

公路路基压实度试验检测方法对比与实践

卫敏婷

陕西省咸阳路桥工程公司, 陕西 咸阳 712000

[摘要]公路路基的压实度属于决定道路工程质量的一项关键指标,其检测所得到的结果会对道路的耐久性以及安全性产生直接的影响。文章在对影响压实度的诸多主要因素加以分析的基础之上,较为细致地总结了当下常用的四种压实度检测方法,这四种方法分别是灌砂法、环刀法、核子密度仪法以及动态载荷试验法,并且从检测原理、精度效率以及适用性等方面综合地对其展开了全面的对比分析。提出了在实际工程当中推广应用合理检测方法的具体方向,并且探讨了提升各个环节试验质量的相关实施策略。

[关键词]公路路基; 压实度; 试验检测

DOI: 10.33142/ec.v8i6.17233

中图分类号: U416

文献标识码: A

Comparison and Practice of Testing Methods for Compaction Degree of Highway Roadbeds

WEI Minting

Shaanxi Xianyang Road and Bridge Engineering Company, Xianyang, Shaanxi, 712000, China

Abstract: The compaction degree of highway subgrade is a key indicator that determines the quality of road engineering. The results obtained from its detection will have a direct impact on the durability and safety of the road. On the basis of analyzing the many main factors affecting compaction degree, the article summarizes in detail four commonly used compaction degree detection methods, namely sand filling method, ring knife method, nuclear density meter method, and dynamic load test method. A comprehensive comparative analysis is carried out from the aspects of detection principle, accuracy efficiency, and applicability. Specific directions for promoting the application of reasonable detection methods in practical engineering were proposed, and relevant implementation strategies for improving the quality of various stages of testing were discussed.

Keywords: highway subgrade; compaction degree; experimental testing

引言

公路路基压实度在路基工程质量控制方面属于核心指标范畴,它在很大程度上决定着道路在运行期间能否保持完整且稳定的状况,以及能不能经受住重车经过后所留下的重重损伤。压实度检测作为工程实现高质量工艺的关键环节之一,其精准程度以及精细化水平会对后续工程的推进速度与最终成效产生直接影响。部分现场检测工作存在着方法选取没有定准、操作规范性欠佳、数据出现故障的频次较高等诸多问题,这些问题也使得人们对检测工艺给予了格外的关注。所以,有必要针对常用的检测技术展开系统的对比分析,以此为实际工程挑选合适的方法给予相应的理论支撑与技术方面的助力。

1 影响公路路基压实度的主要因素

1.1 基层含水量

在对公路路基进行压实过程中,主要是通过对路面碾压所产生的黏结力和内阻力促使其产生相对位移,以此来提升结构黏结力的作用。随着土层压实度的提升,土层材料的黏结力也会不断增长。当土层含水量增大时,会给予土层颗粒一种润滑的作用,降低土层内部的阻力,促使材料之间的间隙不断增大,从而减少整个路基结构的压实度。

1.2 压实厚度

压实条件相同,土层压实度一般会随着深度变化呈现递减趋势,压实度最高的部分,一般都在土层 5cm 深处。至于压实厚度,一般较为固定,控制在 20cm 以内。这个厚度受夯实设备影响,如果利用 12~15T 的压路机进行实际操作,厚度应控制在 25cm 以内;如果选择夯机器作为碾压设备,厚度应控制在 50cm 以内,进而保障整个土层的实际压实情况,提升路基的压实效果。

1.3 压实机械与工艺参数

选取与之相适配的压实机械,并且合理地去设置工艺参数,这无疑是确保路基压实效果的关键举措。就压实设备而言,其中囊括了挤压车、挤刀机以及挤挨机等多种类型。而这些设备所具备的压强能力、挤平能力,还有其具体的挤动方式,无一例外都会对压实效果产生直接的影响。不同的设备类型,它们适用的土壤类型也是不一样的,所以得依据实际的环境条件来精准地做出选择。与此在进行压实操作的时候,像经过路数、速度、挤压路径以及挤压进步方式等等这些工艺参数,也都需要结合实际的效果来进行相应的优化设计。在路基的构造环节当中,唯有将压实机械的各项性能以及工艺参数相互之间精准地配合起

来,能够切实保证压实层的各项性能指标都能够符合规范所提出的要求。

2 公路路基压实度试验检测方法综述

2.1 灌砂法

灌砂法算得上是当下运用颇为广泛的一种用来检测压实度的办法。它的具体做法主要是通过测定土体在被挖出之后所形成的孔穴的体积,并且要结合原本所在位置的质量来对干密度加以计算,进而凭借这样得出的结果去判断其压实度是不是已经达到了规定的标准。这种方法的操作原理相对来说是比较直观的:借助标准砂以及砂瓶这样的装置,通过精准控制砂流量来实现对试坑的精确填充,以此方式来测定试坑的体积,最终由此获取土壤的密度信息。灌砂法有着设备较为简单、操作方法已经相当成熟的优点,它可以适用于大多数属于粘性以及非粘性的各类土质情况。不过,它所存在的劣势同样是很突出的:在测试开展的过程中,对于操作人员的技术水平有着比较高的要求,而且很容易受到风力因素、地表平整程度以及含水量变化等方面的影响。除此之外,这种方法并不适合用于粗粒土、碎石类土体以及水位处于较高状态的现场环境,在实际操作当中还容易出现诸如砂漏、孔隙处有残留等误差情况。所以说,在运用灌砂法的时候务必要严格依照规范的流程来进行操作,唯有如此才能保证试坑的几何稳定性以及试验数据具备重复性。

2.2 环刀法

环刀法属于一种传统方法,常常用在现场对土壤原位密度展开测定工作上,这种方法对于细粒土以及部分粘性土所在的地区尤为适用。其基本原理在于借助有着固定体积的环刀,在试验区域将其垂直地插入到土层当中,接着依靠所提取出来的土样,直接去测定它的湿重还有含水率,再依据这些数据计算出干密度,进而对压实的程度做出判断。环刀法具备操作起来较为简单、设备本身比较轻便以及成本相对低廉等诸多优点,特别适合在那些没办法使用核子设备或者灌砂设备的边远地区或者是受到一定限制的区域运用。不过,该方法确实存在一些局限性,比如说在土壤较为密实或者含有砾石的情况下,环刀插入会比较困难,而且容易致使样品出现扰动的情况,这会对测量的精度产生影响。除此之外,试验得出的结果是比较容易受到人为因素干扰的,这就要求试验人员不但要具备娴熟的操作技巧,而且还要严格依照施工规范来加以控制。若想提高其测定的准确性,就需要确保环刀在插入的过程中保持平稳的状态,同时要保证切面是完整的,防止试样出现松散或者破碎的现象。

2.3 核子密度仪法

核子密度仪法乃是借助放射性同位素源所发出的 γ 射线以及中子束,凭借对土体当中辐射衰减程度加以测量的方式,进而实现快速且不会对土体造成破坏的获取土壤

密度还有含水率的现场检测手段。此方法依靠仪器内设的探测器去接收穿透土体之后的辐射信号,并依据预先设定好的标准曲线将其转化为土体密度以及含水率的具体数值,如此便大幅度提升了检测工作的速度以及准确程度。核子密度仪有着操作起来较为简单、测量速度快、重复性表现良好并且可以达成实时检测等颇为突出的优势,特别适宜于大面积路基压实度的监测工作以及施工进度当中的连续质量把控事宜。不过,这种方法同样存在着放射性安全管理方面的要求颇高、设备购置以及维护所需的成本偏大、对于环境条件比较敏感(像土壤密度的均匀性状况、含水率的变化情况等)等局限之处。而且,核子密度仪的测量所能达到的深度是有限的,一般而言只适用于对表层土体展开检测,针对较厚层土体的深层密度检测方面的能力是比较薄弱的。即便如此,它在现代公路施工质量控制环节当中已然成为了一种标准化且高效化的关键性技术手段,被广泛运用到施工现场当中,尤其是在那些需要快速反馈信息并且要持续进行监测的工程项目里表现得极为出色。

2.4 动态载荷试验法(落锤夯实仪)

动态载荷试验法一般会采用落锤夯实仪来实施。这种方法是凭借施加特定质量和高度的落锤给土体带来冲击载荷,然后通过测量土体对于这种冲击所做出的反应,进而推断出土体的压实度以及承载能力,它属于一种现场检测手段。此技术是以土体在冲击载荷作用之下的反弹程度还有沉降特性作为依据,再结合传感器所获取的数据分析,达成对土层密实度与刚度的快速评定。落锤夯实仪法的操作流程比较简单,检测的速度也快,并且不需要对土壤样本进行开挖,特别适宜在那些不宜遭到破坏的施工现场展开连续性的监测工作。该方法的适用范围颇为广泛,涵盖了各式各样的路基以及填土,不过它的检测结果会很大程度上受到土体含水率、压实状态以及加载频率等诸多因素的影响,而且所反映出来的也只是土体的动力响应特性,并非直接的密度值,所以得要结合现场的实际状况以及其他检测方法一道来进行综合性的判断。动态载荷试验法在技术人员的培训以及仪器的校准方面有着较高的要求,以此来保证测试数据具备可靠性与一致性。伴随现代传感技术不断发展,该方法在公路路基施工质量控制当中的应用也在一步步地扩大,已然成为了辅助密实度检测的一件重要工具。

3 不同检测方法的对比分析

3.1 检测原理与技术特点对比

公路路基压实度的检测方法包含物理取样测量以及非破坏性快速检测这两种技术类别。灌砂法还有环刀法都属于传统的物理取样方法,是凭借对现场土样的直接测量来获取密度数据的,其中灌砂法是借助砂填充孔洞体积来换算密度,环刀法则是通过环刀提取土样来计算含水率以及干密度。这两者相同的特性在于原理较为直观且技术比较成熟,然而操作起来相对繁琐,而且对操作环境的要求

也比较高。与之相比,核子密度仪法以及动态载荷试验法属于非破坏性快速检测技术,前者依靠放射性同位素的辐射衰减原理,后者是以土体动力响应分析为基础,均能够在现场迅速获取密实度信息。核子密度仪法有较高的测量精度以及连续监测的能力,动态载荷试验法则可反映出土体的动力特性以及承载能力,不过在密度测量的直接性方面稍微差一些。这些技术的特点促使不同的检测方法在具体工程应用当中各有各的侧重点,合理地将多种方法结合起来能够达成压实度检测的全面性与准确性。

3.2 精度、效率与操作复杂度对比

就测量精度而言,核子密度仪法一般比传统的灌砂法以及环刀法更具优势,它可以达成快速并且重复性良好的检测成效,并且受人为误差的影响比较小。灌砂法尽管在特定条件之下精度颇高,然而操作流程较为繁杂,受到环境因素的影响也比较大,而且工作效率不高。环刀法的操作相对简单一些,不过容易因样品扰动而使精度受到影响,而且对于密实土体的适应性存在局限。动态载荷试验法在效率方面比较高,可迅速反馈出土体的承载特性,不过其测量结果带有一定程度的间接性,在解释的时候需要结合经验来进行判断^[1]。从操作复杂度来讲,灌砂法和环刀法对操作人员的技能要求比较高,且测试过程耗费的时间较多;核子密度仪法虽说设备价格昂贵,但是操作起来相对较为简便,经过规范培训之后操作误差会比较小;动态载荷试验法操作较为灵活,可是对仪器校准以及数据处理的要求比较高。综合来看,核子密度仪法和动态载荷试验法在现代施工质量控制当中更受欢迎,特别适合那种需要快速高效检测的工况。

4 压实度检测的与实践应用与质量保障措施

4.1 检测方法在实际工程中的应用

在实际开展公路路基施工的时候,压实度检测方法的应用一般会依据具体工程的特点以及所处的施工阶段来合理地进行配置安排。通常来讲,在施工刚开始的时候以及在一些关键控制段落,往往会采用灌砂法还有环刀法来初步确认质量状况,以此来保证基础土层处于较为密实状态。随着施工不断向前推进,并且对施工质量的要求也在不断提升,就会逐步引入核子密度仪法,借助这种方法可以实现对大面积路基展开高效的连续检测,从而确保施工质量能够符合设计时所规定的标准^[2]。动态载荷试验法大多时候是用于评估施工完成之后的承载性能以及结构刚度情况,进而辅助去判断路基整体的稳定性如何。合理地安排检测的频次以及检测方法的组合方式,对于快速发现施工当中存在的密实度不足的问题并且加以纠正有着重要作用,能够有效保障路基工程施工的质量以及后续道路的使用寿命。通过将多种检测方法互补起来进行应用,是可以实现对施工质量进行较为全面的监控以及动态的

管理工作的。

4.2 检测流程标准化与数据质量控制

要想让公路路基压实度检测的准确性以及可靠性得以切实保障,那就必须一丝不苟地去执行经过规范设定的检测流程。这里面涉及的诸多环节,像是检测点要怎样合理地布置、样品采集以及处理的方法该是怎样的、仪器设备得按时校准并且精心维护、数据记录以及报告编写又该如何操作等等,所有这些环节都务必要纳入到标准化的管理范畴当中来。还应当建立起一套较为完善的质量控制体系,把各个环节的责任给明确界定清楚,如此一来便能够有效防止人为操作时出现误差,也能避免环境方面的因素对检测造成干扰^[3]。除此之外,推行数据审核以及复核的相关机制也是很有必要的,借助统计分析的方法来对检测所得到的结果做出合理的评估,进而将那些异常值给排除掉,以此提升数据所具有的代表性以及准确性。数据质量控制一方面能够确保检测结果具备科学性,另一方面也为工程质量的验收以及后续的维护工作给予了颇为坚实的数据方面的支撑。通过实施流程的标准化操作以及开展质量控制相关工作,能够在很大程度上提升检测工作所呈现出的规范性以及工作效率,从而有力地推动公路路基建设质量实现持续不断的改进。

5 结语

公路路基压实度的精准检测,于保障道路工程质量以及延长其使用寿命而言,实属关键环节所在。此篇文章将灌砂法、环刀法、核子密度仪法还有动态载荷试验法这四种常用的检测技术展开系统对比,对各个方法的原理、所具备的优势、存在的局限以及适用范围做了详尽剖析,清晰阐明了在不同工况情形下合理选用检测技术的重要意义。在实际操作当中,把多种检测方法加以互补运用起来,同时配合上严谨的质量控制流程以及相应的技术管理举措,切实提高了检测的效率,并且也使得数据的准确性得以提升。往后的日子,伴随检测技术以及设备不断地向前发展进步,需要进一步强化针对人员的培训工作以及设备的管理工作,促使检测方法朝着标准化以及智能化应用的方向去推进,持续对公路路基压实质量管理体系予以优化完善,以此来保障道路建设能够实现高质量的发展态势。

[参考文献]

- [1]王景南.公路路基压实度现场密度试验检测方法实践[J].智能城市,2021,7(3):67-68.
- [2]恰小会.公路路基压实度现场检测方法实践[J].四川水泥,2022(7):258-260.
- [3]封立群.公路路基工程的试验检测方法分析[J].黑龙江交通科技,2023,46(4):169-171.

作者简介:卫敏婷(1987.5—),女,汉族,本科,毕业院校:大连理工大学,专业:土木工程。