

浅谈粉质黏土下伏中新统泥岩、泥质粉砂岩路堑边坡病害及处治

李明帅

(云南交投公路建设第二工程有限公司, 云南 昆明 650206)

摘要:为解决第四系坡积粉质黏土覆盖层,下伏基岩上第三系中新统泥岩、泥质粉砂岩地区的路堑边坡病害处治难题,以瑞丽至孟连高速公路耿马菜籽地段工程为例,对路堑边坡病害及处治进行研究,提出缓坡率刷坡减载及复垦、抗滑挡墙加反压回填、抗滑桩结合土地整治等解决措施,以期该类岩层地区勘察设计、工程施工提供参考,对于其他类似工程,宜从勘察设计上加强防护设计,从施工要素保障、施工方案入手,对路堑边坡病害进行防治。

关键词:路堑边坡;粉质黏土覆盖层下伏中新统泥岩;泥质粉砂岩;稳定性较差;病害类型及处治

中图分类号:U416.14

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2023)30-0088-03

0 引言

第四系坡积粉质黏土覆盖层下伏基岩上第三系中新统泥岩、泥质粉砂岩地层在云南省德宏、临沧等西南部州市的丘陵地貌区分布广泛,在瑞孟高速公路耿马菜籽地段工程的建设中,因人工切削坡脚,破坏原有山体应力平衡诱发溜坍、塌方、滑坡等病害,病害现象较为普遍,增加投资较大。

为此,本文以工程实例为基础,从地层岩性、施工处治入手,对第四系坡积粉质黏土覆盖层下伏基岩上第三系中新统泥岩、泥质粉砂岩地区的路堑边坡病害进行系统分析,以期达到有利于勘察设计、施工的目的,因第四系、上第三系地层具有复杂性、地域性,因此,本文涉及范围仅为云南省德宏、临沧等州市的部分地区。

1 工程实例

现以云南省瑞丽至孟连高速公路耿马菜籽地段为例,对路堑边坡病害及处治进行研究如下。

1.1 边坡病害概况

瑞丽至孟连段高速公路耿马菜籽地段全长11.6km,设计以路基、桥梁为主,无隧道,桥隧比40%,施工过程中12个路基段落,有9个段落的路堑边坡发生不同程度的病害,占比75%,病害极为普遍,其中:大型滑坡2处,中小型滑坡7处,溜坍、塌方15处,部分路堑边坡从头至尾发生病害,甚者,浅挖地段1~2m的边坡也塌方。

1.2 沿线地形、地质、水文

1.2.1 地形、地貌

项目区主要分布于低中山丘陵地貌区,垄岗和残

山地形波状起伏,相对高差不大,地势相对较平坦,地形开阔,斜坡丘陵之间冲沟发育,沟渠纵横交错,间夹分布有河流侵蚀堆积地貌。

1.2.2 地层岩性

边坡区覆盖层厚度不大,主要为第四系坡积、崩积等成因的粉质黏土、含碎石粉质黏土等,下伏基岩为第三系(N₁)泥岩、泥质粉砂岩,地层结构一般松散~稍密状,岩土遇水易软化,抗冲刷能力弱,稳定性较差。

第三系地层岩性多变、软硬相间、水理性质复杂、总体上土的工程地质性质明显。按岩类地层勘察、评价建筑物地基,处理和解决工程地质问题,已经明显不合理;按硬土进行工程地质评价、工程设计与施工更加合理^[1]。

1.2.3 水文地质

孔隙水主要分布于河流阶地及山谷沟口,含水岩性为粉质黏土、粉土,结构松散、透水性强,地表水补给条件比较好,富水性较为丰富,形成潜水或上层滞水,局部具承压性,地下水位一般随地形起伏变化。泥岩、泥质粉砂岩等节理裂隙极发育,富含基岩裂隙水,富水性中等,以褶皱核部、断裂破碎带相对富水较好,但均匀性较差。两类地下水主要受大气降雨及地表水的补给,地下水径流途经短,排泄迅速,水力坡度小,一般在阶地前缘陡坎和冲沟切割处以下降泉形式排泄,受基岩阻隔及地形切割排出地表,水量一般,埋深波动大,一般不具稳定的地下水位。

2 路堑边坡常见病害类型及处治

2.1 溜坍

(1)病害表现。溜坍病害主要发生在第四系粉质黏

土覆盖层,产生病害时间集中在汛期内,土建与绿化施工时间差造成已完工坡面暴露时间过长,由于粉质黏土的孔隙比及收缩性均较大,气候干燥时,往往形成较发育的网状裂纹,为水的下渗提供了条件,当气候湿热交替,土的干缩湿胀反复循环,使边坡上的裂纹不断扩张、延伸、下切,粗裂纹逐渐连通,形成较宽的裂缝,裂缝发育连通,开始在坡面形成表层破碎层。同时,粉质黏土边坡一般都分布在亚热带湿温地区,水流的冲蚀作用对黏土的影响很强,在水流以及干缩湿胀循环影响下,粉质黏土力学性质变差,力学参数急剧下降,随着边坡上的破碎层不断发展,边坡慢慢开始局部坍塌^[2]。

在降雨冲刷、下渗及地下水双重作用下,坍塌的粉质黏土覆盖层液化并下溜至路基范围内,雨季过后较长内仍在持续发展,直至地下水排泄基本完成,地下水位下降至坡脚以下方显稳定。

(2)处治措施。①粉质黏土覆盖层厚度在10m以下的坡面,增加临时用地,进行刷坡减载,边坡坡率1:5~1:3,接近于现场自然坡度,后续复垦归还地方。②粉质黏土覆盖层厚度在10m以上的坡面,清理溜坍体并开挖台阶,采用合格填料反压回填,回填坡率1:1.75~1:1.5,在回填交界处间隔2~3m高设置一道环形渗沟,以排泄地下水,回填后的坡面采用锚杆框架梁植草进行防护。

2.2 剪切破坏

(1)病害表现。泥岩层坡面开挖后短时期内出现成片的,沿结构面但不连续的剪切口,坡面剪出变形并崩解,伴有地下水排出部位病害发展迅速,防护施工反应时间不足,来不及防护坡面已经崩溃。

该类边坡为岩层结构面倾角小于坡角的顺倾向层状岩质边坡,边坡开挖后,在重力及其他荷载作用下,其变形多是沿已有结构面松弛、张裂和层间弱面的错动、滑移,并依次向下扩展滑移以致向临空面相对剪切破坏^[3]。

泥岩表层水分发生变化,导致其膨胀应力分布不均匀,造成结构出现崩解。常见的崩解类型有泥状、碎屑泥、碎块泥、碎片泥、碎岩块及整体岩块等。其岩体结构内部发育过程中,具有将岩体切割碎块状的特性。由于裂隙性的存在,岩体强度会降低。岩体的裂隙一般能在结构内部连接起来,且在外部各种因素下为岩体发生崩解提供条件,且当有雨水侵入时,泥岩的强度和稳定性急剧下降,安全性极为不利。

泥岩还具有流变性和易扰动性。泥岩的流变性主要表现为泥岩的蠕变、流动等性质,泥岩本身的结构、组成及外界受力因素共同影响下,泥岩易出现流变性;

易扰动性主要原因是上述特性的共同存在,导致泥岩比较容易受扰动,初始应力状态极易改变,抵抗外界环境的能力差,对外界因素极其敏感^[4]。

随坡体应力调整,剪切变形速率进一步增大,基岩崩解向纵深发展,坡面崩塌范围扩大成片,进入汛期后,塌方体上部粉质黏土覆盖层受地表水冲刷、浸湿后溜坍,直至塌体表面坡度达到10°~15°方显稳定。

(2)处治措施。①高度在10m以下的坡面,在坡脚处设置路堑挡墙加固,增加临时用地,进行刷坡减载,边坡坡率1:5~1:3,接近于现场自然坡度,后续复垦归还地方。②高度在10m以上的坡面,坡脚设置抗滑挡墙,边坡坡率放缓至1:2~1:1.75,碎落台宽度调整为4~6m,以提高坡面自稳能力,降低剪切变形破坏的速率,给防护施工留下充裕的时间,处治过程中局部小范围的坍塌,根据现场情况调整。坡面采用锚杆、锚索框架梁植草、拱形骨架植草等进行防护,每级坡面设置两排疏干孔,以将山体地下水排泄,避免山体地下水受降雨补给干湿变化过大造成坡面失稳。

2.3 滑坡

(1)病害表现。滑坡的次级滑面位于第四系粉质黏土层中,次级滑面倾角较大,局部近似垂直,主滑面位于第四系与上第三系的交界面上,中小型滑坡,主滑面倾角较大,病害发生时间较短,开挖过程中滑带逐渐形成头重脚轻的状态,滑带应力急剧改变,开挖深度一旦超过稳定的临界深度,坡脚土体在较短时间内迅速变形、推移、崩解等,局部失稳下滑,随开挖深度不断加深,滑坡体牵引发展,规模逐步扩大,通常主滑面延伸至路床以下,造成路床隆起变形。

大型牵引式滑坡,多为古滑坡体,地势相对平缓,主滑面倾角较小,施工过程中,开挖超过古滑坡体稳定的临界深度之后,逐渐失稳,滑带中前部缓慢推移、下滑,顶面开裂、错台,即为次级滑面,随开挖深度下降,逐步牵引滑带中后部开裂、错台,病害进一步加重,病害发展达到后缘后,后缘裂缝逐渐扩宽,形成支离破碎的凹槽、陡坎,局部伴有泉眼出露。滑坡发展过程中,坡脚处推挤、轻微隆起,开挖台阶处崩解,坡面裂缝由小及大,由少及多,其发展速度与施工开挖速度成正比,早期不注意观察,难以发现滑坡病害,到了中后期,坡脚移位、隆起、崩解较为明显时才注意到。

滑坡体大多呈扇形分布,滑动面为圆弧形,上陡下缓、两端浅中间深,滑带为粉质黏土覆盖层、含砾砂岩组成,滑带母体为泥质粉砂岩,含砾砂岩处于覆盖层与泥质粉砂岩之间,其透水性较好,泥质粉砂岩透水性与之相比要差许多,地下水下渗至基岩顶面时受到阻隔,

地下水沿基岩顶面向低处活动,遇地形切割时排泄至地表,由于地下水的长期活动,黏土岩渗入、沉积在基岩顶部形成软弱层,人工切削坡脚后诱发。

在该类地区,滑动面的成因通常有2类,第1类为地质构造运动后自然形成,多为古滑坡体;第2类成因与人类活动有关,滑带上方有人工修建的排洪渠、土水沟、水田等,较长时期内有地表径流经过、停留,加上该地区地震活动强烈,地表水沿相对固定的亲水界面或裂缝下渗,在粉质黏土层中形成次级滑面,黏土岩在基岩顶面沉积后形成主滑动面。

(2)处治措施。对于中小型滑坡,直接将路槽以上滑带土清除,坡脚设置抗滑挡墙,伸入路床部分的滑带,换填处理要在抗滑挡墙施工以前完成,抗滑挡墙完工后用稳定性好的填料进行墙背反压回填设置护道,护道高度根据现场地形考虑,经设计验算后确定,回填过程中滑动面开挖台阶,将滑动面特性破坏;墙顶以上沿回填交界面设置环形渗沟,以将地下水及时排出,避免地下水沿滑动面下渗至路床以下,影响路基路面稳定,护道顶面平台设置截、排水沟;滑带后方临空面以上的山体,增加临时用地,刷坡减载结合土地整治后复垦,护道坡面采用锚杆框架梁植草防护。

对于临近有建筑物、构筑物需进行保护,不能直接清除滑带土的情况,边坡坡率放缓至1:2~1:1.75,碎落台宽度调整为4m,在1级坡顶碎落台上设置抗滑桩进行加固,桩长、桩径、长度等根据设计验算确定,坡面采用锚杆框架梁植草防护。

对于大型牵引式滑坡,先将坡脚处路堑回填反压,稳住滑坡体,不再让其活动、发展,确保处治施工安全,边坡坡率放缓至1:2~1:1.75,坡面采用锚杆框架梁植草防护,根据裂隙水分布情况采用疏干孔排泄山体内地下水,碎落台宽度调整为4m,1级边坡高度调整为8m,在1级坡顶碎落台上设置一排抗滑桩,桩长实行动态设计,长度为16~19m,桩径3m×2m,间距6m,坡脚设置路堑挡墙加固,滑坡体顶部增加临时用地,设置渗沟、截排水沟,并进行刷坡减载及土地整治,后续复垦归还地方。

1级坡面开挖从两端向中间逐段进行,开挖至回填反压标高面时停止,并开始坡脚挡墙的施工,1级坡面、挡墙基坑、路床开挖过程中连续观测抗滑桩的位移情况,发现异常暂停施工,采取措施后再继续开挖。

挡墙基坑开挖时采用跳槽开挖,每段开挖长度不超过10m,跳槽长度不小于20m,施工顺序为先两端后中间,挡墙地基每开挖一段施工一段,以防基坑坍塌。挡墙施工完成后再对反压坡脚的滑移山体进行刷坡,

确保施工安全^④。

挡墙施工完成后逐段进行路床加强层施工,最后再进行1级坡面的防护,避免挡墙基坑及路床开挖过程中1级坡面崩塌增加废置工程,1级坡面局部小范围的崩塌清理后回填反压处理。

3 结语

第四系坡积粉质黏土覆盖层,上第三系中新统泥岩、泥质粉砂岩地层具有胀缩性、膨胀性、裂隙性,强度衰减快、崩解快速和风化分带的特征,遇水易软化,抗冲刷能力弱,稳定性较差,对路堑边坡稳定极为不利,凡属于顺向边坡,病害基本难于避免,视交角大小,病害程度、发展速度上有所差异,病害原因地质和岩层产状为决定性因素,设计深度不足,施工方法不当、降雨等加快、加重了病害发展,因此,勘察设计地勘工作应详尽,防护设计应加强,对于基岩产状水平、逆向边坡按常规的边坡坡率1:1、1:1.25可以适用,对于顺向边坡,视交角大小,宜加大边坡坡率至1:2~1:1.5,碎落台宽度设置在4~6m,对于缓解基岩崩解,调整坡面应力释放较为有利,需特别关注覆盖层与基岩交界面芯样的收集、试验工作,以判明滑坡体分布的范围及规模,采取相应加固措施。

工程施工尽可能安排在12月至次年4月最为有利,该时段地下水排泄大部分完成,岩层富水量小;早一点暂停开挖给坡面防护留下充裕时间,避开雨季施工,同时,绿化施工应同步实施,尽早封闭、复绿坡面,避免降雨冲刷、浸湿,施工期间坡面发生病害及时暂停施工,不宜轻视、冒进,否则欲速不达,因小失大,应尽快查清原因、规模、影响范围等,因地制宜制定好处治措施后再进行,避免病害加重,增加处治难度和成本。

参考文献

- [1] 闫宇,宋岳.我国部分地区上第三系工程地质性质及岩性定名[J].水利技术监督,2007(6):43-46,66.
- [2] 龙劭一,龙曙东.高速公路粉质粘土边坡稳定性数值分析[J].湖南交通科技,2012,38(4):31-34.
- [3] 潘军利.泥岩路堑边坡破坏机理和防治措施研究[D].西安:长安大学,2005.
- [4] 党永强.泥岩边坡地质灾害及防护技术[J].交通世界(工程技术),2015(6):122-123.
- [5] 黄金波.浅谈泥质粉砂岩地质边坡滑坡治理[J].黑龙江交通科技,2014,37(6):13-14.

作者简介:李明帅(1981—),男,彝族,云南文山人,大专,工程师,主要从事公路工程施工工作。