

考虑温度效应的冻结膨胀土统计损伤模型

Statistical damage model of frozen expansive soil considering temperature effect

李新宇^{1,2,3} 凌贤长^{1,2,3} 曲娜¹

LI Xinyu^{1,2,3} LING Xianzhang^{1,2,3} QU Na^{1,2,3}

(1. 哈尔滨工业大学 土木工程学院, 黑龙江哈尔滨 150090; 2. 黑龙江省寒技术区轨道交通工程研究中心, 黑龙江哈尔滨 150090; 3. 哈尔滨工业大学 重庆研究院, 重庆 401135)

(School of Civil Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang 150090, China; 2. Heilongjiang Research Center for Rail Transit Engineering in Cold Regions, Harbin, Heilongjiang 150090, China; 3. Chongqing Research Institute, Harbin Institute of Technology, Chongqing 401135, China)

摘要: 为研究高寒深季节冻土区膨胀土的低温力学特性,以佳木斯弱膨胀土为试验对象,开展考虑试验温度、含水率和冻融循环次数影响的低围压固结不排水剪切试验,重点研究考虑温度影响的冻结膨胀土本构关系、体变特性、强度特性以及弹性模量的变化规律。试验结果表明:随着试验温度降低,冻结膨胀土的偏应力-轴应变曲线类型由硬化型逐渐向软化型改变;含水率降低亦有着同样的效果;试验温度降低会弱化围压对于冻结膨胀土试样峰值应力的影响;冻融循环作用会加剧软化效应,同时促进了围压对试样的敏感度;试验温度在已冻结区温度范围内时冻结膨胀土剪切过程可依次分为四个阶段:弹性阶段、塑性剪缩阶段、塑性剪胀阶段和破坏阶段;冻结膨胀土静强度随温度的降低而增加;冻结膨胀土的弹性模量随试验温度的降低而线性增大。参考 Drucker-Prager 强度准则,基于连续损伤理论以及 Weibull 分布理论,引入损伤阈值的概念,推导出了考虑温度影响的低温冻结膨胀土统计损伤模型,揭示冻结膨胀土宏观力学特性劣化规律。

关键词: 冻结膨胀土; 弹性模量; 应力-应变关系; 损伤阈值; 统计损伤模型