

用废石膏改性三渣混合料筑道路基层

王文红¹, 孙家瑛²

(1. 上海市卢湾区市政工程管理署, 上海 200025; 2. 上海市市政工程研究院, 上海 200031)

摘 要:根据工业废料(废石膏)对粉煤灰三渣混合料的作用,探讨粉煤灰三渣混合料的改性问题。研究表明:改性粉煤灰三渣混合料具有早期强度高和耐久性能优等特性;并在试点工程中得到应用。

关键词:道路基层;废石膏;粉煤灰三渣;改性

中图分类号:U414.16 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2005)02-0116-02

0 前言

粉煤灰混合料基层具有强度高、板体性和水稳定性好的技术优点,因而是良好的高等级道路基层材料,由于石灰对粉煤灰活性的激发作用,粉煤灰三渣混合料具有更高的强度和稳定性,更适宜于繁重交通和气温状况不良的路段使用。但是,他们的早期强度较低,尤其是在气温较低的情况下,不能满足道路施工中及早铺筑面层和及时开放交通的要求。因而这类基层材料的使用受到了一定的制约。因此,研究提高三渣混合料早期强度是一项有意义的研究课题。目前研究提高三渣早期强度的资料较多,但能推广用于实际工程的使用方法并不多。基于上述情况,本研究利用废石膏对粉煤灰三渣混合料进行改性,研究了改性粉煤灰三渣混合料的抗压强度和耐久性能,并在道路基层工程中应用,取得了明显的效果。

1 试验方法

1.1 原材料

(1)废石膏:采用上海钛白粉厂酸性废水处理的废石膏,经 X-射线及热差分析,结果表明:该种石膏的存在形式基本上为 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,其化学成分见表 1:

表 1 废石膏化学成分(wt%)

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Loss
2.08	3.15	9.26	26.6	10.7	40.8	6.91

(2)粉煤灰:采用上海闵行发电厂原状粉煤灰,等级为Ⅲ级粉煤灰,其化学成分见表 2。

表 2 粉煤灰化学成分

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Loss
53.12	30.12	2.91	2.73	1.84	0.24	6.40

(3)石灰:采用三级石灰。外加剂:自配掺量 1%。

(4)基料:采用最大粒径为 70 的碎石。

1.2 试验方法

粉煤灰-石灰二灰最佳含水率测定,确定二灰的最佳含水率 27%,最佳干密度 1.79%,密实度为 99%,强度采用 $\varphi 7\text{ cm} \times 7\text{ cm}$ 圆柱体试模成型试件,采用挤压成型。具体成型方法参考《粉煤灰石灰类道路基层施工及试验规程》JGJ 14-97。粉煤灰和消石灰均用 5 mm 筛过筛以除去块状的杂质,避免影响强度发展。在试件的制备过程中,考虑到粉煤灰-石灰二灰的含水量相当低,不利于外加剂充分溶解,因此先将外加剂溶于水中再掺加,而且拌和好的混合料应闷料 4~5 h,以便使外加剂溶解分散于三渣之中。

粉煤灰-石灰二灰的膨胀试验参照 JC 313-82,试验尺寸为 $30\text{ mm} \times 30\text{ mm} \times 300\text{ mm}$,顶端装测头,硬化二灰试件有效长度为 250 mm。每一配合比制成 3 个试样,并养护在标准养护室内。在终凝 2 h 后拆模,计算自由线膨胀率(以下简称膨胀率): $E_t = [(L_t - L_0) \times 250] \times 100\%$ 。式中: E_t 为膨胀率; L_t 为各龄期长度; L_0 为初始长度。

干湿循环试验采用试件浸水 4 d,然后在 $80\text{ }^\circ\text{C} \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$ 烘干 5 h,再在水中浸泡 5 h 作为一次循环,耐水性试验采用在水中浸泡 30 d 后测定试件的质量和强度。

现场弯沉测试采用 JTJ 059-95《公路路基路面现场测试规程》中的 T0 951-95 方法进行。

2 结果和讨论

2.1 废石膏改性三渣混合料的强度

下列表 3 是粉煤灰三渣混合料各配合比强度的变化情况。

收稿日期:2004-03-26

作者简介:王文红(1967-),男,上海人,工程师,副署长,从事工程管理工作。

表 3 粉煤灰三渣混合料各配比抗压强度变化表

成样号	早强剂	抗压强度(MPa)	
		7 d	28 d
普通三渣	/	0.41	0.75
早强三渣	2.5+HF	1.57	5.86
掺水泥三渣	8%水泥	1.49	5.47
废石膏改性三渣	废石膏+外加剂	1.44	5.10

由表 3 结果可以看出,在普通三渣混合料中用废石膏来置换部分粉煤灰可以使三渣混合料 7 d 强度从 0.4 MPa 提高到 1.44 MPa,提高幅度为 300%,基本与水泥粉煤灰三渣和早强三渣相当。并且其 28 d 强度也相应得到大幅度提高。所以,掺有废石膏的粉煤灰三渣混合料具有强度高、强度发展迅速的特点。

2.2 废石膏三渣混合料耐久性能研究

表 4 废石膏三渣混合料各耐久性能指标测试结果

测试项目	废石膏三渣混合料	普通三渣混合料
收缩率($\times 10^{-4}$)	3.71	6.42
干湿循环(20 次)强度损失率	-44.9	2.3
耐水性(水中 30 d)强度损失率	-17.1	1.9
耐高温抗硫酸盐侵蚀(耐蚀系数)	1.18	1.04
抗冻性能(7 次循环)冻稳系数	0.98	0.60

由表 4 的实验结果分析可知,在本试验范围内废石膏三渣混合料收缩值比普通混合料小 40%左右;干湿循环 20 次废石膏三渣混合料强度非但没有损失,反而增长了 44.9%;在水中浸泡 30 d 后强度有一定程度增加,并且其抗冻性、抗硫酸盐侵蚀性和耐高温性能均比普通三渣混合料有比较大的提高。由此可见,采用废石膏改性三渣混合料不仅可以提高三渣混合料早期强度,缩短三渣混合料养护周期,并且可以提高三渣混合料的耐久性能。

2.3 废石膏三渣混合料试点工程应用

2.3.1 延平路工程应用情况

延平路道路改建工程的路基承重层设计厚度为 35 cm,采用三渣混合料。该试验路段用废石膏三渣混合料,分二层摊铺压实,施工温度 30℃,养护 4d 后进行弯沉试验,试验结果见表 5。

表 5 延平路工地弯沉值测试结果(养护 4 d)

三渣品种	弯沉值(mm)			
	A1	A2	A3	A4
废石膏三渣	0.513	0.457	0.410	0.510
普通三渣	2.655	1.766	/	/

由测试数据可知,废石膏三渣混合料铺筑道路基

层养护 4 d 的弯沉值平均为 0.45 mm,完全可以满足道路摊铺沥青面层的技术要求,而普通三渣混合料养 4 d 其弯沉值为 2.15 mm,养护 10 d 后弯沉值才能达到 0.51 mm。因此,废石膏三渣比普通三渣混合料提早 6 d 达到摊铺沥青面层的弯沉值要求。

2.3.2 宝山宝杨路工程应用情况

宝杨路改建工程的路基承重层厚度为 35 cm,该工程采用废石膏三渣混合料分二层摊铺,施工温度 25℃,养护 7 d 后进行弯沉测试和摊铺沥青,测试结果见表 6。

表 6 宝杨路工地弯沉值测试结果(养护 7 d)

三渣品种	弯沉值(mm)		
	A1	A2	A3
废石膏三渣	0.598	0.470	0.470

由测试结果可见,废石膏三渣混合料摊铺后养护 7 d,其弯沉值为 0.5 mm 左右,完全满足道路通车的技术要求。此外,宝杨路车流量为 8 000~11 000 辆/昼夜,且大都为重车,通车后半年无开裂破损现象,取得了明显的效果。

2.3.3 五里桥路工程应用情况

五里桥路改建工程为路幅 7 m,路基厚度为 35 cm,该工程采用废石膏三渣混合料分二层摊铺压实,施工温度 5℃,养护 10 d 后进行弯沉测试和摊铺沥青,测试结果见表 7。

表 7 五里桥路工地弯沉值测试结果(养护 10 d)

三渣品种	弯沉值(mm)			
	A1	A2	A3	A4
废石膏三渣	0.25	0.28	0.4	0.34

由测试结果可见,在养护温度 5℃条件下,废石膏三渣混合料摊铺后养护 10 d,其弯沉值可以达到 0.35 mm 左右,满足道路摊铺沥青面层的技术要求。

3 结论

(1)废石膏三渣混合料 7 d 强度能够满足粉煤灰三渣材料的技术要求。

(2)废石膏三渣混合料各耐久性指标均比普通三渣混合料优越。

(3)通过几个工程的试点应用发现废石膏三渣混合料明显优于普通三渣混合料,开放交通的时间可以提前二个星期。

• 短讯 • 深圳市在 2005 年将安排 67 个治水项目,其中续建工程 10 项,新建工程 35 项,前期项目 22 项。对这些治水项目的投资为 20 亿元。