

基于增强虚拟粘土法的含粘土间断级配土渗流潜蚀机理研究

Modelling of Suffusion in Gap-Graded Clayey Sands Using the Enhanced Fictitious Clay Method

陈世航¹ 李猛利¹ 张丰收¹ 王拓²

Shihang Chen¹ Mengli Li¹ Fengshou Zhang² Tuo wang²

(1. 同济大学土木工程学院, 上海 200092;

2. 香港理工大学土木与环境工程学院, 香港 999077)

(1. Department of Geotechnical Engineering, College of Civil Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China

2. Department of Civil and Environmental Engineering, The Hong Kong Polytechnic University, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong, 999077, China)

摘要: 基于动态流体网格方法 (DFM)、离散元方法 (DEM) 以及增强的虚拟粘土法 (EFCM), 本研究提出了一套 DFM-DEM-EFCM 数值模拟方法, 以实现在孔隙尺度上研究粘土对于间断级配土中渗流潜蚀的影响。动态流体网格方法能够实现流体边界以及内部结构的实时更新, 以反映土体骨架和孔隙结构的变化。而增强的虚拟粘土方法特别考虑了粘土体积对于渗流过程的显著影响, 同时正确反映粘土溶解导致的颗粒间粘结强度的降低以及土体孔隙率的增加对潜蚀的影响。

本研究旨在对应力条件下的含粘土间断级配土试样的潜蚀模拟以主要探讨粘土的影响机制。结果表明, 含粘土的间断级配土渗流潜蚀表现出四个不同的侵蚀阶段即: 粘土侵蚀阶段、初始侵蚀阶段、减速阶段以及稳定阶段。当粘土均匀分布时, 粘土含量的增大能够提高土体抵抗侵蚀的能力, 显著降低侵蚀速率。相反, 粘土局部存在时, 粘土会导致局部低渗区的形成, 造成水力梯度的局部增加进而加剧相邻无粘土区域的细颗粒侵蚀。此外粘土富集区域发生的细颗粒大量集中运移可能形成临时的局部低渗区, 并导致周围区域的二次侵蚀发生。

关键词: 渗流潜蚀; 离散元法; 粘土