

文章编号:1672-7010(2004)02-0079-02

边坡稳定性分析改进毕肖普法

王 纓

(湖南省雁南监狱,湖南 衡阳 421008)

摘要:通过对条间力函数的合理选用,改进了边坡稳定性分析的毕肖普法,使该方法更为合理.计算实例表明,本文方法准确、可靠.

关键词:边坡;稳定性;条间力;毕肖普法

中图分类号:TU413.6⁺2 **文献标识码:**A

The Improved Bishop Method for Slope Stability Analysis

WANG Ying

(Yannan Jail of Hunan Province, Hnunan, Hengyang 421008)

Abstract: By adopting inter-slice force function, the Bishop method for slope stability analysis has been improved and be more reasonable.

Keywords: slope; stability; inter-slice force; Bishop method

边坡稳定性分析按其理论基础和分析原理大致分为:极限平衡分析法、极限分析法、随机理论分析法、数值分析法等.极限平衡法因其计算模型简单、计算方法简便、计算结果能满足工作需要等优点,被认为是边坡工程分析与设计中最主要的且最有效的实用分析方法,并为各国规范所采用.极限平衡法的特点是将滑动主体分为若干竖向条块,然后在考虑条块受力平衡、力矩平衡或二者均平衡的条件下,求解边坡的稳定性安全系数及相应的滑动面.常用的极限平衡法有瑞典条分法、毕肖普法、简布法等^[1,2].

已经知道,用条分法分析土坡稳定问题时,任一土条的受力情况是一个静不定问题^[1,2],为此,毕肖普在忽略土条间的竖向剪切力的基础上得到了常用的毕肖普法.本文则在考虑条间力的基础上对毕肖普法进行了改进.

1 毕肖普法的改进

如前所述,在工程实践中,为了改进条分法的计算精度,应该考虑条体间的作用力,以求得比较合理的结果.

按图1,根据条体*i*的竖向平衡条件可得:

$$W_i - X_i + X_{i+1} - T_i \sin \alpha_i - N_i \cos \alpha_i = 0$$

即

$$N_i \cos \alpha_i = W_i + (X_{i+1} - X_i) - T_i \sin \alpha_i \quad (1)$$

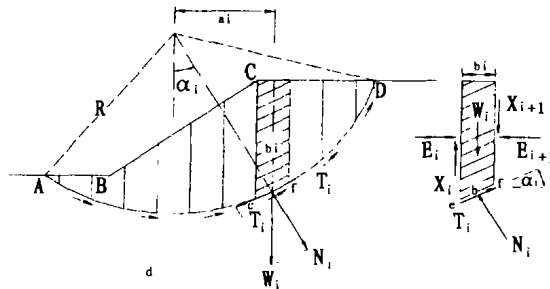


图1 圆弧滑动面垂直条分法

若条体的稳定安全系数为 F_s , 则条体 i 滑动面上的抗剪强度 τ_{fi} 也发挥了一部分, 假设 τ_{fi} 与滑动面上的切向力 T_i 相平衡, 即

$$T_i = \tau_{fi} l_i = \frac{1}{F_s} (N_i \tan \alpha_i + c_i l_i) \quad (2)$$

可求得:

$$N_i = \frac{W_i + (X_{i+1} - X_i) - \frac{c_i l_i}{F_s} \sin \alpha_i}{\cos \alpha_i + \frac{1}{F_s} \tan \varphi_i \sin \alpha_i} \quad (3)$$

从而土坡的稳定安全系数 F_s 为

$$F_s = \frac{M_r}{M_r} = \frac{\sum (N_i \tan \varphi_i + c_i l_i)}{\sum W_i \sin \alpha_i} \quad (4)$$

将公式(3)代入式(4)得:

$$F_S = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{[W_i + (X_{i+1} - X_i)] \tan \varphi_i + c_i l_i \cos \alpha_i}{\cos \alpha_i + \frac{1}{F_S} \tan \varphi_i \sin \alpha_i}}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i \sin \alpha_i} \quad (5)$$

由于式(5)中也包含 F_S 值,因此公式(4)须用叠代法求解,即先假定 F_S 值,代入公式(4)求出 F_S 值,若此 F_S 值与假定值不符,则用此 F_S 值重新计算求得新的 F_S 值,如此反复叠代,直到假定的 F_S 值与求得 F_S 值相近为止。

毕肖普假定土条间的竖向剪切力均略去不计,即 $(X_{i+1} - X_i) = 0$,得出了常用的毕肖普法,这有不尽合理之处.本文认为可将竖向剪切力 X_i 、 X_{i+1} 视为某些因素的函数,称为条间力函数,从而完善毕肖普法。

2 条间力函数的建立

对于条间力函数,Fan 等人的研究表明:(1) 条间力函数可以用钟形函数近似;(2) 函数峰值点位置与边坡倾角和滑动面逸出点位置有关.为满足不同边坡情况,本文采用较为复杂的钟形条间力函数表达式^[3]:

$$k(s) = \sin^m[p(s)\pi] \quad (6)$$

式中, m 为表征条间力函数形状系数; $p(s)$ 为表征峰值点位置的函数,由下式确定:

$$P(S) = \begin{cases} \frac{1}{2S_P}S, & 0 \leq S \leq S_P; \\ \frac{1 - 2S_P + S}{2(1 - S_P)}, & S_P \leq S \leq 1 \end{cases} \quad (7)$$

其中, S 为滑体归一化后的竖直坐标; S_P 为峰值点的位置。

3 计算实例

某高速公路边坡断面如图 2 所示,采用本文方法进行边坡稳定性分析.该段边坡为全风化花岗片麻岩,属于破碎岩质边坡.经现场取样调查,得其物理力学参数如表 1 所示。

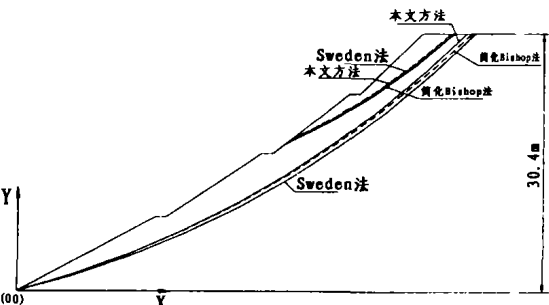


图 2 边坡断面及稳定性分析成果图

边坡高度较大时,通常在边坡中部设边坡平台一道,该边坡设计照此进行,因此,该高边坡为折线型边

坡.一般情况下,滑动面一般在边坡坡角附近与边坡线相交,针对这种情况的边坡稳定性分析可称为边坡整体稳定性分析;而对于折线形边坡,滑动面有时会通过折线的变坡点,针对这种情况的边坡稳定性分析可称为边坡局部稳定性分析.计算时分别考虑了这两种情况进行计算。

计算时,采用 Fortran90 语言在 Power Station for Windows 平台上编写了程序进行计算,最危险滑动面的搜索则基于复合形法进行^[4].为验证程序,采用商用边坡稳定性计算软件中提供的简化 Bishop 法,Sweden 法进行校核.计算结果如表 2,表 3 所示,滑动面搜索结果绘于图 2 中.从计算结果可见,本文提出的方法与商用软件结果接近,说明本文提出的方法是可靠的。

表 1 边坡稳定性分析与计算参数值

石料性质	容重 (kN/m ³)	粘聚力 c(kPa)	内摩擦角 φ(°)
全风化花岗片麻岩	26.0	10.41	38.03

表 2 边坡局部稳定性计算结果表

稳定性 分析方法	滑弧中心坐标(m)		滑弧 半径(m)	安全 系数 F_s
	x	y		
简化 Bishop 法	-1.85	97.08	85.50	1.500
瑞典法	-2.05	96.08	84.39	1.452
本文方法	-0.95	98.89	86.20	1.535

表 3 边坡整体稳定性计算结果表

稳定性 分析方法	滑弧中心坐标(m)		滑弧 半径(m)	安全 系数 F_s
	x	y		
简化 Bishop 法	-38.70	130.20	138.40	1.582
瑞典法	-37.40	128.50	136.90	1.524
本文方法	-39.20	131.50	139.20	1.590

4 结语

本文对边坡稳定性分析的简化毕肖普法进行了完善.虽然增加了计算的难度,但从算例可见,只要对条间力假设合理,仍能得出复合实际的结果.当然,条间力的数学表达形式还有待进一步研究,这也是今后研究的方向。

参考文献:

[1] 洪毓康.土质学与土力学(第二版)[M].北京:人民交通出版社,1995.

[2] 钱家欢,殷宗泽.土工原理与计算(第二版)[M].北京:中国水利水电出版社,1996.

[3] 陈昌富.仿生算法及其在边坡和基坑工程中的应用[学位论文][D].长沙:湖南大学,2001.

[4] 陈宝林.最优化理论与算法[M].北京:清华大学出版社,1989.