

重力式煤码头沉箱后方回填优化设计

赵燕

(江西省港航设计院有限公司, 江西 南昌 330008)

摘要:以重力式煤码头工程为例,在概述煤码头所采用沉箱结构及所采用护堤结构的基础上,在沉箱后方原回填方案之外又提出三种优化方案,并分别对每种优化方案的施工过程、技术优劣势等进行分析比较。结果表明,重力式码头沉箱后方回填施工无法采用大强度地基处理方式,为保证地基处理效果,通常回填中粗砂或碎石料,但这种处理措施对于砂石料紧缺的地区较为昂贵;本文所提出的优化方案三即重力式煤码头沉箱后方回填粒径 0.075mm 以下、含泥量 20% 以内的开山料,省去了中粗砂回填施工环节,能大大节省回填料用量和施工成本,简化施工工序,为砂石料紧缺地区重力式码头沉箱后方回填施工的优化提供了可行路径。

关键词:重力式煤码头;沉箱;回填;优化设计

中图分类号: U65

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2022) 09—0108—02

重力式码头沉箱结构后方与结构物较为临近的区域回填施工无法采用大强度地基处理方式,为保证回填处理效果,通常回填块石或中粗砂。我国《港口工程地基规范》对排水固结、换填、轻型真空井点法、振冲、强夯等地基处理方法作出了规定,但无重力式码头沉箱后方回填的相关规定^[1],造成多数此类项目在应用中粗砂回填施工过程中,因环保要求海砂开采难度增大,或因采砂工艺落后,使砂石料成本明显增大,也因此造成煤码头沉箱后方砂石料回填施工成本增加。为此,必须努力探索重力式码头沉箱结构后方回填优化方案,以达到提升地基承载力及节省施工成本的目的。

1 工程概况

某煤码头工程结合总平面布置,近期拟建一个 5 万吨级散货泊位。码头总长度为 290m,通过引堤连接码头后方陆域,建设输煤廊道向厂区供煤,引堤总长 1315m。远期拟在近期基础上浚深为 10 万吨级散货泊位。码头顶面设计标高为 5.70m。考虑远期扩建,水工结构按 10 万吨级设计。码头前沿泥面设计高程近期为 -14.0m,远期为 -16.0m。水工建筑物结构安全等级为二级,设计使用年限为 50 年。

结合工艺设备荷载特点及远期发展使用要求,根据地质资料及水文、施工等方面因素,考虑到码头后方将来可能的陆域回填,重力式结构更为适宜。为此本阶段码头结构采用连片式重力沉箱结构,引堤采用抛石斜坡堤结构。

2 回填方案

基于连片式重力沉箱码头结构形式,在原方案的

基础上提出另外三种码头沉箱后方回填方案,并对各种方案的设计要求进行比较分析。

2.1 码头沉箱后方回填原方案

考虑到沉箱结构受到地基处理的影响,在沉箱后缘线 25m 以内均不能采用大强度地基处理方案。原回填方案通过振冲法处理地基,振动影响小,且要求粒径 0.075mm 以下中粗砂回填料中含泥量不得超出 10%。出于施工成本控制方面的考虑,在该煤码头后方 25m 区域内回填中粗砂,其余区域回填含泥量 20% 以内、粒径 0.075mm 以下开山料。沉箱后缘线 25m 区域内地基处理采用振冲法,25m 区域以外地基处理则采用强夯法。该回填方案下,码头沉箱后方所回填的中粗砂量较大。

2.2 优化方案一

为减少中粗砂使用量,并通过分层回填施工,为避免出现不均匀沉降,应对所有回填料均进行地基处理。就施工顺序而言,应先安装沉箱,再施作抛石棱体,将开山料回填至与沉箱后缘线相距 25m 的范围内并强夯;完成胸墙施工后再将开山料和中粗砂按 2.0~2.5m 层厚分层交替回填至距离沉箱后缘线 25m 区域内水下,并应用沉箱基床方式锤夯密实;水上部分开山料分层回填,并振冲碾压密实。

这一方案能大大减少码头沉箱后方中粗砂回填量,并能避免强夯施工对沉箱可能产生的不利影响,但施工过程较为繁琐。

2.3 优化方案二

为调整和优化煤码头沉箱后方回填次序,并减少中粗砂使用量,可以考虑将中粗砂回填在沉箱后方回填料破裂角以内区域,并振冲处理;开山料回填在其余区域,强夯处理。就施工顺序而言,先安装沉箱,再施作抛石棱体,开山料回填时回填边界与破裂面的距离不得少于

3.0m, 回填后按要求强夯。以沉箱和开山料之间的间隔为隔震沟, 可缓解强夯施工对沉箱的不利影响。胸墙施工结束后回填中粗砂, 并按要求振冲、分层碾压。

此方案能使中粗砂回填量大大减少, 所减少的用砂量约为原方案用砂量的 1/2 左右, 且天然隔震沟的存在能缓解煤码头沉箱后方回填料强夯施工对沉箱的不利影响; 而且这种强夯施工和中粗砂回填次序的调整不会对工程费用和工期造成不利影响。

2.4 优化方案三

该方案应用快速低能夯实地基处理工艺, 可使煤码头沉箱后方回填料性能大大优化。就施工顺序而言, 先安装沉箱, 再施作抛石棱体, 将开山料回填后使沉箱后缘和坡顶线距离控制在 13m 左右, 并强夯; 胸墙施工结束后将开山料回填至沉箱、已强夯区域及胸墙之间的水域, 回填至标高达 2.5m 后应用快速低能夯实地基处理工艺进行填料夯实处理; 再将开山料分层回填至设计标高 3.3m。

考虑到该方案所用的快速低能夯实地基处理工艺为新工艺, 可借鉴的设计经验较少, 为此必须进行现场试验。应用粒径 0.075mm 以下、含泥量 20% 以内的开山料回填出一块长 × 宽为 19.00m × 19.00m 的实验场地, 并通过 36kJ 低能夯实地基快速夯实^[2]。夯击点的布置情况具体见图 1, 实验场地共划分为 1~4 四个区域。根据相关规范及设计要求, 该重力式煤码头沉箱后方地基承载力至少应为 200kPa。试验结束后按照设计荷载值的两倍进行夯实回填区实际地基承载力检测, 即检测荷载为 400kPa, 分八级依次施加^[3]。

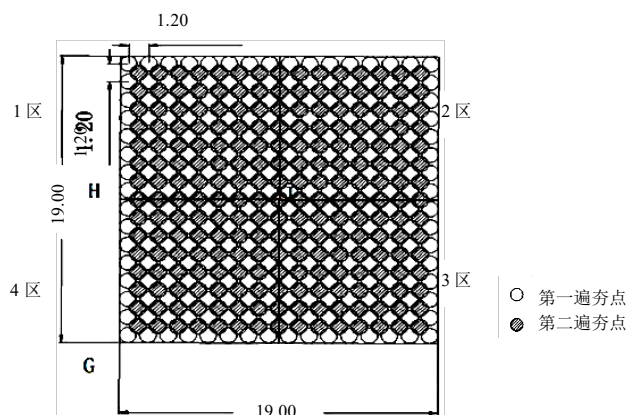


图 1 夯点布置图 (单位: m)

在 1 区随机抽取 1 个试验点的试验荷载 $P \sim$ 位移量 S 曲线具体见图 2。由图中试验结果可知, 试验荷载分别取 100kPa、200kPa、300kPa、400kPa 时, 对应的位移量分别为 2.6mm、6.3mm、7.8mm 和 10.4mm, 表明, 快速低能夯实地基处理工艺对于粒径 0.075mm 以下、

含泥量 20% 以内的开山料地基处理效果符合规范要求。

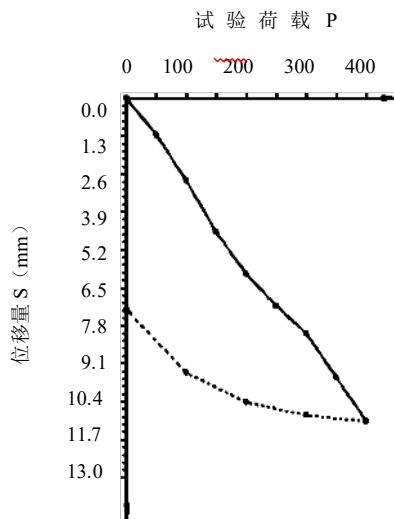


图 2 试验荷载 $P \sim$ 位移量 S 曲线

2.5 回填方案的比选

以上分析对原回填方案和三种优化方案的施工过程、技术优劣势等进行了比较分析, 而从中粗砂和开山料等回填料使用量角度来看, 原方案及三个优化方案沉箱后方中粗砂回填量分别为 15.1437 万 t、7.1725 万 t、6.3492 万 t 及 0 万 t; 开山料回填量分别为 10.7608 万 t、18.732 万 t、19.5552 万 t 及 25.6044 万 t。通过比较可知, 快速低能夯实地基处理工艺不使用中粗砂, 施工过程简化, 且夯实效果良好, 施工成本可大大节省, 故该重力式煤码头沉箱后方回填施工应采用优化方案三。

3 结论

通过本文分析得出, 重力式煤码头沉箱后方回填粒径 0.075mm 以下、含泥量 20% 以内的开山料能大大节省回填料用量, 简化施工工序, 节省施工成本。根据现场试验, 应用快速低能强夯技术处理开山料地基, 可使煤码头沉箱后方地基承载力达到 200kPa 及以上。本文通过方案比较及试验分析所得到的重力式煤码头沉箱后方回填设计方案对于类似工程设计及施工优化具有借鉴参考价值。

参考文献:

- [1] 曹昌浩. 重力式码头沉降位移控制探讨 [J]. 中国水运, 2021(08):150-152.
- [2] 谷告柏, 李强强, 樊亮亮. 简述重力式码头沉箱后方回填优化设计 [J]. 港工技术, 2021, 58(03):51-55.
- [3] 王钧杨, 耿宝磊, 李岳涵. 湄洲湾煤码头工程气囊移运大型沉箱工艺分析 [J]. 水道港口, 2015, 36(06):555-560.