

冻融循环对混凝土铰接板摩擦性能的影响

孙景路¹, 刘丽佳¹, 程卫国²

(1. 黑龙江省水利科学研究院, 黑龙江 哈尔滨 150080; 2. 江苏优凝舒布洛克有限公司, 江苏 南京 210005)

摘要 用斜面摩擦仪量测混凝土铰接板与黏土接触面的摩擦特性参数。试验中, 模拟低应力条件下常温和冻融循环后混凝土铰接板防护体系的摩擦性能。结果显示, 冻融循环后受土体水分迁移等因素的影响, 摩擦角减小。

关键词 斜面摩擦仪; 混凝土铰接板; 冻融循环

中图分类号 :TU111.2+5 **文献标识码** :B **文章编号** :1006-7647(2009)S1-0239-02

混凝土铰接板是一种由缆索穿孔连接的连锁型护坡土壤侵蚀控制系统, 该系统是由一组尺寸、形状和重量一致的混凝土块体用若干根缆索相互连接在一起而形成的连锁矩阵^[1]。该结构抗冲刷能力强, 抵御高速水流及其他恶劣环境能力强, 能有效提高边坡抗水流侵蚀, 具有良好的渗透性及低温下良好的抗冻性和不易老化的特点。笔者使用自制斜面摩擦仪, 通过摩擦试验对常温及冻融循环条件下混凝土铰接板的摩擦性能进行研究, 分析冻融循环对混凝土铰接板与黏土接触面摩擦特性的影响因素。

1 试验装置及材料

1.1 斜面摩擦仪

斜面摩擦仪是一种量测低应力条件下材料接触面摩擦特性的仪器。国内外的许多研究表明, 斜面摩擦仪能量测低应力条件下的接触面剪切特性, 由于用时短、费用低, 采用斜面摩擦仪对混凝土块体系和黏土接触面的摩擦特性进行研究是比较好的选择。试验采用自行设计的斜面摩擦仪(图 1)。



图 1 斜面摩擦仪

1.2 混凝土铰接板

混凝土铰接板采用原型材料, 开孔式, 见图 2。

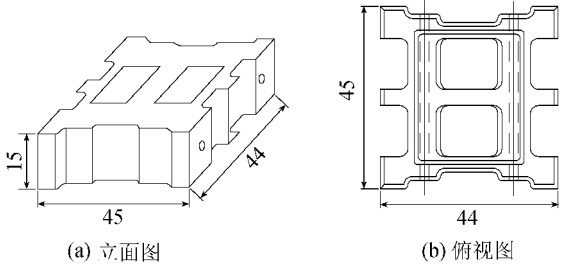


图 2 混凝土铰接板(单位: cm)

孔中填充粒径为 10~30 mm 连续粒级的石子, 通过钢绞线贯穿, 整体有效作用面积为 86 cm×82 cm。

1.3 黏土

试验用土主要物理力学指标如下: ①砂粒。粒径 0.5~0.25 mm 的质量分数为 0, 粒径 0.25~0.075 mm 的质量分数为 4.8%。②粉粒。粒径 0.075~0.05 mm 的质量分数为 76.7%, 粒径 0.05~0.01 mm 的质量分数为 12.5%, 粒径 0.01~0.005 mm 的质量分数为 0.2%。③黏粒。粒径小于 0.005 mm 的质量分数为 5.8%。④液限(ω_L)为 24.4%, 液限(ω_P)为 15.1%, 塑性指数为 9.3。⑤固结快剪。黏聚力为 15.7 kPa, 内摩擦角为 28.6°。⑥垂直渗透系数为 1.66×10^{-5} cm/s; 土为含砂低液限粉土, 填土控制干密度为 1.54 g/cm³。

1.4 传感器及数据采集

低温阶段, 通过埋设在土体中的温度传感器控制土体分层温度。土体冻透后升温至中层土体达到零度, 此时底层土体仍为冻结状态, 表层土体已经融

化,立即进行试验。试验中,整个体系滑动监测和变形值的测量与数据存储通过位移传感器及数据采集仪来实现。

2 斜面摩擦仪工作原理

斜面摩擦仪是用摩尔-库伦理论来确定接触面的黏聚力和摩擦角,如图3所示,当斜面摩擦仪的角度为 θ 时,滑块处于受力平衡状态,因此在垂直滑动面方向的正应力平衡方程^[2]为 $\sigma = (G \cos \theta) / A$,剪切力平衡方程为 $\tau = (G \sin \theta) / A$ 。其中 A 为混凝土铰接板与黏土有效接触面积。

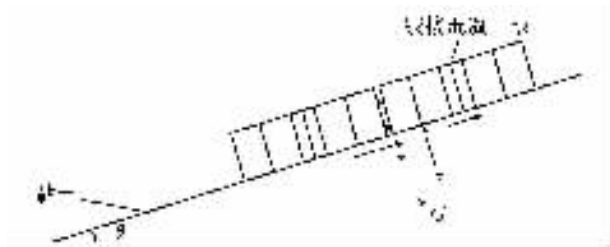


图3 斜面摩擦仪原理

线性相关方程为 $y = \tan \theta + c$,得到直线的截距就是黏聚力 c ,摩擦角正弦值为 $\tan \theta$,于是得到混凝土铰接板与黏土接触面的黏聚力和摩擦角。

3 试验步骤

使用斜面摩擦仪进行试验时,在混凝土铰接板与黏土层间铺设1层土工布反滤。荷载重心作用线保持不变,逐层递加混凝土块及石子^[3]。试验步骤为①调节斜面摩擦仪上平板水平,在其上铺设1层土工布,放置第1层混凝土块。混凝土铰接板四周用钢绞线互锁。②在上平板前方放置水平夹尺,后方放置位移传感器,监测并采集护坡体系的滑动位移。③加压开始,转动加压装置使上平板一端慢慢抬起,抬升过程连续且匀速,当混凝土铰接板发生滑动时,停止抬升,用量角器测量并记录此时的角度。

4 试验结果整理与分析

4.1 试验结果

试验结果见图4、图5。试验结果表明,常温下,摩擦角为 24° ,黏聚力为 0.798 kPa ;冻融循环后,摩擦角为 22.6° ,黏聚力为 0.539 kPa 。冻融循环前后,

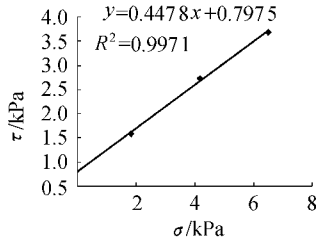


图4 常温剪切力与正应力关系曲线

土工布下土体的性状见图6。

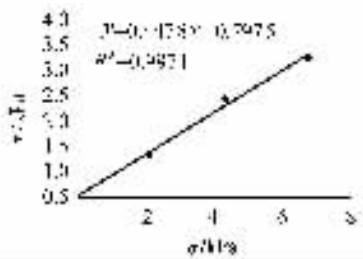


图5 冻融循环剪切力与正应力关系曲线



图6 混凝土铰接板滑动后土工布下黏土性状比较

4.2 影响分析

试验冻融过程中,土结构由于受冷生作用的影响,其物理力学性质发生变化。冻融循环后,由于冻结过程中的水分迁移,表层土体含水量大大增加,呈淤泥状,表层土体含水量的增加,土颗粒间的水膜厚度增加,土颗粒之间的分子引力变小,导致土体的黏聚力减小。冻融后土体正应力与剪切力均减小,边坡抗剪强度降低,此时较小的摩擦角也会产生滑动,发生土质的边坡失稳。

5 结 论

使用斜面摩擦仪测得常温与冻融循环后3组不同质量的混凝土铰接板与黏土之间的摩擦特性,得到以下结论①斜面摩擦仪可以测得低应力作用下混凝土铰接板与黏土接触面的摩擦角与黏聚力。②冻融循环对混凝土铰接板防护体系有较大的影响,与常温试验相比,摩擦角减小,黏聚力降低。③冻融循环后混凝土铰接板与土体间摩擦性能的降低与土冻结过程中的水分迁移有关。

因此,在寒区工程中,采用混凝土铰接板防护体系,应注意基土的冻融循环对边坡稳定性的影响并采取相应的措施

参考文献:

[1]王钊.国外土工合成材料的应用研究[M].香港:现代知识出版社,2002:298.
[2]徐超.HDPE膜界面摩擦特性的斜面摩擦仪试验研究[J].岩土工程学报,2006,28(8):989-993.
[3]李志斌.影响HDPE膜与砂土接触面摩擦特性因素的斜板试验研究[J].岩土力学,2006,27(12):2289-2293.

(收稿日期:2009-08-22 编辑:方宇彤)