

边坡支护受力性能及承载力分析

龚 民

广东省地质环境监测总站, 广东 广州

收稿日期: 2022年10月28日; 录用日期: 2022年11月18日; 发布日期: 2022年11月30日

摘 要

为了研究边坡路基支护的受力, 开展了边坡路基支护的受力性能和承载力分析。提出了在边坡段影响路基性能的几个影响因素, 并利用试块压重平台反力装置, 对某工程路基上的水泥搅拌桩进行了单桩竖向抗压静载试验, 从而检测了桩的单桩竖向抗压承载力是否满足设计要求, 并研究了随着竖向荷载的增加, 桩基的沉降量和累计的沉降量, 不同桩基的最大沉降量和最大回弹量, 并研究了桩基的回弹率曲线。

关键词

边坡, 路基支护, 受力性能, 承载力, 沉降量, 回弹量

Analysis of Stress Performance and Bearing Capacity of Side Slope Support

Min Gong

Guangdong Geological Environment Monitoring Station, Guangzhou Guangdong

Received: Oct. 28th, 2022; accepted: Nov. 18th, 2022; published: Nov. 30th, 2022

Abstract

In order to study the stress of slope subgrade support, the stress performance and bearing capacity of slope subgrade support are analyzed. Several influencing factors on subgrade performance in slope section are proposed, and use the counter force device of the test block weight platform, the vertical compressive static load test of single cement mixing pile on the subgrade of a project is carried out, so as to check whether the vertical compressive bearing capacity of a single pile meets the design requirements, and with the increase of vertical load, settlement and accumulated settlement of pile foundation, maximum settlement and maximum rebound of different pile foundations, and the rebound rate curve of pile foundation are studied.

Keywords

Side Slope, Subgrade Support, Stress Performance, Bearing Capacity, Settlement, Rebound Amount

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

边坡支护桩被广泛应用于各个桥梁、道路、基础工程领域中,是岩土工程和边坡工程的一个重要领域和学科。目前,国内外的边坡支护桩研究大多数集中于分析支护桩的滑动推力、边坡岩体性质对桩基的内力和位移、临界滑移面、桩基嵌入稳定岩土体等。对边坡支护桩的竖向抗压承载力考虑的较为少见。在桩基和土体的相互作用下,研究边坡支护桩的竖向抗压承载力也有很重要的意义。

王海恩[1]采用有限元软件建立了考虑降雨影响的边坡数值分析模型,对边坡蠕滑导致的桥梁桩基力学特性变化进行了重点研究。得出了对于同一墩台下的各桩基:后排桩基弯矩极值大于前排桩基,后排桩基的位移极值最大,中排次之,前排最小。在进行边坡上桥梁桩基础设计时,不仅要考虑坡体滑动产生的推力,还应考虑同一墩台不同位置桩基的差异配筋。

蒋一波,雷俊锋,温树鑫等人[2]采用正交设计试验的方法,利用FLAC3D软件进行数值模拟,对比分析不同荷载组合、坡度、岩土性质和各层岩层厚度下边坡对于桥梁桩基的内力和位移的影响,通过对所有模拟结果的综合方差分析,得出四个因素中荷载组合对桩基的水平位移影响最大,相对显著,而其余三个因素对桩基的水平位移影响都不太明显。

焦全民[3]采用数值仿真软件研究土体强度、临坡距以及坡度对阶梯状边坡稳定性的影响。研究结果表明:当土体强度较小,临坡距和坡度较大时,临界滑移面主要出现在阶梯状边坡的下边坡,此时边坡安全系数较小;随土体强度增大,临坡距以及坡度的减小,临界滑移逐渐由浅层滑移转化为深层滑移,最终贯通整个边坡。

于德顺[4]对穿过破裂面建筑桩基侧摩阻力、剪力及弯矩的分布进行研究,可以增加今后隔离桩设计的准确性;对存在破裂面岩质边坡建筑桩长的研究,提出满足桩端不进入破裂面以下的设计条件,具有非常现实的意义。

边坡上路基支护的桩基竖向承载力是设计桩基、衡量边坡稳定性的重要参考指标。然而,目前对于边坡路基支护的竖向承载力性能分析较为少见,对于桩基在竖向荷载作用下的沉降量和回弹率也较少研究。因此,本文拟重点对边坡上路基支护的桩基竖向承载力进行研究,并分析了其影响因素,桩基不同荷载作用下的沉降量和累计的沉降量,得出了不同桩基的最大沉降量和最大回弹量,同时总结分析了桩基的回弹率曲线。

2. 工程概况

粤南某边坡公路淤泥质土,采用水泥搅拌桩[5]对地基进行加固处理,对其中的16根检测桩的有关成桩参数进行研究,试验桩的桩径为500 mm,桩长为15 m,设计单桩竖向抗压承载力特征值为130 kN,桩端持力层为软土,道路分为人行道和车行道。具体如表1所示。

Table 1. Pile parameter table

表 1. 成桩参数表

序号	桩径 L/(mm)	桩长 L/(m)	设计单桩竖向抗压承载力特征值(kN)	桩端持力层	道路性质
1	500	15	130	软土	人行道/车行道

3. 建立几何模型

本次试验采用试块压重平台反力装置，将大于最大试验荷载 1、2 倍的荷重在试验开始前一次性加上平台，试验时由油压千斤顶逐级加、卸荷载。试验采用某公司生产的 RS-JYB 型桩基静载荷测试分析仪(编号为 20144330B)进行检测，每级加载量用油压千斤顶(编号：60-1)的压力值换算在桩顶位置对称安装 2 个位移传感器(编号为 35256、35257)测量位移。试验所用的仪器、仪表均经省计量部门作定期检验后统一发给计量认证合格证精度满足试验要求。试验装置示意图如图 1 所示。

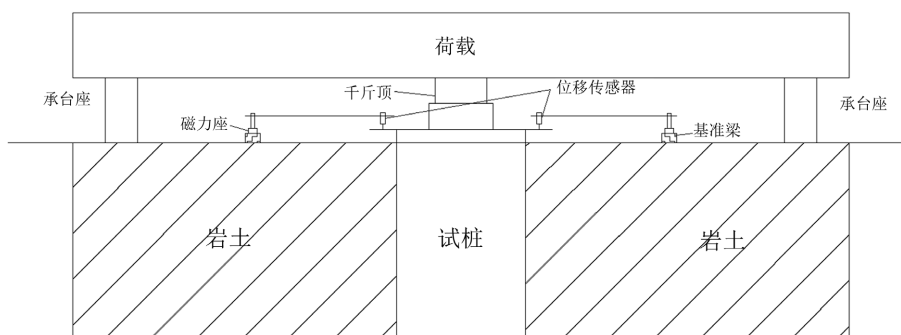


Figure 1. Schematic diagram of vertical compression static load test of single foundation pile
图 1. 基桩单桩竖向抗压静载试验示意图

4. 边坡路基支护受力性能影响因素[6]分析

4.1. 荷载随时间的加载方法

试验采用快速维持荷载法，加载应分级进行，逐级等量加载。分级荷载宜为最大试验荷载的 1/10，

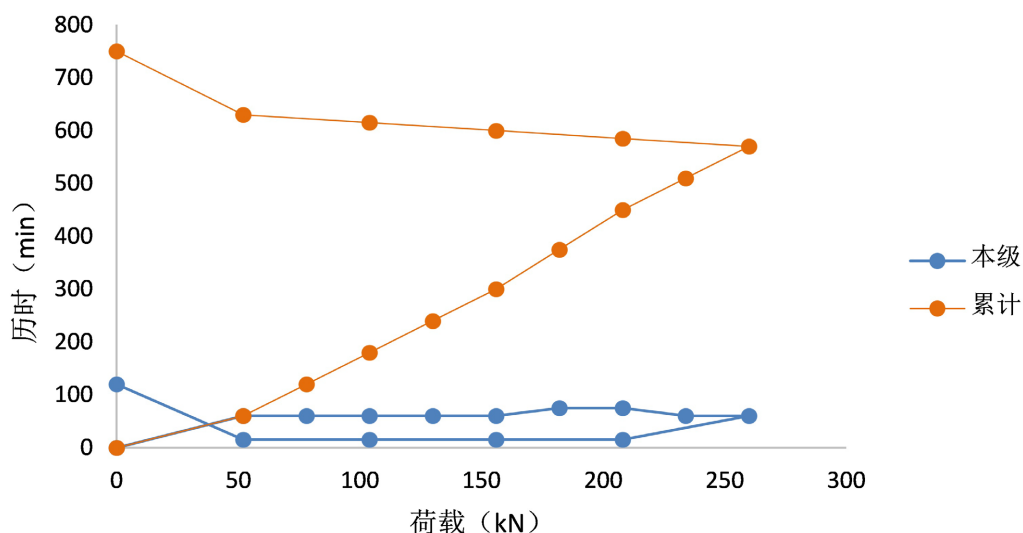


Figure 2. Change curve of vertical load loading over time
图 2. 竖向荷载加载随时间的变化曲线

第一级荷载和二级荷载可取分级荷载的 2 倍，以后的每级荷载取为分级荷载。加载沉降观测：每级荷载施加后按第 5、15、30 min 测读桩顶沉降量，以后每隔 15 min 测读一次。试验得出竖向荷载随时间的变化曲线如图 2 所示。

4.2. 不同竖向荷载作用下对桩顶沉降的影响

根据竖向荷载随时间的变化，逐步记录桩顶沉降的数值，得出桩顶的本级沉降和累计沉降，得出的不同竖向荷载对桩顶沉降的变化曲线如图 3 所示。

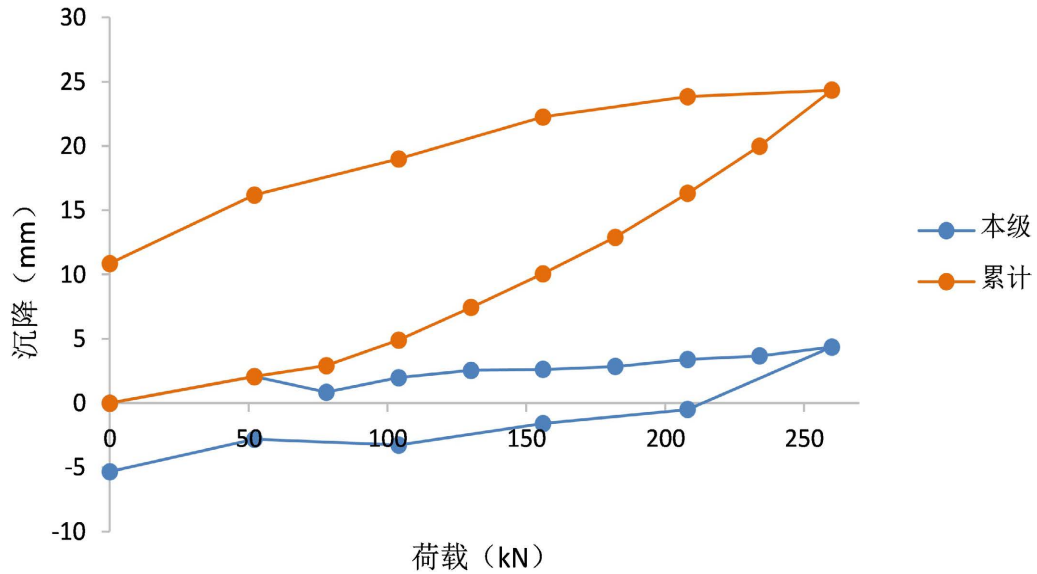


Figure 3. Placement map of pile top settlement under vertical load
图 3. 竖向荷载作用下桩顶沉降位移图

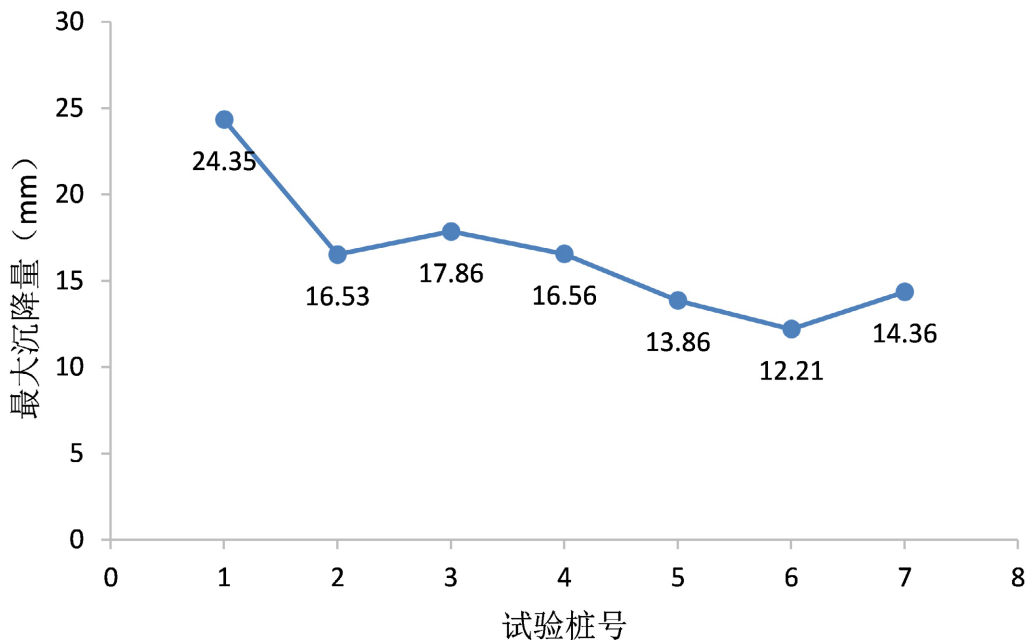


Figure 4. Change curve of the maximum settlement amount along with the test pile
图 4. 最大沉降量随试验桩的变化曲线

4.3. 不同支护桩最大沉降量、最大回弹量、回弹率的影响

为了研究不同支护桩最大沉降量、最大回弹量、回弹率的影响，选取 7 根桩长为 15 m 的桩基进行相关因素影响[7]分析，其他参数保持不变，从而得到不同竖向支护桩各个因素变化汇总如图 4-6 所示。

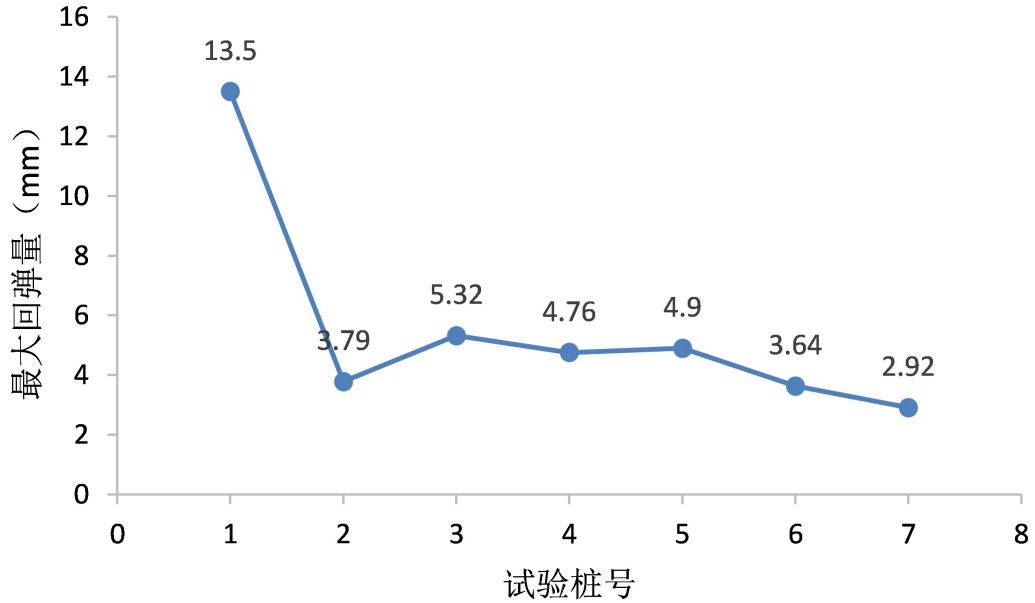


Figure 5. Change curve of maximum rebound volume with test pile

图 5. 最大回弹量随试验桩的变化曲线

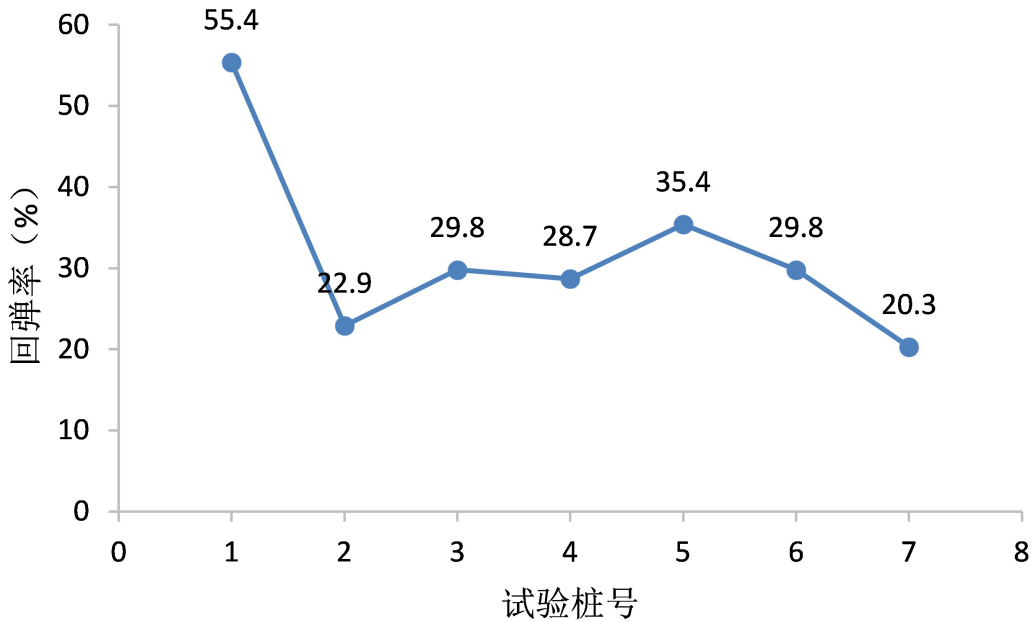


Figure 6. Change curve of the rebound rate with the test pile

图 6. 回弹率随试验桩的变化曲线

5. 结论

- 1) 边坡支护桩在竖向荷载不断增加的条件下，桩基的加载时间和沉降位移都在不断增大，在加载时

间变化不大的情况下, 沉降位移大致呈现缓坡型趋势上升, 荷载卸载时, 时间跨度是加载时间的 1/5, 沉降也在缓慢回弹, 说明桩基仍在弹性范围内, 桩基的竖向抗压承载力未达到极限, 可以满足相关的设计要求。

2) 不同的边坡支护桩基在其他条件相同的情况下, 除有个别桩基不同之外, 最大沉降量基本相同, 最大回弹量和回弹率也都大概相同, 说明桩基都能在荷载为 260 kN 左右达到最大沉降, 且都能有效恢复到弹性范围内, 桩顶沉降速率也能达到相对稳定的收敛标准。

基金项目

项目编号: GDZRZYKJ2020002 资助项目。

参考文献

- [1] 王海恩. 边坡蠕滑影响下桥梁桩基力学特性分析[J]. 施工技术(中英文), 2022, 51(1): 32-35+43.
- [2] 蒋一波, 雷俊锋, 温树鑫. 边坡效应对桥梁桩基稳定性的影响分析[J]. 山西建筑, 2020, 46(10): 62-64.
<https://doi.org/10.13719/j.cnki.cn14-1279/tu.2020.10.027>
- [3] 焦全民. 桥梁桩基对黄土边坡稳定性影响研究[J]. 山西交通科技, 2018(5): 49-51.
- [4] 于德顺. 建筑岩质边坡桩基受力特性及边坡稳定性分析[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆大学, 2018.
- [5] 吴水平. 真空堆载预压结合水泥搅拌桩墙加固路基填方边坡[J]. 交通世界, 2022(26): 40-42+45.
<https://doi.org/10.16248/j.cnki.11-3723/u.2022.26.055>
- [6] 杨洋, 雒力成, 张宗堂. 基于 FLAC^{3D} 的煤矸石填筑路基沉降及边坡稳定性研究[J]. 江苏科技信息, 2022, 39(24): 56-58.
- [7] 魏海宝. 高速公路路基边坡防护及支护施工技术[J]. 工程建设与设计, 2022(15): 184-186.
<https://doi.org/10.13616/j.cnki.gcjsysj.2022.08.051>