

松木桩在农水工程软土地基处理中承载力计算分析

王 斌

(连云港市赣榆区水利局, 江苏 连云港 222100)

摘要: 松木桩作为一种传统地基处理方式, 具有取材方便、施工简单和造价低廉等优点。本文结合松木桩在农水工程中实际应用情况, 从力学性能认识、对地基土挤密的效果以及计算方法和参数确定等方面对松木桩承载力进行了较为全面地分析, 提出软土地基经松木桩处理后可提高承载力约 60 kPa, 一般能满足农水工程中建筑物基础对地基承载力的要求, 同时对松木桩基础处理提出设计方案。

关键词: 松木桩; 地基处理; 承载力计算分析

中图分类号: TV223.2+2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2017) 07-0033-03

Computational analysis of pine pile bearing capacity in soft soil foundation treatment in agricultural irrigation engineering

WANG Bin

(Water Conservancy Bureau of Ganyu District in Lianyungang, Lianyungang 222100, Jiangsu)

Abstract: As a traditional way of soft soil foundation treatment, pine piles have advantages such as convenience, simple construction and low cost. Combining with practical application of the pine piles in agricultural irrigation engineering, this paper comprehensively analyzes the bearing capacity from the aspects of mechanical property understanding; its effects on foundation soil compaction; along with the computing method and parameter determination. It is pointed out that the bearing capacity of soft soil foundation is 60kPa after pine piles treatment, which could satisfy the standard of bearing capacity of soft soil foundation in agricultural irrigation engineering. Moreover, a pine pile foundation processing design scheme is proposed.

Key words: pine pile; foundation treatment; computational analysis of bearing capacity

0 引言

连云港市赣榆区位于江苏省东北部, 地处鲁东南丘陵与苏北黄海平原交接地带。由于濒临黄海, 区内软土地基居多, 特点为孔隙率大、压缩性大、含水量大、渗透系数小、水分不易排出、承载力差、沉陷大触变性强的特点, 在外界的影响下极易变形。因此, 工程地基处理较为重要。赣榆

区水利工程建设传统的地基处理方法为: 桩基础、填砂置换、排水固结及防渗墙等。处理方法优点是基础结构稳定、坚固, 承载力大, 但施工工艺复杂, 工期长, 造价较高, 适用于本地区大中型水工建筑物, 但对于农田水利项目中的规模较小的水工建筑物则过于保守, 投资浪费。

随着科学技术的发展, 各种地基处理技术日益增多和成熟; 同时, 由于环保意识的增强, 作为

收稿日期: 2017-03-25

作者简介: 王斌 (1967-), 男, 本科, 工程师, 主要从事水利规划设计及建设管理工作。

传统地基处理方式的松木桩应用越来越少。但是,由于松木桩具有取材方便、施工简单和造价低廉等优点,在农田水利工程中仍然具有较大的应用价值。

虽然采用松木桩进行地基处理应用历史悠久^[1],但是现行的各种相关规范均未将其纳入^[2-4],且计算方法不一^[5-6]。因此,有必要对松木桩在农水工程软土地基处理中承载力计算进行较全面地分析,如对松木桩的主要力学性能的认识、影响承载力计算的因素以及选择合适的计算方法和合理的参数等,得出承载力计算的简便公式,供设计参考。

1 松木桩主要力学性能认识

由于松木自身能分泌松脂,在完全置于水下环境时能有效阻止松木的腐烂,因此地基处理采用的木桩一般均为松木桩。在工程实际应用中,往往采用直径变化小、直度好、材质较硬且耐腐蚀性能高的松木桩。为了具有一定的安全裕度,本次采用强度相对较小的 TC11 级木材进行主要力学性能分析。

现行相关规范^[7-8]均以《建筑结构可靠度设计统一标准》中的原则而制定,具有可比性。木材的强度设计值和弹性模量如下:顺纹抗压及承压 $f_c=10$ MPa,弹性模量 $E=9000$ MPa,抗弯 $f_m=11$ MPa。若考虑为湿材或落叶松木材,其强度设计值和弹性模量均降低 10%,取 $f_c=8.1$ MPa, $E=7300$ MPa, $f_m=8.9$ MPa。混凝土轴心抗压强度设计值 C15 ~ C20 为 7.2 ~ 9.6 MPa,弹性模量为 22000 ~ 25500 MPa。可见,木桩的抗压强度数值介于 C15 ~ C20 混凝土抗压强度之间,略高于 C15 混凝土;但弹性模量数值约为混凝土的 1/3,说明木桩发生单位变形所需要的外力较小而易变形。

2 松木桩应用分析

2.1 松木桩挤密作用及桩距分析

松木桩施工时一般静压而入,松木桩实际上也是一种挤密桩,在确定桩距时需防止过密而破坏土体原有结构,降低复合地基处理效果。一般松木桩桩距取 500 ~ 600 mm。按照松木桩处理前后空隙比 e 的大小变化进行计算^[6],松木桩桩

距 $S=0.886d(1+e_0)/(e_0-e)^{0.5}$,结合连云港市赣榆区工程软土地质等不良地基处理经验,空隙比 $e_0=1.1$ 提高到 $e=1.0$,则桩距为 0.55 m,取 0.50 m (约为 3.5 倍桩径),其桩间土承载力标准值可提高 15 kPa。因此,在地基处理施工中,松木桩应从外围往里逐渐打至中间,充分发挥木桩挤密作用。

2.2 平面布置范围及褥垫层设置

松木桩介于柔性桩和刚性桩之间,更多地倾向于刚性桩。因此,松木桩可在基础范围内布桩。水工建筑物基础多为箱、筏型基础,最外侧桩应布置在底板悬挑或者边墙以下较好,底板边缘到边桩中心距一般为 1 倍桩径。

褥垫层在复合地基中可调节桩土分担的荷载比例,减少基底应力集中,保证桩土共同承担荷载。由于水工建筑物地基防渗稳定需要,基础下面往往不直接设置散性材料的褥垫层。但是,为了充分发挥复合地基承载能力及施工需要,工程实践上采用 C15 素混凝土垫层替代褥垫层。同时,在地基土质较差时,为确保松木桩复合地基与上部结构有效共同作用,往往在素混凝土垫层下部木桩之间铺设 500 mm 厚块石层进行抛石挤淤。

2.3 计算方法及其参数确定

根据《木结构设计规范》中 4.2.10 条^[7],原木构件沿其直径的变化率为每米 9 mm (或根据当地经验数值,以小头直径为准)。木桩长度一般为 5 ~ 6 m,稍径一般为 0.12 m。因此,木桩平均直径约 0.15 m。

根据《建筑桩基技术规范》中 9.1 和其条文说明^[4],木桩属于微型桩范围。木桩和水工建筑物基础的连接一般无法整体连接,至多嵌入基础以下的素混凝土垫层中,不能满足规范中桩与承台连接的有关规定。根据规范^[3],当木桩与基础不整体连接时,可按复合地基设计。因此,结合木桩主要力学性能和其与基础连接情况,木桩按照复合地基设计较为合理,且相对钢筋混凝土桩而言,具有更好地变形协调能力。

根据《建筑地基处理技术规范》中 7.1.5 条 2 款和 7.1.6 条及其条文说明^[3],对于不考虑基础埋深的深度修正时的木桩复合地基可按式计算:

$$f_{spk} = \lambda m \frac{R_a}{A_p} + \beta(1-m)f_{sk} \quad (1)$$

$$R_a = u_p \sum_{i=1}^n q_{si} l_{pi} + \alpha_p q_p A_p \quad (2)$$

$$f_{cu} \geq 4 \frac{\lambda R_a}{A_p} \quad (3)$$

式中:

λ —单桩承载力发挥系数,可按地区经验取值,相对安全设计时取 0.70;

m —面积置换率;

R_a —单桩竖向承载力特征值(kN),取最大值为 16.80 kPa;

A_p —桩的截面积(m^2), 0.018 m^2 ;

β —桩间土承载力发挥系数,可按地区经验取值,取 1.10;

f_{cu} —试块抗压强度平均值,可取木桩顺纹抗压和承压强度设计值(kPa), 8.1 MPa;

u_p —桩的周长(m),取 $3.14 \times 0.15 = 0.47$ m;

q_{si} —桩周第 i 层土的侧阻力特征值(kPa),可按当地经验确定;

l_{si} —桩长范围内第 i 层土的厚度(m);

α_p —桩端端阻力发挥系数,按地区经验确定,木桩梢径较细,影响桩端承载力发挥,可取 0.40;

q_p —桩端端阻力特征值(kPa),可按地区经验确定;

f_{sk} —处理后桩间土承载力承载力特征值(kPa),可按地区经验确定。

若桩间土原承载力特征值设为 f'_{sk} (kPa),根据工程实践经验,假设松木桩间距 0.50 m,正方形布置,面积置换率为 0.07,则公式(1)可简化为 $f_{spk} = 2.7 R_a + f'_{sk} + 15$ 。若以 $R_a = 16.8$ kPa 代入,则松木桩地基处理后,可提高软土承载力约 60 kPa。

3 松木桩设计方案

软土地基设计之前必须认真进行工程地质勘察和土工试验,查清土层和土质的情况,根据场地土层和土质的特点,对地基与基础的结构、施工及使用等方面进行综合考虑,通过方案比较、合

理地选择地基处理方案。

本地区设计一般软土厚度小于 5 m 时,考虑采用松木桩处理,为了便于打桩,设计桩长不宜超过 6 m。作端承桩时,为了保证桩尖能进入持力层,上部可先开挖至基础的埋深后再打桩。为了保证木桩整体性,打桩机械的冲击荷载不宜大于 3 kPa,避免桩体破坏。设计的群桩木桩间距 0.6 ~ 1.0 m,呈梅花形布置。由于软土地基的水平抗力很小,为了避免松木桩群上端出现整体水平位移,设计在松木桩间铺设 50 ~ 60 cm 厚毛石垫层,以提高桩群的水平刚度。块石层用人工铺设,尽可能把松木桩挤紧。

4 结论

松木桩在软土地基处理时可按粘结强度增强体复合地基进行设计,能较明显地提高软土地基的承载力,一般可满足农田水利工程中站、闸和坝等水工建筑物基础对地基承载力的要求。目前赣榆区木桩基础处理技术在农田水利、高标准农田建设等项目中得到了广泛应用,充分显示该项技术的实用性,为工程建设节省工期和投资,并发挥着显著的社会效益和经济效益。

参考文献:

- [1] 陆慧飞,李水明. 松木桩在水利工程软土地基处理中的应用[J]. 中国科技信息, 2012(17): 58.
- [2] GB50007-2011, 建筑地基基础设计规范[S].
- [3] JGJ79-2012, 建筑地基处理技术规范[S].
- [4] JGJ94-2008, 建筑桩基技术规范[S].
- [5] 李丹,胡星名. 木桩在穿堤构筑物加固中的应用[J]. 安徽建筑, 2008(3): 110-118.
- [6] 杨挺,周健,周晨. 软基中木桩复合地基的分析与设计[J]. 岩石力学与工程学报, 2003, 22(9): 1560-1565.
- [7] GB50005-2003, 木结构设计规范[S].
- [8] GB50010-2010, 混凝土结构设计规范[S].

(责任编辑:王宏伟)