

有压冻结状态下橡胶加筋膨胀土的改进二元介质模型

An updated binary medium constitutive model of frozen rubber reinforced expansive soil under confining pressure

杨忠年¹ 程兆杰¹ 凌贤长^{1,2} 王荣昌² 时伟¹

YANG Zhongnian¹ CHENG Zhaojie¹ LING Xianzhang^{1,2} WANG Rongchang² SHI Wei¹

(1. 青岛理工大学 土木工程学院, 山东青岛 266033; 2. 哈尔滨工业大学 土木工程学院, 黑龙江哈尔滨 150090)

(1. School of Civil Engineering, Qingdao University of Technology, Qingdao, Shandong 266033, China; 2. School of Civil Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang 150090, China)

摘要: 橡胶加筋能够有效改良膨胀土的膨胀特性和抗剪强度, 然而橡胶加筋膨胀土也有着更加复杂的结构和力学性质, 尤其是在冻结状态下, 现有的模型不能充分的表征其剪切变形特性。本文基于二元介质模型理论, 在非均质材料均匀化理论基础上建立了橡胶加筋膨胀土的三元介质模型。在细观角度上运用三元介质模型概念探讨了冻结橡胶加筋膨胀土的变形破坏机理, 并结合有压冻结状态下橡胶加筋膨胀土的三轴试验, 对三元介质模型进行了验证。结果表明: (1) 基于岩土破坏力学理论框架和三元介质模型概念, 饱和冻结橡胶加筋膨胀土可以抽象成具有强胶结特性的胶结元(冰-橡胶-土骨架)和无胶结特性的弹性摩擦元(橡胶)、弹塑性摩擦元(冰-土破碎骨架)。(2) 冻结橡胶加筋膨胀土的应力应变曲线可以分为三个阶段, 分别是线弹性阶段、弹塑性阶段和应变软化阶段, 三个阶段均可通过三元介质模型中胶结元与摩擦元之间的转换进行阐释; (3) 橡胶加筋膨胀土的应力应变实测值与模型的计算值拟合度较高, 模型和试验值的峰值点应变和应力偏差分别为 9% 和 3%, 表明三元介质模型能较好的模拟橡胶加筋膨胀土的应力应变关系。(4) 一元介质模型和二元介质模型的拟合度分别为 0.74 和 0.36, 与三元介质模型相比, 在公式上做了较多简化, 不适合模拟橡胶加筋膨胀土的应力应变关系。

关键词: 二元介质模型; 橡胶加筋膨胀土; 胶结元; 摩擦元; 有压冻结; 岩土破坏力学