

高水压山岭隧道衬砌水压力分布规律研究

高新强^{1, 2}

(1. 西南交通大学 土木工程学院, 四川 成都 610031; 2. 石家庄铁道学院 土木工程分院, 河北 石家庄 050043)

博士学位论文摘要: 随着国内铁路路网的完善和发展, 需要修建大量深埋长大山岭隧道, 在高水压岩溶区修建隧道, 这在国内外都是个技术难题, 尤其在当今对环保要求较高的条件下, 必须改变以往“以排为主、排堵结合”的治水方案, 采取“以堵为主、限量排放”的治水方案, 在这种背景下, 不可避免地遇到高水压问题。因此, 研究深埋高地下水位铁路隧道围岩、注浆圈、衬砌背后水荷载的分布规律和高水压的存在对隧道围岩稳定和结构受力的影响具有突出的工程实践应用价值。这些问题已成为当前地下工程(特别是深埋山岭隧道)设计、施工、运营中很关键且无法回避的问题, 已经引起各国有识之士的极大关注, 是隧道工程研究的前沿和热点问题之一。本文以在建的渝怀线圆梁山深埋特长铁路隧道为工程背景对上述问题进行系统研究。

研究内容与方法如下: (1) 在对水工隧道水压力折减系数综合分析的基础上, 考虑铁路隧道与水工隧道结构、防排水型式的不同, 提出了水压力作用系数的概念。采用室内三维模型试验方法研究均质围岩、裂隙围岩中隧道修建过程中水压力分布变化规律, 重点分析衬砌背后和注浆圈外表面水压力及其水压力作用系数与围岩、注浆圈、衬砌的渗透系数、厚度和隧道控制排水量的关系。(2) 采用理论分析方法, 推导均质围岩中针对铁路隧道防排水型式下注浆圈外表面、衬砌背后水压力理论解析公式, 分析衬砌背后水压力与各量之间的关系。通过对地下水渗流场数学模型研究, 采用等效连续介质模型用数值方法分析隧道渗流场的分布, 对地下水在围岩、注浆圈、衬砌上水压力分布规律及其作用系数进行分析。(3) 以圆梁山隧道地质勘测报告为基础, 通过分析得出圆梁山隧道的水文地质结构模型、地下水流系统模型、地下水动力模型; 特别是对深孔压水和抽水试验成果进行详细分析, 得出隧道附近围岩的渗透系数和渗透系数张量, 为数值分析和三维室内模型试验围岩渗透系数的取值提供依据; 进一步概括得出圆梁山隧道的地下水流数学模型, 并将模型试验、理论计算公式、渗流场等效连续介质数值模拟分析得到的水压力分布规律应用于该工程实际。(4) 采用数值分析方法研究单线铁路隧道标准衬砌断面形式承受水压力的能力, 并结合圆梁山隧道工程对 5 种不同形状断面进行优化分析。(5) 在水压力分布规律研究的基础上, 采用数值分析方法分析水压力在衬砌上均匀分布、不均匀分布、局部突水时隧道围岩的稳定性和结构受力特征。

主要研究成果如下: (1) 提出水压力作用系数的概念, 并采用室内模型试验、理论公式推导、数值分析等方法研究得出注浆圈外表面、衬砌背后水压力分布规律, 确定作用在衬砌上水压力荷载的大小; 得出水压力作用系数与围岩、注浆圈、衬砌渗透系数、厚度及隧道控制排水量的关系。(2) 针对圆梁山隧道工程, 给出水压力分布规律模型试验和数值分析结果的工程应用。(3) 得出单线铁路隧道标准衬砌断面形式承受水压力的能力值为 0.40 MPa, 经对断面形状进行优化分析得到承受高水压的合理断面形式为蛋形断面或圆形断面, 当水压力超过 1.5 MPa 时, 采用圆形断面为宜。(4) 分析水压力在衬砌上均匀分布、不均匀分布、局部突水时隧道的位移、塑性区、衬砌内力大小和分布特点, 运用结构力学上弯矩影响线理论, 在突水位置不确定的情况下, 提出采用弯矩包络图确定衬砌结构上最大弯矩的方法。

关键词: 隧道工程; 渗流场; 水压力作用系数; 水压力分布; 结构受力

中图分类号: U 45

文献标识码: A

文章编号: 1000 - 6915(2007)05 - 1080 - 01

STUDY ON DISTRIBUTION RULE OF LINING WATER PRESSURE MOUNTAIN TUNNEL SUBJECTED TO HIGH HYDRAULIC PRESSURE

GAO Xinqiang^{1, 2}

(1. School of Civil Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan 610031, China;

2. School of Civil Engineering, Shijiazhuang Railway Institute, Shijiazhuang, Hebei 050043, China)

收稿日期: 2007 - 01 - 08

作者简介: 高新强(1970 -), 男, 博士, 2006 年于西南交通大学土木工程学院桥梁与隧道工程专业获工学博士学位, 导师为仇文革教授, 主要从事隧道力学与工程方面的教学与研究工作。E-mail: gxqgaoxinqiang@163.com