

文章编号: 0451-0712(2006)11-0157-04

中图分类号: TU521;U414. 01

文献标识码: B

# 建筑渣土作为城市道路填料的路用性能研究

张清峰<sup>1</sup>, 王东权<sup>2</sup>, 姜晨光<sup>1</sup>, 邵鹏<sup>1</sup>, 王伟<sup>1</sup>

(1. 江南大学蠡湖校区土木工程系 无锡市 214122; 2. 中国矿业大学 徐州市 221008)

**摘 要:** 通过建筑渣土作为城市道路填料的室内试验研究, 提出建筑渣土作为道路填料的实用性和可行性。结果表明, 建筑渣土经过简单技术处理后具有强度高、稳定性好的特性, 可以直接或改性后作为城市道路填料。  
**关键词:** 建筑渣土; 城市道路; 路用性能

随着城市化和城市现代化进程的推进, 城市道路建设突飞猛进, 崭新和宽敞的道路遍布城市各个方位。一方面, 城市道路的建设, 需要越来越多的土石方工程量, 大量土地被占, 用作道路填筑材料。另一方面, 城市中旧城区的改造整治产生出大量建筑渣土需要清运、埋填处理。据统计, 目前我国建筑渣土的数量已占到城市垃圾总量的30%~40%。在每万m<sup>2</sup>建筑的施工过程中, 就会产生500~600 t的建筑废渣。若按此测算, 我国每年仅施工建设所产生和排出的建筑废渣就有4 000万t<sup>[1]</sup>。而且绝大部分建筑渣土采用露天堆放或填埋的方式进行处理, 不仅侵占大量土地, 而且对周围环境也造成了极大污染。因此, 如何利用建筑渣土使其变废为宝成为一个值得研究的问题。通过对建筑渣土的试验表明, 用建筑渣土填筑道路路基、路面底基层是完全经济可行的, 这样不但减少了建筑渣土污染而且降低了工程造价, 具有较好的经济效益; 同时, 探索到实施环境保护的一种行之有效的办法, 具有较好的社会效益。

## 1 建筑渣土作为城市道路路基填料的室内试验研究

建筑渣土来源于砖混、框架结构等建筑拆除物, 其基本组成主要是土、渣土、散落的砂浆和混凝土、剔凿产生的砖石和混凝土碎块等, 从某工地现场随机取样后充分拌和, 参照道路工程试验规程进行各项性能实验室试验<sup>[2]</sup>。

### 1. 1 建筑渣土筛分试验

将建筑渣土试样风干, 然后用方孔筛进行筛分,

筛分后的试样烘干称重, 试验结果见表1, 根据试验结果绘制级配曲线见图1。

表1 建筑渣土筛分试验结果

筛孔尺寸 mm	各筛上渣土 筛余量/kg	分计筛 余量/%	累计筛 余量/%	通过百 分率/%
150	7. 80	7. 80	7. 80	92. 20
75	6. 60	6. 60	14. 40	85. 60
63	8. 45	8. 45	22. 85	77. 15
53	8. 32	8. 32	31. 17	68. 83
37. 5	5. 63	5. 63	36. 80	63. 20
31. 5	3. 20	3. 20	40. 00	60. 00
26. 5	3. 10	3. 10	43. 10	56. 90
19. 00	6. 90	6. 90	50. 00	50. 00
16. 00	2. 35	2. 35	52. 35	47. 65
13. 20	3. 78	3. 78	56. 13	43. 87
9. 50	3. 93	3. 93	60. 06	39. 94
4. 75	9. 78	9. 78	69. 84	30. 16
2. 36	6. 49	6. 49	76. 33	23. 67
筛底	23. 67	23. 67	100	0

根据建筑渣土级配曲线, 求出建筑渣土级配指标(不均匀系数 $C_u=d_{60}/d_{10}=15$ ),  $d_{10}$ 、 $d_{60}$ 分别为级配曲线上通过率为10%、60%的粒径,  $C_u=15>10$ , 说明建筑渣土颗粒大小相差悬殊, 颗粒不均匀, 级配良好, 施工时容易获得较好的压实效果。表1中数据与道路填料的设计要求对比可知: 作为路堤填料, 建筑渣土中有7. 8%粒径不满足规范要求; 作为路床

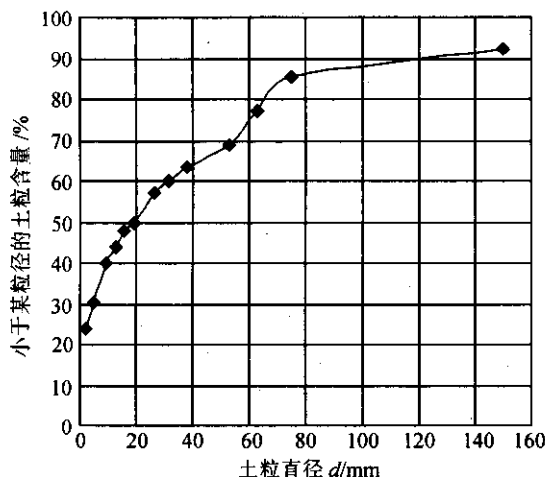


图 1 建筑渣土级配曲线

填料,有 14.40% 粒径不满足规范要求。建筑渣土中绝大多数(85.60%)成分能满足市政道路路基填料粒径要求,但也存在少量(14.40%)超标颗粒。分层填筑法施工过程中可以采用分拣或破碎处理。

## 1.2 建筑渣土标准击实试验和比例击实试验

定义建筑渣土粒径小于 4.75 mm 为建筑渣土细料,粒径大于 4.75 mm 为建筑渣土粗料,定义建筑渣土细料和粗料重量比为  $K_w$ 。通常粒径大于 150 mm 的建筑渣土在分层碾压时为超标颗粒,要进行破碎处理。同时,建筑渣土粗料过多,也需对其进行破碎处理,建筑渣土细料和粗料的合适比例由比例击实试验确定。

路基填料的干密度和最佳含水量是施工质量标准,也是进行无侧限抗压强度试验等其他试验的基本参数。细料标准击实试验确定细料最大干密度和细料最佳含水量,最大干密度和最佳含水量是制定建筑渣土压实度检验标准、进行混合料标准击实试验和 CBR 试验配料的重要参数。根据试验结果绘制建筑渣土细料标准击实曲线如图 2 所示,根据曲线求出建筑渣土细料的最佳含水量  $W_{\text{opt}} = 18.00\%$ 、最大干密度  $P_{\text{dmax}} = 1.70 \text{ g/cm}^3$ 。

建筑渣土混合料质量比  $K_w$  并非固定不变,混合料的干密度随  $K_w$  的变化而变化,为找出建筑渣土混合料在不同  $K_w$  下的最大干密度,需要进行建筑渣土混合料比例击实试验。根据试验结果绘制建筑渣土粗料比例击实试验,如图 3 所示。

通过图 3 可以看出:建筑渣土混合料的干密度随着细料的增加而增大,主要原因是:在混合料体系中,粗集料起着骨架支撑作用,而细集料起着填充粗

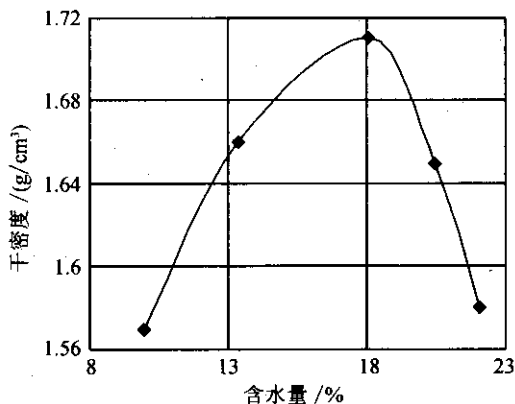


图 2 建筑渣土细料标准击实试验

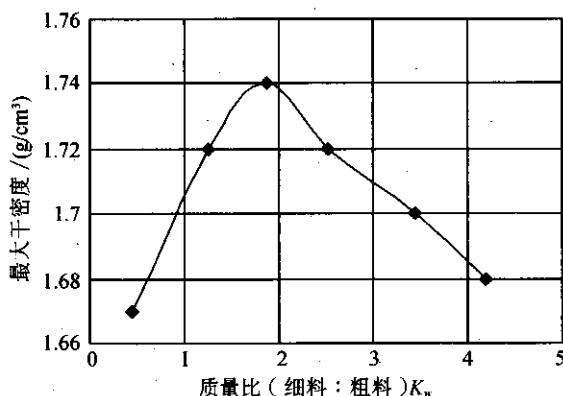


图 3 建筑渣土粗料比例击实试验

集料之间的空隙和连接骨料的作用,粗细骨料相互补充。当  $K_w$  较小时,粗骨料过多,细料无法填满骨料之间的空隙,造成混合料中间形成了大量空隙,结构类型为骨架—空隙结构,这种结构摩擦角小、粘聚力小、渗透性强,降低了混合料的干密度。但是,也可以看出,当细料的含量增加到某一值时,建筑渣土混合料的干密度不会再增大,甚至还会减少。通过试验数据得知,在建筑渣土混合料的细粗料的质量比为 0.45~1.885 时,混合料的干密度一直在增加,为 1.67~1.74  $\text{g/cm}^3$ ,而当其质量比在 1.885~4.184 变化的时候,干密度却随之减小,为 1.74~1.68  $\text{g/cm}^3$ 。可见,建筑渣土细粗料的最佳干质量比应该在 1.885 左右。当质量比为 1.885 的时候,混合料的干密度达到最大,压实后混合料的结构类型由骨架—空隙结构逐渐变为悬浮—密实结构,这种结构摩擦角大、粘聚力大、渗透性小,强度高、承载力高。

## 1.3 建筑渣土 CBR 试验

加州承载比 (CBR) 是美国加利福尼亚 (California) 州提出的一种评定路基土和路面材料承载能力的指标。它用来表征材料抵抗局部荷载压

入变形的能力,并以标准碎石承载能力的相对值表示。路基填料 $CBR$ 值是表征路基填料强度的重要指标,也是选择路基填料的标准和依据。

建筑渣土承载比 $CBR$ 值试验,依据细料标准击实试验结果、混合料筛分和混合料密度试验结果配料,分别制成细料和 $K_w=0.45$ 天然级配混合料的不同压实度试样进行试验<sup>[3]</sup>,得到建筑渣土细料、混合料的 $CBR$ 值,见表2。

数据表明建筑渣土细料、混合料强度( $CBR$ )完全满足规范要求,见表2。

表 2 建筑渣土  $CBR$  值

试样名称	建筑渣土细料			建筑渣土混合料		
	压实度	压实度	压实度	压实度	压实度	压实度
	90%	93%	95%	90%	93%	95%
$CBR/\%$	4.2	7.4	9.2	13.5	28.0	30.5

2 建筑渣土作为城市道路路面底基层填料的室内试验研究

试验研究取样于砖混结构建筑物拆迁工地,试验中采用3种改性方案:水泥改性、水泥粉煤灰或石灰粉煤灰综合改性,对建筑渣土细料,按最佳含水量 $W_{opt}=18.00\%$ 制备 $\phi \times h=50\text{ mm} \times 50\text{ mm}$ 的试件,对水泥改性建筑渣土混合料强度,制备 $\phi \times h=100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ 试件,测其7 d、28 d 浸水无侧限抗压强度和28 d 劈裂强度。其中: $R_{c7}$ 为7 d 无侧限抗压强度; $R_{c28}$ 为28 d 无侧限抗压强度; $R_t$ 为28 d 劈裂强度

水泥改性建筑渣土强度试验结果见图4~图7。

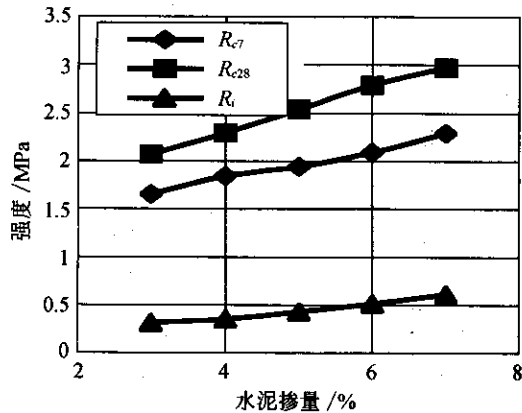


图 4 压实度 95 %水泥改性建筑渣土细料强度

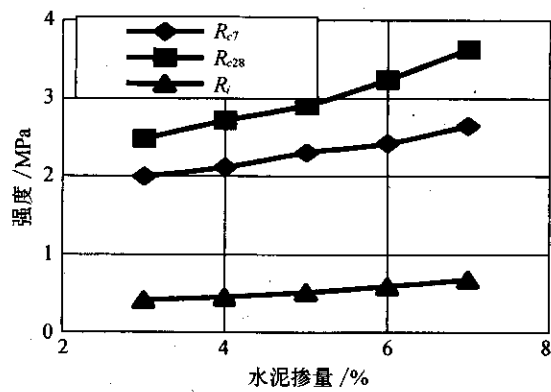


图 5 压实度 98 %水泥改性建筑渣土细料强度

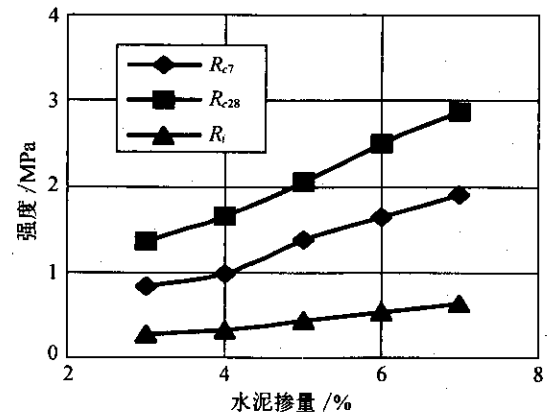


图 6 压实度 95 %水泥改性建筑渣土混合料强度

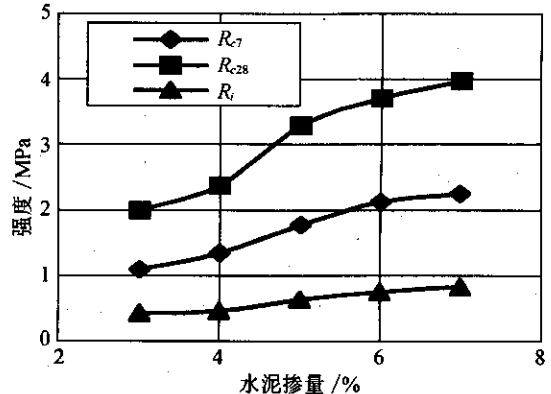


图 7 压实度 98 %水泥改性建筑渣土混合料强度

试验结果表明:水泥改性建筑渣土强度随水泥剂量的增大而增大,随压实度增大而增大,6%~7%水泥剂量改性建筑渣土细料、混合料7 d、28 d 无侧限抗压强度、劈裂强度可以达到水泥稳定类路面底基层技术标准要求。因此,可用建筑渣土作为水泥稳定类路面底基层的掺合料。

石灰粉煤灰和水泥粉煤灰综合改性建筑渣土试验结果见图8和图9。

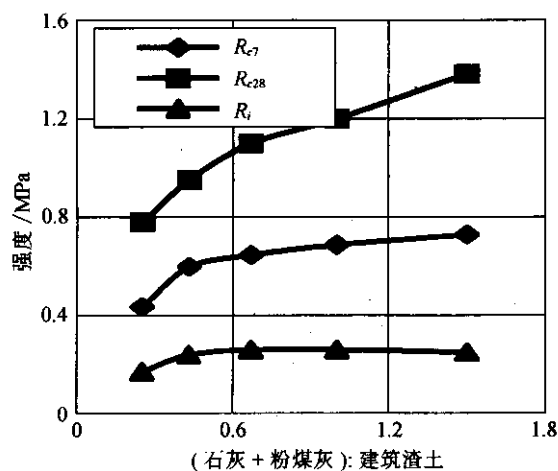


图 8 压实度 95 % 石灰粉煤灰建筑渣土改性强度试验结果

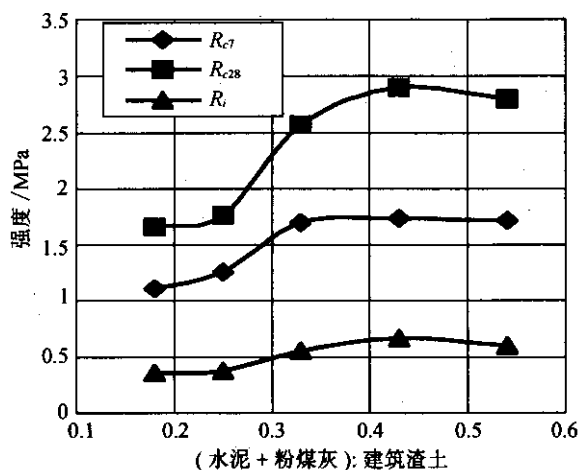


图 9 压实度 95 % 水泥粉煤灰建筑渣土改性强度试验结果

试验结果表明:石灰粉煤灰改性建筑渣土强度随石灰粉煤灰剂量增大而增大;配合比 30 : 70 的石

灰粉煤灰改性建筑渣土 7 d 无侧限抗压强度满足二灰混合料底基层技术指标要求、劈裂强度达到二灰土底基层技术标准要求。

水泥粉煤灰改性建筑渣土强度随水泥粉煤灰剂量增大而增大,配合比为 30 : 70、35 : 65 的水泥粉煤灰改性建筑渣土 7 d 无侧限抗压强度、劈裂强度达到水泥稳定类路面底基层技术标准要求。因此,建筑渣土可以作为市政道路路面底基层填料。

### 3 结论

(1)建筑渣土经过简单技术处理后具有强度高、稳定性好的特性,是性能优良的市政道路路基填料。

(2)采用水泥改性、水泥粉煤灰或石灰粉煤灰综合改性的建筑渣土强度高,满足路面底基层技术指标的要求,可以作为市政道路路面底基层填料。

(3)用建筑渣土填筑道路路基、路面底基层具有较好的社会效益。

(4)由于建筑渣土的离散性较大,对不同的拆迁工地,用其作为道路填料时要做相关的试验。

### 参考文献:

- [1] 陆凯安. 我国建筑垃圾的现状与综合利用[J]. 施工技术, 1999, 28(5).
- [2] 鲁飞. 建筑渣土作为路基填料的应用研究[J]. 路基工程, 2005, (3).
- [3] 王东权, 陈沛, 刘春荣, 等. 建筑渣土在市政道路路基工程中的应用研究[J]. 建筑技术, 2005, (2).
- [4] 李宁. 建筑渣土作为路基填料的改性实验研究[J]. 山西建筑, 2005, (3).

## A Study on Road Performance of Construction Waste as Municipal Road Filling

ZHANG Qing-feng<sup>1</sup>, WANG Dong-quan<sup>2</sup>, JIANG Chen-guang<sup>1</sup>, SHAO Peng<sup>1</sup>, WANG Wei<sup>1</sup>

(1. College of the Civil Engineering, Southern Yangtze University, Wuxi 214122, China;

2. China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China)

**Abstract:** Through the experimental study on the application of the construction waste to municipal road, the practicability and feasibility of construction waste as road filling to municipal road are advanced. The results show that the construction waste has the high intensity and the good stability after simple technical treatments and could be used as road filling to municipal road.

**Key words:** construction waste; municipal road; road performance