

高速公路小型桥涵台背回填施工质量检测与沉降控制

杨森

山西路桥第八工程有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i8.4963

[摘要] 小型桥涵是高速公路路网重要部分,台背回填施工质量关乎桥涵结构稳定与行车安全,沉降超标是突出隐患,易致桥头跳车。本文结合其施工特点,分析回填质量影响因素与沉降机理,研究质量检测指标、方法及评价标准,提出沉降控制措施,经工程实践验证可行有效。因此,科学检测体系与精细沉降控制能降沉降量、提施工质量、减病害,为施工提供理论与实践参考。

[关键词] 高速公路; 小型桥涵; 台背回填; 质量检测; 沉降控制

中图分类号: U449 **文献标识码:** A

Construction Quality Inspection and Settlement Control of Abutment Backfill for Small Bridges and Culverts on Highways

Sen Yang

Shanxi Road and Bridge Eighth Engineering Co., Ltd.

[Abstract] Small bridges and culverts are important components of highway networks. The construction quality of abutment backfill is related to the structural stability of bridges and culverts and driving safety. Excessive settlement is a prominent hidden danger, easily leading to vehicle bumping at bridge heads. Based on the construction characteristics, this paper analyzes the influencing factors of backfill quality and settlement mechanisms, studies quality inspection indicators, methods, and evaluation standards, and proposes settlement control measures, which have been verified as feasible and effective through engineering practice. Therefore, a scientific inspection system and refined settlement control can reduce settlement, improve construction quality, and reduce defects, providing theoretical and practical references for construction.

[Key word] highway; small bridge and culvert; abutment backfill; quality inspection; settlement control

引言

我国高速公路建设规模扩大,小型桥涵是跨越沟壑等及保障管线通行的核心构筑物,其施工质量影响高速整体通行质量与寿命。台背回填是关键环节,因施工空间窄、材料要求严、压实难,易出现压实度不足、沉降超标等问题,引发多种病害,影响行车且增加养护成本。当前部分施工存在检测不规范、沉降控制不到位等问题,本文聚焦于此研究检测与控制技术,具现实意义与工程价值。

1 高速公路小型桥涵台背回填施工相关理论基础

1.1 小型桥涵台背回填施工核心内涵与特点

高速公路小型桥涵台背回填,是在桥涵台身、翼墙与路基空隙处,用符合设计要求的材料分层回填压实,实现桥涵与路基平顺衔接,保障整体性、减少沉降、避免桥头跳车病害。其施工特点鲜明,与普通路基回填差异大。一是空间窄,作业面有限,大型设备难进场,依赖小型设备,增加难度与成本;二是材料要求严,需高强度、低压缩性等,常用级配碎石等,要控好指标;三是工

序复杂,要分层回填、压实、检测,参数需符合要求,且要与台身施工协同;四是质量控制难,易出现层厚不均等问题,隐蔽性强,整改难度大、成本高。

1.2 台背回填沉降产生机理

高速公路小型桥涵台背回填沉降是多种因素共同作用的结果,按时间与原因分瞬时、固结、次固结沉降三类,叠加形成总沉降量。瞬时沉降是回填材料在荷载下瞬间弹性变形,源于颗粒重排与孔隙压缩,受压实度等影响,压实度高则沉降小。固结沉降是主要部分,是回填材料在长期荷载下孔隙水排出、孔隙压缩致下沉,受透水性等影响,透水性好、压实度高则沉降小且稳定快。次固结沉降是固结后缓慢塑性变形,源于颗粒蠕变等,受材料性质等影响。此外,衔接不佳会加剧沉降,引发病害^[1]。

1.3 台背回填施工质量与沉降控制核心目标

高速公路小型桥涵台背回填施工质量与沉降控制核心目标是“质量达标、沉降可控、衔接平顺”,分三个层面。(1)质量目标,确保回填材料符合设计要求,压实度等指标达规范标准,

回填体强度等满足使用要求,避免压实度不足等质量隐患,保障整体性。(2)沉降目标,严格控制总沉降量与速率,使其在设计允许范围内,一般沉降量不超5cm,速率不大于0.1mm/d,避免引发桥头跳车病害,保障行车舒适与安全。(3)衔接目标,确保回填体与桥涵台身、路基平顺衔接,无台阶等,衔接处高程等符合要求,延长使用寿命。

2 高速公路小型桥涵台背回填施工质量影响因素分析

2.1 回填材料因素

回填材料是影响台背回填施工质量与沉降量的核心要素,其性质决定回填体强度、稳定性与压缩性。选材不当,如用含水量大、级配差、压缩性高的土料,会增加压实难度,压实度难达标,后期易出现大幅固结与次固结沉降,导致沉降超标。材料均匀性也关键,混杂、颗粒差异大会使压实不均,局部压实度不足,形成薄弱环节,引发整体沉降。含水量控制同样重要,过高会减小颗粒摩擦力,出现“弹簧土”;过低则黏结力不足,密实度不够,稳定性差,都易引发沉降。

2.2 施工工艺因素

施工工艺规范性直接影响台背回填质量,不规范易致压实度不足、沉降超标。分层回填厚度不当,过厚则底部压实不足,过薄增加工序与成本且层间结合不紧密。压实工艺不规范,设备选择不当、遍数不足、顺序不合理,都会使压实不均。台背清理不彻底,会形成隔离层,出现脱空、沉降。衔接施工不规范,如台身未达强度就回填、衔接处未加强处理,会影响回填质量,导致衔接处压实度不足,引发沉降超标。

2.3 施工人员与管理因素

施工人员专业素养与管理水平影响台背回填质量,是质量隐患的重要因素。部分人员缺乏技术与质量意识,不熟悉规范要求,随意更改参数、违规操作,如增加层厚、减少遍数,使用不合格材料,导致质量不达标。现场管理体系不完善,缺乏专职人员、制度不健全,监管不到位,难以及时发现和整改问题,隐患累积易引发沉降病害^[2]。另外,施工人员安全与责任意识薄弱,操作不当碰撞台身,损坏结构,也会间接影响施工质量。

2.4 环境与其他因素

环境因素对台背回填质量与沉降控制有影响,包括气象和地质条件。雨天施工使材料含水量大,压实难,出现“弹簧土”;高温天气使含水量蒸发快,影响压实且易开裂。地质条件差,如有软土、淤泥,承载力不足,易沉降;地下水位高,增加含水量,难控制压实度,加剧固结沉降。后期行车荷载大、频次高,长期作用会使回填体累积沉降超标,引发桥头跳车。后期养护不到位,回填体破损、开裂,也会进一步加剧沉降。

3 高速公路小型桥涵台背回填施工质量检测体系研究

3.1 质量检测核心指标确定

结合高速公路小型桥涵台背回填特点、质量控制目标及行业规范,从材料、施工过程、完工三层面确定质量检测核心指标。

回填材料质量方面,颗粒级配要符合设计,保证颗粒均匀、级配良好;含水量控制在最佳含水量 $\pm 2\%$ 内;通过试验确定最大干密度;CBR值满足设计,确保回填体强度与承载力。施工过程质量上,回填层厚一般不超20cm;压实度台背回填不低于96%,衔接处不低于98%;压实遍数通常3-5遍,依设备和材料调整;平整度要符合设计,确保衔接平顺。完工质量方面,沉降量控制在设计允许范围;承载力满足行车荷载要求;外观无开裂、下沉、错台等病害,与台身、路基衔接平顺。

3.2 核心检测方法选择与应用

针对小型桥涵台背回填施工空间窄、检测难的特点,选科学便捷精准的检测方法。回填材料质量检测,颗粒级配用筛分法;含水量用烘干法;最大干密度与CBR值用重型击实试验与CBR试验确定。施工过程质量检测,回填层厚用水准或钢尺测量法;压实度用环刀法与核子密度仪法结合检测;压实遍数通过现场记录 and 旁站监督确认;平整度用3m直尺法。完工质量检测,沉降量用沉降观测法,设置观测点定期观测;承载力用轻型动力触探法;外观质量用目测与尺量结合法,检查病害与衔接情况。

3.3 质量检测流程与评价标准

建立标准化检测流程,贯穿施工全程。施工前,抽检进场回填材料,不合格禁入场,检查台背地质与清理情况。施工过程中,实行“分层检测、分层验收”,每层回填压实后,施工单位自检、监理单位复检,合格后进行下层施工,重点检测层厚、压实度等。完工后,全面检测沉降量、承载力、外观质量等,形成检测报告综合评价。制定明确评价标准,检测指标分合格、不合格,核心指标允许偏差符合设计,沉降量、承载力、外观质量达标。检测合格进行后续工序,不合格制定整改方案,整改后重新检测至合格,确保施工质量^[3]。

4 高速公路小型桥涵台背回填沉降控制措施

4.1 回填材料优化与控制措施

优化回填材料选择与质量控制,是减少台背沉降、提升施工质量的基础,需结合工程实际与设计要求落实针对性措施。其一,优化材料选型,优先选用级配碎石、石灰土、水泥稳定土等强度高、压缩性小、透水性强且稳定性好的材料,严禁使用软土、淤泥、膨胀土等压缩性高、稳定性差的材料。其中,级配碎石需严格控制颗粒级配,粒径不大于37.5mm、含泥量不超过3%;石灰土石灰掺量控制在8%-12%,保障材料强度;水泥稳定土水泥掺量为3%-5%,增强材料稳定性与抗压能力。其二,强化材料质量管控,建立进场验收制度,对进场材料抽样检测,颗粒级配、含水量、最大干密度、CBR值等指标合格后方可使用;材料进场后分类堆放,做好防雨防潮措施,避免受潮变质、混杂,确保均匀性;回填前调整材料含水量,控制在最佳含水量 $\pm 2\%$ 范围内,含水量过高时晾晒、过低时洒水湿润,保障压实效果。

4.2 施工工艺精细化控制措施

推行施工工艺精细化管理、规范操作流程,是控制台背沉降的关键,需结合小型桥涵台背回填施工难点采取对应措施。(1)严控分层回填厚度,根据压实设备性能与材料性质合理确定层

厚,小型压实设备作业时,每层厚度控制在15-20cm,回填中采用钢尺或水准测量法实时检测,确保层厚均匀,杜绝超厚回填。(2)优化压实工艺,选用小型压路机、冲击夯等能量充足的小型设备;压实遵循“从边缘到中间、从低处到高处”原则,优先压实台背边缘,再推进至中间,避免压实死角;压实遍数控制在3-5遍,速度为2-3km/h,实时检测压实度,达标后平整回填层表面。(3)加强台背清理与衔接处理,施工前彻底清理杂物、浮土、积水,对台身表面凿毛并涂刷界面剂,增强结合力;待台身混凝土达到75%以上设计强度再回填,避免台身变形;台背与路基采用台阶式衔接,台阶高30cm、宽50cm,重点压实衔接处,确保压实度符合设计要求。

4.3 沉降观测与动态控制措施

建立完善的沉降观测体系,加强沉降动态监测与控制,及时掌握台背回填体沉降情况,采取针对性的调整措施,确保沉降量控制在设计允许范围内。设置沉降观测点,在台背回填体顶部、台身两侧、台背与路基衔接处设置沉降观测点,观测点间距控制在5-10m,观测点采用钢筋混凝土浇筑,顶部设置观测标识,确保观测点牢固、不易损坏;制定沉降观测方案,明确观测频率、观测方法与观测精度,施工期间,每3天观测1次,每层回填、压实完成后增加1次观测;完工后,每7天观测1次,直至沉降速率小于0.1mm/d,沉降稳定后,每月观测1次,持续观测3个月,确保沉降稳定;加强沉降数据整理与分析,安排专人负责沉降观测数据的记录、整理与分析,建立沉降观测台账,绘制沉降-时间曲线,分析沉降变化规律,预测沉降发展趋势,若发现沉降量过大、沉降速率过快,及时分析原因,采取针对性的控制措施,如停止回填施工、增加压实遍数、加固回填体等,避免沉降超标;推行沉降动态控制,根据沉降观测结果,动态调整施工参数,若沉降量接近设计允许值,适当减小回填层厚、增加压实遍数,提升回填体密实度,减少后期沉降;若出现不均匀沉降,及时采取注浆加固等措施,调整回填体受力状态,确保沉降均匀^[4]。

4.4 后期养护与加固措施

加强台背回填后期养护与加固,是减少后期沉降、延长工程

使用寿命的重要保障,结合高速公路小型桥涵运营特点,采取针对性的养护与加固措施。一是做好后期养护工作,台背回填施工完成后,及时对回填体表面进行覆盖养护,采用土工布或草袋覆盖,定期洒水湿润,避免回填体表面开裂;养护时间不少于7天,养护期间严禁车辆碾压、碰撞回填体,避免回填体受损。二是加强运营期间的养护巡查,定期对台背回填区域进行巡查,检查回填体是否存在开裂、下沉、错台等病害,衔接处是否平顺,若发现病害,及时制定整改方案,进行整改,避免病害扩大。三是采取针对性的加固措施,对沉降量较大、存在开裂隐患的台背回填体,采用注浆加固法进行加固,通过注浆管向回填体孔隙中注入水泥砂浆或水泥浆,填充孔隙,增强回填体的强度与整体性,减少后期沉降;对台背与路基衔接处,采用土工格栅加固,铺设土工格栅,增强衔接处的抗拉强度与整体性,避免衔接处沉降超标;对台背边缘区域,采用浆砌片石防护,防止雨水冲刷导致回填体流失、沉降加剧。

5 结束语

高速公路小型桥涵台背回填施工的质量检测与沉降控制,是保障高速公路建设质量与运行安全的关键环节。本文通过深入剖析施工特点、影响因素及沉降机理,构建了系统的质量检测体系,并提出了针对性的沉降控制技术措施。工程实践表明,这些措施能有效降低台背沉降量,提升回填施工质量。未来,需持续优化检测与控制技术,以适应高速公路建设的新需求,为路网的安全稳定运行提供坚实保障。

[参考文献]

- [1]李政兴.公路桥涵构造物路基台背回填方法[J].黑龙江交通科技,2022,45(5):115-116.
- [2]贺传宇.公路桥涵构造物路基台背回填方法[J].中华建设,2022,(07):157-158.
- [3]张华,刘军.高速公路桥涵结构台背回填压实度控制技术[J].交通科技与经济,2023,(01):30-33.
- [4]陈东,黄斌.公路桥涵台背回填施工中的边坡防护与排水处理技术[J].建筑施工,2022,(10):92-94.