

大变形隧道软岩蠕变-应变软化耦合作用模型与围岩应力卸载规律研究

Abstract template for China Rock 2024

王洋^{1,2}

Wang Yang^{1,2}

(1. 辽宁大学 环境学院, 沈阳 110036)

(2. 辽宁大学 灾害岩体力学研究所, 沈阳 110036)

(1. School of Environment, Liaoning University, Shenyang 110036)

(2. Institute of Disaster Rock Mechanics, Liaoning University, Shenyang 110036)

摘要: 明确高应力下软岩力学行为、构建合理软岩力学模型及围岩应力释放理论, 是大变形软岩隧道稳定性分析的关键问题。基于岩石流变力学, 提出一种 Nonlinear 弹粘性模型与粘塑性 Strain Softening 模型耦合的 Nonlinear Burgers-Strain Softening (NBSS) 模型, 对软岩蠕变-应变软化耦合作用及塑性区分布规律进行分析, 并推导出围岩应力特征曲线解, 探明形变压力、松动压力以及湿度应力的演化机制。从围岩力学模型与压力演化机制两方面对大变形软岩隧道稳定性进行分析。研究结果表明: 不同围压下泥岩粘塑性参数、峰值后软化参数响应较大, 呈现非线性特征; 采用 FLAC 3D 有限差分软件求出的泥岩加速蠕变曲线与试验曲线吻合, 验证了模型的可靠性; 采用 NBMC 模型计算得到的隧道围岩塑性区分布均匀, 采用 NBSS 模型计算得到的塑性区范围更大, 且具有明显的局部破裂特征; 最后根据围岩应力特征曲线变化规律, 确定围岩应力发展过程主要分为三个阶段: 1) 形变压力快速释放、2) 湿度应力与松动压力显现、3) 压力系统平衡。综合 NBSS 模型所表征的软岩蠕变特性、塑性区分布规律以及压力演化阶段特征, 制定出软岩隧道大变形控制的优化支护参数与支护时机。该文提出的 NBSS 蠕变损伤模型与应力划分机制适用于研究深埋软岩隧道围岩位移场及应力场及的演化规律, 对隧道软岩工程支护设计及稳定性分析具有重要的理论支撑。

关键词: 软岩隧道; 峰后应变软化; 蠕变实验; 软岩大变形; 应力释放规律; 稳定性分析