

降雨对土质边坡稳定性影响分析

李承海¹ 罗庆锋²

(1. 广州市市政工程设计研究院, 广东广州 510060; 2. 广东省地质建设工程集团公司, 广东广州 510060)

【摘要】从降雨对土体抗剪强度的影响、降雨对土体重度的影响、降雨形成的水压力及降雨对土体的化学作用四个方面分析了降雨对边坡稳定性的影响。并通过一个因降雨而失稳的滑坡实例介绍其整治措施。

【关键词】降雨; 土质边坡; 稳定性

【中图分类号】TU 991.114

Rainfall Effect Analysis on Soil Slope Stability

Li Chenghai¹ Luo Qingfeng²

(1. Guangzhou municipal engineering design & research institute, Guangzhou Guangdong 510060;

2. Geological construction engineering group cooperation of guangdong province, Guangzhou Guangdong 510060 China)

【Abstract】Based on the analysis of the relationship between the rainfall and the soil characteristics, such as shear strength, unit weight, hydraulic pressure and chemical action, rainfall effect on soil slope stability is discussed. And a landslide that caused by the rainfall and the treatment is introduced.

【Key Words】rainfall; soil slope; stability

0 引言

在华南地区, 由于雨水(特别是暴雨或长时间的降雨)导致边坡的破坏较为常见, 也就是人们常说的“十个边坡九个水”, 而且滑坡多是浅层滑坡。因此研究降雨入渗与边坡稳定的关系是十分必要的, 这对边坡灾害预测、预防及整治有重要的指导意义。

1 降雨入渗对边坡稳定性影响分析

1.1 降雨对土体抗剪强度的影响

近年来, 非饱和土力学的发展, 从理论上为定量计算因水分入渗而引起的土体软化的强度变化提供了一种计算方法。Fredlund 提出一个抗剪强度公式:

$$\tau_f = c' + (\sigma_n - U_a) \tan \varphi' + (U_a - U_w) \tan \varphi^b \quad (1)$$

式中: σ_n ——法向应力;

U_a ——孔隙气压力;

U_w ——孔隙水压力;

$U_a - U_w$ ——土中吸力;

c' 、 φ' ——有效粘聚力、有效内摩擦角;

φ^b ——随吸力变化的内摩擦角。

由上式可看出, 当降雨时, 土体含水量增大时, U_w 也随着增大, $U_a - U_w$ 减小, τ_f 也减小, 土坡稳

定性随之减弱。

而室内试验结果也表明了随着土体饱和度不断增大, 粘聚力 c 和内摩擦角 φ 值逐渐降低。粘聚力 c 的减小非常明显, 但内摩擦角 φ 则变化不大。

1.2 降雨对土体重度的影响

受降雨影响的土的重度 γ 可按下式计算:

$$\gamma = \gamma_d + \theta \gamma_w \quad (2)$$

式中: γ_d ——土的干重度;

θ ——体积含水率;

γ_w ——水的重度。

降雨入渗时, θ 增大, 土的重度 γ 也增大。

1.3 降雨形成的水压力影响

降雨时雨水一部分沿边坡坡面流动形成坡面流, 而另一部分雨水沿土体裂缝渗入边坡内, 水往低处流, 渗入的雨水向坡脚运移会对土体产生动水压力, 而由于坡内粘性土的隔水作用, 渗入的雨水有可能受阻隔无法向下运移而在坡内聚集, 随着雨水的不断渗入, 导致水位逐渐升高而在边坡内形成静水压力。

动水压力只有当渗流速度很小时才不加考虑。动水压力的大小可以用公式 $\gamma_w i$ 表示。力的方向

应和水力坡度同向,但由于水力坡度 i 不易确定,故假定力的方向和滑面平行,在滑动面的倾角 α 值不大时, $\tan \alpha = i \approx \sin \alpha$, 故 $\gamma_w i \approx \gamma_w \sin \alpha$ 。

静水压力可以用公式 $1/2\gamma_w h^2$ 表示,力的作用方向水平,合力作用点为下 $1/3h$ 处。

动水压力和静水压力均增加了边坡的下滑力,降低边坡的稳定性。

1.4 降雨对土体的物理化学作用

土体中某些不稳定矿物在水的作用下会发生物理化学作用,例如矿物分解、表面积增加、体积膨胀、溶蚀、化学管涌,从而改变其力学性质。如在碱性地下水作用下,胶体化合物被溶解,可使粘土转变为塑性甚至为流动状态。在部分污染地区,在酸雨的作用下,不易溶解的盐分变为易溶的盐分,含盐的岩层被酸性地下水所溶解。

2 实例

2001年4月广州市连降暴雨,致使大金钟路里程 K0+400—K0+480 左侧边坡发生坍塌现象,为防止雨水渗入,避免滑坡恶化,施工单位先将坡面采用塑料薄膜简易遮盖处理,并于开挖边坡上方开挖一临时天沟截水。

滑坡发生后,勘察单位迅速展开调查和勘察工作。经查明,滑坡最大坡高 13m,滑坡宽度 80m,滑体土方约 4000m^3 ,滑坡顶部形成的主裂缝(拉张裂缝)长度约 50m,裂缝最大宽度 60cm,滑坡壁较直而且光滑,最大深度大于 3m。滑坡前缘未形成鼓丘,坡体岩性主要为坡残积粉质粘土及全、强风化炭质页岩及页岩。土体遇水易软化崩解。

根据现场调查,分析滑坡产生的原因有以下三点:

1)由于道路扩宽,需对自然边坡进行削坡,削坡同时,管道施工作业又在坡脚处开挖深约 2.5m 的排水管坑,管坑内未作支护而且近直立,无形之中增加边坡高度和坡度,而且形成边坡滑出的临空面。

2)施工时,正值雨季,突降连续暴雨,坡顶未设置天沟排水,雨水渗入坡体,部分雨水沿坡面直接排流,渗入坡内的雨水来不及排出,一方面增加土体重量;另一方面使土体抗剪强度——内摩擦角和粘聚

力降低,导致边坡稳定性降低。

3)渗入边坡的雨水来不及排出,导致土体内静水压力升高,在静水压力及动水压力的综合作用下,增大了边坡下滑的动力。

根据上述分析,按滑坡物质组成,该滑坡类型属土质滑坡,按滑体体积划分,属小型滑坡,按引起滑动的力学性质划分,属牵引式滑坡。

针对该滑坡,主要采用排桩支挡方式进行处理,并且结合排水、护面、卸载等综合措施,具体是:

1)排水:在边坡周边设置排水沟并保证排水顺畅,防止地表水渗入边坡。

2)护面:对滑坡面进行平整,夯实地面,夯填裂缝。并在坡面铺筑片石网格骨架护坡,网格内采用喷草籽绿化以防止土坡受坡面水直接冲刷。

3)卸载:对滑坡土体适当削方,将原设计坡度 1:1 调整为 1:1.25。

4)支挡:根据边坡高度不同,经计算分别采用密排桩式挡土墙、间距 4500mm 排桩式挡土墙及钢筋混凝土板式挡土墙进行支挡。挡土墙根据景观要求高出人行道 1m,密排桩式挡土墙处挡土桩桩径 1.2m,桩长 12.5m。间距 4500mm 排桩式挡土墙处挡土桩桩径 1.2m,桩长 6.0m。

现道路已通车数年,处理后的滑坡处于稳定状态。

3 结论

1)降雨诱发边坡失稳主要表现在降雨对边坡土体起加载作用、饱和土体、增大重度、产生动静水压力、降低土体抗剪强度。

2)为防止降雨引起的边坡事故,应注意作好排水工作,并结合改善坡体力学强度措施和植被防护进行综合治理。

参 考 文 献

- [1] 钱家欢. 土力学[M]. 南京:河海大学出版社,1995.
- [2] 吴湘兴,杨小平. 建筑地基基础[M]. 广州:华南理工大学出版社,1997.

收稿日期:2007-08-27