

表 1 条分法及其满足条件一览表

Table 1 Slice methods and the Employed statics	
方法	满足条件
瑞典条分法(Sweden, Ordinary)	整体力矩平衡
简化毕肖普法(Bishop Simplified)	整体力矩平衡
	各土条垂直方向力平衡
简化简布法(Janbu Simplified)	整体水平力平衡
	各土条垂直方向力平衡
	各土条水平方向力平衡
工程师法 1 法(Engineer#1)	整体水平力平衡
	各土条垂直方向力平衡
	各土条水平方向力平衡
工程师法 2 法(Engineer#2)	整体水平力平衡
	各土条垂直方向力平衡
	各土条水平方向力平衡
斯宾塞法(Spencer)	整体力矩平衡
	整体水平力平衡
	各土条垂直方向力平衡
	各土条水平方向力平衡
摩根斯坦-普赖斯法(M-P)	整体力矩平衡
	整体水平力平衡
	各土条垂直方向力平衡
	各土条水平方向力平衡
普遍极限平衡法 (GLE-Fredlund)	整体力矩平衡
	整体水平力平衡
	各土条垂直方向力平衡
	各土条水平方向力平衡

表 2 用不同计算软件算出的计算结果一览表

Table 2 Comparison of factor of safety between different software		安全系数		
方法		安全系数		
		SVSlope ^[5]	Slide ^[6]	Slope/W ^[7]
瑞典条分法		0.945	0.945	0.945
简化毕肖普法		0.989	0.989	0.989
简化简布法		0.940	0.939	0.939
工程师法 1 法		0.993	0.993	0.992
工程师法 2 法		0.996	0.996	0.996
斯宾塞法		0.988	0.988	0.988
摩根斯坦-普赖斯法		0.988	0.988	0.988
普遍极限平衡法		0.988	0.988	0.988

参考文献:

[1] 方玉树. 边坡稳定性分析条分法最小解研究[J]. 岩土工程学报, 2008, 30(3): 331 - 335. (FANG Yu-shu. The lowest solution of slice method for slope stability analysis[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2008, 30(3): 331 - 335 (in Chinese))

[2] FELLENIUS D G. Calculation of the stability of earth dams[C]// Proceedings of the Second Congress on Large Dams, 1936, 4: 445 - 463.

[3] FREDLUND D G, KRAHN J. Comparison of slope stability methods of analysis[J]. Canadian Geotechnical Journal, 1977, 14, 429 - 439.

[4] FREDLUND D G, KRAHN J, PUFAHL D E. The relationship between limit equilibrium slope stability methods[C]// Proceedings of the 10th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Stockholm, 1981: 409 - 416.

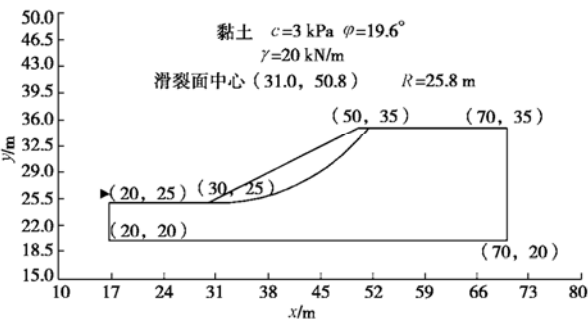


图 2 均质边坡中一圆弧滑裂面
Fig. 2 Single slip surface in a homogeneous slope

对“边坡稳定性分析条分法最小解研究”讨论的答复

方玉树

(后勤工程学院, 重庆 400041)

中图分类号: TU43 文献标识码: A 文章编号: 1000 - 4548(2009)08 - 1315 - 02

作者简介: 方玉树(1958 -), 男, 江西婺源人, 教授, 从事地质灾害防治方面的研究和勘察设计工作。

E-mail: fysbx@yahoo.com.cn.

Reply to the discussion on “The lowest solution of slice method for slope stability analysis”

FANG Yu-shu

(Logistical Engineering University, Chongqing 400041, China)

欢迎冯铁群和 Murray Fredlund 二位先生对“边坡稳定性分析条分法最小解研究”一文(以下称原文)的关注。现对讨论文章(以下称“冯文”)中提出的问题一一作出答复。

(1) 关于瑞典法和其它方法稳定系数大小关系证明的实用性。“冯文”说:“大部分证明是基于土坡均质,无外荷载的前提,而实际工程中大部分土坡是非均质和/或有外荷载的复杂情况,因此,就算证明是正确的,其实用性也不大。”本人不赞同这种说法。

a) 原文没有“无外荷载”的说法。原文在分别证明瑞典法稳定系数小于其它3种方法时,要求“无指向坡外的外加水平荷载”,既不排除外加铅直荷载也不排除指向坡内的外加水平荷载,这与“冯文”中的“无外荷载”相比条件放宽了很多。

b) 如果“冯文”中的“均质,无指向坡外的外加水平荷载”指的是“均质且无指向坡外的外加水平荷载”,那么原文只在分别证明瑞典法稳定系数小于美国陆军工程师团法和简化简布法时有这样的要求,这两个证明在原文的五个证明中是小部分而不是“冯文”所说的“大部分”。

c) 原文在分别证明瑞典法稳定系数小于其它5种方法时附加了土坡均质或/和无指向坡外的外加水平荷载的条件,这是证明所必需,没有这样的条件就不能保证瑞典法稳定系数小于其它方法(对此原文有更具体的论述)。在实际工作中可以根据边坡是否具备这样的条件判断瑞典法稳定系数是否一定小于其它方法。因此,无论实际边坡是否具备所附加的条件或具备所附条件的实际边坡数量比例大小,原文的证明都具有实用性。

d) 虽然从绝对意义上说土坡是非均质且有指向坡外的外加水平荷载(如低烈度地震引起的荷载)的,但在边坡稳定性分析中视为均质且无指向坡外的外加水平荷载的边坡比比皆是,本人阅读过的数百个边坡勘察报告绝大多数是把边坡视为均质且无指向坡外的外加水平荷载的。“冯文”提供的唯一算例就是如此(该边坡甚至无外荷载)。

e) 根据若干算例得出最小解结论依据不足,因算例是有限个;“冯文”断定最小解结论是“误解”、是“看似正确的不合理结论”更无依据,因最小解算例已有很多。最小解是否是在何种条件下是一种普遍规律,必须经过严格的数学证明才能做出判断,而原文关于在6种方法内在一定条件下瑞典法的解是最小解(具体表述见原文)的证明就是这样的证明。这正是原文的意义所在。

(2) 关于瑞典法与其它方法的稳定系数能否做比较。“冯文”认为,由于瑞典法不满足作用力与反作用力原理,瑞典法与其它方法满足不同的平衡方程,它们不可比。本人认为这种认识是错误的,理由是:

a) 条间力平行于滑面的假定确实不满足作用力与反作用力原理,但条间力为0的假定则满足该原理,而采用后一假定在任何情况下都能获得与采用前一假定相同的稳定系数,因为

后一假定同样使条间力不在公式中出现。既然如此,为何不能采用后一假定呢?更何况“冯文”也承认此法假定条间力为0(其原话是:“此法忽略了土条之间的相互作用力”)。

b) 更重要的是,瑞典法是否满足作用力与反作用力原理只影响瑞典法本身的合理性,不影响瑞典法跟其它方法稳定系数大小的比较,因为正如在原文中所看到的,作用力与反作用力原理在比较中是用不上(可不是“冯文”所说的被“忽略”)的。

c) 无论满足何种平衡方程,不同的方法都是可以比较的,因为正如在原文中所看到的,在比较中用上的平衡方程只是相应方法各自所满足的平衡方程,并且在一定条件下两种满足不同平衡方程的方法之稳定系数公式能够有相同的格式。

d) 比较同一性质的量只是数学问题,比较岩土工程中同一性质的量只是岩土工程中的数学问题,同一边坡同一圆弧形滑面的抗滑稳定系数(它因不同的方法采用不同的条间力假定和不同的平衡方程而不同)就是岩土工程中同一性质的量,怎么能不能比较呢?

e) 量的比较包括常量的比较和变量的比较。不同方法获得的稳定系数常量的比较在实际工程中一直进行着,“冯文”所说“用此法算出的安全系数往往比别的方法要略小”不就是一句不同方法之稳定系数常量比较的话吗?既然不同方法的稳定系数常量能比较,为何不同方法的稳定系数变量不能比较呢?

在原文经过一步步推理已经得出瑞典法和其它方法的比较结果时,“冯文”还在凭感觉和想象说它们不可比,说进行比较是进入“误区”,未具体指出原文的推理过程何处有误就否定原文的相应结论,让人难以理解。与“冯文”所说“这种……证明进行得越多,越能误导岩土工程师们”的看法相反,本人认为,原文的证明使岩土工程师们明白:从有限个工程中获得的经验不一定很可靠。

(3) 关于瑞典法和简化简布法稳定系数大小关系。“冯文”中的那个算例并没有推翻原文的相关结论。原文的相关结论中对简化简布法的结果有“未经修正”的限定,而“冯文”中三种软件算出的简化简布法的结果都是经修正的稳定系数值。原文对该法中的“修正”有清楚的说明,已预料“修正”可能导致其稳定系数小于瑞典法,还给出了此类算例的出处。

参考文献:

- [1] 方玉树. 边坡稳定性分析条分法最小解研究[J]. 岩土工程学报, 2008, 30(3): 331 - 335. (FANG Yu-shu. The lowest solution of slice method for slope stability analysis[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2008, 30(3): 331 - 335 (in Chinese))