

带水箱车载平板振动夯在填砂路基施工中的应用

郭恒燕

中国山东对外经济技术合作集团有限公司

摘要: 塞尔维亚E763高速公路项目第三标段采用细砂作为路基填料,且要求路基压实后不仅需要检测压实度,还对变形模量 E_{v2} 及 E_{v2}/E_{v1} 比值有要求。常规压实机械碾压后变形模量 E_{v2} 及 E_{v2}/E_{v1} 比值很难满足技术规范要求,但采用带水箱车载平板振动夯进行压实,可很好的满足压实度及变形模量的要求。

关键词: 路基填料; 细砂; 变形模量; 带水箱车载平板振动夯

一、引言

塞尔维亚首都贝尔格莱德及周边地区受Dunav河及Sava河冲积影响,广泛分布着由细砂组成的冲积层,E763高速公路项目第三标段便采用该细砂作为路基填料。基于细砂具有透水性好、饱水后易压实,但表面水分散失快、失水后表面松散不易压实的特点,且塞尔维亚路基施工技术规范要求路基压实后不仅检测压实度,还对变形模量 E_{v2} 及 E_{v2}/E_{v1} 比值有要求,常规压实机械碾压后压实度能满足技术要求,但变形模量 E_{v2} 及 E_{v2}/E_{v1} 比值无法满足技术规范要求,故我们进行了大量对比实验,最终决定采用带水箱车载平板振动夯进行路基压实,取得了理想的压实效果。

二、细砂的工程特性

在对塞尔维亚E763高速公路项目第三标段设计单位推荐的两个取土区域的典型砂样进行了颗粒分析、击实特性、CBR、抗剪强度和回弹模量等物理、力学实验后,得出该项目用砂各项指标情况如下:

(一) 颗粒级配

根据塞尔维亚试验规范,现场进行了筛分试验得出该工程细砂85%~92%的颗粒粒径在0.075~0.3mm之间,粒径小于0.075mm的颗粒含量在1.6%至6.2%之间,所有砂样不均匀系数 C_u 处于1.4~1.6之间,曲率系数 C_c 在1.0~1.1之间,属于不良级配砂。相较于级配优良的路基填料,该材料的压实需制定更科学的压实工艺并配备经济合理的压实机具。

(二) 压实特性

通过对该项目工程用砂进行室内击实试验得出,该细砂含水量与干密度的关系曲线比较平缓,即干密度随含水量变化而波动的幅度较小,这说明适宜压实所需的含水量范围较大。另一方面,由于细砂透水性高,压实过程中路基表面水分散失过快,故压实过程中需不断进行洒水,但不能大量补水甚至灌水。

(三) 力学特性

1. 加州承载比CBR

塞尔维亚E763高速公路设计要求该项目路基填料的CBR值不得小于8%,现场实验结果显示,项目所用细砂CBR值满足路基填料强度要求。

2. 抗剪强度和回弹模量

实验结果表明,该细砂的粘聚力 c 值和内摩擦角 ϕ 值对于含水量和压实度的变化敏感性不强,在施工压实条件下的抗剪强度比较均匀,受施工影响比较小。

细砂的回弹模量较高,相同含水量下压实度增大时,模量也相应增大,相同压实度下越接近最佳含水量回弹模量值越大^[1]。

三、路基压实质量的评价

通过室内试验及多次现场路基试验段试验表明,细砂用于路基填筑具备良好的路用性能,但控制细砂压实是保证细砂路基长期性能的关键。细砂表面水分散失快,失水后易松散,故每层路基铺设完毕后其表面需满足强度及变形的要求方可摊铺下一层。基于该情况,塞尔维亚现行公路路基验收规范规定,填砂路基压实质量采用压实度及变形模量双指标进行控制,即路基压实后不仅需要满足压实度要求,也需检测一次静载变形模量 E_{v1} 和二次静态变形模量 E_{v2} ,并要求 E_{v2} 达到设计值且 $E_{v2}/E_{v1} \leq 2.5$ ^[2]。

压实度表征路基压实后的密度状况,一般情况下压实度越高,密度越大,材料整体性能越好,但对高速公路和其他强度指标要求严格的工程项目,仅靠压实度这一参数来反映填料的压实质量有一定的局限性。

静态变形模量 E_{v2} 和 E_{v2}/E_{v1} 是指土在一定的荷载作用下抵抗变形的能力,其目的在于求算压力沉降曲线,并借助该曲线评价土壤的形变性和承载性能,由 E_{v2} 和 E_{v1} 的值判断其压实性^[3]。运用静态变形模量评价路基压实质量时,不仅要求 E_{v2} 达到规定指标,而且对 E_{v2}/E_{v1} 比值有要求, E_{v2}/E_{v1} 值较大时,说明变形模量 E_{v1} 较小,即路基的塑性变形大,路基压实不充分。

静态变形模量检测是通过圆形承载板和加载装置对路基表面进行第一次加载并卸载后再进行第二次加载,用承载板下应力和与之相对应承载板中心沉降量来计算变形模量 E_{v1} 、 E_{v2} ^[4],由于 E_{v2} 的荷载-沉降曲线是在逐级加载后,逐级卸载,再第二次加载得出,可认为其沉降(变形)消除了填料的塑性变形,测试结果离散性小,更能反应路基的真实强度。

四、带水箱车载平板振动夯简介及其在填砂路基施工中的应用

平板振动夯主要适用于夯实颗粒之间的粘结力及摩擦力较小的材料,如河砂、碎石及沥青等,其主要工作参数有:工作平板底面面积、整机质量、激振力及激振频率。工程中常用的平板振动夯底面面积较小,压实效率低,一般常用于工程量较小的或施工场地受限的工作,如边坡夯实、边角、台背处理等^[5],在路基压实等大体量压实工作中较为罕见。

(一) 设备组成

带水箱车载平板振动夯主要由三部分组成:主动力系统、供水系统及液压平板振动夯,如下图所示。

主动力系统为改装式卡车,卡车通过液压起升控制装置与平板振动夯结合,液压控制阀设在驾驶室内,驾驶员可自动控制平板振动夯的升降和振动。

供水系统基本结构配置有供水罐、水泵、喷洒系统、喷洒调节系统等。供水系统与平板振动夯之间为软性链接,最末端的喷洒系统与平板振动夯底部的链接为两层压力喷洒与低压式喷洒的结合,操作人员可根据路基含水量和压实度的要求调整喷洒模式及喷洒压力。

平板振动夯的工作平板由2~3块振动板组成,底面面积尺寸较一般平板振动夯大,横向夯实宽度可达2.0~2.5米,整机质量和压实功率较一般平板振动夯高。其主要技术参数为:

单块振动板宽度: 0.8 m

单块振动板工作面积: 0.35 m²



图1 带水箱车载平板振动夯
1—主动力系统；2—供水系统；3—平板振动夯

振动板数量：2-3块
 压实宽度：2块振动板——1.62-1.82 m
 3块振动板——2.44 m
 重量：2块振动板组成——700 kg
 3块振动板组成——1000kg
 工作时速：0.2-1.4 km/h
 振幅：50-58 Hz
 工作效率：压实面积——最大3500m²/h
 压实体积——最大500m³/h
 压实深度：最大0.8 m

(二) 工作原理

平板振动夯分别安装在改装式卡车的前部和后部，利用卡车的液动力驱动和移动功能，偏心机构转动在液动力系统的带动下，转动产生的震动经夯板作用于被夯物料，使之得到密实。

工作过程中，卡车发动机发出的动力一方面带动平板振动夯产生振动，另一方面通过传动装置将动力传给水泵，带动水泵运转。水泵从水罐中吸水，并将一定压力的水通过管道、阀门输送到车辆前后的洒水装置。

多个系统相互配合，实现工作过程中边振动压实边洒水的功能。

(三) 工程应用

塞尔维亚E763高速公路第三标段路基填料为细砂，在试验段铺筑阶段，项目组分别用传统压路机及带水箱车载平板振动夯进行了多次对比压实试验，通过多次对比试验得出：采用传统压路机碾压后，路基压实度可达到技术要求，但变形模量Ev2及Ev2/ Ev1值均达不到设计要求，采用带水箱的车载平板振动夯进行压实，压实过程中边振动碾压边洒水补充细砂散失的水分，路基压实度及变形模量均能满足设计要求。

对比试验后，该高速公路第三标段均采用带水箱的车载平板振动夯进行路基压实，取得了较好的技术效果，且该设备由于配置简单等原因采购成本大大低于光轮、凸轮等传统压路机械，在填砂路基施工中采用该机械大大节省了项目的机械成本，达到了良好的经济效果。

五、结语

塞尔维亚E763高速公路项目采用细砂作为路基填料，不仅能解决该区域公路建设所需路基填料匮乏的问题，而且能产生显著的经济效益。该项目施工经验表明，路基质量检测对变形模量有要求的且路基填料为细砂的高速公路项目，采用带水箱的车载平板振动夯进行压实，压实过程中适当洒水，可很好的满足压实度及变形模量的要求。

但由于车载平板振动夯整体质量较小，压实功率低，故压实效率较传统压路机械低。实际施工中，可采用传统压路机与车载平板振动夯相结合的机械配置，即可提高压实效率亦可满足变形模量的要求。

参考文献

[1] 谭鹏, 曹长伟, 资西阳, 杨雨林, 余路. 滨海细砂作为公路路基填料的工程特性研究[J]. 公路工程, 2014, 39 (1): 94-98.
 [2] TECHNICAL CONDITIONS FOR BUILDING ROADS IN THE REPUBLIC OF SERBIA, amended on 30.04.2012 [S].
 [3] 张凤英, 徐书国, 严鑫文. 静态变形模量Ev2标准的应用与展望[J]. 城市道桥与防洪, 2004, 6: 116-118.
 [4] 孔艳艳. 静态变形模量和动态变形模量相关性分析[J]. 铁道标准设计, 2010 (1): 38-41.
 [5] 王志强. 平板振动夯压实原理的研究与实践 [D]. 天津: 河北工业大学, 2002.