

地面开挖工程锚杆支护、土钉墙讨论

孙学毅

【摘要】文中指出土钉就是土层锚杆,土钉墙就是土层中喷锚支护。地面开挖工程存在应力重分布、渗流场重分布过程,一般情况下随着开挖紧跟支护,因此极限平衡设计法误差较大。文中介绍了CSC工法指导原则、土钉墙受力分析,得出的结论是钢筋网、喷射砼与土层锚杆(土钉)是配套的支护结构。文中进而说明软岩或软土地面开挖工程非线性大变形理论是解决工艺问题的有效工具。

【关键词】土层锚杆、CSC工法、非线性大变形。

一、综述

锚杆支护用于地面开挖工程起源于1960年。它的主体思想是加固岩体或土体,提高岩体或土体自承能力使其稳定。由于人们对岩体或土体力学规律性的补实信任,早在远古时期就开始挖修一些没有支护的边坡工程。二十世纪以来,由于锚杆支护在工程中广泛地成功应用,各国学者、工程师开展了深入机理研究得出以下共识:

1、锚杆与岩体或土体组成复合结构提高了岩体或土体强度。

2、锚杆与岩体或土体互相作用,从而改善了岩体或土体受力状态。

3、科学地利用了岩体或土体的时空效应,得出的概念是锚杆支护结构限制变形使变形控制在允许范围内。

4、软弱岩体或土体的力学行为开始用非线性和大变形理论进行研究,认识到对于同一个工程往往工艺因不合理而导致工程失稳。

文献报导1972年法国人把土层锚杆应用于铁路路堑的边坡支护并把它称为土钉,之后有些学者也把土锚称作土钉。于是土钉就以土中锚体共属的定义出现。换言之土钉的定义是模糊的,没有自己的特性作为标志。从习惯上看,人们把打入或压入土体中的杆件称为土钉,它与土体之间没有第三种介质。有的学者提出土钉与土锚有如下区别:

1、土锚通常施加预应力,而土钉一般不加预应力。

2、土锚只在锚固长度内受力,土钉是全长受力。

3、土锚密度小,土钉密度大。

4、土锚挡墙受力大,土钉的面板基本不受力。

5、土锚一般较长,土钉的长度一般较短(3~12m)。

笔者对上述土锚与土钉区别存在不同看法,认为:因为土钉与土锚结构相同,土钉就是不加预应力的土锚。至于说土钉的面板基本不受力更是值得研究的问题。

基于这种情况笔者对锚杆支护、土钉墙几个问题提出自己的看法仅供讨论。

二、岩体、土体破坏准则

岩体破坏,中国科学院武汉岩体土力学所通过锚固机理研究证实拉应力是引起岩体破坏的主要机制。^{[1][2]}

土体破坏,工程界比较公认的理论是Rankine(1857)的结果。他从弹性半空间的应力状态出发,由土的极限平衡理论导得:

拉伸破坏

$$(\sigma_x)_{\min} = \sigma_d [(1-\sin\phi) / (1+\sin\phi)] - 2c [(1-\sin\phi) / (1+\sin\phi)]^{1/2}$$

基于多年工程实践,笔者提出地面开挖工程CSC工法(1992)。它是在地下工程NATM工法

锚索锚杆

基础上发展起来的。CSC工法是动态设计与施工的方法之一。CSC工法指导原则是坡体或坑体在开挖过程中即允许变形又控制变形,使变形控制在允许范围内。CSC工法施工有以下四原则:A、安全监测,B、超前支护,C、开挖过程中及时敷设钢筋网、喷射砼封闭开挖面,D、加强底部支护结构。CSC工法创生是以线性粘弹塑性力学为理论基础。近几年在施工中发现同样支护结构,同样工程环境条件下由于工艺不同会导致工程失稳。工程实践还表明,在 $C \approx 0$ 、 $\phi < 8^\circ$ 饱和土中开挖引起的渗流场变化设计中是必须考虑的因素。因此笔者从1996年开始引用同济大学、河海大学、中科院武汉岩体土力学所在非线性大变形理论方面研究成果。在控制开挖面积、基坑底部封底时间方面取得了满意的工程效果。

三、土钉墙

1、顾名思义,土钉墙是由土钉和参与土钉一起工作的土体组成。因此土钉墙的形状决定于沿墙高度方向土钉长度布置情况。

据报导1972年法国凡尔赛附近铁路路堑工程土钉布置是上部短下部长。1986年法国CEBTP试验得出土钉轴向拉应力中部最大,破坏试验时下部水平位移最大。这些结果与我国学者得出的结论是一致的。1968年中国铁道科学院、1970年中国冶金部马鞍山研究院分别在4个软岩工程中测得全长锚固锚杆轴向拉应力靠近中部最大,笔者1980年在瑞典国际锚固会议上发表了这个结果。1994年笔者又对三个基坑工程水平位移进行测量,得出的结论也是基坑下部水平位移较大。

笔者认为一般情况下,土钉墙在高度上布置应中下部长,上部短。对于上部水平位移有严格要求的工程上部可采用预应力锚杆与土钉联合支护控制水平位移。这种情况与有些人通常把土钉设计成上长下短的构思不一样。上长下短或上下等长设计者是按滑动面设计的,这种设计思路笔者认为有待于进一步研究。工程实践表面无论是地下开挖工程NATM工法还是地面开挖工程CSC工法都强调及时敷设钢筋网、喷射砼与锚杆支护

相配合。笔者1998提出一个估计土钉墙受力分析解答^[3],得出:

①土钉墙(喷锚支护结构)正应力 σ_x 只与深度有关,在墙的水平截面上各点数值相同。

②铅直方向应力 σ_z 在墙的水平截面上各点数值不同,靠近土体截面处较小,放坡面上最大。放坡面有时是压应力,有时是拉应力,是否出现拉应力仅与放坡角度有关。

③坡面处剪应力最大。

从上述结果可知,有条件时应尽量增大放坡角,无条件时在土钉墙坡面上敷设钢筋网、喷射砼是必要的用以增加坡面的抗剪、拉伸能力是非常必要的。

四、结语

1、本文所讨论的第一个问题是说明土锚与土钉是同一个东西。各国学者、工程师在土锚支护机理方面取得的成果都适合于土钉支护。

2、极限平衡理论分析地面开挖工程稳定误差较大,是因为地面开挖工程存在应力重分布,渗流场重分布过程,在软岩和软土中开挖一般情况都是边开挖边支护,这样工艺过程与极限平衡设计法初始条件不相一致。

3、近年来在中国沿海软土中开挖很多大型深基坑,工程实践表明只有应用非线性大变形理论才能解决开挖工艺问题。

参考文献

[1]葛修润、刘建武,加固节理面抗剪性能研究,岩土工程学报,1998年1期。

[2]陈卫忠、李术才、朱维申,考虑裂缝间隙闭合和摩擦效应的节理岩体能量损伤理论与应用,岩石力学与工程学报,2000年第19卷第二期。

[3]孙凯、邓汉荣、孙学毅,土钉墙受力分析探讨,锚固与注浆国际会议论文,1999年,广州。