



竹网 + 土工织物 在软土地基浅表层处理中的应用

向继华, 曹 琰, 祁先涛

(中交二航局第一工程有限公司, 湖北 武汉 430012)

摘要: 竹网 + 土工织物是一种以原生竹材为主要施工材料处理松软地基表层的工艺。该工艺一般为绑扎竹网配以土工布等土工合成材料, 形成加筋半刚性体, 上覆一定厚度的砂或土垫层以增强软土地基表层承载力, 满足作业面轻型、中型设备施工条件的要求。在汕头市东部经济带市政基础设施建设项目 WE3 路浅表软基处理施工中, 结合现场淤泥层厚度采用了竹网浅表软基处理工艺, 有效地提高了施工进度, 节约了施工成本。

关键词: 竹网; 软弱地基; 浅表层处理; 土工布; 砂垫层; 铺装

中图分类号: TU 447

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2015)08-0158-03

Application of bamboo net and geotextile in shallow surface treatment of soft ground

XIANG Ji-hua, CAO Yan, QI Xian-tao

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

Abstract: The bamboo net and geotextile technology takes the bamboo as the main construction material to deal with the surface of soft ground. Binding the bamboo net with geotextiles and other geosynthetics to form a reinforced semi-steel body, the upper surface of which is covered with the sand layer or soil cushion with a certain thickness to enhance the bearing capacity of the soft ground base and meet the requirements of the operation surface for the light & medium sized equipment construction. In the WE3 road surface soft foundation treatment of the eastern part of the economic zone and municipal infrastructure construction projects of Shantou city, according to the thickness of the silt layer, we adopt the bamboo net treatment technology, and quicken the construction progress and save the construction cost.

Keywords: bamboo net; weak foundation; superficial treatment; geo-textile; sand cushion; paving

1 工程概况

工程位于汕头市东海岸新城建设项目新溪片区, 属市政道路工程, 规划道路全长 4.247 km、宽 40 m, 属 II 级次干道。由于场区内为新近吹填砂造陆, 且滨临海岸本身地质条件复杂, 物理学性能较差, 必须对软弱地基进行处理后才能进行道路的规划建设。该道路约 3.5 km 范围内表层覆盖 2~4 m 深淤泥, 局部区域淤泥呈流泥状, 上覆 0~30 cm 硬壳层, 表面承载力极差。

2 浅表处理方案对比^[1]

根据现场踏勘及吹填资料, 拟定采用推砂换填、单层土工布 + 砂垫层、双层土工布竹网 + 砂垫层、浅表真空预压的方式进行浅表层软基处理方式。由于道路通行要求时间较短 (45 d)、路面通行荷载要求较大 (40 t 设备通行)、成本控制等因素成为方案选择的主要制约因素, 故对上述方案进行对比分析 (表 1), 施工方案选择为双层土工布竹网 + 砂垫层。

收稿日期: 2015-05-28

作者简介: 向继华 (1970—), 男, 高级工程师, 从事港航工程施工技术管理工作。

表 1 浅表处理方案对比

方案名称	工艺分析	成本分析	耗时分析
吹砂换填	直接堆砂, 利用填砂时产生的推压力对淤泥造成挤压, 形成条带状通道, 类似于换填	用砂量较多, 平均填砂厚度 4.5 m	施工工艺简单, 效率较高
土工布 + 砂垫层	在淤泥表面先铺设一层土工布, 然后堆铺一定厚度的砂垫层。存在较大程度的挤淤现象	用砂量仅次于填砂挤淤, 平均填砂厚度约 3.5 m	施工工艺简单, 但填砂量大, 制约工效
双层土工布竹网 + 砂垫层	先在淤泥表面铺设一层土工布, 然后铺设竹网, 竹网上部铺设土工布后再铺设一定厚度的砂垫层	大部地区用砂量减少明显, 填砂厚度约 0.5 m	施工工艺难度小, 功效基本能满足工期要求
真空预压	手插塑料排水板 + 铺设真空管 + 铺设真空膜 + 安装抽真空设备 + 砂垫层	工艺复杂, 成本较高	工艺复杂, 分级抽真空, 单个过程耗时约 2 个月

3 地基承载力计算

3.1 现有地基表层承载力估算

结合现有场地条件和相关试验资料, 根据太沙基公式估算现有场地承载力如下:

$$q_a = \frac{1}{F_s} \cdot c_k \cdot N_c \quad (1)$$

式中: q_a 为容许承载力 (kPa); c_k 为粘结力, $c_k = 1.3$ kPa; N_c 为承载力系数, $N_c = 5.14$; F_s 为安全系数, $F_s = 2.0$ 。经计算, 容许承载力为 $q_a = 3.34$ kPa, 现有地基估算承载力远远达不到要求的通行承载力。

3.2 处理后地基承载力计算

加固后软基承载力采用下式计算:

$$q_a = \frac{1}{F_s} \cdot \left(1 + \frac{d}{b}\right) \cdot \left(5.14c + \frac{2T_a}{b} \sin\theta\right) \quad (2)$$

式中: F_s 为安全系数, $F_s = 2.0$; d 为覆土厚度,

$d = 0.5$ m; b 为施工设备的接地宽, $b = 0.4$ m; c 为吹填淤泥的不排水抗剪强度, $c = 0.22$ kPa; T_a 为加固材料的容许拉力, $T_a = 18$ kN/m; θ 为加固材料与水平面所成角度, $\theta = 150^\circ$ 。计算结果为 $q_a = 51.90$ kPa, 能满足施工所使用设备需求 (设备运行产生动荷载, 预留 20% 荷载安全富余)。

4 工艺原理

竹网 + 土工布主要由 4 部分组成: 1) 底层编织土工布, 主要为人工作业提供平稳作业面, 同时将淤泥与竹排相隔离。2) 竹网, 作为主要承重结构。3) 上层编织土工布, 将砂垫层与竹网隔离。4) 砂垫层, 作为后续机械设备施工基层。

施工完成后, 竹网与上下层编织土工布形成一体, 有效将上部荷载分散, 从而提高基础表层承载力。竹网浅表处理断面见图 1。

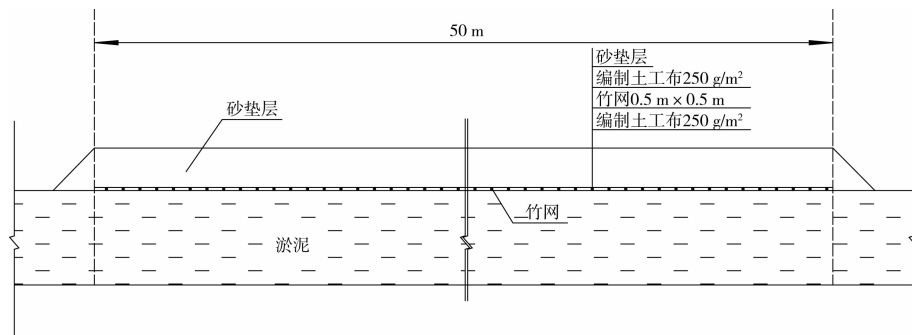


图 1 竹网浅表处理断面

5 工艺施工流程及操作要点

5.1 施工工艺流程

在淤泥表面铺设底层编织土工布 → 按照间距要求布设圆形毛竹网排 → 铺设顶层编织土工布 → 铺设砂垫层 → 整平。

5.2 参数设计^[2]

- 1) 编织土工布。底层和顶层均采用 250 g/m² 的编织土工布。
- 2) 竹网。圆形原生毛竹, 间距 0.5 m × 0.5 m, 正方形网格布置, 10# 铁丝绑扎。

3) 中粗砂。铺设厚度为 1~2 m, 满足施工机械承载力要求即可。

4) 表层承载力。能够满足 70 kPa 承载力要求。

5.3 施工准备

1) 对施工现场进行全面了解, 掌握每块区域的淤泥深度。

2) 检查编织土工布、竹子和砂的质量, 保证各项材料指标满足设计及规范要求。

3) 准备发电机、手持式缝纫机、大推土机、小推土机、装载机各 1 台和运输车辆若干。

5.4 编织土工布缝制加工

每块编织土工布的拼幅采用包缝法或丁缝法(二道锦纶线, 针脚间距 ≤ 5 mm), 锦纶线强度不小于 150 N, 但在长度方向(主要受力方向)不得有连接缝。

1) 缝制宽度。

出厂编织土工布的单幅宽度为 4 m。综合考虑现场施工条件和施工效率, 将 7 幅缝接拼成一块, 宽度为 $4\text{ m} \times 7 - 0.2\text{ m} \times 7 \times 2 = 25.2\text{ m}$ 。

2) 加工长度。

根据设计图纸, 编织土工布加工长度为 50 m 加两边各富余 5 m, 共计 60 m。

5.5 铺设底层编织土工布

1) 测量定位。

施工前用 GPS 放出各施工区域的施工边线, 铺设编织土工布边线距分区边线 1 m, 并用彩旗做好标记。

2) 编织布的铺设。

施工前先利用木板铺设人工便道, 编织布呈卷状平放于施工区的一侧, 人工按照横向滚动铺开, 铺设时保留不小于 20 cm 的搭接量, 铺设整个施工区域, 保证无遗漏。

3) 编织布的缝合。

对已铺设好的编织布搭接区域采用包缝或丁缝进行缝合, 缝合线采用强度较高的锦纶线。缝合缝必须有两条平行的缝合线。

4) 检查验收。

铺设完毕后进行自检, 检查编织布是否已覆盖整个区域, 编织布的搭接区域是否按照要求缝合, 经监理工程师验收合格后方可进行下一道工序的施工。

5.6 布设竹网

根据底层编织土工布铺设区域布设竹网, 竹网采用圆形原生毛竹, 间距 $0.5\text{ m} \times 0.5\text{ m}$, 正方形网格布置, 用 10# 铁丝绑扎, 不少于 3 道绑扎, 应使小头与大头搭接, 搭接长度不小于 1 m, 相邻搭接位置应错位 1~2 m。横向(即垂直于路基轴线方向)竹子布设在下层, 纵向竹子布设在上层(图 2、3)。

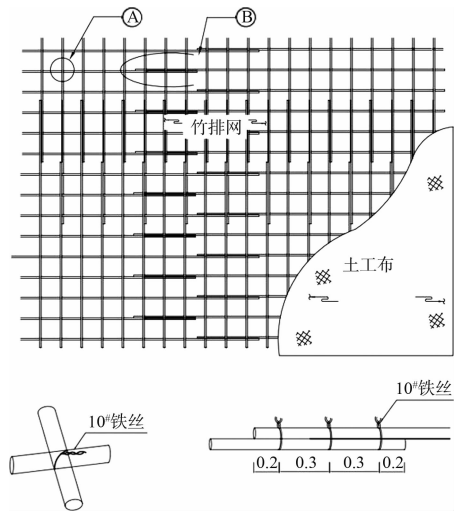


图 2 竹排搭接



图 3 竹排铺设

5.7 铺设顶层编织土工布

同 5.5 节铺设底层编织土工布的方法, 上层土工布预留宽度 1~2 m, 包裹竹排边缘并固定于竹排之上。

5.8 铺设砂垫层^[3]

1) 砂垫层摊铺用沙采用含泥量不大于 5%、渗透系数 $\geq 2.4 \times 10^{-2}$ 的海沙(中沙、粗沙和沙砾), 实验室送检按每批次送检 1 次或 1 次/(1~3 万 m^3)。

2) 采用分级摊铺、逐层推进的方式进行砂垫层摊铺。第 1 层填筑约 1 m 厚海沙, 第 2 层填筑约 1.5 m 厚海沙, 第 1 层填筑与第 2 层填筑推进距离差控制在 10 m 范围, 供料设备距离第 2 层填筑施工面 5~8 m。

(下转第 164 页)