

DOI: 10.11779/CJGE201709019

考虑三维空间效应的砌块土坡侧向土压力分析

高玉峰^{1, 2}, 朱德胜³, 张 飞^{1, 2}

(1. 河海大学岩土力学与堤坝工程教育部重点实验室, 江苏 南京 210098; 2. 江苏省岩土工程技术工程研究中心(河海大学), 江苏 南京 210098;
3. 扬州大学建筑科学与工程学院, 江苏 扬州 225127)

摘要: 在支挡结构稳定性设计中, 基于侧向土压力系数的设计方法简单易用, 一直被广泛用于实际工程中。已有侧向土压力系数主要在平面应变分析方法下计算获得, 忽略了三维空间效应的影响。基于三维边坡稳定分析方法, 采用变分法获得安全系数极值下对应的三维破坏机制, 建立考虑三维效应的砌块土坡侧向土压力计算方法, 从而揭示三维效应对砌块土坡侧向土压力大小的影响规律。提出的方法还考虑了砌块与土摩擦作用力和水平地震力的影响。给定参数值, 通过优化计算获得了不同长高比下的三维砌块土坡水平土压力系数, 以图的形式给出便于使用。从计算结果可以发现, 在地震作用下, 三维空间效应对侧向土压力的影响显著, 特别是对于垂直的支挡结构。最后结合算例, 通过与传统的平面应变下侧向土压力结果进行对比分析, 显示了考虑三维效应的土压力系数对支挡结构稳定性设计的重要性。

关键词: 侧向土压力; 砌块土坡; 三维分析; 极限平衡; 拟静力

中图分类号: TU432 文献标识码: A 文章编号: 1000-4548(2017)09-1705-06

作者简介: 高玉峰(1966-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事岩土与地震工程研究。E-mail: yfgao66@163.com。

3D effects on lateral earth pressure in block-faced soil slopes

GAO Yu-feng^{1, 2}, ZHU De-sheng³, ZHANG Fei^{1, 2}

(1. Key Laboratory of Ministry of Education for Geomechanics and Embankment Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;

2. Jiangsu Research Center for Geotechnical Engineering Technology, Hohai University, Nanjing 210098, China; 3. College of Civil
Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225127, China)

Abstract: The design of retaining structures often relies on the lateral earth pressure coefficient, and this method is widely used in practical engineering problems. The traditional approaches for calculating the lateral earth pressure coefficient are performed under plane-strain condition by ignoring the end effects posed by three-dimensional (3D) characteristics. Based on a 3D slope stability analysis, the variational limit equilibrium analysis is used to obtain the minimum factor of safety and its corresponding critical 3D failure mechanism. The object of this study is to propose a procedure for calculating the lateral earth pressure in block-faced soil slopes considering 3D effects and to investigate the 3D effects on the lateral earth pressure. The soil-facing interface friction and horizontal seismic forces are also considered. The results are presented in the form of charts that give the lateral earth pressure coefficients from an extensive parametric study in which various ratios of length to height are used. An optimization procedure is employed. It is found that the impact of seismicity is significant, especially for the vertical retaining structures. An example is also given to demonstrate the difference in the lateral earth pressures obtained from the classic earth pressure equation and 3D analyses, showing the importance of 3D effects on lateral earth pressure coefficient in retaining structures.

Key words: lateral earth pressure; block-faced soil slope; 3D analysis; limit equilibrium; pseudostatic force

0 引言

支挡结构稳定设计常采用基于侧向土压力理论的计算方法。一般都假设填土为半无限体, 在平面应变下根据经典的 Coulomb 和 Mononobe-Okabe 土压力公式进行静力与动力稳定性分析。然而, 实际工程中会遇到支挡结构长度有限的情况(即长高比在同一个量

级), 此时的土压力计算是典型的三维空间问题。已有学者考虑了空间效应对土压力的影响, 指出采用平面应变模型的土压力设计会过于保守^[1-3]。

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(41630638); 国家自然科学基金项目(51508160); 中央高校基本科研业务费专项资金项目(2017B00814)

收稿日期: 2016-05-11

作用于支挡结构的土压力问题可以等效为具有侧向外荷载的边坡稳定问题^[4]。Leshchinsky 等^[5]基于极限平衡 - 变分法对静力条件下砌块土坡的侧向土压力进行了分析, 认为砌块土坡坡度大于 70° 时采用 Coulomb 理论计算侧向土压力是合理的。而坡度小于 70° 时, Coulomb 公式会低估实际的土压力值。随后 Leshchinsky 等^[6]将其拓展到地震作用下的侧向土压力分析, 并与 Mononobe-Okabe 理论公式得到的结果进行了对比。然而以上分析都是在平面应变条件下展开的。Zhang 等^[7]基于 Leshchinsky 等^[8]提出的三维边坡转动破坏机制, 假定墙背光滑, 研究了三维空间效应的影响。本文在 Zhang 等^[7]工作的基础上, 考虑砌块与填土之间的摩擦力的影响, 建立了有限长度砌块土坡侧向土压力的计算方法, 探究三维空间效应对静力条件和地震作用下侧向土压力的影响。最后通过一个算例, 对比分析传统的 Coulomb 和 Mononobe-Okabe 解与本文的三维分析解。

1 考虑三维效应的侧向土压力系数计算

1.1 模型分析

图 1 给出了三维砌块土坡对称面上计算侧向土压力的分析模型。为与文献[5, 6]中的支挡形式保持一致, 图中的矩形单元表示维持填土稳定的堆石砌块, 堆成支挡结构。图中的 ω 表示这种堆石砌块与竖直方向的夹角, α_b 表示填土的倾角。本文将砌块土坡的侧向土压力分解为水平方向的 P_{a-h} 和竖直方向的 $P_{a-h}\tan\delta$ (δ 表示墙土摩擦角), 并且假定侧向土压力作用于 $D = H/3$ 处 (H 表示砌块土坡高度)。此外, 为了简化分析, 本文仅考虑水平方向的地震力 (即图 1 中的 $k_h W$) 以及填土为无黏性土。图 2 给出了本文所采用的三维破坏机制的一半, 该三维破坏机制由中间柱面体和两端曲面体构成。不同的长高比只会影响这两个部分所占的比例, 而滑动面的形状不会发生变化。对于该机制的详细介绍可参考文献[8, 9]。

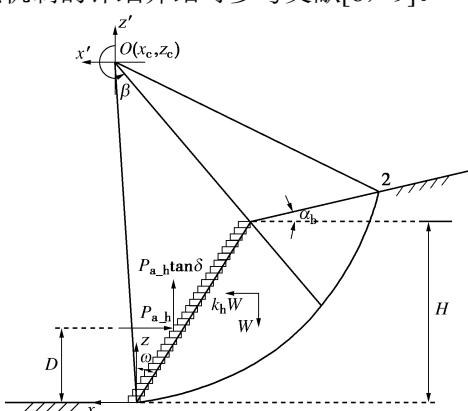


图 1 计算砌块土坡侧向土压力的分析模型

Fig. 1 Analysis model for calculating lateral earth pressure in block-faced soil slopes

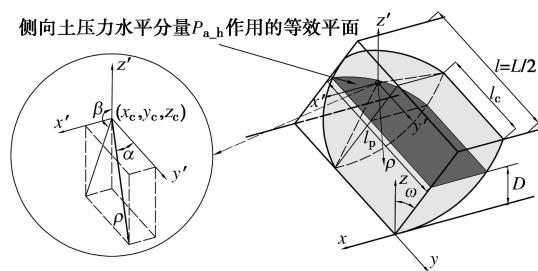


图 2 三维滑动面坐标系统 (整个滑动面的一半)

Fig. 2 3D failure surface and coordinate system for a symmetrical structure

1.2 力矩平衡方程

本文分析对象为均质的填土, 因此只需要考虑整个滑动土体的一半。根据 Leshchinsky 等^[8]提出的三维边坡破坏机制, 考虑侧向土压力和地震力时 (如图 1 所示), 该力矩平衡方程可表示为

$$M = \left(\iint_{D_1} \gamma M_1 dx dy + \iint_{D_2} \gamma M_2 dx dy \right) + \\ k_h \left(\iint_{D_1} \gamma M_{1s} dx dy + \iint_{D_2} \gamma M_{2s} dx dy \right) -$$

$$[P_{a-h}(z_c - D) + P_{a-h} \tan \delta (-x_c + D \tan \omega)] l_p = 0. \quad (1)$$

式中 γ 为土体重度; k_h 为水平地震力系数; D_1 和 D_2 分别为三维滑动面两端曲面体和中间柱面体在 $x-y$ 平面上的投影; M_1 和 M_{1s} 对应于两端曲面体, 表达式分别为

$$M_1 = [A \exp(-\psi \beta) \sin^2 \alpha \cos \beta - (Z - z_c)] \cdot \\ A \exp(-\psi \beta) \sin^2 \alpha \sin \beta, \quad (2a)$$

$$M_{1s} = \frac{1}{2} [A \exp(-\psi \beta) \sin^2 \alpha \cos \beta - (Z - z_c)] \cdot \\ [A \exp(-\psi \beta) \sin^2 \alpha \cos \beta + (Z - z_c)], \quad (2b)$$

M_2 和 M_{2s} 对应于中间柱面体, 表达式分别为

$$M_2 = [A \exp(-\psi \beta) \cos \beta - (Z - z_c)] A \exp(-\psi \beta) \sin \beta, \quad (3a)$$

$$M_{2s} = \frac{1}{2} [A \exp(-\psi \beta) \cos \beta - (Z - z_c)] \cdot \\ [A \exp(-\psi \beta) \cos \beta + (Z - z_c)], \quad (3b)$$

式中, $Z = Z(x, y)$ 表示堆石砌块表面的坐标方程。

如图 2 所示, 侧向土压力的水平分量作用于砌块的长度 l_p 表达式为

$$l_p = -A \exp(-\psi \beta_p) \sin \alpha_p \cos \alpha_p - y_c, \quad (4)$$

式中, 角度 $\alpha_p \in (\pi/2, 3\pi/4)$, 角度 $\beta_p \in (\pi/2, 3\pi/2)$ 可以由几何关系得到, 其表达式分别为

$$\tan \beta_p = \frac{x_c + D \tan \omega}{z_c - D}, \quad (5)$$

$$\sin \alpha_p = \sqrt{\frac{D - z_c}{A \exp(-\psi \beta_p) \cos \beta_p}} \quad . \quad (6)$$

为了与文献[5, 6]中平面应变分析得到结果的表达方式保持一致, 本文同样将侧向土压力的水平分量表示为一个无量纲的系数, 由式(1)可以得到

$$K_{a_h}^{3D} = \frac{P_{a_h}}{\frac{1}{2} \gamma H^2} = \frac{\frac{2}{H^2} \left[\left(\iint_{D_1} M_{12} dx dy + \iint_{D_2} M_{22} dx dy \right) + k_h \left(\iint_{D_1} M_{1s} dx dy + \iint_{D_2} M_{2s} dx dy \right) \right]}{[(z_c - D) + \tan \delta (-x_c + D \tan \omega)] l_p} \quad (7)$$

对于一个给定的问题(比如已知角度 ω , 砌块土坡长高比 L/H , 土体内摩擦角 ϕ , 水平地震力系数 k_h 等), 任意一个滑动面(由 A, x_c, y_c 和 z_c 决定)对应的 $K_{a_h}^{3D}$ 可由力矩平衡方程得到。为了搜索 $K_{a_h}^{3D}$ 的最大值和相应的最危险滑动面, 可通过一个迭代方法将 $K_{a_h}^{3D}$ 表示为

$$K_{a_h}^{3D} = \max_{(A, x_c, y_c, z_c)} f(A, x_c, y_c, z_c | \omega, \alpha_b, L/H, D/H, \phi, \delta, k_h), \quad (8)$$

式中, f 表示目标函数, 代表在所有许可的滑动面内搜索 $K_{a_h}^{3D}$ 的最大值。在迭代计算目标函数的过程中, 整个三维滑动面的最大长度不能超过砌块土坡的长度 L 。

2 结果分析

由式(8)可以得到侧向土压力三维分析的最大值和最危险滑动面。图3, 4和5分别给出了 $\omega = 0^\circ$, 20° 和 40° 的三维与二维分析侧向土压力比值。图中横坐标为砌块土坡长高比 L/H , 纵坐标为三维与二维分析侧向土压力比值 $K_r = K_{a_h}^{3D} / K_{a_h}^{2D}$, 其中 $K_{a_h}^{2D}$ 表示文献[5, 6]中得到的静力条件和地震作用下的侧向土压力平面应变解。需要注意的是, 当三维转动机制中间柱面体(如图2所示)长度趋于无穷大时, 此时的三维分析解退化为平面应变解。比值 K_r 可以反应三维空间效应对侧向土压力的影响, K_r 值越小, 说明三维空间效应越显著。当 L/H 小于一个特定值时, 迭代过程中 $K_{a_h}^{3D}$ 无法直接计算得到。故本文从数学上分析一种极限情况: 当 $L/H = 0$ 时, 支挡结构后方没有填土, 即对支挡结构没有侧向的作用力, 三维分析计算结果必须为0。因此, 本文利用插值的方法估算出原点与计算得到的最小 K_r 值之间的结果, 如图3~5中虚线所示。

从图3~5中可以看出, 在静力条件下($k_h = 0$), K_r 随着 L/H 的增大而逐渐增大, 最终趋于1。说明当

砌块土坡长高比 L/H 值较大时, 三维空间效应对侧向土压力的影响可以忽略。特别是当 $L/H \geq 5.0$ 时, 三维分析解与二维分析解之间的差值小于10%。这种情况下, 采用平面应变分析是合适的。然而, 当长高比 L/H 较小时($L/H = 1.0$), 三维分析与二维分析差值会超过40%, 说明平面应变解会过于高估 L/H 较小的砌块土坡侧向土压力。图3~5也同时给出了水平地震力系数 $k_h = 0.1, 0.2$ 和 0.3 时的结果。从图中可以看出, 三维空间效应随着 L/H 的增大而逐渐变小。对于 L/H 一定时的三维砌块土坡, 随着 k_h 的增大, K_r 逐渐变小, 说明地震作用放大了三维空间效应的影响。

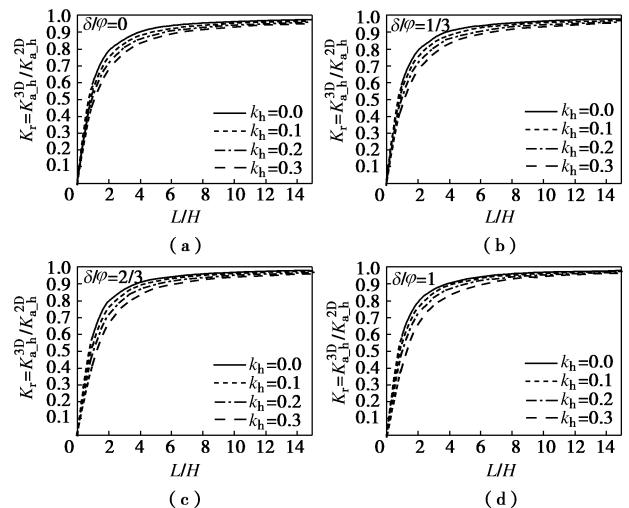


图3 三维与二维分析侧向土压力比值 ($\omega = 0^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $\alpha_b = 0^\circ$)

Fig. 3 Values of K_r for $\omega = 0^\circ$ with $\phi = 30^\circ$ and $\alpha_b = 0^\circ$

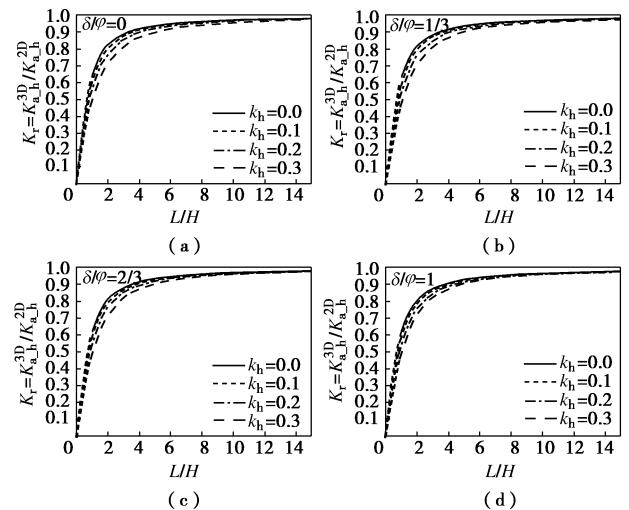


图4 三维与二维分析侧向土压力比值 ($\omega = 20^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $\alpha_b = 0^\circ$)

Fig. 4 Values of K_r for $\omega = 20^\circ$ with $\phi = 30^\circ$ and $\alpha_b = 0^\circ$

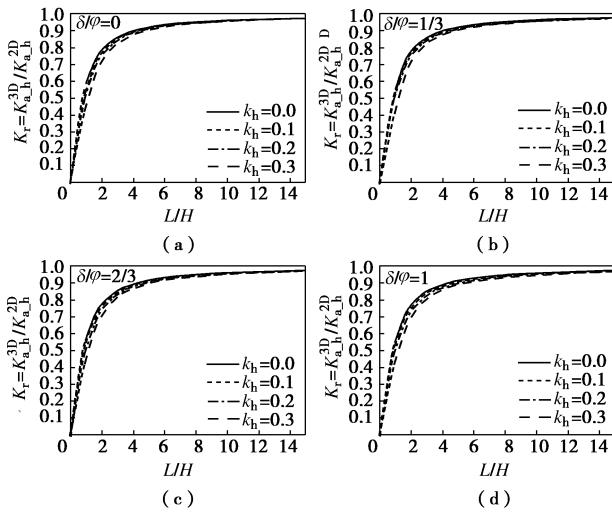


图 5 三维与二维分析侧向土压力比值 ($\omega = 40^\circ$, $\varphi = 30^\circ$, $\alpha_b = 0^\circ$)
Fig. 5 Values of K_r for $\omega = 40^\circ$ with $\varphi = 30^\circ$ and $\alpha_b = 0^\circ$

为了进一步揭示地震作用对三维砌块土坡侧向土压力的影响。图 6, 7 分别给出了 $\omega = 0^\circ$, $\varphi = 30^\circ$, $L/H = 5.0$ 和 $\omega = 40^\circ$, $\varphi = 30^\circ$, $L/H = 5.0$ 的三维最危险滑动面。从图中可以看出, 随着 k_h 的增大, 三维破坏机制中间柱面体的长度变小, 说明三维空间效应在地震作用下更为显著。对于垂直的砌块土坡 (如图 6 所示), 三维破坏机制两端曲面体长度要明显大于图 7 中两端曲面体的长度, 说明三维空间效应随着砌块土坡坡度的增加而增大, 特别是在地震作用下。另外, 也可以从图 3~5 中地震作用与静力条件下 K_r 的差值随着砌块土坡坡度的增加而增大这个规律, 得到同样的结论。

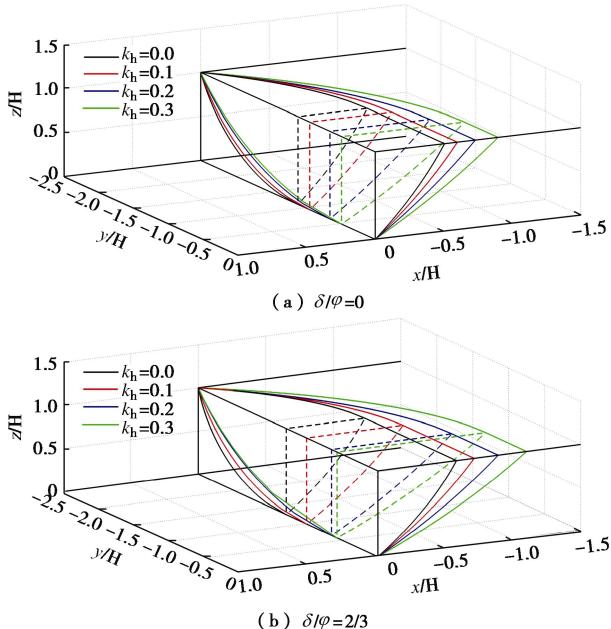


图 6 三维砌块土坡最危险滑动面 ($\omega = 0^\circ$, $\varphi = 30^\circ$, $L/H = 5.0$)
Fig. 6 Critical 3D slip surfaces for block-faced soil slopes with $\omega = 0^\circ$, $\varphi = 30^\circ$ and $L/H = 5.0$

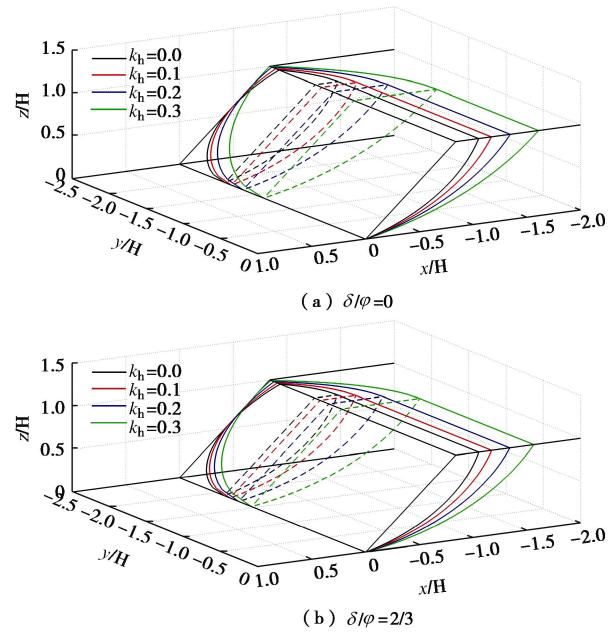


图 7 三维砌块土坡最危险滑动面 ($\omega = 40^\circ$, $\varphi = 30^\circ$, $L/H = 5.0$)
Fig. 7 Critical 3D slip surfaces for block-faced soil slopes with $\omega = 40^\circ$, $\varphi = 30^\circ$ and $L/H = 5.0$

图 8 和 9 分别给出了静力条件和地震作用下 ($k_h = 0.3$, $\varphi = 30^\circ$) 的三维砌块土坡 $K_{a,h}^{3D}$ 随 ω 的关系曲线。从图 8 中可以看出, 随着 ω 的增大, $K_{a,h}^{3D}$ 显著减小。说明侧向土压力随着三维砌块土坡坡度的变缓而变小。此外, 当 ω 小于 30° 时, $K_{a,h}^{3D}$ 随墙体摩擦角 δ 的增大而减小; 当 ω 大于 30° 时, 墙土之间的粗糙程度对侧向土压力的大小几乎没有影响。对于在地震作用下的砌块土坡 (如图 9 所示), $K_{a,h}^{3D}$ 随着 ω 的增大而减小, 这与静力条件下规律类似, 但是 $K_{a,h}^{3D}$ 的减小程度不如静力条件下明显。需要注意的是, 图 9 中存在一个 ω 的特定值 (大约 15°)。当 ω 小于这个特定值时, $K_{a,h}^{3D}$ 随墙体摩擦角 δ 的增大而减小, 这与静力条件下规律类似; 当 ω 大于这个特定值时, 墙土之间粗糙程度的增加反而增大了 $K_{a,h}^{3D}$ 值, 因此在计算地震作用下砌块土坡的侧向土压力时, 这一点需要引起注意。

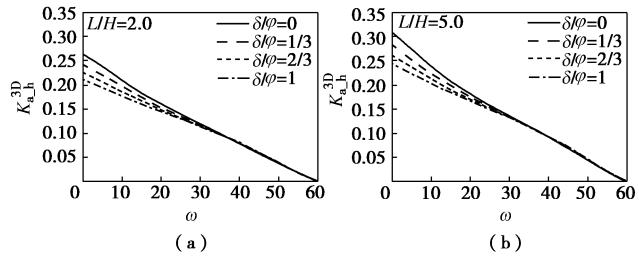


图 8 静力条件下三维砌块土坡 $K_{a,h}^{3D}$ 与 ω 的关系曲线 ($\varphi = 30^\circ$, $\alpha_b = 0^\circ$)
Fig. 8 Values of $K_{a,h}^{3D}$ for static 3D block-faced soil slopes versus ω with $\varphi = 30^\circ$ and $\alpha_b = 0^\circ$

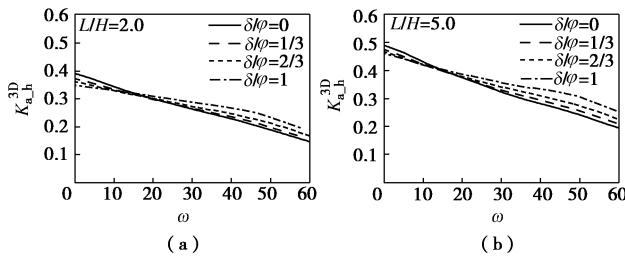


图9 地震作用下三维砌块土坡 K_{a-h}^{3D} 与 ω 的关系曲线 ($k_h = 0.3$, $\varphi = 30^\circ$, $\alpha_b = 0^\circ$)

Fig. 9 Values of K_{a-h}^{3D} for seismic 3D block-faced soil slopes versus ω with $k_h = 0.3$, $\varphi = 30^\circ$ and $\alpha_b = 0^\circ$

3 算例分析

已知垂直的砌块土坡 ($\omega = 0^\circ$), 高度 $H = 5$ m, 长度 $L = 10$ m, 填土层水平 ($\alpha_b = 0^\circ$), 土体重度 $\gamma = 20$ kN/m³, 内摩擦角 $\varphi = 30^\circ$, 墙土摩擦角 $\delta = 20^\circ$ 。计算得到 $K_{a-h}^{3D} = 0.2261$, 所以侧向土压力的水平分量 $P_{a-h} = 0.2261 (20 \times 5^2 / 2) = 56.525$ kN/m。

图 10 给出了此算例砌块土坡在静力条件和地震作用下的侧向土压力的水平分量值与不同长高比的 L/H 关系曲线, 同时也给出了采用平面应变条件下传统的 Coulomb 以及 Mononobe–Okabe 方法得到的结果。从图中可以看出, 采用传统的土压力公式会高估实际三维空间问题的土压力值, 特别是对于长高比 L/H 较小的砌块土坡。此外, 图 11 给出了此算例砌块土坡在 $\omega = 20^\circ$ 时的关系曲线。从图 11 中可以看出, 随着 ω 的增大, 传统方法得到的解与本文三维分析解的差值变小。这是因为对于垂直的砌块土坡, 传统的 Coulomb 和 Mononobe–Okabe 理论采用的直线破坏机制是最危险的。随着砌块土坡坡度的变缓, 最危险滑动面变为曲线 (对数螺旋线), 这时采用 Coulomb 和 Mononobe–Okabe 土压力公式会低估平面应变条件下的解, 导致了与三维分析解差值的变小。这也进一步说明了对于较陡的有限长度的砌块土坡, 更宜采用三维分析解评估实际的侧向土压力值。

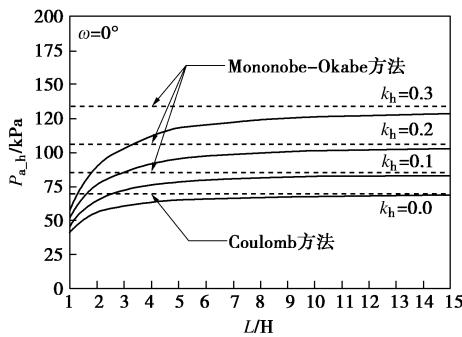


图10 砌块土坡侧向土压力的水平分量与长高比关系曲线 ($\omega = 0^\circ$)

Fig. 10 Horizontal lateral earth pressures versus L/H for block-faced soil slopes ($\omega = 0^\circ$)

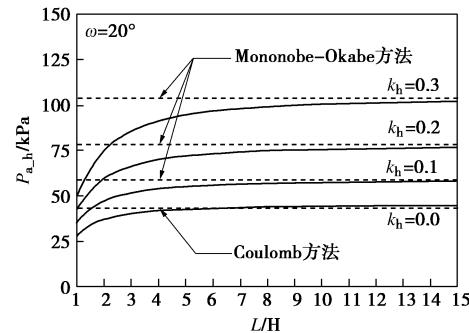


图11 砌块土坡侧向土压力的水平分量与长高比关系曲线 ($\omega = 20^\circ$)

Fig. 11 Horizontal lateral earth pressures versus L/H for block-faced soil slopes ($\omega = 20^\circ$)

4 结 论

(1) 本文基于极限平衡 – 变分法理论, 采用一种三维转动破坏机制建立了有限长度砌块土坡的侧向土压力计算方法, 同时考虑了堆石砌块与填土之间的摩擦力以及水平地震力的影响。

(2) 通过与平面应变解的对比, 发现静力条件下砌块土坡长高比 L/H 较大时 ($L/H \geq 5.0$), 采用二维分析计算侧向土压力是合适的; 然而在长高比 L/H 较小时 (比如 $L/H = 1.0$), 二维分析会高估实际侧向土压力值的 40%以上, 平面应变解过于保守, 这时需要采用三维分析计算侧向土压力。

(3) 地震作用下, 三维空间效应对砌块土坡侧向土压力的影响显著, 特别是对于垂直的砌块土坡。

参考文献:

- [1] 姚燕明, 周顺华, 孙巍, 等. 考虑空间效应和土体黏聚力的短墙土压力分析[J]. 岩土力学, 2004, 25(6): 967–970. (YAO Yan-ming, ZHOU Shun-hua, SUN Wei, et al. Earth pressure analysis on short retaining wall considering spatial effect and soil cohesion[J]. Rock and Soil Mechanics, 2004, 25(6): 967–970. (in Chinese))
- [2] 张琪昌, 李栋. 一种求解短型挡土墙主动土压力的解析方法[J]. 土木工程学报, 2015, 48(3): 79–84. (ZHANG Qi-chang, LI Dong. An analytical solution for lateral active earth pressure on short retaining structures[J]. China Civil Engineering Journal, 2015, 48(3): 79–84. (in Chinese))
- [3] 王明珉, 王桂林, 吴曙光. 地震作用下桩间挡土构件主动土压力极限分析方法[J]. 岩土工程学报, 2015, 37(12): 2301–2307. (WANG Ming-min, WANG Gui-lin, WU Shu-guang. Limit analysis method for seismic active pressure on sheets between anti-slide piles[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2015, 37(12): 2301–2307. (in Chinese))

- Engineering, 2015, **37**(12): 2301 – 2307. (in Chinese))
- [4] 陈祖煜. 土力学经典问题的极限分析上、下限解[J]. 岩土工程学报, 2002, **24**(1): 1 – 11. (CHEN Zu-yu. Limit analysis for the classic problems of soil mechanics[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2002, **24**(1): 1 – 11. (in Chinese))
- [5] LESHCHINSKY D, ZHU F. Resultant force of lateral earth pressure in block-faced soil slopes[J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 2010, **136**(12): 1655 – 1663.
- [6] LESHCHINSKY D, EBRAHIMI S, VAHEDIFARD F, et al. Extension of Mononobe-Okabe approach to block-faced soil slopes[J]. Soils and Foundations, 2012, **52**(2): 239 – 256.
- [7] ZHANG F, LESHCHINSKY D, GAO Y, LESHCHINSKY B. Required unfactored strength of geosynthetics in reinforced 3D slopes[J]. Geotextiles and Geomembranes, 2014, **42**(6): 576 – 585.
- [8] LESHCHINSKY D, BAKER R. Three-dimensional slope stability: end effects[J]. Soils and Foundations, 1986, **26**(4): 98 – 110.
- [9] LESHCHINSKY D, BAKER R, SILVER M. Three dimensional analysis of slope stability[J]. International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, 1985, **9**(3): 199 – 223.

第二届全国非饱和土与特殊土力学及工程学术研讨会成功召开

由中国土木工程学会土力学及岩土工程分会非饱和土与特殊土专业委员会主办、兰州理工大学等单位承办的“第二届全国非饱和土与特殊土力学及工程学术研讨会”于2017年7月24日—26日在兰州召开，来自全国的118个单位的610多名代表出席了会议，兰州理工大学副校长俞树荣教授、中国土木工程学会土力学及岩土工程分会副理事长谢永利教授、中国力学学会理事孔令伟研究员和非饱和土与特殊土专委会主任委员陈正汉教授在开幕式上致辞。

本届会议以“一带一路”重大工程建设中的非饱和土与特殊土的关键科学问题和工程技术问题为中心议题，共收到学术论文250篇，从中评选出143篇论文推荐到《岩土工程学报》和《岩土力学》等5个学术期刊发表，并评选出会议优秀论文20篇。为方便交流，编印了第二届全国非饱和土与特殊土力学及工程学术研讨会《论文摘要汇编》。

会议设主会场1个，分会场5个，共组织大会特邀报告41个、分会场报告82个，内容涉及非饱和土、黄土、膨胀土、膨润土、冻土、盐渍土、红黏土、人工填土的基本特性、试验研究、本构模型、数值分析及相关的基础工程、基坑工程、边坡支护、隧道、地铁、交通工程、水利水电工程等。著名治坡专家王恭先先生、王复明院士和赖远明院士分别为大会作了题为“黄土滑坡灾害及防治对策”、“层状结构反演理论及其应用”和“冻土强度准则和本构关系研究进展”的特邀报告。与会代表普遍认为，本届会议的学术报告涉及面广，内容丰富，学术水平高，体现了探索前缘、服务工程、实事求是、百花齐放的理念，发扬了理论密切联系实际的优良学风，是一次名副其实的学术盛会。

在本届会议期间，非饱和土与特殊土专委会举行了全体委员会议，历时近3个小时，主要包括七项议程。首先，本届

会议组委会主席、兰州理工大学土木学院院长周勇教授介绍了会议筹备情况；其次，专委会主任委员陈正汉教授作了专委会工作总结报告，以23页的篇幅详细介绍了近两年来（2015.7—2017.7）专委会在学术交流、制度建设和发展思路等方面所做作的工作，得到了与会委员的一致肯定；再次，会议逐条审议了专委会的新章程（共分五章三十四条），认为新章程对专委会的宗旨、性质、学术方针和各级成员职责的定位是正确的，符合与时俱进的精神和专委会的实际，体现了依法治国的方略，有助于专委会健康稳妥的发展；第四，会议讨论并通过了为把非饱和土与特殊土专委会办成“有成效、有作为、有影响、有活力、有人气”的专委会而采取的若干举措，认为规范学术会议是必要的，所提举措是积极的，将有力推动非饱和土与特殊土的理论和技术在我国的发展和普及，建议将其提交分会审议；第五，专委会成员吐故纳新，并增选朱彦鹏教授为专委会副主任委；第六，委员们对专委会的今后的工作提出了若干建议；最后，武汉大学邹维列教授介绍了承办2018年非饱和土与特殊土专题研讨会—裂隙性黏土的工程特性及其应用—的情况。这次专委会委员会议是出席人数最多、议题最多、历时最长、成效显著的专委会会议，对专委会今后的工作和发展将发挥重要作用。

26日下午17时，会议举行闭幕式，主会场座无虚席，秩序井然。10位专家向20位会议优秀论文作者颁发了证书，4位学者发表了热情洋溢的讲话，陈正汉教授作了会议总结发言，并对专委会今后的工作提出了三点建议。

总之，本届会议是一次精心策划、细心筹备，组织严密、人气旺盛、主题鲜明、学风优良、成果丰硕的学术盛会，取得了圆满成功，受到了与会者的一致好评。

（陈正汉 供稿）