

新型材料排水沟在集装箱码头堆场中的实际应用

张立国

中交三航局第三航务工程有限公司 江苏南京 210000

【摘要】本文通过组合式(盖板)排水沟、现浇(预制安装)C缝隙排水沟及新型材料排水沟在大型集装箱码头堆场使用中从功能性满足、现场施工效率及经济成本出发,比较后选择新型材料排水沟。这种新型材料排水沟较好的满足了大型集装箱堆场对排水功能的要求,加快了施工效率并大大节约了成本,提高了堆场运营的舒适度,降低了项目全寿命期成本。

【关键词】组合式(盖板)排水沟;现浇(预制安装)C缝隙排水沟;新型材料排水沟;施工效率;成本节约;大型集装箱堆场

排水沟在大型集装箱码头堆场中主要是收集雨水,保证暴雨时地面排水通畅,降低堆场地面积水概率,对于保障集装箱堆存期间的货物安全,避免经济纠纷。

1 工程概况

墨西哥和黄码头后方堆场项目位于墨西哥韦拉克鲁斯,韦拉克鲁斯位于墨西哥东南沿海坎佩切(CAMPECHE)湾的西南岸,濒临墨西哥湾的西南侧,是墨西哥东岸的最大港口,素有墨西哥“东方门户”之美称。该工程为EPC工程,道路堆场总面积49万m²,造价1.5亿美金,工期24个月,建造完成后是墨西哥东岸的农产品集散地。

本地区的雨季开始于六月,结束于十月。该港属热带草原气候,年平均气温约25摄氏度。一年之中多暖湿天气。海、陆风有规律地交替变化,陆风开始于日落之后不久,海风则在上午9点开始。全年平均降雨量约3000mm。原初步设计排水沟拟采用钢筋混凝土结构,混凝土设计强度等级为5000psi,分段施工,分段长度为6~10m。盖板采用混凝土盖板,垫层采用150mm级配碎石。

根据现场情况,认为有很多难点:排水沟为堆场施工的控制工程,施工工期紧,干扰大;排水沟整体高度低,长度大,内模安装拆除困难,施工难度大,进度慢,其外观将直接影响到整个工程的观感。在深化设计阶段为了更好的控制施工难点,项目组讨论了目前堆场中常见的几种排水沟类型分别为组合式(盖板)排水沟,现浇(预制安装)C缝隙排水沟和新型材料排水沟。

2 施工方案比较

2.1 组合式排水系统

组合式排水沟一般有两种方式,砖砌墙体或钢筋混凝土墙体加预制盖板的方式。这种排水系统一般不能用于大型集装箱堆场,结构不稳定等等,这种类型的排水系统不符合现场重装区需求。

2.2 C缝隙排水系统(原设计方案)

2.2.1 C缝隙排水沟一般有两种方式,现场浇筑或者

采用预制安装

在本项目施工中,原初步设计方案采用的是现场浇筑,但本工程位于墨西哥东海岸,属热带草原气候,雨季雨水较多,排水沟高度从50cm~62.5cm,宽度60cm,内部非常窄小。混凝土设计强度等级为5000psi,分段施工,分段长度为6~10m。

通过在试验段施工中发现,在开挖基坑,铺设碎石垫层,浇筑垫层后,因内部空间狭小,需招聘专门的钢筋工及模板工进行钢筋绑扎与模板支立,在支立、拆除模板时,发现当地工人对于内模安设、拆除存在技术难题,因排水沟墙壁较薄,模板支立很困难。且排水沟顶部两预埋角钢间的间距较小,施工难度大,对于线型控制效果也较差。

其次钢筋绑扎、模板支立施工都耗时较长,每天按功效计算可完成的施工段落在6米之内,模板拆除困难,内膜一般只能采用破坏式拆除,对于过水断面控制的精准度不能保证,线性控制及沉降控制不够精准,往往会产生工序交叉情况,成本也较大,排水暗沟为堆场工程先导部分,直接影响后续施工中现场积水的排放,故属于关键控制性工程,不能按时完成将对整个项目产生极其重大的影响。

2.2.2 预制安装方式

预制安装虽然能对施工速度及线性控制有了一定的改观,但需要增加预制场地及运输设备,对预制设备及模具需要增大投入,对预制块之间的缝隙处理需要较高的要求,综合评估也不适合。

2.3 ACO式排水系统

本项目合理建议,调研并与厂家至现场进行实地考察在大面积铺设级配碎石后,采用反开挖的方式进行浅基坑开挖,因压实效果好,不需要放坡,开始垫层铺设、浇筑底层,浇筑完成后安放HDPE管道,分层浇筑混凝土。采用此方案,可以在级配碎石铺设完成后开挖基坑,反开挖的级配碎石可分类回收利用,一次开挖长度可在50米之内,且不影响其他工序施工。仅上部浇筑面层时支立钢模板,工

种少，工人为原有面层施工人员，无需专业人员。最高峰抢工期时，一天能完成近50米，进度大大加快，且免去了结构绑扎钢筋、支立模板、拆除模板及回填压实的施工，节约了较多的成本，缩短了工期，降低了施工的难度，为后续面层大面积施工提供了工期保障。

通过以上方案比较经项目部研究比选决定为了满足排水和工期要求，采用美国生产的ACO式排水系统。

3 ACO式排水系统施工

3.1 级配碎石施工

墨西哥和黄项码头后方堆场为吹填砂，场区标高普遍在+4.5m~+6m左右，在四台平地机场地整平后进行碾压。砂土保水性较差，项目部租用三台晒水车对需施工碾压的区域进行洒水碾压，对压实度严格把关，经咨工与第三方检测单位验收合格后分层铺设级配碎石，整平标高、碾压检测。

3.2 沟槽与垫层施工

在级配碎石层摊铺完成后，在两个雨水井之间测放排水沟开挖边线，采用小型挖机进行开挖，开挖宽度和深度同设计一致。开挖出的级配碎石和沙土分类外运作他用，在挖好的沟槽两侧做好安全防护，防止人员、设备跌落，并保持沟槽两侧土体不受振动，防止两侧级配碎石坍塌。

沟槽开挖、夯实至设计标高，经现场监理工程师验收合格后进行垫层施工。垫层为10cm厚碎石。

3.3 排水管道安装

级配碎石垫层完成后浇筑12cm厚混凝土底板。浇筑混凝土底板时埋置5#钢筋@500mm，用于安装、加固管道。（钢筋总长度18cm，上下弯勾各4cm）

第一次底板混凝土浇筑完毕，雨水管安装好后，检测管道顶面高程须控制在原设计地面高程-3mm~10mm之间。



HDPE管道安装

安装时一次性安装完成两个雨水井之间的一整段，安装排水管分三个步骤：

3.3.1在准备安装管道的沟槽旁边的摊铺好的级配碎石上，将排水管按设计布置的管节顺序预先摆放好，检查无误后，从两端雨水井处向中间逐节摆放到沟槽内混凝土底板上。

3.3.2每摆放一节随时调整好轴线、标高，两侧用铁丝将管顶锚固筋与底板上预埋钢筋连接，铁丝必须拉紧受力，确保排水管不会浮动。排水管两侧可适当设置临时木方反压，确保管道不会左右晃动。整段安装完成后再次检查，确保管顶标高准确、线型顺直、牢固稳定不动摇。

管顶漏水口比地面混凝土低3mm，现浇面层时，在顶部角钢上垫一层3mm钢板。

混凝土采用分层浇筑。为了和面层混凝土很好地结合，混凝土表面凿毛并在下次混凝土浇筑前刷粘剂。



HDPE排水管第二层浇筑混凝土及完成后效果图

3.3.3安装管和井连接处采用特制套管连接拼装。雨水井施工时上部留置，待HDPE排水管套管安装完成后，其上部与排水管包封混凝土一起浇筑，同样分两层浇筑。雨水井盖板留置单独浇筑。

排水管安装完成后混凝土浇筑时，专人负责检查排水管道动态，防止施工中管道移动或上浮。

3.4 顶部面层混凝土施工

顶部混凝土采用面层混凝土，与大面积面层混凝土施工工艺类似。支立钢模板并安装传力杆，为防止一次性浇筑太长导致中间断裂，在模板内简单配置钢筋网片，浇筑完成后按6米进行切缝处理。浇筑面层混凝土，表面收成光面。注意将管沟口用3mm厚铁片覆盖，用扎丝绑好。混凝土浇筑完毕，待表面初凝后，尽快剪掉扎丝，拿掉铁片，清理管沟入水槽口。



HDPE排水暗沟顶部面层浇筑与HDPE排水暗沟成品图

4 施工完成后比较

原设计方案不光施工难度大、钢筋及模板用量多、占用工期长且业主要求在节点内必须完成，施工措施费用也较多，实际变更方案的施工措施费用则较原方案有所减少，工艺简单化、节约了可观的成本。

现优化方案因采用反开挖级配碎石，直接安设PE管道，在浇筑至级配碎石标高前，无需支立模板，解决了内外侧立模、拆模带来的技术难题；施工中除了定位筋与上部钢筋网片，无多余的配置钢筋，省去了钢筋用量。施工效率得到了明显提高，线型整齐，为后续堆场面层施工节省了时间，施工效率明显。

排水暗沟原设计方案（6388m）

工程项目	单位	工程量	备注
C35混凝土	m ³	7,346.2	
#5美标钢筋	t	1,398.972	
护边角钢	Kg	210,804	
土方开挖	m ³	27,468.4	
土方回填	m ³	17,886.4	

原排水暗沟长为6388米，现实际实施方案排水效果较原方案好，经与业主、咨工商榷后，设计优化了排水暗沟的施工长度，现为5618.1米。

排水暗沟实际实施方案（5618.1m）

工程项目	单位	工程量	备注
ACO 进口管材	m	5618.1	
C35混凝土	m ³	3,370.86	
#5美标钢筋	t	33.7086	定位筋及网片
土方开挖	m	6,854.082	无需回填

原设计方案排水暗沟工作内容：土方开挖、内外模支立（钢模、木模）、#5钢筋绑扎、C35混凝土分三次浇筑、安设护边角钢、土方回填等。

实际实施排水暗沟工作内容：土方开挖、安设HDPE管、仅上部与面层同标高时支立钢模板、C35混凝土分三次浇筑。施工减少了开挖工程量、解决了内模支立难题、节省了钢筋用量、不需要进行回填工作等。

费用组成包括：1. 定额直接工程费（人工费、材料费、机械使用费）2. 运杂费3. 价差4. 施工措施费5. 间接费6. 税金。

费用对比（人民币：万元）

项目	原方案	实际方案	备注
单项预算价值	1712	652	

原设计排水暗沟工程：单项预算价值约1712万元；实际实施排水暗沟工程：单项预算价值约652万元，节约成本约1060万元。

其中重箱堆场区原定于200天内完成排水暗沟（工期至2019.5.8），开工迟，工期紧。现改善工艺后优化施工方案，仅150天即2019.4.15完成了排水暗沟工程，为后续施工节约了可观的时间。

工序简单，可大面积推广此工艺。施工期间工人由负责人从面层施工人员中调配，无需专业施工队伍，且施工间隙时可去其他处继续施工，大大提高了劳动力功效。

5 总结

通过以上比较在项目实际操作过程中应根据具体的场地条件、预算限制以及设计和功能需求快速制定出最合理、最经济、最节约工期的施工方案。

本项目部通过施工工艺的改进，大大减小了墨西哥和黄码头后方堆场排水暗沟工程的施工难度，节约措施成本约1060万元，同时大大缩短了工期，省去了繁琐的步骤，减少了项目成员的精力投入。

通过HDPE管+混凝土包封的组合，实现了暗沟排水功能，大大降低了施工难度，提高了施工速度，节省了人工成本及材料成本。整体造价低于原设计的现浇雨水暗沟，线性美观大方。本次排水暗沟工程进展及质量得到了咨工、业主的一致肯定和赞赏，也为后续工程的承接做了很好的宣传。

参考文献：

- [1] 潘忆军《港口散货大型堆场内排水沟的设置探讨》来源：港工技术2016-12
- [2] 李传林，李瑞《C型缝隙排水沟式排水系统在大型堆场中的应用》世界华商经济年鉴·城乡建设 2012年8期
- [3] 杨长春，黄民生《国际贸易港口》书籍数据人民交通出版社1996-1-1