

无黏性粗粒填料路基压实技术分析

孙万虎

(甘肃路桥建设集团有限公司, 甘肃省兰州市, 730030)

摘要 在公路建设中,常会遇到由石块、碎石、砂砾石等组成的无黏性粗粒混合料做为路基填料。此填料对路基压实施工质量要求较高,为提高无黏性粗粒填料路基压实效果,研究通过试验,分析压实机械、碾压遍数、碾压速度、摊铺厚度对路基压实效果的影响,最终确定该工艺的最佳压实机具、压实方式和摊铺厚度,可为同类项目提供理论依据。

关键词 无黏性粗粒;路基填料;压实效果;压实检测

中图分类号:U416.1 文献标识码:B

文章编号:1008-0899(2024)08-0052-03

现阶段,不同区域、不同项目以无黏性粗粒土作为路基填料的填筑,其工艺控制、质量监测等存在差异。粗粒混合料粒径大且均匀度不佳,路基填筑质量检测环节多以沉降差作为评估压实质量的重要指标^[1-2]。研究分析无黏性粗粒混合料填筑路基的压实技术,具体有十分重要的工程实践意义。

1 振动碾压施工控制技术

1.1 压实厚度及压实粒径的控制

结合施工经验、项目资料,为确保路面结构稳定性,选用无黏性粗粒混合料填筑路基,需保持混合料粗粒径小于压实层厚三分之一,如果粒径过大,则需将其分解成小颗粒或作为路基边坡处的填料进行堆砌,采用密实材料包边处理^[3]。

1.2 选择压实机械吨位

对试验路段路基填筑工序质量进行全面检测分析,以确定压实机械设备型号。结合该项目工况,选定18t钢轮振动压路机进行压实,相比于其他型号设备,18t钢轮振动压路机的重量更大,可产生40Hz的激振频率且振幅大于1.5mm,并可提供450kN的激振力,以完成填筑材料的压实。

1.3 选择压实方式

振动压路机碾压填料的过程中,粗粒混合料在

振动压实机械设备的静压作用下处于运动形态,石料间阻力降低,碾压效果明显提高。无黏性粗粒混合料填筑路基的压实工序采用振动压路机设备,相比其他压实方式更适宜^[4]。

2 压实效果影响因素分析

2.1 压实机械吨位对于干密度的影响

根据压实机械作用方式不同,可将其分为振动碾压压实机械和平碾碾压压实机械两种类型。振动碾压压实机械凭借设备自重可产生水平静置压力,同时可产生不同频率的振动,促进填料颗粒快速运动,孔隙填充程度更强,压实度更佳^[5]。平碾碾压压实机械以设备的水平滚动碾压石料,改善路基的承载力,达到碾压压实填料的目的。大量项目实践经验证实,相比于平碾碾压压实机械,采用振动碾压压实机械的路基压实度更好。压实机械与干密度的关系如图1所示。

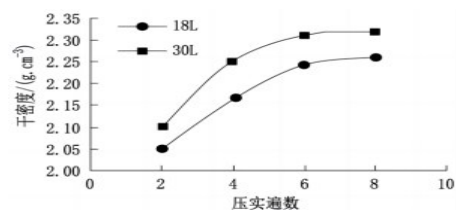


图1 压实机械与干密度的关系

对图1分析可知,保持碾压次数相同的前提下,压实机械吨位越大,压实效果越突出,同样振动碾压压实机械相比于平碾碾压压实机械的压实效果更好,与振动压力机械产生的压力波作用于颗粒内部有效降低颗粒间阻力有关,从而更好地提高压实效果。压实机械过重则可能导致路基受损,不利于路基稳定性,故此需结合实际情况选择合理的压实

作者简介:孙万虎(1988~),男,汉族,甘肃靖远人,本科,工程师,研究方向:公路工程施工技术及管理。

机,综合分析后,该项目选定18t钢轮振动压路机。

2.2 碾压遍数、摊铺厚度对路堤填土干密度的影响

摊铺厚度、碾压遍数与干密度的关系,见图2的关系曲线图。

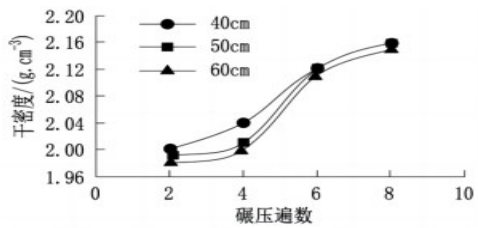


图2 摊铺厚度、碾压遍数与干密度的关系曲线

对图2内容分析可知:①特定范围内碾压遍数与干密度存在正相关性。起始阶段,随着碾压次数的增加,干密度增大;②随后碾压次数增加,碾压遍数与干密度关系不明显。分析可知,碾压遍数与干密度的关系呈现为先明显增大,后无明显变化的趋势。开始阶段,粗颗粒之间的空隙大,振动压路机的作用下,颗粒被压实互相作用挤压空间,使其被压实。随后,孔隙逐渐被占据,随着碾压次数的增加,干密度变化并不明显;③摊铺厚度与干密度之间存在负相关性,保持碾压遍数相同的情况下,随着无黏性粗粒土的摊铺厚度增加,干密度减小;④经过大量实验证实,相比于黏性粗粒土,无黏性粗粒土的摊铺厚度大且压实效果好,由此可见,为了改善路面结构并提高经济效益,可选择无黏性粗粒土取代黏性粗粒土摊铺,并选定摊铺厚度为50mm效果最佳。

2.3 碾压速度对于干密度的影响

碾压速度与干密度的关系,经试验及数量统计见图3。

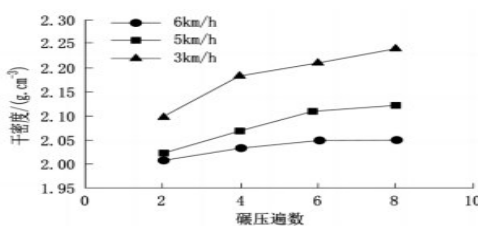


图3 碾压速度与干密度的关系

对图3分析可知:①路基干密度与碾压遍数存在正相关性,随着碾压遍数的增加路基干密度增加;②碾压速度与路基干密度之间存在负相关性,碾压速度越快,干密度越小,碾压速度越小碾压效果越突出。在振动压路机碾压的过程中,随着速度

的增加,粗颗粒在机身自重的作用下快速移动,颗粒间的相互作用处于紊乱状态,咬合性降低,颗粒孔隙规则性不足从而导致压实度欠缺,压实效果不佳;③结合大量实验结果和项目实践,从经济效益的角度分析,需将振动压实机械设备的行进速度保持在3~5km/h区间内。

3 现场试验路段振动压实变形观测结果及分析

3.1 碾压遍数与沉降量、沉降率的关系

沉降量和沉降率是反映路面结构变化的重要指标,沉降量即反复多次碾压后路堤绝对沉降值,沉降率则是多次碾压后,表面沉降量与材料摊铺厚度的比例,两个指标均能反映路基的压缩状况。对路基沉降率的检测,需合理布置监测点,各个监测点的距离应保持在合理区间内,避免可能由此导致的数据失真,并以精密水准仪进行现场勘测,详细结果如图4和图5所示。

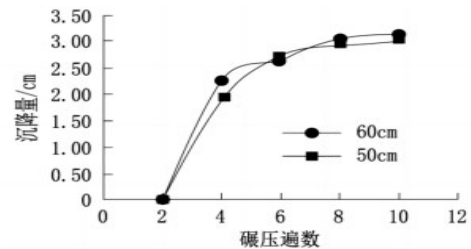


图4 碾压遍数与沉降量的关系

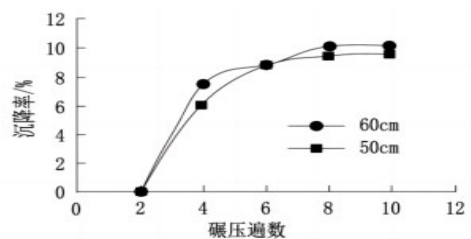


图5 碾压遍数与沉降率的关系

对图4和图5分析可知:①随着碾压遍数的增加,路基沉降量和沉降率指标增加,沉降量和沉降率与碾压次数之间存在正相关性;②随着碾压次数的增加,达到特定数值后沉降量和沉降率并不会随着碾压遍数的增加持续增大,碾压到一定程度后颗粒间的孔隙被压实,再次碾压颗粒间无孔隙,干密度不会继续增加,路基沉降量和沉降率保持不变。结合试验结果,一般保持碾压次数8次为最佳。

3.2 沉降差检验

现场进行沉降量、沉降率等数据检测,根据项目需求利用数据统计方法,进行相关分析而获取沉

降差初值。

3.2.1 沉降差控制标准初值

$$\Delta H_0 = \mu + 2\sigma = -1.2 + 2 \times 1.8 = 2.4 \text{mm}$$

式中, ΔH_0 —沉降差控制标准初值; μ —样本平均值, 计算后可知 μ 为 -1.2mm ; σ —样本标准方差, 计算后可知 σ 为 1.88mm , 将上述数据代入公式后计算可得沉降差控制标准初值为 2.4mm 。

3.2.2 沉降差法实际应用控制标准值确定

$$\Delta H = \Delta H_0 + 2\sigma = 2.4 + 2 \times 1.8 = 6.0 \text{mm}$$

数据检测过程中, 普通水准仪和精密水准仪检测的结果之间会存在一定差异, 该研究以上述计算方法为基础结合普通水准仪和精密水准仪的检测结果提高数据准确性。

施工单位在具体施工的过程中, 需考虑相关因素的影响, 对沉降差控制标准初值进行计算, 并进行实际应用数值的计算。获取最终的结果后发现该路段的沉降差控制标准初值为 6mm , 不符合项目方案要求, 即压实不合格, 需要进行路面再次压实。压实过程中同步现场检测, 再次进行沉降差标准初值的计算, 结果小于 6mm 表明项目达标。

3.2.3 评定方法

(1) 沉降差的检测数据见表1。

表1 现场压实变形观测记录
(碾压8遍, 厚度50mm)

序号	高程差/mm	序号	高程差/mm	序号	高程差/mm
1	-2.0	11	-2.0	21	-4.0
2	-3.0	12	-1.0	22	-3.0
3	-5.0	13	-4.0	23	0
4	-3.0	14	-5.0	24	-3.0
5	4.0	15	-2.0	25	-4.0
6	-8.0	16	-5.0	26	0
7	0	17	-5.0	27	-2.0
8	-2.0	18	-9.0	28	-1.0
9	-4.0	19	-1.0	29	0
10	-3.0	20	-7.0	30	-1.0

(2) 依据表1检测数据可知: 有效测点数: $n = 27$, 不合格点数: $m = 3$, 样本标准差为 $0.05 + 0.3596\sqrt{n} = 0.019$; 样本不合格率为: $m/n = 0.111$ 。

(3) 沉降差标准值的计算: $\Delta H = \Delta H_0 + 2\sigma$ 。使用振动压路机对路基进行两次碾压后, 计算所得沉降差标准值均小于 ΔH , 证实参数达标, 即路基压实度符合方案要求和技术规范, 无须再次进行压实, 如果计算结果大于 ΔH 则表明路段压实度不足, 需进一步进行压实。

(4) $m/n \geq 0.05 + 0.3596/\sqrt{n}$, 则目标路段的压实效果符合规范, 无须重复碾压; 如果未达到上述标准则表明沉降差管理标准值不足, 需要根据项目设计情况进行重复碾压, 以确保路基压实度达标。根据公式进行试验数据的计算, $m/n = 3/27 = 0.111 < (0.05 + 0.3596/\sqrt{n}) = 0.119$ 。由此可见, 经过数据检测和计算可知, 该路段的压实度合规。综合分析可知, 该试验路段的数据检测方法和压实手段可推广于其他路段。

(5) 单个监测点计算数据结果显示沉降差水平大于最大允许值, 则可以根据项目实际情况进行单独碾压, 重复检测直至数据达标。现场检测时应采用精密水准仪检测路基沉降值, 获得路基压实的准确沉降数据, 以评估路基质量。

4 结论

通过对试验路段现场检测, 结果显示可用无黏性粗粒代替黏性粗粒作为路基填料, 摊铺厚度为 50cm , 碾压次数为8次, 以 18t 钢轮振动压实机械进行碾压, 可使无黏性粗粒混合料压实度符合国家标准规范要求。无黏性粗粒混合料填筑的路基, 进行压实度等质量指标的检测, 结果显示沉降差法作为路基压实效果的评估方法, 其准确度较高。

参考文献

- [1] 陈思远, 武小菲, 姜宏, 等. 陡坡地段土石混填路基压实特性研究[J]. 路基工程, 2022(04): 57-63.
- [2] 赵学东. 高速公路碎石路基施工与路用性能研究[J]. 公路工程, 2018, 43(06): 194-197+221.
- [3] 赵振国, 么玉鹏, 邓广辉, 等. 公路盐岩路基填筑技术及压实工艺研究[J]. 公路, 2023, 68(01): 70-74.
- [4] 李丁. 红黏土土石混填路基压实及施工控制探析[J]. 交通世界, 2022(30): 126-128.
- [5] 李盛, 郜梦棵, 刘玉龙, 等. 基于PFWD的公路填石路基压实质量快速检测方法研究[J]. 交通科学与工程, 2022, 38(04): 10-15.