

Study on Mechanical Properties of Cement Stabilized Macadam on Cement Concrete Pavement

Yong LIU¹, Yuan CAO¹, wei XU¹, yuxuan YANG²

1. Suqian highway management office, Suqian, 223800

2. Jiangsu dongjiao engineering design consulting co., LTD., Nanjing 210000

Abstract

The old cement concrete pavement has a very good regeneration value, compared with the ordinary regeneration technology, in situ granulation technology can complete the old cement concrete pavement deep crushing, fast and high efficiency, at the same time has better economic benefits. In this study, the properties of regenerated aggregates, regenerated aggregates and natural aggregates were analyzed.

Key Words

In situ granulite, Aggregate Propertie, Mechanical Properties

DOI:10.18686/xdjt.v1i2.422

水泥混凝土路面就地粒石化再生水泥稳定碎石力学性能研究

刘勇¹ 曹源¹ 许伟¹ 杨宇轩²

1. 宿迁市公路管理处, 宿迁, 223800

2. 江苏东交工程设计顾问有限公司, 南京, 210000

摘要

旧水泥混凝土路面具有很好的再生价值, 与普通再生技术相比, 就地粒石化技术可以就地完成旧水泥混凝土路面的深度破碎, 速度快且效率高, 同时拥有更好的经济效益。本研究分析了就地粒石化再生集料、厂再生集料及天然集料性能, 并对就地粒石化再生水稳碎石进行力学性能试验研究。

关键词

就地粒石化; 集料性能; 力学性能

1. 引言

随着我国经济的快速发展, 道路交通量增长快速且重载车辆比例增加, 严重加速了路面病害的出现, 影响了我国道路正常的使用。与沥青路面相比, 水泥混凝土路面修复更加困难, 如何处理好待修复的水泥混凝土路面一直是科研工作者努力的方向^[1,2]。

就地粒化技术是采用一次性粉碎法将初步预破碎的水泥混凝土板路面在原路面上现场破碎出符合设计级配的集料(若破碎后的集料无法满足设计要求可补充部分集料进行调整), 然后在现场添加一定量的稳定剂形成混合料, 经整形、碾压和养生, 并成为路面结构层的工艺^[3,4]。

2. 集料来源与性能测试

2.1 集料来源

为了研究就地粒石化再生水泥稳定碎石力学性能, 本文选取三种不同生产工艺的集料对比其水稳混合料的基本性能, 分别是水泥混凝土路面板就地粒石化碎石, 实验室颚式破碎机生产的碎石, 以及天然碎石。对三种集料按 4.75mm 粒径分档, 大于 4.75mm 为粗集料、小于 4.75mm 为细集料, 进行对比分析。

2.2 粗集料的性能评价

粗集料的物理性能指标主要有: 表观密度、吸水率

和针片状等,粗集料的力学性能指标一般采用压碎值表示。粗集料性能试验结果见表 1。

表 1 粗集料性能试验结果

序号	检测项目	单位	试验结果			技术要求
			就地再生集料	厂再生集料	天然集料	
1	表观密度	(g/cm ³)	2.48	2.55	2.68	—
2	吸水率	%	4.1	3.5	2.3	—
3	针片状含量	%	10.4	7.6	11.8	≤15
4	软石含量	%	3.9	2.91	1.89	≤5
5	压碎值	%	25.3	22.5	20.4	≤35

试验结果表明:

(1) 再生粗集料的针片状含量、软石含量、压碎值等指标满足相关规范的技术指标要求。

(2) 再生粗集料的压碎值及软石含量比天然集料的大,但针片状含量较小,无法从集料本身判断再生集料和天然集料的优劣。

(3) 厂再生集料的各项性能指标都比就地再生集料好,

可以预测厂再生混合料力学性能比就地粒石化混合料的强。

2.3 细集料的性能评价

细集料的性能指标主要有: <0.075mm 颗粒含量、砂当量、液限(0.6mm 以下)、塑性指数(0.075mm 以下)等。细集料性能试验结果见表 2。

表 2 细集料性能试验结果

序号	检测项目	单位	试验结果			技术要求
			就地再生集料	厂再生集料	天然集料	
1	<0.075mm 颗粒含量	%	12.7	6.5	7.8	≤20
2	砂当量	%	62	57	70	≥50
3	液限(0.6mm 以下)	%	19.0	19.3	16.2	≤28
4	塑性指数(0.075mm 以下)	-	6.0	5.8	4.3	≤9
5	吸水率	%	9.0	6.6	3.5	—

再生细集料物理力学性能试验结果表明:

(1) 再生细集料的<0.075mm 颗粒含量、砂当量、液限(0.6mm 以下)、塑性指数(0.075mm 以下)均满足相关规范的要求。

(2) 再生细集料的<0.075mm 颗粒含量和砂当量与规范要求的指标更接近,说明再生细集料的粘土、尘屑等杂质还是存在着相当的数量,在生产加工时应加以注意。

(3) 对比粗细集料的吸水率,再生集料增大量约为 2 倍,天然集料增大量约为 1.5 倍。这是由于再生细集料中的水泥砂浆的含量相比再生粗集料的多,且相当部分是以水泥砂浆形式存在。

参考《公路沥青路面再生技术规范》(JTG F41-2008)水泥稳定碎石基层设计要求,确定水泥稳定碎石混合料级配范围见表 3。

依据设计经验,水泥剂量分别按 4.0%、4.5%、5.0%、5.5%、6.0%五种比例制备试件,采用重型击实成型法确定各组水稳试件的最佳含水量和最大干密度,试验结果汇总如表 4 所示。

《公路沥青路面再生技术规范》(JTG F41-2008)中对各等级公路路面基层 7D 龄期无侧限抗压强度指标的规定见表 5。因此再生水泥稳定碎石采用静压成型法的试件 7 天浸水无侧限抗压强度设计按 3.5MPa 控制。试验结果见表 6。

3. 配合比设计

表3 水泥稳定碎石基层级配范围要求

筛孔 (mm)	37.5	31.5	26.5	19	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.075
上限 (%)	100	-	100	100	67	49	35	-	22	7
下限 (%)	90	-	66	54	47	29	17	-	8	0

表4 水泥稳定碎石混合料击实试验结果汇总表

试验方法		就地再生水稳	厂再生水稳	天然集料水稳
4.0%水	最佳含水量 (%)	7.9	7.1	5.8
泥	最大干密度 (g/cm ³)	1.981	2.019	2.296
4.5%水	最佳含水量 (%)	8.2	7.4	6.2
泥	最大干密度 (g/cm ³)	2.004	2.030	2.305
5.0%水	最佳含水量 (%)	8.8	7.8	6.7
泥	最大干密度 (g/cm ³)	2.011	2.038	2.310
5.5%水	最佳含水量 (%)	9.2	8.3	7.2
泥	最大干密度 (g/cm ³)	2.027	2.049	2.321
6.0%水	最佳含水量 (%)	9.9	8.9	7.5
泥	最大干密度 (g/cm ³)	2.037	2.055	2.328

表5 水泥稳定冷再生混合料技术要求

检测项目	7d 龄期无侧限抗压强度规定值 (MPa)	
	高速公路和一级公路	二级及二级以下公路
无侧限抗压强度 (MPa)	基层 不小于	3~5
	底基层 不小于	1.5~2.5
		2.5~3
		1.5~2.0

表6 水泥稳定碎石混合料7天静压成型强度试验结果

试验项目	水泥剂量 (%)	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
	强度平均值 $R_{均}$ (MPa)		3.4	3.5	3.9	4.3
变异系数 C_v (%)		4.98	5.41	3.42	4.33	7.87
强度代表值 $R_{代}=R_{均}(1-ZaC_v)$		3.1	3.2	3.7	4.0	4.1

根据表6 验结果, 水泥的最佳掺量为 5.0%, 按照相关规范要求采用路拌法施工时, 宜增加 1.0%, 因此选择了 6.0%作为施工的水泥掺量, 最佳含水量为 9.9%。

4. 就地粒石化再生水稳力学性能对比研究

就地粒石化再生水稳应用前提是其承载能力必须满足路用要求及规范要求, 因此需要对比研究各种级配

再生水稳的无侧限抗压强度、劈裂强度和抗压回弹模量。

4.1 无侧限抗压强度试验

无侧限抗压强度试验结果如图 1 所示。由试验结果可知: 三种水泥稳定碎石 7d 无侧限抗压强度均能满足《公路沥青路面再生技术规范》中基层的最低强度要

求。再生水稳碎石的无侧限抗压强度小于用天然集料成型的水稳碎石,厂再生水稳碎石的强度高于就地粒石化水稳碎石。

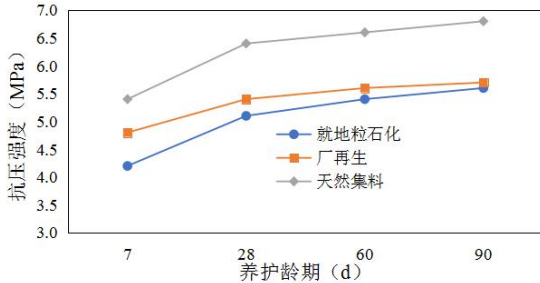


图 1 6%水泥剂量无侧限抗压强度增长图

4.2 无侧限抗压回弹模量试验

抗压回弹模量测定有两种方法,即 T0808—1994 顶面法和 T0807—1994 承载板法,后者只适合无机结合料稳定细粒土,故试验采用前者即顶面法。利用顶面法,分别测得三种混合料的抗压回弹模量,试验结果见图 2。

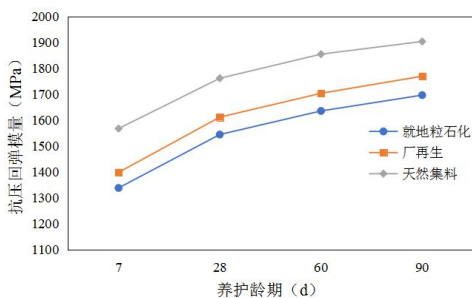


图 2 6%水泥剂量抗压回弹模量增长图

从试验结果来看,再生水稳碎石的抗压回弹模量小于用天然集料成型的水稳碎石,厂再生水稳碎石的强度高于就地粒石化水稳碎石,与无侧限抗压强度表现出一致趋势。究其原因,可能是在击实试验中,再生水稳材料的干密度较小,导致水稳碎石最终的强度不足,而厂再生集料的均匀性较好,成型的水稳碎石试件强度变异系数较小,所以厂再生水稳碎石的性能较就地粒石化碎石性能更优。

4.3 劈裂强度试验

劈裂试验又称间接抗拉试验,沿直径两侧对试件施加压力,使直径所在的截面受到拉应力,依次测得抗拉

强度为试件的间接抗拉强度。由图 3 可知,相比于无侧限抗压强度和抗压回弹模量,天然集料水稳碎石在劈裂强度试验中相对再生集料强度提升不明显,劈裂强度受集料棱角性和嵌挤作用影响较大,而再生集料表面粗糙,棱角分明,嵌挤作用较强,在一定程度上弥补了材料本身的不足。

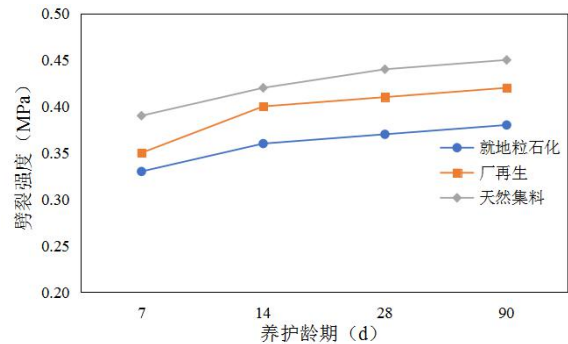


图 3 6%水泥剂量劈裂强度增长图

5. 结论

(1) 通过对就地再生集料、厂再生集料和天然集料的对比分析可知,两种破碎工艺所得的集料性能相当,旧混凝土板粒石化再生集料的物理力学性能良好,可应用再生水泥稳定碎石。

(2) 三种水泥稳定碎石 7d 无侧限抗压强度均能满足基层和底基层的强度要求。

(3) 再生水泥稳定碎石强度低于普通水泥稳定碎石,厂再生水泥稳定碎石由于均匀性较好,性能比就地粒石化水泥稳定碎石略优。

参考文献

- [1]胡忠辉. 大粒径再生集料水泥稳定碎石基层性能试验研究[D].山东理工大学,2016.
- [2]Arpad Horvath,Life-Cycle Environmental and Economic Assessment of Using Recycled Materials for Asphalt Pavement, Technical Report, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California,September 2003.
- [3]周铮.旧水泥混凝土再生集料技术评价[J].西部交通科技,2015(04):1-4+10.
- [4]廖洪波. 广西百色地区半刚性基层沥青路面冷再生利用研究[D].重庆交通大学,2013.