

软岩隧道施工时空效应研究

摘 要

在岩体中开挖隧道,围岩受到施工扰动不断地进行应力释放,从而引起围岩的变形发展,而支护结构也随着时间的增长对围岩的变形产生越来越明显地抑制作用。

本文介绍了岩土材料时空效应研究现状、流变理论以及混凝土支护结构徐变等时间特性。利用依托工程万丈山等多个隧道的监测数据,通过归纳分析给出隧道施工不同时刻对应的围岩荷载释放率,然后选用弹塑性 D-P 模型和线性粘弹性广义开尔文模型,采用有限元方法对软岩隧道施工全过程的时空效应进行了数值分析研究。首次尝试同时考虑围岩流变和混凝土支护强度增长特性,动态模拟分析了施工过程中隧道围岩和支护结构的力学特性。主要得出以下结论:

(1) 对依托工程等多个隧道的监测资料进行分析,得出 IV 级围岩隧道洞周收敛在 20 天内基本达到稳定。并通过归纳分析给出了不同施工时间段对应的围岩压力释放率。

(2) 运用弹塑性本构模型,不考虑围岩流变和支护强度增长过程进行分析时,围岩各特征部位计算位移值均偏小,与实际监测结果偏差很大;而考虑围岩流变及不同时刻支护结构对应不同强度特性时,计算结果与实测数据吻合较好,能反映出施工过程的时间空间效应。因此,在进行软岩隧道设计和施工模拟时要计入时间因素对结构的影响。

(3) 三维数值分析研究结果显示,隧道开挖时掌子面附近监测点位移收敛速率较大,但由于开挖面附近空间支撑作用,各项应力值均较小,开挖面附近围岩的流变效应不明显;离掌子面远端处(1.5D 以上),各特征部位应力值较大,而周边收敛速率却较小,开挖面的空间效应基本在距开挖面约 1.5D~2.0D 后消失。

(4) 在隧道施工初期,隧道各特征点位移变化值较为剧烈,位移最大变化速率基本都出现在前 3 天,其变形累计值占到总量的一半左右。支护结构在前 3~4 天内的各项应力值增长也较快。而在这个阶段,喷射混凝土有效弹性模量却不足最终值 40%,显然最不利断面出现在进行支护后的第 3 天左右。因此,建议加强对距掌子面 0.5D~1.0D 断面处的施工管理和监测。

关键词: 隧道施工, 时空效应, 流变模型, 粘弹性, 弹塑性, 数值模拟