

关于木桩的相关研究

吴璇 潘俊宇 闫濡 王文康

合肥工业大学, 安徽 宣城 242000

[摘要] 随着工程建设和环境保护理念的深入, 木桩作为一种天然材料, 在环境保护方面显示出其优越性。目前, 在软基处理工程中的应用形式复合地基桩只考虑更换, 低容量, 在施工后的工程很少大变形应用的作用。考虑中国传统木桩的优缺点, 我们对木桩进行研究改良, 将木桩的材料使用性能可以加强, 将排水固结与置换治疗作用分析相结合, 为木桩更好的应用于软土地基问题处理。

[关键词] 松木桩; 实验; 模拟

DOI: 10.33142/aem.v2i3.1797

中图分类号: Q948

文献标识码: A

Related Research on Wood Pile

WU Xuan, PAN Junyu, YAN Ru, WANG Wenkang

Hefei University of Technology, Xuancheng, Anhui, 242000, China

Abstract: With the deepening of engineering construction and environmental protection concepts, wooden piles, as a natural material, show their superiority in environmental protection. At present, the application form of composite foundation piles in soft foundation treatment engineering only considers replacement, low capacity, and the role of large deformation application in the post-construction project is rarely. Considering the advantages and disadvantages of Chinese traditional wood piles, we study and improve the wood piles. The material performance of the wood piles can be strengthened, and the drainage consolidation and displacement treatment effect analysis are combined to better apply the wood piles to the treatment of soft soil foundation problems.

Keywords: pine pile; experiment; simulation

1 绪论

1.1 课题研究背景及意义

地基常用加固方法树根桩法, 铺杆静压桩法, 坑式静压桩法, 高压旋喷注浆法, 灰土挤密桩法, 石灰桩法, 注浆加固法等。

我们发现现在常用的地基基础加固方法大都含有混凝土与钢筋, 这些材料都很难被处理, 不能被环境所降解属于“建筑污染”。我们就想到利用一种可以被环境降解的桩, 又想到古人使用的木建筑结构都很坚固可以满足使用要求, 我们就想研究木桩能不能满足我们现在对地基承载力的要求以及现在木桩可以适用于哪些情况, 在什么情况下可以充分利用木桩的强度。

1.2 国内外文献查询

木材是一种理想的打桩材料。它具有较高的强度与重量比, 操作方便, 易于裁剪。出土后修剪, 在良好的暴露条件下, 耐久性强。木桩也是一种低成本、可持续发展的资源, 有可能得到更广泛的应用。

1.3 本文主要研究内容

本项目从室内单根桩模型进行实验, 为了分析不同排水方向对固结强度的影响, 增大竖直方向排水, 研究松木桩的抗剪强度与排水固结的关系, 从而更好的使用松木桩。

2 试验设计

2.1 试验选取模型及所用仪器



图1 排水松木杆

根据实际工程采用等比例缩小松木桩处理地基的强度试验模型。选用一个敞口的圆柱状容器代表柱状模型。砂井理论认为影响范围是一个圆柱体，处于该范围中的土体中的水渗流向砂井，范围边界处不发生渗流，按照这个理论，我们可以将排水有效影响范围进行简化。排水结构层为防水毯，试验前将防水毯紧密裹在我们选用的松木杆上作为实验所需的排水松木杆，土样选用呈流塑状态的淤泥土。

对固结试验的研究我们采用土力学实验用到的室内软土地基的加固模型进行试验的加载，加载器材采用实验室砝码代替，用砝码模拟持续的荷载，位移指示器与位移传感器相连，位移用位移传感器记录。

2.2 试验方案

使用不同预压（15、30、60、120、240）和不同排水结构层（0、1、2层）情况下排水松木桩处理软土地基的固结排水性能和界面摩擦特性，下一级荷载应在每一级荷载固结 24 小时后施加。基本物理土壤参数示于表 1 中，对比不同固结压力（120 kPa、360 kPa），排水结构层（0、1、2 层）在相同固结时间情况下固结及界面强度增长机理，方案设计如表 2 所示。

表 1 试验土基本物理指标

密度 $\rho_0 / (\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	含水率 $\omega_0 / \%$	液性指数 I_L	塑性指数 I_P	初始孔隙比 e_0	土粒比重 G_s
1.36	62.34	2.36	24	1.88	2.44

使用控制变量法，为了研究防水毯的层数对排水松木桩的影响，设置试验 N0-6、N1-6、N2-6；为了研究不同固结压力情对排水松木杆的影响，设置试验 N1-6、N1-4。

表 2 试验设计方案

实验编号	不同排水结构层	排水方向	是否加入松木杆	排水防水毯层数	加载等级
N0-6	0 层防水毯排水松木杆（杆径 12mm）	竖向和径向	是	0 层	6 级
N1-6	1 层防水毯排水松木杆（杆径 12mm）	竖向和径向	是	1 层	6 级
N2-6	2 层防水毯排水松木杆（杆径 12mm）	竖向和径向	是	2 层	6 级
N1-4	1 层防水毯排水松木杆（杆径 12mm）	竖向和径向	是	1 层	4 级

其中：N_{p-q}，其中 p 代表防水毯层数，q 代表加载等级。

3 分析总结

3.1 分析数据

首先计算不同实验条件下柱状容器内软土层的固结压缩指标，并且采用位移传感器来测量相对位移。我们想要得到 e-p 曲线图，但我们测量的数据为沉降量，故要采用公式（1）~（2）讲沉降量转化为孔隙比。

①采用公式（1）计算的每个实验的初始孔隙比 e_0 ：

$$e_0 = \frac{(1 + \omega_0) G_s \rho_w}{\rho_0} - 1 \quad (1)$$

式中： e_0 是初始孔隙比（无量纲）； ω_0 是初始含水率（单位%）； ρ_w 是水的密度（单位 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ）； ρ_0 是试样的初始密度（单位 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ）； G_s 是土粒比重（无量纲）。

②使用公式（2）计算不同加载情况下沉降完成后的孔隙比 e_i ：

$$e_i = e_0 - \frac{\Delta h_i}{h_0} (1 + e_0) \quad (2)$$

式中： e_i 为不同加载等级下沉降完成后的孔隙比（无量纲）； e_0 是初始孔隙比（无量纲）； Δh_i 是不同试样在不同的固结压力下的最终沉降量（单位 mm）； h_0 是试样初始高度（单位 mm）。

3.2 分析讨论

根据太沙基理论，本次实验测量出的是在土壤侧向变形受到限制的条件下不同加载压力下的变形，再结合其相关公式计算处土体的孔隙比。对试样依次施加固结压力，记录在规定时间内百分表读数，即土体的变形沉降量，运用相关公式讲沉降量转化成不同加载等级下的孔隙比，进而绘制压缩曲线，通过压缩曲线得出土的压缩参数。实验结

果记录如表 3:

表 3 常规固结试验结果

固结压力 kpa 变形量 mm 时间 min	15 kpa	30kpa	60 kpa	120 kpa	240 kpa
	0min	0.00	2.47	3.13	4.13
0.1min	0.13	2.64	3.23	4.18	4.20
0.24min	0.19	2.65	3.29	4.23	4.23
1min	0.37	2.63	3.35	4.37	4.36
2.24min	0.63	2.64	3.45	4.46	4.43
4min	0.84	2.83	3.44	4.63	4.62
6.24min	1.12	2.87	3.63	4.66	4.63
9min	1.36	2.93	3.62	4.65	4.83
12.24min	1.62	2.93	3.65	4.83	4.82
16min	1.83	2.95	3.85	4.85	4.83
20.24min	2.02	2.97	3.83	4.86	4.83
24min	2.13	3.00	3.85	4.93	4.83
30.24min	2.23	3.02	3.90	4.92	4.83
36min	2.30	3.02	3.91	4.94	4.86
42.24min	2.35	3.03	3.93	4.93	4.88
49min	2.35	3.02	3.92	4.93	4.83
64min	2.45	3.06	4.00	4.93	4.85
100min	2.43	3.06	4.04	4.99	4.84
200min	2.48	3.06	4.05	4.03	4.85
400min	2.44	3.13	4.07	4.03	4.84
23h	2.46	3.15	4.08	4.05	4.87
24h	2.46	3.15	4.10	4.06	4.87

以压力 p 为横坐标, 孔隙比 e 为纵坐标绘制 $e-p$ 曲线 (见图 2);

观察图 2 可以得出, 杆径 12mm 纯松木杆的固结排水性能没有杆径 12mm 包裹两层排水防水毯的松木杆好, 而杆径 12mm 包裹 1 层防水毯与杆径 12mm 包裹 2 层防水毯的曲线基本重合; 在相同固结压力和时间下, 排水固结过程中的最大沉降量随排水层的增加而增加, 且曲线越来越缓。

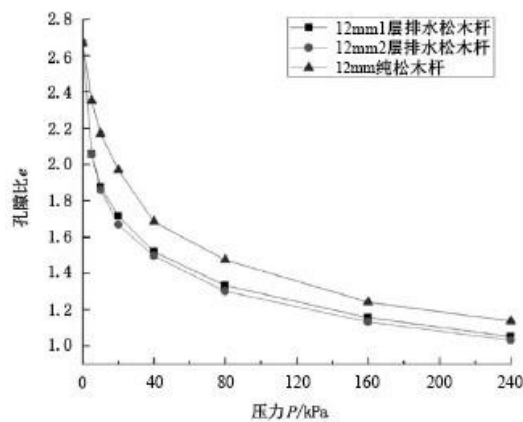
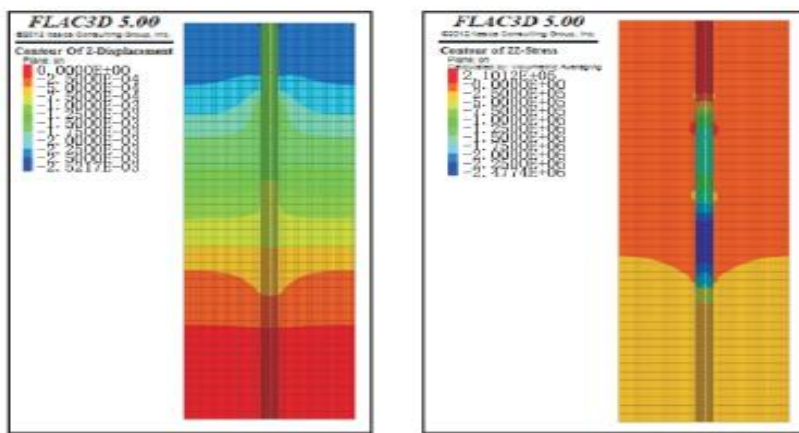


图 2 包裹不同排水层数松木杆的固结 $e-p$ 曲线

3.3 商业软件模拟结果分析

用软件建立相同直径桩模型，当重力加速度取 $10.0/S^2$ 时，经过大约 4379 时步运算，最后模型为稳定状态，如图所示。而自重应力下木桩模型的最大不平衡力经过约 4379 逐渐缩小至 0.000，最终模型整体基本达到稳定状态，如图所示。



(1) Z 方向位移图

(2) 平衡状态应力图

图 3 木桩在自重应力条件下的图

观察图 2 得到，Z 方向的位移量非常小，可能是桩周边的摩擦力使桩身和桩身周围土体自上而下位移量逐渐减小引起；观察图 3 得到，从上到下桩身应力先逐渐增加到最大值然后慢慢减小，表明桩身上部侧摩擦力使桩身应力逐渐增大到最大值，在下部侧摩擦力没有完全发挥相应作用是桩身应力逐渐减小。

4 得出结论与说明

4.1 结论

- (1) 排水结构层的存在使排水松木杆加固的柱状软土更加牢固，相对于光滑松木杆；
- (2) 排水结构层数的增加对排水松木杆加固柱状软土的影响效果不显著，从经济的角度考虑，不应过多地增加排水结构层数来增大排水松木杆对柱状软土的加固；
- (3) 刚开始加入排水松木杆排水的一段时间，松木杆加固的软土固结沉降量增大明显，后期虽然沉降量也在增加但是增加效果没有前期低压的情况好。

4.2 说明

- 1) 本试验的模型选取的比较简单，实验条件没有实际复杂，若应用于工程实际需要进行现场测试。
- 2) 试验没有探讨不同的排水介质对排水松木杆加固柱状软土的影响，可以增设对照试验探讨
- 3) 本试验为室内模型试验，选用土样均为扰动土，与天然状态的土体存在差异，需要增设现场原位测试对比说明。
- 4) 试验没有探讨不同的松木杆径对排水松木杆加固柱状软土的影响，可以进行相关试验研究。

基金项目：合肥工业大学 2019 年校级大学生创新创业训练计划项目资助（项目编号：X201910349423）

[参考文献]

[1] 万红刚. 松木桩在软基处理中发挥的作用[J]. 建设科技, 2016(22): 148-149.
[2] 赖真义. 松木桩在小流域综合治理工程中的应用[J]. 甘肃水利水电技术, 2016, 43(11): 22-46.
[3] 谢兰芳, 林阳. 松木桩用于围堰基底加固的效果分析[J]. 土工基础, 2018, 32(03): 246-249.
[4] 柯国贵. 松木桩在港口后方陆域建筑物地基处理中的应用[J]. 江西建材, 2016(16): 66-69.
[5] 王斌. 松木桩在农水工程软土地基处理中承载力计算分析[J]. 江苏水利, 2016(06): 33-34.
[6] 闫志明. 松木桩复合地基在堤防工程中的应用[J]. 中国水运(下半月), 2014, 14(02): 142-143.
[7] 胡洪. 园林工程中软弱地基的施工中对于松木桩的应用[J]. 江西建材, 2014(23): 214-219.
[8] 熊一帆. 柔性排水松木杆加固软土地基室内柱状模型试验[D]. 江西: 东华理工大学, 2016.
[9] 余杰文. 桩径桩长及排水条件对排水松木桩加固软土地基影响的室内模型试验[D]. 江西: 东华理工大学, 2016.
[10] 陈成场. 排水固结处理软土地基影响因素分析[J]. 中国水运, 2016(06): 44-46.
[11] 徐华明. 双排木桩土围堰的施工及应用[J]. 四川水泥, 2016(12): 202-203.
[12] 王丹辉, 陈成锋, 何海澎. 浅谈松木桩围堰施工方法[J]. 农业与技术, 2012, 32(04): 16-18.
[13] 李燕军. 浅谈圆木桩围堰施工方法[J]. 黑龙江科技信息, 2014(34): 193.

作者简介：吴璇（1998-），男，学历：大学本科，专业方向：土木工程。