

公路路基试验检测中灌砂法的应用

吴成根

(广西公路检测有限公司, 广西 南宁 530000)

摘要 为确保公路路基填筑质量, 本研究以灌砂法作为试验检测方法, 针对某公路路基项目进行详细分析, 该路基试验检测过程中, 按照灌砂法标准步骤进行路基测试检测, 同时, 对试验过程中的关键参数进行研究。经过对灌砂法试验结果的全面分析, 得出结论: 灌砂法能够准确评估公路路基的压实质量, 有效识别路基的薄弱环节, 能够为提升公路路基承载强度, 保障公路路基项目稳定开展提供技术参考。

关键词 公路工程; 路基试验; 灌砂法; 试验技术

中图分类号: U416

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)09-0034-03

路基作为重要的基础结构部分, 关系到公路交通的通行顺畅性以及交通稳定性, 也是整个道路交通运输发展的基础和根本。为了能够提高道路交通通行水平, 缓解交通拥堵压力, 重视公路基础设施的建设尤为关键。在公路路基施工中需实施试验检测, 掌握公路路基结构运行效果, 提高检测精确性, 满足公路项目的建设要求。在公路路基试验检测的过程中使用灌砂法可提高施工建设水平, 及时掌握公路路基结构强度以及稳定性, 掌握压实度参数, 为今后公路项目的正常使用提供基础^[1]。本文以某公路项目作为案例展开分析, 探讨灌砂法在公路路基试验检测中的使用价值, 并且掌握试验原理、检测要点、试验操作流程等, 提高试验检测的效率, 满足公路路基的建设要求。

1 工程概况

本项目为某地区新建高速公路项目, 全长约30 km, 设计时速为120 km/h, 双向四车道。项目地处丘陵地带, 地质条件复杂, 涉及多种土壤类型, 主要包括细粒土、砂类土和砾类土。为确保公路路基的稳定性和承载能力, 根据填筑作业要求于现场展开击实试验, 检测各项性能参数是否达到要求, 并且明确压实度工艺, 确定最佳材料配合比参数。填筑施工完成后使用填砂法检测结构强度, 对比前后两项参数, 从而提升路基结构的运行效果。

2 灌砂法检测原理

灌砂法检测是一种常用的现场测定土壤压实度的方法, 其原理基于土的密实度与孔隙率之间的关系。在检测过程中, 首先准备粒径为0.30.6 mm或0.20.5 mm的清洁、干燥且粒径均匀的砂料, 这些砂料需满足一定的级配要求, 以确保检测数据的精度和可靠性。

灌砂法检测开始前, 需要进标定灌砂筒的容积和质量、选择合适的试坑位置和尺寸、清除试坑内的杂物等。准备工作完成后, 将灌砂筒置于试坑上方, 打开灌砂筒的开关, 让砂料从灌砂筒中自由落入试坑内。在砂料下落的过程中, 测量并记录灌入试坑内的砂料质量, 同时保证砂料在试坑内分布均匀。根据测量的要求明确具体的含水量参数, 选择符合本项目施工要求的含水率参数值。

3 路基压实度检测要点

3.1 施工压实度的确定

本项目在压实度检测的过程中, 主要是采用实试验的方法进行了集料的配合比与含水量检测。当检测土体压实度参数后, 则按照公式(1)的要求计算最大干密度。

$$K = P_d / P_c \times 100\% \quad (1)$$

式(1)中: K 表示未经过压实的压实度(%)为待测路基施工压实度(%); P_d 代表的是干密度或试样干密度(g/cm^3); P_c 代表的是通过击实试验后取得的最大干密度(g/cm^3)。我国公路路基结构在压实度检测阶段, 以重型击实试验和轻型击实试验为主, 各项试验确保检测的精度达到要求。上述两种方法在操作的过程中, 主要区别为击实功大小, 一般中重型击实试验的击实功是轻型击实试验的5倍^[2]。

根据上述操作原理, 在最大干密度参数值检测中, 重型击实试验检测的结果超出轻型击实试验6%~12%, 但是测定的压实度数据往往不能真实反映出实际情况。该项目现场填筑前重型击实试验测定各项压实度数据, 其中路床压实度96.7%、上路堤压实度94.5%、下路堤压实度91.6%、基底压实度92.1%, 获取上述参数和施工结束后的路基结构灌砂法检测压实度进行对比分析。

3.2 量砂的选择

灌砂法作为重要的压实度检测措施，选择使用的量砂必须精准，粒径均匀，并且根据要求标注松方密度，使得数据具备较高精度。根据本工程检测需求，现场选用 150 mm 直径的灌砂筒，测定量砂密度与重量，并且针对不同的 3 种粒径检测，见表 1。

经过对表 1 数据进行分析，掌握本项目灌砂法检测的粒径 0.3 ~ 0.6 差值比较小，说明 3 组试验参数离散度比较小。根据上述结果，在公路路基压实度检测中，使用 0.3 ~ 0.6mm 量砂开展检测即可达到数据精度要求，数据具备真实性、准确性。

3.3 量砂松方密度标定

1. 在《公路土工试验规程》(JTGE40—2007)中，确定使用灌砂法展开路基压实度检测时，应按照规定流程开展试验检测，保证数据的精确性符合要求。根据标准中的要求，在试验过程中应确保灌砂筒内量砂高度和头顶距离在 15 mm 左右，这样保证量砂的下落高度符合要求，量砂的密度以及下落速度达到标准，进而提高压实度检测的精准度。按照以往检测的经验进行分析，量砂的密度随着灌砂筒中下落高度而减小，每降低 5 cm，其密度减少 1% 左右。为了检验压实度数据结果是否达到可靠、准确的要求，在检测的过程中根据实际情况确定量砂高度。通常来说，每次检测时灌砂筒内量砂面高度保持一致，尽可能规避量砂高度差异而产生测量偏差^[3]。与此同时，灌砂筒内的量砂重量偏差也要控制，将其设定在 1 g 以内。检测的作业开始前采取措施进行量砂处理，主要包含烘干、筛分等，选择 0.3 ~ 0.6 mm 之间的量砂备用，每次检测结束后量砂需作废，禁止重复利用。经过处理后可再次使用，但需进行松方密度标定以及重量检验，以保证量砂符合检测作业要求，规避量砂控制不当对最终结果造成的影响。

2. 公路路基压实度检测的过程中，量砂密度的准确性判定尤为关键。通常来说，量砂密度和标定罐深度存在直接关系，所以落实各项参数检测才能保证量砂密度符合要求。按照国家标准规定的试验规程，标定罐深度每减小 2.5 cm，量砂密度也会减小 1% 左右。从实际经验进行分析，在相同试坑内进行试验时，不同规格的标定罐给量砂的密度、碾压层压实度参数方面造成干扰影响，也导致最终压实度效果不合格。因此，在灌砂法展开压实度检测中，需结合现场施工试坑深度以及灌砂法检测要求，做好各项参数标定工作，进而提高标定的准确性，保证标定的精度达到要求^[4]。

3.4 检测仪器

灌砂法检测过程中选择合适仪器设备极为关键，本项目使用灌砂筒、密度试验仪作为主要设备。灌砂筒投入使用前需加强检验检测，应对其容量、尺寸方面展开检测，确保灌砂法检测精度达到要求，防止数据存在偏差而给后续作业造成不利影响。压实度检测工作实施前需重视灌砂筒检查，根据表 2 参数控制。经过各项数据分析，灌砂筒选择时需考虑到量砂粒径、被检测厚度等方面，进而使得现场检测工作有序完成。

按照以往公路路基的检测经验，灌砂筒直径增大的情况下，也需要适当地增加探测深度，对探测数据精度产生不利的影 响。本公路项目填方施工时选择砾类土作为填筑材料，材料粒径设计为 31.5 mm，压实度厚度设计为 200 mm。考虑到路基试验检测的精度要求，本次工程选择 250 mm 规格的灌砂筒开展检测工作，以保证路基试验检测精度满足项目需求。

3.5 填料含水率检测

路基施工中压实度是关键性参数，对于结构性能有直接影响，也关系到整个公路路基的运行效果。根据现场检测的标准要求，检测含水率数据，保证压实度满足现场标准。根据施工作业的标准，分析现场的

表 1 量砂粒径及质量标定情况

| 量砂粒径/mm | < 0.15 | 0.15 ~ 0.3 | 0.3 ~ 0.6 | 0.6 ~ 1.2 |
|---------|--------|------------|-----------|-----------|
| 第一次 | 3 757 | 3 756 | 3 764 | 3 771 |
| 第二次 | 3 748 | 3 754 | 3 761 | 3 766 |
| 第三次 | 3 754 | 3 762 | 3 766 | 3 779 |
| 极差/g | 9 | 8 | 5 | 13 |

表 2 灌砂筒选择标准

| | < 13.2 | 13.2 ~ 31.5 | 31.5 ~ 63 | 63 ~ 100 |
|--------|--------|-------------|-----------|----------|
| 填料最大粒径 | < 13.2 | 13.2 ~ 31.5 | 31.5 ~ 63 | 63 ~ 100 |
| 待测试厚度 | ≤ 150 | ≤ 200 | ≤ 300 | ≤ 400 |
| 灌砂筒直径 | 100 | 150 | 200 | 250 |

测量标准以及要求,本项目使用酒精燃烧的方式测定含水率,选择3份样品分别燃烧,在水分蒸发后进行称量,记录称量后的重量。检测时执行操作规范要求,如果存在错误操作,需使用备用样品。

3.6 压实度计算

结合上述试验工作获取的压实度参数,按照下述公式进行计算:

$$m_b = m_1 - m_4 - (m_5 - m_6) \quad (2)$$

$$m_b' = m_1 - m_4 - m_2 \quad (3)$$

在公路路基压实度检测的过程中,灌砂法是比较常用的一种方法,数据检测精度比较高。在该方法检测时需要进行多项参数的测量和分析,其中式(2)和式(3)尤为关键。式(2)和式(3)中,参数代表含义如下: m_b 表示的是试坑位置布设有基板时,满载量砂的整体质量; m_b' 则表示不放置基板时试坑时砂的具体质量; m_1 代表的是灌砂之前灌砂筒的最初质量; m_2 代表的是锥体内的砂质量; m_4 表示通过灌砂以后,灌砂筒中余下砂的基本质量; $m_5 - m_6$ 表示圆锥体和粗糙表面结构之间的质量关系。

根据本项目检测要求,对路床、上下路堤、基底等结构展开检测,获取数据带入公式中,进而得出本项目路基压实度参数。根据数据计算后获取3处压实度分别为97.1%、94.3%、91.8%、91.7%。通过分析以上的数据信息,展开重型击实试验的分析,发现数据的偏差在3%以内,表示这些方法检测数据精度达到要求。

4 现场检测要点

4.1 检测点数量

公路路基压实度检测实施过程中,使用灌砂法检测时需选择合适点位展开,合理布置检测点,使得检测数据准确性达到要求。本项目检测作业开始前根据现场实际情况,通常需要使得每个车道布置试坑,根据要求设置编号。检测的过程中每个点位检测两次,数据复核检测也非常关键,使其数据精度达到标准。如果经过检查发现数据偏差严重,无法达到数据精确的标准,需再次展开数据检测,最终确保各项数据符合精度要求。每层压实作业的阶段,根据试验标准要求逐一完成检测,并且落实全频率自检工作措施。通常来说,每1 000 m²设置2个以上检测点位,而对于施工要求较高的部位则适当地增加检测点位的数量。使用灌砂法展开压实度检测时,每个点位检测时间为15 min。

本工程路基的宽度设计为30 m,每天设计的检测长度为500 m,检测面设计为1 500 m²。

项目检测中设置了30个点位,用时8 h完成。此

外,考虑到检测效率,检测时安排施工单位开展自检,由监理工程师全程抽检^[5]。

4.2 量坑开挖

根据本公路项目路基检测结果分析,压实度呈现出中间高、两侧低的趋势。为满足检测标准,获取的数据信息符合精度标准,根据检测标准可将点位设置路缘部位。根据本项目检测的要求,主线与填方匝道压实厚度150 mm,试坑深度150 mm。试坑采用圆形结构形式,周围部位采取垂直度布置方式,底部符合平整度标准,进而满足压实度的要求。

4.3 基板设置

灌砂法检测的过程中,有些部位表面平整度不合格,需选择使用基板作为辅助措施,以规避表面平整度不足而对检测精度产生影响。检测作业结束后需对灌砂筒地板、基板与地面之间进行检查,查看是否存在漏砂的现象。如果存在漏砂应及时清理、称量,并且将其作为压实度检测的参数使用。

4.4 灌砂

基板设置结束后即可进行灌砂作业,并且将回收的量砂洗净、过筛、烘干等处理,经过检测达到技术标准可再次使用,从而保证试验参数值达到精准性的要求。

5 结束语

公路路基作为主要支撑结构部分,关系到整个公路项目的运行效果,所以进行压实度检测尤为关键。灌砂法作为公路路基压实度检测的重要方式,检测数据精度较高,操作简单,可满足路基压实度检测的要求。本文从实际工程案例展开分析,发现灌砂法在公路路基压实度检测中的优势,相关人员需掌握检测工艺流程,各环节数据的精确度需达到要求。

参考文献:

- [1] 王亚晓,王来硕.核子密度仪法与灌砂法检测路基压实度的相关性分析[J].公路与汽运,2022(06):68-70,74.
- [2] 田素平.探讨公路工程试验检测对工程质量控制的重要性[J].中华建设,2022(05):61-62.
- [3] 陈康军,徐有为.路基压实度灌砂法自动检测设备的设计与关键技术[J].湖南交通科技,2022,48(01):31-33,59.
- [4] 胡桂海.灌砂法路基压实度快速成孔检测技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(31):103-105.
- [5] 谷立强,刘朋,张开伟,等.灌砂法与环刀法在检测地基压实度中的对比研究[J].土工基础,2022,36(01):70-73.