

DOI: 10.11779/CJGE201610025

关于“非贯通节理岩体单轴压缩动态损伤本构模型”的讨论

李列列^{1, 2}, 卓莉^{1, 2}, 刘志勇^{1, 2}

(1. 四川大学水利水电学院, 四川 成都 610065; 2. 四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室, 四川 成都 610065)

Discussion on “A dynamic damage constitutive model for rock mass with non-persistent joints under uniaxial compression”

LI Lie-lie^{1, 2}, ZHUO Li^{1, 2}, LIU Zhi-yong^{1, 2}

(1. College of Water Resources & Hydropower, Sichuan University, Chengdu 610065, China; 2. State Key Laboratory of Hydraulics and Mountain River Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

中图分类号: TU43

文献标识码: A

文章编号: 1000-4548(2016)10-1930-02

作者简介: 李列列(1983-), 男, 博士研究生, 主要从事岩土工程等方面的科研。E-mail: 13370912@qq.com。

《岩土工程学报》2016年3月第38卷第3期刊登了“非贯通节理岩体单轴压缩动态损伤本构模型”一文^[1](以下简称“原文”), 阅后学习到了不少东西, 但一点疑问;《岩土工程学报》2000年7月第22卷第4期“含非贯通裂隙岩体介质的损伤模型”一文^[2]有相同的疑问, 故提出与作者刘红岩教授商榷。

根据“原文”作者的算例, 采用中心节理试件($A=2NBa$), 如该文图1所示, 并采用“原文”中的式(22)计算损伤变量:

$$D = \begin{cases} 0 & (\tan \alpha < \tan \varphi) \\ 1 - \frac{1}{1 + \frac{18.86BNa^2(1-\nu^2)}{V} f^2(a, b, d) \cos^2 \alpha (\sin \alpha - \cos \alpha \tan \varphi)^2} & (\tan \alpha \geq \tan \varphi) \end{cases} \quad (22)$$

而将“原文”中的式(14)~(16)及式(18), (20)代入式(13)可得

$$D = \begin{cases} 0 & (\tan \alpha < \tan \varphi) \\ 1 - \frac{1}{1 + \frac{9.43(1-\nu^2)}{V} \int_0^A af^2(a, b, d) \cos^2 \alpha (\sin \alpha - \cos \alpha \tan \varphi)^2 dA} & (\tan \alpha \geq \tan \varphi) \end{cases}$$

将 $a=A/(2NB)$ 代入上式, 可得“原文”式(22)表达式:

$$D = \begin{cases} 0 & (\tan \alpha < \tan \varphi) \\ 1 - \frac{1}{1 + \frac{9.43BNa^2(1-\nu^2)}{V} f^2(a, b, d) \cos^2 \alpha (\sin \alpha - \cos \alpha \tan \varphi)^2} & (\tan \alpha \geq \tan \varphi) \end{cases}$$

“原文”式(22)存在相同的问题, 即“原文”作者在积分过程中把节理半长度 a 看成与 A 无关的参数, 即认为

$$\int_0^A a dA = Aa = 2NBa^2,$$

进而得到损伤变量表达式。

实际上 a 是关于 A 的一个函数 $[a=A/(2NB)]$, 所以正确的计算结果为

$$\int_0^A a dA = \int_0^A \frac{A}{2NB} dA = NBa^2.$$

当 $N=1$, $B=1$ 时, 上式计算结果与文献[3]的关于单条裂隙的计算结果相符合。

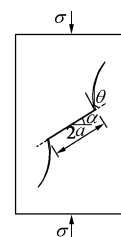


图1 翼裂纹扩展模型示意图

Fig. 1 Sketch of wing crack growth model

假设含单条非贯通闭合节理的岩体仅受垂直应力的作用, 模型在平面内的尺寸为10, 5, $B=1$ cm, $2a=4$ cm, $\nu=0.15$, 节理内摩擦角为 30° (忽略节理面间的黏聚力), 将“原文”式(22)计算结果与修正后计算公式得到的结果进行对比, 如下图2所示, 可以看出原文式(22)的计算结果偏大。

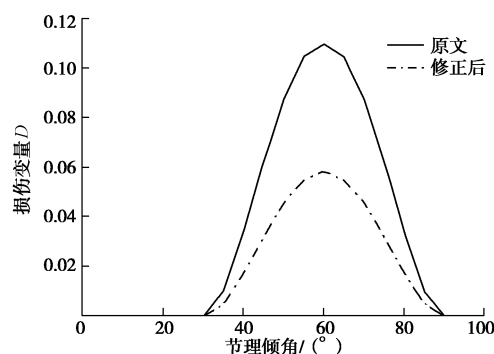


图2 岩体损伤变量随节理倾角变化规律

Fig. 2 Change law of rock mass damage variable with joint dip

“原文”作者在文中把节理半长 a 和节理面积 A 看成相互

讨论收稿日期: 2016-06-13

答复收稿日期: 2016-07-26

独立的量进行积分计算, 得到损伤变量表达式, 不知这样的处理是出于什么样的考虑?

参考文献:

[1] 刘红岩, 王新生, 张力民, 等. 非贯通节理岩体单轴压缩动态损伤本构模型[J]. 岩土工程学报, 2016, 38(3): 426 - 436. (LIU Hong-yan, WANG Xin-sheng, ZAHNG Li-min, et al. A dynamic damage constitutive model for rock mass with non-persistent joints under uniaxial compression joints under uniaxial compression[J]. Chinese Journal of Geotechnical

Engineering, 2016, 38(3): 426 - 436. (in Chinese))
[2] 陈文玲, 李 宁. 含非贯通裂隙岩体介质的损伤模型[J]. 岩土工程学报, 2000, 22(4): 430 - 434. (CHEN Wen-ling, LI Ning. Damage model of the rock mass medium with intermittent cracks[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2000, 22(4): 430 - 434. (in Chinese))
[3] KEMENY J. Effective moduli, non-linear deformation and strength of a cracked elastic solid[J]. Int J Rock Mech Min Sci & Geomech Abstr, 1986, 23(2): 107 - 118.

DOI: 10.11779/CJGE201610026

对“非贯通节理岩体单轴压缩动态损伤本构模型”讨论的答复

刘红岩

(1. 中国地质大学(北京)工程技术学院, 北京 100083; 2. 西藏大学工学院, 西藏 拉萨 850000)

Reply to discussion on “A dynamic damage constitutive model for rock mass with non-persistent joints under uniaxial compression”

LIU Hong-yan

(1. College of Engineering & Technology, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China; 2. School of Engineering, Tibet University, Lhasa 850000, China)

中图分类号: TU43 文献标识码: A 文章编号: 1000 - 4548(2016)10 - 1931 - 02
作者简介: 刘红岩(1975 -), 男, 博士, 教授, 主要从事岩土工程等方面的科研. E-mail: lhy1204@cugb.edu.cn.

针对李列列博士对文献[1](以下称原文)提出的问题, 首先代表该文的全体作者向李博士表示衷心地感谢. 在对其提出的问题进行复查的基础上, 笔者发现确实是原文计算存在错误, 李列列博士的计算结果是正确, 原文中的式(22)应为

$$D = \begin{cases} 0 & (\tan \alpha < \tan \varphi) \\ 1 - \frac{1}{1 + \frac{9.43BNa^2(1-v^2)}{V} f^2(a,b,d) \cos^2 \alpha (\sin \alpha - \cos \alpha \tan \varphi)^2} & (\tan \alpha \geq \tan \varphi) \end{cases}$$

由于原文的算例均依据此公式计算, 故算例结果图7~12及相应的文字表述也均应相应修改, 下面给出原文图7~12修改后的结果。

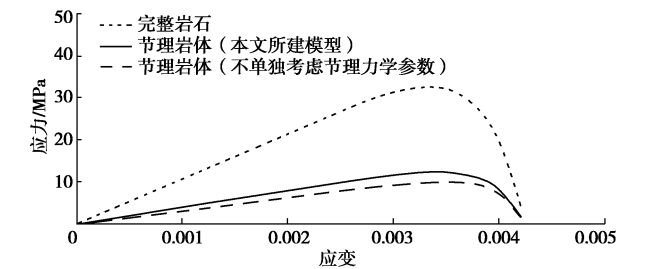


图 7 岩体单轴压缩动态应力应变计算曲线

Fig. 7 Calculated axial compression dynamic stress-strain curves of rock

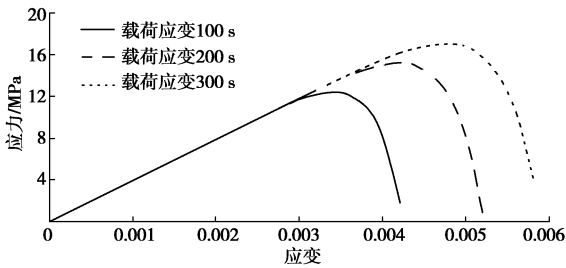


图 8 试件动态应力应变曲线随载荷应变率变化规律

Fig. 8 Change law of dynamic stress strain of samples with load-strain ratio

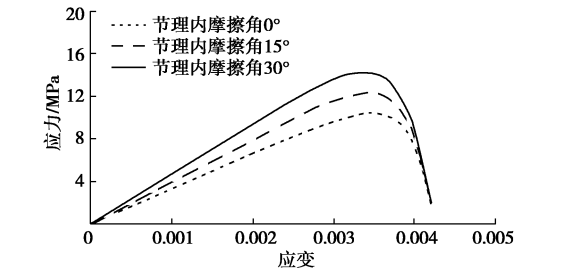


图 9 不同节理内摩擦角的试件动态应力应变曲线

Fig. 9 Dynamic stress-strain curves of samples with different joint internal friction angles