

DOI: 10.11779/CJGE202012024

## 关于“应用于基坑围护结构变形计算的非线性土体弹簧模型及参数研究”的讨论

肖红菊

(铜陵学院建筑工程学院, 安徽 铜陵 244000)

### Discussion on “Nonlinear soil spring model and parameters for calculating deformation of enclosure structure of foundation pits”

XIAO Hong-ju

(School of Civil Engineering & Architecture, Tongling University, Tongling 244000, China)

中图分类号: TU43

文献标识码: A

文章编号: 1000-4548(2020)12-2350-02

作者简介: 肖红菊(1980—), 女, 湖北荆州人, 硕士, 副教授, 主要从事岩土工程方面的研究和教学工作。E-mail: xiaohongju@126.com。

《岩土工程学报》2020年第6期刊出“应用于基坑围护结构变形计算的非线性土体弹簧模型及参数研究”一文<sup>[1]</sup>(以下简称“原文”)。原文提出在采用杆系有限元法进行基坑围护结构变形计算时, 被动区土体应采用非线性土体弹簧模型, 在此基础上建立了双曲函数土体弹簧模型, 并借助反分析的方法获得了上海地区典型土层的非线性弹簧参数。拜读原文后, 受益良多, 同时认为存在以下值得商榷之处, 在此提出, 以期探讨。

(1) 原文提出“假定基坑被动区土体的非线性弹簧满足非曲函数关系”, 但给出的表达式(2)则为基坑围护结构主动区所受土压力与围护结构变形的关系, 并非被动区土体弹簧的关系式。

(2) 原文在假定被动区土压力强度与围护变形双曲线关系基础上, 进而得到了被动区土体基床系数的表达式:

$$k = \frac{p}{s} = \frac{1}{a + bs} \quad (1)$$

但式(1)可进一步变化为<sup>[2-3]</sup>

$$\left. \begin{aligned} k &= \frac{p}{s} = \frac{1}{a + bs} = \frac{1 - bp}{a} = \frac{1 - bp_a}{a} \\ p_a &= (\sum \gamma h_i + q)K_a - 2c\sqrt{K_a} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

式中,  $p_a$  为计算点的主动土压力强度值。

但在原文后续分析以及工程应用中普遍认为, 被动区土体基床系数与主动区土压力关系不大, 主要与被动区土体性质、深度以及变形量有关, 因此建议假定基床系数与围护结构变形的关系, 而非假定主动区土压力强度值与围护结构变形的双曲线关系, 因为该关系无明确的物理意义。

(3) 原文在获得表征土体水平非线性基床系数特征的两个参数( $a$ ,  $b$ )时, 分析采用了原位测试方法和基于现场围护结构变形监测值的反分析法, 看似较为合理, 但两者物理意义不同。土体的水平基床系数是反映土体在受水平荷载作用下变

形特性的参数<sup>[4]</sup>, 是土体本身的一个参数, 基于原位测试获得的即为该参数, 但基坑围护结构变形的影响因素众多, 不仅和基坑穿越土层性质有关, 还与基坑的平面尺寸、围护结构的刚度和插入比、支撑的形式及布置方式等有关, 基于现场监测数据反分析获得的则是综合考虑上述因素的等效刚度, 相同的基坑, 在围护结构刚度、插入比和支撑竖向间距不同时, 围护结构实测水平变形也存在差异, 致使反分析获得的等效刚度也不相同, 因此, 将这两个参数建立等式关系不合理。用于基坑围护结构变形计算的土体弹簧参数模型还应根据原位测试结果来获得, 因为其物理意义更明确。

#### 参考文献:

- [1] 王洪新, 李雪强, 杨石飞, 等. 应用于基坑围护结构变形计算的非线性土体弹簧模型及参数研究[J]. 岩土工程学报, 2020, 42(6): 1032-1040. (WANG Hong-xin, LI Xue-qiang, YANG Shi-fei, et al. Nonlinear soil spring model and parameters for calculating deformation of enclosure structure of foundation pits[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2020, 42(6): 1032-1040. (in Chinese))
- [2] 杨光华. 地基非线性沉降计算的原状土切线模量法[J]. 岩土工程学报, 2006, 28(11): 1927-1931. (YANG Guang-hua. Nonlinear settlement computation of the soil foundation with the undisturbed soil tangent modulus method[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2006, 28(11): 1927-1931. (in Chinese))

基金项目: 安徽省教育厅高校学科(专业)拔尖人才学术资助项目(gxbjZD40); 安徽省教育厅自然科学研究重点项目(KJ2019A0705); 安徽省教育厅高校优秀青年人才支持计划重点项目(gxyqZD2019074)  
收稿日期: 2020-06-28

- [3] 杨光华, 王鹏华, 乔有梁. 地基非线性沉降计算的原状土割线模量法[J]. 土木工程学报, 2007, 40(5): 49 - 52. (YANG Guang-hua, WANG Peng-hua, QIAO You-liang. An undisturbed-soil secant modulus method for calculation of nonlinear settlement of soil foundations[J]. China Civil

Engineering Journal, 2007, 40(5): 49 - 52. (in Chinese))

- [4] 基坑工程技术规范: DG/TJ08—61—2010[S]. 2010. (Technical Code for Excavation Engineering: DG/TJ08—61—2010[S]. 2010. (in Chinese))

DOI: 10.11779/CJGE202012025

## 对“应用于基坑围护结构变形计算的非线性土体弹簧模型及参数研究”讨论的答复

王洪新<sup>1,2</sup>, 李雪强<sup>1</sup>, 杨石飞<sup>3</sup>, 路家峰<sup>3</sup>

(1. 上海大学土木工程系, 上海 200444; 2. 上海城建市政工程(集团)有限公司, 上海 200065; 3. 上海勘察设计研究院(集团)有限公司, 上海 200093)

### Reply to discussion on “Nonlinear soil spring model and parameters for calculating deformation of retaining structure of foundation pits”

WANG Hong-xin<sup>1,2</sup>, LI Xue-qiang<sup>1</sup>, YANG Shi-fei<sup>3</sup>, LU Jia-feng<sup>3</sup>

(1. Department of Civil Engineering, Shanghai University, Shanghai 200444, China; 2. Shanghai Urban Construction Municipal Engineering Co., Ltd., Shanghai 200065, China; 3. SGIDI Engineering Consulting (Group) Co., Ltd., Shanghai 200093, China)

中图分类号: TU43

文献标识码: A

文章编号: 1000 - 4548(2020)12 - 2351 - 02

作者简介: 王洪新(1973—), 男, 博士, 教授级高级工程师。主要从事基坑工程、盾构法隧道及土力学基本理论方面的研究工作。E-mail: tjwanghongxin@163.com。

非常感谢肖红菊对“应用于基坑围护结构变形计算的非线性土体弹簧模型及参数研究”<sup>[1]</sup>(以下称“原文”)一文的关注, 原文在表述上的确存在不严谨的地方, 导致读者理解偏离原文本意。下面针对肖教授提出的 3 个问题<sup>[2]</sup>, 一一给出答复。

(1) 原文研究的主要目的: 在基坑的弹性地基梁计算模型的应用中, 在围护结构主动区一侧施加增量土水压力荷载, 增量荷载由土层水文地质参数和开挖工况确定; 在基坑被动区, 用满足双曲函数关系的非线性土弹簧代替传统的线弹性弹簧。原文中式(2)即为非线性弹簧所满足的关系, 并不存在讨论稿中的问题。

(2) 讨论稿中给出的式(2)是基于对问题(1)中所述的误解。诚然, 被动区土体的基床系数与主动区土压力确实存在一定的关系, 但在传统的基坑竖向弹性地基梁算法中, 这种关系通过假定计算模型方式被回避了。在原文中, 由于对  $p$  的说明不准确, 导致了理解上的歧义。在此, 进行补充说明。首先, 应明确的是, 原文采用的计算模型为原文图 1 所示<sup>[1]</sup>的增量法模型。在该模型中, 在基坑主动区一侧采用的是矩形增量荷载, 则被动区土弹簧的土压力强度应为实际水平土压力强度与静止水平土压力强度之差。原文没有对此说明且采用了字母“ $p$ ”, 并用“土压力强度”说明“ $p$ ”导致了读者的误解。如下式表达原文中的式(2), 更能让人理解笔者的本意(如图

1 所示):

$$\Delta p = p' - p_0 = \frac{s}{a + bs}, \quad (1)$$

式中,  $p'$  为被动区土体的实际水平土压力强度,  $p_0$  为被动区土体的静止水平土压力强度。

原文中的  $p$  实际上是式(1)中的  $\Delta p$ 。应该补充说明的是, 在围护墙水平位移不断较大时, 被动区土弹簧的土压力强度并不能无限接近  $p_{ult}$ ;  $p'$  的上限是被动土压力  $p_p$ 。所以, 应用非线性弹簧时,  $\Delta p - s$  关系应为图 1 中的实线  $A-B-C$ 。

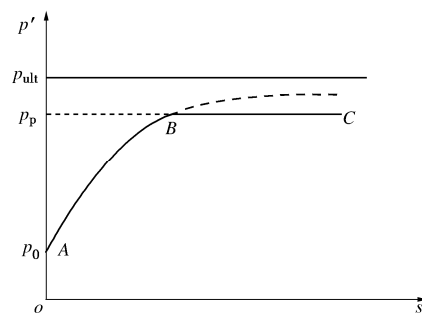


图 1  $p' - s$  关系

Fig. 1 Relationship between  $p'$  and  $s$