

DOI: 10.11779/CJGE201605025

关于“任意滑裂面边坡稳定计算的简便法”的讨论

蔡晓鸿¹, 郑明²

(1. 江西省吉安市水利局, 江西 吉安 343100; 2. 江西省景德镇市水务局, 江西 景德镇 333000)

Discussion on “Simple method for calculating slope stability of arbitrary slip surface”

CAI Xiao-hong¹, ZHENG Ming²

(1. Ji'an City Water Conservancy Bureau Jiangxi Province, Ji'an 343100, China; 2. Jingdezhen Municipal Water Resources Bureau of Jiangxi Province, Jingdezhen 333000, China)

中图分类号: TU457

文献标识码: A

文章编号: 1000-4548(2016)05-0967-02

作者简介: 蔡晓鸿(1944-), 男, 教授级高级工程师, 主要从事地下工程结构计算研究、水工建筑物设计等工作。E-mail: mail_caixiaohong@aliyun.com。

拜读刘善综高工发表于《岩土工程学报》2015年第5期论文“任意滑裂面边坡稳定计算的简便法”(以下简称“原文”), 受益良多, 同时认为存有值得商榷之处, 在此提出, 以期探讨。

(1) 关于不满足“力的平移法则”问题。众所周知, 将作用于结构上某一点 M 的力 F 平行移动到另一点 N 时, 如果不改变力 F 对结构的作用效应, 就必须附加一个力偶, 并且这个力偶的矩等于力 F 对点 N 的矩^[2]。“原文”在将条间力 X_i , X_{i+1} , E_i , E_{i+1} 沿土条底面中点 A 与滑弧圆心 O 的径向连线 OA 及其切线分解时(参见“原文”图1(c)), 采用作用在点 A 的条间力合力 T'_i , N'_i 与力偶 $M'_i = Q_i h_i$ 的组合替代, 但在将作用于点 A 的条间力 T'_i , N'_i 移至滑弧圆心 O 时, 却未给出其附加力偶, 不满足“力的平移法则”。

(2) “原文”式(3)为据作用于土条重心 G 的竖向力 W_i , 水平力 Q_i 及条间力 X_i , X_{i+1} , E_i , E_{i+1} 对滑弧圆心 O 的力矩平衡方程 $M_o = 0$ 求得。“原文”式(7)为令作用于土条重心 G 的竖向力 W_i 、水平力 Q_i 对滑弧圆心 O 的力矩等于零导出。显见, 式(7)迥异于式(3)。然而, “原文”认为条间力 X_i , X_{i+1} , E_i , E_{i+1} 的作用效应可用作用于圆心 O 的力 T'_i 替代, 而 T'_i 不存在对点 O 的力矩, 于是, 认为式(7)=式(3)。这一错误结论的症结在于, “原文”通过条间力的不当平移, 将条间力对滑弧圆心 O 的“有形”力矩化于“无形”, 悖于力学常理。“原文”并得出结论“外力的作用效应可以用 $W_i \sin \alpha_i + Q_i \cos \alpha_i$ 、 $W_i \cos \alpha_i - Q_i \sin \alpha_i$ 及 T'_i , N'_i 平移至点 A 时的作用来等效代替”, 疏漏了将作用于点 G 的外力 W_i , Q_i 的作用效应平行移动到点 A 尚需附加一个力偶的“力的平移法则”。进而, “原文”给出了如下2个关系式(“原文”中式(6)、式(10))

$$T'_i = -[(X_i - X_{i+1}) \sin \alpha_i + (E_i - E_{i+1}) \cos \alpha_i] = Q_i \frac{h_i}{R_i}, \quad (1)$$

$$N'_i = (X_i - X_{i+1}) \cos \alpha_i - (E_i - E_{i+1}) \sin \alpha_i = W_i \frac{h_i}{R_i} \quad (2)$$

然据“原文”图1(c)知, 力 T'_i 与 $Q_i \frac{h_i}{R_i}$ 、 N'_i 与 $W_i \frac{h_i}{R_i}$ 方向不同, 即“原文”中关系式(6)、(10)不成立。

(3) 此外, “原文”又误将关系式(事实上, 鉴于“原文”中式(6)、式(10)不成立, 从而“原文”中式(8)、式(9)也不成立)

$$X_i - X_{i+1} = (W_i \cos \alpha_i - Q_i \sin \alpha_i) \frac{h_i}{R_i}, \quad (3)$$

$$E_i - E_{i+1} = -(W_i \sin \alpha_i + Q_i \cos \alpha_i) \frac{h_i}{R_i} \quad (4)$$

视作一阶均差, 继而得出以下微分关系式(“原文”中式(12)、式(13))

$$dX = \left[(W \cos \alpha - Q \sin \alpha) \frac{h}{R} \right] d\alpha, \quad (5)$$

$$dE = - \left[(W \sin \alpha + Q \cos \alpha) \frac{h}{R} \right] d\alpha, \quad (6)$$

且错误地将式(5)、(6)中实为土条变量 α 的函数 W 、 Q 、 h 作常量处理, 积分得到(“原文”中式(14)、式(15))

$$X_i = (W_i \sin \alpha_i + Q_i \cos \alpha_i) \frac{h_i}{R_i} + C, \quad (7)$$

$$E_i = (W_i \cos \alpha_i - Q_i \sin \alpha_i) \frac{h_i}{R_i} + D \quad (8)$$

显见, 所得式(7)、式(8)存误。

讨论收稿日期: 2015-09-29

答复收稿日期: 2015-10-25

(4) “原文”中式(16)、(17)当 $\theta \rightarrow 0$ 时, X_{vi} , E_{vi} 均将趋于无穷大, 明显存误。

事实上, θ 即为“原文”中式(12)、(13)中的 $\frac{d\alpha}{2}$, 于是有关系式

$$\frac{d\alpha}{2\theta} \approx \frac{d\alpha}{2\sin\theta} \quad (\text{当}\alpha\text{充分小时}), \quad (9)$$

“原文”将式(9)代入“原文”中式(12)、(13), 并错误地视 $\sin\theta$ 为常量, 积分得到式(16)、(17)。

由上可见, 所得关系式(16)、(17)为误。

进一步分析可知, “原文”中式(18)、(19)、(27)、(28)均有误。

(5) 综上, “原文”所推求土坡稳定计算圆弧滑动简便法在理论上存有严重缺陷。

DOI: 10.11779/CJGE201605026

对“任意滑裂面边坡稳定计算的简便法”讨论的答复

刘善综

(江西省吉安水利局, 江西 吉安 343100)

Reply to discussion on “Simple method for calculating slope stability of arbitrary slip surface”

LIU Shan-zong

(Ji'an County Water Conservancy Bureau Jiangxi Province, Ji'an 343100, China)

中图分类号: TU457

文献标识码: A

文章编号: 1000-4548(2016)05-0968-01

作者简介: 刘善综(1963-), 男, 主要从事水工设计工作。E-mail: lszja@163.com。

首先真诚感谢蔡晓鸿教授高级工程师对拙文“任意滑裂面边坡稳定计算的简便法”^[1]的高度关注。现就蔡教高对“原文”提出的问题作答复如下:

(1) 关于不满足“力的平移法则”问题。

由“原文”式(5)力偶 $Q_i h_i$ 变为 $\left(Q_i \frac{h_i}{R_i}\right) R_i$, 可认为条间力的合力作用点延至曲率中心 O , 其合力的一个分力为 T'_i , 此时, 附加于点 O 的力偶 $M'_i=0$ 。因此, T'_i 、 N'_i 满足“力的平移法则”, 但 N'_i 是近似值, 其准确值应表示为

$$N'_i = \mu W_i \frac{h_i}{R_i}, \quad (1)$$

式中引入了修正系数 μ 。“原文”初稿曾讨论过这个问题, 由“原文”中举例可知, 取 $\mu=1$ 时, 对边坡稳定安全系数 F_s 结果影响较小。修正系数 μ 取值将是今后研究的对象。

(2) 关于“原文”中式(16)、(17)的近似性。

由于边坡函数的复杂性, 在边坡各分条内, 近似地将分条

参考文献:

- [1] 刘善综. 任意滑裂面边坡稳定计算的简便法[J]. 岩土工程学报, 2015, 37(5): 911-917. (LIU Shan-zong. Simple method for calculating slope stability of arbitrary slip surface[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2015, 37(5): 911-917. (in Chinese))
- [2] 钱家欢, 殷宗泽. 土工原理与计算[M]. 2版. 北京: 中国水利水电出版社, 1996: 303-343. (QIAN Jia-huan, YIN Zong-ze. Geotechnical principles and calculation[M]. 2nd ed. Beijing: Water Conservancy and Hydropower Press, 1996: 303-343. (in Chinese))

变量 α 的函数 W , Q , h , θ 等作常量处理, 以简化计算, 从而也导致结果的近似性。

(3) 由“原文”结论可知, “任意滑裂面边坡稳定计算的简便法”边坡稳定安全系数 F_s 结果比简化毕肖普法结果大2%左右, 比通用条分法更接近简化毕肖普法, 其结果精度与各高精度法相当。笔者认为, 从工程实际应用出发, “简便法”值得推广应用。

参考文献:

- [1] 刘善综. 任意滑裂面边坡稳定计算的简便法[J]. 岩土工程学报, 2015, 37(5): 911-917. (LIU Shan-zong. Simple method for calculating slope stability of arbitrary slip surface[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2015, 37(5): 911-917. (in Chinese))