

方法是扩大锚杆孔底部锚固段的孔径和多次灌浆。

端部扩大头型锚杆形如一倒埋的销钉(图 2), 由于它除了粘结力增加外,其扩大头肩部增加了土体对锚杆抗拔的阻力,称为端承力,而端承力往往占锚固力的主要部分,从而大大提高了锚杆的锚固力。其锚固力的一般表达式为:

$$P = \pi d \int_1^{Z+L_1} q_s \cdot dL + \pi D \int_2^{Z+L_2} q_s \cdot dL + \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot R_f^{[2]}$$

(2)

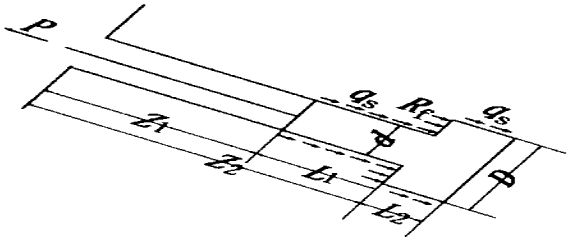


图 2 端部扩大头型锚杆锚固力计算示意图

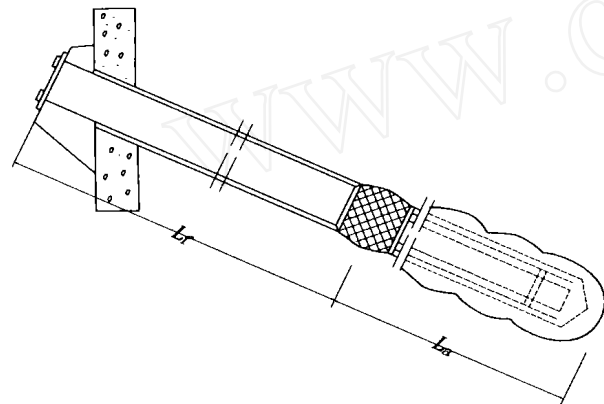


图 3 连续球体型锚杆示意图

式中: d 、 D - 扩大头直径; L_1 、 L_2 — 分别为锚固体的非扩大头部分和扩大头部分长度; Z_1 、 Z_2 — 分别为锚固体非扩大头部分和扩大头部分距地表深度; q_s — 锚固体表面与周围土体粘结强度; R_f — 锚杆扩大头肩部土体单位面积支撑阻力; 其余符号意义同前。

连续球体型锚杆(图 3)除了增加锚固段表胶结面积外,也提供端承力,是一种锚固力较高的锚杆形式。

另外,可用二次、三次高压注浆法提高锚固力。第一次注浆后,待砂浆硬化到 4 MPa ~ 5 MPa 强度时,进行再次劈裂注浆。多次注浆的渗透压力作用,增加了锚固段周围土体的抗剪强度,增加了锚固段的表面积,一般可提高锚固力两倍以上^[1]。但应注意的是注浆压力控制,在进行第二次注浆时,注浆压

力一般控制在 2.5 MPa ~ 5.0 MPa,注浆时间由试验确定。锚杆注浆时压力不得过大,以免产生压裂通道,起不到加强锚固作用,并损坏毗邻的锚杆。

地层中的含水量对锚杆锚固力的影响也很大,它不仅影响到锚固剂的凝结硬化环境,而且对锚固剂与锚杆孔壁的胶结状态及土体的抗剪强度均有较大影响。因此要设法降水排水。

锚固剂或胶结材料的选择一定要考虑到其与土体的适应性。在常用的水泥砂浆胶结材料中,为了改善其性能可适当掺入外加剂,如早强剂、膨胀剂等。

3 预应力的设计与施加

3.1 预应力设计值的确定依据

预应力技术是基坑锚拉支护工程的关键,支护后的基坑位移值主要取决于锚杆的预应力值。锚杆预应力设计值的确定主要依据土压力,此外还应考虑锚杆所在位置土层的抗压强度,不致因预应力值过高超过土层抗压强度极限而使支挡结构发生变形破坏。

3.2 正确施加预应力

施加预应力前必须要有自由段,自由段要超过滑移面 1m。土层锚杆规范中规定,在任何情况下,土层锚杆自由段长度不得小于 4.5 m。

锚杆张拉应按一定程序进行,锚杆张拉顺序应考虑邻近锚杆的相互影响。正式张拉前必须对锚杆进行二次预张拉,张拉力为 0.1 Nt ~ 0.2 Nt (注:Nt 为锚杆设计轴拉力,即最终锁定荷载),其作用是使锚杆各部位接触紧密、杆体完全平直,以消除杆体隐蔽变形量。土层锚杆预应力的施加应分级进行,并要保证每级的稳定时间。分级施加荷载和观察变形时间见表 1。

表 1 锚杆张拉荷载分级及观测时间^[2]

张拉荷载分级	观测时间 (min)	
	砂质土	粘性土
0.10 Nt	5	5
0.25 Nt	5	5
0.50 Nt	5	5
0.75 Nt	5	5
1.00 Nt	5	10
1.10 Nt ~ 1.20 Nt	10	15
额定荷载	10	10

锚杆的张拉锁定,须待锚固体强度达到 15 MPa 以上且达到设计强度的 70 %后方可进行。张拉应力不超过 0.65 倍钢筋或钢绞线的强度标准值。考虑到在锁定时预应力的损失,可适当超张拉,保证锁定后达到设计要求的预应力^[3]。在锚杆锁定后,若

发现预应力有较大损失,应及时进行补偿张拉。所以,在实际工程中一定要坚持对预应力锚杆的工作状态进行监测。

4 结束语

锚拉支挡结构在深基坑支护工程中的效果在很大程度上取决于预应力锚杆的布设与施工质量。所以应设法提高预应力锚杆的加固效果,为此在设计与施工时应着重考虑以下几方面。

4.1 提高锚固力

因为预应力大小是以锚固力为前提的,而普通土层锚杆的锚固力较低,不仅制约了预应力值的提高,而且因锚杆材料的性能没能充分发挥而造成材料的浪费。在土层中提高锚固力最有效的办法是在锚杆孔底部扩孔,扩孔可以采用机械法、爆破法或高压注浆法。

4.2 预应力的施加与控制

预应力的施加必须严格按土锚规范分级进行,且要保证每级的稳定时间,并在加荷载时测量锚固段位移和支挡结构的反向位移。在发现预应力有明显损失时,应及时进行补张拉。

4.3 加强现场监测,及时反馈信息

在深基坑支护设计中有一些不确定的因素,为了确保施工的安全,必须加强现场监测工作,随时了解预应力锚杆的工作状态和地层的变化情况,并及时反馈信息,以便修改设计,采取相应措施。

[参考文献]

- [1] 程良奎. 深基坑支护与土锚技术[D]. 见:工程地质及岩土工程新技术新方法论文集. 武汉:陈德基主编:中国地质大学出版社,1994,12.
- [2] 彭振斌. 锚固工程设计与施工[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1997:20.
- [3] 刘小敏. 基坑支护结构施工技术要点与工程实例分析[J]. 探矿工程,1998,(4):8.

THE WAY TO IMPROVE PRESTRESSED ANCHOR IN DEEP FOUNDATION PIT

SHU Jia - hua ,LI Chuan

Abstract :The paper introduces reinforcement of prestressed anchor in supporting and retaining structure , analyzes factors which affect anchored force in soil , discusses basis for determining prestressed design value and program for applying prestress , and presents the way to improve prestressed anchor.

Key words :deep foundation pit , prestressed anchor , way



第一作者简介:

舒家华(1957年-),男。1980年毕业于中国地质大学探矿系掘进工程专业。现任中国地质大学工程学院讲师。主要从事岩土加固、爆破工程教学和科研开发工作。

通讯地址:湖北省武汉市 中国地质大学工程学院 邮政编码:430074