

人民东隧道受力特性试验研究

王龙

湖南建工集团交通建设有限公司

摘要：新奥法是目前隧道施工采用最多的方法，它通过监控量测来指导隧道施工和地下工程设计。本文通过对人民东隧道的围岩压力和钢拱架应力进行监测，来研究隧道在施工过程中的受力状态。研究表明：监测断面处左边墙处的围岩压力最大，为644kPa；监测断面上围岩压力存在偏压现象；监测点围岩压力在30天后均趋于稳定状态；钢拱架外侧应力分布较内侧均匀，在左拱腰处最大，为309MPa，在左边墙处出现拉应力；钢拱架内侧应力呈对称分布，在左、右拱腰处应力最大。研究可为围岩压力理论的研究提供实测数据。

关键词：新奥法；围岩压力；钢拱架；隧道

引言

在交通工程基础设施建设中，隧道工程一般都会成为控制性工程。因此，确保隧道工程在施工过程中的围岩的稳定性是至关重要的。而新奥法的提出，给隧道施工过程中的动态控制成为了可能^[1]。在采用新奥法修建公路隧道的过程中，监控量测已成为反馈围岩和结构动态、优化支护参数、保证施工安全的一个重要手段^[2]。它是施工安全的保证措施，又是优化结构、降低材料消耗的重要方法，同时也是隧道信息化施工中不可缺少的环节，具有重要的科学意义和应用价值^[3]。通过现场的监控量测，将迅速准确地获取实际数据资料，在准确分析这些数据后，可以及时地向业主方、监理方和施工方提供可靠的分析结果，然后通过反馈来调整施工工法和工序，预防事故的发生，可以说现场的监控量测，是保证现代隧道安全建设的必要条件^[4]。

本文以郴州市人民东路延伸段建设工程（第一标段）人民东隧道为工程依托，对隧道ZK0+242.5~ZK0+885.5段的围岩压力的变化情况和分布以及钢拱架应力的变化情况和分布进行了监测，以期对该隧道施工安全以及施工工法调整提供指导，也为以后同类工程的建设积累经验。

一、工程概况

郴州市人民东路延伸段建设工程（第一标段）位于郴州市区范围内，起止桩号为K0+000~K2+560，路线走向基本上呈东西走向，道路西起郴江路，以隧道形式两次穿越山体，第一标段终点为九渡江隧道出口约70m位置。其中左幅设计起点里程为ZK0+242.5，终点里程为ZK0+885.5，总长643m；右幅设计起点里程为YK0+235.5，终点里程为YK0+875，总长639.5m，人民东隧道围岩为IV级、V级、VI级。隧道围岩为中、强风化灰岩和页岩，

主要为炭质页岩，节理裂隙较发育，隧道设计方案为：初期支护采用t1=26cm厚的C25喷射混凝土，工20a型钢拱架，间距0.5m/榀，拱部和边墙采用25mm锚杆；二次衬砌采用t2=50cm厚的C35混凝土。隧道施工采用单侧壁、双侧壁法，两侧导洞前后错开在5m以上，二次衬砌距离开挖面距离在40~50m。

二、测试断面及测点布置

隧道的监控量测内容分为必测项目和选测项目。必测项目主要包括隧道内目测观察、拱顶沉降量测、周边收敛量测等内容；选测项目是对一些有特殊意义和具有代表性意义的区段进行补充测试，以便更深入地掌握围岩的稳定状态与锚喷支护的效果，从而指导未开挖区的设计与施工。这类量测主要包括围岩内部变位、锚杆轴力、喷混凝土层应力、围岩压力及围岩物理性能、力学性能等项目^[8]。

三、测试结果与分析

（一）围岩压力监测分析

对隧道进口段ZK0+800断面上各特征点的围岩压力进行监测，拱顶的最大围岩压力为226kPa，安装仪器后围岩压力迅速上升到22kPa，是拱顶受到围岩压力较大，掌子面开挖影响到围岩的稳定性。第20天，围岩压力有上升趋势但上升幅度不大。第30天后，围岩压力平和，围岩稳定性良好。

然后对各特征点的峰值围岩压力进行提取，画出峰值围岩压力的分布图，如图1所示。

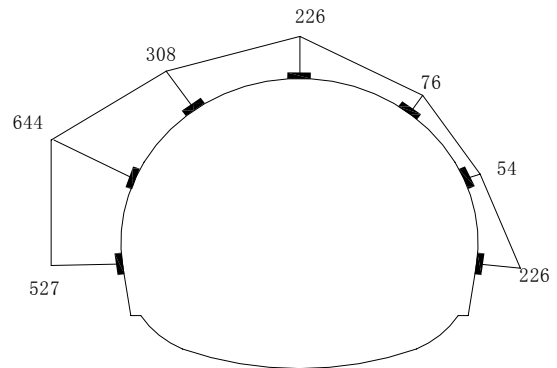


图1 围岩压力分布图

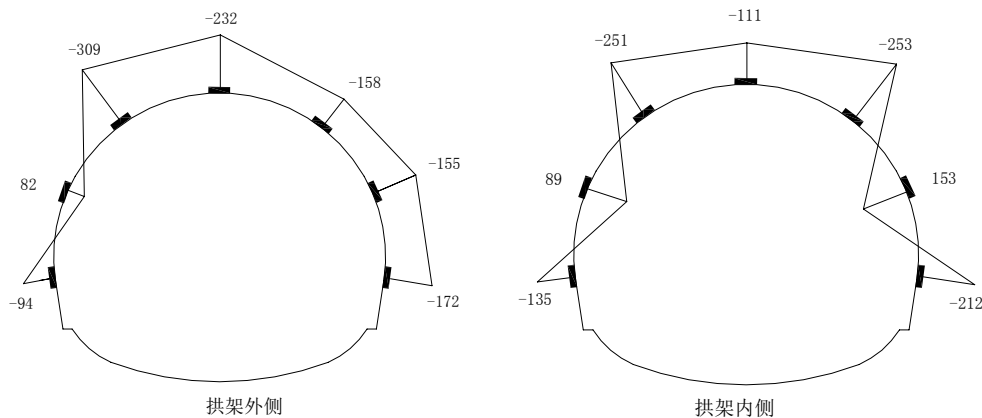


图2 ZK0+800钢拱架应力横断面分布图（单位：MPa）

从图1可以看出, ZK0+800断面处围岩压力明显存在偏压, 左拱脚、左边墙和左拱腰处的围岩压力明显大于右拱脚、右边墙和右拱腰处的围岩压力, 因此, 在施工过程中要加以注意由于偏压而导致的隧道左边开裂等, 要加强隧道左边的支护。

(二) 钢拱架应力监测分析

为了探明施工过程中钢拱架的受力情况, 对钢拱架的应力进行了监测, 拱顶钢架的最大应力为-232MPa, 发生在拱架的外侧。钢架在第2天时, 应力上升速率较大, 外侧钢架的应力值达到-164MPa, 钢架内侧应力值达到-88MPa, 且钢架的内外侧所受应力均为压应力。第5天至第20天, 钢架内侧应力变换缓慢, 钢架外侧应力增长缓慢, 分析原因是钢架的支护效果分解掉围岩的压应力, 围岩稳定性良好。第25天后, 钢架内外侧应力发展平和, 围岩稳定性良好。第30天后, 钢架的内外侧应力基本保持不变, 围岩稳定性良好, 二衬的施做有助于提高隧道的支护能力。

对各特征点的峰值拱架应力进行提取, 画出断面钢拱架内侧和外侧上的整体应力分布图如图2所示。

由图2可知, 整体上看, 左拱腰钢架应力最大, 达到-309MPa, 其次是拱顶, 拱脚部位最小, 说明该断面拱顶下沉和拱腰水平收敛引起的围岩压力非常大, 是导致该断面初支变形的主要原因。

结论

通过对人民东隧道围岩压力和钢拱架受力情况的监测, 主要得出以下结论:

(一) 监测断面左边墙处的围岩压力最大, 为644kPa; 整体上左半断面上的围岩压力大于右半断面上的围岩压力, 隧道存在偏压现象; 各特征点围岩压力在30天后均趋于稳定状态。

(二) 监测点钢拱架内外侧应力存在差异, 不同部位内外应力大小不一; 钢拱架外侧应力分布较内侧均匀, 在左拱腰处最大, 为309MPa, 在左边墙处出现拉应力; 钢拱架内侧应力呈对称分布, 在左、右拱腰处应力最大。

(三) 由于监测结果受诸多因素的影响, 会对监测数据有一定的影响, 但从监测结果来看, 目前隧道围岩压力已经处于稳定状态, 说明隧道设计支护参数较合理, 隧道处于安全状态。

参考文献

[1] 王后裕, 陈上明, 言志信. 地下工程动态设计原理[M]. 化学工业出版社, 2008.

[2] 蒋树屏, 赵阳. 复杂地质条件下公路隧道围岩监控量测与非确定性反分析研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2004, 23(20): 3460-3464.

[3] 李元海, 靖洪文, 王文龙. 隧道工程施工监测信息管理系统研究现状与发展趋势[J]. 中国科技论文, 2011, 06(11): 863-870.

[4] 樊纯坛, 梁庆国, 吴旭阳, 等. 宝兰客专魏家嘴黄土隧道受力特性试验研究[J]. 铁道科学与工程学报, 2015(5): 1006-1014.

(上接第35页)

加强对室内环境的构建。企业可以以行业经验以及相关的检验标准为基础, 对室内环境对试验结果的影响进行测试和研究, 并通过反复探究的方式, 对室内环境的影响程度和影响方式等进行总结, 进而建立一套比较完善的的试验室内环境参数标准, 要求试验室操作人员严格按照标准的参数进行试验, 如果出现违规操作需要给予严厉的处罚, 通过对室内环境指标的明确和贯彻, 提升实验数据的准确性。

结语

综上所述, 岩土工程勘察工作需要以土工试验的数据为基础, 所以土工试验结果的准确性直接影响岩土建筑的安全性和工程的稳定性。同时也是岩土工程设计和施工中的重要参考依据, 对岩土工程建设的质量和成本控制等都具有重要的影响, 因此必

须要对土工试验中存在的不足进行分析, 并针对这些问题加强试验人员队伍建设, 完善试验仪器设备, 同时做好实验室内环境检测工作, 保证试验结果的准确性, 为岩土勘察工作的开展提供有效的依据。

参考文献

[1] 苏剑平. 岩土工程勘察室内土工试验质量及管理[J]. 建筑技术与设计, 2019(1): 1722.

[2] 兰佼. 岩土工程勘察中的岩土室内试验技术分析[J]. 建筑·建材·装饰, 2018(20): 80.

[3] 韦荣. 浅谈岩土工程勘察室内土工试验质量及管理[J]. 建筑技术与设计, 2018(23): 137.

(上接第34页)

(五) 施工过程安全控制要点

(1) 施工中落实好技术安全措施, 施工前要保证人员、安全设施、机具、临时用电的安全状态, 确保安全。

(2) 加固前应清仓并在过程中保持空仓, 养护期后方可储料。

(3) 仓壁打凿清理后, 及时用同规格型号钢筋替换锈蚀严重钢筋, 及时用高强聚合物砂浆修补仓壁砼缺陷。

(4) 钢绞线张拉施工时严格控制张拉值, 确保结构安全。

(5) 脚手架按规范搭设并做好防护。

三、结语

通过在其它筒仓的实践, 取得了良好效果, 可以在以后类似工程中使用。

参考文献

[1] 张晓东. 圆形筒体结构滑模技术改进[J]. 山西建筑, 2007年34期.