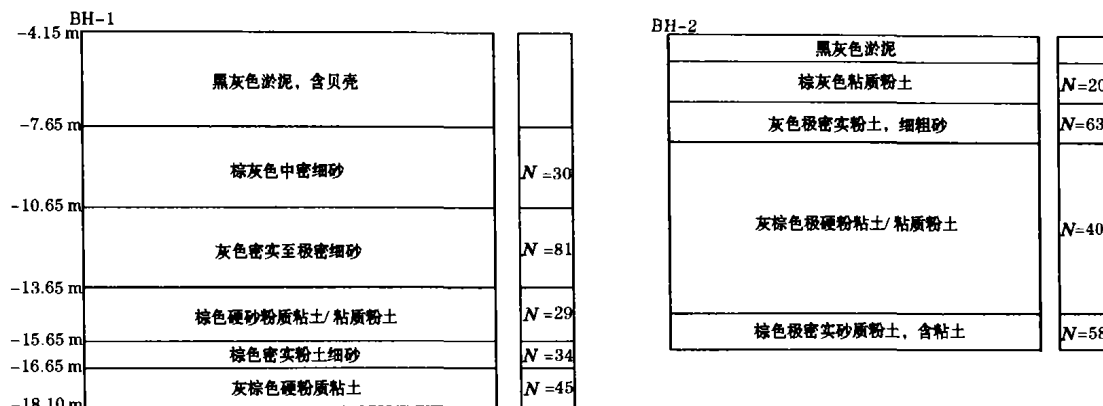


图 1 旧桩基区域典型地质柱状图

最大起拔力受到一定的限制。

(3) 为不给挖泥工作留下障碍, 必须将设计河床以上的桩拆除干净, 并将拆除物或掉在海床上的物品清理干净。由于码头基础桩经过长期使用锈蚀已经相当严重, 难以承受较大的激振力和上拔力, 会发生断桩, 桩基拔断后的处理也是棘手的问题。

(4) 地质资料显示, 桩基础穿过极密砂层 (标贯击数 $N = 63 \sim 83$) 和特硬粘土层 (标贯击数 $N = 43 \sim 56$), 采取何种减阻措施穿透这两种土层存在极大的困难。

(5) 对桩和桩基的拆除必须在 5 个月内完成, 拆除的效率必须不影响整体施工计划安排。

(6) 按照国内打桩标准, 一般斜率不小于 3:1, 对于斜率达 2.5:1 的严重锈蚀的小钢桩的拔除则难度更大。

如何加快拆除进度, 探索出一条高效、安全、环保的拆除旧高桩码头的技术, 是一项新课题。

3 群桩基础的拔除施工

为节约工程成本, 采取自制打桩架, 租用方驳, 在现场组拼形成拔桩起重系统。在施工前期主要参照目前国内各种拔桩方法进行实验^[1,2], 确定一种断桩数量少且工效最高的拔桩施工方法。先后采用了液压静顶、冲水、振动、桩周打板桩切土、桩周钻孔取土、冲水加振动上拔等方法。

3.1 静拔 (千斤顶顶桩)

采用静力顶桩方案, 选取一根直桩, 用 2 台 3 200 kN 千斤顶静顶, 第一次加载到 1 800 kN, 支撑桩在潮差区破断, 加固反力桩后加载到了 2 400 kN, 桩基没有动。因旧桩多数被严重腐蚀, 且桩的自身强度也难以满足上拔力的要求, 遂放弃此方法。

3.2 直接用 DZ-90 型振动锤振动拔除

DZ-90 型振动锤激振力为 666 kN, 上拔力为 255 kN。拔桩时, 拔桩力由振动锤钩和拔桩大钩产生。拔桩采用空载往下振动和 2 钩带动下拔振动交替进行, 每次 3~5 min。根据船体吃水变化, 估算最大拔桩力约 1 200 kN。该方法只在粘土层较薄的 C、D 系统墩群桩拔松后使用。单根桩拔除的时间约为 4 h。

3.3 冲水后, 振动锤振拔

冲水设备为单吸 6 级离心清水泵, 扬程 184.2 m, 流量

155 m³/h。采用围桩四周往下散冲的方法, 一般只能冲至标高 -13.0~-14.0 m 左右 (土层贯入击数 $N \approx 35$), 离桩尖还差 4 m 左右。因水泵压力偏小, 对硬粉质粘土层 (贯入击数 $N = 35 \sim 56$) 工效极低。单根桩冲水工效 2 h/点, 每根桩冲 4 点, 耗时 8 h, 显然工效过低。

3.4 打板桩切土后, 振动锤振拔

沿桩周打设钢板桩切割扰动土体, 减小桩周摩阻力。用 DZ-90 型振动锤施打自制的壁厚 16 mm 的板桩, 受其振动力限制, 在码头平台处只能打至 -15.0 m (进入硬粘土层约 3 m), 离桩尖还差 3.5 m。振动锤振拔没能拔起。

3.5 钻孔桩周取土后, 振动锤振拔

用轻型地质钻机沿桩周钻孔取土后, 减小桩周摩阻力。采用空心钻杆, 边钻边用高压水从钻杆内冲水, 将桩周围土冲松。在码头装卸平台南侧最厚粘土层处围直桩钻成 3 孔, 钻完后能用 DZ-90 振动锤轻易拔除。在该直桩附近又拔一斜桩, 围着斜桩钻成 4 孔, 钻完后用 DZ-90 振动锤未能将其拔除, 分析可能钻斜孔出现偏位。钻机能钻至桩尖, 平均 10 h 钻成一孔, 进尺速度 1.2 m/h。显然进度慢、成本高。

3.6 冲水加振动锤振拔

配备一台激振力为 660 kN (允许上拔力 255 kN) 的 DZ-90 型电动振动锤, 一台 18 kg/cm² (流量 155 m³/h) 的高压水泵, 组拼一艘起重能力为 800 kN 的打桩船。

实施效果: 振动锤振动拔桩, 由于振动锤允许上拔力很小, 采用双钩, 一钩提锤, 一钩通过钢丝绳提桩使上拔力达到 800 kN, 该方法仅在群桩拔松后才有效。

经过前一段时间的摸索, 说明射水减阻和振动减阻方法是有效的, 关键在于提高效率, 使用更大功率的射水设备和振动的设备。后来采用的液压振动锤为荷兰 JPN 公司的 PVE-52M 锤, 主要技术参数如下: 激振力 1 600 kN, 允许上拔力 550 kN, 频率 1 700 r/min; 高压水泵最大泵压 25 kg/cm², 流量 155 m³/h。

采用新设备拔桩后, 经过 3~4 点射水减阻后或边射水边振动能够很顺利地拔除直桩。用 25 kg/cm² 压力射水通过标准贯入度 $N = 55$ 击的粘土层工效提高到 60~80 cm/h; 对 $N = 83$ 极密实粉细砂处, 进尺依旧 20~30 cm/h, 边振动边射水时, 进尺可以提高到 1~2 m/h。对于斜桩, 首



先对锈蚀比较严重的浪溅区焊钢板补强，然后对倾斜边按 0.5~1 m 一个点垂直射水破坏土体，通过振动慢慢校正斜桩后拔出。斜桩校正对拔桩力的影响，通过振动锤液压表读数反映，约需增加 15 % 的拔桩力。

实践证明，采用大功率振动锤、高压力水泵的拔桩方法，是一套高效而经济的方法。大部分桩均通过此方法拔除，并比计划提前完成。

4 结语

(1) 振动加冲水是一种高效、安全、经济的拔桩方法。

(2) 拔桩中，振动锤是一种高效的减阻工具，减阻效果约为激振力的 70 %~85 % (对砂土取大值，粘土取小值)。目前，国内外生产的振动锤拔斜桩的性能受限，如能在设计时对振动锤的结构作些调整、补充、完善，将是较理想的主要拔桩设备。

(3) 射水能够有效破坏土的侧摩阻力，减阻工效随着水压力的增加而提高。对砂土工效较高，而对硬粘土工效较低。当采用边振动边射水施工时，振动能够较大地提高射水进尺速度，从而提高拔桩工效。

(4) 斜桩直拔需增加 15 % 的计算拔桩力。在钢板砂和特硬粘土层地质条件下，群桩中静拔桩阻力明显大于计算摩阻力。

(5) 拔桩振动锤的选取参考标准：无减阻条件下，激振

力 \geq 桩侧摩阻力；在射水减阻条件下，激振力 ≥ 0.85 倍桩侧摩阻力

(6) 对水面以下断桩，采用打设钢套管后抽干套管内水，然后接长重拔，可以有效地解决水下断桩的拔除问题。

(7) 存在问题及改进措施

对于硬粘土和铁板砂地质，振动锤允许上拔力严重不足，虽然采用高压射水减阻，但拔桩效率依然不高。如果可以在振动锤设计中考虑更高的允许上拔力或者在起重设备中增加一套带阻尼减振系统的起重钩，将极大地减少射水减阻时间，提高设备的利用率，降低拔桩锤和拔桩架等设备的损坏率。

(8) 经过对拔桩方法的探索，总结出了成本费用较低、拔桩效率高的拔桩方法，成功地比计划提前拔除了 322 根严重锈蚀的桩基。

参考文献：

- [1] 宋秀敏. 废弃木桩拔除方法探讨 [J]. 西部探矿工程, 1996, 8 (2): 37-39.
- [2] 吴祥红, 古力, 熊跃如. 深层静压摩擦桩群安全快速拔除技术 [J]. 广东土木与建筑, 2003, (10): 23-25, 31.
- [3] 赵明华. 梁桩基计算与检测 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2000.

(上接第 33 页)

从表 8 的试验结果看出, 9 组混凝土配合比的抗压强度和抗渗等级均能满足 R25、W8 的设计要求。利用表 9 中各列极差的大小来衡量相应因素作用大小, 极差大的因素通常就是重要因素。按照这一规律从表 9 中可看出: (1) 各因素对 28 d 抗压强度的影响顺序为: 水胶比 A \rightarrow UEA 掺量 B \rightarrow 粉煤灰掺量 C \rightarrow 误差 D。(2) 各因素对压力达 1.0 MPa 时渗透高度的影响顺序为: 水胶比 A \rightarrow UEA 掺量 B \rightarrow 误差 D \rightarrow 粉煤灰掺量 C。(3) 各因素对 28 d 收缩率的影响顺序为: UEA 掺量 B \rightarrow 误差 D \rightarrow 水胶比 A \rightarrow 粉煤灰掺量 C。

从上述分析结果和表 8 的试验结果可以看出: 对强度和渗透高度影响最大因素为水胶比 A, 其次为 UEA 掺量 B, 粉煤灰掺量 C 在本试验中对渗透高度和 28 d 强度影响不是很大。水胶比为 0.45 时, 水泥用量偏大, 强度偏高不利于大体积混凝土的防裂。水胶比为 0.55 时, 水泥用量小, 强度偏低, 尽管满足 R25 的设计要求, 但比较试配强度 33.2 MPa 的要求, 其保证率偏低。混凝土收缩率是影响大体积混凝土开裂的重要指标。本试验中, 对混凝土的收缩率影响最大的因素为 UEA 膨胀剂的掺量 B, 其次为误差因素 D。根据普通混凝土一般收缩率为 0.04 %~0.06 %, 可知加入 UEA 后, 大大减小了混凝土的自身收缩率; 混凝土收缩率随 UEA 掺量 B 的增加而减小, 但掺量过大时, 膨胀过程延长, 不利于混凝土强度发展, 掺量过小, 对抗渗不利。

5 最优配合比的确定

根据以上因素分析, 结合表 8、表 9 及大体积泵送抗渗

混凝土的特性, 以节约材料降低成本为原则, 确定最优配比为: 表 8 中第 5 组 A₂B₂C₃。具体混凝土配合比如表 10 所示。

表 10 混凝土配合比

材料用量 (kg/m ³)	水	水泥	I 级 粉煤灰	UEA 膨胀剂	砂	碎石 5~25	碎石 16~ 315	BM-1 缓凝 减水剂
	193	309	46	46	705	565	565	2.90
技术参数	水胶比 0.50; 粉煤灰掺量 10%, 超量取代系数 1.3; UEA 膨胀剂掺量 12%。							

6 结论

(1) 本文通过从原材料的选择到配合比的设计得出的最优配合比用于天津港南疆煤码头翻车机房工程, 其中, 底板大体积混凝土结构的 3 100 m³ 混凝土已顺利浇筑完毕, 在混凝土的硬化过程中没有出现裂缝事故, 混凝土的可泵性良好, 试块强度满足设计要求, 抗渗等级达 W8 设计要求, 无一渗漏, 实践证明从选材到配合比的确定是合理的。

(2) 大体积泵送抗渗混凝土工程中防裂措施至关重要, 从原材料的选择上应首先考虑膨胀剂和煤灰, 膨胀剂掺量和粉煤灰掺量应根据不同的水泥品种及外加剂品种通过试验确定其最佳量。另外, 加入膨胀剂后早期的潮湿养护尤为重要, 否则就会达不到其应有的效果。

参考文献：

- [1] GBJ81-85, 普通混凝土力学性能试验方法 [S].
- [2] GBJ82-85, 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法 [S].