

# 石碴路堤的压实质量控制

霍元盛

( 中铁十二局集团四处 山西介休 031200 )

摘 要 针对石碴路堤压实质量不易控制的特点 ,通过铺筑实验段 ,取得合适的松铺厚度、碾压方法、碾压遍数、最大干密度等 4 项指标 ,并结合判断方法来控制压实质量 ,取得良好效果。

关键词 石碴路堤 压实 质量 控制

石碴路堤一般指用石质挖方路段的开挖石碴填筑的路堤 ,由于石质挖方路段通常采用爆破开挖方法 ,开挖后不仅大小石块混杂 ,而且由于部分风化岩石变为石屑、甚至石粉 ,使石块与石屑及石粉混杂。严格地说 ,这种材料不宜用于填筑路堤 ,但如果优质料源短缺 ,或运距过远 ,而石碴数量多 ,且废弃困难时 ,可考虑用这种石碴填筑路堤 ,但需严格控制压实质量。石碴填筑路堤的压实质量控制标准 ,在《公路路基施工技术规范》中没有明确规定。

在昌厦一级公路 B10 标段石碴路堤填筑施工中 ,为了有效地控制压实质量 ,采取的作法是 :先铺筑试验路段 ,在现有机械设备条件下 ,确定达到直观判断

方法认为密实度符合要求时 ,合适的松铺厚度、碾压方法、碾压遍数及最大干密度 ,施工中在严格控制以上 4 项指标的同时 ,再结合直观判断方法来进行质量检查 ,既做到有章可循 ,又有利于保证施工质量。

## 1 试验路段的铺筑

### 1.1 试验用料的性质

试验用料采用 K281 + 860 ~ K282 + 080 段石方爆破开挖产生的石碴 ,试验料场由较坚硬的砂岩和 风化较严重的泥质页岩交错互层 ,层理分明 ,但由于爆破施工 ,开挖后砂岩、页岩混杂 ,难以分离 ,开挖破碎后的石碴颗粒组成见表 1。

表 1 石碴材料颗粒组成 %

状态	颗粒粒径/mm													
	> 200	100 ~ 200	80 ~ 100	60 ~ 80	40 ~ 60	20 ~ 40	10 ~ 20	5 ~ 10	2 ~ 5	1 ~ 2	0.5 ~ 1.0	0.25 ~ 0.5	0.074 ~ 0.25	< 0.074
碾压前	15.80	4.50	4.60	2.60	5.30	10.80	11.20	11.40	9.10	1.85	5.19	5.76	5.43	6.37
	10.70	4.80	4.40	2.80	7.10	9.30	11.60	10.70	6.30	2.20	5.80	7.80	7.30	9.20
	20.10	13.20	4.60	4.20	5.30	8.40	8.80	7.50	7.28	1.54	3.99	4.77	4.74	5.58
碾压后		2.70	2.90	3.70	6.60	11.90	13.90	14.07	6.68	2.39	6.19	7.93	8.99	11.42
		2.50	4.20	1.50	4.60	10.90	13.90	14.20	0.17	2.75	7.71	9.69	8.82	9.06

### 1.2 碾压试验路段的选择

试验场地选取在 K280 + 460 ~ 520 路段 ,长 60 m ,宽 15 m ,面积 900 m<sup>2</sup> ,用 D85 推土机整平 ,由 16 t

拖式光面振动碾反复碾压 ,直到地基不再下沉为止 ,然后布桩标点 ,定出试验点。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 铺料

在压实整平的路基上 ,先测出各试验点的标高 ,根据以往经验这种振动碾压的有效振动深度可达 1

收稿日期 :1999 - 05 - 07  
作者简介 :霍元盛( 1966— ) ,男 ,处总工程师 ,高级工程师。1985 年毕业于石家庄铁道学院铁道工程专业。电话 ( 0354 )7226997

m ,但当铺料厚度超过 60 cm 时 ,铺料层底部的压实度会明显降低 ,因此铺料厚度以不超过 60 cm 为宜。计划采用 2 种铺料厚度( 40 cm 和 60 cm )进行试验 ,由自卸汽车拉运石碴 ,D80 - 12 推土机整平 ,粒径大于铺料厚度 2/3 的石块应予解小或挖一洞穴埋入 ,或码砌于坡脚。石碴整平以后 ,测出各试验点的实际松铺厚度。

1.3.2 碾压

试验路段铺好整平后由 16 t 光面振动碾静压 1 遍。然后进行振压 ,行驶速度为低档中油门 ,前进后退法碾压 ,边上重复压 2 遍 ,前进时错 1/2 轮宽 ,再原位退回 ,往复至全路幅 ,即得 2 遍 ,再循环 1 次即为 4 遍 ,停止碾压。在预定断面上挖坑取样 ,利用灌砂法测石碴密度。碾压 8 遍、12 遍后再次取样测密度 ,直到同样满足以下几个条件时停止碾压 :

- ( 1 )密度不再上升或有所下降。
- ( 2 )标高不再下降。
- ( 3 )挖坑时发现坑壁稳定 粗细粒嵌挤紧密。

1.3.3 灌砂法测密度

取样时试坑的直径至少应为石碴最大粒径的 3 倍 ,试坑深度应与铺料厚度相同 ,根据表 1 可知 ,碾压后石碴明显细化了 ,但最大粒径仍然较大 ,因此 ,需要的试坑直径也较大 ,一般灌砂筒无法使用。采用人工方法进行灌砂 ,操作时尽量使砂匀速外流。其余操作均严格按照灌砂法的操作规程办理 ,测试用砂也按照规范规定的方法及要求制备。

1.3.4 烘干法测含水量

从试坑中挖出的试样中取有代表性的试样 1 kg 左右 ,放入盘中 ,将试样和盘放入烘箱内 ,在 105 ~ 110 ℃温度下 ,烘至试样质量不再变化为止 ( 一般为 8 h ) ,测其含水量。

根据湿密度及含水量计算相应的干密度。

1.4 试验结果

试验计划采用 40 cm 和 60 cm 2 种铺料厚度 ,实测松铺厚度为 58 cm、50 cm、43 cm 3 种。试验结果如表 2、表 3 所示。表中所列天然含水量、干密度、松铺系数均为平均值。

从表 2、表 3 可以看出 :

( 1 )在松铺厚度一定的情况下 ,随着碾压遍数的增加 ,石碴的干密度及松铺系数也增加 ,但当碾压遍数超过 8 遍时 ,石碴的干密度反而减小 ,松铺系数也

表 2 石碴碾压试验结果

松铺厚度 /cm	碾压遍数 /遍	天然含水量 /%	干密度 / ( g · cm <sup>-3</sup> )
58	4	4.5	1.89
	8	5.3	1.96
	12	4.0	1.94
50	4	5.5	1.92
	8	6.3	1.94
	12	5.8	1.93
43	4	4.5	1.90
	8	5.2	1.91
	12	4.8	1.89

表 3 石碴碾压试验结果

碾压遍数/遍	松铺系数
4	1.071
8	1.082
12	1.083

趋于稳定。这说明 ,石碴在碾压过程中 ,不同粒径的石碴颗粒重新排列 ,互相靠近 ,小颗粒进入大颗粒中 ,孔隙率不断减小 ,石碴不断密实 ;当其达到最紧密状态时 ,如果继续碾压 ,压实度不但不会增加 ,相反会振松压实层甚至会破坏石碴结构 ,使密实度下降。在挖坑取样时 ,发现铺料厚度为 58 cm ,碾压 8 遍后 ,坑底部很密实。因此 ,碾压 8 遍即可满足要求。

( 2 )如前所述 ,铺料厚度不宜超过 60 cm ,在 60 cm 以内 ,就 58 cm、50 cm、43 cm 3 种铺料厚度而言 ,碾压 8 遍后 ,铺料越厚 ,干密度越大。之所以出现这种情况 ,有以下原因 :影响石碴密实度的因素不仅有铺料厚度、碾压遍数 ,还有一个很重要的因素就是石碴的级配。根据试验路段的检测结果 ,松铺厚度定为 60 cm 较好。

( 3 )在铺筑试验路段时 ,实测的天然含水量都很接近 ,也没进一步研究含水量与石碴干密度的关系 ,但如果石碴过于干燥 ,其中的细料难以碾压成型 ,坑壁松散 ,此时适当提高含水量 ,更有利于增强碾压效果。

经过以上分析 ,并综合考虑石碴的变异性等各

种因素,提出了以下施工参数:碾压遍数 8 遍;松铺厚度 60 cm;最大干密度  $1.94 \text{ g/cm}^3$ 。

## 2 压实质量控制方法

(1)严格控制铺料厚度,不允许有砾石集中或细料集中的现象,且石碴最大粒径不应超过铺料厚度的  $2/3$ ,即铺料厚度为 60 cm 时,石碴最大粒径控制在 40 cm 较适合。大于 40 cm 的石块,应予解小,或挖一洞穴埋入,或码砌于坡脚,以免妨碍碾压。

(2)严格遵照试验方法中提出的错车和碾压方法碾压,不允许漏压,碾压遍数不得少于 8 遍。

(3)牵引速度一定要低档行驶,因为振动碾有一个压力和压力波传递过程,如行驶过快,使压力和压力波传递过浅,就会降低碾压效果。

(4)严格按照有关规程及试验中提出的办法测定石碴干密度。

(5)由于挖方石碴材料变异性很大,要求在满足所提出的施工参数的同时,必须结合前述直观判断方法,二者综合考虑,才更有利于提高压实质量。

(6)为了使路面受力均匀,在路槽以下 80 cm 或更深范围内采用土方填筑,且压实度要求达 95% 以上。

## 3 结语

昌厦一级公路建成通车后,采用石碴填筑的路堤没有出现不均匀沉降等质量问题,江西省交通厅昌厦一级公路指挥部多次在该标段召开路基施工现场会,并在全线推广这种施工控制方法,说明采用上述方法可以较好地控制石碴的压实质量,但是有几个问题需说明。

(1)对于振动碾无法达到的边角地带,必须由人工进行分层夯实,根据所采用的夯实机具决定分层厚度,每层压实质量均不能低于对一般路段的要求。

(2)填挖交界处,每填筑一层前都需将交界坡面上的疏松覆盖层清理掉,露出原地面;坡度较陡时,还应挖台阶,防止因铺料太厚等原因造成压实质量达不到要求,导致路基不均匀沉降。

(3)料场或石碴性质变化时,应另外铺筑试验段,重新确定合适的铺料厚度、碾压遍数及最大干密度。