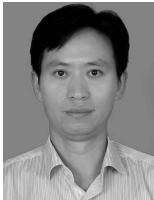


· 施 工 ·



## 局部置换法在扶壁重力式码头 倒滤井清理中的应用

居治安, 阳剑锋

(中交四航局第三工程有限公司, 江苏 湛江 524005)

**摘要:**扶壁重力式码头回填施工完成后, 倒滤井残留砂的清理极为困难。以安哥拉罗安达第二石油服务基地及重件码头项目为工程依托, 对局部置换法进行研究。该方法在回填砂和扶壁之间形成隔断层, 阻断回填砂向倒滤井的流动, 使得倒滤井残留砂的清理高效、彻底。

**关键词:**重力式码头; 倒滤井; 清理; 局部置换法

**中图分类号:** U 655

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1002-4972(2015)09-0158-03

### Partial replacement method to clean up filtration wells of buttressed gravity wharf

JU Zhi-an, YANG Jian-feng

(The Third Engineering Company of CCCC Fourth Harbor Engineering Co., Ltd., Zhanjiang 524005, China)

**Abstract:** It's extremely difficult to clean up residual sand from the filtration wells after backfill construction is completed in buttresses gravity wharf. The partial replacement method is studied based on the second oil service base and heavy cargo wharf project engineering, Luanda, Angola. A barrier layer between the backfill sand and buttresses is formed, which blocks the backfill sand to filter down flowing wells and cleans the residual sand filter wells efficiently and completely.

**Keywords:** gravity wharf; filtration well; clean-up; partial replacement method

重力式结构具有坚固耐久及对较大集中荷载、码头地面超载和装卸工艺变化适应性较强等优点<sup>[1]</sup>, 广泛应用于码头工程中。与其它重力式结构相比, 扶壁式码头结构简单、施工速度快、造价相对较低, 其在码头建设中的应用日趋广泛<sup>[2]</sup>。预制安装完成后, 相邻扶壁之间存在约 5 cm 的竖向结构缝。为防止后方回填料流失, 需在该位置设置倒滤层, 一般情况下扶壁结构的倒滤井较小, 常采用模袋混凝土作为倒滤材料。模袋混凝土硬化后刚度较大, 后方回填时扶壁间的相对错动会对扶壁结构产生不利影响, 因此对于扶壁式码头, 通常先在扶壁和回填砂之间设置一层土工布, 然后进行后方回填, 最后进行倒滤层施工。但是由

于水下作业的复杂性, 在波浪和水流力的共同作用下, 土工布经常遭到破坏, 导致回填砂流入倒滤井。为保证倒滤井功能正常发挥, 模袋混凝土浇筑前需先将倒滤井内的残留砂清理干净。由于倒滤井和后方回填料之间形成了通道, 采用传统方法直接在码头前沿抽砂时, 后方回填砂会不断流进倒滤井, 使得清理极为困难。针对这种现象, 以安哥拉罗安达第二石油服务基地及重件码头工程为依托, 笔者对倒滤井回填砂的清理方法进行反复试验, 提出了全新的局部置换法, 较好地解决了倒滤井内残留砂的清理问题。

#### 1 局部置换法基本原理

局部置换法的基本原理是: 在扶壁结构缝后

收稿日期: 2014-12-26

作者简介: 居治安 (1971—), 男, 高级工程师, 从事港口航道工程、公路桥梁施工工作。

方堆放砂袋或碎石袋，在码头前沿接缝处设置抽砂泵抽砂，砂袋或碎石袋随着后方回填砂通过结构缝被抽走而逐渐下沉（随时补充堆放砂袋或碎石袋，确保下沉砂袋或碎石袋之间的连续性），置换被抽区域回填砂，堆积于结构缝后方，在倒滤井和后方回填砂之间形成隔离层，阻止后方回填砂持续向倒滤井泄漏，从而为倒滤井回填砂的清理提供良好的作业条件。局部置换法基本原理见图 1。

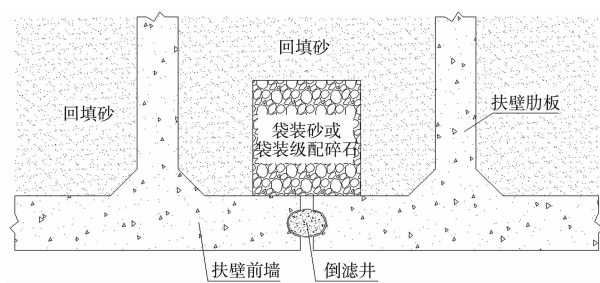


图 1 局部置换法基本原理

根据置换材料的不同，局部置换法主要分为袋装砂局部置换法和袋装级配碎石局部置换法两种。两种置换法施工工艺基本一致，主要区别在于置换材料不同，对工程结构及经济效益产生的影响不同。

袋装砂局部置换法清理倒滤井最终形成的断面见图 2。

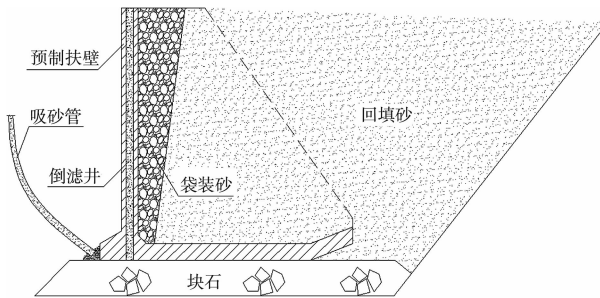


图 2 局部置换法断面

2 局部置换法施工工艺

1) 施工准备。施工前应检查土工袋，确保其密实且透水良好，无空洞、脱线等现象。每个砂袋的质量应根据搬运方式和设备情况等综合确定，袋装砂数量由后方吹填砂高度、置换范围等确定。

2) 袋装砂码放。回填砂吹填至设计高程后，在回填砂顶紧贴扶壁垂直通缝处码放袋装砂，码放宽度宜超出接缝两侧 1~2 m，码放长度通常不小于 2 m，袋装砂应分层码放，第一次码放 3~5 层。

随着前沿抽砂泵抽砂，砂袋下沉，及时补充码放袋装砂，并确保回填砂设计高程以上袋装砂不多于 5 层。

3) 抽砂。袋装砂码放完毕后，启动码头前沿抽砂泵抽砂。抽砂时应随时观测砂袋和回填区域的变形情况，砂袋出现倾斜时应及时进行纠偏。当出水较清时，应安排潜水员水下检查吸砂管的位置；当抽砂管位置偏斜时，应及时纠正。

4) 倒滤井残留砂清理。当袋装砂和回填区的沉降基本稳定时，回填区和扶壁之间的袋装砂隔离层已经完全形成。此时应继续抽砂一段时间，进行倒滤井残留砂的清理。当抽砂泵出水清澈时，安排潜水员水下检查码头前沿漏砂情况，以确定倒滤井残留砂是否清理干净。

3 工程应用

安哥拉罗安达第二石油服务基地及重件码头为重力式结构，码头长 737.5 m，顶面高程 4.5 m，前沿水深 -12.5 m。墙身采用 87 个扶壁，扶壁结构缝设计宽度为 5 cm，扶壁之间采用模袋混凝土作为倒滤材料。

3.1 施工方法比选

1) 袋装砂局部置换法。

袋装砂取材容易，可直接采用回填砂装袋而成，施工成本较低。由于袋装砂具有良好的过滤作用，不改变扶壁结构原有内外水头差，而且其对扶壁的荷载效应与被其置换掉的吹填砂一致，因此袋装砂不会对结构产生附加荷载。袋装砂置换施工完成后，土工袋与袋内砂子构成新的复合倒滤层，与倒滤井共同工作，能够更好地起到倒滤作用<sup>[3]</sup>。由于袋装砂刚度较小，变形能力良好，因此，施工时砂袋之间、砂袋与扶壁墙体间的缝隙较小，对扶壁结构本身形状变化的适应性较强。

2) 袋装级配碎石局部置换法。

级配碎石需要专门的材料，取材相对困难，施工成本较高。由于碎石的摩擦角较大，减小了后方回填料对扶壁结构的土压力，因此袋装级配碎石置换法对扶壁结构的受力较为有利。随着码头的使用，倒滤结构功能逐渐减弱，土工袋缓

慢老化,级配碎石尚能保持良好的倒滤作用,增加了倒滤层的耐久性。

3) 施工方案的确定。

对两种施工方案的优缺点进行综合对比 (表 1)。

本项目地处海外,级配碎石的购买和运输极为困难,极大地增加了施工成本,同时由于码头结构的抗倾和抗滑满足要求,不需要另外减少码头后方土压力,因此最终确定采用袋装砂局部置换法。

表 1 两种施工方法的优缺点

| 施工方法        | 取材方便程度 | 对结构受力影响 | 是否形成残余水头 | 隔断效果 | 倒滤层耐久性 | 对扶壁变化的适应性 | 施工成本 |
|-------------|--------|---------|----------|------|--------|-----------|------|
| 袋装砂局部置换法    | 方便     | 无       | 否        | 好    | 较好     | 强         | 低    |
| 袋装级配碎石局部置换法 | 困难     | 有利      | 否        | 较好   | 好      | 弱         | 高    |

3.2 施工参数的确定

砂袋砂主要采用人工方式进行搬运和码放。当砂袋较重时,搬运较为困难;当砂袋较轻时,砂袋数量较多。砂袋过重或过轻均会对施工效率产生影响,因此施工参数的确定主要是袋装砂质量的确定。为了选择合理的施工参数,在施工前先选取 5 个倒滤井进行试验研究。试验结果见表 2 和图 3。由表 2 和图 3 可以看出,在该工程中,砂袋的最佳质量为 40 kg,此时清理一个倒滤井耗时约 48 h。

表 2 砂袋质量与倒滤井清理耗时关系

| 试验点编号 | 每包砂袋质量/kg | 砂袋堆放宽度/m | 砂袋每次堆放高度/m | 砂袋堆放长度/m | 倒滤井清理耗时/h |
|-------|-----------|----------|------------|----------|-----------|
| 1#    | 20        | 1.8      | 1.5        | 2        | 64        |
| 2#    | 30        | 1.8      | 1.5        | 2        | 55        |
| 3#    | 40        | 1.8      | 1.5        | 2        | 48        |
| 4#    | 50        | 1.8      | 1.5        | 2        | 57        |
| 5#    | 60        | 1.8      | 1.5        | 2        | 65        |

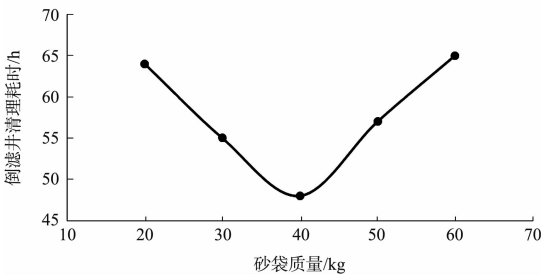


图 3 砂袋质量与倒滤井清理耗时关系

3.3 施工效果

在安哥拉罗安达第二石油服务基地及重件码头项目共 86 个倒滤井,每个倒滤井约放置 1 500 个砂袋,单个砂袋质量约 40 kg,砂袋码放宽度约为 1.8 m,长约为 2 m,每次码放 5 层,每个倒滤井清理完毕耗时约 48 h。为判断倒滤井残留砂是否

清理干净,对倒滤井模袋混凝土的理论浇筑方量和实际浇筑方量进行了对比。部分倒滤井的数据对比见表 3。

表 3 模袋混凝土理论方量与浇筑方量对比

| 倒滤井编号 | 理论浇筑方量/m <sup>3</sup> | 实际浇筑方量/m <sup>3</sup> | 偏差率/% |
|-------|-----------------------|-----------------------|-------|
| 1#    | 6.37                  | 6.50                  | 2.04  |
| 2#    | 6.37                  | 6.10                  | -4.24 |
| 3#    | 6.37                  | 6.20                  | -2.67 |
| 4#    | 6.37                  | 6.50                  | 2.04  |
| 5#    | 6.37                  | 6.30                  | -1.10 |

由表 3 可以看出,模袋混凝土理论方量和实际浇筑方量差较小,偏差均在 5% 以内,潜水员水下检查发现,清理完毕后码头前沿无继续漏砂现象。上述结果表明,倒滤井残留砂基本清理干净。

4 结论

1) 局部置换法在回填砂和倒滤井之间形成了隔断层,能够较好地解决扶壁式码头倒滤井残留砂清理不干净的问题,且施工方便、高效。

2) 袋装砂取材容易,施工成本低,且施工时砂袋之间、砂袋与扶壁墙体间的缝隙较小,对扶壁结构本身形状变化的适应性较强,因此施工时应优先选用袋装砂作为置换材料。

参考文献:

[1] 薛延光. 浅谈重力式码头的施工质量控制[J]. 珠江水运, 2012(8): 69-70.

[2] 柯文荣. 对国外一个大型扶壁结构码头实例的引用分析[J]. 水运工程, 1998(3): 5-6.

[3] 高正中, 周帮林. 江油等火电厂用土工织物作灰坝反滤层的研究[J]. 四川联合大学学报, 1989(3): 53-62.

( 本文编辑 郭雪珍 )