

# 基坑宽度效应对基坑稳定性影响的有限元分析

胡敏云<sup>1</sup>, 苟长飞<sup>2</sup>, 严昱翔<sup>1</sup>, 袁宗浩<sup>1</sup>, 陈娟<sup>3</sup>, 闫自海<sup>3</sup>

(1.浙江工业大学建筑工程学院, 浙江 杭州 310014; 2.温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司, 浙江 温州 325000;  
3.中国电建集团华东勘测设计研究院, 浙江 杭州 310012)

**摘要:** 本文结合杭州某地铁车站基坑工程, 通过建立不同几何尺寸的有限元分析模型, 研究了基坑宽度效应对基坑变形和稳定性的影响。首先采用有限元强度折减法计算基坑抗隆起稳定性安全系数, 以此为指标提出宽窄基坑的深宽比界限值, 讨论了基坑宽度对坑底隆起、地表沉降、围护墙侧向变形及内力的影响。研究表明: 宽窄基坑呈现出不同的坑底隆起模式, 随着基坑宽深比的增加, 坑底最大隆起量不断增大; 基坑宽度较小时, 宽度效应对围护结构变形、内力及周边地表沉降影响较大, 当宽深比大于2时, 基坑宽度效应不再明显。

**关键词:** 基坑宽度; 强度折减; 抗隆起稳定性; 数值分析

**中图分类号:** TU43 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-7195(2020)01-0001-08

**作者简介:** 胡敏云(1970-)女, 教授, 博士, 主要从事基坑工程方面研究工作。E-mail: huminyun@zjut.edu.cn。

## Finite element analysis of the effect of foundation pit width on its stability

HU Min-yun<sup>1</sup>, GOU Chang-fei<sup>2</sup>, YAN Yu-xiang<sup>1</sup>, YUAN Zong-hao<sup>1</sup>, CHEN Juan<sup>3</sup>, YAN Zi-hai<sup>3</sup>

(1. Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China; 2. Wenzhou Mass Transit Railway Investment Group Co., Ltd., Wenzhou 325000, China; 3. Power China Huadong Engineering Corporation Ltd., Hangzhou 310012, China)

**Abstract:** In combination with a subway station excavation in Hangzhou, this paper has established a finite model with different geometric dimensions to study the effect of the width of the foundation pit on its deformation. Firstly, the finite element strength reduction method is applied to calculate the safety factor for heave-resistant stability of excavation. Based on this factor, the critical value to differentiate wide or narrow foundation pit is proposed. Secondly, the effect of the width of foundation pit on basal heaves, ground settlement, lateral deflections and internal forces of retaining walls is further investigated. Numerical results show that the wide and narrow foundation pit present different deformation pattern. As the width to depth ratio increases, the maximum heave deformation continues to increase. When the width of the foundation pit is small, the width effect has significant influence on the ground settlement, the deformation and internal forces of the retaining structure. And lastly, when the width to depth ratio is greater than 2, the width effect of the foundation pit has minimal influence on its stability.

**Keywords:** foundation pit width; strength reduction; basal stability; numerical analysis

## 0 引言

近十年来, 随着我国经济的飞速发展, 基坑开挖数量不断增多, 大量的基坑工程集中在市区, 施工场地狭小, 周围环境条件复杂; 同时, 随着城市地下铁路的快速发展, 地铁车站的修建导致工程中出现了许多宽深比较小的狭长型基坑。与普通基坑相比, 狭长型基坑一般具有更小的宽深比, 通常可形成“狭长型窄基坑”<sup>[1]</sup>, 如何对“窄”基坑的变形规律和稳定性问题进行评价, 已经成为地铁车站基坑施工和设计中面临的一个关键问题, 为此越来越多的学者开始研究基坑宽度效应对基坑变形和稳定性的影响问题。

王浩, 贾敏才等<sup>[2]</sup>针对基坑变形的尺度效应, 通过二维有限元模拟, 对宽深比不同基坑的变形规律和变形控制措施进行了研究。王成华, 鹿群等<sup>[3]</sup>针对基坑隆起破坏均为单面滑动失稳的实际情况, 推导了一种计算抗隆起稳定安全系数方法, 即临界宽度法, 并提出了对应抗隆起稳定最小安全系数的临界宽度的概念。研究宽度效应对基坑变形和稳定性的影响, 首先就要对宽窄基坑的划分进行定义。龙凡<sup>[4]</sup>认为当  $B/D \leq 2\sqrt{2}$  为窄基坑,  $B/D \geq 2\sqrt{2}(2+h/D)$  为宽基坑(其中  $B$  为基坑宽度,  $D$  为挡墙入土深度),

当基坑宽度介于二者之间时,认为基坑处于宽基坑和窄基坑之间。郑刚等<sup>[5]</sup>认为宽窄基坑的分界应该按深宽比划分,笼统地认为  $H/B=0.1$  时为宽基坑,  $H/B=1$  时为窄基坑。杜涛<sup>[6]</sup>通过有限元模拟单侧基坑,研究了单侧土压力对基坑坑底隆起的影响范围,并通过 Terzaghi 理论进行计算验证,发现单侧土体对坑底隆起的影响范围约为  $H$ ,即基坑坑底隆起互不影响的界限宽度为  $2H$ ,以此作为宽窄基坑分界依据。

在实际地铁车站基坑设计中,基坑宽度效应最为明显地体现在:由于规范在进行抗隆起稳定性验算时,不计入基坑宽度的影响,导致围护结构插入深度不合理的增加。目前基坑抗隆起稳定分析方法中有极限平衡法(规范法)、极限分析法和有限单元法。极限平衡法原理和计算公式比较简单,在工程中取得了广泛的应用,但其可考虑的影响因素十分有限,且理论上并不严谨<sup>[7-9]</sup>。相比于极限平衡法,由于极限分析法事先假定了土体运动机构场,且具有严格的塑形理论依据,当构造的运动机构场符合基坑实际变形模式时,会使计算结果更为准确,但通常不能考虑基坑开挖过程和各式各样的围护结构,导致应用受限<sup>[10-12]</sup>。另外一种常用的基坑抗隆起稳定性验算方法为基于强度折减的有限单元法<sup>[13-15]</sup>,采用强度折减法计算时,首先将土体的强度参数黏聚力  $c$  和内摩擦角的正切值  $\tan\phi$  除以折减系数,得到折减后的强度参数  $c'$  和  $\tan\phi'$ ,然后将其代入数值模型中,判断土体是否达到极限破坏状态,若未达到则逐渐加大折减系数,直至模型计算不收敛后,从而可获得特征点位移随折减系数  $F_R$  的变化曲线。当  $F_R$  较小时,节点位移增长较缓慢,当  $F_R$  增大至某个临界值时,节点位移会急剧增加,一般取两条直线延长的交点对应的折减系数作为抗隆起稳定性安全系数  $F_s$ <sup>[13]</sup>。

本文以杭州地铁三号线百家园站基坑工程为背景,建立了不同几何尺寸的有限元分析模型,通过强度折减法计算基坑抗隆起安全系数,并通过与极限平衡和极限分析理论计算公式的对比,分析讨论了基坑宽度对坑底抗隆起安全系数的影响,提出了划分宽窄基坑界限的宽深比建议值;此外还研究了不同宽深比下基坑变形规律,分析了基坑宽度对坑底隆起、地表沉降和围护墙变形、内力的影响。

## 1 有限元数值模拟验证

为验证本文有限元建模的正确性,选取杭州地

铁四号线景芳站深基坑工程实测数据进行对比<sup>[16]</sup>。该深基坑主体结构总长约 465.6 m,总宽约 20.7 m,基坑最大开挖深度为 17 m,标准段主体围护结构采用 32 m 深 800 mm 厚地下连续墙,从土层分布可知地连墙墙趾插入土层 7 粉质黏土中。详细的围护结构几何和材料参数资料见参考文献<sup>[16]</sup>,文献还给出了基坑处于不同开挖深度时围护结构的侧向变形监测数据。为模拟该实际基坑,采用 HS 模型模拟软黏土,并将土体的卸荷模量赋值给模型中的模量参数,从而反映卸荷模量区别于弹性模量的土体特征。图 1 给出了数值模拟与实测的地连墙水平位移对比结果,由图 1 可知,地连墙水平位移模拟值与实测值分布规律相似,随着开挖深度的增大地连墙水平变形增大。数值模拟与实测的最大水平位移大小和位置相近,说明本文计算方法的合理性。

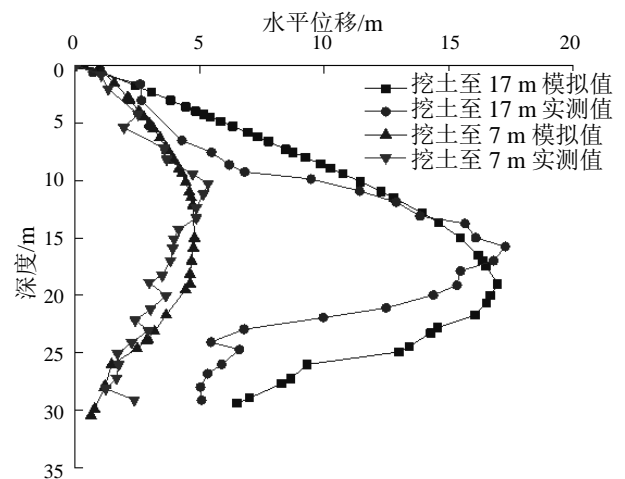


图 1 墙体水平位移计算值与实测值对比图

Figure 1 Comparison between calculated and measured values of wall horizontal displacement

## 2 抗隆起安全系数为指标的宽窄基坑划分

下文计算模型以拟建杭州地铁三号线百家园路站为背景,通过建立不同几何尺寸的有限元分析模型,分析基坑宽度效应对基坑变形和稳定性的影响,采用有限元强度折减法计算基坑抗隆起稳定性安全系数,以此为指标提出宽窄基坑的深宽比界限。

### 2.1 计算模型

本节首先介绍杭州地铁三号线百家园路站工程背景,该站位于杭州市西湖区天目山路,由于基坑长宽比较大,研究中将该基坑近似考虑为二维平面应变问题,基坑开挖宽度  $B=48$  m,主体基坑标准段深度  $H=24$  m,围护形式采用 1000 mm 地下连

续墙, 挡墙入土深度  $D=7\text{ m}$ , 施工过程采用明挖顺作法, 基坑有五道支撑距离地表分别  $0\text{ m}$ ,  $7\text{ m}$ ,  $10\text{ m}$ ,  $15\text{ m}$ ,  $20\text{ m}$ , 其中第一道和第四道为混凝土支撑, 其余为钢支撑, 混凝土的抗压刚度为  $EA=2.4\times 10^7$ , 泊松比  $\nu=0.2$ , 钢支撑的抗压刚度为  $EA=2\times 10^8$ , 泊松比  $\nu=0.3$ , 图 2 和图 3 分别给出了开挖基坑几何模型和有限元分析模型, 为研究宽度的影响, 建立了 6 种不同宽度的模型, 宽深比分别为  $B/H=0.5$ 、 $1.0$ 、 $2.0$ 、 $3.0$ 、 $5.0$ 、 $10.0$ , 即宽度分别为  $12\text{ m}$ 、 $24\text{ m}$ 、 $48\text{ m}$ 、 $72\text{ m}$ 、 $120\text{ m}$ 、 $240\text{ m}$ 。

土体采用 HS 土体硬化模型, 场地土层自上而下物理力学指标参考地勘报告, 详见表 1, HS 土体硬化模型中还包括三个刚度参数, 即割线刚度  $E_{50}^{\text{ref}}$ , 切线刚度  $E_{\text{ocd}}^{\text{ref}}$ , 卸载重加载刚度  $E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$ , 本文在计算中取值为  $E_{50}^{\text{ref}}=E_{\text{ocd}}^{\text{ref}}$ ,  $E_{\text{ur}}^{\text{ref}}=3E_{50}^{\text{ref}}$ ,  $E_{50}^{\text{ref}}$  为列于表 1 中弹性模量<sup>[17]</sup>。

### 2.2 基坑宽度变化对抗隆起安全的影响

图 4 对比三种挡墙入土深度抗隆起安全系数随基坑宽度的变化规律, 除给出本文有限元强度折减法计算结果外, 还与 Terzaghi 模式、Bjerrum & Eide 模式、Prandtl 模式 (即规范法) 的极限平衡法以及 Terzaghi 机构和 Prandtl 机构的极限分析法的计算结果进行了对比。由图 4 可以看出, 随着基坑宽度的增加, 安全系数均呈现出减小的趋势, 由于规范法 (Plandtl 平衡法) 中未考虑基坑宽度对安全系数的影响, Plandtl 平衡法计算的安全系数为一定值。虽然图 4 中安全系数计算方法不同, 但都表现出当基坑宽度  $B$  达到  $2H$  时, 安全系数均随宽度的变化不再明显, 这意味着当  $B/H > 2$  时, 基坑开挖两侧土体

间变形场的交叉影响微弱, 在基坑抗隆起计算时只需考虑一侧坑底隆起即可, 依据该特性可以得出当  $B/H$  小于 2 时为窄基坑 (需计入基坑两侧土体交叉影响), 当  $B/H$  大于 2 时为宽基坑 (忽略交叉影响)。对比不同插入比结果, 不同的围护墙插入深度下均有上述变化规律。

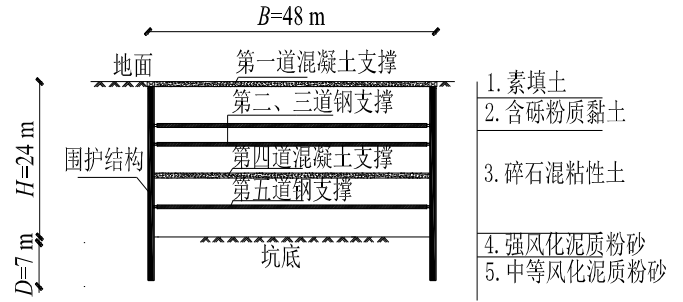


图 2 基坑几何模型

Figure 2 Geometric model of foundation pit

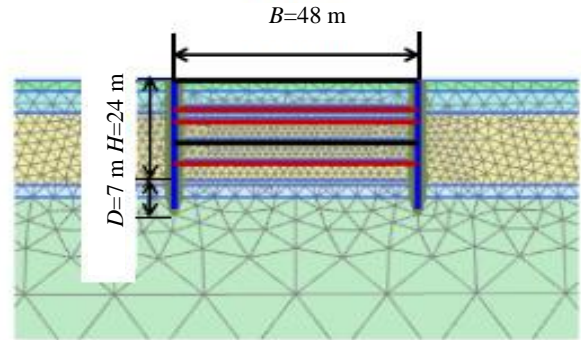


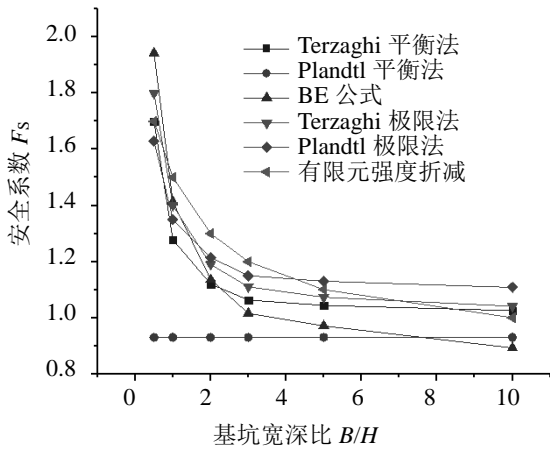
图 3 基坑网格划分

Figure 3 Meshing of foundation pit

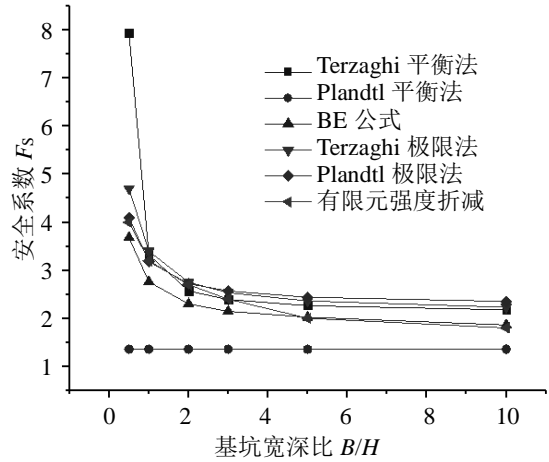
表 1 各土层物理力学参数

Table 1 Physical and mechanical parameters of each soil layer

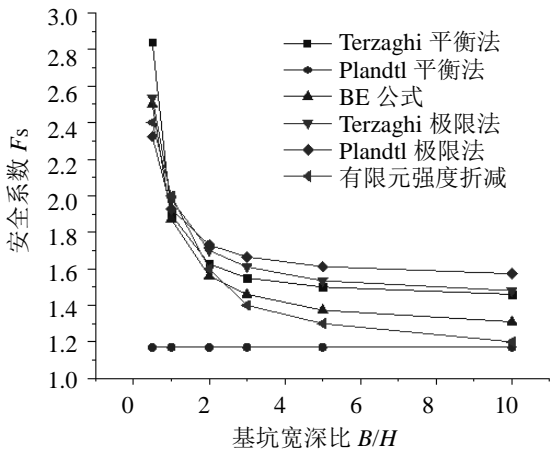
| 土层编号及名称   | 埋深 /m    | $c$ /kPa | $\varphi$ /° | 天然重度 $\gamma$ /(kN/m <sup>3</sup> ) | 泊松比 $\nu$ | 弹性模量 $E$ /MPa | 土体不排水抗剪强度 $S_u$ /kPa |
|-----------|----------|----------|--------------|-------------------------------------|-----------|---------------|----------------------|
| ①素填土      | 0~2.6    | 8        | 15           | 19.5                                | 0.36      | 31.5          | 12.6                 |
| ②含砾粉质黏土   | 2.6~7.8  | 39.6     | 20.9         | 19.8                                | 0.32      | 55.9          | 22.36                |
| ③碎石混粘性土   | 7.8~25.2 | 10       | 35           | 20.0                                | 0.28      | 195.6         | 78.24                |
| ④强风化泥质粉砂  | 25.2~28  | 80       | 22           | 20.0                                | 0.24      | 296           | 118.4                |
| ⑤中等风化泥质粉砂 | >28      | 200      | 28           | 24.8                                | 0.22      | 700.7         | 280.28               |



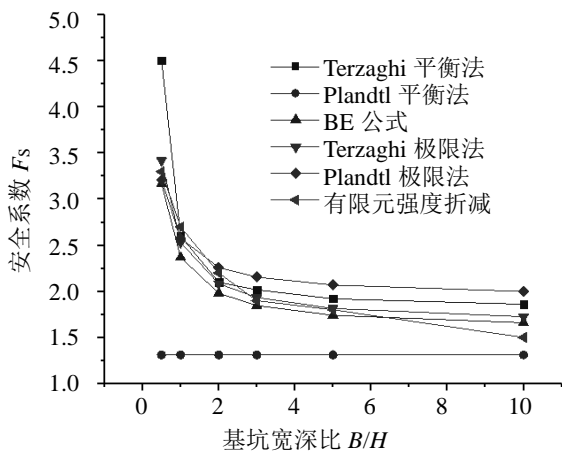
(a)  $D/H=0.25$



(d)  $D/H=1.5$



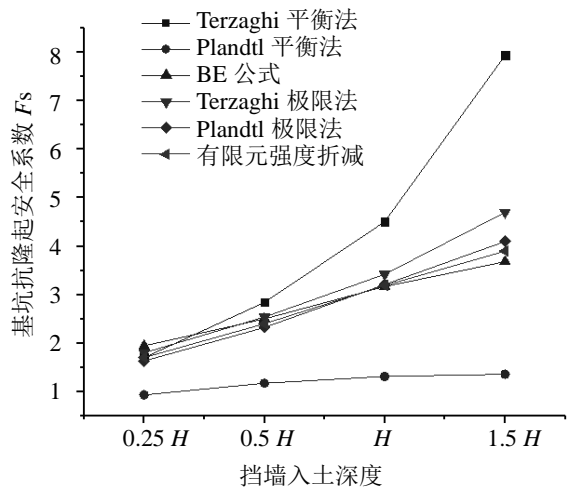
(b)  $D/H=0.5$



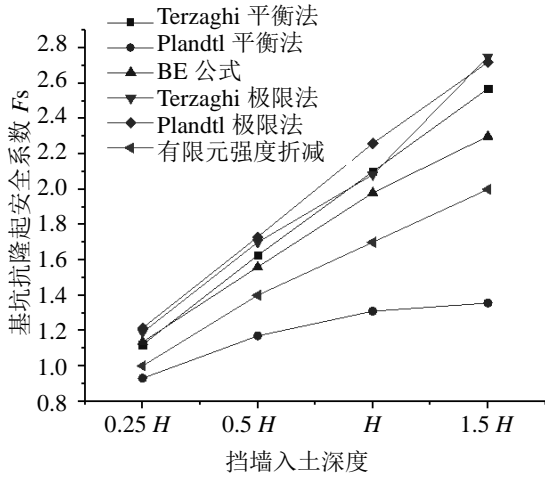
(c)  $D/H=1.0$

图4 不同基坑宽度下基坑抗隆起稳定安全系数  
Figure 4 Safety factor of basal stability under different foundation pit widths

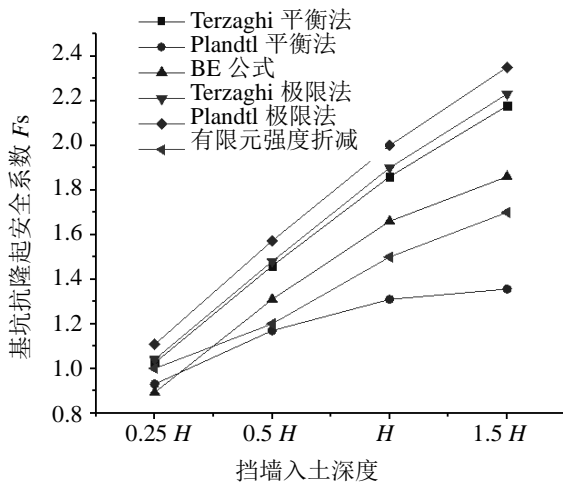
图5 比较了三种基坑宽度情况下 ( $B/H=0.5, 2, 10$ ), 挡墙入土深度变化对抗隆起安全系数的影响。可以看出, 不同宽度基坑抗隆起安全系数均随着挡墙入土深度的增大而增大。对窄基坑而言 ( $B/H=0.5$ ), 规范法 (Plandtl 平衡法) 由于未考虑宽度的影响, 因此计算安全系数最小, 导致计算结果过于保守; 极限分析法结果与有限元解法吻合较好; Terzaghi 平衡法在挡墙入土深度较小时结果有一定合理性, 但随着挡墙入土深度的加大, 误差逐渐增加, 另随着基坑宽度的增加 ( $B/H=2, 10$ ), Terzaghi 平衡法的适用性得到改善, 这是由于该方法是针对宽基坑提出的, 同时 Plandtl 平衡法也随着宽度的增加, 适用性得到了改善, 计算结果符合预期。



(a)  $B/H=0.5$



(b)  $B/H=2$



(c)  $B/H=10$

图 5 不同挡墙入土深度下基坑抗隆起安全系数  
Figure 5 Safety factor of basal stability under different retaining wall penetration depths

### 3 宽度效应对基坑变形的影响

#### 3.1 坑底隆起

以杭州地铁三号线百家园路站基坑为基本工况, 保持基坑开挖深度 24 m 不变, 通过改变基坑宽度, 使宽深比为 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 图 6 给出了不同深宽比下基坑坑底隆起曲线。由图 6 可以发现基坑坑底隆起形式可分为两类, 第一类为基坑宽度为  $0.5H \sim H$ , 为窄基坑, 坑底隆起模式为坑中心最大, 随后向两边减小, 在基坑围护墙附近没有隆起部分; 第二类为当基坑宽度超过  $2H$  时 ( $2H \sim 10H$ , 宽基坑), 基坑两边靠近围护墙侧会有一部分隆起土体, 坑中心有隆起量较小的平台端。图 7 给出了坑底最大隆起量随基坑宽度变化的曲线图, 可以发现当基坑为  $0.5H \sim 2H$  时, 基坑中心隆起值随着宽度的增大而增大, 当基坑为  $3H \sim$

$10H$  时, 基坑中心隆起值随着宽度的增加变化不大。上述规律验证了以  $B/H=2$  作为宽窄基坑的划分界限的合理性。

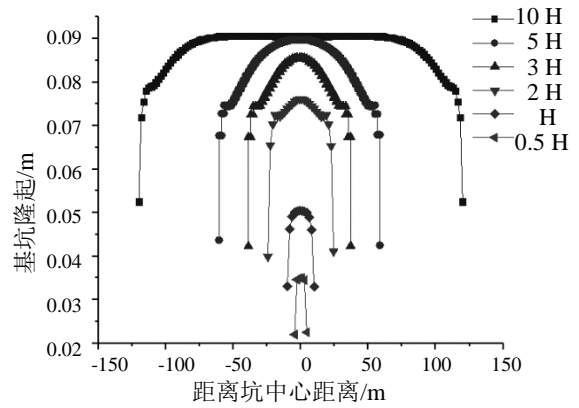


图 6 基坑宽度变化对坑底隆起影响

Figure 6 Influence of the foundation pit width on the heave of bottom soil

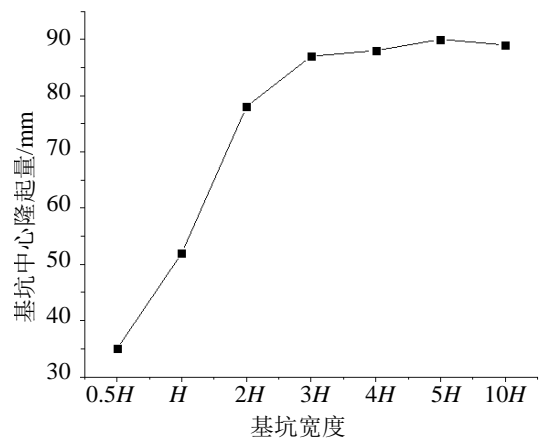


图 7 基坑隆起量和基坑宽度的关系曲线

Figure 7 Relationship curve between heave deformation and the foundation pit width

#### 3.2 围护结构水平位移

图 8 给出了宽深比对围护结构水平位移的影响。由图可知, 宽基坑围护结构最大水平位移均发生在围护墙中心附近, 而窄基坑的围护墙结构最大水平位移会往坑底偏移, 且宽度越小围护墙最大水平位移发生点越接近坑底。还可以发现, 窄基坑围护墙水平位移随着基坑宽度的增大, 位移幅度显著大于宽基坑。图 9 给出基坑围护墙中心位移随基坑宽度变化曲线, 可以发现当基坑为窄基坑时, 随着基坑宽度增大, 围护墙中心位移量增幅较大, 当基坑为宽基坑时, 随着基坑宽度的增大, 围护墙中心位移量增幅较小。

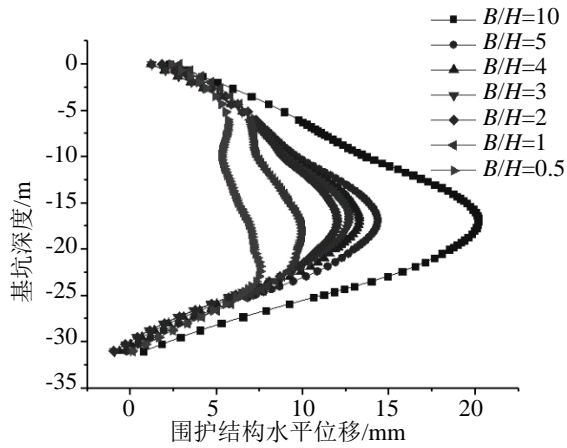


图 8 基坑宽度变化对围护结构水平位移的影响  
Figure 8 Influence of the foundation pit width on the horizontal displacement of retaining structure

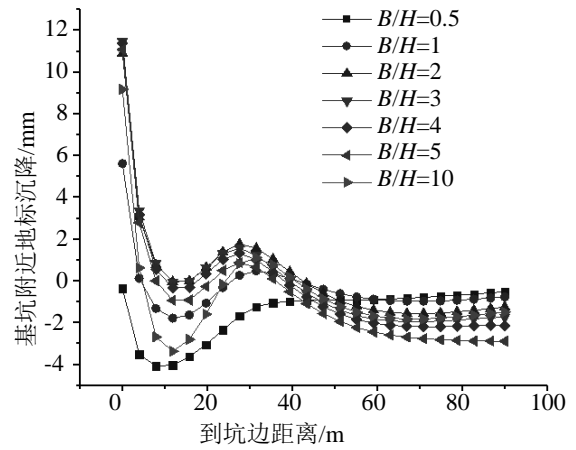


图 10 基坑宽度变化对基坑地表附近沉降影响  
Figure 10 Influence of the foundation pit width on the settlement near the surface of foundation pit

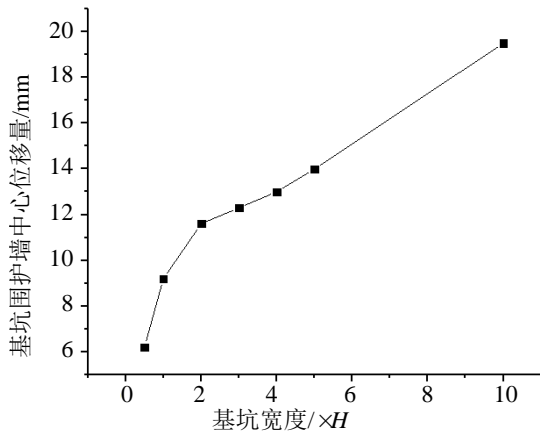


图 9 不同宽度基坑围护墙中心位移曲线  
Figure 9 Curves of center displacement of retaining walls of foundation pit with different widths

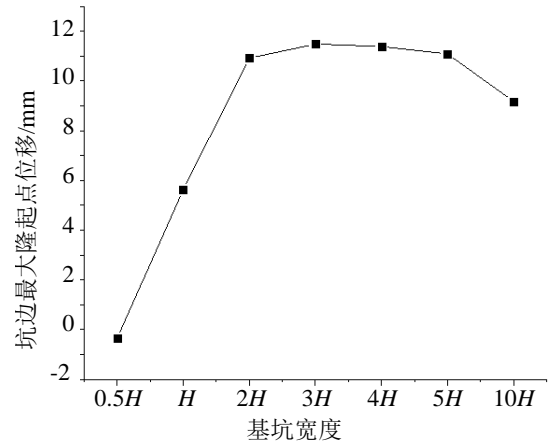


图 11 坑边最大隆起量和基坑宽度关系曲线  
Figure 11 Relationship curve between maximum heave deformation of pit side and foundation pit width

### 3.3 地表沉降

图 10 给出了基坑不同宽深比下围护墙后地表沉降曲线。可发现基坑墙后表层土体最大隆起量都发生在坑边，随后在约  $0.5H$  处发生最大沉降，并且在距离坑边大于  $2H$  时，沉降曲线趋于稳定，上述计算结果表明，基坑开挖的影响范围是有限的，其值大约为  $2H$ ，这与文献<sup>[2]</sup>中的研究结果是一致的。图 11 和图 12 为坑边最大隆起和沉降随基坑宽度变化曲线，可以发现墙后地表最大隆起量在窄基坑 ( $B/H < 2$ ) 时随基坑宽度增大而增大，宽基坑 ( $B/H > 2$ ) 时基坑宽度的变化对最大隆起量影响较小。类似地，最大地表沉降曲线表现出同样的变化规律。

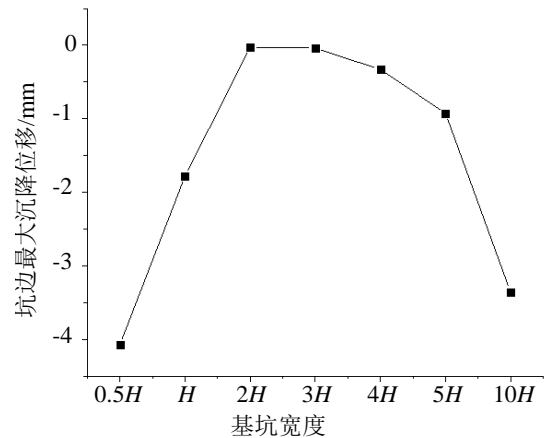


图 12 坑边最大沉降和基坑宽度的关系曲线  
Figure 12 Relationship curve between maximum settlement of pit side and foundation pit width

### 3.4 围护墙内力 (弯矩及剪力)

图 13 为不同宽深比下围护墙内力随深度的变化曲线, 可以发现, 在地面至第二道撑及基坑坑底至墙底, 围护结构弯矩随着基坑宽度的增大而减小, 在第三道支撑到第五道支撑之间围护墙弯矩随着基坑宽度的增大而增大, 同时对窄基坑而言, 基坑宽度的变化对围护墙弯矩的影响较大, 宽基坑时围护墙弯矩受宽度效应的影响明显减小, 可以忽略不计。观察图 14 可以发现基坑宽度的变化对基坑围护墙剪力的影响很小。

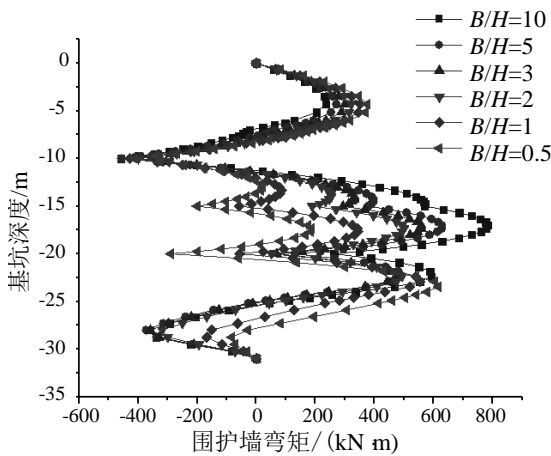


图 13 不同基坑宽度围护墙弯矩曲线

Figure 13 Curves of bending moment of retaining walls with different foundation pit width

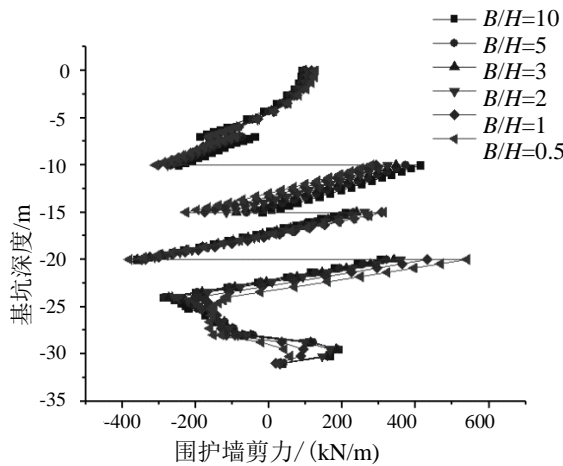


图 14 不同基坑宽度围护墙剪力曲线

Figure 14 Shear force curves of retaining walls with different width

## 4 结论与建议

本文通过有限元分析模拟了杭州地铁三号线百家园站基坑, 研究了基坑宽度变化对基坑抗隆起安全系数和变形规律的影响, 以基坑抗隆起安全系数为指标, 以  $B/H=2$  为界限将基坑划分为宽、窄基

坑 2 种, 并通过数值算例得到以下结论:

(1) 窄基坑和宽基坑的坑底隆起形式不同: 当基坑为窄基坑时, 坑底隆起模式为坑中心最大, 随后向两边减小, 在基坑围护墙附近没有隆起部分; 当基坑为宽基坑时, 基坑两边靠近围护墙侧会有一部分隆起土体, 坑中心有隆起量较小的平台段;

(2) 围护墙插入深度越大, 基坑抗隆起安全系数越大; 围护墙插入深度对宽窄基坑划分界限影响有限;

(3) 基坑宽度较小时, 宽度效应对围护结构变形、内力及周边地表沉降影响较大, 当宽深比大于 2 时, 基坑宽度效应不再明显。

### 参考文献:

- [1] 马元, 刘亚竞, 侯永茂, 王立忠, 洪义. 杭州狭长软土基坑支护侧移规律与解析预测方法研究[J]. 隧道建设, 2019, 39(11): 1797-1805.
- [2] 王浩, 贾敏才, 杨修晗. 基坑变形的尺度效应及控制措施研究[J]. 四川建筑科学研究, 2016, 42(1): 69-42.
- [3] 王成华, 鹿群, 孙鹏. 基坑抗隆起稳定分析的临界宽度法[J]. 岩土工程学报, 2006, 28(3): 69-74.
- [4] 龙凡. 考虑强度各向异性的软土基坑抗隆起稳定性上限分析[D]. 上海: 同济大学, 2007.
- [5] 郑刚, 俞丹瑶, 程雪松, 潘军. 考虑土体强度不均匀时宽窄基坑坑底抗隆起稳定研究[J]. 岩土工程学报, 2019, 41(1): 1-4.
- [6] 杜涛. 地铁窄长深基坑的变形规律及稳定性分析[D]. 北京: 北京交通大学, 2012.
- [7] Terzaghi K. Theoretical soil mechanics[M]. New York: Wiley, 1943, 6(1): 263-265.
- [8] Bjerrum L, Eide O. Stability of strutted excavation in clay[J]. Geotechnique, 1956, 7(3): 145-156.
- [9] 黄茂松, 秦会来. 基坑抗隆起稳定分析的现状与进展[J]. 岩土工程学报, 2008, 30(10): 182-186.
- [10] 秦会来, 黄茂松, 马少坤. 黏土基坑抗隆起稳定分析的多块体上限解[J]. 岩石力学与工程学报, 2010, 29(1): 73-81.
- [11] 黄茂松, 余生兵. 基坑抗隆起稳定的块体集上限分析[J]. 岩土工程学报, 2012, 34(8): 1440-1447.
- [12] Osman A S, Bolton M D. Design of braced excavations to limit ground movements[J]. Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Geotechnical Engineering, 2006, 159(3): 167-175.

- [13] H. Faheem H, Cai F, Ugai K, et al. Two-dimensional basal stability of excavations in soft soils using[J]. Computers and Geotechnics, 2003, 30(2): 141-163.
- [14] 胡安峰, 陈博浪, 应宏伟. 土体本构模型对强度折减法分析基坑整体稳定性的影响[J]. 岩土力学, 2011, 32(2): 592-597.
- [15] Do T N, Ou C Y, Lim A. Evaluation of factors of safety against basal heave for deep excavations in soft clay using the finite element method[J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 2013, 139(12): 2125-2135.
- [16] 丁智, 王达, 虞兴福, 王金艳, 蒋吉清. 杭州地铁新塘路、景芳路交叉口工程深基坑监测分析[J]. 岩土工程学报, 2013, 35(S2): 445-451.
- [17] 徐芫蕾. 基坑宽度对围护结构及周边土体性状的影响分析[D]. 杭州: 浙江大学, 2014.


**简讯**

## 2020年岩土工程西湖论坛：岩土工程地下水控制理论、技术及工程实践 (2020年10月23~25日, 杭州) (一号通知)

在广泛征求意见的基础上, 岩土工程西湖论坛(2020)的主题定为: 岩土工程地下水控制理论、技术及工程实践, 并拟定于2020年10月24~25日(23日报到)在杭州花家山庄召开。建筑工程中基坑、地下工程中隧道和边坡工程中滑坡等工程事故, 大部分都涉及到地下水, 本次会议拟开展岩土工程地下水控制的新技术、新方法、新设备、新工艺等进行交流, 旨在促进我国岩土工程技术水平不断提升, 更好地为工程建设服务。会前将围绕该主题组织有关专家学者编写专著岩土工程西湖论坛系列丛书第4册《岩土工程地下水控制理论、技术及工程实践》, 并在中国建工出版社出版。

**会议主题:** 岩土工程地下水控制理论、技术及工程实践

**专题研讨会:** 岩土工程西湖论坛(2020)

**出版专著:**

将围绕该主题组织有关专家学者编写专著岩土工程西湖论坛系列丛书第4册《岩土工程地下水控制理论、技术及工程实践》, 并在中国建工出版社出版。

**联系人:** 宋秀英

**电话:** 0571-88208775

**邮箱:** xysong2020@163.com

浙江大学滨海和城市岩土工程研究中心网址:

<http://www.zjdxyt.com>