

## 垃圾焚烧灰渣用于二灰碎石路面基层的试验研究

解建光<sup>1</sup> 陈金东<sup>2</sup> 曹兴国<sup>1</sup> 史进舟<sup>1</sup>

(1. 南京航空航天大学航空宇航学院, 南京, 210016;

2. 江苏锡张高速公路建设办公室, 南京, 210000)

**摘要:**用城市生活垃圾焚烧灰渣替代部分集料,按照9种不同的配比制备二灰灰渣碎石路面基层材料,进行路用性能试验。结果表明:与普通二灰碎石对比,在相同的二灰含量下,灰渣碎石的最大干密度降低8.8%,而最佳含水量增大38.4%;无侧限抗压强度最高可达1.03 MPa;粉煤灰含量对材料强度影响较为显著,其中粉煤灰含量减少1%,无侧限抗压强度值降低21%;材料的干缩系数最大为67.2  $\mu/\%$ ;石灰与粉煤灰含量越低,材料的干缩应变越小,平均干缩系数也越小,当二灰含量减少2.5%,平均干缩系数降低3.1%。二灰灰渣碎石材料满足基层的相关要求,灰渣可以为公路建设提供可持续的集料来源。

**关键词:**道路工程;城市生活垃圾;焚烧灰渣;二灰碎石;路面基层

中图分类号:U414.1

文献标识码:A

文章编号:1005-2615(2011)04-0561-05

## Experiment on Wastes Incineration Residues for Lime-Fly Ash Concrete Pavement Base

Xie Jianguang<sup>1</sup>, Chen Jindong<sup>2</sup>, Cao Xingguo<sup>1</sup>, Shi Jinzhou<sup>1</sup>

(1. College of Aerospace Engineering, Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, Nanjing, 210016, China;

2. Office of Jiangsu Wuxi-Zhangjiagang Highway Construction Projects, Nanjing, 210000, China)

**Abstract:**By replacing a part of macadam, wastes incineration residues used as aggregates to make lime-fly ash stabilized residues-macadam materials are conducted at nine different proportions. Compaction test, unconfined compressive strength test and shrinkage test are designed to evaluate the pavement performances of the material. Furthermore, the comparative trials are conducted between the new materials and traditional lime-fly ash macadam at the same proportions. Comparing with the traditional lime-fly ash macadam, the maximum dry density decreases by 8.8% and the optimum water content increases by 38.4% at the same content of lime and fly ash. Besides, the highest unconfined compressive strength of lime-fly ash stabilized residues-macadam can reach 1.03 MPa, and the strengths of the new materials are significantly influenced by the content of fly ash. The strength decrease by 21%, if the content of fly ash decreases by 1%. The highest shrinkage coefficient is 67.2  $\mu/\%$ , and if the content of lime and fly ash decreases by 2.5%, the shrinkage coefficient reduces by 3.1%. The performances of lime-fly ash stabilized residues-macadam can meet the requirements of highway pavement base, and combustion residues can be used as aggregates in road construction.

**Key words:** road engineering; municipal solid waste; combustion residues; lime-fly ash macadam; pavement base

基金项目:2007年江苏省交通科技发展计划(07Y07)资助项目。

收稿日期:2010-10-20;修订日期:2011-02-25

通讯作者:解建光,男,副教授,1974年生,E-mail:xiejg@nuaa.edu.cn。

随着我国城市数量增加、规模扩大、人口增多以及人民生活方式的变化和生活水平的提高,城市生活垃圾以年均8%~10%的增长率迅猛增长,许多城市陷入了垃圾的包围之中。

焚烧热解是先进的处理生活垃圾的主要方式,一般可使垃圾质量减少70%,但仍有20%~30%的质量留在灰渣当中<sup>[1-2]</sup>,需要花费大量资金进行填埋处理,而且在土地资源紧张的地区,填埋场的建设与土地资源匮乏之间的矛盾越来越突出。同时这些地区高速公路的建设也常常受到填土来源的限制,由于很多地区已限制开山采石,使高速公路建设需要的石料也成为日渐稀缺的资源。

如果将城市生活垃圾焚烧灰渣应用于高速公路路面基层或底基层的无机结合稳定材料,不仅能减少灰渣废弃产生的土地占用,降低处置费用,而且可以变废为宝,利于建设节约型、环保型的公路工程,促进公路交通事业的可持续发展。国外有很多焚烧灰渣资源化利用途径的探索和实践,主要是将灰渣用作道路工程的集料、水泥混凝土以及填埋场的覆盖材料等<sup>[3-4]</sup>。国内对灰渣的研究尚处于起步阶段,都集中在分析灰渣的物理化学性质方面<sup>[5-6]</sup>。

试验通过用城市生活垃圾焚烧灰渣替代部分集料,制备了灰渣二灰碎石半刚性基层材料,并进行了材料强度和收缩性能的试验,为灰渣用于高速公路基层提供依据。

## 1 试验材料与方法

### 1.1 试验材料

试验选用的石灰为Ⅲ级钙质消石灰,其中CaO+MgO的含量为59.6%;粉煤灰中SiO<sub>2</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>总含量为84.7%,烧失量为5.1%,比表面积大于3 295 cm<sup>2</sup>/g。灰渣的压碎值为29.3%,最大粒径为26.0 mm,表观密度为2.430 g/cm<sup>3</sup>,含水率为0.63%。

### 1.2 灰渣预处理与级配调整

底灰占灰渣总质量的80%左右(以质量计),主要由熔渣、黑色及有色金属、陶瓷碎片、玻璃和其他一些不可燃物质及极少量的未燃有机物组成,其性质与轻质的天然骨料相似。从灰渣稳定性角度考虑对灰渣进行了筛选和分化1~3个月<sup>[7-9]</sup>。

按照《公路工程集料试验规程》(JTGE42—2005)对灰渣进行筛分,灰渣的筛分曲线如图1所示。

从图1中可以看出,灰渣的级配不符合规范的要求,所以要对其进行修正,具体做法为向灰渣中掺入粒径为9.5~31.5 mm的集料,其中粒径为9.5~19 mm集料的掺入量占灰渣碎石总质量的15.9%,粒径为19~26.5 mm集料的掺入量占灰渣碎石总质量的6.6%,修正后的级配曲线见图2。

图1 灰渣级配曲线

图2 修正后的灰渣级配曲线

### 1.3 试验方法

根据《公路路面基层施工技术规范》(JTJ034—2000)中的一般规定,二灰稳定材料中石灰与粉煤灰的比例推荐值为1:2~1:4,二灰总质量与集料质量之比为15:85~20:80。试验选取石灰与粉煤灰的比例分别为1:2,1:3,1:4。二灰总质量与集料质量之比同样选取3种比例,分别为20:80,17.5:82.5和15:85,然后进行配比组合,共得到9种不同的配合比,如表1所示。对各种配比按照《公路工程无机结合料稳定料试验规程》(JTJ057—94)进行击实试验,确定最佳含水量和最大干密度。