

DOI: 10.11779/CJGE2016S1024

整体式塑料排水板与普通塑料排水板加固效果对比试验

刘爱民^{1, 2, 3}, 梁爱华^{1, 2, 3}, 尹长权^{1, 2, 3}

(1. 中交天津港湾工程研究院有限公司, 天津 300222; 2. 港口岩土工程技术交通行业重点实验室, 天津 300222;
3. 天津市港口岩土工程技术重点实验室, 天津 300222)

摘要: 目前对于新吹填的淤泥和流泥等超软土地基, 一般认为采用防淤堵的整体式塑料排水板比采用普通塑料排水板加固效果更加理想; 而对于新吹填的黏土和粉质黏土等土性较好的软土地基, 现场试验对比结果表明, 采用整体式塑料排水板和普通塑料排水板加固效果相近, 也就是说整体式塑料排水板的优势并不明显。

关键词: 整体式塑料排水板; 滤膜; 加固效果; 真空压力

中图分类号: TU411 文献标识码: A 文章编号: 1000-4548(2016)S1-0130-04

作者简介: 刘爱民(1969-), 男, 教授级高级工程师, 主要从事海洋岩土工程等方面的设计和科研。E-mail: liuaimin1987@163.com。

Comparative tests on reinforcement effects of integral and ordinary plastic drainage boards

LIU Ai-min^{1, 2, 3}, LIANG Ai-hua^{1, 2, 3}, YIN Chang-quan^{1, 2, 3}

(1. Tianjin Port Engineering Institute Ltd. of CCCC First Harbor Engineering Company Ltd., Tianjin 300222, China. 2. Key Laboratory of Port Geotechnical Engineering, Ministry of Communications, PRC, Tianjin 300222, China. 3 Key Laboratory of Port Geotechnical Engineering of Tianjin, Tianjin 300222, China)

Abstract: At present, for the soft soil ground such as newly reclaimed silt and mud flows, it is generally considered that the integral plastic drainage board with anti-clogging reinforced effect is more desirable than the ordinary plastic drainage board; while for the soft soil ground such as newly reclaimed clay and silty clay, the comparative field test results show that the integral plastic drainage board and the general plastic drainage board have similar reinforced effects, that is to say the advantages of the integral plastic drainage board is not obvious.

Key words: integral plastic drainage board; membrane; reinforcement effect; vacuum pressure

0 引言

塑料排水板是由不同凹凸截面形状、具有连续排水槽的合成材料芯材, 外包或外黏无纺土工织物构成的复合排水体^[1], 它主要用于采用真空预压、堆载预压等排水固结法加固的软黏土地基工程中, 起到加速土体排水固结的作用。

近几年发现, 有时采用真空预压技术加固新吹填的淤泥和流泥, 经过3~5个月的预压加固, 地基沉降量比较显著, 常常超过理论计算的沉降量很多, 但加固后的强度增加的数值较小, 不能满足地基的使用要求, 甚至需要进行二次处理。如黄骅地区, 淤泥和流泥加固前的含水率为120%左右, 十字板抗剪强度为0~5 kPa, 采用真空预压法进行加固, 塑料排水板间距为0.7 m, 预压5个月后地基总沉降量达到2.3 m, 淤泥和流泥加固后的含水率为55%~80%, 十字板抗剪强度为5~15 kPa^[2]; 再如青岛地区, 淤泥和流泥加

固前的含水率为110%~130%, 十字板抗剪强度为0~5 kPa, 采用真空预压法进行加固, 塑料排水板间距为1.0 m, 预压4个月后地基总沉降量为1.5 m, 淤泥和流泥加固后的含水率为60%~80%, 十字板抗剪强度为3~15 kPa^[3]。结合现场情况来看, 在塑料排水板周围形成一个直径200~300 mm的高强度的土柱, 而塑料排水板之间的土体强度仍然偏低。分析原因如下: 以往的普通塑料排水板过分强调滤膜的透水保土效果, 在保证渗透性的前提下, 尽量减小滤膜的等效孔径, 确保细小的土颗粒不能通过。对于处理颗粒极细的淤泥和流泥, 细颗粒的土粒会在塑料排水板滤膜处淤积, 堵塞滤膜的排水通道, 从而影响加固效果。从真空预压工艺上看, 有一些极细颗粒的土粒即使通过滤膜, 也可通过真空预压的整个排水系统排出, 不会

对工程质量、施工设备造成影响。

为此, 工程界开发出了防淤堵塑料排水板, 主要是适当提高滤膜的等效孔径, 允许有一部分极细的土颗粒通过, 同时在塑料排水板的制造工艺上也进行了改进, 形成了整体式塑料排水板。尽管整体式塑料排水板价格稍高一些, 但是在加固新吹填的淤泥和流泥方面, 的确取得了较好的效果^[4], 但是针对新吹填的黏土和粉质黏土等土性较好的软土地基, 由于其黏粒含量相对较少, 是否必须要采用防淤堵的整体式塑料排水板还需要进一步研究, 为此, 我们结合现场实际工程进行了整体式塑料排水板与普通塑料排水板加固效果对比试验^[5]。

1 试验用整体式塑料排水板与普通塑料排水板的差别

试验用的普通塑料排水板是按照规范标准生产的B型板, 属于分体式十字型塑料排水板, 由滤膜和塑料芯板组成, 排水板滤膜包裹在塑料芯板的外侧, 与芯板不黏接。试验用整体式塑料排水板是按照防淤堵塑料排水板的标准生产的B型板, 也是由滤膜和塑料芯板组成, 芯板的形状也是十字型, 滤膜与芯板通过热合紧贴在一起, 整体性好, 通水能力大。两种塑料排水板的断面形式见图1, 性能指标对比见表1。

2 试验区基本情况

试验依托天津港南疆港区神华煤炭码头二期工程配套陆域软基加固工程进行, 选取地质条件相近的

表1 两种塑料排水板的性能指标对比结果

Table 1 Comparison of parameters of two kinds of plastic drainage boards

测试结果	性能指标							
	截面尺寸/mm	纵向通水量/(m ³ ·s ⁻¹)	复合体抗拉强度/(kN·10 ⁻¹ cm ⁻¹)	滤膜等效孔径/mm	滤膜渗透系数/(cm·s ⁻¹)	滤膜抗拉强度/(N·cm ⁻¹)	干态	湿态
普通	99	4.1	31×10^{-6}	27	0.062	2.3×10^{-3}	32	17
整体式	99	4.1	44×10^{-6}	28	0.117	8.8×10^{-3}	25	19
备注	—	—	侧压 350 kN/m ²	伸缩率为 10% 时	以 O ₉₅ 时	水中浸泡 24 h	延伸率为 10% 时	延伸率为 15% 时
							180° 对折 5 次	

表2 加固前后新吹填土物理力学指标变化表

Table 2 Change of physical and mechanical properties of newly reclaimed silt before and after reinforcement

分区	土层	含水率 w/%	重度 γ /(kN·m ⁻³)	孔隙比 e	塑性指数 I _p	液性指数 I _L	压缩系数 a _{v1-2} /MPa ⁻¹	压缩模量 E _s /MPa	凝聚力 /kPa	摩擦角 /(^)
加固前	黏土	55.3	17.2	1.490	28.6	1.10	1.05	2.41	13.9	12.0
	粉质黏土	31.7	19.1	0.882	14.3	0.96	0.50	3.79	12.5	6.3
加固后 14 区	黏土	40.1	18.3	1.124	22.7	0.81	0.67	3.31	10.9	0.6
	粉质黏土	23.0	19.7	0.640	10.8	0.59	0.26	6.41	12.9	9.1
加固后 15 区	黏土	39.6	17.8	1.111	23.7	0.75	0.61	3.57	12.3	3.2
	粉质黏土	21.8	19.8	0.630	11.3	0.45	0.32	5.15	18.4	8.1

14区和15区作为试验区, 采用真空预压法进行处理, 其中14区采用普通塑料排水板, 15区采用整体式塑料排水板。试验区靠近吹填口附近, 新吹填土主要为黏土和粉质黏土, 厚度为6 m左右, 其物理力学指标见表2。塑料排水板打设深度为20 m, 间距为0.9 m, 正方形布置, 抽真空满载时间为120 d, 整个真空预压期间膜下真空度稳定地保持在85 kPa以上。



(a) 普通塑料排水板



(b) 整体式塑料排水板

图1 两种塑料排水板的断面形式

Fig. 1 Sectional patterns of two kinds of plastic drainage boards

3 试验结果分析

在试验区施工期间, 我们对地表沉降、塑料排水板内的真空压力、地基土性指标的变化情况进行了监测和检测, 现就新吹填土层的监测和检测结果进行对比分析。

3.1 地表沉降

采用地表沉降盘对地表沉降进行监测, 以便确定软土的加固效果, 推算地基固结度, 为真空预压卸载提供依据。2个试验区的沉降过程曲线见图2。结果表明, 14区和15区真空预压期间地表沉降量分别为1047 mm和912 mm, 根据地表沉降曲线推算的地基固结度分别为90.7%和91.5%, 由此可知, 采用整体式塑料排水板与普通塑料排水板, 地基的沉降量和固结度差异不大。

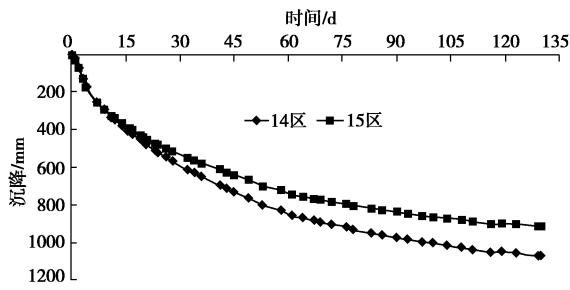


图2 各试验区的沉降过程曲线

Fig. 2 Settlement process curves of test areas

3.2 塑料排水板内真空压力观测

采用布设在塑料排水板里的高精度孔压测头测量排水板内的真空压力, 了解真空压力的传递情况。在整个加固过程中15区的膜下真空度一直保持在89 kPa左右, 14区域的膜下真空度一直保持在91 kPa左右。2个试验区塑料排水板内真空压力变化时程曲线见图3。

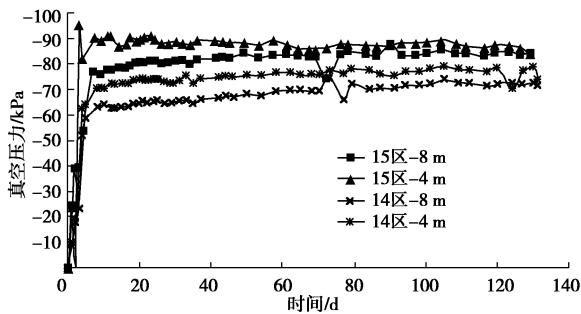


图3 各区排水板内真空压力变化时程曲线

Fig. 3 Time-history curves of vacuum pressure within drainage board

测试结果表明, 15区塑料排水板板内的真空压力在-80 kPa以上, 而14区塑料排水板板内真空压力在

-70~-80 kPa之间, 说明真空压力在普通塑料排水板中的传递比在整体式塑料排水板中传递衰减幅度要略大一些, 这可能与整体式塑料排水板的通水能力更大有关。从图中还可以看出, 塑料排水板板内的真空压力随着时间的推移逐渐降低, 有更接近于膜下真空压力的趋势。

3.3 新吹填土物理力学指标变化

由于试验区临近吹填口区域, 加固前新吹填土层主要为黏土和粉质黏土, 加固后两个试验区新吹填土的物理力学性质都有所改善, 且改善程度比较接近, 见上面的表2。另外从加固前后十字板剪切试验结果来看, 加固前新吹填土的十字板剪切强度为15.3~21.7 kPa, 加固后2个试验区新吹填土的十字板剪切强度均大于35 kPa, 且差别不明显。

3.4 小结

从对比结果可以看出, 针对新吹填的黏土和粉质黏土, 加固后两个试验区的沉降固结情况相近, 土性指标的改善程度也比较接近, 十字板强度的差别也不明显, 说明针对新吹填的黏土和粉质黏土来说, 整体式塑料排水板的优势并不明显。这可能是因为黏土和粉质黏土的颗粒较淤泥和流泥等超软土的颗粒略大, 在塑料排水板滤膜处淤积、堵塞滤膜排水通道的现象很轻, 不足以影响到排水板的整体排水效果。

4 结论

通过对整体式塑料排水板与普通塑料排水板现场试验加固效果的对比分析, 可以得到以下结论:

(1) 真空压力在普通塑料排水板中的传递比在整体式塑料排水板中传递衰减幅度要略大一些, 这可能与整体式塑料排水板的通水能力更大有关。另外, 塑料排水板板内的真空压力随着时间的推移逐渐降低, 有更接近于膜下真空压力的趋势。

(2) 对于新吹填的黏土和粉质黏土等土性较好的软土地基, 采用防淤堵的整体式塑料排水板和普通塑料排水板加固效果相近, 也就是说, 采用整体式塑料排水板的优势并不明显, 我们可以根据工程造价、施工条件、产品供应等情况选择合适的塑料排水板。

参考文献:

- [1] GB/T50290—2014 土工合成材料应用技术规范[S]. 2014. (GB/T50290—2014 Application of geosynthetics technical specifications[S]. 2014. (in Chinese))
- [2] 张健, 白金勇. 黄骅电厂二期软基加固工程检测报告[R]. 天津: 中交天津港湾工程研究院有限公司, 2007. (ZHANG Jian, BAI Jin-yong. Soft ground reinforcement engineering

- test report of huanghua power plant phase II[R]. Tianjin: Tianjin Port Engineering Institute Ltd. of CCCC First Harbor Engineering Company Ltd. 2007. (in Chinese))
- [3] 刘爱民, 冯军. 青岛海西湾造船基地软土地基加固检测报告[R]. 天津: 中交天津港湾工程研究院有限公司, 2008. (LIU Ai-min, FENG Jun. Soft ground reinforcement engineering inspection report of Qingdao Haixi bay ship repair base[R]. Tianjin: Tianjin Port Engineering Institute Ltd. of CCCC First Harbor Engineering Company Ltd., 2008. (in Chinese))
- [4] 陈智军, 尹长权. 天津临港工业区真空预压软基加固新技术试验应用报告[R]. 天津: 中交天津港湾工程研究院有限公司, 2011. (CHEN Zhi-jun, YIN Chang-quan. Soft ground reinforcement new technology application report of vacuum Pressure in tianjin lingang industrial area[R]. Tianjin: Tianjin Port Engineering Institute Ltd. of CCCC First Harbor Engineering Company Ltd., 2011. (in Chinese))
- [5] 尹长权, 刘爱民. 新吹填超软土地基加固新技术开发及应用研究报告[R]. 天津: 中交天津港湾工程研究院有限公司, 2013. (YIN Chang-quan, LIU Ai-min. New technology development and application research report of new reclaimed ultra soft ground reinforcement[R]. Tianjin: Tianjin Port Engineering Institute Ltd. of CCCC First Harbor Engineering Company Ltd., 2013. (in Chinese))

(本文责编 胡海霞)