

文章编号:1005-0523(2003)04-0035-03

多层土基坑支护设计的研究

巢万里, 王星华

(中南大学 土木建筑学院岩土工程系, 湖南 长沙 410075)

摘要:以一高层基坑支护为例,说明在多层土深基坑支护设计中锚杆设计的特点,及计算的要点和其注意事项,对于工程设计及施工中有一定的实用价值.

关键词:深基坑;支护;锚杆;多层土

中图分类号:TU201.1

文献标识码:A

1 概述

随着城市的发展,高层建筑越来越多,而高层的地基处理方面越来越多的涉及到深基坑的处理,而基坑支护则直接关系到基坑处理的成败.有时由于地质条件及空间条件的限制,单纯的采用某一种方法处理往往达不到想象的效果,则可采用多种方法结合处理.锚杆支护往往成为许多设计者的首选主要支护措施,而在锚杆设计中,很多都采用多层土加权平均法进行设计,认为滑动面为朗肯滑动面.笔者认为,采用多层土的加权平均对于各层土的力学性质相差较大的情况,则会引起较大的误差,对此情况则应采用在那层土中则采用那层土的力学参数,且应采用简化的毕肖普法找出滑动面.

2 工程实例及设计

2.1 工程概况

长沙某一建筑物其主体高30层,由于地势原因,北面基坑开挖深度为9m,西面基坑开挖深度为12m,西面距原有的建筑物只有8m.北面地表以下的土层自上到下分别为:素填土层约4m,砾砂层为5m,卵石层为9m,以下为很厚的砂岩;西面地表以

下的土层自上到下分别为:素填土层为6m,卵石层为9m,以下为很厚的砂岩.地下水位为地表以下约3m处,各土层的力学性质如下:

力学参数 土层	容重(kN/m ³)	内摩擦角(°)	内凝聚力(MPa)
素填土	18.5	14.7	63
砾砂	23	32	10
卵石	23	30	10

2.2 设计方案的确定

1) 考虑地下水的影响,首先决定采用深层搅拌桩连续墙作为主要的支护措施.根据土质情况和基坑开挖深度,先按经验设定桩长和墙的宽度:

桩长: $L=(1.8\sim 2.2)H$

挡墙宽度: $B=(0.7\sim 0.95)H$

式中 H —基坑的开挖深度.

根据搅拌桩挡墙的抗滑稳定性及抗倾覆稳定验算如下两式:

$$K_h=(W\mu+E_p)/E_a \quad (1)$$

$$K_o=(Wb+E_ph_p)/E_a h_a \quad (2)$$

式中: W —墙体自重(kN/m);

E_a —主动土压力;

E_p —被动土压力;

μ —墙体基底与土的摩擦系数;

b —墙体自重 W 对墙趾的力臂;

收稿日期:2003-01-19

作者简介:巢万里(1978-),男,湖南汨罗人,中南大学岩土工程在读硕士,研究方向为地基处理与加固及生态护坡.

h_p —被动土压力合力对墙趾的力臂;

h_a —主动土压力合力对墙趾的力臂;

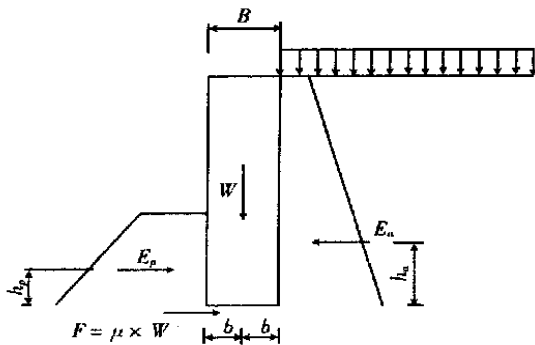


图1 水泥搅拌桩的受力分析图

取 L 、 B 经验范围内的值代入(1)、(2)两式进行计算,看是否满足(1)、(2)式的安全系数要求,试算可得, $L=23$ m, $B=10$ m 适合要求. 由上述结果可知,如果采用搅拌桩连续墙作主要的支护措施,则造价比较大,坑底以下是很厚的砂卵石层和岩层,其成桩的质量难以保证,且连续墙的墙厚和墙入土深度都比较大,而施工场地条件有限,所以考虑以搅拌桩连续墙只作为止水帷幕,而以锚杆作为主要的支护措施. 实际上由于有一层的连续墙对于基坑的支护有一定的有利作用.

2.3 锚杆设计

2.3.1 找最危险滑动面

由于锚杆的稳定性主要是依靠于土层给予锚杆的摩擦力,而对边坡稳定性有作用的只是在滑动面以外的那一部分的锚杆所受到的摩擦力,这样滑动面的寻找就十分的重要,现采用多层土的圆弧条分法来确定滑动面. 因为各层土的性质相差较大,而锚杆的受的摩擦力又直接与它所在的土层的力学性质有关,如果采用加权平均法把整个土层作为均匀土层进行计算,则相差较大,所以在确定圆弧滑动面计算稳定系数时分别采用各层土的力学性质.

2.3.2 锚杆设计计算及布置

按桩式锚杆支护结构进行支护设计,拟采用西面锚杆布置从上往下总共布置四层,第一层锚杆从低于边坡最高点 3 m 处开始布置,上下两锚杆间距 3 m,水平两锚杆间距 3 m. 北面锚杆布置从上往下总共布置三层,第一层锚杆从低于边坡最高点 2.5 m 处开始布置,上下两锚杆间距 2.5 m,水平间距 2.5 m. 锚杆与水平倾角成 20 度. 土压力计算因下层多为砂砾土和卵石层故采用朗肯土压力计算,各层土分别采用各自的力学参数. 其施工荷载取 100 kPa.

西面由于高程相差不多,且同一水平面的各土层土质分布比较均一,所以只算一个截面.

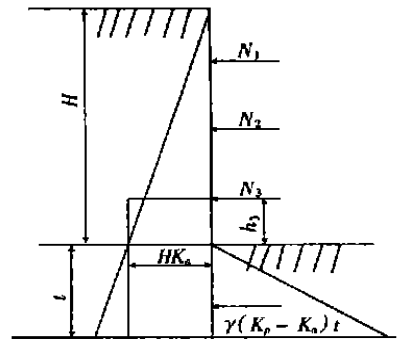


图2 锚杆受力分析示意图

采用简化法即“二分之一分担法”计算各锚杆所受到的支点反力,即假定各支反力分别等于其相邻锚杆上下各半跨的侧土压力面积值. 得西面各层锚杆受拉力为:

$$N_1=450.5 \text{ kN} \quad N_2=660.9 \text{ kN}$$

$$N_3=853.7 \text{ kN} \quad N_4=644.9 \text{ kN}$$

求桩墙的插入坑底以下的深度

采用盾恩法求,即认为最下一层支点以下的总主动压土力的一半由总被动土压力平衡:

$$\frac{1}{2} \gamma H K_a (h_3 + t) = \frac{1}{2} \gamma (K_p - K_a) t^2 \quad (3)$$

式中: γ —土的容重;

t —桩在基坑底部以下的深度;

h_3 —最下一层锚杆至基坑底深度;

H —基坑深度;

K_a 、 K_p —分别为朗肯主动土压力系数和朗肯被动土压力系数;

解得 t 后再增加 20%,从而可定桩全长.

由(3)式可解得 $t=2.64$ m

再增加 20%,得: $t=2.64 \times 1.2=3.17$ m

锚杆的自由段长度,在 CAD 上画出锚杆有边坡中的示意图,则在滑动面以内的部分即锚杆自由段的长度,可得由上到下分别为 3.2 m, 6.67 m, 4.46 m, 1.86 m.

锚固段长度(采用二次压力注浆工艺)由下式可得

$$L_m = N \gamma_0 K_{bl} / \pi D \tau \quad (4)$$

$$\tau = K_0 \gamma \tan \varphi + c \quad (5)$$

式中: N —锚杆所受的拉力;

D —锚杆的直径;

K_{bl} —系数;

K_0 —静土压力系数;

C —土的内聚力;

τ —土的抗剪强度;

算得 $L_{m1}=16\text{ m}$ $L_{m2}=15\text{ m}$ $L_{m3}=16.3\text{ m}$

$L_{m4}=11\text{ m}$

锚杆总长为在滑面内的长度加上自由段的长度之和,得

$L_1=19.2\text{ m}$ $L_2=21.67\text{ m}$ $L_3=20.76\text{ m}$

$L_4=12.86\text{ m}$

锚杆截面计算由下式决定:

$$A = \frac{K_{mj} N_i}{f_{pk}} \quad (6)$$

式中: f_{pk} —为锚杆的极限抗拉强度;

其中 安全系数 $K_{mj}=1.3$, 采用 II 级螺纹钢筋, $f_{pk}=335\text{ N/mm}^2$, 由(6)式可得, 由上到下所需锚杆的根数分别为 $5\phi 22, 7\phi 22, 9\phi 22, 7\phi 22$.

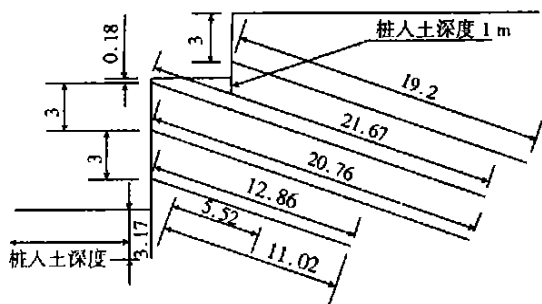


图3 西面锚杆竖向布置示意图

采用同样的方法得, 北面的锚杆布置为: 从上往下总共布置3层, 所需的钢筋分别为 $4\phi 22, 4\phi 22, 6\phi 22$.

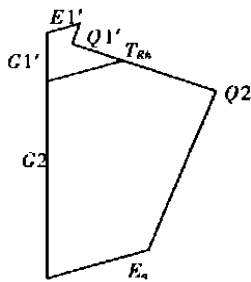


图4 代替拉结墙法示意图

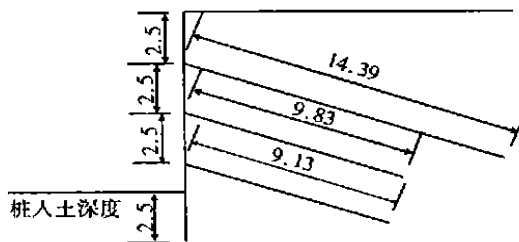


图5 北面锚杆竖向布置示意图

2.4 锚杆稳定性检算

(锚杆稳定性检算采用代替拉结墙法)

$$f = \frac{T_{Rh}}{T_{ch}} \quad (7)$$

式中: T_{Rh} —锚杆可承受的最大拉力;

T_{ch} —锚杆轴向拉力设计值.

2.4.1 西面 12 m 边坡整体稳定性

由代替拉结墙法的力多边形(作出力的多边形示意图, 则可算得要求的未知量)可得:

$$f = \frac{T_{Rh}}{T_{ch}} = 2017.6 \times 3 / (450.5 + 853.7) = 46 > 1.5$$

(可)

2.4.2 北面边坡整体稳定性

由代替拉结墙法的力多边形可得:

$$T_{Rh} = 611.7 \times 2.5 = 1592.25\text{ kN}$$

$$f = T_{Rh} / T_{ch} = 1592.25 / (296 + 549.8) = 1.8 > 1.5$$

2.5 多层土基坑设计注意事项

对于多层土的设计, 如果土层性质相差较大, 宜采用在计算中分别使用各自的力学参数进行运算, 而不能采用对各各土层的力学参数进行简单的加权平均法. 在设计过程中宜采用多种支护方法的综合运用, 这样能达到更好的效果, 并且在设计过程中应注意采取相应的止水措施. 深基坑施工过程中必须要实行实时监测, 直至完工. 采用锚杆支护时, 锚杆施工之前要建止水帷幕进行止水.

3 结 论

1) 对于多层土的深基坑支护, 采用锚杆支护是比较经济可靠的, 且具有不受空间限制的优点.

2) 对于多层土的深基坑支护, 由上面的分析可知不可简单的采用各层土的加权平均, 而要针对没的情况, 对性质相差较大的土层, 要考虑不同土层采用各自的力学参数. 这对于锚杆支护特别重要.

3) 对于锚杆支护, 要注意首先采用止水帷幕, 采用深层搅拌连续墙作为止水帷幕是一种经济实惠的方法, 且对于支护有一定的有利作用.

参考文献:

- [1] 李克训. 基础工程[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1992.
- [2] 杭州市建筑业管理局, 土木建筑学会, 深基坑支护工程实例[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1996.

(下转第44页)

1998. 研究[J]. 通风除尘, 1992, 11(2): 8~12.
[8] 荣伟东, 张国权. 纤维层非稳态过滤的理论分析与实验

Discussion on the Arborization Fiber Modelling Pressure Drop in
Filter Material During Dynamic Filtration

YAN Hui

(School of Civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: The modelling pressure drop of the material in high efficiency particulate air filters during dynamic filtration is discussed in the article.
Key words: dynamic filtration; arborization fiber modelling pressure drop

(上接第 37 页)

Design of the Multi-soil Pit Support

CHAO Wan-li, WANG Xing-hua

(Geo-technique Department of Civil Engineering College, Central South University, Changsha 410075, China)

Abstract: Taking a pit support of high buiding for example, this paper illuminates the virtues of the design of anchor pole, calculation points and attentions in the deep pit of multi-layer soil, it has certain applied value in the design and construction of project.
Key words: deep pit; anchor pole; multi-layer soil