

Review on Research Methods of Pile Foundation Horizontal Load Test

Pengfei Liang

School of Civil Engineering Hebei University of Engineering, Handan, Hebei, 056038, China

Abstract

Offshore pile foundation in the wind load, wave load and varying degrees of the collision of ships under the action of horizontal load, transverse displacement deformation, the pile body can produce effect in the top corner, when the deformation of pile body level and angle is too large, will produce negative influence on the pile foundation bearing capacity, and even the serious influence the use safety of pile foundation. Therefore, the experimental study on the level of the pile foundation by the netherlands is particularly important. In this paper, the research on the test methods of pile foundation subjected to horizontal static load and cyclic load is summarized, and the cyclic load test method considering the change of wave load frequency is proposed.

Keywords

pile foundation; cyclic load; the model test

桩基础水平受荷试验研究方法综述

梁鹏飞

河北工程大学土木工程学院, 中国·河北 邯郸 056038

摘要

海上桩基础在风荷载、波浪荷载、船只碰撞的不同程度的水平荷载的作用下, 桩身会产生横向位移变形, 桩顶产生转角, 当桩身水平变形和转角过大时, 会对桩基承载力产生消极影响, 甚至严重影响桩基础的使用安全性。因此, 对桩基础的水平受荷试验研究尤为重要。论文对桩基础受到水平静载和循环荷载的试验方法的研究进行了综述, 提出考虑海浪的荷载频率变化情况下的循环加载试验方法。

关键词

桩基础; 循环荷载; 模型试验

1 引言

论文对桩基础水平静载和循环荷载试验方法进行概述。

2 水平静载试验

2.1 现场水平静载试验

为探究桩基的水平承载力、桩顶位移变化、水平地基系数等性质, 现场试验是最真实、最可靠的试验方法, 中国《建筑基桩检测技术规范》《港口工程桩基规范》等都有对水平静载试验提出相应要求, 并在工程中大范围应用。

夏浩^[1]通过依托印尼某电厂灌注桩水平承载力检测项目, 进行了现场水平承载力试验, 对比分析了桩长为 40m, 土层为回填的可塑状填土工况下的综合试桩和桩长为 42m, 土层为软塑的粉质黏土工况下的桩身承载力结果。通过对比分析, 得到桩身临界荷载大部分由桩周土控制。

【作者简介】梁鹏飞(1997-), 男, 回族, 中国河北邢台人, 硕士, 从事地基与基础工程研究。

2.2 模型水平静载试验

肖宏彬^[2]等将桩身进行等比缩小后, 使用弹性模量为 3.92GPa, 长 1.5m 的 PVC 管作为模型桩来代替原型桩, 在 2m×2m×1.5m 的长方体空模型箱中进行模型试验。试验用土由现场取得膨胀土, 在进行处理后往模型箱中进行分层填筑。为了使土体被充分浸泡, 在模型箱中布置了 7 个竖向砂井和两道水平砂层, 作为水平和竖向浸水通道。试验装置如图 1 所示。试验水平加载分为 8 级进行加载, 每级加载为计算极限承载力的 1/10。通过试验测算出桩身受水平静载后的桩身弯矩、位移及桩周土压力, 探究了浸水膨状土中桩身水平承载力及桩周土压力规律, 获得浸水膨状土下的 p-y 曲线。

王腾^[3]等利用相似理论原理, 将原型桩等比缩小, 桩身材料选用有机玻璃管, 桩长 3m, 半径 50mm, 壁厚 5mm。模型箱采用砖砌的长宽高分别为 3.5m、2m 和 2.7m 的长方体模型池。桩身周围布置 11 对应变片, 且做防水处理。在泥面处布置百分表记录位移。利用此试验处理进行了饱和淤泥质土中的桩基水平承载力试验, 并建立淤泥质软土的 p-y 曲线, 通过试验发现试验得到的 p-y 曲线中的极限土抗力明

显小于规范中的 $p-y$ 曲线表达式得到的极限土抗力, 通过规范对饱和软黏土地基进行桩基础设计存在安全隐患。

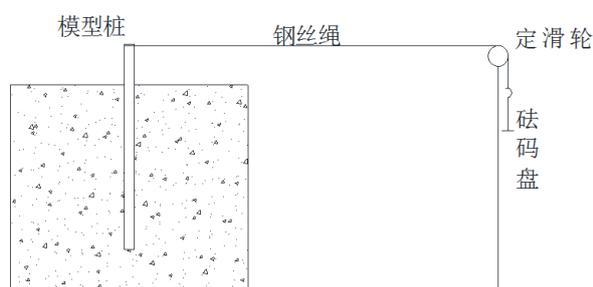


图 1 模型试验装置图

3 水平循环加载试验

3.1 自研机械装置水平循环加载试验

章连洋^[4]等人采用长 1.1m, 外径 26.5mm 的铝合金管作为模型桩开展循环加载模型试验。试验所用模型箱为高 1.6m, 直径为 1.4m 高强度钢制圆筒。在试验中率先对现场取回的土体采用了气袋加固结法, 进行土体的快速固结处理, 在固结完成后测的土体各项物理性指标。水平循环荷载的加卸载使用 CKC 动三轴试验加荷装置进行, 该装置可以调节荷载的幅值、方向和频率、桩顶位移采用 HLE 型电感位移计进行测量, 桩顶转角的测量使用差动式电阻位移计, 桩身应变的测量使用动态应变仪和光线示波仪共同开展, 桩身弯矩可通过桩身应变进行换算得到。此项试验探究了桩身水平承载力在循环荷载下的影响因素, 并通过试验得到不同深度下的 $p-y$ 曲线。试验发现, 桩身位移随着循环次数的增加, 增加量逐渐减小且趋于平缓, 循环次数的影响主要集中在前 100 次循环。

俞剑^[5]等人利用自研的循环机械装置进行了 200 次水平循环加载试验研究。该装置利用由力控制的稳定圆周运动实现长期循环加载, 利用电机驱动的旋转转杆, 转杆长 $L_1=0.5m$, 转杆质量为 M , 转杆上砝码质量为 ma ; 在平衡梁的转轴 L_2 处 (长度可调节) 有一钢绞线输出循环力, 实际使用中采用重砝码轻钢架的设计思路以保证输出荷载的稳定且电机无需反复开关并交换方向。进行了直径 16mm 和 8mm 的对比试验。桩基础对水平循环加载的幅值及次数

非常敏感, 当幅值增加 4 倍后, 桩身水平承载力降低了两个数量级。

3.2 离心模型试验

丁楚^[6]等人 在香港科技大学采用最大荷载为 $400g \cdot t$ 转动半径为 4.2m 离心机, 开展了水平循环荷载模型离心试验。模型桩采用弹性模量为 70GPa 的铝合金方管, 长 560mm, 截面边长 12.7mm。地基土层由黏土层及沙土层组成, 并采用日本丰浦砂和高岭土进行制备。循环加载装置由液压千斤顶、压力计、伸长杆和差动位移传感器等组成。通过此离心模型试验发现桩身受到水平循环荷载后会对桩身和土体造成累积塑性变形。

李森^[7]等人采用最大荷载为 $40g \cdot t$ 转动半径为 2m 的梁式离心机, 进行了 50g 加速条件下的受水平循环荷载的桩体模型离心试验。通过控制模型截面尺寸和模型材料组成来实现刚性桩、柔性桩和半刚性桩的试验对照, 并对其水平承载力进行对比分析。随着加载循环的幅值增加桩土刚度逐渐减小, 与静载下的试验结果相比减小较大。

4 结语

目前的模型试验能较好的模拟出实际工况下的桩基础工作环境, 更加方便和简单的探究桩身水平承载力、桩身及桩周土水平方向变形等规律, 但机械装置加载频率过于单一, 未能将实际加卸载变化考虑进去, 不同频率变化的水平循环荷载仍然需要合适的试验方法进行探究。

参考文献

- [1] 夏浩. 基于现场试验的单桩水平承载力分析[J]. 福建建设科技, 2021(2):3.
- [2] 肖宏彬, 阳生茂, 周伟, 等. 浸水膨胀土中水平受荷桩的模型试验研究[J]. 公路工程, 2014, 39(3):6-10.
- [3] 王腾, 孙宝江. 软黏土中水平荷载模型桩的试验研究[J]. 中国石油大学学报: 自然科学版, 2007, 31(1):4.
- [4] 章连洋. 桩基模型试验方法[J]. 勘察科学技术, 1991(1):6.
- [5] 俞剑, 黄茂松, 张陈蓉, 等. 黏土中两种不同直径单桩水平循环加载模型试验与分析[J]. 岩土力学, 2016, 37(4):8.
- [6] 丁楚, 余文瑞, 史江伟, 等. 水平循环荷载下桩基变形特性的离心模型试验研究[J]. 岩土力学, 2020, 41(8):7.
- [7] 李森, 俞剑, 黄茂松. 饱和黏土中不同刚度单桩水平循环加载离心试验[J]. 岩土工程学报, 2021, 43(5):8.