

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<sup>1, 2</sup>, 卓 莉<sup>1, 2</sup>, 刘志勇<sup>1, 2</sup>

(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<sup>1, 2</sup>, ZHUO Li<sup>1, 2</sup>, LIU Zhi-yong<sup>1, 2</sup>

(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<sup>[1]</sup> (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<sup>[2]</sup>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:

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

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

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

将  $a = A/(2NB)$  代入上式, 可得“原文”式(22)表达式:

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

“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

$$\int_0^A adA = Aa = 2NBa^2,$$

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

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

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。

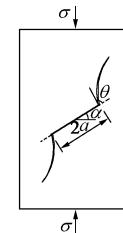


图1 翼裂纹扩展模型示意图

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,  $v = 0.15$ , 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。

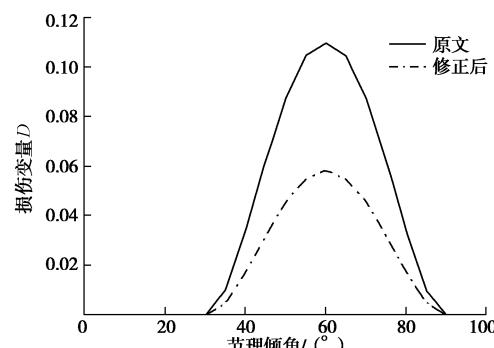


图2 岩体损伤变量随节理倾角变化规律

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

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))

- 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

$$D = \begin{cases} 0 & (\tan \alpha < \tan \varphi) \\ 1 & (\tan \alpha \geq \tan \varphi) \end{cases}$$

$$1 - \frac{9.43BNa^2(1-\nu^2)}{V} f^2(a, b, d) \cos^2 \alpha (\sin \alpha - \cos \alpha \tan \varphi)^2$$

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。

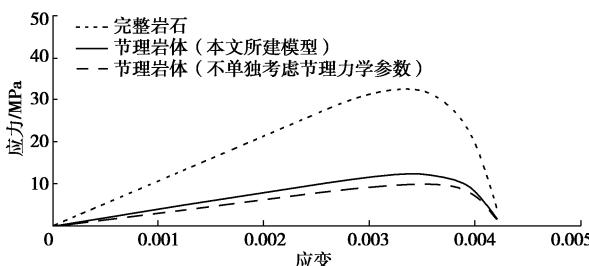


图7 岩体单轴压缩动态应力应变计算曲线

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

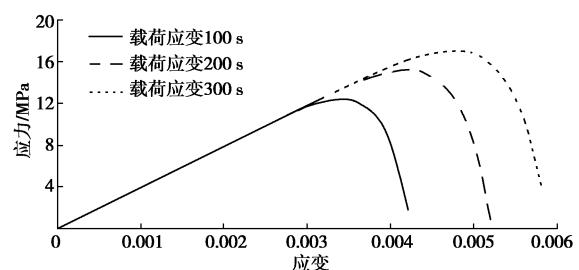


图8 试件动态应力应变曲线随载荷应变速率变化规律

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

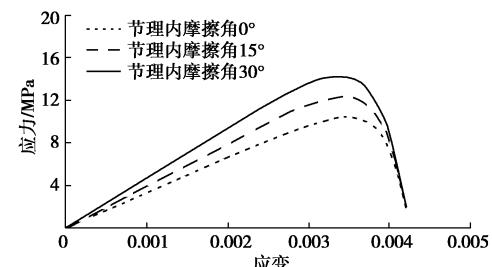


图9 不同节理内摩擦角的试件动态应力应变曲线

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