

关于“土工布加筋基础的一维非线性模型”的讨论

梁 旭(浙江大学岩土所, 杭州, 310027)

最近拜读了殷建华先生《土工布加筋基础的一维非线性模型》(以下简称“原文”)一文, 该文发表于贵刊 20 卷第 1 期(1998 年 1 月)。笔者对“原文”中公式进行一番推导之后, 发现与“原文”中公式有些不同, 现将推导过程写于下面, 希望能指正。*

对于“原文”图 2 中的单元 1, 竖向力的平衡有

$$q dx - \sigma_n dl \cos \theta + \tau_n dl \sin \theta + \frac{dT}{dx} dx H_t = 0 \quad (1)$$

式中 $dl \cos \theta = dx$; $dl \sin \theta = dx \tan \theta$; $\frac{dT}{dx} = G_t \frac{d^2 w}{dx^2}$ 。代入式(1)得

$$q = \sigma_n - \tau_n \tan \theta - H_t G_t \frac{d^2 w}{dx^2} \quad (2)$$

对于单元体 3, 同理可推导出

$$q_s = \sigma'_n + \tau'_n \tan \theta + H_b G_b \frac{d^2 w}{dx^2} \quad (3)$$

此处与“原文”中式(4)有正负号的区别。

对于“原文”图 2 中的单元 2 土工布, 竖直方向上有

$$(T_p + T + dT) \sin(\theta + d\theta) - (T_p + T) \sin \theta + (\sigma_n - \sigma'_n) \cdot dl \cos \theta - (\tau_n + \tau'_n) dl \sin \theta = 0$$

由于 $d\theta$ 很小, $\cos d\theta = 1$, $\sin d\theta = d\theta$

故 $\sin(\theta + d\theta) = \sin \theta + d\theta \cos \theta$, 代入上式整理得

$$\frac{dT}{dx} \sin \theta = - (T + T_p) \cos \theta \frac{d\theta}{dx} - (\sigma_n - \sigma'_n) + (\tau_n + \tau'_n) \tan \theta \quad (4)$$

此处与“原文”中式(5)有正负号区别。

水平方向上, 同理可推导出

$$\frac{dT}{dx} \cos \theta = (T + T_p) \sin \theta \frac{d\theta}{dx} + (\sigma_n - \sigma'_n) \tan \theta + (\tau_n + \tau'_n) \quad (5)$$

变形相容条件:

$$u_x = u'_x = u_{g,x}$$

式中 $u_x = H_t \frac{\tau_n}{G_t}$; $u'_x = H_b \frac{\tau'_n}{G_b}$, $\tau_n = \frac{G_t}{G_b} \cdot \frac{H_b}{H_t} \tau'_n$; $du_{g,x} = du'_x =$

$$\frac{H_b}{G_b} d\tau'_n, \quad \varepsilon_g = \frac{dl - dl'}{dl} = \sqrt{\left(\frac{dw}{dx}\right)^2 + \left(1 + \frac{du_{g,x}}{dx}\right)^2} - 1。$$

由 $\tan \theta = \frac{dw}{dx}$, 得 $\frac{d\theta}{dx} = \frac{d^2 w}{dx^2} \cos^2 \theta$ 。由式(2) - 式(3)得

$$q - q_s = (\sigma_n - \sigma'_n) - (\tau_n + \tau'_n) \tan \theta - (H_t G_t + H_b G_b) \frac{d^2 w}{dx^2}$$

由式(4)可得

$$(\sigma_n - \sigma'_n) - (\tau_n + \tau'_n) \tan \theta = - \frac{dT}{dx} \sin \theta - (T + T_p) \cos \theta \frac{d\theta}{dx}$$

代入上式, 得

$$q - q_s = - \frac{dT}{dx} \sin \theta - (T + T_p) \cos^3 \theta \frac{d^2 w}{dx^2} - (H_t G_t + H_b G_b) \frac{d^2 w}{dx^2} \quad (6)$$

由式(4) $\times \tan \theta +$ 式(5), 整理得

$$\frac{dT}{dx} \cos \theta = \tau_n + \tau'_n = \tau'_n \left(\frac{G H_b}{G H_t} + 1 \right)$$

两边关于 x 求导, 整理得

$$\cos \theta \frac{d^2 T}{dx^2} + \frac{dT}{dx} (-\sin \theta) \frac{d^2 w}{dx^2} \cos^2 \theta = \frac{d\tau'_n}{dx} \left(\frac{G H_b}{G H_t} + 1 \right)$$

由“原文”式(13)得

$$\sqrt{\left(\frac{T}{E_g}\right)^2 + 1 - \left(\frac{dw}{dx}\right)^2} - 1 = \frac{H_b}{G_b} \cdot \frac{d\tau'_n}{dx} \quad (7)$$

代入上式整理得

$$\frac{d^2 T}{dx^2} = \sin \theta \cos \theta \frac{d^2 w}{dx^2} \cdot \frac{dT}{dx} + \frac{1}{\cos \theta} \left(\frac{G_t}{H_t} + \frac{G_b}{H_b} \right) \cdot \left| \sqrt{\left(\frac{T}{E_g} + 1\right)^2 - \left(\frac{dw}{dx}\right)^2} - 1 \right| \quad (8)$$

此处公式与“原文”中式(15)也有不同。

对“土工布加筋基础的一维非线性模型”的讨论的答复

殷建华(香港理工大学土木及结构工程系, 香港)

感谢梁旭对“土工布加筋基础的一维非线性模型”(以下简称“原文”)一文的兴趣和讨论。梁旭对“原文”中所有的公式作了细心推导和并与“原文”中的公式对比, 梁旭推出的公式都是正确的, 希望贵刊能给予发表。

“原文”中一些公式的错误基本上都是笔者的打印错误, 举一例来说明这一点。梁旭指出了“原文”中式(4)和式(5)的错误, 但其推出的式(6)等与“原文”中的相同, 笔者要特别指出, “原文”式(15), (20), (23), (28), (29)中的

$$\left| \sqrt{\left(\frac{T}{E_g}\right)^2 + 1 - \left(\frac{dw}{dx}\right)^2} - 1 \right| \text{ 应是 } \left| \sqrt{\left(\frac{T}{E_g} + 1\right)^2 - \left(\frac{dw}{dx}\right)^2} - 1 \right|,$$

$$\left| \sqrt{\left(\frac{T^*}{E_g^*}\right)^2 + 1 - \left(\frac{dw}{dx}\right)^2} - 1 \right| \text{ 应是 } \left| \sqrt{\left(\frac{T^*}{E_g^*} + 1\right)^2 - \left(\frac{dw}{dx}\right)^2} - 1 \right|。$$

笔者认为在“原文”中发表的模型是对以前同类模型的改进, 但并不是一个好的模型。笔者希望“原文”起一个抛砖引玉的作用, 希望其他作者提出更好和实用的模型。

* 讨论稿到稿日期: 2000-06-08
答复稿到稿日期: 2000-06-26