

文章编号: 0451—0712(2006)08—0028—02

中图分类号: U417.12

文献标识码: B

斜坡稳定性实例分析

郭宝琮, 刘 哲

(武警交通第七支队 秦皇岛市 066001)

摘 要: 结合沪蓉国道主干线宜昌至恩施高速公路第七合同段斜坡的具体情况, 根据定性及斜坡稳定性计算结果, 对斜坡的稳定性进行分析评价, 并提出相应的加固措施建议。

关键词: 斜坡稳定性; 防护措施

沪蓉国道主干线是我国“五纵七横”国道主干线中的“一横”, 它东起上海, 经南京、合肥、武汉、重庆至成都, 是国家公路重点建设项目之一。湖北宜昌至恩施高速公路第七合同段(K57+550~K65+507)位于长阳县贺家坪镇以西的火石坳至响石坝南高北低的斜坡上, 斜坡的稳定性直接关系到高速公路的建设与安全运行。

1 不良地质现象

路段区主要不良地质现象为浅部岩层的卸荷松动、物理风化, 岩溶溶蚀与滑坡等, 本文主要分析与斜坡稳定性有关的不良地质现象。

浅部岩层的卸荷松动、物理风化: 浅部岩层节理裂隙发育, 且风化较强, 主要为顺层缓倾角节理与三组走向分别为NE、NW及NNW的陡倾角切层裂隙。顺层节理构成滑动面的底滑面, 与切层裂隙共同将岩层切割成呈棱块状或次块状, 裂面多数较平直, 风化溶蚀较强, 大部分充填泥质或泥质夹碎屑, 构成了潜在不稳定块体的侧边界。318国道边人工采石场露头上可见呈现锯齿状, 因此顺层与切层陡倾角节理裂隙为路段区斜坡潜在不稳定因素的主控结构面。

2 斜坡稳定性分析与评价

路段区斜坡稳定性分析包括现有滑坡体与浅部顺层岩体的稳定性分析。

按《公路路基设计规范》(JTG D—2004)和《岩土工程治理手册》的相关规定, 推荐采用传递系数法

(剩余推力法)计算滑坡稳定性。该方法适用于滑面为任意形状的滑坡, 并可考虑滑坡自重、滑坡体上建筑物产生的附加荷载、地下水产生的荷载、地震等荷载及各个滑块不同抗剪强度参数的影响。

传递系数法基本算式:

$$k = \frac{T_{ki}}{T_{Hi}} \tag{1}$$

$$T_{ki} = [(\omega_i - f_i) \cos \theta_i - Pd_i \sin \theta_i - D_i \sin(\theta_i - d_{wi}) + E_{i-1} \sin(\theta_{i-1} - \theta_i)] \tan \varphi_i + c_i l_i \tag{2}$$

$$T_{Hi} = (\omega_i - f_i) \sin \theta_i + Pd_i \cos \theta_i + D_i \cos(\theta_i - d_{wi}) + E_{i-1} \cos(\theta_{i-1} - \theta_i) \tag{3}$$

式中: k 为第 i 条滑块抗滑稳定系数; T_{ki} 为第 i 条滑块抗滑力, kN; T_{Hi} 为第 i 条滑块下滑力, kN; ω_i 为第 i 条滑块自重重力, kN; θ_i 为第 i 条滑块的滑面与水平面的夹角, ($^\circ$), 顺时针为负, 逆时针为正; φ_i 为第 i 条滑块滑面处的内摩擦角, ($^\circ$); c_i 为第 i 条滑块滑面处的凝聚力, kPa; l_i 为第 i 条滑块滑面长度, m; D_i 为第 i 条滑块中动力水头产生的下滑力, kN, 作用方向为渗流方向, $D_i = r_w x_{wi} i'$; s_i 为第 i 条滑块中动力水头在滑面上产生的浮力, kN, 选择总应力法计算时, $s_i = 0$, 选择有效应力法计算时, 取 $s_i = r_w x_{wi}$; r_w 为水的重力密度, kN/m³, $r_w = 10$; x_{wi} 为第 i 条滑块中的饱水面积, m²; i' 为第 i 条滑块中的地下水的水力梯度, $i' = \frac{H_{wi1} - H_{wi2}}{\Delta L}$; H_{wi1} 为第 i 条滑块上侧的水头高度, m; H_{wi2} 为第 i 条滑块下侧的水头高度, m; ΔL 为地下水的渗流长度, m; Pd_i 为第 i 条滑块中的地震力, kN; E_{i-1} 为第 $i-1$ 条块的剩余下滑力, kN/m。

2.1 路段区斜坡稳定系数计算结果

依据滑坡体特征分别在春潮 0 号、春潮 1 号、春潮 2 号滑坡,头道河 1 号滑坡各选取一个剖面进行稳定系数计算,计算时滑动面的选择及滑带的抗剪强度参数为依据地质钻探资料与滑带土的室内土工试验成果。根据顺层斜坡的变形特征以及斜坡地质条件,于路段区内选择了 16 个计算剖面对浅部岩体的稳定系数进行计算,计算时潜在滑移面的选择主要依据岩层结构面发育特点和现有滑坡的地质类比、反演综合确定,潜滑面以层面、节理面为主,部分为岩体剪切破裂面;计算参数为结构面原位测试的抗剪强度参数 c 、 φ 值,并以相邻近滑坡反演参数对比综合确定。滑坡体及浅部顺层岩体的稳定系数计算按天然状态与饱和状态 2 种工况进行计算,各剖面稳定系数计算结果见表 1。

表 1 稳定性计算结果

计算剖面编号		计算结果 K_s	
		天然状态	完全饱水
I—I'	I—I 春潮 0 号滑坡	1.102	1.014
II—II'	II—II 春潮 1 号滑坡	1.112	1.036
1—1'	1—1 浅层滑面	1.083	1.046
	1—2 深层滑面	1.116	1.081
	1—3 浅层滑面	1.093	1.054
III—III'	III—III	1.119	1.066
2—2'	2—1 浅层滑面	1.100	1.031
	2—2 深层滑面	1.135	1.079
IV—IV'	IV—1 深层滑面	1.160	1.116
	IV—2 深层滑面	1.174	1.121
3—3'	3—1 深层滑面	1.175	1.100
V—V'	V—V 春潮 2 号滑坡	1.113	1.088
4—4'	4—1 浅层滑面	1.103	1.022
	4—2 深层滑面	1.155	1.087
VI—VI'	VI—VI 深层滑面	1.155	1.110
5—5'	5—1 浅层滑面	1.169	1.064
	5—2 深层滑面	1.178	1.081
VII—VII'	VII—VII 头道河 1 号滑坡	1.073	1.003
6—6'	6—1 浅层滑面	1.162	1.032
	6—2 深层滑面	1.240	1.067

2.2 斜坡稳定性分析

依据《公路路基设计规范》(JTG D—2004),高速公路路堑边坡稳定安全系数正常情况下为 1.20~

1.30,暴雨或持续降雨的情况下为 1.10~1.20。

根据路段区滑坡及边坡所做的工程地质条件分析和稳定性计算结果表明,滑坡及边坡的稳定性系数较低,均小于高速公路路堑边坡所要求的 1.20 的安全系数,并且滑坡的稳定性系数更低(均小于 1.12);在不同工况条件下稳定性变化较大。

对于滑坡体,在天然状态下,春潮 0 号滑坡、春潮 2 号滑坡、春潮 1 号滑坡稳定系数 >1.10 ,而头道河 1 号滑坡为 1.07;在暴雨或持续降雨状态下,春潮 2 号滑坡稳定系数为 1.088,春潮 1 号滑坡、头道河 1 号滑坡、春潮 0 号滑坡稳定系数均小于 1.05,而头道河 1 号滑坡稳定系数仅为 1.003,处于临界失稳状态。由此可知,在天然状态下各滑坡处于基本稳定状态,在暴雨或持续降雨状态下,各滑坡处于欠稳定或临界失稳状态,因此,对各滑坡的治理非常必要。

对于潜在滑移体,在相同剖面处,浅层的稳定性比深层的差,依据工程地质质类比法,浅层潜在滑移体的厚度假定为 5~6 m,深层潜在滑移体的厚度假定为 10~12 m。在不同剖面的对比中,对浅层的潜在滑移体而言,在天然状态下,I—I'剖面、II—II'剖面、1—1'剖面、2—2'剖面地段(K62+800~K63+450)边坡稳定系数 ≤ 1.10 ,4—4'剖面、VI—VI'剖面、6—6'剖面地段(K63+450~K64+350)边坡稳定性系数 >1.10 ;在暴雨或持续降雨状态下,浅层的潜在滑移体稳定性系数降低较大,稳定性系数均 <1.10 。因此,浅层的潜在滑移体在天然状态下各滑坡处于基本稳定状态,在暴雨或持续降雨状态下,各滑坡处于欠稳定状态。

对深层的潜在滑移体而言,在天然状态下,1—1'剖面、III—III'剖面与 2—2'剖面地段(K63+150~K63+450)边坡稳定性系数在 1.10 与 1.15 之间;IV—IV'剖面、3—3'剖面、V—V'剖面、4—4'剖面、VI—VI'剖面、5—5'剖面地段(K63+450~K64+150)边坡稳定性系数在 1.15 与 1.20 之间;6—6'剖面地段(微调线的 K64+150~K64+350)边坡稳定性系数 >1.20 。在暴雨或持续降雨状态下,边坡稳定性降低较大,除 IV—IV'剖面和 VI—VI'剖面地段(K63+500 及 K64+000 附近)边坡稳定性系数 >1.10 之外,其他剖面地段边坡稳定性系数均小于 1.10。总体上,深层的潜在滑移体在天然状态下各滑坡处于基本稳定状态,在暴雨或持续降雨状态下,各滑坡处于欠稳定状态。因此,对浅层的和深层的潜在滑移体均需要进行治理。

文章编号: 0451—0712(2006)08—0030—04

中图分类号: U416.1

文献标识码: B

皖西中膨胀土石灰改性试验研究

邱歆平¹, 杨 明², 陈善雄³, 冯美果³

(1. 安徽瑞通交通开发有限公司 六安市 237000; 2. 合肥工业大学 合肥市 230009;
3. 中国科学院武汉岩土力学研究所 武汉市 430071)

摘 要: 针对皖西典型中膨胀土及其石灰改性土,进行了系统的物理特性、胀缩特性、强度特性试验。试验结果表明:中膨胀土具有较强的吸水膨胀软化特性,其 CBR 值低于3%,不能满足路基对填料的强度要求,用作路基填料必须改性;经石灰改性后,其自由膨胀率、塑性指数显著降低,亲水能力大幅度下降,水稳定性较好,能有效抑制其胀缩潜势和提高土体强度,能满足路堤填筑的要求。中膨胀土石灰改性的质量掺入比按6.0%控制,压实含水量以控制在最优含水量 $\pm 3\%$ 范围内为宜。

关键词: 膨胀土; 石灰改性土; 掺入比; CBR 值

膨胀土是颗粒高分散、成分以粘土矿物为主、对环境的湿热变化敏感的高塑性粘土,是一种典型的非均匀三相介质。膨胀土中最主要的粘土矿物是蒙脱石(Montmorillonite)、伊利石(Illite)和高岭石(Kaopaque),这些矿物是造成膨胀土吸水膨胀软化、失水收缩干裂的物质基础。由于膨胀土的这一不良工程特性,使得膨胀土地区的公路沿线上,由于大气物理风化作用和湿胀干缩效应,边坡土块崩解,土体抗剪强度衰减,造成边坡的溜塌、滑坡,线路的不均匀下沉、翻浆、冒泥等病害现象十分突出。

针对膨胀土这类不良地质现象,《公路路基设计规范》(JTGD30—2004)^[2]做了专门的规定:强膨胀土不应作为路基填料,而中膨胀土作为路床填料时应改性后方可填筑;用作路堤填料则可采用改性或其他如防水、封闭等措施后方可填筑。

膨胀土改性的关键在于改变土中粘土矿物的亲

水性^[5]。目前,膨胀土改性主要是以化学方法为主,如掺石灰、水泥、粉煤灰、氧化钠、氯化钙和磷酸等来稳定膨胀土,其中掺石灰处理膨胀土是最普通和有效的方法^[3]。

本文依托于周(集)六(安)高速公路项目,对典型中膨胀土及其石灰改性土进行了系统实验,探讨中膨胀土作为路基填料的可行性以及石灰改性的效果和石灰改性的最佳掺入比。

1 土样的采集及试验方案

土样采集于周(集)六(安)高速公路K165+300桩号附近,取土深度为1.5 m,为棕黄色粘土,自然状态下呈半坚硬状态,滑感较强,肉眼可看到少量的钙质结核。

室内土工试验按《公路土工试验规程》(JTJ 051—93)^[1]进行,击实试验采用重型击实试验法(锤质

收稿日期:2006—03—14

3 防护措施建议

根据路段区工程地质条件,分为暂时稳定顺层边坡和失稳边坡防护建议。

对于暂时稳定顺层边坡,采用以预应力锚索地梁、抗滑桩板墙为主,削坡为辅的防治方案。并与基础工程设计密切配合,尽可能使基础工程,尤其是深部嵌岩桩同时起到边坡抗滑作用。并且坡顶和坡底附近设置截(排)水沟。对于岩体破碎的顺向坡,施

工过程中应注意首先进行锚固,然后再开挖,以避免对原位岩体的扰动。

对于已经产生滑动、坍塌等破坏现象的边坡,首先对边坡上部区域进行局部清方卸载,然后再采用预应力锚索地梁、抗滑桩板墙等方法对边坡中下部区域进行加固。若坡脚在318国道路基处有临空面出露,可考虑在坡脚处设置抗滑桩或预应力锚索抗滑桩等措施。