

Research on Anchored Retaining Wall

Miao LIU

Chongqing Jiaotong University, Chongqing, 400041, China

Abstract: As a complex terrain region, there are so many mountains in western region, during the highway construction, there often appears high fill or dig sections, and disasters such as landslides and collapse in the road slope, so the construction of the retaining wall is particularly important. Because of the complexity of western region, which cause the traditional retaining wall cannot have enough security, and high engineering costs and complex construction. Combined with the advantages of the anchored retaining wall, in the mountainous area construction, it's convenient in construction and more economical, in the same time, it can ensure adequate safety, therefore, it is necessary to analyze the anchor rod retaining wall. This paper focuses on the anchored retaining wall force, anchor and anchor engineering analysis.

Keywords: Anchor; Retaining wall; Anchorage; Uplift bearing capacity

锚杆挡土墙分析研究

刘淼

重庆交通大学, 重庆, 中国, 400041

摘要: 西部地区地形复杂, 且山区较多, 在进行公路建设时一般都存在高填、深挖路段, 且沿线边坡易发生滑坡、坍塌等灾害, 所以挡土墙的建设就显得尤为重要。由于山区地势的复杂性, 导致传统的挡土墙并不能满足足够的安全性, 并且施工复杂、工程费用高。结合锚杆挡土墙的自身优点, 其在山区建设中施工方便且较为经济, 能够保证足够的安全性, 因此, 有必要对锚杆挡土墙进行分析研究。本文主要对锚杆挡土墙的受力、锚杆以及锚固工程方面进行分析研究。

关键词: 锚杆; 挡土墙; 锚固; 抗拔承载力

1 引言

1.1 概述

西部作为当今推动经济发展的重要建设区域, 存在较多的山区, 地理条件非常复杂, 常为道路建设带来巨大的困难。而支挡结构的建设能保证岩土体的稳定性, 防止滑坡、坍塌等灾害, 所以支挡结构对于山区建设来说非常重要。

传统的支挡结构主要包括重力式、衡重式挡墙等, 随着各项技术的发展, 支挡结构的形式也越来越多样化, 现已发展为加筋土挡墙、抗滑桩、锚杆挡土墙等新型支挡结构。

挡土墙作为典型的支挡结构, 主要用于加固滑坡、岩土体, 拦挡落石、泥石流等。锚杆挡土墙对边坡的扰动小, 在山区建设中采用锚杆挡土墙作为支挡结构, 不仅经济、安全、实用, 同时也能克服由于地理条件限制而造成的施工困难, 所以有必要对锚杆挡

土墙的相关理论进行分析研究。

1.2 锚杆挡土墙研究现状

锚杆作为锚杆挡土墙的主要结构, 在工程中主要起到锚固的作用, 依靠锚杆抗拔力, 能够有效的控制岩土体的稳定。锚杆作为一种受拉杆件, 当其材料采用钢绞线或钢丝束时, 则被成为锚索。

国外锚杆防护技术的发展如表 1 所示:

表 1. 国外锚杆防护技术发展

| | |
|-------------|-------------------------|
| 1905 年 | 美国出现钢筋加固工程 |
| 1911 年 | 岩石锚杆首次在美国进行支护矿山巷道 |
| 1912 年 | 锚杆支护首次在美国谢列兹矿的井下巷道中得到应用 |
| 1915-1920 年 | 美国的西利西安矿山开采中首次采用钢筋绳锚索支护 |
| 1924 年 | 前苏联顿巴斯矿上采用喷锚支护技术 |
| 1934 年 | 阿尔及利亚某一大坝采用抗倾覆预应力锚杆 |

我国最早采用的锚杆支护形式主要是机械锚固型

锚杆和钢丝绳砂浆锚杆。

表 2. 我国锚杆防护技术发展

| | |
|-------------|---|
| 1945-1950 年 | 我国开始研究机械式锚杆 |
| 1950-1960 年 | 我国开始对锚杆支护进行系统研究 |
| 1974 年 | 开始实验和研制新型锚杆-树脂锚杆 |
| 1976 年 | 进行了树脂锚杆井下实验, 并得到了理想的实验结果 |
| 1970-1980 年 | 发明并采用了管缝式、胀管式等锚杆, 同时也研发出了一种廉价的快硬水泥锚杆, 长锚索就是在这段时间产生的 |
| 1980-1990 年 | 我国对树脂锚固材料进行进一步研究, 特种、混合锚头锚杆得到应用 |
| 1990-2000 年 | 以螺纹钢锚杆为代表的锚杆及长锚索得到了广泛的应用 |

1.3 锚杆挡土墙的特点及适用性

锚杆技术的特点: 施工方便且经济、实用, 能克服由于地理条件限制而造成的施工困难。在边坡工程中, 采用锚杆挡土墙, 对边坡自身的稳定性影响较小。

锚杆技术的适用性: 适用于高边坡、挖基困难且施工条件容易受限的地段, 同时也可以用于高填路基、路堑等对地基承载力要求不高或软基础地区。

2 锚杆挡土墙

2.1 主要结构形式

锚杆挡土墙主要分为柱板式、板肋式、格构式和垂直预应力式。

柱板式锚杆挡土墙主要由灌浆锚杆、肋柱、挡土板、锚杆与肋柱的联结构成。柱板式锚杆挡土墙主要适用于岩土体较稳定且不易发生坍塌等灾害的地区, 其对土石方的需求量少且占地面积小。

板肋式锚杆挡土墙主要由灌浆锚杆和带竖肋的板构成, 主要适用于挖方地段。对于特殊条件下的地段, 板肋式和格构式可采用“逆作法”施工。

2.2 整体受力分析方法

分析方法有以下三种:

(1) 极限平衡法

极限平衡法是最早采用的方法, 同时也是最常用的方法。该方法分析简单, 但没有考虑实际工程条件中各个条件的影响, 同时也忽略了锚杆预应力的作用。极限平衡法主要分为平面滑动分析法、Fellemus 动圆弧分析法、Kranz 单排锚杆挡土墙。

(2) 有限元法

国外很早就采用有限元法进行锚杆挡土墙预测, 并与观测性状相对比。该法的主要优点在于考虑到了锚杆与土、施工之间会相互影响, 现如今该法的运用已经越来越广泛, 并且很多工程分析软件也都是建立在有限元法的基础上进行设计的。

(3) 小比例尺模型试验研究

该法的主要优点在于能够反映出挡土墙的实际现状并给出相应的可靠的结论, 便于人们分析研究。

2.3 墙后填土对墙背的侧向土压力研究

锚杆挡土墙墙背侧向土压力的分布图形, 一般包括三角形、矩形以及梯形, 其最常见的应力分布图形为三角形, 但是仅仅用三角形应力图并不能准确的反映许多情况下的侧向土压力。对于一般情况下的墙背土压力, 我们可以采用三角形应力图进行分析研究, 对于岩质边坡以及部分的土质边坡, 其侧向土压力可按下图确定, 图中 e_{hk} 可按式计算。

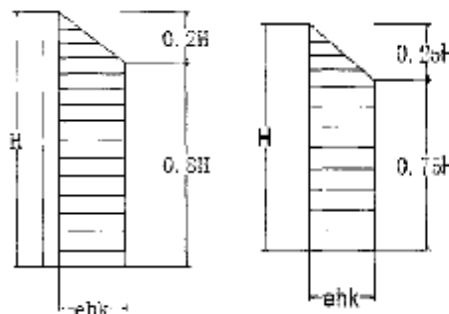


图 1. 岩质 (左) 及土质 (右) 边坡土压力分布图

$$\text{岩质边坡: } e_{hk} = \frac{E_{hk}}{0.9H} \quad (1)$$

$$\text{土质边坡: } e_{hk} = \frac{E_{hk}}{0.875H} \quad (2)$$

式中: e_{hk} 一侧向岩土压力水平分力标准值 (KPa)

E_{hk} 一侧向岩土压力合力水平分力标准值 (kN)

H 一挡墙高度 (m)

2.4 锚杆挡土墙中锚杆抗拔力的研究

锚杆抗拔力的确定, 在锚杆挡土墙设计中不仅仅是重点, 同时也是难点。由于岩土体的结构复杂性及

可变性，导致现如今对锚杆抗拔力的确定并没有一个具体的方法，工程设计中，一般采用将理论、实验、经验相结合的方法进行锚杆抗拔力确定。

现如今一般采用静力学法进行锚杆抗拔承载力的计算，由于每一个问题都有相应的破裂面，所以采用静力学法进行计算时，最重要的就是确定破裂面。根据研究表明，抗拔锚杆的破坏时以倒圆锥体或圆柱体的形式被拔出（见图2）。

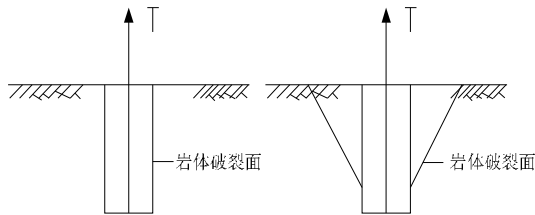


图 2. 单锚剪切破坏示意图

常用的锚杆抗拔承载力的计算方法主要有以下三种：

- (1) 按锚固段砂浆对钢筋的握裹力计算
- (2) 按锚固段孔壁的抗剪强度计算
- (3) 按钢筋截面面积计算

当用实验的方法分析确定锚杆抗拔承载力时，一般都是采用基本实验、验收实验以及蠕变实验等几种。

3 锚杆

3.1 锚杆的种类

锚杆根据受力位置的不同分为集中类和全场类，见图3。

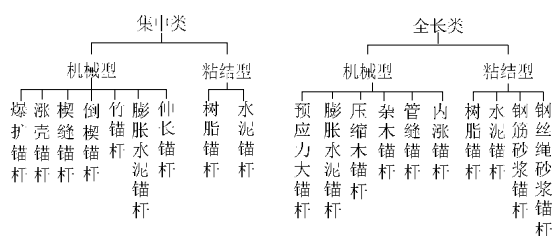


图 3. 锚杆受力位置不同的分类

锚杆根据与灌浆体传力方式的不同分为压力型及拉力型。

3.2 锚杆挡土墙中锚杆作用机理

目前普遍认同的锚固作用机理主要有以下几种：

(1) 悬吊作用

悬吊作用主要表现在加固局部稳定性较差的岩土体。锚杆像悬吊拉杆一样，将不稳定岩土体的重力或下滑力传递到稳定的岩土体中。

(2) 组合梁作用

组合梁模型把薄层状的岩土当做一种梁，运用锚杆将其固定而形成组合梁，层梁之间便会产生层间摩擦力，这种效应明显加强了岩体的稳定性，从力学上说，就是形成了“组合梁”。

(3) 内压加固作用

不稳定的岩土体施加锚杆后，在锚杆预应力的作用下，会使岩土体所受的应力得到改变，从而增加岩土体的稳定性及其自稳能力。

(4) 缝缀作用

在节理裂隙发育的破碎岩体中，锚杆将破碎的岩体缝缀在一起，使节理裂隙得以联接，提高了岩体的整体性，增大了岩体的强度。

3.3 锚杆的变形及应力损失

锚杆工作中的变形主要分为以下几个部分：

- (1) 锚杆自由段杆体的弹性变形 x_1
- (2) 锚固体的弹性变形 x_2
- (3) 锚固体与周围土体之间的剪切变形 x_3
- (4) 自由段杆体、锚固体的塑性变形 x_4
- (5) 土体受到应力后产生的塑性变形 x_5
- (6) 锚头及承台结构、锁定系统的间隙 x_6

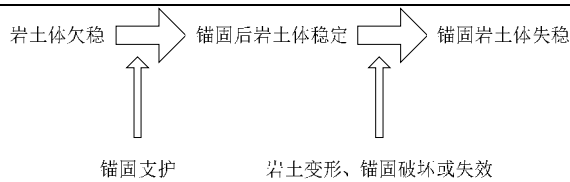
通常在计算中，由于 x_4 、 x_5 、 x_6 产生的变形很小，很容易受到人们的忽视，但是在实际工程中，这几个方面往往是造成锚杆锁定后应力损失的主要因素，所以当对锚杆进行分析时，以上因素不能忽视。

而关于锚杆应力损失的影响因素主要包括：

- (1) 在张拉或二次张拉过程中造成土体蠕动，使锚杆应力损失
- (2) 锚杆穿越不同岩土层对锚杆应力产生影响
- (3) 锚头和承载应力结构受影响而产生应力损失
- (4) 锚杆杆体受影响而产生应力损失
- (5) 锚杆注浆受影响而产生应力损失

4 锚固工程破坏与加固

一般欠稳的岩土体都会经过一下破坏过程：



在工程实践中,在使用一段时间后的经过锚杆加固达到稳定的边坡,其会因为金属锚杆锈蚀或场地功能的改变而造成的破顶加载、坡底开挖、地下水位上升等原因造成安全性能降。当边坡安全性能降低,边坡出现不稳定状态,安全性能不足时,需要对边坡二次加固,即对现有的锚固工程再次进行加固。

边坡锚固件破坏时,可能出现以下破坏形式:

- (1) 锚固件沿锚固段与灌浆界面活着沿锚固件全长拔出
- (2) 锚固件沿围岩孔壁与灌浆体界面拔出
- (3) 锚固件拉断
- (4) 内锚头拔出
- (5) 锚固件在滑动面处或者节理面处的剪切破坏
- (6) 岩土体破坏

对于锚杆挡土墙的加固,根据《建筑边坡工程鉴定与加固技术规范》,最佳的方法就是采用锚固法,根据规范规定的锚杆间距标准等,在锚杆挡土墙上增

设锚杆。

用锚固法对锚杆挡土墙进行加固处理,首先可以利用原锚杆的残余抗力,避免已破坏的挡墙进一步变形破坏,其次施工方便且节约成本。

5 结论

山区建设不仅是我国经济建设的重点,同时也是难点,锚杆挡土墙作为山区建设中主要的支挡结构,能够起到非常好的安全作用,相信未来几年关于锚杆挡土墙的研究也会越来越多,本文作为可加深人们对锚杆挡土墙的认识与理解。

References (参考文献)

- [1] Matallana,G.A.An experiment investigation of anchored model retaining walls[D], Thesis University of Sheffield, 1969
- [2] Abdle Malek, M.N., A study of model retaining walls supported by multi-plate anchors[D],Thesis, university of Sheffield, 1978.
- [3] 周恒宇. 锚杆挡土墙在边坡防护中力学机理的研究[硕士学位论文][D].成都: 西南交通大学, 2010.
- [4] Hollenbeck E, Marloth R, Es - Said O S. Case study-seams in anchor studs.Engineering Failure Analysis, 2003, 10 (2):209-213.
- [5] Serrano A, Olalla C. Tensile resistance of rock anchors.International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 1999, 36 (4):449-474.
- [6] Zhao T B, Ma Y H, Tan Y L, et al. Creep characteristic simulation of deep softrock roadway and long-term mechanical analysis of lining support. Journal of Coal Science & Engineering, 2009, 15(2): 193-196.