

Application of Prestressed Anchor Cable Antiskid Pile for Treating Highway High and Steep Slope

Mingyue Jiang Yan Wu

North China Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Tianjin, 300000, China

Abstract

Highway high and steep slope is of great significance in engineering construction, but its safety and stability are often challenged. In this paper, when the anti-skid pile technology of prestressed anchor cable is taken as the research object, by analyzing the reinforcement principle and construction technology, combined with the actual case of its engineering in the inter-city connection line from Changzhi to Xiangyuan, it discusses its principle and application in the treatment of highway high and steep slope, so as to provide experience for its use in the future engineering.

Keywords

highway high and steep slope; prestressed anchor cable; anti-skid pile; treatment; construction technology

预应力锚索抗滑桩治理公路高陡边坡的应用

蒋明跃 吴琰

中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 中国 · 天津 300000

摘要

公路高陡边坡在工程建设中具有重要意义, 然而其安全稳定常受到挑战。论文以预应力锚索抗滑桩技术为研究对象, 通过分析其加固原理和施工工艺, 结合其在长治至襄垣城际连接线中的工程实际案例, 探讨其在公路高陡边坡治理中原理及应用, 为以后工程中使用提供经验。

关键词

公路高陡边坡; 预应力锚索; 抗滑桩; 治理; 施工工艺

1 引言

公路建设中, 由于地质条件、气候变化等因素的影响, 高陡边坡易发生滑坡和坍塌等地质灾害, 威胁道路交通安全。预应力锚索抗滑桩技术通过在边坡内部设置预应力锚索和抗滑桩, 有效地增加了边坡的抗滑能力和稳定性。论文旨在研究预应力锚索抗滑桩在公路高陡边坡治理中的应用, 为岩质边坡工程提供可靠的技术支持。

2 工程概述

长治至襄垣城际连接线工程(潞城、郊区段)位于长治市区以北, 郊区、潞城境内, 设计路线起于襄垣与潞城交界, 终点与现状 309 国道相接。路线全长约 14.3km, 红线宽度 31 或 48m。

长治至襄垣城际连接线 K6+000~K6+200 段东侧边坡为全强风化凝灰岩至弱~微风化凝灰岩, 且岩体节理裂隙较

为发育, 需进行深层防护。为保证边坡的整体稳定和安全, 采用预应力锚索加地梁+挂网喷砼防护, 开挖后现场见图 1。



图 1 全强风化凝灰岩

3 预应力锚索抗滑桩加固原理分析

3.1 预应力锚索抗滑桩的加固机理

预应力锚索抗滑桩的加固机理是通过设置预应力锚索和抗滑桩来增加边坡的抗滑性能和稳定性。预应力锚索通过

【作者简介】蒋明跃(1984-), 男, 中国天津人, 硕士, 高级工程师, 从事市政工程设计研究。

施加预先设定的拉力,将边坡土体与锚索形成紧密的相互作用,增加了边坡的抗滑能力。

预应力锚索的拉力可以有效地减小边坡土体的有效应力,增加土体的抗剪强度,从而抵抗边坡的滑动。此外,预应力锚索还可以平衡土体内部的应力分布,减小边坡的变形和沉降。抗滑桩作为预应力锚索的支撑系统,通过与边坡土体的摩擦力和抗拔力来提供额外的稳定性。抗滑桩的设置可以增加边坡的整体刚度,防止土体的位移和变形。

3.2 预应力锚索抗滑桩变形特征

预应力锚索抗滑桩在加固过程中会发生一定的变形,了解其变形特征对工程设计和施工具有重要意义。

第一,桩身的变形特征。桩身在施工后会承受来自锚索张拉和边坡土体压力的作用,从而产生相应的变形。桩身的变形包括沉降、倾斜和水平位移等。这些变形是由于边坡土体的应力分布和变形传递到桩身造成的。

第二,锚索张拉变形。预应力锚索在施工过程中需要进行张拉,使其产生预定的拉力。在张拉过程中,锚索会发生一定的变形,包括伸长、弯曲和锚头移动等。这些变形是由于预应力锚索受到拉力而产生的应变引起的。了解预应力锚索抗滑桩的变形特征对工程设计和施工具有重要影响。

在设计阶段,需要考虑桩身和锚索的变形情况,一般要求桩身的沉降量在一定范围内,每米长度的沉降不超过5mm。另外,对桩身的倾斜通常也有限制,一般允许的倾斜角度可以在 0.5° 以内。

在施工过程中,需要监测和控制桩身和锚索的变形,及时采取措施进行调整和修正,确保工程的安全和质量。

4 公路高陡边坡治理中预应力锚索抗滑桩施工工艺

4.1 桩身开挖

为了应对边坡的全强风化凝灰岩至弱~微风化凝灰岩的特点以及发育的岩体节理裂隙,需要进行深层开挖来确保边坡的整体稳定和安全。桩身开挖深度可根据地质勘察数据和边坡稳定要求进行确定。本项目勘察范围在边坡区域及周边50m范围内,其中岩体节理裂隙发育,主要分布方向为北北西—南南东,倾角范围为 30° ~ 60° ,地下水位深度约15m处,相对稳定。桩身开挖采用机械挖掘方式,开挖深度为10m,使用适应性强的轻型设备。

施工过程中,需要严格控制开挖的深度和边坡的稳定性。在开挖过程中,要根据实际情况及时清理和处理开挖出的岩石和杂物,保持开挖面的清洁和整洁^[1]。同时,需要进行边坡的监测,以及时发现和处理可能出现的问题,确保施工的安全性和质量。

4.2 护壁支撑

在公路高陡边坡治理中,护壁支撑是预应力锚索抗滑桩施工过程中必不可少的环节。它的主要目的是保证桩身的

稳定性和施工安全,并提供足够的支撑力以抵抗边坡土体的侧推力。

在本项目工程中,由于边坡石质为全强风化凝灰岩至弱~微风化凝灰岩,且岩体节理裂隙较为发育,为了确保护壁支撑的稳定性和可靠性,可采用钢支撑结构和混凝土护壁的组合方式。

首先,钢支撑结构的设置是关键。依据工程实际,选择钢梁进行支撑,以提供足够的抵抗力。钢梁的选择应考虑其强度和刚度,以满足边坡土体的侧推力要求。

其次,护壁的材料选择也是重要的。混凝土是一种常用的护壁材料,具有强度高、耐久性好的优点^[2]。在施工中,可以采用预制混凝土板作为护壁材料,将其安装在钢支撑结构上。预制混凝土板具有一致的尺寸和质量,安装方便,能够提供稳定的护壁效果。

4.3 灌注桩身混凝土

在本工程实施过程中,边坡治理采用了预应力锚索加地梁及挂网喷砼防护。灌注桩身混凝土是一个关键步骤,需要注意混凝土的配制和浇筑工艺。

混凝土的配合比是灌注桩身混凝土的重要参数。根据工程要求和设计规范,选择了适宜的配合比。该工程采用M30纯水泥浆、425号水泥,施工水灰比为0.42,外加早强剂(三乙醇胺),流动性好,28d强度可以达到41.5MPa,与细砂、粗骨料和适量的水进行搅拌,形成均匀的混凝土浆料。

4.4 锚索孔导管预埋

在锚索孔导管预埋过程中,边坡的设计要求为每排锚索间距为3m,孔径为120mm。选用的导管材料为钢管,具有良好的耐腐蚀性和强度。

锚索孔的开凿:根据设计要求,每个锚索孔的深度为24m,孔径为120mm。使用钻孔机进行钻探作业,确保孔洞的垂直度和直径控制符合要求,每个孔洞的开凿时间大约为2小时。

导管的预埋:选用直径为120mm的钢管作为导管材料。钢管的长度根据设计要求进行调整,通常为每个孔洞的长度加上适当的超出部分,以确保与锚索的长度匹配。每根导管的预埋时间大约为30分钟。在预埋导管后,进行导管与岩体之间的灌浆工作。采用水泥浆料进行注浆,注浆材料的配比为水泥和水的比例为1:1。注浆的压力为0.2MPa,注浆时间为15分钟。确保浆液充分填充孔洞与导管之间的空隙,并达到良好的黏结效果。通过以上的锚索孔导管预埋工艺,可以保证锚索的固定性和稳定性,见图2。

4.5 注浆

在预应力锚索抗滑桩施工中,注浆是关键的关键工艺环节,用于将水泥浆注入锚固段和导管,确保锚索与周围岩体或土壤的良好粘附和稳固性。具体的注浆工艺和材料选择如下:

①注浆剂配比:采用M30纯水泥浆、425号水泥,水

灰比为 0.42。水泥与水按照一定比例混合，确保注浆剂的流动性和均匀性。

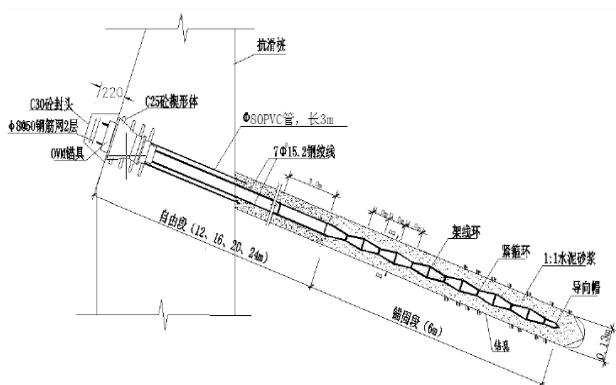


图 2 锚索孔布置平面图

②注浆压力：首先，使用 0.2~0.4MPa 的压力浆注满注浆塞，以防止漏浆造成锚固段灌注长度不足。然后，将注浆塞的排气管堵牢，进行管外高压注浆。注浆压力一般在 0.5~1.0MPa 之间，根据具体情况进行调整，确保注浆剂充分填充孔洞和导管，达到良好的黏结效果。

③注浆顺序：注浆操作应从锚索孔底部向上进行，沿着内注浆管逐渐灌注水泥净浆。施工工艺流程如下：桩身开挖→确定桩身开挖深度→机械挖掘→清理杂物，护壁支撑→安装钢梁和钢柱→安装预制混凝土板，桩身灌注混凝土→准备混凝土配合比→清洁和湿润桩孔充实填充桩孔→充实填充桩孔，锚索孔导管预埋→钻探空洞，确定孔洞的深度和直径→预埋导管→进行注浆工作，注浆→控制注浆压力和流量，锚索张拉与锁定→安装张拉设备→逐级进行锚索的张拉→进行锁定操作。

4.6 锚索张拉与锁定

锚索的张拉和锁定是预应力锚索抗滑桩施工的关键步骤，通过张拉锚索可以施加预应力，增加边坡的抗滑能力和稳定性。

①张拉设备的选择：根据锚索的设计要求，选择适当的张拉设备。常用的张拉设备包括液压千斤顶、液压泵站、张拉锚具等。

②张拉操作步骤：首先，将张拉设备正确安装并与锚索连接。而后，根据设计要求，逐级进行锚索的张拉。在每个级别的张拉过程中，需要根据张拉设备的指示进行控制，保持适当的张拉速度和力度，以避免过度应力或突然失控。

③锁定操作步骤：当锚索达到设计要求的预应力后，

需要进行锁定操作，以固定锚索的张力。锁定操作一般包括安装锁定装置、拧紧锁定螺母或螺栓等步骤。在锁定过程中，要确保锁定装置与锚索之间的连接牢固可靠，并严格按照规范要求对锚索张拉力的控制。

④张拉和锁定记录：在张拉和锁定过程中，需要详细记录每个级别的张拉力和锁定力，以及相应的时间和位置信息。通过正确的张拉和锁定工艺，可以确保锚索充分发挥预应力作用，并将其可靠地锁定在设计位置，从而增强边坡的稳定性和抗滑能力。

表 1 为锚索张拉记录表。

表 1 锚索张拉记录表

锚索单元分类	张拉力 伸长量 (mm)	整体分级张拉					
		补偿张拉 △F1 (KN)	25%F (KN)	50%F (KN)	75%F (KN)	100%F (KN)	110%F (KN)
		51.789	100	200	300	400	440
D1	张拉端有效自由段长度L1=21240	19.6	14.5	29.0	43.5	58.0	63.8
D2	张拉端有效自由段长度L2=16240						
D1	理论计算伸长值	19.6	19.0	37.9	56.9	75.9	83.4
	实际量取伸长值 上限	20.8	20.1	40.2	60.3	80.4	88.4
	实际量取伸长值 下限	19.6	18.9	37.8	56.7	75.6	83.1
D2	理论计算伸长值		14.5	29.0	43.5	58.0	63.8
	实际量取伸长值 上限		15.4	30.7	46.1	61.5	67.6
	实际量取伸长值 下限		13.6	27.3	40.9	54.5	60.0
使用11.04.18.1121# 压力表读数P(MPa)		3.1	5.7	10.9	16.2	21.4	23.6

5 结语

通过论文的介绍及其在实际工程实践，我们深入了解了预应力锚索抗滑桩的施工工艺和关键要素，对于工程设计和施工具有重要的指导意义^[1]。经过在长吉至襄垣城际连接线中实际应用及边坡运行检验，预应力锚索抗滑桩可以提高公路高陡边坡的稳定性和安全性，减少边坡滑坡的风险，保障公路的正常运行。

总之，预应力锚索抗滑桩作为一种先进的边坡治理技术，为公路高陡边坡的稳定和安全提供了有效的解决方案。随着技术的不断发展和经验的积累，预应力锚索抗滑桩在公路工程领域的应用将进一步扩大，并为工程建设带来更多的效益和成果。

参考文献

[1] 李小军.预应力锚索抗滑桩治理公路高陡边坡的应用[J].工程建设与设计,2018(20):76-77.
 [2] 阮高,李本云.预应力锚索抗滑桩治理公路高陡边坡的应用[J].黑龙江交通科技,2017,40(7):54+56.
 [3] 杨博铭.预应力锚索抗滑桩治理公路高陡边坡的理论与应用研究[D].长沙:湖南大学,2005.