

# 市政工程基坑内反压土坡抢险加固技术

许 亮

(湖南兴旺建设有限公司, 湖南 长沙 410000)

**摘 要** 在市政工程建设中, 由于受到周围建筑物影响, 基坑开挖面受限。所以, 深基坑常选择悬臂桩支护, 并在坑内预留反压土坡。研究依托工程案例, 对坑内反压土坡滑塌抢险和加固中短木桩加固技术和受力进行分析, 研究表明, 短木桩加固能有效增加反压土坡的稳定性, 且具有成本低、施工方便的特点, 在工程实践中具有很好的应用价值。

**关键词** 市政工程; 反压土坡; 基坑加固; 木桩支护

**中图分类号:** TU99

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-0745(2023)07-0037-03

松木桩以其低廉、施工便利、可快速发挥作用的特点, 常被用来加固软土地基和已毁工程的抢险加固<sup>[1]</sup>。研究基于某市政工程深基坑反压土坡抢险的施工案例, 并借鉴前人研究成果, 就木桩加固反压土坡的工作机理进行了分析研究。

## 1 工程概况

某市政基础工程基坑开挖深度约 11.2m, 基坑地质主要为粉质粘土和粉质粘土夹角砾层, 采用双排桩悬臂支护, 排间土体采用三轴水泥土搅拌桩加固。基坑坑底留反压土坡, 土坡宽 2.7m, 坡高 4.2m, 坡率 1:1。

由于连续多日降雨, 反压土坡发生大部分滑塌, 悬臂支护桩出现较大侧移, 预留土坡平台出现裂缝, 严重威胁坑内施工人员安全, 导致坑内垫层和底板无法浇筑混凝土。图 1 为基坑支护及滑塌位置示意图。

为了快速有效地遏制滑塌势头, 经过多方研究, 提出了在反压土坡坡脚处打设短木桩加固留土边坡的防治方案, 实施后取得了良好的效果。研究就此案例中短木桩加固留土边坡的力学机理进行了研究分析。

## 2 反压土坡滑塌前后双排桩计算分析

### 2.1 反压土坡稳定时围护结构的变形计算

根据施工图设计计算书, 原设计假定反压土坡稳定时, 反压土坡对围护桩具有支承作用。于是计算时以土弹簧来模拟反压土<sup>[2]</sup>, 此时双排桩悬臂支护的计算模型如图 2(a) 所示。

通过计算得到围护桩的变形曲线, 如图 3 中的“模型 1”所示。从图 3 可知, 反压土坡稳定时, 围护桩最大侧移为 18.3mm。

### 2.2 反压土坡滑塌时围护结构的变形计算

反压土坡滑塌后, 土坡对围护桩的被动支承作用迅速下降, 此时, 反压土坡可假定为坑内超载, 于是

双排桩悬臂支护的计算模型可采用图 2(b) 所示的计算模型<sup>[3]</sup>。计算得到围护桩的变形曲线, 如图 3 中的“模型 2”曲线所示。从图 3 可知, 反压土坡滑塌时, 围护桩最大侧移达到 105.6mm。围护桩如此大的侧移已经超出了基坑安全限值, 势必对坑内工程桩产生推挤作用, 导致工程桩的承载能力降低。

## 3 短木桩加固方案和计算分析

作为施工应急抢险措施, 施工方案必须达到快速高效目的, 同时尽可能经济。采用松木桩加固反压土坡能够很好地满足上述要求。松木桩相比混凝土预制方桩价格低廉, 每延米价格只是混凝土方桩的 30% 不到; 作为加固土坡的抗滑桩, 无需养护可以立即发挥作用; 施工工艺简单, 采用挖土机反铲就可将 6m 长木桩打入土中<sup>[4]</sup>。

### 3.1 短木桩对滑塌土坡的抢险加固方案

抢险加固方案如下: (1) 在坡顶处打设 4m 长松木桩, 在坡面上打入第一道钢管土钉, 土钉采用  $\Phi 48 \times 2.5$  钢管, 钢管长度 3m, 土钉间距 1200mm, 挂钢筋网, 钢筋网采用  $\Phi 6 @ 250 \times 250$ mm, 混凝土抹面, 混凝土厚 80mm; (2) 在坡腰处打设 4m 长松木桩, 打入第二道钢管土钉, 土钉参数同第一道; (3) 继续开挖至设计标高; (4) 松木桩稍径 100mm 以上, 小头在下, 大头在上, 小头削尖; 木桩净距 100mm~200mm, 以防止桩间流土为原则。

### 3.2 短木桩对未开挖土坡的超前加固方案

反压土坡加固方案如下: (1) 反压土坡开挖至留坡坡腰处; (2) 在坡腰处打设 6m 长松木桩, 松木桩稍径 100mm 以上, 小头在下, 大头在上, 小头削尖; 木桩净距 100mm~200mm, 以防止桩间流土为原则。(3) 继续开挖至设计标高。

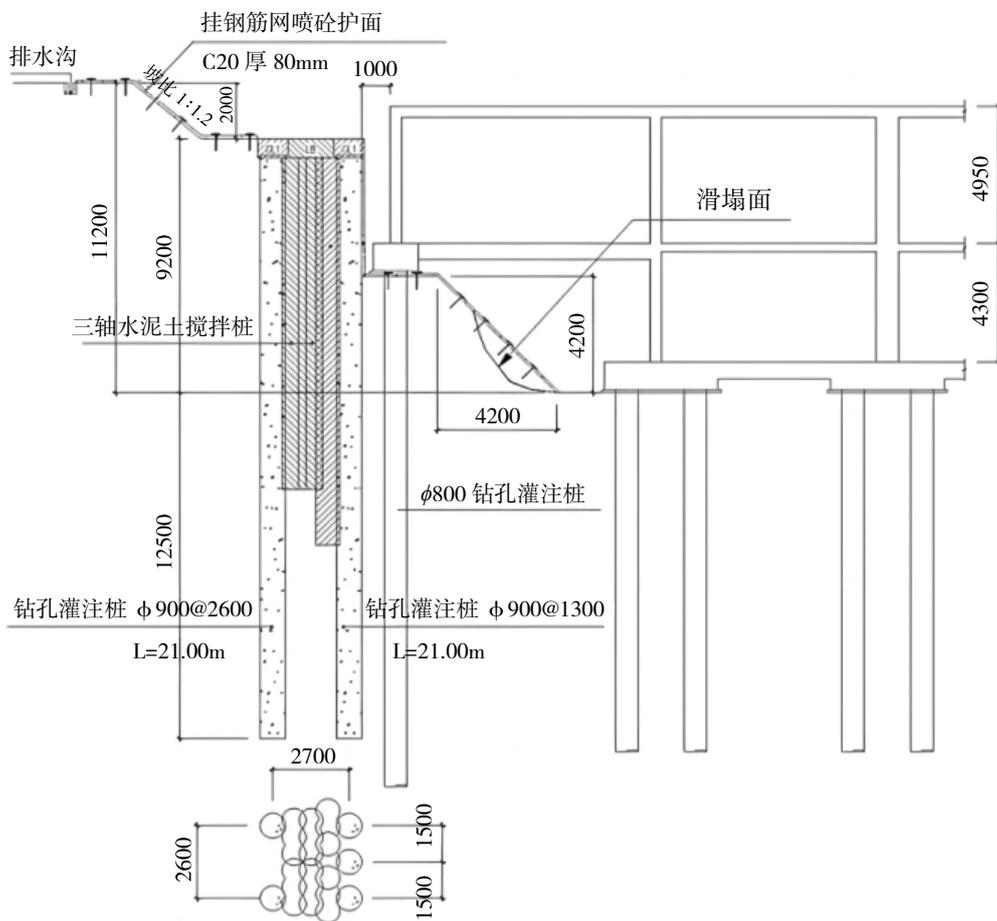


图1 基坑支护及滑塌位置示意图(单位: mm)

### 3.3 短木桩超前加固土坡的计算分析

反压土坡加固后, 其对围护桩的支承作用得以加强。考虑到土坡顶部的支承作用很弱, 计算时忽略不计, 只考虑木桩加固范围土体的被动支承作用。土坡顶部的作用等效为坑内超载, 计算简图如图2(c)所示。计算得到围护桩的变形曲线, 如图3中的“模型3”曲线所示。从图3可知, 反压土坡加固后, 围护桩最大侧移为41.5mm, 为开挖深度的0.37%, 作为二级基坑, 满足《建筑基坑工程监测技术规范》(GB50497-2009)<sup>[5]</sup>关于围护桩顶部位移不大于开挖深度的0.5%~0.6%之规定。

## 4 木桩加固效果和现场监测结果分析

### 4.1 木桩加固效果

按照前述方案, 施工单位开始对滑塌土坡抢险加固处理, 同时根据开挖进程对后续区段进行超前加固。木桩加固后, 反压土坡稳定, 坡脚处地面干燥无积水, 确保了基础承台及垫层混凝土的顺利浇筑。

### 4.2 现场位移监测

1. 抢险加固区段监测结果分析。监测得到测点在

土坡滑塌当天和抢险加固前一天、后一天的位移。从监测结果得出: (1) 土坡滑塌后, 现场监测数据远比原设计理论值大, 而与滑塌计算模型的理论值较为接近。说明反压土坡滑塌后, 反压土坡确实降低了对围护桩的支承约束作用。(2) 在抢险加固前, 围护桩变形发展较快, 但当木桩打设后, 位移发展得到迅速遏制。说明采用打设木桩进行抢险加固是可行的。(3) 监测值和理论值还存在一些偏差, 说明计算模型和参数的选择还需要根据实际情况进行优化。

2. 超前加固区段监测结果分析。监测得到测点在加固前一周和后一周的位移。从监测结果得出: (1) 反压土坡采用木桩加固后, 土坡保持稳定, 围护桩的位移曲线介于原设计理论曲线和木桩加固模型的理论值曲线之间。而且木桩加固前(开挖深度为土坡平台面)和加固后(开挖至基坑底)的变化不大, 说明木桩加固效果很好。(2) 监测值和理论值还存在一些偏差, 说明计算模型和参数的选择还需要根据实际情况进行优化。

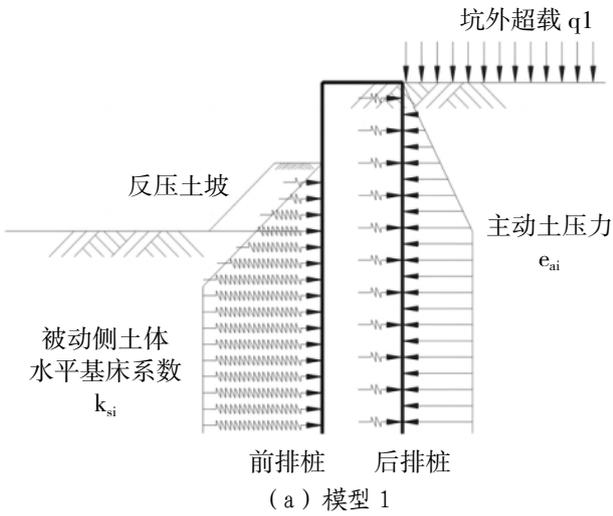


图 2 反压土坡稳定时计算模型 (a)

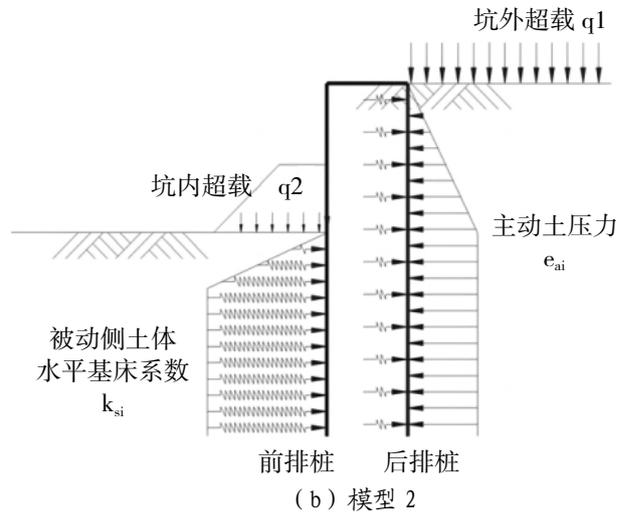


图 2 反压土坡稳定时计算模型 (b)

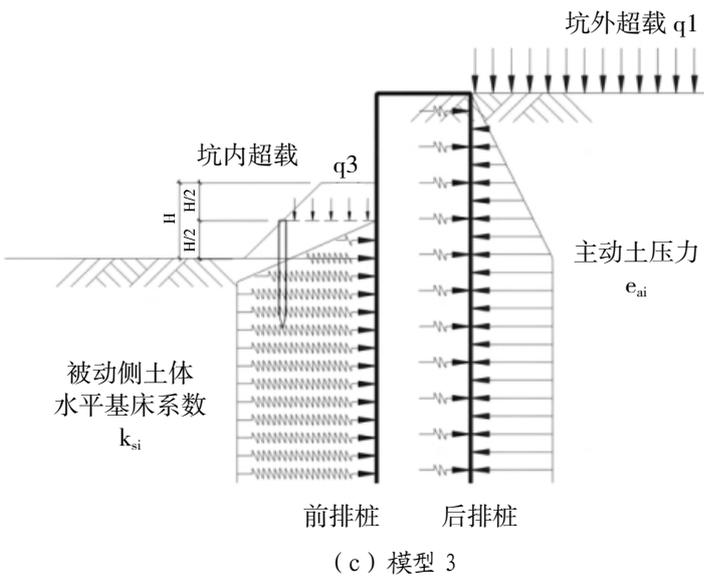


图 2 反压土坡稳定时计算模型 (c)

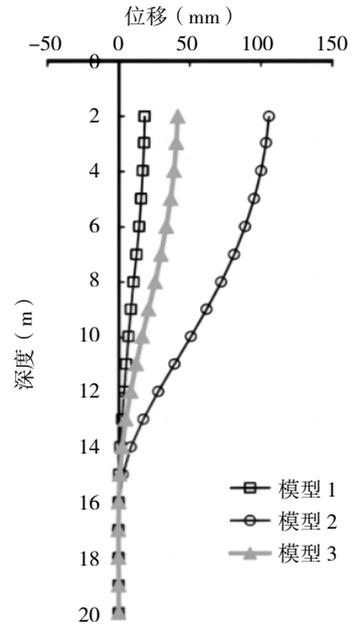


图 3 三种计算模型对应的围护桩的计算变形曲线

### 5 结论

(1) 预留坑内反压土对双排桩悬臂支护的位移控制有益, 但计算模型需考虑反压土可能滑动的不利因素。(2) 短木桩在反压土滑塌治理上具有快速、经济的优势。(3) 短木桩对反压土坡进行超前加固, 可减少反压土坡位移, 确保基坑位移可控。

### 参考文献:

[1] 李建元, 白炳南. 基于复杂边坡条件下的木桩加固技术应用 [J]. 人民黄河, 2021, 43(S1): 191-193.

[2] 吴龙梁, 江辉煌, 向卫国, 等. 基于水平弹簧刚度折减的反压土计算方法 [J]. 应用力学学报, 2020, 37(04): 1485-1491, 1855.

[3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑基坑支护技术规程: JGJ 120-2012[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.

[4] 唐永福, 张刚. 软土地基土钉墙、圆木桩、拉森钢板桩组合边坡支护技术 [J]. 建筑技术, 2019, 50(11): 1387-1389.

[5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑基坑工程监测技术标准: GB 50497-2019[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2020.