

文章编号: 0451—0712(2005)10—0160—04

中图分类号: U416. 1

文献标识码: B

水稳碎石施工中水泥剂量控制方法浅析

王玉果

(路桥集团第一公路工程局北京海威工程有限责任公司北京市100071)

摘 要: 通过对水泥稳定碎石滴定方法的介绍,以及按不同取样方法对混合料进行滴定分析,确定出较符合现场实际的水泥剂量取样滴定方法,以便及时、准确地确定出水泥稳定碎石混合料的水泥剂量,指导施工。

关键词: 水稳碎石; 水泥剂量; 取样滴定方法

水泥稳定碎石施工中,由于碎石最大粒径一般在 31.5 mm 左右,而在水泥剂量滴定方法中,取样为湿混合料 300 g,这对于取样的代表性有一定的欠缺。由于集料粒径不同,比表面积亦不相同,相同质量的粗集料与细集料比较,细集料比表面积大,其表面上粘附的水泥相对较多,如果取样偏细,滴定结果水泥含量偏大;相反取样偏粗,则滴定结果水泥含量偏小,对施工没有指导意义。

本人通过几种取样方法进行比较分析,得出按综合取样法进行取样滴定,得出的试验结果较符合实际,下面就几种取样方法滴定结果做如下比较分析。

1 滴定方法介绍

1.1 原材料筛分及合成级配结果(如表 1)

表 1 原材料筛分结果									
材料规格名称 mm	百分比/%	筛孔/mm							
		31.5	26.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
15~31.5 碎石		100	92	57.2	13.9	4.3	2.2	1.4	0.4
5~15 碎石		100	100	99.6	70.7	24.3	9.3	4.6	1.9
0~5 石屑		100	100	100	99.5	94.5	67.3	33.2	13.7
15~31.5 碎石	43	43.0	39.6	24.6	6.0	1.8	0.9	0.6	0.2
5~15 碎石	28	28.0	28.0	27.9	19.8	6.8	2.6	1.3	0.5
0~5 石屑	29	29.0	29.0	29.0	28.9	27.4	19.5	9.6	4.0
合成级配		100	96.6	81.5	54.6	36.1	23.1	11.5	4.7
级配中值		100	95	80.5	57	39	26	15	3.5
级配范围	级配下限	100	90	72	47	29	17	8	0
	级配上限	100	100	89	67	49	35	22	7
各筛孔分计百分率	19~31.5 mm					18.5			
	9.5~19 mm					26.9			
	4.75~9.5 mm					18.5			
	0~4.75 mm					36.1			

1.2 滴定曲线绘制

(1) 按规范取 300 g 湿混合料(最佳含水量 $w_0 = 4.5\%$, 水泥剂量为 c), 称料计算如下。

湿混合料: $m_{\text{湿混}} = 300\text{ g}$

干混合料: $m_{\text{干混}} = 300 / (1 + w_0)$

水泥: $m_{\text{水泥}} = m_{\text{干混}} / (1 + c) \times c$

干集料: $m_{\text{集料}}=m_{\text{干混}}/(1+c)$

水: $m_{\text{水}}=300-m_{\text{干混}}$

按 3 种原材料比例称量 5 000 g 干集料,然后由 19 mm、9.5 mm、4.75 mm 及筛底进行筛分,称量结果见表 2。

表 2									
材料名称				百分比/%		各规格材料质量/g			
15~31.5 mm 碎石				43		2 150			
5~15 mm 碎石				28		1 400			
0~5 mm 石屑				29		1 450			
合计				100		5 000			
水泥剂量				$c=3\%$	$c=4\%$	$c=5\%$	$c=6\%$	$c=7\%$	
水泥/g				8.36	11.04	13.67	16.25	18.78	
干 集 料 /g	19~31.5 mm	18.5%	51.56	51.07	50.58	50.10	49.64		
	9.5~19 mm	26.9%	74.98	74.25	73.55	72.85	72.17		
	4.75~9.5 mm	18.5%	51.56	51.07	50.58	50.10	49.64		
	0~4.75 mm	36.1%	100.62	99.65	98.70	97.78	96.85		
水/g				12.92	12.92	12.92	12.92	12.92	
合计/g				300	300	300	300	300	
备注				每种水泥剂量各称量 2 份,放入搪瓷缸中备用。					

(2)按规范操作方式进行滴定,记录每种水泥剂量 EDTA 二钠溶液耗量,在坐标纸上绘制 EDTA 二钠耗量与水泥剂量关系图,并进行回归分析,如表 3 和图 1。

表 3					
水泥剂量	$c=3\%$	$c=4\%$	$c=5\%$	$c=6\%$	$c=7\%$
EDTA 二钠耗量/ml	9.0	10.9	12.6	14.2	15.9

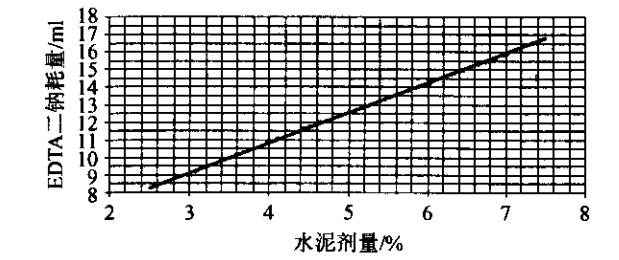


图 1 EDTA 二钠耗量与水泥剂量关系

1.3 取样

室内拌制不同水泥剂量的混合料进行校核。由于集料中掺入水泥和水,粗集料表面粘附有水泥、细集料颗粒和水,各筛孔的筛余量与拌和前有所不同,因此我们应找出拌和前后各筛孔筛余量的对应关

系,方法如下:

取 19~31.5 mm、9.5~19 mm、4.75 mm~9.5 mm、0~4.75 mm 4 种规格集料,按比例配制 5 000 g 干集料,水泥剂量分别为 4.0%、5.0%、6.0%,按最佳含水量 w_0 拌制 3 盆混合料,拌和均匀后,进行湿样筛分、滴定结果如表 4。

表 4									
			各筛孔累计百分率/%				备注		
			19 mm	9.5 mm	4.75 mm	筛底			
w_0	1 号样	$c=4.0\%$	21.8	54.6	79.9	100	湿混合料 $\sum=300\text{ g}$		
	2 号样	$c=5.0\%$	22.4	50.8	78.6	100			
	3 号样	$c=6.0\%$	18.6	52.5	77.2	100			
平均值			20.9	52.6	78.6	100			
称量值 ^①			62.7	157.8	235.8	300			
样品号			实测		差值				
w_0	1 号 4 号	$c=5.0\%$	5.0	5.1	0	+0.1			
	2 号 5 号		4.7	5.3	-0.3	+0.3			
	3 号 6 号		4.8	4.9	-0.3	-0.1			
$w_0+1\%$	1 号 4 号	$c=5.0\%$	4.8	5.2	-0.2	+0.2			
	2 号 5 号		5.3	5.0	+0.3	0			
	3 号 6 号		5.4	5.4	+0.4	+0.4			
$w_0-1\%$	1 号 4 号	$c=5.0\%$	3.9	3.8	-1.1	-1.2			
	2 号 5 号		3.7	3.6	-1.3	-1.4			
	3 号 6 号		3.8	3.7	-1.2	-1.3			

注:称量值^①方法即为后文中方法^①。

由表 4 可以看出,混合料级配不变,混合料含水量为最佳含水量 w_0 及最佳含水量 $w_0\pm1\%$ 时,水泥剂量滴定结果如下。

(1)当拌和时混合料含水量为 w_0 时,滴定结果平均值 $c=4.97$,标准差 $S=0.216$,变异系数 $C_V=4.3\%$;亦即按方法^①进行称量,300 g 湿混合料级配与原混合料级配基本一致,取样具有代表性,滴定结果与实际相符。

(2)当拌和时混合料含水量为 $w_0+1\%$ 时,滴定结果平均值 $c=5.18$,标准差 $S=0.240$,变异系数 $C_V=4.6\%$;此时,按方法^①进行称量,由于含水量偏大,粗集料表面粘附的水泥及细颗粒偏多,造成 4.75 mm 以下细料偏少。如果仍按方法^①取样,将导致 300 g 湿混合料级配与原级配比较偏细,滴定结果偏大。

(3)当拌和时混合料含水量为 $w_0-1\%$ 时,滴定结果平均值 $c=3.75$,标准差 $S=0.105$,变异系数

$C_V=2.8\%$;此时,按方法①进行称量,由于含水量偏小,混合料发干,粗集料表面粘附的水泥及细颗粒较少,造成 4.75 mm 以下细料偏多。如果仍按方法①取样,将导致 300 g 湿混合料级配偏粗,滴定结果偏大。

施工中,由于计量误差或由于原材料级配变化,会造成混合料级配在某一范围上下波动。因此我们改变级配,使混合料级配分别在设计级配上限和下限,水泥剂量取 $c=5\%$,按最佳含水量 w_0 配制混合料,按方法①进行称量、滴定,观察级配变化对水泥剂量的影响,结果如表 5:

表 5							
筛孔尺寸/mm			19	9.5	4.75	筛底	
各筛孔累计称量值			62.7	157.8	235.8	300	
样品号			实测		差值		
级配上限 w_0	1号	4号	$c=5.0\%$	3.3	3.4	-1.7	-1.6
	2号	5号		3.2	3.3	-1.8	-1.7
	3号	6号		3.5	3.1	-1.5	-1.9
级配下限 w_0	1号	4号	$c=5.0\%$	5.5	5.4	+0.5	+0.4
	2号	5号		5.7	5.2	+0.7	+0.2
	3号	6号		5.5	5.6	+0.5	+0.6

由表 5 可以看出,当拌和时混合料含水量不变(w_0),混合料级配发生变化时,水泥剂量滴定结果如下。

(1)当混合料级配为上限(偏细)时,滴定结果平均值 $c=3.30$,标准差 $S=0.141$,变异系数 $C_V=4.3\%$;表明当混合料级配为上限(偏细)时,4.75 mm 以下细集料偏多,如果按方法①进行称量,所取 300 g 湿混合料的级配将较原级配偏粗,集料比表面积偏小,粘附的水泥也将偏少,故滴定结果偏小。

(2)混合料级配为下限(偏粗)时,滴定结果平均值 $c=5.48$,标准差 $S=0.172$,变异系数 $C_V=3.1\%$;表明当混合料级配为下限(偏粗)时,4.75 mm 以下细集料偏少,如果按方法①进行称量,所取 300 g 湿混合料的级配将较原级配偏细,集料比表面积偏大,粘附的水泥也将偏多,故滴定结果偏大。

从以上试验数据分析得出:

(1)按方法①进行称量取样滴定,受混合料含水量、级配等因素影响,水泥剂量滴定结果不能较准确地反映实际水泥剂量,该方法只适用于混合料级配、含水量较稳定的情况,有一定的局限性;

(2)按方法①进行称量取样滴定,其多次滴定结

果偏差较小,一般在 0.1~0.3 之间,波动不大。

如果按随机取样、4 分法进行取样滴定,由于滴定用取样量为 300 g 湿混合料,对于最大粒径为 31.5 mm 的水泥稳定碎石混合料,一颗大石子一般在 20~30 g 左右,占 300 g 的 6%~10%,取样很难具有代表性,我们在室内配制 $c=5\%$ 混合料,按随机取样、4 分法取 300 g 混合料对同一样品进行了滴定,结果见表 6。

试验次数				实测/%		差值/%	
随机取样	1号	4号	$c=5.0\%$	5.4	5.5	+0.4	+0.5
合成级配	2号	5号		5.3	4.9	+0.3	-0.1
w_0	3号	6号		4.4	5.1	-0.6	+0.1
随机取样	1号	4号	$c=5.0\%$	5.3	4.4	+0.3	-0.6
合成级配	2号	5号		5.5	6.0	+0.5	+1.0
$w_0+1\%$	3号	6号		5.0	3.8	0	-1.2
随机取样	1号	4号	$c=5.0\%$	4.9	3.8	-0.1	-1.2
合成级配	2号	5号		3.7	6.3	-1.3	+1.3
$w_0-1\%$	3号	6号		5.7	5.4	+0.7	+0.4
随机取样	1号	4号	$c=5.0\%$	4.1	5.4	-0.9	+0.4
级配上限	2号	5号		4.8	4.1	-0.2	-0.9
w_0	3号	6号		5.6	4.6	+0.6	-0.4
随机取样	1号	4号	$c=5.0\%$	4.6	4.5	-0.4	-0.5
级配下限	2号	5号		5.7	5.2	+0.7	+0.2
w_0	3号	6号		5.4	4.9	+0.4	-0.1

将表 6 滴定结果统计如下:

(1)当拌和时混合料含水量为 w_0 时,滴定结果平均值 $c=5.10$,标准差 $S=0.405$,变异系数 $C_V=7.9\%$;

(2)拌和时混合料含水量为 $w_0+1\%$ 时,滴定结果平均值 $c=5.00$,标准差 $S=0.792$,变异系数 $C_V=15.8\%$;

(3)拌和时混合料含水量为 $w_0-1\%$ 时,滴定结果平均值 $c=4.97$,标准差 $S=1.046$,变异系数 $C_V=21.1\%$;

(4)混合料为级配上限时,滴定结果平均值 $c=4.78$,标准差 $S=0.634$,变异系数 $C_V=13.3\%$;

(5)混合料为级配下限时,滴定结果平均值 $c=5.05$,标准差 $S=0.468$,变异系数 $C_V=9.3\%$ 。

结论:

(1)由表 6 可以看出,按 4 分法取样滴定,水泥剂量滴定结果不受级配、含水量等因素影响,水泥剂量

滴定结果平均值与实际掺量较吻合;

(2)同一个样品,由于取样波动较大,每次滴定结果偏差也较大,只有对每一份样品通过多次滴定后方可得出较准确的滴定结果,耗时较长,不能够及时地指导拌和站生产。

还有人认为,取 4.75 mm 筛孔以下细集料进行滴定试验,这样取样较均匀。如果细集料中水泥含量达到一定值,其混合料的强度就可以达到设计要求。我们也做过相关试验,按同样方法拌制 3 盆混合料,其水泥剂量 $c=5\%$,含水量分别为 w_0 、 $w_0+1\%$ 、 $w_0-1\%$,滴定结果如表 7。

表 7

筛孔尺寸/mm				4.75			
4.75 mm 筛孔下称量值/g				300			
样品号				实测		差值	
4.75 mm 以下 细集料 w_0	1 号	4 号	$c=5.0\%$	4.6	4.7	-0.4	-0.3
	2 号	5 号		5.2	5.0	+0.2	0
	3 号	6 号		5.1	4.9	+0.1	-0.1
4.75 mm 以下 细集料 $w_0+1\%$	1 号	4 号	$c=5.0\%$	3.2	3.5	-1.8	-1.5
	2 号	5 号		3.4	3.0	-1.4	-2.0
	3 号	6 号		3.3	3.1	-1.7	-1.9
4.75 mm 以下 细集料 $w_0-1\%$	1 号	4 号	$c=5.0\%$	6.3	6.4	+1.3	+1.4
	2 号	5 号		6.0	6.3	+1.0	+1.3
	3 号	6 号		5.9	6.1	+0.9	+1.1

(1)当拌和时混合料含水量为 w_0 时,滴定结果平均值 $c=4.92$,标准差 $S=0.232$,变异系数 $C_V=4.7\%$;即此条件下,因与标准曲线制作时含水量一致,故其滴定结果与实际相差不大。

(2)拌和时混合料含水量为 $w_0+1\%$ 时,滴定结果平均值 $c=3.25$,标准差 $S=0.187$,变异系数 $C_V=5.8\%$;表明因混合料含水量较大,水泥及细集料颗粒粘附在粗集料表面较多,造成 4.75 mm 筛孔下细颗粒料偏少,比表面积偏小,粘附的水泥量也少,因此滴定结果偏小。

(3)混合料含水量为 $w_0-1\%$ 时,滴定结果平均值 $c=6.17$,标准差 $S=0.197$,变异系数 $C_V=3.2\%$;表明因混合料含水量小,混合料发干,粗集料上粘附的水泥及细集料颗粒较少,4.75 mm 筛孔下细颗粒料偏多,比表面积偏大,粘附的水泥亦较多,故滴定结果偏大。

结论:

(1)因该取样方法受含水量变化较敏感,混合料

中含水量不同,其滴定结果相差较大,无法指导施工;

(2)因 4.75 mm 筛孔以下料取样较均匀,所以同一样品每次滴定结果偏差较小。

综合上述试验结果,我们采取 4 分法与级配法相结合的办法取样(综合取样法),这样既可以减小因混合料级配、含水量变化造成的影响,取样具有代表性;又可以减小对同一样品取样滴定时的偏差。具体操作方法如下:

(1)按规范取样方法,取代表性试样(拌和后湿混合料)约 10~15 kg,掺拌均匀后按 4 分法取对角样品进行湿试样称量,质量为 m_0 ;

(2)用 19 mm、9.5 mm、4.75 mm 及筛底组成套筛进行湿样筛分,分别记录各筛余质量 m_{19} 、 $m_{9.5}$ 、 $m_{4.75}$ 、 $m_{底}$;

(3)计算各筛孔累计百分率;

(4)计算 300 g 湿混合料各筛孔应称质量,并进行称量;

(5)按规范方法进行滴定试验,查标准曲线得出水泥剂量结果。

例:我们按不同级配拌制了 3 盆混合料,每盆 15 kg,水泥剂量 $c=5\%$,按上述操作方法取样滴定,具体滴定结果见表 8。

表 8

样品号			实测/%	差值/%
综合取样,合成级配 $w_0-1\%$	1 号	$c=5.0\%$	4.8	-0.2
综合取样,级配上限 w_0	2 号	$c=5.0\%$	4.9	-0.1
综合取样,级配下限 w_0	3 号	$c=5.0\%$	4.9	-0.1

从表 8 可以看出,按综合取样法取样滴定,能够较及时、准确地滴定出水稳混合料的水泥剂量,对水泥稳定碎石拌和施工有一定的指导意义。

2 施工检验

我项目部水泥稳定土拌和站采用山东维坊产 WDB—5000 型稳定土拌和站,其计量系统采用自动称重系统控制,计量精度为 1%,能够满足精度要求。我部在施工前对计量系统认真进行了标定,计量精度在误差范围内。施工时,拌和料水泥剂量设定为 5%,按综合取样法取样做滴定试验,对连续 7 d 滴定结果与水泥稳定土拌和站设定值进行统计、分析,滴定结果统计如表 9。

从表 9 可以看出,7 d 滴定结果平均值为 4.93,

文章编号: 0451—0712(2005)06—0164—03

中图分类号: U416.1

文献标识码: B

土石混合非均质填料的压实特性与质量控制

张进发

(路桥集团第一公路工程局五公司 北京市 065201)

摘 要: 通过对土石混合非均质填料压实特性变化规律的研究,找出该填料对压实特性影响的主要因素。通过试验确定填料的^{最佳组合含量},经试验表明该填料经压实后属于高密度低压缩性土,具有良好的稳定性。均能满足高等级公路的施工要求,且优于一般纯土,可以就地取材并易于施工,故工程效益显著。

关键词: 压实; 击实; 密度; 含水量

众所周知,路基是支承路面结构并和路面结构一起共同承受车辆荷载的构造物。提高路基强度和稳定性是保证公路高效运行的关键。而要达到这一目的,必须对路基进行充分压实,充分发挥路基土材料的强度作用,减少路基在行车荷载下产生的形变,增加路基土材料的防水性和强度稳定性,使路基在使用过程中不会产生有害的变形。作为路基填料,大部分土料均能利用,但目前对土石混合非均质填料的

的压实特性认识还不够充分,有些混合料施工很困难或很不经济,在施工中稍有不当,就容易发生质量事故。所以很有必要对土石混合料作为路基填料的压实等特性进行探讨与分析。

1 工程概况

郑州至少林寺高速公路起自郑州西南部的马砦村南,经新密市北,终于登封市东中岳庙东约 300 m

收稿日期: 2005—09—14

表 9								
拌和站 设定值	水泥含量/%							
	5.0							
综合取样法, 连续 7 d 滴定结果	4.4	5.5	5.3	5.1	5.0	5.0	5.1	5.4
	4.8	5.0	4.9	5.1	4.5	4.7	5.0	5.2
	4.6	4.7	4.8	4.6	4.8	4.6	4.8	4.7
	4.9	5.0	5.1	5.3	4.9	5.3	4.8	5.0
平均值	4.93							
标准差	0.25							
变异系数 $C_v/\%$	5.1							

与拌和站设定值基本吻合,且试验结果偏差较小,说明拌和站计量系统较稳定。

3 结语

水泥稳定碎石施工,控制混合料的水泥剂量是比较关键的环节,而滴定试验结果对混合料的拌和具有一定的指导意义,因此滴定试验要求及时、准确。

(1) 4 分法取样是比较具有代表性的,但其对粗粒土来说,取 300 g 湿混合料做滴定试验,很难一次较准确地反映出混合料的实际水泥剂量。

(2) 综合取样法既有 4 分法取样的优点,取 10~15 kg 代表性试样,代表现场混合料;同时又有级配取样之代表性强(代表 10~15 kg 试样)、滴定偏差小(及时、准确)的优点,对评价混合料的拌和质量有一定的指导意义(见图 2)。

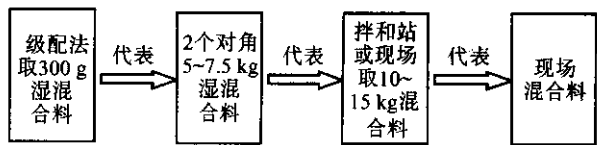


图 2 流程

参考文献:

[1] JTJ 034—2000,公路路面基层施工技术规范[S].
[2] JTJ 057—94,公路工程无机结合料稳定材料试验规程[S].
[3] JTJ 058—2000,公路工程集料试验规程[S].