



浅层处理无砂垫层真空预压施工工艺

唐蔚东, 李鼎鼎, 彭西来

(中交二航局第一工程有限公司, 湖北 武汉 430012)

摘要: 浅层无砂垫层真空预压处理工艺, 是在传统真空预压工艺上改进后逐步完善起来的, 也是近年来沿海围垦造地工程中常见的软基处理方式。结合舟山地区真空预压软基处理工程实例, 介绍浅层真空预压施工工艺的特点及实施效果, 为同类工程提供借鉴。

关键词: 浅层软基处理; 真空预压; 无砂垫层; 施工工艺

中图分类号: U 655.54⁺4.4

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2015)08-0155-03

Treatment technology of shallow sand free cushion by vacuum preloading

TANG Wei-dong, LI Ding-ding, PENG Xi-lai

(The First Construction Company of CCCC Second Harbor Engineering Co., Ltd., Wuhan 430012, China)

Abstract: The treatment technology of shallow sand free cushion by vacuum preloading is improved based on the traditional vacuum preloading process, and becomes the common way of treatment for the soft soil foundation in recent years. Combining with the real case of soft soil foundation treatment by vacuum preloading, we expound the characteristics and implementation effect of the vacuum preloading technology, to serve as reference for the similar engineering.

Keywords: shallow soft foundation treatment; vacuum preloading; sand free cushion; construction technology

1 工程概述

1.1 工程规模

舟山六横小郭巨回填及软基处理工程, 地处舟山沿海滩涂区域, 真空预压软基处理面积约173万 m^2 。待处理软基区域由六横海域疏浚海底淤泥吹填形成。设计吹填泥面顶高程3.70 m, 吹填形成的淤泥层厚4~6 m, 总吹填量543万 m^3 。真空预压处理深度为新近吹填形成的淤泥层, 软基处理后泥面验收高程2.35 m, 地基承载力特征值不小于50 kPa。

1.2 主要特点

1) 待处理软基区域为新近吹填形成的淤泥层, 属流泥态, 主要力学指标: 含水率108.2%, 湿密度1.402 g/cm^3 , 孔隙比3.11。

2) 采用无砂垫层真空预压软基处理工艺, 即使用水平向排水滤管代替传统真空预压水平砂垫层排水通道。

3) 竖向排水通道由排水板组成, 深度4~6 m, 属浅层处理。无砂垫层工艺, 竖向排水板插设直接在编织布上施工, 传统插板设备无法进入, 故采用人工插设。

2 主要施工工艺

2.1 工艺流程

主要工艺流程如下: 施工准备→铺设编织布→插打排水板、安装波纹滤管→铺设无纺布→铺设两层密封膜→压膜沟密封→工艺设备安装→抽真空、监测及维护→预压效果检测及压力卸载→开

收稿日期: 2015-05-20

作者简介: 唐蔚东(1964—), 男, 高级工程师, 从事港航工程施工技术工作。

挖排水沟及后期维护。

2.2 场地准备

真空预压采用分区分单元施工。1万 m² 作为一个单元，55万 m² 为一个区块进行分区。整个软基处理工程共分为3个区块，分3次进行真空预压软基处理施工^[1]。单元划分的形状尽量接近正方形，长宽比不大于3:2。

2.3 编织布铺设

编织布缝合加工成1000 m²一小块，人工抬运至铺设位置摊铺，软基处理区域内应满铺，压膜沟位置处不断开，最终所铺设编织布形成一个整体。铺设密封膜时，压膜沟位置处用刀片割开，以便进行密封沟施工（图1、2）。



图1 编织布上铺设泡沫板便道



图2 编织布铺设完成及主滤管铺设施工

2.4 排水板插打

插打排水板时根据地质资料将处理区划分为不同深度的区域，现场划分30 m × 30 m 网格并试插深度，通过试插深度与计算深度比较，最终确定排水板插打深度及下料长度。无砂垫层真空预压施工工艺，排水板插设在编织布上进行，传统插板设备无法进入，只能通过其它设备人工插设。

通过实践摸索，采用了排水板“插枪”设备。枪头部分采用三角形结构，焊接U型卡槽，卡槽与排水板等宽，卡槽间隙与排水板等厚。插枪插设排水板小组由2人1组组成，其中1个人持枪，1个人递送排水板至U型卡槽中（图3、4）。



图3 人工插打排水板



图4 自制排水板插枪

排水板插设顺序，由场地内向场地外依次进行。施工完成的区域尽量避免再次进入。排水板沿插设间距0.8 m。压膜沟周边插打排水板时，排水板应向区块内侧倾斜。

插打排水板与铺设滤管交替进行：先铺设排水主管，后铺设排水次管；边铺设次管边插打排水板。

2.5 铺设密封膜^[2]

密封膜铺设之前，在水平滤管网上铺设1层无纺布。密封膜分2层铺设成型。第1层密封膜铺设完成，经检查、修补完好后，再铺设第2层密封膜。2层密封膜经检查完好后，进行密封沟施工。

在密封沟位置处将编织布割开，设置密封沟。密封沟处土质属淤泥质土时，直接踩膜密封，踩膜深度不小于1.0 m；密封沟处土质属硬质土时，

人工或机械开挖密封沟, 密封沟深度不小于 1.0 m。2 层密封膜分次在密封沟内压膜密封。

2.6 抽真空维护

软基处理预压单元密封后, 进入抽真空阶段。抽真空持续 3 个月左右。初期阶段, 每单元真空射流泵开泵 2~3 台, 经 10 d 左右膜下压力达到 80 kPa, 维持这一压力并稳压。检查密封完好后开始膜面覆水, 厚 10~20 cm, 多余抽出水及时排出。抽真空第 2 个月, 每单元开泵达 5~6 台。第

3 个月, 每单元开泵不少于 8 台。

抽真空期间, 安排专人巡视检查密封沟、密封膜, 发现漏气现象及时修补。

2.7 真空预压效果检测^[3]

软基处理效果检测, 主要有钻孔取样试验、十字板剪切试验、平板载荷试验。

经 3 个月的抽真空阶段, 吹填土由流泥土质变成淤泥质粉质黏土, 真空预压达到设计效果, 土体物理力学指标得到很大改善(表 1)。

表 1 地基处理前、后土物理力学指标

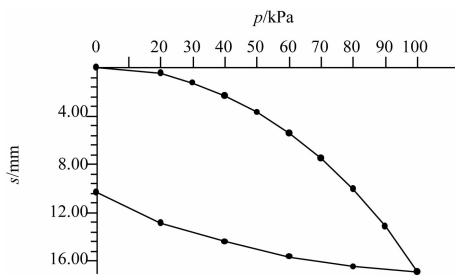
土层	含水率 $\omega/\%$	比重 G_s	湿密度 $\rho/$ $(g \cdot cm^{-3})$	干密度 $\rho_s/$ $(g \cdot cm^{-3})$	饱和度 $S_r/\%$	孔隙比 e	液限 $\omega_L/\%$	塑限 $\omega_p/\%$	塑指 I_p	液指 I_L	固结快剪	
											粘聚力 C/kPa	内摩擦角 $\varphi/(^\circ)$
流泥(地基处理前)	108.23	2.76	1.402	0.677	96.1	3.110						
淤泥质粉质黏土(地基处理后)	41.60	2.72	1.840	1.330	99.8	1.060	34.3	20.5	13.8	1.35	6.8	14.9

十字板剪切试验取地表以下 1、2、3、4 m 深度处。根据十字板剪切试验结果可知, 真空预压处理后, 地基浅表的抗剪强度最大, 同时根据其强度增长率可判断真空预压效果良好(表 2)。

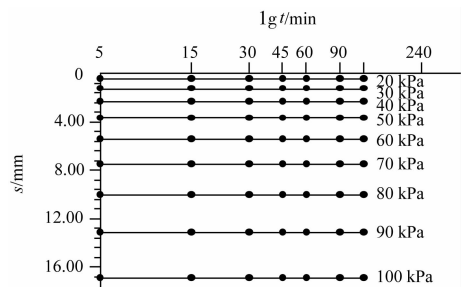
表 2 地基处理前后十字板剪切强度变化

地基土层	深度/m	抗剪强度/kPa	
		预压处理前	预压处理后
原状土 抗剪强度	1	0.07	12.04
	2	0.07	10.67
	3	0.07	9.23
	4	0.07	7.82
重塑土 抗剪强度	1	0.05	5.56
	2	0.05	6.02
	3	0.05	5.27
	4	0.05	4.29

平板载荷试验选取代表性区块。以 II-17 区块为例, 该测点地基土承载极限值 100 kPa, 满足设计要求。地基载荷试验曲线见图 3。



a) p-s 曲线



b) s-1g t 曲线

图 3 地基载荷试验结果

3 结语

浅层无砂垫层真空预压处理工艺具有施工时间短、设备简单、处理效果好等特点。舟山六横小郭巨回填及软基处理工程, 采用无砂垫层浅层真空预压处理工艺, 用不到 1 a 时间, 完成了近 173 万 m² 软基真空预压处理, 处理后的地基各项力学指标均满足设计要求, 取得了较好的施工效果。

参考文献:

[1] 于志强, 朱耀庭, 喻志发, 等. 真空预压法加固软土地基的影响区分析[J]. 中国港湾建设, 2001(1): 26-30.
 [2] 刘兵, 蔡南树, 艾英钵. 大面积吹填软土地基真空预压施工工艺[J]. 水运工程, 2006(9): 73-76.
 [3] 付瑞清, 郭述军, 朱胜利, 等. 真空预压施工技术的改进及地基加固效果分析[J]. 港口工程, 1997(6): 40-44.

(本文编辑 郭雪珍)