

公路工程桥梁隧道施工安全评估监控技术研究

傅磊

齐河恒晟公路工程有限责任公司

DOI:10.12238/pe.v2i2.7198

[摘要] 文章主要研究和分析公路工程桥梁隧道施工安全评估监控技术内容,旨在提高桥梁隧道施工质量,为经济建设提供坚实道路基础。结合某桥梁隧道工程案例,实际分析施工中可能会面临的施工问题,对桥梁隧道施工安全评估监控流程及其设计内容进行阐述,提出了施工安全评估监控应用内容。研究发现,系统和人员构建是该技术开展的重要基础。

[关键词] 公路工程; 桥梁隧道施工; 安全评估监控技术

中图分类号: U495 **文献标识码:** A

Research on Safety Assessment and Monitoring Technology for Highway Engineering Bridge and Tunnel Construction

Lei Fu

Qihengheng Highway Engineering Co., Ltd

[Abstract] The article mainly studies and analyzes the content of safety assessment and monitoring technology for highway engineering bridge and tunnel construction, aiming to improve the quality of bridge and tunnel construction and provide a solid road foundation for economic construction. Based on a case study of a certain bridge and tunnel project, this paper analyzes the construction problems that may be encountered during construction, elaborates on the process and design content of safety assessment and monitoring for bridge and tunnel construction, and proposes the application content of construction safety assessment and monitoring. Research has found that system and personnel construction are important foundations for the development of this technology.

[Key words] Highway engineering; Bridge and tunnel construction; Security assessment and monitoring technology

前言

公路工程建设期间,桥梁隧道施工容易因地质灾害、结构塌方等问题发生安全事故。我国不同地区的地形条件存在显著差异性特点,在开展桥梁隧道施工时也需针对不同地域情况选择合适的施工方式和施工材料,以强化桥梁隧道结构质量。为加强桥梁隧道的使用安全性,还需科学利用安全评估监控技术做好相关评估,以降低桥梁隧道安全事故发生概率。

1 工程概况

该公路工程全长为53.594km,属于省内人文生态旅游片区主干道之一。目前,工程引进了施工安全评估监控技术。经过测定可发现公路路基宽度为7m;地面高度差大约为63m。其中有一架山间高架桥,桥址区域属于II级地貌,地形起伏较大,且植被发育良好。隧道临近高原区域,进洞口外侧最低点地面标高大约为3100m;最高点地面标高为3896m。地貌单元构成:河流阶地、高山等。隧道整体情况可见图1。

2 公路工程桥梁隧道施工问题

由于该工程所处地域属于半干旱气候,全年降水量低,且平均气温相对较低,因此在施工期间容易遇到温差大以及冰冻时间长的问题。施工单位总结了桥梁隧道施工中容易出现的施工问题,以便为后期安全评估监控提供参考依据。

2.1 混凝土性能问题

结合工程经验可知,公路工程桥梁隧道施工结构质量会受到混凝土性能影响。如混凝土强度和刚度低,则极易造成桥梁隧道承载力弱,更易出现塌方等施工事故^[1]。该类型的工程对混凝土性能和质量要求更高,必须确保其整体性能达到施工要求后,才可进场使用。

2.2 隧道二次衬砌问题

隧道二次衬砌问题出现时,其主要表现为漏水。一旦隧道结构薄弱,且存在一定缺陷时,便会发生该种问题。漏水后,桥梁隧道原有含水层结构强度会随之减弱,导致地下水向隧道结构处

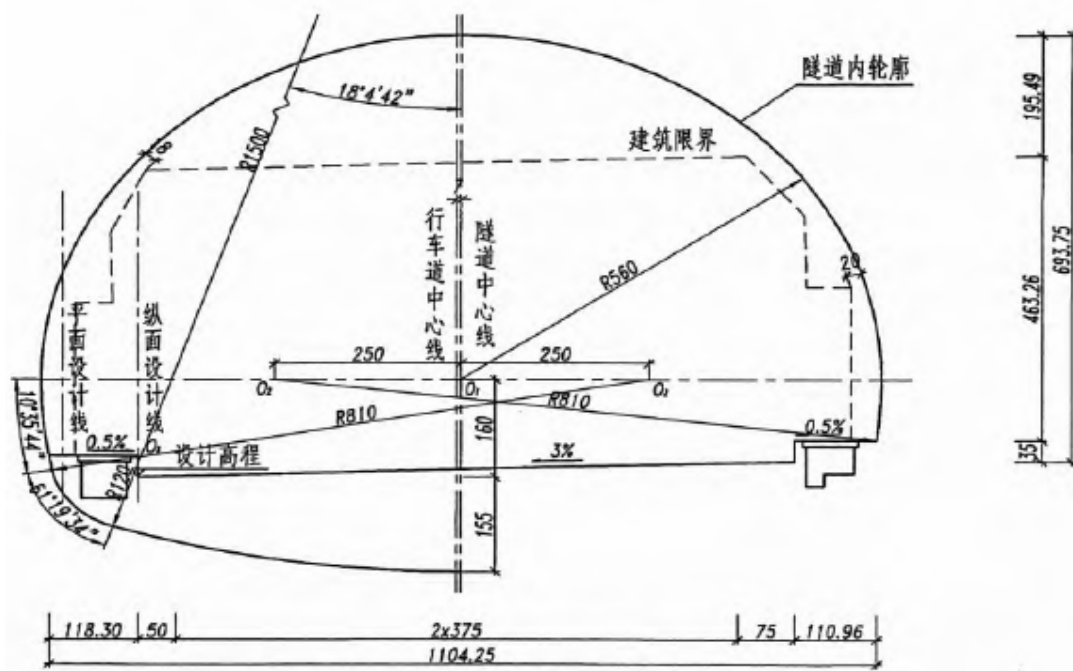


图1 隧道整体情况

聚集,从而出现变形或者裂纹等情况。如压力过大还会造成隧道裂损,可能会出现无法估量的安全事故。

2.3 施工裂缝问题

混凝土施工期间,容易出现裂缝问题。其主要原因为不同作用下,结构预应力和膨胀应力发生突变,最后导致混凝土表面产生裂缝。裂缝出现时,如不及时处理或补救,则会对桥梁隧道质量产生极大影响^[2]。

3 公路工程桥梁隧道施工安全评估监控技术分析

3.1 安全评估监控流程

安全评估监控流程可见图2。



图2 安全评估监控流程

安全评估监控流程中,综合评估结果与桥梁隧道质量挂钩。评估前,相关人员需要做好评估准备。通过制定可行的工程安全

预案,成立专业技术管理团队,明确团队中各个人员的实际职责,以保证工作开展期间可问责到人^[3]。

3.2 安全评估监控系统设计

表1 大型桥梁监测内容

类别	监测参数	设备选型	监测需求
荷载与环境	车辆荷载	动态称重系统	应选监测项
	地震	地震仪	可选监测项
	温度	温度计	应选监测项
	环境温湿度	湿温度计	应选监测项
	路面温度	红外温度计	可选监测项
	抓拍	抓拍镜头	可选监测项
	视频	高清摄像头	必选监测项
结构整体响应	振动	加速度计	宜选监测项
	主梁挠度	挠度仪	应选监测项
	主梁倾覆	拉绳位移器	可选监测项
	伸缩缝/支座位移	位移计	宜选监测项
结构局部响应	应变	静应变计	应选监测项
		动应变计	应选监测项
	结构裂缝	裂缝计	应选监测项
	支座反力	测力支座	可选监测项

表2 中等以上距离隧道监测内容

类别	监测参数	设备选型	盾构法管片隧道	沉管法管段隧道	矿山法衬砌隧道	明挖或盖挖法现浇隧道
荷载与环 境	环境温湿度	温湿度计	宜选监测项	宜选监测项	宜选监测项	宜选监测项
	温度	温度计	应选监测项	应选监测项	应选监测项	应选监测项
	视频	高清摄像头	必选监测项	必选监测项	必选监测项	必选监测项
	空气质量	空气质测站	宜选监测项	宜选监测项	宜选监测项	宜选监测项
	风速	风速仪	应选监测项	应选监测项	应选监测项	应选监测项
	光照度	光照度仪	应选监测项	应选监测项	应选监测项	应选监测项
	地震动及车辆撞击	三向加速度计	宜选监测项	宜选监测项	宜选监测项	宜选监测项
结构整体 响应	管片结构竖向位移	挠度计	应选监测项	/	/	/
	管片结构水平位移	位移计	应选监测项	/	/	/
	管片结构净空收敛	收敛计	应选监测项	/	/	/
	二次衬砌拱顶沉降	位移计	/	/	应选监测项	/
	二次衬砌拱顶位移	挠度计	/	/	应选监测项	/
	二次衬砌净空位移	挠度计	/	/	应选监测项	/
	二次衬砌净空收敛	收敛计	/	/	应选监测项	/
	地表沉降		应选监测项	应选监测项	应选监测项	应选监测项
	不均匀沉降	挠度仪	/	应选监测项	/	应选监测项
	结构纵向变形	位移计	宜选监测项	宜选监测项	宜选监测项	宜选监测项
结构局部 响应	结构内力	应变计/土压力盒	宜选监测项	宜选监测项	宜选监测项	宜选监测项
	结构裂缝	裂缝计	应选监测项	应选监测项	应选监测项	应选监测项

(1)关于监测内容。测点应符合工程荷载、地质条件、气候环境等,根据结构振动、变形以及模态参数,识别和响应施工监测内容。通过计算和分析其易损性,确定局部相应监测内容和测点。从桥梁和隧道结构出发,选择合适的监测项目完成施工安全评估监控。该工程属于大型桥梁,与小型桥梁监测内容不同,具体可见表1。应结合该监测内容制定合理的系统监测内容。隧道属于中等以上类型,具体监测内容可见表2。

(2)传感器布设。尽量选择抗噪性和抗干扰性强的区域,保证最终分析的数据信息与桥梁隧道实际信息吻合。同时,注意布设传输距离,确定选择位置具备良好可视性^[4]。

(3)数据采集与传输。数据采集模块设计:无人值守下,可

实现连续采集;采集软件具备自动采集功能、数据缓存功能、自启动功能以及远程控制功能。安装桥梁与隧道现场传输设备时,位置一般在现场机柜中。布设位置满足较高等级的防护要求与内部温湿度要求。

(4)数据处理与管理。对系统中的数据进行统一处理与管理。系统数据库可根据其类型分类管理:a.原始数据库;b.预处理数据库;c.分析数据库;d.信息数据库。其中,原始数据库主要存储不同原始时程数据,如:a.车辆荷载;b.降雨量;c.空气质量;d.结构振动加速度等。预处理数据库针对原始数据和采集数据进行预处理。分析数据库通过计算,全面分析数据内容。信息数据库则主要存储设计图纸、竣工图纸等工程信息。

(5) 数据分析。该功能主要分为两种分析功能, 其一为统计分析, 其二为特殊分析。前者数据分析包含: a. 最大值; b. 最小值; c. 平均值; d. 均方根值; e. 累计值等; 后者数据分析包含: a. 荷载谱; b. 风参数; c. 模态; d. 疲劳等。采样时, 如频率高于1Hz, 则应选择统计间隔获取统计值: 10分钟、日、月、年。

(6) 安全预警评估。以荷载与环境监测为例, 其主要分析车辆荷载参数, 如过桥车总重、流量等参数数据^[5]。定期生成自动化监测数据或者检测结果, 实时识别和诊断结构异常状态, 总体评价结构当下的使用状态。

3.3 安全评估监控应用

以混凝土浇筑为例, 对桥梁隧道混凝土结构进行安全评估。评估参考内容如下:

(1) 浇筑准备是否充足。一般在进行混凝土浇筑前, 施工班组需要完成技术交底, 了解浇筑内容和技术要求。例如, 强度等级、抗渗等级以及初凝时间等。浇筑前, 交接检验钢筋和模板, 准备施工设备和工具用品。

(2) 浇筑是否达到要求。混凝土从吊斗口下落的自由倾落高度: 应低于2m。浇筑时采取分段分层方式完成, 根据结构和钢筋疏密情况确定浇筑高度。分层高度最大数值应低于500mm。振捣时间一般为20~30s, 观察混凝土表面无气泡、无下沉现象, 即可结束振捣作业。本工程应用插入式振动器, 需要均匀排列插点, 逐点移动后做到均匀振实。移动间距在300~400mm之间为宜; 与模板之间的距离应低于200mm。振捣上层结构时, 插入下层混凝土的距离大约为50~100mm, 该方式可消除接缝。浇筑时需要连续进行, 如中间需要停歇, 则应尽量缩短间歇时间, 以免出现分层等现象造成混凝土出现蜂窝等。间歇时间超过2h, 可作为施工缝处理。

评估人员应结合混凝土浇筑施工流程, 全面分析混凝土结

构强度是否达到施工要求。因此施工单位应确保评估小组人员专业达标, 确保安全评估监控内容的准确性。评估期间, 做好现场监控和信息反馈连接。由于桥梁隧道施工环境恶劣, 容易出现中毒、塌方等事故, 因此在施工期间也应做好施工区域环境监测。例如, 检测周边环境是否存在有毒以及有害气体, 围岩是否发生变形。一旦发现气体异常、围岩变形的情况, 则应第一时间向上反馈, 结合监测数据系统制定科学处理方案, 确定环境安全性后才可开展相关施工作业, 以保护施工人员生命健康。

4 结论

公路工程桥梁隧道施工安全评估监控技术在该项目中的应用良好, 通过建立桥梁隧道施工安全评估监控系统, 成立专业安全评估监控小组, 良好衔接数据采集、数据分析以及数据处理内容, 实现了施工现场的实时监控与预警。应用该技术时应结合施工要点和难点, 重点监测和评估施工环境与施工内容, 确保施工人员可在安全环境下作业, 同时基于严格的监控评估下, 延长桥梁隧道使用寿命。

[参考文献]

- [1] 李辉. 浅谈公路工程桥梁隧道施工安全评估监控技术[J]. 中国设备工程, 2023(5): 245-247.
- [2] 谢云理. 公路工程桥梁隧道施工标准安全评估监控技术研究[J]. 运输经理世界, 2022(33): 124-126.
- [3] 陈兴奎. 公路工程桥梁隧道施工安全评估监控技术[J]. 运输经理世界, 2022(7): 82-84.
- [4] 陈龙明. 公路工程桥梁隧道施工安全评估监控技术研究[J]. 运输经理世界, 2021(28): 98-100.
- [5] 姚英德, 向家顺. 桥梁隧道工程施工安全评估监控技术研究[J]. 工程建设与设计, 2021(8): 175-176.