

机场道面碾压混凝土拌合物和易性要求

黄灿华, 刘晓军

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

摘要:分析目前国内外表征碾压混凝土拌合物和易性方法存在的问题,提出机场道面碾压混凝土拌合物和易性的测定方法,以改进型维勃稠度(“VC”值)和振实率两个指标表征拌合物的和易性。“VC”值主要反映拌合物的流动性,振实率则表达此流动性的振实效果。试验表明,提出的“VC”值与振实率建议指标,能保证碾压混凝土拌合物在振碾过程中,能达到较短时间内充分密实,并获得良好的表面质量。

关键词:机场道面;碾压混凝土;振实率;和易性

中图分类号:V351.11 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2000)04-0005-04

水泥混凝土拌合物和易性是指混凝土拌合物易于施工操作(搅拌、运输、成型)并能获得质量均匀、成型密实的性能。不同的成型条件对拌合物和易性要求不同,普通道面混凝土靠振捣棒和平板振动器振捣密实,拌合物和易性用坍落度和维勃稠度来表达。道面碾压混凝土是一种特干硬性混凝土,由振动压路机碾压成型,显然,表征普通道面混凝土拌合物和易性的方法不适用于碾压混凝土。目前,国内外主要用改进维勃稠度(“VC”值,即 Vibrating Compaction)^[1~3]来表征碾压混凝土拌合物的和易性。笔者通过试验研究认为仅用“VC”值表征碾压混凝土拌合物的和易性还不够全面,不能很好满足碾压混凝土施工工艺对拌合物和易性的要求,还需要用拌合物的振实率来表征。

1 碾压混凝土拌合物稠度和振实率的测定

1.1 拌合物稠度测定方法

目前,评价碾压混凝土拌合物和易性的方法有改进 VC 法、马歇尔击实法和土工击实法。试验表明^[1],对于碾压混凝土,马歇尔击实法和土工击实法对外加剂变化反应不敏感,难以准确反映混凝土稠度的变化,所以,国内外主要采用改进 VC 法。

所谓改进 VC 法即为改进型维勃稠度测定法,采用普通维勃试验设备,增加压盘表面压荷,以混凝土拌合物在维勃振动台上振动液化临界时间又称 VC 值表征混凝土拌合物稠度。但各国在 VC 值测定的具体方法上有所区别,如表 1 所列。

表 1 各国标准测定碾压混凝土稠度的方法

提出单位	外加重/kg	总重/kg	测试方法及稠度评定标准
中国《水工碾压混凝土试验规程》	15	17.75	混凝土分两次装入,各插捣 25 次,用捣棒水平括平顶面。圆盘下“全圆面积”出浆时的振动时间
中国《水泥混凝土路面施工及验收规程》(送审稿)	15	17.75	混凝土分两次装入,各插捣 25 次,差 3 cm 满平为止。圆盘下“半周边”出浆时的振动时间
日本《碾压混凝土设计与施工指南》		20	混凝土分两次装入,各插捣 25 次,用捣棒水平括平顶面。圆盘下“全圆面积”出浆时的振动时间
美国 ACI-207 标准	9.07	12.47	标准圆锥坍落度的混凝土体积在容器中振实(圆盘下“全圆面积”)出浆时的振动时间。

注:表中所用容器尺寸为 $d \times h = 240 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$,维勃振动台特性为 $f = 50 \text{ Hz}$, $a = 5 \text{ g}$, $A = 0.5 \text{ mm}$ 。

收稿日期:2000-03-25

基金项目:空后科研基金资助项目(KGW9430)

作者简介:黄灿华(1957-),男,江西波阳人,副教授,主要从事机场工程研究。

从试验情况看,“半周边”出浆不易判断,误差大;“全圆面积”出浆好判断且更能反映拌合物和易性特征。笔者推荐中国的改进型维勃稠度测定法^[4]作为机场道面碾压混凝土拌合物稠度的标准测定方法。

1.2 拌合物振实率测定方法

碾压混凝土拌合物和易性能保证拌合物在振碾过程中,在较短时间内充分泛浆、密实,而又不使道面表面产生波浪。这就要求拌合物不但要有一定的流动性,同时还要有足够的即时承载力支承振动压路机的重量。从“VC”值的试验方法可以看出,“VC”值主要反映拌合物的流动性。“VC”值过大,拌物流动性小,难以振碾密实;“VC”值过小,拌物流动性大,虽然拌合物容易振碾出浆,但振碾时拌合物骨架会产生很大的剪切变形,出现“弹簧”现象,同样达不到振碾密实效果。因此,“VC”值选择多大适宜,应以振碾成型的密实效果为依据。拌合物振碾成型的密实效果可以用振实率表达,按以下方法测定:

拌合料分两次装满容量筒,每次插捣 25 次;用捣棒水平括平顶面,称试样质量;将装好试样的容量筒固定在振动台上,装上压盘和压重块;开启振动台,同时按下秒表,记下圆盘下“全圆面积”出浆时的振动时间,此时间称作改进维勃稠度(即“VC”值)。记下“VC”值后继续振动,直至混合料不再下沉,量取混凝土下沉高度;按下式计算混凝土拌合物振实率(k):

$$k = \frac{\gamma_w}{\gamma} \quad (1)$$

式中 γ_w 为混凝土配合比设计理论密度, γ 为混凝土拌合物振实密度,按下式计算:

$$\gamma_w = \frac{G}{F(h_1 - h_0)} \quad (2)$$

式中 F 为容量筒内底面积, G 为试样质量, h_1 为容量筒内高, h_0 为混凝土下沉高度。

式 1 表明,拌合物振实率愈大,振实效果愈好,即拌合物和易性愈好。

2 碾压混凝土拌合物和易性要求

2.1 本次试验情况

2.1.1 试验材料

(1)胶凝材料:水泥为秦岭牌 425R 普通硅酸盐水泥;粉煤灰为西安渭河电厂 II 级粉煤灰。

(2)集料:粗集料最大粒径为 20 mm。用两种不同级配的碎石、砂,分别按优选法掺配成两种不同级配的混合集料,筛分结果其累计通过的百分率见表 2。

表 2 试验所用集料筛分结果

筛孔尺寸 (圆孔)/mm	集料 1			集料 2		
	小碎石	砂(粗砂)	合成级配	小碎石	砂(粗砂)	合成级配
20	88.2		94.1	93.3		96.2
10	26.8	100	61.7	41.7	100	67.1
5	4.2	97.3	48.7	5.3	89.0	49.9
2.50	0.9	89.2	43.2	1	75.5	34.0
1.25	0.6	76.0	36.4		60.5	28.4
0.63		39.9	19.3		25.8	14.2
0.32		10.5	5.5		5.5	3.8
0.16		1.3	0.9		1.5	1.1

2.1.2 混凝土配合比及试验结果

混凝土拌合物和易性受集料级配、水胶比、灰浆用量(指水泥、粉煤灰及水的用量之和,下同)、粉煤灰掺量等因素的影响。为了研究碾压混凝土拌合物和易性要求,本次试验采用上述两种混合集料,通过改变水胶比、粉煤灰掺量及改变集料体积与灰浆体积之比,拟定 10 个不同配合比(见表 3)进行稠度、振实率、混凝土抗折试件成型及混凝土强度的对比试验,试验结果见表 4。

表3 混凝土配合比

	集料:灰浆 (体积比)	1m ³ 混凝土材料用量/kg						$Y_{max}/(kg/m^3)$	$\frac{W}{C}$	$\frac{W}{F+C}$	$\frac{F}{F+C}$
		水泥(C)	粉煤灰(F)	水(W)	砂	碎石	M剂				
集料 1	①0.733:0.267	280	93	134	862	1 097	—	2 466	0.48	0.36	0.25
	②0.733:0.267	280	93	134	862	1 097	0.70	2 466	0.48	0.36	0.25
	③0.743:0.257	269	90	129	847	1 112	—	2 474	0.48	0.36	0.25
	④0.753:0.247	259	86	124	886	1 127	—	2 482	0.48	0.36	0.25
集料 2	⑤0.740:0.260	277	92	129	873	1 110	0.69	2 481	0.47	0.35	0.25
	⑥0.733:0.267	285	95	133	864	1 100	0.71	2 477	0.47	0.35	0.25
	⑦0.747:0.253	270	90	126	881	1 121	0.68	2 488	0.47	0.35	0.25
	⑧0.740:0.260	270	90	133	873	1 110	0.68	2 476	0.49	0.37	0.25
	⑨0.733:0.267	270	90	140	864	1 100	0.68	2 464	0.52	0.39	0.25
	⑩0.729:0.271	265	114	135	860	1 094	0.66	2 468	0.51	0.36	0.30

表4 试验结果

集料:灰浆 (配比编号)	稠度和振实率试验			混凝土强度试验			
	VC值/s	k/%	压实度/%	振实时间/s	抗折强度/MPa	试件外观情况	抗压强度/MPa
①0.733:0.267	45	94.0	96.0	108	5.3	底面、侧面露石	33.5
②0.733:0.267	35	94.0	96.0	93	5.7	麻面、侧面露石	44.5
③0.743:0.257	50	94.7	96.0	75	5.6	麻面、局部露石	46.3
④0.753:0.247	57	93.8	96.0	115	4.7	端头露石较多	44.0
⑤0.740:0.260	36	97.9	99.0	55	8.4	周边泛浆充分、密实	57.1
⑥0.733:0.267	30	95.9	98.0	60	8.3	周边泛浆较充分、密实	53.0
⑦0.747:0.253	43	94.1	96.0	99	7.2	侧面、端头露石较多	48.6
⑧0.740:0.260	28	96.5	98.0	40	7.4	周边泛浆较充分、密实	54.0
⑨0.733:0.267	21	97.1	99.0	37	7.3	周边泛浆充分、密实	51.1
⑩0.729:0.271	16	96.5	97.0	68	7.6	泛浆充分、密实.手压有弹簧感	53.6

2.2 试验结果分析与建议

2.2.1 改进型维勃稠度指标

比较表4中采用“集料2”的⑤、⑥、⑦、⑧、⑨、⑩六个配合比的试验结果,当“VC”值 >40 s时,振实率明显降低,试件压实度最大为96%;当“VC”值 <20 s时,拌合物明显偏稀,试件成型时有“弹簧”现象,试件压实度最大为97%;当“VC”值为20~36 s时,振实率在96%以上,试件压实度可达到99%,这表明拌合物具有良好的可压实性能,即和易性好。因此碾压混凝土拌合物“VC”值宜为20~36 s,现场试验亦表明该稠度范围适宜。

2.2.2 振实率指标

比较表4中②号和⑤号配比,前者的“VC”值为35 s,后者的“VC”值为36 s;前者的振实率只有94%,试件压实度最大为96%,相应的振实时间为93 s;而后者的振实率达到97.9%,试件压实度最大可达到99%,相应的振实时间仅为55 s。这表明后者的和易性要比前者好得多。因此,仅用“VC值”还不能完全表达碾压混凝土的和易性要求,同时还需要提出振实率指标。

从表4所列试验结果不难看出,当振实率低于96%时,试件成型困难,这表明拌合物可压实性能差;当振实率在96%以上时,抗折试件易振实,试件成型密度可以达到理论密度的97%~99%,试件外观质量好,抗折强度高达7.0 MPa以上,抗压强度在50 MPa以上,这表明拌合物和易性好。因此,笔者推荐以拌合物振实率 $k \geq 96\%$ 作为表征碾压混凝土拌合物和易性的另一指标。

3 结论

机场道面碾压混凝土拌合物和易性应能保证拌合物在振碾过程中,在较短时间内充分泛浆、密实,并获得良好表面质量。改进型维勃稠度(“VC”值)和振实率可以比较全面地表达碾压混凝土拌合物和易性。

“VC”值主要反映拌合物的流动性,振实率则表达的是在此流动性时的振实效果。建议“VC”值取20~36s,且 $k \geq 96\%$ 。

参考文献:

- [1] 杨金泉. 碾压混凝土路面施工技术[M]. 北京:人民交通出版社,1998.
- [2] 李世琦,牛开民. 高等级公路(全厚式)碾压混凝土路面技术[J]. 公路交通科技,1997,(1):28-33.
- [3] 交通部水泥混凝土路面推广组. 水泥混凝土路面研究[M]. 北京:人民交通出版社,1997.
- [4] SDJS10-86,水工碾压混凝土试验规程[S].

Demands for Mixture Workability of Airport Pavement Rolling Compacted Concrete

HUANG Can-hua, LIU Xiao-jun

(The Engineering Institute, AFEU., Xi'an 710038, China)

Abstract. we analyse the existing problems in various methods to evaluate RCC mixture workability used at home and abroad, bring up a new test method in which we adopt two quality indexes—value of “VC” and compactness to indicate mixture workability. Value of “VC” mainly reflects consistency, while compactness reflects effect of compacting in a given consistency. As shown in the experiment, the indexes of “VC” and compactness can ensure the RCC mixture, while vibrated & rolled, will be compacted easily and tightly, thus get a good surface quality.

Key words. airport pavement; rolling compacted concrete; compactness; workability