

蒙自重塑膨胀土膨胀变形特性与施工控制研究

李志清¹, 李涛², 胡瑞林¹, 王立朝³, 王艳萍⁴

(1. 中国科学院地质与地球物理研究所工程地质学重点实验室, 北京 100029; 2. 北京交通大学土木建筑工程学院, 北京 100044;

3. 中国地质环境监测院, 北京 100081; 4. 中国公路工程咨询集团有限公司, 北京 100083)

摘要: 利用普通固结仪, 进行了蒙自重塑膨胀土浸水、浸盐、浸酸的膨胀变形试验, 系统研究了不同初始状态下膨胀土膨胀变形特性。利用 Does Response 模型较好地模拟了膨胀土浸水膨胀时程规律。通过膨胀土变形三元回归分析, 得出了蒙自膨胀土膨胀变形与上覆压力、初始含水率、初始干密度的定量关系。膨胀土浸盐、浸酸膨胀变形规律与浸水时相似, 但由于盐溶液的渗透压力, 使得浸盐膨胀变形率降低; 酸溶液浓度越高, 其膨胀变形率越大, 稳定时间越长。膨胀土膨胀变形规律的研究, 为工程设计、施工与边坡稳定性评价提供了重要指标。

关键词: 膨胀土; 膨胀; 变形

中图分类号: TU443

文献标识码: A

文章编号: 1000-4548(2008)12-1855-06

作者简介: 李志清(1981-), 男, 博士, 主要从事非饱和和特殊土、公路工程、岩土工程等方面的科研工作, E-mail: lizhiq-2002@sohu.com。

Expansion characteristics and construction control of remolded Mengzi expansive soil

LI Zhi-qing¹, LI Tao², HU Rui-lin¹, WANG Li-chao³, WANG Yan-ping⁴

(1. Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China; 2. School of Civil Engineering & Architecture, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China; 3. China Institute for Geo-Environmental Monitoring, Beijing 100081, China;

4. China Highway Engineering Consulting Group Company LTD, Beijing 100083, China)

Abstract: Swelling tests on remolded Mengzi expansive soil immersed with water, salt water and acid water were carried out by use of the simple consolidometers. Swelling characteristics of the expansive soil under different initial conditions were studied. The Dose Response model was used to fit the rules of swelling time interval for expansive soil immersed with water. The quantitative relationship among the swelling and over burden pressure, initial water content and initial dry density was attained by use of the ternary regression analysis. The rules of swelling for samples immersed with salt or acid water were similar to those of samples immersed with water. The swelling ratio of samples immersed with salt water was lower because of the seepage water pressure of salt water. The higher the concentration of the acid water, the higher the swelling ratio of samples and the longer the stabilization time. The important index obtained could be provided to the engineering design, construction and stability evaluation of expansive soil slopes.

Key words: expansive soil; expansion; deformation

0 引言

膨胀土吸水膨胀, 失水收缩, 往往是造成膨胀土灾害的主要原因。膨胀土发生膨胀变形, 可以分为两类: 一类为粒间膨胀, 另一类为晶格(晶层)膨胀, 即膨胀性矿物的膨胀。晶层膨胀是在水作用下或潮湿环境中, 水作为矿物组成或晶格的一部分进入矿物, 造成矿物体积显著膨胀^[1-2], 从而导致工程问题的发生。所以膨胀土中的矿物成分(如蒙脱石、伊利石等)吸水膨胀, 膨胀土颗粒、晶格间水膜变化是导致其膨胀变形的直接原因。在实际工程中无法准确地确定膨

胀土体水膜厚度的变化, 但可进行有关膨胀土的膨胀变形的测试, 进行相关参数的定量分析, 总结膨胀土的膨胀变化规律, 这对工程实践有重要的指导意义。

1 蒙自膨胀土的工程性质

蒙自位于北纬 23°20', 东经 103°23', 海拔 1309 m, 属亚热带半干旱气候区。蒙自地区全年蒸发力明显大

基金项目: 国家自然科学基金项目(40572156)

收稿日期: 2007-09-04

于全年降雨量,气候较为干燥,大气影响深度为 5.4 m,膨胀土受大气影响程度较一般地区更为强烈。蒙自膨胀土为残积类裂隙化膨胀土^[1],主要分布于蒙自—大屯断陷盆地内长垣状低丘及湖盆边缘。按土的性质及特征自地表至基岩可划分为:褐红色亚黏土、褐黄色黏土、灰白色黏土、黄色泥灰岩四层。蒙自膨胀土的黏土矿物成分中蒙脱石含量较高,一般为 22%~48%,此外含有伊利石、高岭石等。由于土层长期处于氧化环境,加上地表水的垂直渗透、淋溶、脱硅作用,使上部土层的蒙脱石逐渐蚀变为高岭石,而下部土层中蒙脱石含量却相应较高。其化学成分主要由 SiO₂、倍半氧化物(Fe₂O₃+Al₂O₃)及少量钙、镁、钾、钠氧化物等组成,物理力学指标如表 1 所示。

蒙自膨胀土与其它地区膨胀土相比,具有高含水率、高孔隙比、低密度、高塑性、强收缩等不良工程性质。其膨胀性较为不均匀,自由膨胀率一般 30%~60%,最高达 130%,属于中、强膨胀土。由于沉积方式上的不同,它们在湿度、密度、物质组成、物化性质、结构特征上明显不同,因此它们的强度和变形特性上有本质区别^[3]。由于膨胀性具不稳定性,且该地区地基湿度年变化幅度可达 8%~15%,胀缩年变化幅度超过 180 mm,对路基路面及边坡具极大膨胀形变破坏力,因此工程危害极其严重。鉴于此,对蒙自膨胀土进行了不同含水率、不同干密度、不同上覆压力条件下的浸水、浸盐和浸酸试验,研究了蒙自膨胀土膨胀变形的基本规律,为工程设计、施工与边坡稳定性评价提供了重要指标。

2 蒙自膨胀土浸水膨胀特性试验

2.1 重塑膨胀土浸水膨胀特性试验

膨胀土膨胀试验是在室内普通固结仪上完成的,分别进行了干密度为 1.5, 1.6, 1.7, 1.8 g/cm³; 含水率为 11%, 13.5%, 17%, 19.5%; 上覆压力为 0, 12.5, 25, 50, 100 kPa 的交叉对应分组试验,膨胀变形在 24 h 内达到稳定。该试验共制备 100 余个试样,历时 2 个多月。

2.2 膨胀变形时程规律

研究膨胀土膨胀变形时程规律与边坡防护密切相关,具有较大的现实意义。膨胀土吸水膨胀,其膨胀速率关系到一定时间内的强度衰减程度,影响到施工程序与施工方式。在工程实践中要尽量加强排水,控制膨胀速率,做到及时防护^[4-6]。

图 1 是含水率为 13.5%、干密度为 1.5 g/cm³ 试样的膨胀曲线,在半对数坐标系呈 S 型的变化规律。在相同干密度和含水率条件下,膨胀土膨胀变形随上覆压力的增加而变小。试样在加水的初始阶段,膨胀变形速率缓慢增长,经过短暂时间达到快速增长阶段,在加水后 2 h 内完成膨胀量的 80%~90%。膨胀速率的快慢与起始状态即初始含水率、初始干密度、初始上覆压力密切相关。将膨胀土膨胀时程规律概化为缓慢增长(凹曲线)、快速增长(斜直线)、稳定增长(平直线)三个阶段。采用药物反应(Does Response)对数模型(下式)拟合图 1 膨胀时程曲线,结果如图 2 所示。

$$\delta = \frac{A_1 - A_2}{1 + (t/t_0)^p} + A_2 \quad , \quad (1)$$

其中, A₁, A₂ 为待定参数, p 为指数, t₀ 为 50%δ 膨胀率时 t 的值。

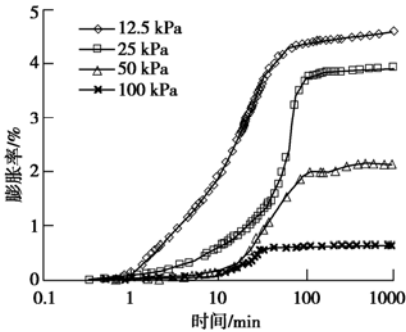


图 1 试样浸水膨胀规律

Fig. 1 Expansion rules of expansive soil immersed with water

2.3 膨胀与起始状态的关系

任何一种类型膨胀土,其膨胀量并不是恒定的,而是和土体起始状态密切相关。从反映膨胀土的胀缩本质特征来说,干密度可以反映土体中微结构土颗粒单元的平均距离,含水率可以在一定条件下反映土体

表 1 膨胀土物理力学指标

Table 1 Physical and mechanical indices of expansive soil

土样	天然含水率/%	液限/%	塑限/%	塑性指数	<0.002 mm 含量/mm	最大干密度/(g·cm ⁻³)	最佳含水率/%	自由膨胀率/%	膨胀力/kPa
红褐色	25.3	56.9	21.7	35.2	21.5	1.86	17.1	77	334.8
物质成分含量/%									
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	游离氧化铝	游离氧化铁	易溶盐	蒙脱石含量	比表面积/(m ² ·g ⁻¹)	阳离子交换量/(me(100g) ⁻¹)	
45.41	23.04	11.49	3.25	6.76	0.10	23.25	214.0	24.43	

的基质吸力状态。

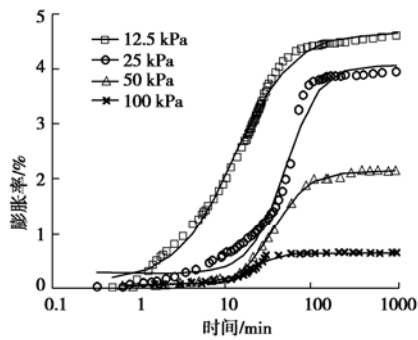


图 2 膨胀率随时间变化拟合曲线

Fig. 2 Fitting curves of swelling ratio with time

(1) 膨胀变形与干密度、含水率的相关性

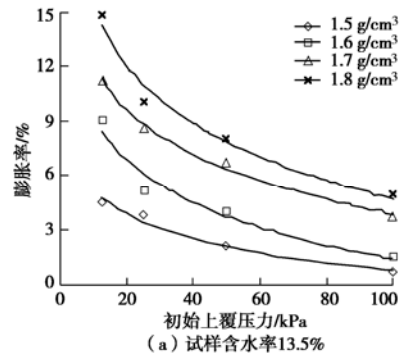
在相同上覆压力和含水率条件下, 土样干密度越大, 土样膨胀率越大。但随上覆压力的增加, 膨胀率随干密度的变化率逐渐变小, 可见在上覆压力足够大的情况下, 干密度对膨胀率的影响可以忽略。在路基填筑中, 干密度太大会造成高膨胀率变化, 干密度过小则引起路堤下沉, 强度不足, 控制在最佳干密度条件下压实才能尽量避免土体膨胀变形。在相同上覆压力和干密度条件下, 土样初始含水率越大, 浸水膨胀率越小。但随上覆压力的增加, 初始含水率对膨胀率的影响逐渐变小。在路基填筑中, 含水率越高, 则膨胀率越小, 但强度越低, 保持“高含水率、低干密度”的填筑方法并非为上策, 一般在高于最佳含水率 2%~3%, 压实到最佳干密度条件下, 可以得到最佳填筑效果。上覆压力较干密度、含水率对膨胀率的影响起到更大作用, 所以在路基工程中, 一般采取尽量增大上覆压力的方式控制膨胀土膨胀, 减少因初始含水率和干密度发生变化引起的膨胀土胀缩变形。

(2) 膨胀变形与上覆压力的相关性

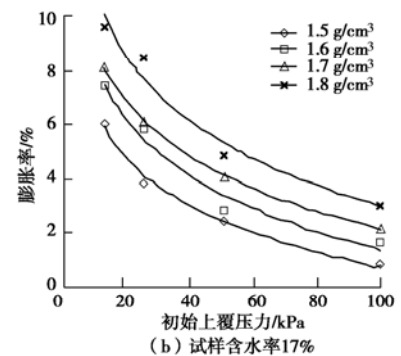
膨胀土路基或边坡, 经受一定的自重应力或附加压力的作用, 浸水后克服外部压力的阻抗表现出充分的膨胀变形。若浸水开始阶段膨胀力小于上覆压力, 则可能出现膨胀土的压密失陷, 尤其是当初始含水率较大时, 开始阶段的膨胀力小于相对较大的上覆压力, 待继续吸水后, 膨胀力逐渐增大, 还可能出现膨胀现象, 但要视与上覆压力大小比较而论。

如图 3 所示, 不同含水率、不同干密度条件下, 膨胀土随上覆压力变化的膨胀变形呈指数曲线变化。在相同上覆压力条件下, 膨胀率随初始干密度的增加而增大。同一干密度的土样膨胀率随初始上覆压力的增加而减小, 可见在路基或路堑边坡中, 膨胀土膨胀率随深度增加逐渐减小至零, 这正是边坡防护方案中, 依靠重力形式抑制膨胀土变形的理论依据。当上覆压

力增加到 50 kPa (地面以下 2.5 m 左右), 土样膨胀率明显变小。上覆压力增大, 土样中有有效应力增大, 吸力减小, 阻止了颗粒间水膜的厚度增加, 减少了水分进入, 抑制了土体膨胀。在现场监测膨胀土浸水膨胀随深度的变化规律, 确定零膨胀率分界线对膨胀土工程建设有重要意义^[8-9]。在相同上覆压力条件下, 初始含水率高的试样, 浸水膨胀率较小, 且含水率较干密度对膨胀变形更加敏感。



(a) 试样含水率13.5%



(b) 试样含水率17%

图 3 试样浸水膨胀随压力变化关系

Fig. 3 Variation of expansion with pressure for samples immersed with water

2.4 膨胀变形三元回归分析

已有研究成果表明膨胀土浸水最终膨胀率 δ 与初始上覆压力 p 、初始干密度 ρ_d 、初始含水率 w 成线性关系。采用下式对蒙自重塑膨胀土浸水试验数据进行三元线性回归拟合:

$$\delta = ap + b\rho_d + cw + d \quad (2)$$

结果为

$$\delta = -0.1422p + 21.0756\rho_d - 0.613w - 11.4945 \quad (3)$$

缪林昌 (1999) 得出南阳重塑膨胀土膨胀变形率与初始状态关系为

$$\delta = -0.056p + 9.46\rho_d - 0.42w - 1.892 \quad (4)$$

袁俊平 (2003) 得出枣阳重塑膨胀土膨胀变形率与初始状态关系为

$$\delta = 4.99\rho_d - 0.13w - 5.27 \quad (5)$$

据徐永福 (1997) 宁夏重塑膨胀土膨胀变形率试验数据, 采用式 (2) 得拟合关系为

$$\delta = -0.1151p + 14.4099\rho_d - 0.2123w - 9.4777 \quad (6)$$

各地区膨胀土浸水变形规律差异较大, 主要原因是不同地区膨胀土成因类型、矿物成分、化学特征等差异, 以及室内试样制备及仪器误差所致。膨胀土矿物成分、化学特征及成因是其浸水膨胀变形的内因, 而膨胀土起始状态是影响其变形的因素。且从膨胀变形影响程度上排序依次为初始上覆压力, 初始含水率, 初始干密度。一般说来, 上覆压力较小、初始含水率较低, 初始干密度较大, 含水率变化较大的情况下, 膨胀土的膨胀变形量较大。

3 重塑膨胀土浸盐膨胀特性试验

公路、建筑物不仅会浸水, 还可能会遇到其它液体如浸盐、浸酸等, 尤其是在盐碱地区^[8-9]。所以研究膨胀土浸盐、酸后的膨胀变形规律有一定的现实意义。谭罗荣、肖振舜等学者研究过水质变化对膨胀变形的影响, 孔隙盐溶液浓度对膨胀土膨胀变形影响的系统研究较少。笔者在室内配制了含水率为 17%, 干密度为 1.7 g/cm^3 试样, 分别在 12.5, 25, 50 kPa 压力下浸浓度为 5%, 10%, 15% NaCl 盐溶液膨胀变形试验。

图 4 为膨胀土试样浸盐膨胀变形曲线, 在 20 h 内达到稳定状态。试样浸盐后, 随初始上覆压力的增加, 膨胀率明显降低; 在相同上覆压力作用下, 随浸盐溶液浓度的增加膨胀土试样浸盐膨胀率明显降低, 稳定时间缩短, 主要原因可能是浸盐时土样吸力较小, 高浓度盐溶液控制了水分迁移方向, 土样吸水量减少。当盐溶液浓度达到一定程度, 可能会出现浸盐收缩情况。

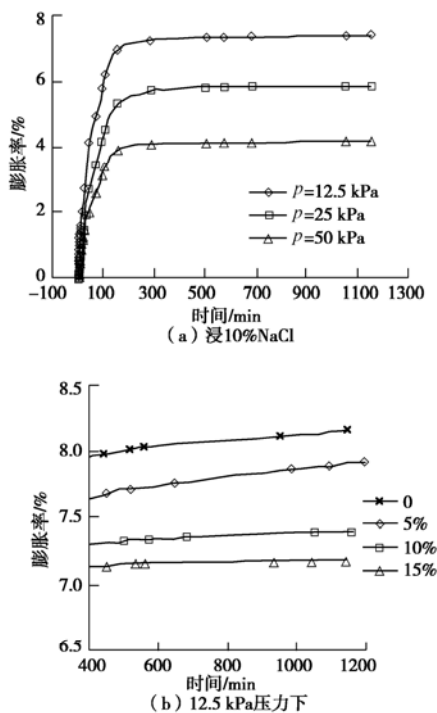


图 4 膨胀土浸盐溶液膨胀变形规律

Fig. 4 Expansion rules of samples immersed with salt water

如图 5 所示, 为相同含水率和干密度的土样在不同压力条件下, 膨胀随浸不同浓度盐溶液的膨胀率和吸水量变化曲线。随浸盐溶液浓度增加, 膨胀率呈线性减小趋势; 但吸水量基本呈线性增加趋势。随上覆压力的提高, 膨胀率的这种减小程度变得越来越不明显, 可见压力还是起到了控制性因素的作用。图中 12.5 kPa 下 15% 浓度对应吸水量点较低, 主要由于配制的试样含水率较高造成的, 可见土样初始含水率对膨胀土膨胀性能影响很大, 它会破坏膨胀与溶液浓度之间的线性关系。由图 6 可知, 在浸盐条件下膨胀土膨胀变形率依然随吸水量增加而增大, 图中浸 10% 浓度盐溶液最大膨胀率点偏离膨胀规律, 主要是由于其配制的初始含水率均高于其它点的试样含水率。这也再次说明了膨胀土初始含水率对其膨胀性状的控制作用。

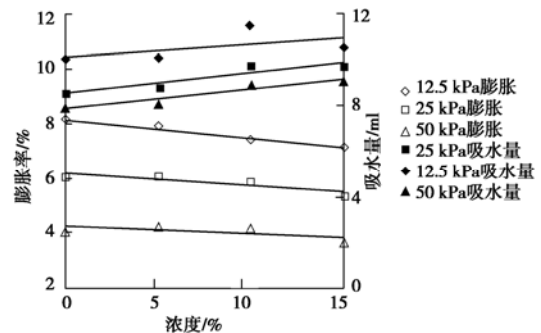


图 5 膨胀率、吸水量随浓度变化规律

Fig. 5 Variation of swelling ratio and absorbed water volume with concentration

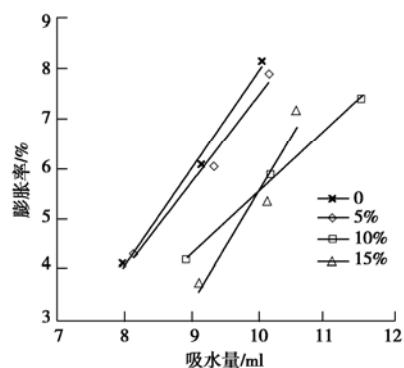


图 6 膨胀率随吸水量变化规律

Fig. 6 Variation of swelling ratio with absorbed water volume

膨胀土随浸盐溶液浓度提高, 膨胀出现下降的现象主要是溶液中粒子浓度差产生的附加渗透压力造成的^[2]。这种现象说明了蒙脱石晶体的胀缩对膨胀土的胀缩特性起着十分重要的作用, 盐溶液浓度提高对膨胀土的膨胀变形有一定的抑制作用, 这对盐碱地区膨胀土工程有重要意义。相同含水率及干密度条件下, 浸不同浓度盐溶液的膨胀土膨胀率随初始上覆压力的

增加而减小。随上覆压力的增加, 浓度对膨胀率的影响越来越小。

4 重塑膨胀土浸酸膨胀特性试验

索洛昌研究了赫瓦伦黏土和麦扩普黏土膨胀与液体介电常数的关系, 对含水率与密度相同的扰动土样进行了试验, 研究发现膨胀稳定时间在浸非极性和极性液体时差别很大^[2]。笔者制备了含水率为 13.6%, 干密度为 1.7 g/cm³ 的膨胀土试样, 在上覆压力为 12.5, 25, 50 kPa 条件下, 浸浓度分别为 5%, 10%, 20% 的 H₂SO₄ 溶液。浸酸膨胀变形时间较长, 一般在 30~100 h 内达到稳定。膨胀土浸酸后, 土中离子与酸发生相互作用产生新的物质, 这一过程不同于浸水膨胀, 浸酸时, 土样膨胀量很大, 为浸水膨胀的 1.1~5 倍(视溶液浓度和上覆荷载不同而不同), 稳定时间很长, 为浸水膨胀的 1.8~6 倍, 这种被腐蚀性介质浸湿产生新生物的膨胀叫做化学膨胀^[2]。

图 7 是膨胀土浸酸膨胀变形曲线, 在 100 h 内达到稳定状态。由图可知, 同一含水率、干密度条件下, 土样浸同一浓度酸溶液后, 试样膨胀率随上覆压力的增加而减小; 不同上覆压力下, 土样随浸酸溶液浓度的提高, 膨胀程度增强, 浓度越高, 膨胀稳定时间越长; 浸不同浓度的酸溶液, 土样随上覆压力的提高, 膨胀程度减小。图 8 表示了膨胀土浸酸膨胀随浓度的

线性变化规律, 可见虽上覆压力不同, 但膨胀变化率基本相等, 膨胀速率和上覆压力无关。图 9 表示了膨胀土浸酸膨胀随上覆压力的线性变化规律, 可见浸酸浓度越大, 上覆压力对膨胀变形的影响越显著, 这和盐溶液浓度增加, 上覆压力对膨胀的抑制作用正好相反。

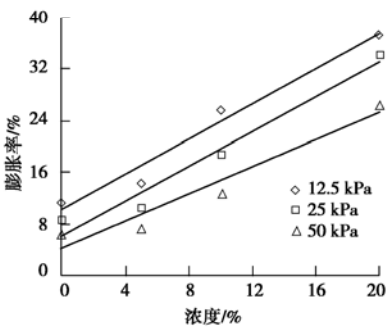


图 8 膨胀率随浓度变化规律
Fig. 8 Variation of swelling ratio with concentration

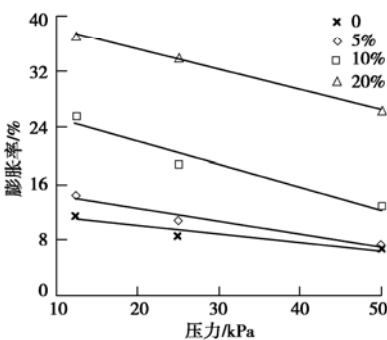


图 9 膨胀率随上覆压力变化规律
Fig. 9 Variation of swelling ratio with burden pressure

5 结 论

针对蒙自重塑膨胀土, 开展不同初始干密度、初始含水率、初始上覆压力的浸水、浸盐、浸酸的膨胀试验研究, 取得了较丰富的数据, 主要结论如下:

- (1) 可以用 Does Response 模型较好地模拟膨胀土膨胀时程规律。
- (2) 膨胀土浸水膨胀与其矿物成分、化学特征及成因等密切相关, 可以通过量测膨胀土初始状态即初始含水率、初始干密度、上覆压力与膨胀变形的关系, 研究膨胀土的变形规律, 从而指导工程施工控制。实践证明, 该方法可以较广泛地应用于膨胀土地区。
- (3) 通过膨胀土变形三元回归分析, 可以得出蒙自重膨胀土的变形规律定量关系。各地区膨胀土浸水变形规律差异较大, 主要原因是不同地区膨胀土成因类型、矿物成分、化学特征等差异, 以及室内试样制备方法 & 仪器误差所致。

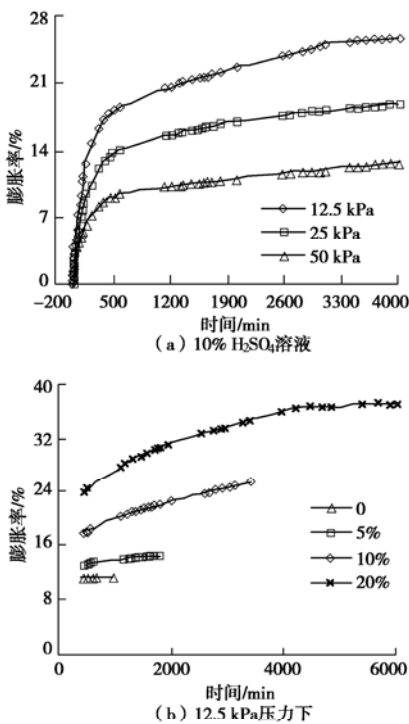


图 7 膨胀土浸酸膨胀时程规律
Fig. 7 Variation of swelling time interval of expansive soil immersed with acid water

(4) 膨胀土浸盐溶液膨胀变形规律与浸水膨胀规律相似,但由于溶液的渗透压力,使得浸盐膨胀变形率降低。

(5) 膨胀土浸酸溶液膨胀变形规律与浸水膨胀规律相似。膨胀土浸酸发生化学膨胀,溶液浓度越高,浸酸膨胀变形率越大,稳定时间越长,这对盐碱地区的膨胀土工程有重要的指导意义。

参考文献:

- [1] 曲永新, 张永双, 杨俊峰, 等. 中国膨胀性岩、土一体化工程地质分类的理论与实践[C]// 中国工程地质五十年. 北京: 地震出版社, 2000. (QU Yong-xin, ZHANG Yong-shuang, YANG Jun-feng, et al. Theory and practice of engineering geology classify of integration of expansile rock and soil of China[C]// Fifty Years of Engineering Geology of China. Beijing: Seismic Publishing House, 2000. (in Chinese))
- [2] 索洛昌 E A. 膨胀土上建筑物的设计与施工[M]. 徐祖森, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1982. (SUO Luo-chang E A. Design and construction of building on expansive soil[M]. XU Zu-sen, trans. Beijing: China Architecture and Building Press, 1982. (in Chinese))
- [3] 曲永新, 时梦熊, 徐晓岚, 等. 云南蒙自盆地热带泥灰岩风化壳的环境工程地质问题[C]// 岩体工程地质力学问题. 北京: 科学出版社, 1988: 126 - 161. (QU Yong-xin, SHI Meng-xiong, XU Xiao-lan, et al. Environment engineering geology problems of tropical marlite weathering crust for Mengzi basin in Yunnan Province[C]// Engineering Geology Mechanics Problems of Rock Mass. Beijing: Science Press, 1988: 126 - 161. (in Chinese))
- [4] 缪林昌. 非饱和膨胀土变形特性研究[D]. 南京: 河海大学, 1999. (Miao Lin-chang. Research on deformation characteristic of unsaturated expansive soil[D]. Nanjing: Hohai University, 1999. (in Chinese))
- [5] 袁俊平. 非饱和膨胀土的裂隙概化模型与边坡稳定性研究[D]. 南京: 河海大学, 2003, 10. (YUAN Jun-ping. Research on crack generalization model and stability of slope for unsaturated expansive soil[D]. Nanjing: Hohai University, 2003, 10. (in Chinese))
- [6] 徐永福. 非饱和膨胀土的结构模型和力学性质的研究[D]. 南京: 河海大学, 1997. (XU Yong-fu. Research on frame model and mechanical property of unsaturated expansive soil[D]. Nanjing: Hohai University, 1997. (in Chinese))
- [7] 孔官瑞. 膨胀土边坡稳定性试验研究与数值分析[D]. 武汉: 武汉水利水电大学, 1993. (KONG Guan-rui. Test research and numerical analysis of stability of slope for expansive soil[D]. Wuhan: Wuhan Institute of Water Resources and Electric Power, 1993. (in Chinese))
- [8] 谭罗荣, 孔令伟. 特殊岩土工程土质学[M]. 北京: 科学出版社, 2006. (TAN Luo-rong, KONG Ling-wei. Foundation soil science of especial geotechnical engineering[M]. Beijing: Science Press, 2006. (in Chinese))
- [9] 廖世文. 膨胀土与铁路工程[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1984. (LIAO Shi-wen. Expansive soil and railway engineering[M]. Beijing: China Railway Publishing House, 1984. (in Chinese))

第三届国际岩土工程防灾减灾学术研讨会 (IGS2009) 通知

由国际土力学及岩土工程协会 (ISSMFE) 支持的第三届国际岩土工程防灾减灾学术研讨会 (3rd International Geotechnical Engineering Symposium on Disaster Prevention & Reduction, IGS2009) 将于 2009 年 7 月 22~25 日在哈尔滨工业大学举行!

大会由哈尔滨大学主办。会议议题包括: 地震、海啸、台风、火山、水灾、低温等有关的岩土工程灾害防治; 建筑、铁路、公路、管线、桥梁、隧道、机场、地铁、水利等工程领域的岩土工程问题; 寒区、山区、近海区等特殊区域岩土工程问题; 垃圾填埋场、工业放射性废物填埋场、油气层污染等环境岩土工程问题。

研讨会欢迎来自国内外岩土工程界科研、教育、工程实践领域的论文。会议语言为英语, 摘要提交截止日期为 2008 年 12 月 31 日, 全文提交截止日期为 2009 年 3 月 31 日。接收论文、摘要的邮箱为 IGS2009@163.com。

所有经学术委员会审查录用的论文将正式出版, 与会者将在会议报到时领取到会议文集和 CD-ROM。

更多详情请访问 <http://igs2009.hit.edu.cn>, 或咨询 IGS2009@163.com。

(大会组委会 供稿)