

静水压力模式与动水压力模式比较分析

Comparison of Static Hydraulic Pressure and Dynamic Hydraulic Pressure

李迎新, 陈 静

Li Yingxin, Chen Jing

(深圳市岩土综合勘察设计有限公司, 广东深圳 518017)

(Shenzhen Comprehensive Geotechnical Engineering Investigation and Design Co., Ltd, Shenzhen, Guangdong, 518017, China)

摘要:比较静水压力模式与动水压力模式下地下水的作用效果,结果表明,在水平方向上,静水压力的条块合力要大于动水压力的条块合力,两者之间存在 $\cos^2\alpha$ 的倍数差别;而在垂直方向上,静水压力的条块合力要小于动水压力的条块合力,其差值大小为 $r_w S_2 \sin^2\alpha$ 。2种水压模式都是可取的,但在具体应用时,对于静水压力模式,应取快剪或不排水剪指标;对于动水压力模式,则应取用慢剪或排水剪指标。如选用的强度参数合适,2种水压力模式下计算所得的斜坡稳定性系数甚为接近。

关键词:静水压力 动水压力 强度参数

中图法分类号:P641.2;TU43

Abstract: The effects of ground water under static hydraulic pressure and dynamic hydraulic pressure are analyzed. In the horizontal direction, the stick is with joint efforts under static hydraulic pressure is greater than that under dynamic hydraulic pressure. Their difference is $\cos^2\alpha$. In the vertical direction, the stick is with joint efforts under static hydraulic pressure is less than that under dynamic hydraulic pressure. Their difference is $r_w S_2 \sin^2\alpha$. When using static hydraulic pressure, the quick shearing or un-drained shearing parameters should be adopted. When using dynamic hydraulic pressure, the slow shearing or drained shearing parameters should be adopted. In the condition of suitable intensity parameters, the slope stability coefficients are not so different under these two pressures.

Key words: static hydraulic pressure, dynamic hydraulic pressure, intensity parameters

地下水是一种重要的地质营力,它与岩土体的相互作用,极大地改变岩土体的物理、化学及力学性质,影响了边坡岩土体的稳定性^[1]。因而在进行土质边坡稳定性计算时,通常按静水压力(水土合算)和动水压力(水土分算)2种模式计入地下水的影响^[1]。前者将土体作为整体取隔离体,边界面上受水压力的作用,水压力的大小就是边界上各点的孔隙水压力值,方向垂直于边界面。后者取滑动土体中的土骨架为研究对象,孔隙中的流体作为存在于土骨架中的连续介质,分析滑动土体土骨架的力的平衡时要考虑流体与土骨架间的相互作用力,即浮力与渗透力^[1]。

本文将以规范推荐的剩余推力法为例^[2],分析

条块受静水压力与动水压力时作用效果的差别,并给出一个工程实例以说明这些差别的合理性。

1 2种水压力模式的比较

剩余推力法是条分法的一种,其假定条块间仅有剩余推力的作用,并且剩余推力的作用方向与上部条块的滑面方向一致;在滑面上,法向应力与切向应力符合莫尔-库仑准则。剩余推力法的具体原理及求解过程见文献[2]。

1.1 静水压力模式

如计静水压力,对单一条块,其所受外力包括左、右侧的静水压力 P_1 、 P_2 ,浮托力 U 及重力 W (图1)。在计算重力时,地下水为(位)以上部分取天然重度 r ,地下水为(位)以下部分取饱和重度 r_{sat} 。

将以上作用力在水平方向及垂直方向上进行

分解并合成,得水平方向上的合力

$$H = P_1 - P_2 - U \sin \theta = r_w S_2 \left(\frac{h_1 - h_2}{l} - \tan \theta \right), \quad (1)$$

垂直方向上的合力

$$V = W - U \cos \theta = S_1 r + S_2 r', \quad (2)$$

其中, r_w 为水重度; r' 为土体有效重度, $r' = r_{sat} - r_w$; 其它参数意义见图 1.

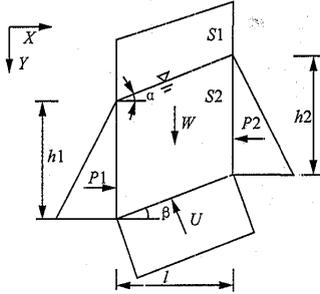


图 1 剩余推力法中单一条块受力

1.2 动水压力模式

如计动水压力,对单一条块,其所受外力包括重力 W' 和动水压力 D . 计算重力时,地下水水位以上部分取天然重度 r ,地下水为(位)以下部分取有效重度 r' . 动水压力计算表达式如下:

$$D = J \cdot r_w \cdot S_2, \quad (3)$$

式中, J 为条块内平均水力梯度,如假设渗径与地下水水面平行,则有

$$J = \frac{h_2 - h_1 + l \cdot \tan \theta}{l / \cos \alpha}. \quad (4)$$

将 W' 与 D 在水平向及垂向上进行分解并合成,得其在水平方向上的合力

$$H' = -D \cos \alpha = r_w S_2 \left(\frac{h_1 - h_2}{l} - \tan \theta \right) \cos^2 \alpha, \quad (5)$$

在垂直方向上的合力

$$V' = W' + D \sin \alpha = S_1 r + S_2 r' + r_w S_2 \sin^2 \alpha, \quad (6)$$

其中, α 为条块中地下水水面倾角.

1.3 2种水压力模式的差异

通过对比以上公式不难看出,2种水压力模式下所得条块受力计算结果有一定差别:在水平方向上,静水压力的条块合力要大于动水压力的条块合力,两者之间存在 $\cos^2 \alpha$ 的倍数差别;而在垂直方向上,静水压力的条块合力要小于动水压力的条块合力,其差值大小为 $r_w S_2 \sin^2 \alpha$.

由此可知,地下水水面倾角 α 越大,2种水压力模式下所得的条块受力计算结果差异越明显.而且,

如采用相同的强度参数进行稳定性计算,则静水压力所得的斜坡稳定性系数会小于动水压力的斜坡稳定性系数.为此,文献[3,4]也曾作过专题讨论.

本文认为,2种水压力考虑模式都是可取的,但具体应用时,应取用不同的强度参数:如采用静水压力模式,强度参数应取直剪试验的快剪指标或三轴试验的不排水剪指标;如采用动水压力模式,强度参数则应为慢剪或排水剪指标.

2 实例分析

根据上面的讨论结果,本文编制相关的计算机软件.软件能结合使用者的要求,自动选取合适的水压力模式进行斜坡稳定性计算.

本文以作揖沱崩滑堆积体为例子,分析静水压力模式与动水压力模式的差异.作揖沱崩滑堆积体位于长江巫峡下游段南岸,行政区划隶属湖北省巴东县楠木园乡.平面布置如图 2 所示.

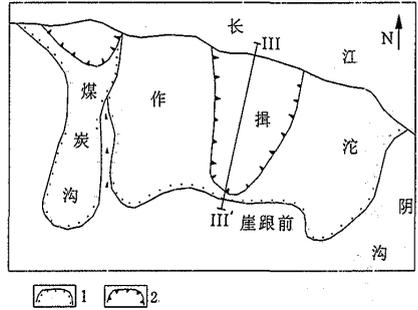


图 2 作揖沱崩滑堆积体平面布置图

1. 崩滑堆积体边界; 2. 滑坡边界

堆积体物质组成为碎块石、碎块石夹土、土夹碎块石等;根据大量的现场及室内试验,取滑带土强度参数如表 1,计算条块图如图 3[5].

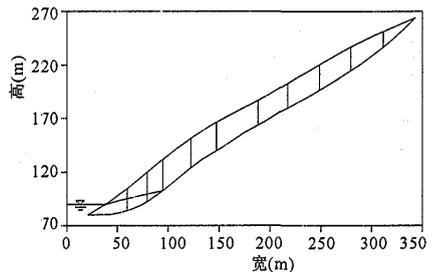


图 3 III-III'剖面计算条块

天然状态下滑体容重取 20.35 kN/m^3 , 饱水状态下滑体容重取 22.10 kN/m^3 . 得稳定性计算结果如表 2 所示.

对比表 2 计算结果可知,如采用相同的强度指标,静水压力模式下计算所得的斜坡稳定性系数要

表1 滑带土强度参数试验值

试件状态	快剪		慢剪	
	天然状态	饱和状态	天然状态	饱和状态
粘聚力(kPa)	11.0	9.0	7.0	4.0
内摩擦角(°)	31.0	27.0	35.0	32.0

表2 稳定性系数计算结果

强度参数	考虑静水压力		考虑动水压力	
	快剪指标	慢剪指标	快剪指标	慢剪指标
稳定性系数	0.94	1.02	1.03	1.13

小于动水压力模式下斜坡的稳定性系数;然而,静水压力模式下取慢剪指标,动水压力模式下取快剪指标进行稳定性计算时,两者的计算结果却甚为接近,仅相差0.01.

3 结束语

当前的斜坡稳定性分析中,对水压力的计算一般可按2种不同的模式考虑,其一是将土骨架与土骨架中的流体作为整体加以研究,视隔离体周围的水压力为静水压力,按总应力模式来考虑;其二是取土骨架为研究对象,孔隙中的流体作为存在于土骨架中的连续介质,分析土骨架的力的平衡时考虑流体与土骨架间的相互作用力,即浮力与渗透力,按有效应力的模式来计入地下水的影响.通过比较静水

压力模式和动水压力模式可知:

(1)2种水压力模式下,如采用相同的强度参数,则静水压力模式下计算所得的斜坡稳定性系数将小于动水压力模式下计算所得的斜坡稳定性系数.为使计算结果合理,取2种不同的水压力模式进行斜坡稳定性计算时,其所对应的强度参数取值也应有所不同:静水压力模式下应取用快剪或不排水剪试验所得的强度指标,动水压力模式下则应取用慢剪或排水剪试验下的强度指标.

(2)实例表明,如选用的强度参数合适,2种水压力模式下计算所得的斜坡稳定性系数甚为接近.

参考文献:

- 1 陈仲颐,周景星,王洪瑾.土力学.北京:清华大学出版社,1994.
- 2 中华人民共和国国家标准.建筑边坡工程技术规范.GB50330,2002.
- 3 毛旭熙,李吉庆,段祥宝.渗流作用下土坡圆弧滑动有限元计算.岩土工程学报,2001,23(6):746~753.
- 4 陈祖煜.关于渗流作用下土坡圆弧滑动有限元计算的讨论(1、2、3).岩土工程学报,2002,24(3):394~399.
- 5 孙福,魏道垠,万金之.岩土工程勘察设计与施工.北京:地质出版社,1998.

(责任编辑:黎贞崇)

(上接第167页)

4 结束语

目前我国工程造价相关软件行业的竞争激烈,国家信息化产业政策支持工程造价集成信息系统开发,有大约500万的工程造价、管理和技术从业人员强烈需求工程造价集成信息系统,每个项目的业主、承包商、设计方、咨询机构等都会成为工程造价集成信息系统的潜在用户,同时开发该集成信息系统的投入低,回报高,工程造价集成信息系统必将在我国工程造价领域中发挥重要的作用。

参考文献:

- 1 LubanSoft. 鲁班软件. Http://www.Lubansoft.com.

2004.9.

- 2 何玉洁.数据库基础及应用技术.北京:清华大学出版社,2002.26.
- 3 康博创作室.AutoCAD 2000 中文版使用速成.北京:清华大学出版社,1999.2.
- 4 胡道元.计算机网络实用技术指南.北京:清华大学出版社,2002.143.

(责任编辑:邓大玉 路存涛)