

岩质地层牛腿抗浮结构剪切力学特性及破坏特征研究

Shear and failure characteristics of ox leg anti-floating structure in rock strata

王林枫^{1,2} 刘新荣¹ 周小涵¹ 刘鹏¹ 李隆平³ 赵顺磊⁴

WANG Linfeng^{1,2} LIU Xinrong¹ ZHOU Xiaohan¹ LIU Peng¹ LI Longping³ ZHAO Shunlei⁴

(1. 重庆大学土木工程学院, 重庆 400045;

2. 重庆交通大学未来土木科技研究院, 重庆 400074;

3. 中铁大桥勘测设计院集团有限公司, 武汉 430056;

4. 中交第二公路工程有限公司, 西安 710054)

(1. School of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, China;

2. Institute of Future Civil Engineering Science and Technology, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China;

3. China Railway Major Bridge Reconnaissance & Design Institute Co., Ltd., Wuhan, 430056, China;

4. Zhongjiao Second Highway Engineering Co., Ltd., Xi'an, 710054, China)

摘要: 为探究岩质地层新型抗浮结构——牛腿抗浮结构的工作特性, 基于其实际边界条件, 设计剪切试验装置, 开展室内剪切试验, 分析其剪切力学特性, 借助数值散斑系统与声发射系统, 探究其变形演化过程、剪切破坏模式与损伤演化规律。研究表明: (1) 根据剪切强度与变形特征, 可将结构剪切过程划分为①初始压密段、②近似线弹性变形段、③初始微裂纹萌生与扩展段、④缓慢压剪非线性变形段、⑤应力脆性跌落段、⑥塑性流动变形段这6个阶段。(2) 随牛腿角度减小, 峰值剪切应力 τ_p 和峰值剪切位移 u_p 呈先增大后减小的“抛物线”趋势, 随牛腿高度增大, 峰值剪切应力 τ_p 和峰值剪切位移 u_p 近似呈“反比例函数”趋势增大。(3) 破坏由某一裂缝易发区开始, 多易发区相继破坏, 最终贯通, 呈现以左侧压剪、右侧拉剪、交界面脱黏滑移为主, 局部细小裂缝的剪切破坏模式。(4) 随牛腿角度增大, 破坏模式从沿交界面脱黏向沿材料内部贯通破坏转变, 随牛腿高度增大, 破坏模式从右上角快速拉坏向沿交界面脱黏、牛腿处向上下侧反向起裂转变。(5) 随牛腿角度减小, 声发射阶段I时长几乎相同, 阶段II时长先增大后减小, 声发射活性先增大后减小; 随牛腿高度增大, 声发射阶段I时长几乎相同, 阶段II时长逐渐增大, 声发射活性逐渐增大。研究结论有助于从极限状态角度指导牛腿抗浮结构设计。

关键词: 岩石力学; 岩质地层; 牛腿抗浮结构; 室内剪切试验; 剪切力学特性; 破坏特征