

三点弯曲条件下不同层理面强度对裂纹扩展过程的影响

Effects of different bedding plane strength on crack propagation process under three point bending

韩伟歌^{1,*} 周浩¹ 车龙舟¹ 彭皓睿¹

Han Weige¹ Zhou Hao¹ Che Longzhou¹ Peng Haorui¹

(1. 道路与铁道工程安全保障部共建教育部重点实验室(石家庄铁道大学), 石家庄 050043;)

(1. Key Laboratory of Roads and Railway Engineering Safety Control (Shijiazhuang Tiedao University), Ministry of Education, Shijiazhuang 050043, China)

摘要: 为了揭示层理面强度性质对裂纹扩展过程的影响, 本文利用 ABAQUS 模拟软件, 通过全局嵌入 0 厚度 cohesive 单元的方法, 创建了与最大主应力方向垂直的层理面, 并且基于页岩 XRD 矿物成份分析结果, 利用 Python 语言对软件进行二次开发, 实现了页岩的层理各向异性与矿物颗粒非均质性。通过控制层理面的强度参数, 研究了在三点弯曲条件下, 层理面强度性质对裂纹扩展过程的影响。通过 MATLAB 编程处理模拟结果, 实现了加载过程中的声发射(AE)模拟, 根据声发射定位图和声发射能量数据, 进一步分析了裂纹破裂类型及动态扩展过程。结果表明: 层理面抑制了裂纹沿着最大主应力方向扩展, 层理面强度越弱抑制效果越强; 层理面的存在导致裂纹扩展路径复杂, 穿层破裂与顺层破裂交替出现, 裂纹表现为断续位错式的破裂特征, 层理面强度与最大主应力共同决定了裂纹路径; 穿层破裂主要沿着最大主应力方向产生, 表现为拉张破裂类型, 顺层水平迁移裂纹表现为剪切破裂类型; 层理面强度越弱, 克服顺层破裂所需能量越大, 峰值载荷越大; 层理面强度与声发射事件数呈负相关性, 层理面越弱声发射事件数越多, 拉张、剪切破裂越多, 顺层裂纹长度越长。该研究为揭示层状岩体破裂机制及水力压裂纹网演化机制提供指导意义。

关键词: ABAQUS; 层理面强度; 各向异性; 破裂类型; MATLAB; 声发射