

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2023.03.065

塑料排水板堆载预压在广州沿海工程软基处理中的应用

柴先墩

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要:以广州南沙区横沥岛尖项目为例,采用适用性较好的塑料排水板堆载预压作为大面积软弱地基处理的推荐方案,并对其进行优化设计;采用理正岩土进行塑料排水板堆载预压进行固结验算;并对软基处理结束后堤防深层抗滑整体稳定进行计算。计算结果表明:堆载期,沉降较大,最大为1.87 m;堆载期结束后,堤防深层抗滑稳定验算满足规范要求。因此,塑料排水板堆载预压效果较好,达到设计意图。

关键词:滩涂软基;塑料排水板;堆载预压;排水固结;理正岩土;深层抗滑

中图分类号: TU47

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)03-0266-03

0 引言

随着我国经济社会迅速发展,珠江口沿海城市滨海开发强度越来越高。由于部分岛屿为珠江三角洲地貌冲积平原区,基础薄弱层厚且面积大。因此,堆载预压法是沿海滩涂薄弱地基处理常用的一种方法。

堆载预压机理:多用于地基土中水分大,且土壤结构单一的情况,由于土壤中水分较高,孔隙率大,土壤中有效应力小。因此,利用堆载体对薄弱地基产生附加应力,加速孔隙水通过竖向排水通道向上排水,增加地基的有效应力^[1],提高岩土力学指标^[2]。

1 工程概况

横沥岛尖位于广州市南沙区西部的横珠江河口,属南沙新区核心明珠湾区的起步区。岛尖处于蕉门水道和上横沥之间,东、南、北三面环水,横沥岛尖位于起步区内的规划面积为7.212 km²,其中地块用地面积为4.911 km²,市政道路用地为1.333 km²,水域面积为0.968 km²,见图1。

根据《珠江三角洲主要河道岸线控制规划》,增加岛尖处蕉门水道宽度,将该处行洪控制线退后,并拆除岛尖南北岸现状堤防;根据《广州南沙新区防洪(潮)排涝专业规划》,于行洪控制线外,新建200 a一遇生态堤防,见图2~图4。

收稿日期:2022-04-25

作者简介:柴先墩(1989—),男,硕士,工程师,从事水工结构设计工作。



图1 南沙区水系及横沥岛尖位置示意图

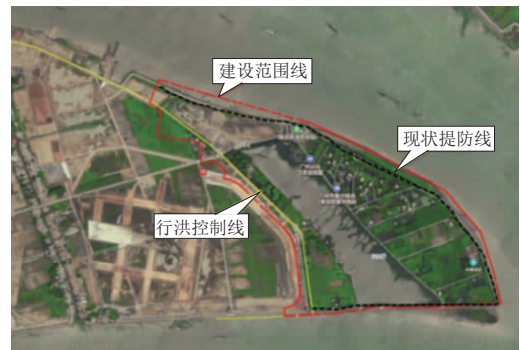


图2 场地现状

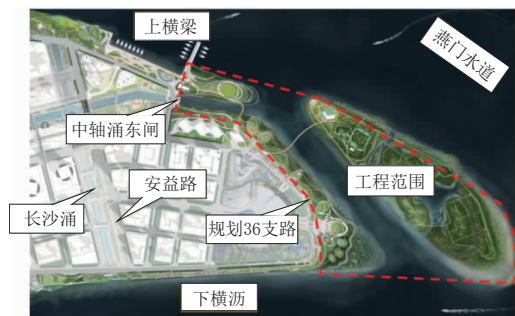


图3 工程(软基处理)范围



图4 横沥控规修编土地利用

2 工程地质

工程区岩性主要为人工填土层(Q4ml)、第四系全新统海陆交互的松散堆积层(Q4mc)、新近沉积的第四系冲积层(Q3al),覆盖深厚。各岩(土)层的特征如下:

(1)①层:为人工回填,厚度较薄,成分较复杂,欠压实,均匀性较差,性质不稳定,承载力低,若开挖,易发生坍塌,不宜直接作为地基基础持力层;

(2)②层:

②₁₋₁层淤泥:灰黑色、深灰色,流塑,呈层状连续分布。含少量有机质,局部含少量粉细砂,局部渐变为淤泥质土,切面光滑,具滑腻感和腥臭味。是拟建场地主要软土层。

②₁₋₂层淤泥质粉质黏土:灰黑色、深灰色,流塑,呈层状分布。含少量有机质,局部夹薄层粉细砂,切口光滑,具滑腻感和腥臭味。是拟建场地主要软土层。

②_{1-2a}层淤泥质粉质黏土夹粉砂:该层是②₁₋₂层淤泥质土的夹层,灰黄色,稍密,饱和,海陆交互沉积而成,含少量黏性土。呈透镜体分布,该层物理力学性质较差。

根据勘察报告,岩土层及物理力学参数见表1。

表1 各岩土层物理力学性质指标建议值

土层编号	土层名称	天然状态指标		固结指标		地基承载力特征值 f_{ak}/kPa
		土粒比重 G_s	含水率 $\omega/\%$	压缩系数 α_{v1-2}/MPa^{-1}	压缩模量 E_{s1-2}/MPa	
① ₂	素填土					70
② ₁₋₁	淤泥	2.64	72.4	1.72	1.76	40
② ₁₋₂	淤泥质粉质黏土	2.67	51.0	0.99	2.56	50
② _{1-2a}	淤泥质粉质黏土夹粉砂	2.67	39.8	0.63	3.45	70

各软弱层 e-p 曲线见图5~图7。

3 堆载预压处理方案

根据《岩土工程勘察报告》,项目区场地深厚淤

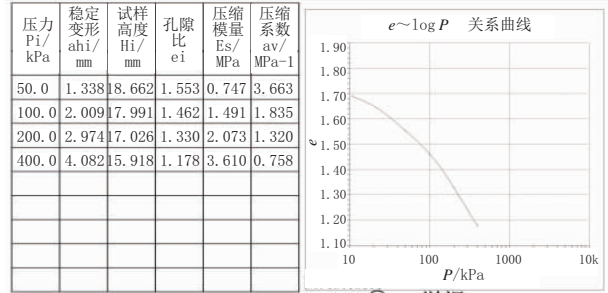


图5 淤泥

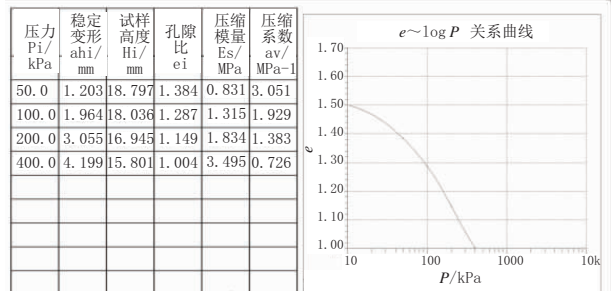


图6 淤泥质粉质黏土

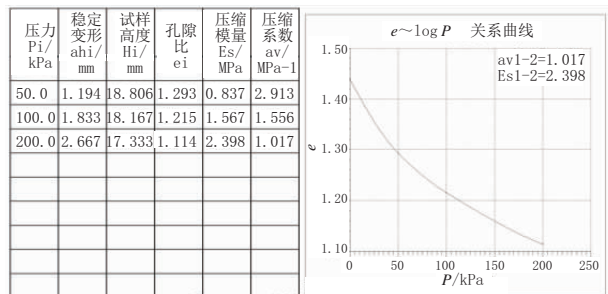


图7 淤泥质粉质黏土夹粉砂

泥层较为广泛,厚度达25 m以上。本项目堤身填土最大高度约4.5 m,堤身宽度较大,属于大面积的堆载。经沉降计算,堤基最终沉降量将达到1.20~1.50 m。如此大的沉降量若不进行处理,任由工后自然固结沉降的话,首先将导致堤身上部护岸、景观平台、景观建筑物出现较大的沉降变形,影响堤岸的防洪稳定安全。因此,需对堤基进行处理。

3.1 堆载外形设计

设计堆载外形综合考虑远期的竖向、总体规划以及景观要求,尽可能减少废弃工程量。市政用地红线(规划36号支路)外以内20 m范围,由于规划地块/道路竖向标高均略为9.00 m,因此,该范围堆载标高设计为9.00 m;亲水平台至行洪控制线范围,该范围有亲水需求,堆载设计标高为7.00 m;其余范围结合景观总体方案及土方平衡要求,堆载设计标高为8.00 m。

3.2 排水板参数计算^[3]

塑料排水带的当量换算直径可按下式计算:

$$d_p = \frac{2(b+\delta)}{\pi} \quad (1)$$

式中: d_p 为塑料排水带当量换算直径; b 为塑料排水带宽度; δ 为塑料排水带厚度。

排水竖井的间距可根据地基土的固结特性和预定时间内所要求达到的固结度确定。竖井的间距按井径比选用($n=d_e/d_w$, d_w 为竖井直径,对塑料排水带可取 $d_w=d_p$)。塑料排水带的间距按 $n=18.5$ 选用。排水竖井可采用等边三角形平面布置:

$$d_e = 1.05 l \quad (2)$$

式中: d_e 为竖井的有效排水直径; l 为竖井的间距。

堤基压缩层的计算厚度(排水板的打设深度),可按式(3)确定:

$$\frac{\sigma_z}{\sigma_B} = 0.1 \quad (3)$$

式中: σ_B 为堤基计算层面处土的自重应力; σ_z 为堤基计算层面处土的附加应力。

本工程堆载预压采用C型塑料排水板,正三角形布置。根据计算,排水板间距取1.2 m,打设深度不超过25 m。

3.3 设计方案

根据场地实际条件,工程范围场平标高4.50 m,设置中粗砂垫层,打设排水板。堆载预压期,孔隙水通过塑料排水板排至中粗砂导水层后,由碎石盲沟收集至集水井(预制混凝土管),再经过离心泵定时排至排水沟或河涌。其中,碎石盲沟垂直河涌方向20 m设置一道,顺河涌方向15 m设置一道,集水井于盲沟交叉口间隔布置,见图8。

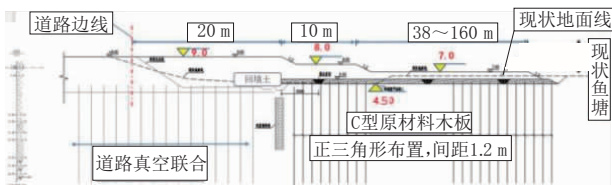


图8 软基处理典型断面图

3.4 固结计算^[4]

采用理正岩土软土地基路堤、堤坝设计软件,简单软土路基模块进行堤基压缩沉降难处,典型计算剖面见图9。

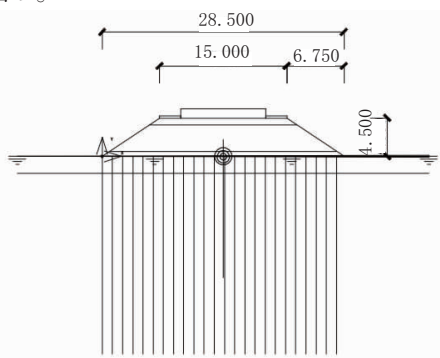


图9 堤基固结验算示意图(单位:m)

根据软基预压固结计算,本工程预压满载期应不小于6个月,相应计算成果见表2。

表2 堆载预压计算成果表

预压 高程/m	预压 荷载/kPa	预压 时间/d	堆载期 沉降/m	工后 沉降	固结度/%
7.0	45	180	0.98	0.17	92.21
8.0	63	180	1.49	0.24	93.34
9.0	81	180	1.87	0.28	95.32

本次地基土预压固结度大于90%,处理后的地基承载力不小于100 kPa。

3.5 堆载预压效果

根据室内土工和十字版检测成果,软基处理后土的物理性质试验报告见图10。

图10 预压结束后土体物理性质试验报告

通过计算,经排水板堆载预压处理后,堤防深层抗滑稳定验算^[5]满足规范要求,见图11。

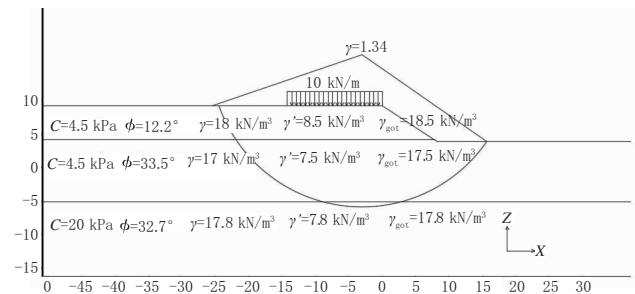


图11 排水板堆载预压处理后堤身抗滑稳定计算示意图

4 结语

(1)根据项目区场地实际条件,采用适用性较好的塑料排水板堆载预压,作为本工程大面积软基处理的推荐方案。

(2)根据计算,排水板底高程打插至淤泥底高程(最长不超过25 m),正三角布置,间距1.2 m。

(3)通过理正计算,本工程预压满载期应不小于6个月,地基土预压固结度大于90%。堆载期沉降较大,最大为1.87 m,达到设计意图,工后沉降亦满足

(下转第284页)

参考文献:

- [1] 郭信君.南京长江隧道工程难点分析及关键技术总结[J].岩土力学与工程学报,2012,10(32):2154-2160.
- [2] 孙凯旋,高亚军,李国斌,等.重庆长江隧道河床演变及冲刷预测[J].水运工程,2020,571(7):181-186.
- [3] 贾宝新,高宗贤,惠鹏飞.上软下硬地层隧道盾构施工引起的地表沉降研究[J].安全与环境学报,2021(3):1083-1088.
- [4] 韦猛,方中杨,柴冰冰.砂卵石地层盾构隧道地表最大沉降量预测[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2021(5):110-115.
- [5] 陈芳芳.既有盾构隧道结构上覆土开挖的影响分析[J].工程机械与维修,2021(3):194-196.
- [6] 林存刚,刘干斌,吴世明,等.泥水盾构掘进引起的地面沉降-传统计算理论的评析与修正[J].土木工程学报,2015(4):111-123.
- [7] 王乐乐.河床变形监测技术在盾构过江施工中的应用[J].广东水利水电,2020(9):93-96.
- [8] 王华,曹双,于洋,等.南京河段拟建过江隧道河段河床冲刷数值模拟[J].水运工程,2019(11):67-73.
- [9] 岳红艳,朱勇辉,卢金友,等.长江武汉河段近期河床演变特征探讨[J].水利水电快报,2017(11):43-46.

.....

(上接第 268 页)

规范要求。

(4)根据室内土工和十字版检测成果,排水板堆载预压可显著提高软土物理力学参数。软基处理后,堤防深层抗滑稳定验算满足规范要求。因此,堆载预压效果较好。

参考文献:

- [1] 缪玺.塑料排水板真空堆载联合预压在滨海地区饱和软基处理中的

应用[J].山东交通科技,2018(3):45-47,66.

- [2] 陆利平.水利工程施工中软基基础的处理技术分析[J].河南建材,2018(4):2.
- [3] 秦淑豪.基于高速公路软土地基的塑料排水板法设计[J].交通世界,2021(27):2.
- [4] 黄朝焯.塑料排水板处理地基固结计算及其工程应用分析[J].中国农村水利水电,2018(7):6.
- [5] 胡嫣然,陈静.刚体极限平衡法在坝基深层抗滑稳定计算中的应用[J].安徽建筑大学学报,2019(1):8.