

# 公路土石混填路基施工技术应用

罗淇耀

(广西桂商实业投资有限公司, 广西南宁 530000)

**摘要** 公路路基作为公路项目的重点工程,公路路基稳定性是公路工程施工的关键所在,而如何降低路基沉降、提升路基承载能力则是关键。因此,本文依托公路路基工程项目实例,分析土石混合填料特性,通过开展土石混填路基压实试验确定土石混填施工方案,从基底处理、测量放样、土石混填方面分析该技术工艺。通过采用土石混合填充路基的方法,利用现有的土地资源,既能够满足公路建设的需要,又能够降低对土地资源的占用。

**关键词** 公路工程;土石混填;变形特性;填筑技术

**中图分类号**:U416

**文献标志码**:A

**文章编号**:2097-3365(2024)07-0034-03

在公路工程项目建设中,公路土石混填路基施工技术是采用土体与碎石填筑的一种技术,该技术能提升公路路基承载强度。目前,随着交通业不断发展,该技术在公路路基工程中得到广泛运用。但是从目前分析发现,土石混填路基施工技术研究重点领域是工艺运用方面,而对土石混填材料的变形特性与工况变化研究深度不足。因此,对土石混填材料的变形特性与技术运用工况要点进行分析,对提升公路路基工程的施工效率与路基强度有积极作用。

## 1 土石混合填料的特性

土石混合填料的来源比较广泛,内部组成相对较为复杂,对混合料的填筑性能要求较高。通常来说,土料和石料对比,其组成结构形式和变形特性存在明显不同,所以要根据实际情况选择合理的土石混合填料,从而达到道路建设的要求。

### 1.1 土石混合填料的 结构形式

路基中含石量方面存在差异,可将其分为填土、填石、土石混填等路基结构形式。考虑到该项目的建设要求,结构设计的环节包含下述两个结构形式:(1)悬浮—密实结构:该形式含石量不超过30%,土为主要的组成部分,石块没有起到主要作用,抗变形能力相对较差,为填土路基形式。(2)骨架—密实结构:含石量30%~70%,通过碾压后石块之间挤压性的作用形成大颗粒咬合、小颗粒黏聚性的结构,成为性能达到要求的土石混填路基。(3)骨架—空隙结构:含石量超过70%,该类型材料的土体颗粒不能大于大颗粒块石填充空隙,造成填料内部空隙较大<sup>[1]</sup>。

### 1.2 土石混合填料的 变形特性

在进行土石混合填料路基填筑施工的阶段,压实

作为重要的环节,对路基结构的整体强度性能存在直接影响。选择合理压实方式,使得石料之间相互嵌挤形成整体结构,咬合力得到增强。该环节将细小颗粒物填入空隙内,使得材料之间的接触面积逐步增大,性能提升较为明显。

## 2 工程概况

某公路项目第一标段建设长度10 km,该标段施工内容如下:挖方170万方,填方168万方。该项目采用的是路基石方施工措施,计划周期为14个月。该项目施工环节严格执行设计方案和技术标准,落实施工计划方案,使得项目如期交付使用,满足当地交通通行需求。

## 3 土石混填路基压实试验

### 3.1 动态变形模量控制指标

土石混合填料的来源比较复杂,粒径相差比较大,所以通过压实度判定路基结构填筑性能是检验其施工效果的重要举措之一。但是,从实验检测结果进行分析,通过检验确定结构离散性强,总体压实度来说相对较高。分析动态模量参数,准确检测该数据,并分析土石混合料的性能。发现该材料在多种条件之下都能满足使用需求。目前动态模量检测的阶段,轻型落锤仪检测比较常见。利用该设备对需要检测的路基结构产生一定的冲击力,受到外力作用之下出现变形,检测其抵抗变形的能力。该环节,落锤按照规定高度自由下落产生冲击力,经过弹簧阻尼装置传递给圆形刚性承载板,使地基产生沉降反应,记录沉降参数值,如式(1)所示:

$$E_{ud}=1.5\gamma\sigma/s \quad (1)$$

其中, $E_{ud}$ 代表路基的设计沉降限值,即在设计

使用寿命内允许的最大沉降量，单位为 mm； $\gamma$  为一个安全系数，用于考虑到设计中可能存在的各种不确定性和额外负荷； $\sigma$  表示路基材料的有效应力，即在路基下承受的垂直荷载引起的土体内部的应力分布，单位 MPa； $s$  为荷载板下沉值，即荷载板施加的垂直荷载引起的沉降量，单位为 mm。

### 3.2 土石混填路基压实试验方案

经过对施工情况进行分析，松铺厚度和压实遍数在现场施工控制比较容易，所以试验过程中将上述两个参数作为控制指标展开分析。在试验的过程中先确定合适试验路段，明确压实机行走轨迹，并且涂抹石膏腻子粉作为标记。该项目试验的阶段选择试验长度为 30 m，测量各个点位间距。

按照目前国家标准要求，确定土石混合填料的松铺厚度，并从强度、结构、施工位置等方面综合性分析。试验环节将土石混填路基的松铺厚度设定为 20 cm、30 cm、40 cm，并通过振动压路机开展碾压施工。碾压的过程中采用叠压方式，稳压 1 遍，然后强振 2 遍、3 遍、4 遍。碾压工作结束后，对各个测量点位进行动态模量的检测<sup>[2]</sup>。

### 3.3 土石混填路基压实试验结果分析

用轻型落锤仪检测得出不同松铺厚度、压实遍数等参数对土石混填路基施工效果产生的影响，具体从沉降值、动态变形模量方面检测，并绘制变形曲线，如图 1、图 2。

土石混填路基试验过程中检测确定路基沉降值，是判定路基结构性能是否合格的重要参数。经过对图 1 变化趋势以及试验参数分析，碾压 2、3、4 遍时，松铺厚度 20 cm，则沉降值为 1.082 mm、0.943 mm、0.906 mm；

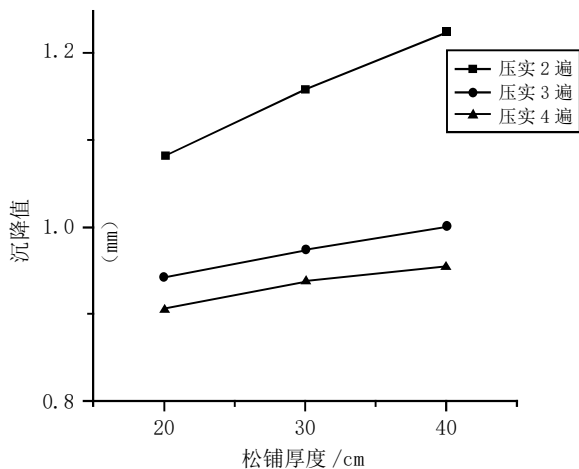


图 1 不同工况下沉降值关系曲线

松铺厚度 30 cm，沉降值为 1.158 mm、0.974 mm、0.938 mm；松铺厚度 40 cm，沉降值 1.224 mm、1.002 mm、0.955 mm；从图形中变化趋势分析，确定松铺厚度后，随着压实变数逐步增加，沉降值明显减小，但减小幅度比较小。而在压实遍数一定的情况下，松铺厚度增加，沉降量增大，并且逐步变为稳定状态。根据上述变化趋势，增加压实遍数以及减小松铺厚度能保证土石混填路基达到稳定性的要求，压实度符合标准，但该趋势并不是一定的，两者配合下存在临界状况，所以根据实际情况确定合理的松铺系数参数<sup>[3]</sup>。

土石混填路基碾压作业阶段，压实遍数以及松铺厚度与动态变形模量存在直接关系，也是影响动态变形模量的重要条件。由图 2 可知，碾压 2、3、4 遍时，松铺厚度 20 cm 时，动态变形模量 20.79 MPa、23.86 MPa、24.83 MPa；松铺厚度 30 cm，动态变形模量 19.38 MPa、23.10 MPa、23.99 MPa；松铺厚度 40 cm，动态变形模量 18.38 MPa、22.46 MPa、23.56 MPa；土石混填路基施工环节，动态变形模量体现出路基结构特性，所以碾压的过程中沉降量减小，表示其性能提升较为明显，动态模量发生较小的变化。经过实验分析确定，压实环节松铺厚度增大时动态变形模量逐步减小，结构处于相对稳定的状态<sup>[4]</sup>。

## 4 路基土石混填施工工艺

### 4.1 基底处理

路堤填筑作业开始前使用推土机将表面清理干净，特别是坑、洞等填充压实处理，保证结构的平整度、压实度符合技术标准。将原路面存在的杂草、耕植土、腐殖土等全面清理干净，防止因为结构密实度不合格给路基结构的性能造成危害。清理结束后使用振动压

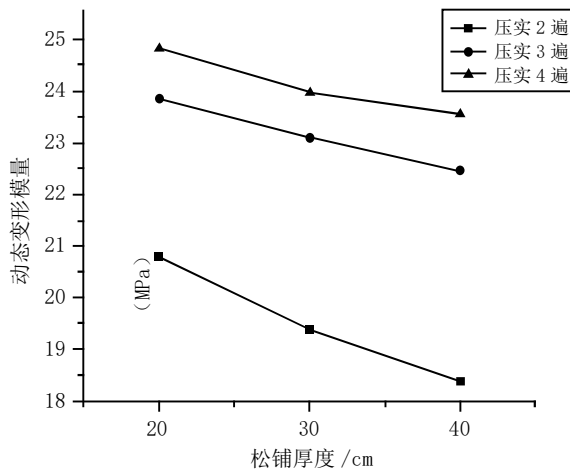


图 2 不同工况下动态弹性模量关系曲线

路机碾压处理,达到结构压实度要求。

#### 4.2 测量放样

表面清理完成后,由工作人员进行现场测量放线,严格按照设计方案要求,保证测量放线的精准度达标。测量放线阶段使用白灰标记位置,明确施工作业范围,对后续施工作业起到指导性的作用。

#### 4.3 土石料的挖运及填筑

土石材料制作阶段采用挖掘机配合自卸车逐步完成,并运输到施工作业现场。现场作业阶段每个断面设置2个检测点位,测量松铺厚度参数。该工作由水准仪检测,施工作业前做好基底清理、平整等工作,执行设计方案要求开展基底碾压施工。土石混填施工作业阶段粒径控制在15 cm以内,填方路基施工环节虚铺厚度40 cm,压实度不超过30 cm<sup>[5]</sup>。

#### 4.4 石料的摊铺

##### 4.4.1 根据粒径选择合适摊铺

土石混填路基施工阶段加强石料粒径控制,并选择合理的摊铺施工方法,保证现场施工作业符合要求。如果粒径比较大,则使用渐进式摊铺作业方式,由运料车运输到作业现场,并按照从两侧到中间的顺序逐步卸载。针对细料含量较多的混合料,则采用卸上推下的方式完成。

##### 4.4.2 边坡码砌

对于中硬或者硬质石料填筑作业阶段,先进行边坡码砌施工。该环节使用强度超过30 MPa且不容易风化的石料,石料应满足规则性要求,结构尺寸在30 cm以上。在填筑作业过程中,填筑高度在5 m以上,码砌厚度不小于1 m。

#### 4.5 土石混合料的整平

土石混填路基现场施工环节,压实作业前采用摊铺、整平方式达到基本平整性的要求。运输到作业现场后,工作人员操控工具将集料进行填充处理,各位置强度合格。现场施工作业阶段设置纵横向坡度,确保尺寸精度达到要求,并采用平地机精平处理。按照施工作业需求间隔20 m设置一个测量断面,每个断面设置5个测量点位,检测高程、松铺厚度等参数。

#### 4.6 碾压

填筑作业施工采用水平分层施工方式,使用压路机静压2遍进行收光作业。在压实过程中,设备行驶速度在4 km/h以内。

静压作业结束后及时开展振动碾压,作业速度从慢到快逐步增大,但最高速度不能超过4 km/h。振动功能开启后按照从轻到重、由弱到强的顺序逐步完成,

并保证横向接头重叠宽度达到0.4~0.5 m。在碾压过程中保证各位置碾压作业效果合格,达到均匀性的标准,避免存在漏压等问题。碾压过程中直线段从两侧到中间、曲线段从内到外逐步完成碾压作业。

在振动碾压的过程中,检测沉降量、压实度、压实设备行驶速度等,做好各项数据检测以及记录工作,形成完善的检测报告。在检测的过程中需及时检测碾压次数、碾压速度、最佳含水量、碾压含水量、沉降量等参数指标,并对比设计方案。如果碾压6~8遍依然无法满足技术标准,则继续碾压或者翻动再压,直到达到设计标准。

#### 4.7 压实沉降差检测

首先在压实结束后的路堤表面设置纵向测量点位,各点位使用油漆清晰标记。测量的过程中使用水准仪检测高程,为避免出现误差过大的情况,现场准备3块铁板,设置在测点位。

振动压路机碾压作业阶段速度为2.0~4.0 km/h,碾压2遍且表面没有明显痕迹。该环节施工结束后使用精密水准仪检测高程,测量碾压前后的高差变化,掌握沉降差数据。

碾压中如果相邻两遍沉降量在2 mm以内,即可判定为合格。现场碾压阶段保证设备碾压作业连续进行,并随时抽查检测,保证各项参数达到标准。

## 5 结束语

本工程采用土石混填施工方法能大大提升公路路基的施工强度。因此,对于土石混填路基施工的研究还需要进一步优化,根据实际情况开发更先进的施工设备、探索新施工工艺,通过引入数字化、智能化技术提高施工过程效率。同时,在土石混填路基施工过程中要加强对工程工艺与人员等方面的控制,如此才能保证公路路基工程项目顺利实施。

## 参考文献:

- [1] 郑子文.市政道路土石混填路基施工技术探讨[J].中国设备工程,2022(04):93-94.
- [2] 王雄.公路施工中的土石混填路基施工技术分析[J].运输经理世界,2022(33):53-55.
- [3] 赵庆玲.公路土石混填路基施工技术[J].中华建设,2022(08):139-140.
- [4] 张瑞杰.研究公路施工中的土石混填路基施工技术[J].黑龙江交通科技,2022,45(06):68-69.
- [5] 朱凤君.市政道路土石混填路基施工技术控制技术研究[J].粘接,2020,44(12):186-188.