

锚固结构内部稳定性 Kranz 法辨析

王 宁

(内蒙古自治区地质工程总公司,内蒙古 呼和浩特 010051)

摘要:结合工程实例,提出了锚固体内部稳定性验算的 Kranz 法中假设支点“*b*点”的选取位置,认为“*b*点”选择为护坡桩的反弯点(即桩入土端中左侧被动土压力与右端主动土压力相等的点)比较合适。

关键词:锚固结构;稳定性分析;Kranz 法;假设支点

中图分类号:TU473 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)03-0037-02

Kranz Method on Inner Stability of Anchor-reinforced Structure/WANG Ning (Geo-engineering General Company of Inner Mongolia, Huhhot Inner Mongolia 010051, China)

Abstract: Confusion often occurs in the design process of anchor-reinforced structure because the selection of ‘*b* point’ for Kranz method is not clear in teaching materials or in ‘technical specification with ground anchors’. The position of the ‘*b* point’ with Kranz method is defined in this paper so that a criterion for the design of anchor-reinforced structure is formed.

Key words: anchor-reinforced structure; stability analysis; Kranz method; assumed fulcrum

理论教材和《岩土锚杆(索)技术规程》(CECS22:2005)中关于锚固体内部稳定性验算的 Kranz 法中“*b*点”(锚固结构内部稳定性假设支点)位置选取没有明确规定,这给实际基坑锚固工程设计带来了一定的困惑。笔者在本文中结合实际工程实例,明确了 Kranz 法中 *b* 点的位置,使得设计工作有章可循。

1 锚固结构内部稳定性验算

锚固结构内部稳定性验算常采用 Kranz 法^[1]。理论教材^[1]和实际规范^[2]中关于 Kranz 法验算过程的文字叙述基本一致,但是所给出的验算图中对挡土墙下端架设支点的选取不同,从而会导致不同的验算结果。

单排锚杆支撑时内部稳定性验算(Kranz 法)。

如图 1 所示,联结锚固体中心 *c* 和挡土墙结构下端架设支点 *b* 形成直线段 *bc*,再通过 *c* 点垂直向上作直线 *cd*,从而形成块体 *abcd*。块体 *abcd* 除了承受自重 *W* 外,还受到 *E_a*、*E_i* 和 *Q* 的作用。当块体处于平衡状态时,可以利用力多边形求得锚杆承受的最大拉力 *R_{max}*,其水平分力与设计水平力之比为安全系数。一般应确保安全系数为 1.2~1.5。

图 1 为规范中的原图。基坑支护的教材关于上述基坑土体受力的文字叙述和规范一致,但给出的

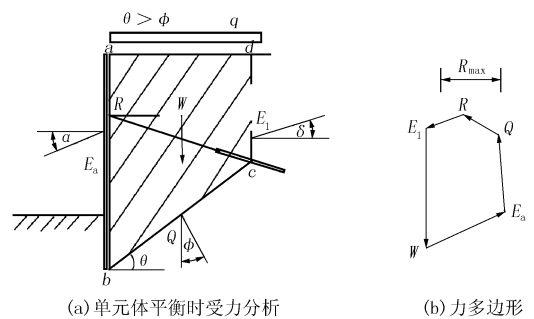


图 1 锚杆支撑受力分析图

分析图有所不同。教材中所给计算图示的支点 *b* 不是挡土墙的最下端,但也没有明确给定 *b* 点的选取方法。

锚杆最大水平分力拉力 *R_{hmax}* 根据下式计算(砂层时, *c* = 0)。

$$E_{rh} = [W - (E_{ah} - E_{ih}) \text{tg}\delta] \text{tg}(\varphi - \theta)$$

$$R = R_{hmax} = (E_{ah} - E_{ih} + E_{rh}) / [1 + \text{tg}\alpha \text{tg}(\varphi - \theta)]$$

式中: *W*——深层滑动线上方土的质量; *E_{ah}*——挡土墙结构上端于挡土墙结构假设支点间所受的主动土压力; *E_i*——假设锚固壁面上所受的主动土压力; δ ——墙与土体的内摩擦角; φ ——土的内摩擦角; θ ——深层滑动线的倾角; α ——锚杆倾角。

由于 *b* 点的选取不同,得出的安全系数也不同, *b* 点越向上, θ 角越小,给出的安全系数越大, *b* 点放在最下端,给出的安全系数最小。

收稿日期:2007-12-05; 改回日期:2008-03-02

作者简介:王宁(1978-),男(汉族),内蒙古人,内蒙古自治区地质工程总公司项目经理,岩土工程专业,从事地基基础施工工作,内蒙古呼和浩特市海拉尔东街 18 号。

2 b 点的选取

在实际应用中,如果 b 点选择不当,会造成严重浪费或影响基坑支护的安全。根据我公司的实际施工设计,综合其他桩支护的理论,笔者认为 b 点选择为护坡桩的反弯点(即桩入土端中图中左侧被动土压力与右端主动土压力相等的点)比较合适。

3 工程实例验证

包头青一百国际城基坑,东西长约70 m,南北宽约70 m,总占地面积约4900 m²,基础开挖深度为-14.00 m。

地质情况为:素填土,平均厚度3.0 m;中粗砂,平均厚度5.9 m;粉质粘土,平均厚度3.5 m;中粗砂,平均厚度9.4。

支护方案为:上部6.5 m采用土钉墙,按照1:0.15放坡,下部7.5 m采用锚杆护坡桩支护,锚杆长度14.0 m。

在包头青一百基坑支护实际施工的过程中,甲方按照岩土锚杆(索)技术规程考虑,对锚杆的内部稳定性提出质疑。因为按照技术规程中的图示计算,锚杆的整体内部稳定性为负值,锚杆长度根本不能满足安全要求,需要增加一排锚杆(这样既耽误工期,又增加造价)。但是取反弯点作为 b 点计算,锚杆长度完全符合内部稳定性的要求。在施工过程中,按照我方的设计施工,节约了造价,节省了工期。经过对基坑边坡的位移观测,基坑边坡位移为3~5 mm,完全符合基坑支护位移不超过3‰的要求,事实证明 b 点的取值为反弯点是可行的和合理的。

我单位承建的其他基坑支护工程也验证了这一点,如:呼和浩特市新华110变电站基坑支护工程,

基坑深度15.5 m,上部8.5 m采用土钉墙支护(1:0.2)放坡,下部采用锚杆护坡桩,预应力锚杆长度为14.0 m;呼和浩特海亮广场基坑支护,基坑深度15.9 m,上部8.0 m采用土钉墙支护(1:0.2)放坡,下部采用锚杆护坡桩,预应力锚杆长度16.0 m。

4 体会及建议

按照 b 点在护坡桩的最下端计算,得出的结论是锚杆长度比实际需要的要长很多,造成人力和物力的浪费,所以很多人对技术规程中的Kranz法内部稳定性验算提出质疑,因而常根据实际施工经验施工,或者干脆不做内部稳定性验算。这一点不可取,因为不做内部稳定性的计算,有可能是危险的。

根据本文介绍的经验,Kranz法计算内部稳定性的理论是正确的,关键在于如何理解“由锚固体中心向挡土墙结构下端架设支点 b 连成一条直线”这句话的含义。在理论中,假设支点就意味着支点 b 的任意性,只有这个假设和实际情况相符时,假设支点才成为最合理的点。

如果护坡桩由于锚杆拉力不够,向外倾倒,护坡桩会以反弯点旋转倾倒,而不是以桩底为支点倾倒。由于在反弯点以下,被动土压力大于主动土压力,按照力学原理,物体运动的方向由受力大小决定。这时,按照反弯点计算两边的力矩,这个力矩决定护坡桩是否稳定。

参考文献:

- [1] 陈维东. 土力学与地基基础[M]. 北京:机械工业出版社, 2003.
- [2] CECS22:2005, 岩土锚杆(索)技术规程[S].

“二十世纪著名科学家书系”之《刘广志》出版

由当代八位著名科学家吴阶平、杨福家、吴文俊、袁隆平、孙家栋、陈清泉、刘国光、汝信主编的“二十世纪著名科学家书系”,选录了20世纪以来中国高层次的自然科学家、社会科学家、工程科学家百余人,每人一传。这套“书系”通过对一批最具代表性的科学的人生经历、不懈追求、科学成就、突出故事的介绍,生动展现他们为中华复兴、人类福祉而表现出来的勤奋拼搏、勇于创新、和赤诚奉献的精神与品格,以榜样的力量激励科技界特别是年轻一代科学家们奋发进取,为中华科学和人类文明再创辉煌。

“二十世纪著名科学家书系”之《刘广志》以新中国探矿工程事业的主要奠基人之一、中国工程院资深院士刘广志先

生的生平为线索,侧重反映他的科学生涯和奋斗历程,重点介绍他在人造金刚石钻探配套技术等方面突出的科研成就,充分表现了他矢志不渝追求科学的崇高精神和淡泊名利的人格魅力。该书共十二章,从“家世与童年”到“老当益壮”,用平实的语言和翔实的资料,展示了刘广志院士坎坷和奋进的人生经历。阅读该书,不仅能从刘广志院士高尚品德和治学精神中获得许多深刻的思想营养和教益,还能从中了解新中国探矿工程的发展历史。

该书由马新生先生执笔撰写,于2008年1月由金城出版社出版。