

前,填土边坡潜在滑动面抗剪强度参数取值随意性较大,导致其稳定性分析与支护力计算与实际偏差很大。因此,此处按照滞水层模型^[5,6]分析沿基岩面挖台阶后的潜在滑动面抗剪强度参数取值。

当基岩面被人为处理成台阶状时,改变了滑床的形状,因而滞水层的分布形状也随之改变,形成沿台阶表面的滞水层(见图2)。假设边坡基底坡度为 α ,填土的黏聚力为 c_1 ,内摩擦角为 φ_1 ;滞水层的厚度为 t ,黏聚力为 c_2 ,内摩擦角为 φ_2 ,黏聚力比 $K_c=c_1/c_2$,内摩擦角比 $K_\varphi=\tan \varphi_1/\tan \varphi_2$ 。L为一级台阶对应滑移线的长度, L_1 为一级台阶填土体内滑移线长度, L_2 为一级台阶滞水层内滑移线长度, b 为台阶的宽度。

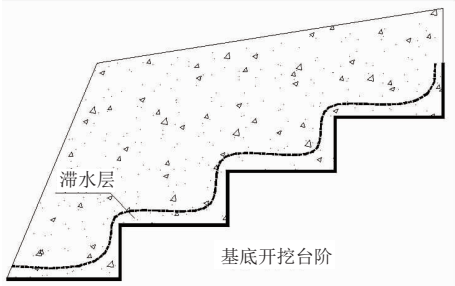


图2 滞水层分布厚度示意图

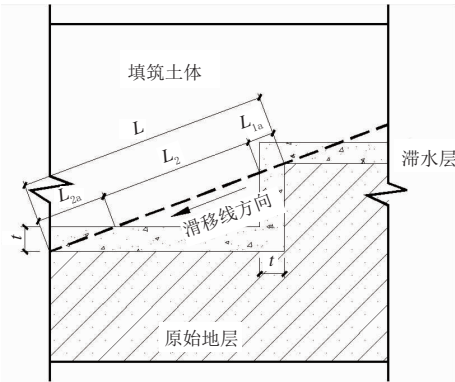


图3 滞水层模型

根据图3中的几何关系可知:

$$L=\frac{b}{\cos \alpha} \quad (1)$$

$$L_2=L_{2a}+L_{2b}=\frac{t}{\sin \alpha}+\frac{t}{\cos \alpha} \quad (2)$$

$$L_1=L-L_2=\frac{b}{\cos \alpha}-\left(\frac{t}{\sin \alpha}+\frac{t}{\cos \alpha}\right) \quad (3)$$

黏聚力作用的抗滑力简化为黏聚力的综合作用:

$$R=cL=c_1 L_1+c_2 L_2 \quad (4)$$

则滑面综合黏聚力为:

$$c=\frac{L_1}{L} c_1+\frac{L_2}{L} c_2 \quad (5)$$

推导出滑面黏聚力:

$$\left\{\begin{array}{l} c=c_2, 0 \leq b < t(1+\cot \alpha) \\ c=c_1-m / b, b \geq t(1+\cot \alpha) \end{array}\right. \quad (6)$$

式中: $m=t c_2(K_c-1)(1+\cot \alpha)$, m 是由滞水层厚度 t ,填土体和滞水层的黏聚力以及基底坡度 α 等参数确定的量。

同理,推导出滑面内摩擦角:

$$\left\{\begin{array}{l} \tan \varphi=\tan \varphi_2, 0 \leq b < t(1+\cot \alpha) \\ \tan \varphi=\tan \varphi_1-n / b, b \geq t(1+\cot \alpha) \end{array}\right. \quad (7)$$

式中: $n=t \tan \varphi_2(K_\varphi-1)(1+\cot \alpha)$, n 是由滞水层厚度 t 、填土体和滞水层的内摩擦角以及基底坡度 α 等参数确定的量。

该段高填陡坡路堤,路基填料为压实土石混合料,取黏聚力 $c_1=0$,内摩擦角 $\varphi_1=28^\circ$,取滑带土黏聚力 $c_2=0$,内摩擦角 $\varphi_2=18^\circ$,基底坡角 α 为 $14^\circ \sim 26^\circ$ 。由上述分析可知滞水层取滑带土的黏聚力、内摩擦角值,滞水层厚度根据基底坡度、基底粗糙度、填土材质孔隙率及水源补给情况,按0.4 m进行计算。根据上述计算模型得出该路堤段潜在滑动面抗剪强度参数取值为黏聚力 $c=0$,内摩擦角 $\varphi=24.2^\circ$ 。

3 沿基岩面挖台阶的高填陡坡路堤稳定性分析

根据《规范》,路堤沿斜坡地基滑动的稳定性分析可采用不平衡推力法,稳定系数计算公式如下:

$$E_i=W_i \sin \alpha_i-\frac{1}{F_s}\left[c_i l_i+W_{Q i} \cos \alpha_i \tan \varphi_i\right]+E_{i-1} \psi_{i-1} \quad (8)$$

其中:

$$\psi_{i-1}=\cos \left(\alpha_{i-1}-\alpha_i\right)-\frac{\tan \varphi_i}{F_s} \sin \left(\alpha_{i-1}-\alpha_i\right) \quad (9)$$

各岩土层计算参数按表1取值,潜在滑动面抗剪强度参数取值为黏聚力 $c=0$,内摩擦角 $\varphi=24.2^\circ$ 。根据基岩面的坡度,将该典型剖面条分为4块(见图4)。

表1 岩土层计算参数

编号	土层	重度 $\gamma /(\text{kN} \cdot \text{m}^{-3})$		天然抗剪强度		饱和抗剪强度	
		天然	饱和	黏聚力 / kPa	内摩擦 角 $/^\circ$	黏聚力 / kPa	内摩擦 角 $/^\circ$
1	压实土石混合料	20.0	20.5	0	30	0	28
2	粉质黏土	19.3	19.7	23.10	13.3	16.40	9.37
3	砂岩	24.7	24.9	3160	40.3		

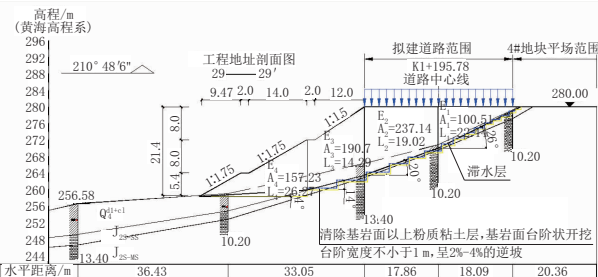


图4 基底挖台阶后的典型剖面条分图

经计算,在清除基岩面以上粉质黏土层,然后沿基岩面开挖台阶,最后回填碾压土石混合料的工况下,路堤填方土体沿岩土界面整体折线滑动稳定系数为 $1.486 > 1.35$,边坡整体稳定性满足规范要求,说明沿基底挖台阶能有效增强路堤整体稳定性。

4 结 论

(1)对高填陡坡路堤,在选取沿岩土界面整体折线滑动面抗剪强度参数时,很多人直接取填土抗剪强度参数或软弱滑动带的抗剪强度参数,易导致边坡抗滑稳定性和支护力计算中与实际偏差很大,造成工程措施的选取不当或保守设计。为此,建议路堤在沿基岩面挖台阶处理后,其潜在滑动面抗剪强度参数可采用滞水模型进行分析计算。

(2)基底挖台阶后再填筑路基,路堤抗滑稳定性能得到明显提高,说明基底挖台阶处理是提高高填陡坡路堤抗滑稳定性的重要措施。

参考文献:

[1] 梁志勇.山区高速公路高填斜陡路堤稳定性研究[J].公路工程,2012,37(3):85-88
[2] JTG D30—2015,公路路基设计规范[S].
[3] 王志斌,朱建群.岩质贴坡路堤台阶型式研究[J].湖南科技大学学报(自然科学版),2010,25(3):50-54.
[4] 高放,王腾,朱洪洲,等.填料与地面结合方式对高路堤的影响分析[J].中外公路,2015,35(3):53-58.
[5] 杨静梅.填方边坡基底造型技术研究[D].重庆:重庆大学,2007.
[6] 陈云.斜坡路基基底台阶的数学模型分析[J].路基工程,2011,156(3):117-119.

(上接第 53 页)

大,基坑之间的距离只有 4~5 m,为保证基坑施工时,二者之间的“土墙”能够满足围护安全,对“土墙”进行旋喷加固,调整两个基坑之间的横撑位置相一致,协调基坑开挖和拆撑时序,最终确保了基坑施工的安全。

4 结 语

4.1 加强项目之间的会审确认

虽然在设计之初,隧道和相关项目做了大量的协调工作,但现场实施后,依然发现个别地库匝道出入口存在隧道与车库之间的高差。为避免此类情况,除了在设计阶段设计会签外,还应在项目开工前的

施工图交底阶段由各建设主体和设计单位同步参与施工图会审,这样施工单位也能够掌握衔接段的相关项目图纸。

4.2 优化地面桥梁线位

七甲河桥梁位于隧道上方,增加了隧道的工程投资。在规划阶段,可以进一步优化建筑二层平台和七甲河桥梁的衔接,进而调整七甲河桥梁线位,避免从隧道上方经过。

参考文献:

[1] 杨明哲,谭晓琳.城市隧道设计与技术创新探析[J].工程设计,2018(3).