

冻融循环条件下罗布泊天然盐渍土的盐冻胀规律研究

慈军^{1,2}, 张远芳¹, 那姝姝²

(1. 新疆农业大学水利与土木工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830052;

2. 新疆华宇建科工程勘察设计有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要:以罗布泊湖积平原区的盐渍土为研究对象,分别从影响盐渍土盐冻胀的各因素-冻融循环次数、干密度、含水率等方面进行试验研究。结果表明:含水率为10%、13%的土样在第3次冻融循环时有最大的盐-冻胀增量;含水率为16%的土样则在第6次冻融时表现出盐-冻胀增量峰值。不同含水率、不同干密度的土样经多次冻融循环作用,土样的累加盐冻胀力随冻融循环次数的增加而递增;相同干密度情况下,土样的含水率为最优含水率时,其累加盐-冻胀力达到峰值;当土样含水率较小时,土样的累加盐-冻胀力随含水率的增大而增加;当含水率超出土样的最优含水率后,随含水率的增大其累加盐-冻胀力减小。

关键词:湖积平原区;盐渍土;冻融循环;盐冻胀;罗布泊

中图分类号:TU448

文献标识码:A

文章编号:1672-643X(2016)05-0194-04

Law of salt expansion of Lop Nor's nature saline soil under condition of freeze - thaw cycle

CI Jun^{1,2}, ZHANG Yuanfang¹, NA Shushu²

(1. College of Hydraulic and Civil Engineering, Xinjiang Agriculture University, Urumqi 830052, China;

2. Xinjiang Huayu Architectural Science Engineering Survey and Design Co., Ltd., Urumqi 830011, China)

Abstract: Taking the saline soil in Lacustrine plain of Lop Nor as the research object, the paper carried out experiment on impact of different factors on salt expansion such as times of freeze - thaw cycle, dry density and water content. The results showed that when the water content of saline soil is 10% and 13%, the salt expansion increment appears peak value in the third cycle; and when the water content of saline soil is 16%, the increment peak of salt expansion appears in the sixth time of freeze - thaw cycle. When the sample in different water contents and dry densities are effected by many times of freeze - thaw cycle, the salt expansion force shows the increase trend with the increase of times of freeze - thaw cycle. Under condition of the same dry density, the salt expansion force reaches the peak value when the water content of sample is the optimal water content. When the water content of saline soil is less than the optimal water content, the salt expansion force increases with the increase of water content; when the water content is larger than the optimal water content; the salt expansion force reduces with the increase of water content.

Key words: lacustrine plain; saline soil; freeze - thaw cycle; salt expansion; Lop Nor

1 研究背景

新疆盐渍土面积达 $15\ 183 \times 10^4\ \text{km}^2$, 约占全国盐渍土总面积的 1/3 和新疆土地面积的 6.6%^[1]。盐渍土具有特殊的环境敏感性,其工程性质随水、热环境而异。盐渍土作为工程地基土的主要病害表现

为各类建筑、道路工程的基础冻胀、路基翻浆、盐胀及再生盐渍化、边坡失稳、地下金属管线及工程基础材料腐蚀等病害^[2],从而严重影响了各类工程的稳定性和耐久性。在罗布泊湖积平原区,分布有含大量硫酸钠的盐渍土,硫酸钠在温度较低的情况下会转化成芒硝晶体,体积增加 3.18 倍,盐渍土中硫酸

收稿日期:2016-05-11; 修回日期:2016-06-08

基金项目:国家自然科学基金项目(41262012);新疆维吾尔自治区高校科研基金重点项目(XJEDU2010121)

作者简介:慈军(1977-),男,河北阜城人,硕士,讲师,研究方向:岩土工程。

钠的存在使盐渍土表现出较强的盐胀特性^[3-9];随着新疆各类建筑、道桥和水利工程的不断发展,盐渍土地基产生的盐冻胀等工程问题日趋严重,因此,为了预防盐渍土对建筑物可能产生的盐-冻胀危害^[10-11],就需要对沿线盐渍土的盐冻胀规律进行研究,以便为今后相关区域的工程建设提供设计参考依据。

2 材料与方法

2.1 材料

试验研究对象选取罗布泊湖积平原区天然盐渍土,取土深度约0.5~1.0 m。盐渍土含盐量约5.7%,盐渍土的类型以粉土为主,粒径较均匀,研究土样的含水率取以下3种,即10%、13%和16%,最优含水量约为13.0%。干密度选择1.46、1.56和1.66 g/cm³。

2.2 试验方法

选取典型风干代表土样加无离子水充分拌匀后密封24 h,待试样与水充分混合均匀后,采用击样法将试样制成所需的试样后进行冻融循环下的盐冻胀试验^[12-13]。每个土样的冻融循环次数均为7次循环,每个循环周期设为48 h(冻24 h,融24 h)。考虑当地平均最低气温,选择-20℃为试验最低冻结温度。试验考虑在不同含水率和不同干密度条件下,研究盐渍土的盐-冻胀规律。

3 冻融循环条件下盐渍土的盐-冻胀增量规律

3.1 不同初始含水率下累加盐-冻胀增量与冻融循环次数的关系

在不同的含水率条件下随冻融循环次数的增加,土样的盐-冻胀增量的变化规律见图1、图2、图3。

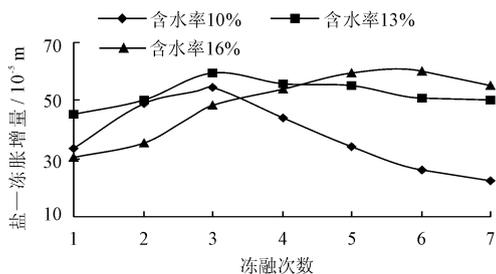


图1 干密度为1.46 g/cm³时不同含水率土样的盐-冻胀增量与冻融次数的关系

从图1~图3可以看出,不同干密度时各含水率土样的盐-冻胀增量规律基本一致。含水率为

10%和13%的土样,其盐-冻胀增量均在第3次冻融循环时表现出最大的盐-冻胀增量,而含水率为16%的土样则在第6次冻融循环时达到最大的盐-冻胀增量。

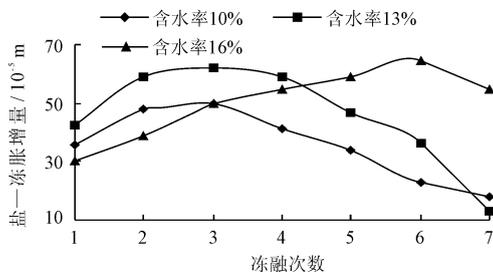


图2 干密度为1.56 g/cm³时不同含水率土样的盐-冻胀增量与冻融次数的关系

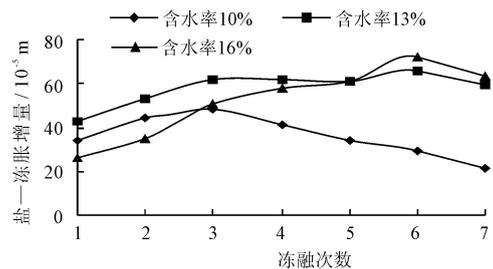


图3 干密度为1.66 g/cm³时不同含水率土样的盐-冻胀增量与冻融次数的关系

3.2 不同初始干密度下累加盐-冻胀增量与冻融循环次数的关系

不同干密度土样的盐-冻胀增量随冻融循环次数变化的规律见图4、图5、图6,从图中可以看出,在同一含水率条件下,不同干密度的土样经冻融循环后盐-冻胀增量规律基本相同,且盐-冻胀增量相差不大;相同含水率不同干密度的土样,盐-冻胀增量相差很小,相同干密度不同含水率的土样,盐-冻胀增量相差较大,这说明土样的含水率比干密度更能影响土样在冻融时的盐-冻胀增量,含水率为影响盐-冻胀增量的主要因素。

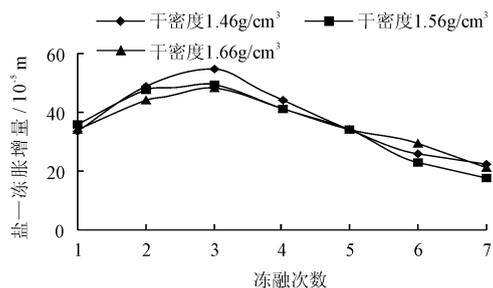


图4 含水率为10%时不同干密度土样的盐-冻胀增量与冻融次数的关系

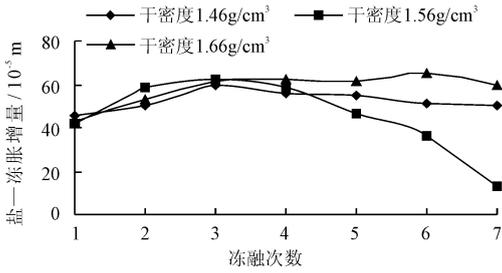


图5 含水率为13%时不同干密度土样的盐-冻胀增量与冻融次数的关系

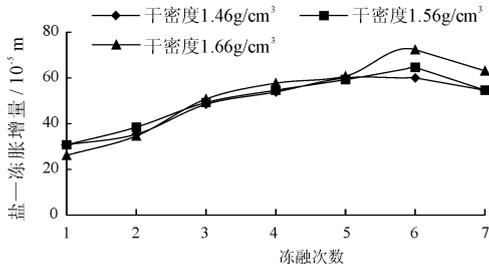


图6 含水率为16%时不同干密度土样的盐-冻胀增量与冻融次数的关系

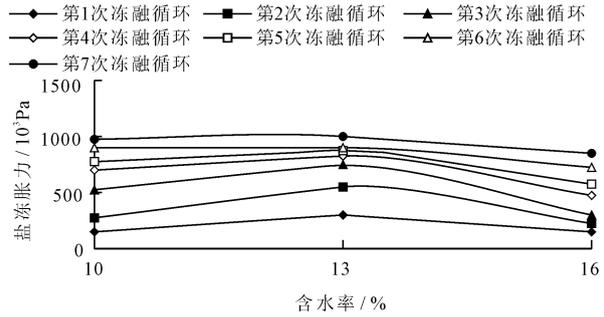


图8 干密度为1.56g/cm³时不同含水率土样的累加盐-冻胀力与冻融次数的关系

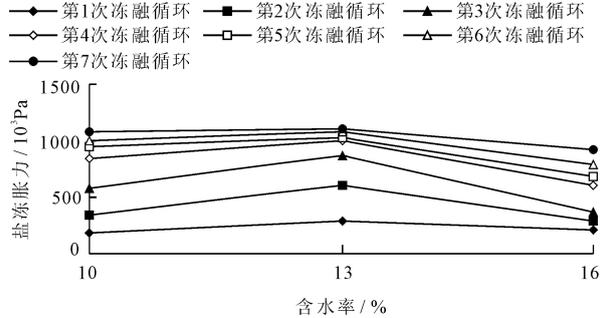


图9 干密度为1.66g/cm³时不同含水率土样的累加盐-冻胀力与冻融次数的关系

4 冻融循环条件下盐渍土的累加盐-冻胀力规律

4.1 不同初始含水率下累加盐-冻胀力与冻融循环次数的关系

不同含水率土样的累加盐-冻胀力与冻融次数的关系见图7、图8、图9,从图中可以看出,土样在相同干密度条件下,随着土样含水率的变化其累加盐-冻胀力呈现出抛物线的变化规律。当土样的含水率小于最优含水率(13%)时,土样的累加盐-冻胀力随含水率的增大而增加;当土样的含水率大于最优含水率(13%)时,随含水率的增多土样的累加盐-冻胀力减小;当含水率在最优含水率附近时土样往往可达到最大累加盐-冻胀力。

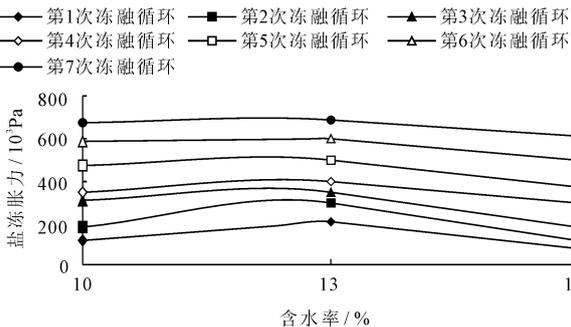


图7 干密度为1.46g/cm³时不同含水率土样的累加盐-冻胀力与冻融次数的关系

4.2 不同初始干密度下累加盐-冻胀力与冻融循环次数的关系

不同干密度的土样,其累加盐-冻胀力随冻融次数变化的规律见图10、图11、图12。

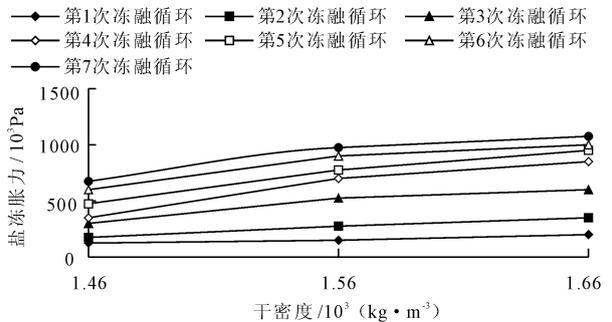


图10 含水率为10%时不同干密度土样的累加盐-冻胀力与冻融次数的关系

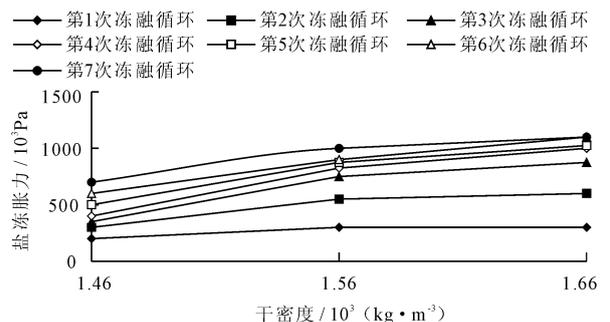


图11 含水率为13%时不同干密度土样的累加盐-冻胀力与冻融次数的关系

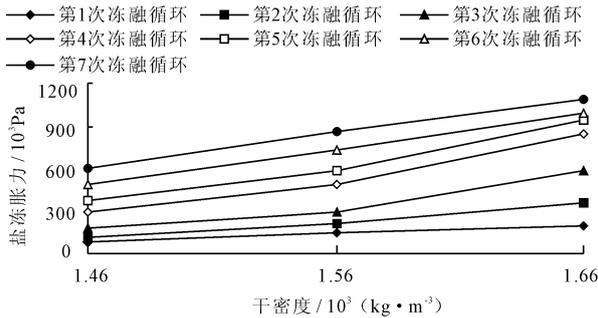


图12 含水率为16%时不同干密度土样的累加盐-冻胀力与冻融次数的关系

从图10~12可以看出,不同含水率的土样累加盐-冻胀力均随干密度的增加而增大,同一土样的累加盐-冻胀力随冻融次数的增大而增大。

5 结论

(1)含水率为10%、13%的土样在第3次冻融循环时有最大的盐-冻胀增量;含水率为16%的土样则在第6次冻融时表现出盐-冻胀增量峰值。

(2)相同含水率条件下,土样的累加盐-冻胀力随干密度的增大而增大。

(3)在冻融循环过程中,试样的累加盐-冻胀力随冻融次数的递增逐渐增大。

(4)相同干密度情况下,土样的含水率为最优含水率时,其累加盐-冻胀力达到峰值。当土样含水率较小时,土样的累加盐-冻胀力随含水率的增大而增加;当含水率超出土样的最优含水率后,随含水率的增大其累加盐-冻胀力减小。

(5)含水率比干密度更能影响土样的盐-冻胀,含水率为影响土样盐-冻胀的主要因素。

参考文献:

- [1] 刘洪蓬. 罗布泊“大耳朵”地区地貌类型与盐分分布关系的研究[D]. 新疆:新疆农业大学,2011:9-10.
- [2] 慈军,张远芳,刘亮,等. 新疆哈密至罗布泊沿线盐渍土特征及其灾害探析[J]. 中国地质灾害与防治学报,2012,23(3):120-124.
- [3] 慈军,张远芳,那妹妹. 冻融循环条件下罗布泊天然盐渍土的盐胀融沉规律研究[J]. 水利水电技术,2014,45(7):120-123.
- [4] 苒亮. 硫酸盐渍土地区路基路面盐胀特性的室内大型试槽试验研究[D]. 西安:长安大学,2010:25-26.
- [5] 董晓明,谢永利,李天华,等. 粗粒硫酸盐渍土盐胀特性[J]. 南水北调与水利科技,2011,9(1):40-43.
- [6] 张莎莎,谢永利,杨晓华,等. 典型天然粗粒盐渍土盐胀微观机制分析[J]. 岩土力学,2010,31(1):123-127.
- [7] 包卫星,杨晓华,谢永利. 典型天然盐渍土多次冻融循环盐胀试验研究[J]. 岩土工程学报,2006,28(11):1992-1995.
- [8] 顾强康,吴爱红,李宁. 硫酸盐渍土的盐胀特性试验研究[J]. 西安理工大学学报,2009,25(3):283-287.
- [9] 包卫星,李志农. 喀什地区不同盐渍土冻融变形特性试验[J]. 长安大学学报(自然科学版),2008,28(2):26-30.
- [10] 王小生,章洪庆,薛明,等. 盐渍土地区道路病害与防治[J]. 同济大学学报,2003,31(10):1178-1182.
- [11] 包卫星,张洪萍. 新疆盐渍土的盐胀特性及其病害防治[J]. 山西建筑,2005,31(4):44-45.
- [12] 交通部公路科学研究院. JTG E40-2007. 公路土工试验规程[S]. 北京:人民交通出版社,2007.
- [13] 那妹妹,张远芳,慈军,等. 罗布泊强氯盐渍土溶陷性试验研究[J]. 新疆农业大学学报,2012,35(2):149-151.