

深厚软土区域挡土墙设计对策研究

王 慧, 季佳鹏

[悉地(苏州)勘察设计院有限公司, 江苏 苏州 215000]

摘 要: 为研究深厚软土区域挡土墙的设计对策, 以苏州市钟园路对接强胜路工程为例, 依据工程地质勘察报告, 通过对场地环境、地质条件、管线敷设等情况的分析, 对桥梁引坡段的挡土墙进行了形式比选和结构方案研究。分析结果表明: 由于该挡土墙位于复杂软土上方, 下伏地层承载力不足, 故采用悬臂式挡土墙进行支挡, 并在挡土墙地基承载力不足区域先采用高压旋喷桩进行地基处理。对挡土墙的稳定性和地基承载力进行了验算分析, 结果表明了挡土墙设计方案的合理与可靠, 为苏州等软土地区类似工程提供了有益的参考。

关键词: 软土; 挡土墙; 路基处理; 稳定性; 地基承载力; 凸榫

中图分类号: U416.1

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)05-0059-03

Research on Design Countermeasures of Retaining Wall in Deep Soft Soil Area

WANG Hui, JI Jiapeng

[CCDI (Suzhou) Exploration and Design Consultant Co., Ltd., Suzhou 215000, China]

Abstract: In order to study the design countermeasures of retaining walls in deep soft soil areas, taking the project of Zhongyuan Road connecting with Qiangsheng Road in Suzhou as an example, based on the engineering geological survey report, the type selection and structure scheme of the retaining wall in the bridge approach slope section are studied through the analysis of site environment, geological conditions, pipeline laying and so on. The study result shows that the bearing capacity of the underlying stratum is insufficient because of the retaining wall located on the complex soft soil. Therefore, the cantilever retaining wall is used for the retaining, and the high-pressure rotary jet pile is firstly used to treat the subgrade in the area where the bearing capacity of retaining water subgrade is insufficient. The stability of the retaining wall and the bearing capacity of the subgrade are checked and analyzed. The result explains that the design scheme of retaining walls is rational and reliable, which provides a useful reference for similar projects in soft soil areas such as Suzhou.

Keywords: soft soil; retaining wall; subgrade treatment; stability; subgrade bearing capacity; tenon

0 引 言

软土在苏州市分布广泛, 部分区域软土层厚度较大, 具有压缩性高、强度低、渗透性低的特点, 是地基稳定和沉降的主要控制层^[1]。

目前已经有许多针对软土区域的挡土墙设计研究, 并取得了一系列研究成果。张爱花等^[2]研究了软土地基区域路基拼宽宽度受限情况下重力式挡土墙的适用性及优化设计; 李代锋等^[3]针对特殊软土边坡永久支挡高度约4.3~9.3 m, 给出了扶壁式挡土墙和双(单)排桩支挡结构体系, 并预先采用碎石桩处理地基, 提升地基承载力的组合式支挡结构方法;

刘长伟^[4-5]分析了不同挡墙形式的原理和使用条件, 并通过有限元分析, 验算了悬臂式挡土墙应用于高填方拼宽路基支挡的适用性; 谢清泉等^[6]对悬臂式挡土墙土压力计算方法进行了对比研究。

综上, 当前专家学者对不同挡土墙的特点及在一般软土地区的适用性进行了大量研究, 但是在深厚软土区域的挡土墙设计研究工作还较少。本文是基于前人研究基础, 以苏州市钟园路对接强胜路工程为例, 开展深厚软土区域挡土墙设计对策研究, 并通过理正软件验算挡土墙设计方案的合理性与可靠性。

1 工程概况

苏州市钟园路对接强胜路工程场地位于苏州工业园区青秋浦附近, 根据地质勘察报告, 淤泥质土层

收稿日期: 2024-04-02

作者简介: 王慧(1991—), 女, 硕士, 工程师, 从事道路设计工作。

平均层厚 7.5 m, 平均层底标高 -8.5 m。工程场地钻探情况如图 1 所示。

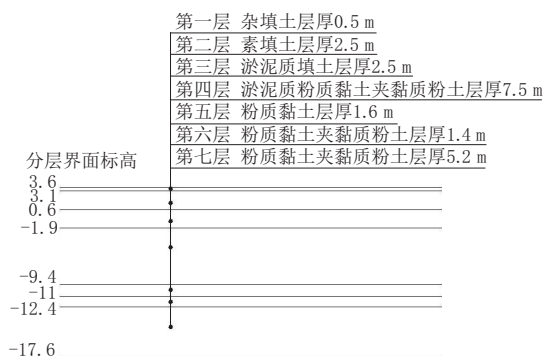


图 1 土层概况(单位:m)

第一层杂填土:松散,层厚 0.5 m,承载力较低。

第二层素填土:湿,松散,平均层厚 2.5 m,承载力较低。

第三层淤泥质填土:很湿,松软,为近 5 a 堆填,欠固结,平均层厚 2.5 m,承载力较低。

第四层淤泥质粉质黏土夹黏质粉土:压缩性高,工程特性差。平均层厚 7.5 m,平均层底标高为 -8.5 m,地基承载力特征值 55 kPa。

第五层粉质黏土(黏土):可塑~硬塑,刀切面稍有光泽。平均层厚 1.6 m,平均层底标高为 -10 m,地基承载力特征值 160 kPa。

第六层粉质黏土夹黏质粉土:可塑~软塑,刀切面稍有光泽。平均层厚 1.4 m,平均层底标高为 -11.3 m,地基承载力特征值 120 kPa。

第七层粉质黏土夹黏质粉土:软塑,刀切面稍有光泽。平均层厚 6.6 m,平均层底标高为 -17.9 m,地基承载力特征值 100 kPa。

苏州市一般软土地区的软土层深度小于 5 m,软土土层厚度小于 3 m。而苏州市钟园路对接强胜路工程场地临近春秋浦河道,软土层最深处达到 15 m,最大厚度 7.5 m,土层承载力差,且压缩性高、强度低、渗透性低,是典型的深厚软土区域。

2 挡土墙设计

2.1 挡土墙型式选取

城市道路常用的挡土墙形式有悬臂式挡土墙、扶壁式挡土墙和重力式挡土墙等。

悬臂式挡土墙是一种轻型的钢筋混凝土支撑结构,由墙面板(立壁)、墙趾板、墙踵板组成。主要由墙身自重和墙底板以上填土维持抗滑、抗倾覆稳定。墙身断面小且刚度高,自重轻,因此挡土墙立臂高度较高且地基承载力要求低。适用于不超过 6 m 的边

坡,但是需要使用钢筋混凝土,经济性较差。

扶壁式挡土墙是沿悬臂式挡土墙的立臂,每隔一定距离加一道扶壁,将立壁与墙面踵板连接起来的挡土墙。竖板和扶壁共同抵抗弯矩和剪力,整体受力条件更好,可用于 6~12 m 高的边坡^[7]。

重力式挡土墙靠自身重力抵抗土压力,形式简单、施工方便。对于土质边坡适用高度宜小于 10 m,对于岩质边坡高度宜小于 12 m,但是墙身截面大,自重大,需要较高的地基承载能力。

苏州市钟园路对接强胜路工程中,挡土墙的墙高≤5.3 m,通过设计计算,对悬臂式挡土墙、重力式挡土墙这两种挡土墙型式进行比选。

2.2 挡土墙设计

2.2.1 设计参数

采用悬臂式挡土墙,墙身用 C30 混凝土砌筑,并配筋,墙体容重 25 kN/m³。墙高 5.3 m,顶宽 0.5 m,墙面垂直,挡墙背坡度为 1:0.05。挡土墙设计方案如图 2 所示。

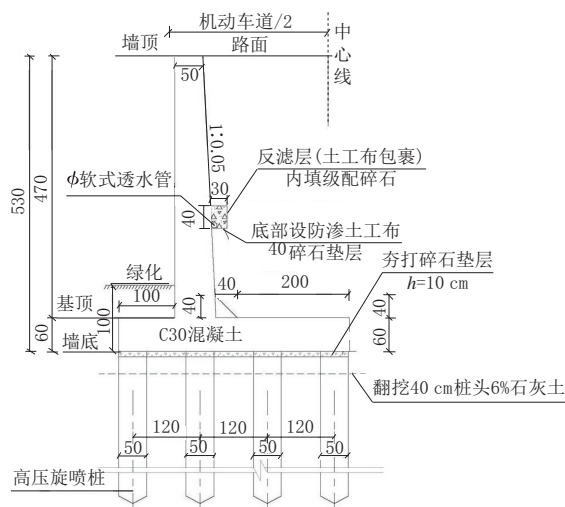


图 2 悬臂式挡土墙设计图(单位:cm)

重力式挡土墙,墙身用 C30 混凝土砌筑,墙面垂直,挡墙背坡度为 1:0.45。挡土墙设计方案如图 3 所示。

土的内摩擦角均采用 $\varphi=30^\circ$,墙背与填料之间摩擦角 10° ,墙背回填土 $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$ 。

2.2.2 路基设计

路基下卧深厚软弱土层,采用高压旋喷桩进行处理^[8]。高压旋喷桩桩径为 50 cm,桩距为 1.2 m,呈梅花形布置,桩顶标高 2 m,以第五层粉质黏土层作为持力层,打入持力层不小于 50 cm,平均桩长 12 m。桩顶松土翻挖 40 cm,掺 6% 石灰处理回填碾压。

高压旋喷桩采用 42.5 级普通硅酸盐水泥,水泥

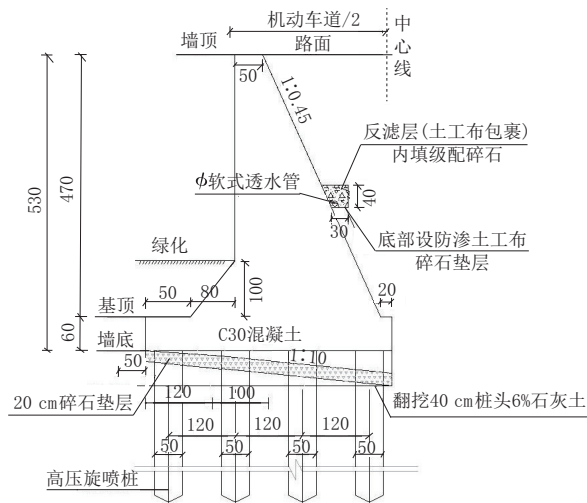


图3 重力式挡土墙设计图(单位:cm)

浆液的水灰比1.0~1.2,水泥的掺入量不低于140 kg/m,采用龄期90 d的试块抗压强度作为桩身设计强度,要求无侧限抗压强度大于2.0 MPa,单桩承载力特征值为156.8 kN,对应复合地基承载力为140 kPa。

2.2.3 挡土墙设计计算

悬臂式挡土墙承受的荷载包括挡土墙自身重力、填土重力以及车辆荷载引起的土侧压力,而重力式挡土墙承受较大的自身重力、墙后填土及车辆荷载引起的土侧压力。这两种挡土墙的设计计算均采用极限状态设计的分项系数法,采用库伦理论计算作用于墙背的土压力^[9]。经计算分析,均不存在第二破裂面。计算结果见表1。

表1 挡土墙设计计算结果表

计算指标	滑移稳定性 Kc_1	抗倾覆稳定性 Kc_2	整体稳定性 Kc_3	基底的合力偏心距 e/m	墙趾处地基承载力压应力 p/kPa
悬臂式挡土墙	$Kc_1=1.188$ ≤ 1.3 , 验算不满足	$Kc_2=5.426$ ≥ 1.5 , 验算满足	$Kc_3=1.897$ ≥ 1.25	$e=0.098\text{ m}$ $\leq 0.167\times 4.115=0.686\text{ m}$	$p=102.838\text{ kPa}$ $\leq 168\text{ kPa}$, 验算满足
重力式挡土墙	$Kc_1=0.916$ ≤ 1.3 , 验算不满足	$Kc_2=3.988$ ≥ 1.5 , 验算满足	$Kc_3=1.602$ ≥ 1.25	$e=0.378\text{ m}$ $\leq 0.167\times 4.315=0.719\text{ m}$	$p=112.006\text{ kPa}$ $\leq 168\text{ kPa}$, 验算满足

可见,悬臂式挡土墙对承载力要求较低,更适用于深厚软土地质,且墙后占用空间少,满足钟园路对接强胜路工程利用墙后空间敷设市政管线的需求。因此,最终采用悬臂式挡土墙。

挡土墙的滑移稳定性验算结果不满足要求,需要进行优化设计。

3 挡土墙设计优化

针对滑移稳定性验算不满足要求的问题,在墙

底增加凸榫^[10],防滑凸榫距离墙趾端部1.2 m,宽度0.6 m,高度0.4 m,容许弯曲拉应力500 kPa,容许剪应力990 kPa。挡土墙优化设计方案如图4所示。

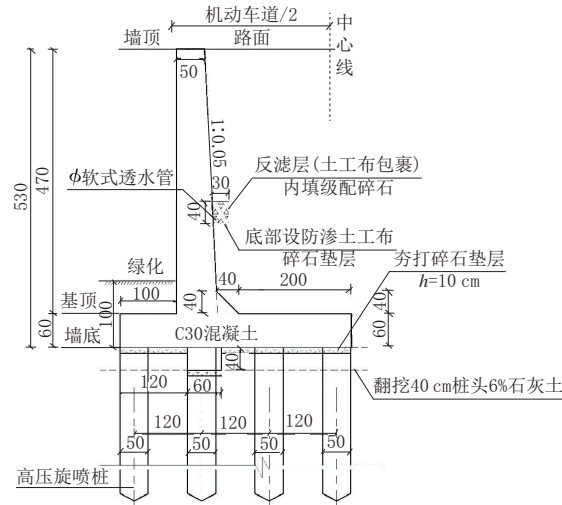


图4 挡土墙优化设计图(单位:cm)

优化设计后,滑移稳定性 $Kc=2.118\geq 1.3$,验算满足;抗倾覆稳定性 $Kc=5.481\geq 1.5$,验算满足;整体稳定性 $Kc=1.897\geq 1.25$,验算满足;基底的合力偏心距 $e=0.106\text{ m}\leq 0.167\times 4.115=0.686\text{ m}$;墙趾处地基承载力压应力 $=105.482\text{ kPa}>168\text{ kPa}$,验算满足。

凸榫弯曲拉应力 $=405.518\text{ kPa}\leq 500\text{ kPa}$,验算满足;凸榫剪应力 $=202.759\text{ kPa}\leq 990\text{ kPa}$,验算满足。

综上所述,该挡土墙方案在深厚软土地区的应用可行。

4 结 语

本文结合苏州市钟园路对接强胜路工程,提出了深厚软土地区挡土墙的设计对策。根据地质情况、工程特点选择挡土墙形式,并进行地基处理设计、挡土墙设计,通过理论计算验证挡土墙的稳定性和地基承载力,根据验证结果优化设计,得出结论。

(1)经理论验证,本文设计的悬臂式挡土墙在深厚软土区域可行,可供类似工程参考。

(2)在深厚软土地区,需先进行挡土墙墙底下方路基的处理,使地基承载力满足要求。

(3)凸榫的设置可明显提升深厚软土地区挡土墙的滑移稳定性,但是对抗倾覆稳定性、整体稳定性影响较小。

参考文献:

[1] 马骥. 苏州南部地区软土工程特性及岩土工程勘察要点分析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023(1): 1671-5519.

(下转第66页)