

ICS

备案号:

DB

北京市地方标准

DB11/T 999—XXXX

城镇道路建筑垃圾再生路面基层
施工与质量验收规范
(征求意见稿)

Code for construction and acceptance of recycled construction waste for city and
country urban road base

××××-××-××发布

××××-××-××实施

北京市住房和城乡建设委员会
北京市市场监督管理局

联合发布

前 言

根据北京市市场监督管理局《2019年北京市地方标准制修订项目计划的通知》（京市监发〔2019〕21号）的要求，本规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，对《城乡道路建筑垃圾再生路面基层施工与质量验收规范》DB11/T999-2013进行了修订。

本规范的主要技术内容是：1总则，2术语和符号，3基本规定，4再生骨料，5水泥稳定再生骨料混合料，6石灰粉煤灰稳定再生骨料混合料，7水泥粉煤灰稳定再生骨料混合料，8级配再生骨料基层，9质量验收。

本规范修订的主要技术内容是：1扩大了再生骨料混合料的适用范围；2增加了水泥粉煤灰稳定再生骨料混合料和级配再生骨料基层的施工与质量验收内容；3修订了杂物含量控制指标；4增加了施工碾压技术要求；5扩充了再生级配骨料的级配范围。

本规范由北京市住房和城乡建设委员会、北京市市场监督管理局共同负责管理，由北京市住房和城乡建设委员会归口并负责组织实施。由北京市市政工程研究院负责具体技术内容解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送至北京市市政工程研究院（地址：北京市西城区百万庄大街3号，邮编：100037，电话：010-68354346）。

本规范主编单位：北京市市政工程研究院

本规范参编单位：北京建筑大学、中壤建设股份有限公司、北京市建设工程质量第三检测所有限责任公司

本规范主要起草人员：

本规范主要审查人员：

目 次

1 总 则	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术 语.....	2
2.2 符 号.....	2
3 基本规定.....	3
4 再生骨料.....	4
4.1 分类与用途.....	4
4.2 检验.....	4
5 水泥稳定再生骨料混合料.....	5
5.1 原材料.....	5
5.2 混合料组成设计.....	5
5.3 拌合及施工.....	6
6 石灰粉煤灰稳定再生骨料混合料.....	8
6.1 原材料.....	8
6.2 混合料组成设计.....	8
6.3 拌合及施工.....	9
7 水泥粉煤灰稳定再生骨料混合料.....	11
7.1 原材料.....	11
7.2 混合料组成设计.....	11
7.3 拌合及施工.....	12
8 级配再生骨料基层.....	13
8.1 一般规定.....	13
8.2 施工.....	13
9 质量验收	15
附录 A 再生级配骨料混凝土颗粒含量及杂物含量试验方法	17

1 总 则

1.0.1 为指导建筑垃圾再生骨料在城镇及乡村道路路面基层工程中的应用，统一质量检验标准，制定本标准。

1.0.2 本规范适用于城镇道路、乡村道路的新建、改建及养护工程的基层，城市快速路的上基层不适用本标准。

1.0.3 用再生骨料混合料修建路面基层施工与质量验收应符合本标准的规定外，尚应符合现行国家及北京市现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 再生骨料 recycled aggregate

由建筑垃圾中的混凝土、砂浆、石、砖瓦等加工而成的粒料。

2.1.2 建筑垃圾再生路面基层 recycled construction waste for urban road base

掺用了建筑垃圾再生骨料的路面基层。

2.1.3 再生骨料混合料 recycled aggregate mixture

由再生级配骨料配制的混合料。

2.1.4 杂物 impurities

再生骨料中除混凝土、砂浆、石、砖瓦、陶瓷之外的其他物质。根据密度的不同分为 I 类杂物和 II 类杂物。

I 类杂物包括金属、橡胶、玻璃、沥青。

II 类杂物包括木头、草根、树叶、树枝、毛皮、纸张、塑料、泡沫板颗粒。

2.1.5 再生混凝土颗粒含量 recycled concrete particle

再生级配骨料中粒径4.75mm以上部分混凝土块及石块类粒料的总称。

2.2 符号

w_0 ——再生骨料混合料最佳含水率。

3 基本规定

- 3.0.1 再生骨料混合料宜在气温较高的季节组织施工。施工日期的最低温度应在 5℃ 以上。
- 3.0.2 宜避免在雨季施工，且不应在雨天施工。在雨期施工再生骨料混合料，不应使混合料受雨淋湿。降雨时应停止施工，已经摊铺的混合料应碾压密实。
- 3.0.3 高填土路基与软土路基，应在沉降值符合设计规定且沉降稳定后，方可施工道路基层。
- 3.0.4 再生骨料混合料宜采用集中厂拌生产。
- 3.0.5 再生骨料混合料结构层施工时，应在混合料处于含水率允许范围内进行碾压，碾压宜采用胶轮压路机。
- 3.0.6 被污染或腐蚀的建筑垃圾不得用于制备路面基层用再生骨料。再生骨料及其混合料的放射性应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB6566 的规定。

4 再生骨料

4.1 分类与用途

4.1.1 再生骨料按技术要求分为 I 类、II 类。

表 4.1.1 再生骨料分类及性能指标要求

项目		I	II
混凝土颗粒含量 (%)		≥ 90	-
压碎指标 (%)		≤ 30	≤ 45
杂物含量 (%)	I 类	≤ 0.5	≤ 0.8
	II 类	≤ 0.1	≤ 0.2
针片状颗粒含量 (%)		≤ 15	

4.1.2 I 类和 II 类再生骨料适用范围应符合表 4.1.2 的规定。

表 4.1.2 再生骨料适用范围

再生骨料种类	适用范围		
	层位	交通等级	道路等级
I 类	基层	重、中、轻	城市快速路及以下道路、乡村道路
	底基层	特重、重、中、轻	
II 类	基层	重、中、轻	城市次干路及以下道路、乡村道路
	底基层	特重、重、中、轻	城市快速路及以下道路、乡村道路

4.2 检验

4.2.1 再生骨料按同来源、同级配、同类别 1000t 为一个检验批，不足 1000t 亦为一批。

4.2.2 再生骨料取样按现行国家标准《建筑用卵石、碎石》GB/T14685 中规定的取样方法执行。

4.2.3 再生骨料的颗粒级配、压碎指标、和针片状含量按现行行业标准《公路工程集料试验规程》JTG E42 规定的有关方法执行。

4.2.4 再生骨料的混凝土颗粒含量、杂物含量应按附录 A 的规定进行。

5 水泥稳定再生骨料混合料

5.1 原材料

5.1.1 应选用初凝时间大于 3h、终凝时间不小于 6h 的普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥；当采用 I 类再生级配骨料时可选用 32.5 级、42.5 级水泥，当采用 II 类再生级配骨料时宜选用 42.5 级水泥。

5.1.2 再生级配骨料最大粒径不宜大于 37.5mm，颗粒级配应符合表 5.1.2 的规定。再生骨料性能指标应符合表 4.1.1 的规定。

表 5.1.2 水泥稳定的再生级配骨料颗粒组成

项目		通过质量百分率 (%)			
		底基层		基层	
		次干路及 下道路	城市快速 路、主干路	次干路及 下道路	城市快速路、 主干路
筛 孔 尺 寸 (mm)	37.5	100	100	90~100	—
	31.5	—	90~100	—	100
	26.5	—	—	66~100	90~100
	19.0	—	67~90	54~100	72~89
	9.5	—	45~68	39~100	47~67
	4.75	50~100	29~50	28~84	29~49
	2.36	—	18~38	20~70	17~35
	1.18	—	—	14~57	—
	0.60	17~100	8~22	8~47	8~22
	0.075	0~30	0~7	0~30	0~7

5.1.3 水应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的规定。

5.2 混合料组成设计

5.2.1 水泥稳定再生骨料混合料的组成设计应根据表 5.2.1 的强度标准，按照现行行业标准《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTG E51 试验确定骨料的级配、水泥掺量、混合料的最佳含水率和最大干密度。

表 5.2.1 水泥稳定再生骨料混合料 7d 无侧限抗压强度标准值 R_d (MPa)

层位	重、中交通	轻交通	乡村道路
基层	3~5	2.5~4.5	2.0~4.0
底基层	≥2.0	≥1.5	1.0~3.0

5.2.2 混合料的组成设计步骤应符合下列规定：

1 试配时水泥掺量宜按表 5.2.2-1 选取。

表 5.2.2-1 水泥稳定再生骨料混合料试配水泥掺量

骨料类别	层位	水泥掺量 (%)			
		4	5	6	7
I 类	基层	4	5	6	7
	底基层	3	4	5	6
II 类	基层	4	5	6	7
	底基层	4	5	6	7

2 宜采用重型击实试验方法确定不同水泥掺量、混合料的最佳含水率和最大干密度。

3 应按规定的压实度计算不同水泥掺量试件的干密度。

4 制备再生骨料混合料试件，试件尺寸 $\Phi 150\text{mm} \times 150\text{mm}$ ，试件数量应不少于 9 个。

5 试件养护和抗压强度测定应符合现行行业标准《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTG E51 的规定。

6 计算抗压强度平均值 \bar{R} 和变异系数 C_v ，当试验结果的变异系数大于表 5.2.2-2 中规定值，应重做试验。

表 5.2.2-2 最少试件数量

变异系数 (%)	≤ 15	≤ 20
试件数量 (个)	9	13

7 根据抗压强度试验结果，选定水泥掺量，水泥稳定 I 类再生骨料混合料水泥最小掺量不应小于 3%；当采用 32.5 强度等级的水泥时，水泥最小掺量应不小于 4%。水泥稳定 II 类再生骨料混合料水泥最小掺量不应小于 4%。可采用内插法计算最大干密度和最佳含水率。

5.3 拌合及施工

5.3.1 混合料的拌和应符合下列规定：

1 再生级配骨料存放应有防雨措施。

2 混合料配合比应符合设计要求，计量准确，含水率应符合施工要求，并搅拌均匀；

3 搅拌厂应向现场提供产品合格证及水泥用量、粒料等级、粒料级配、混合料配合比、R7 强度标准值；

4 混合料运输应采取措施防止水分损失，应覆盖，不得遗撒、扬尘。混合料堆放及运输过程中应避免骨料离析。

5.3.2 混合料的摊铺应符合下列规定：

1 施工前应铺筑不小于 200m 的试验段，确定施工工艺和压实系数。压实系数宜为 1.20~1.35；

2 宜采用专用摊铺机械摊铺。每次摊铺长度宜为一个碾压段；

3 混合料每层最大压实厚度不宜大于 200mm，且不宜小于 150mm；

- 4 混合料自搅拌至摊铺完成，不应超过 3h。应按当班施工长度计算用量；
- 5 摊铺中发生粗、细骨料离析时，应及时翻拌均匀；
- 6 分层摊铺时，应在下层养护 7d 后，方可摊铺上层材料。

5.3.3 混合料的碾压应符合下列规定：

1 应在混合料含水率处于允许范围内进行碾压，水泥稳定再生骨料最佳含水率允许范围 $\omega_0^{+1}_{-1}$ %；

2 宜采用 12t 以上压路机进行初步稳定碾压，混合料初步稳定后用 18t 或以上规格的压路机碾压，压至表面平整、无明显轮迹，且达到要求的压实度；

3 应在水泥初凝前碾压完成；

4 宜采用胶轮压路机碾压。采用钢轮压路机碾压时碾压轮上应设置刮板或钢丝绳，碾压过程中不应出现严重粘辊和起皮现象；

5 当使用振动压路机时，应符合环境保护和周围建筑物及地下管线、构筑物的安全要求；

5.3.4 混合料基层的接茬、养护应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1 的规定。

6 石灰粉煤灰稳定再生骨料混合料

6.1 原材料

6.1.1 石灰、粉煤灰、水应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的规定。

6.1.2 有效钙镁含量在 40%以上的等外灰,经试验混合料 28d 抗压强度不小于 2.5MPa 时方可使用。

6.1.3 再生级配骨料最大粒径不宜大于 37.5mm,颗粒级配宜符合表 6.1.3 的规定。再生骨料性能指标应符合表 4.1.1 的规定。

表 6.1.3 石灰粉煤灰稳定的再生级配骨料颗粒组成

项目		通过质量百分率 (%)	
		底基层	基层
筛 孔 尺 寸	37.5mm	100	—
	31.5mm	90~100	100
	26.5mm	72~90	81~98
	19.0mm	48~68	52~70
	9.5mm	30~50	30~50
	4.75mm	18~38	18~38
	2.36mm	10~27	10~27
	1.18mm	6~20	8~20
	600 μ m	0~7	0~7

6.2 混合料组成设计

6.2.1 石灰粉煤灰稳定再生骨料混合料的组成设计应根据表 6.2.1 的强度标准,并按现行行业标准《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTG E51 试验确定骨料的级配、石灰掺量、混合料的最佳含水率和最大干密度。

表 6.2.1 石灰粉煤灰稳定再生骨料混合料 7d 抗压强度

层位	重、中交通	轻交通
基层	≥0.8	≥0.6
底基层	≥0.6	≥0.5

6.2.2 石灰粉煤灰稳定再生骨料混合料,石灰与粉煤灰的质量比例宜为 1:1.5~1:3,石灰粉煤灰与骨料的质量比例应为 15:85~22:78。

6.2.3 混合料的组成设计步骤应符合下列规定:

1 制备不同比例的石灰粉煤灰混合料,宜采用重型击实试验方法确定不同比例石灰粉煤灰混合料的最佳含水率和最大干密度,对比相同龄期和相同压实度的抗压强度,选用试件

强度最大的石灰粉煤灰比例；

2 试配时石灰掺量宜按表 6.2.3 选取。并应根据本规范第 6.2.3 条第 1 款确定石灰粉煤灰比例计算粉煤灰用量；

表 6.2.3 石灰粉煤灰稳定再生骨料混合料试配石灰掺量

结构部位	石灰掺量 (%)				
基层	4	5	6	7	8
底基层	3	4	5	6	7

3 应采用重型击实试验方法确定不同石灰掺量混合料的最佳含水率和最大干密度；

4 应按规定的压实度计算不同石灰掺量试件的干密度；

5 制备再生骨料混合料试件，试件尺寸 $\Phi 150\text{mm} \times 150\text{mm}$ ，试件数量应不少于 9 个；

6 试件养护和抗压强度测定应符合《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTG E51 的规定；

7 计算抗压强度平均值 \bar{R} 和变异系数 C_v ，当试验结果的变异系数大于表 5.2.2-2 中规定值，应重做试验；

8 应根据抗压强度试验结果，选定石灰掺量，石灰最小掺量不应小于 3%；当采用 II 类再生级配骨料时，石灰最小掺量不宜小于 4%。可采用内插法计算混合料的最大干密度和最佳含水量。

6.3 拌合及施工

6.3.1 混合料的拌合应符合下列规定：

1 再生级配骨料存放应有防雨措施；

2 混合料组成应符合要求，计量准确，搅拌均匀；

3 搅拌厂应向现场提供产品合格证及石灰活性氧化物含量、粒料等级、粒料级配、混合料配合比及 R7 强度标准值；

4 混合料运输应采取措施防止水分损失，应覆盖，不得遗撒、扬尘。混合料堆放及运输过程中应避免骨料离析。

6.3.2 混合料的摊铺应符合下列规定：

1 施工前应铺筑不小于 200m 的试验段，确定施工工艺和压实系数。压实系数宜为 1.20~1.45；

2 混合料每层最大压实厚度不宜大于 200mm，且不宜小于 150mm；

3 混合料宜采用机械摊铺。每次摊铺长度宜为一个碾压段；

4 摊铺中发生粗、细骨料离析时，应及时翻拌均匀。

6.3.3 混合料的碾压应符合下列规定：

1 摊铺好的混合料应当天碾压完成；

2 应在混合料含水率处于允许范围内进行碾压，石灰粉煤灰稳定 I 类再生骨料最佳含水率允许范围 ω_0^{+1} %，石灰粉煤灰稳定 II 类再生骨料最佳含水率允许范围在 ω_0^{+1} %；

3 宜采用胶轮压路机碾压。采用钢轮压路机碾压时碾压轮上应设置刮板或钢丝绳，碾压过程中不应出现严重粘辊和起皮现象；

4 当使用振动压路机时，应符合环境保护和周围建筑物及地下管线、构筑物的安全要求。

6.3.4 混合料基层的接茬、养护应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1 的规定。

7 水泥粉煤灰稳定再生骨料混合料

7.1 原材料

7.1.1 水泥应符合本规范第 5.1.1 条的规定。

7.1.2 粉煤灰、水应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的规定。

7.1.3 再生级配骨料最大粒径不宜大于 37.5mm，颗粒级配宜符合表 6.1.3 的规定。再生骨料性能指标应符合本规范表 4.1.1 的规定。

7.2 混合料组成设计

7.2.1 水泥粉煤灰稳定再生骨料混合料的组成设计应根据表 7.2.1 的强度标准，按照现行行业标准《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTG E51 试验确定骨料的级配、水泥掺量、混合料的最佳含水率和最大干密度。

表 7.2.1 水泥粉煤灰稳定再生骨料混合料 7d 抗压强度 (MPa)

层位	重、中交通	轻交通
基层	2.0~4.0	1.5~3.5
底基层	≥1.2	≥0.8

7.2.2 水泥粉煤灰稳定再生骨料混合料，水泥与粉煤灰的质量比例宜为 1:1.5~1:3，水泥粉煤灰与骨料的质量比例应为 8:92~15:85。

7.2.3 混合料的组成设计步骤应符合下列规定：

1 制备不同比例的水泥粉煤灰混合料，宜采用重型击实试验方法确定不同比例水泥粉煤灰混合料的最佳含水率和最大干密度，对比相同龄期和相同压实度的抗压强度，选用试件强度最大的水泥粉煤灰比例；

2 试配时水泥掺量宜按表 6.2.3 选取。根据上款确定水泥粉煤灰比例计算粉煤灰用量；

表 7.2.2 水泥粉煤灰稳定再生骨料混合料试配水泥掺量

骨料类别	层位	水泥掺量 (%)			
		3	4	5	6
I 类	基层、底基层	3	4	5	6
II 类	基层、底基层	3	4	5	6

3 应按规定的压实度计算不同水泥掺量试件的干密度；

4 制备再生骨料混合料试件，试件尺寸 $\Phi 150\text{mm}\times 150\text{mm}$ ，试件数量应不少于 9 个；

5 试件养护和抗压强度测定应符合《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTG E51 的规定；

6 计算抗压强度平均值 \bar{R} 和变异系数 C_v ，当试验结果的变异系数大于本规范表

5.2.2-2 中规定值，应重做试验；

7 根据抗压强度试验结果,选定水泥掺量,水泥用量应不小于 3%,内插法计算最大干密度和最佳含水率。

7.3 拌合及施工

7.3.1 混合料的拌和应符合下列规定:

- 1 再生级配骨料存放应有防雨措施;
- 2 混合料配合比应符合要求,计量准确,含水率应符合施工要求,并搅拌均匀;
- 3 搅拌厂应向现场提供产品合格证及水泥用量、粒料等级、粒料级配、混合料配合比、

R7 强度标准值;

- 4 混合料运输应采取措施防止水分损失。混合料堆放及运输过程中应避免骨料离析。

7.3.2 混合料的摊铺应符合下列规定:

1 施工前应铺筑不小于 200m 的试验段,确定施工工艺和压实系数。压实系数宜为 1.20~1.40;

- 2 宜采用专用摊铺机械摊铺;
- 3 混合料每层最大压实厚度不宜大于 200mm,且不宜小于 150mm;
- 4 混合料自搅拌至摊铺完成,不应超过 3h。应按当班施工长度计算用量;
- 5 摊铺中发生粗、细骨料离析时,应及时翻拌均匀;
- 6 分层摊铺时,应在下层养护 7d 后,方可摊铺上层材料。

7.3.3 混合料的碾压应符合下列规定:

1 应在混合料含水率处于允许范围内进行碾压,水泥粉煤灰稳定再生骨料最佳含水率允许范围 $\omega_0 \pm 1\%$;

2 宜采用 12t 以上压路机进行初步稳定碾压,混合料初步稳定后用 18t 或以上规格的压路机碾压,压至表面平整、无明显轮迹,且达到要求的压实度;

3 宜在水泥初凝前碾压完成;

4 宜采用胶轮压路机碾压。采用钢轮压路机碾压时碾压轮上应设置刮板或钢丝绳,碾压过程中不应出现严重粘辊和起皮现象;

5 当使用振动压路机时,应符合环境保护和周围建筑物及地下管线、构筑物的安全要求。

7.3.4 混合料基层的接茬、养护应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1 的规定。

8 级配再生骨料基层

8.1 一般规定

- 8.1.1 I类级配再生骨料可适用于城市非机动车道及乡村道路轻交通基层及底基层。
- 8.1.2 II类级配再生骨料可适用于非机动车道基层、底基层和乡村道路轻交通底基层。
- 8.1.3 再生级配骨料最大粒径不宜大于 37.5mm，颗粒级配宜符合本规范表 8.1.3-1 的规定，CBR 强度应符合表 8.1.3-2 的规定，再生骨料性能指标应符合本规范表 4.1.1 的规定。

表 8.1.3-1 级配再生骨料基层用再生级配骨料颗粒组成

项目		通过质量百分率 (%)	
		基层	底基层
筛 孔 尺 寸	37.5mm	100	100
	31.5mm	90~100	83~100
	19.0mm	73~88	54~84
	9.5mm	49~69	29~59
	4.75mm	29~54	17~45
	2.36mm	17~37	11~35
	600 μ m	8~20	6~21
	75 μ m	0~7	0~10
液限 (%)		<28	
塑性指数		<6	

表 8.1.3-2 再生级配骨料 CBR 强度标准

层位	道路等级	轻交通
基层	非机动车道	≥ 80
	乡村道路机动车道	≥ 100
底基层	非机动车道和乡村道路	≥ 60

8.2 施工

8.2.1 级配再生骨料的摊铺应符合下列规定：

- 1 宜采用机械摊铺符合级配要求的级配再生骨料；
- 2 施工前应铺筑不小于 200m 的试验段，确定施工工艺和压实系数。压实系数宜为 1.25~1.35；
- 3 摊铺级配再生骨料每层应按虚厚一次铺齐，颗粒分布应均匀，厚度一致，不得多次找补；
- 4 已摊平的级配再生骨料，碾压前应断绝交通，保持摊铺层清洁。

8.2.2 级配再生骨料的碾压应符合下列规定：

- 1 碾压前和碾压中应适量洒水；

- 2 碾压中对有过碾现象的部位，应进行换填处理；
- 3 视压实级配再生骨料的缝隙情况撒布嵌缝料；
- 4 宜采用 12t 以上的压路机碾压成活，碾压至缝隙嵌挤应密实，稳定坚实，表面平整，轮迹小于 5mm；
- 5 未铺装上层前，对已成活的级配再生骨料基层应保持养护，不得开放交通。

9 质量验收

9.1 一般规定

9.1.1 建筑垃圾再生路面基层质量验收应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的规定

9.1.2 检验批的质量应按主控项目和一般项目进行验收。

9.2 水泥稳定再生骨料混合料路面基层质量检验

主控项目

9.2.1 原材料质量检验应符合下列要求：

- 1 水泥应符合本规范第 5.1.1 条的规定；
- 2 再生级配骨料应符合本规范第 5.1.2 条的规定；
- 3 水应符合本规范第 5.1.3 条的规定。

检查数量：再生骨料按本规范第 4.2.1 条的要求组批抽查；水泥和水按不同材料进场批次，每批抽查 1 次。

检验方法：查验质量证明文件、复验报告。

9.2.2 基层、底基层的压实度应符合表 9.2.2 的规定：

表 9.2.2 水泥稳定再生骨料混合料的压实度

层位	重、中交通 压实度 (%)	轻交通 压实度 (%)
基层	≥98	≥97
底基层	≥97	≥96

检查数量：每 200m，每压实层抽查 2 点。

检验方法：灌砂法或灌水法。

9.2.3 基层、底基层 7d 无侧限抗压强度应符合设计要求。

检查数量：每 2000m²抽检 1 组（13 块）。

检验方法：现场取样试验。

一般项目

9.2.4 表面应平整、接缝平顺，无明显粗、细骨料集中现象，无推移、裂缝、贴皮、松散、浮料。

检查数量：全面检查。

检验方法：观察检查。

9.2.5 基层及底基层的偏差应符合表 9.2.5 的规定。

表 9.2.5 水泥稳定再生骨料混合料基层及底基层允许偏差

项目	允许偏差	检验频率		检验方法
		范围	点数	
中线偏位, mm	≤20	100m	1	用经纬仪测量
纵断高程, mm	基层 ±15	20m	1	用水准仪测量
	底基层 ±20			
平整度, mm	基层 ≤10	20m	路宽<9 m 1	用 3m 直尺和塞尺连续量两尺, 取较大值
	底基层 ≤15		路宽 9m~15m 2	
			路宽>15m 3	
宽度, mm	不小于设计规定	40m	1	用钢尺量
横坡	±0.3%且不反坡	20m	路宽<9 m 2	用水准仪测量
			路宽 9m~15m 4	
			路宽>15m 6	
厚度, mm	±10	1000m ²	1	用钢尺量

9.3 石灰粉煤灰稳定再生骨料混合料路面基层质量检验

主控项目

9.3.1 原材料质量检验应符合下列规定:

- 1 石灰应符合本规范第 6.1.1 条、6.1.2 条的规定;
- 2 粉煤灰和水应符合本规范第 6.1.1 条的规定;
- 3 再生级配骨料应符合本规范第 6.1.3 条的规定。

检查数量: 再生骨料按本规范第 4.2.1 条的要求组批抽查; 石灰、粉煤灰和水按不同材料进场批次, 每批抽查 1 次。

检验方法: 查检验报告、复验。

9.3.2 基层、底基层的压实度应符合表 9.3.2 的规定:

表 9.3.2 石灰粉煤灰稳定再生混合料的压实度

层位	重、中交通 压实度 (%)	轻交通 压实度 (%)
基层	≥98	≥97
底基层	≥97	≥96

检查数量: 每 200m, 每压实层抽查 2 点。

检验方法: 灌砂法或灌水法。

9.3.3 基层、底基层 7d 无侧限抗压强度应符合设计要求。

检查数量: 每 2000m²抽检 1 组 (13 块)。

检验方法：现场取样试验。

一般项目

9.3.4 表面应平整、无粗细骨料集中现象，无明显轮迹、推移、裂缝，接茬平顺，无贴片、散料。

检查数量：全面检查。

检验方法：观察检查。

9.3.5 基层及底基层允许偏差应符合本规范表 9.2.5 的规定。

9.4 水泥粉煤灰稳定再生骨料混合料路面基层质量检验

主控项目

9.4.1 原材料质量检验应符合下列规定：

- 1 水泥应符合本规范第 7.1.1 条的规定；
- 2 粉煤灰和水应符合本规范第 7.1.2 条的规定；
- 3 再生级配骨料应符合本规范第 7.1.3 条的规定。

检查数量：再生骨料按本规范第 4.2.1 条的要求组批抽查；水泥、粉煤灰和水按不同材料进场批次，每批抽查 1 次。

检验方法：查检验报告、复验。

9.4.2 基层、底基层的压实度应符合表 9.4.2 的规定：

表 9.4.2 水泥粉煤灰稳定再生混合料的压实度

层位	重、中交通 压实度 (%)	轻交通 压实度 (%)
基层	≥98	≥97
底基层	≥97	≥96

检查数量：每 200m，每压实层抽查 2 点。

检验方法：灌砂法或灌水法。

9.4.3 基层、底基层 7d 无侧限抗压强度应符合设计要求。

检查数量：每 2000m²抽检 1 组（13 块）。

检验方法：现场取样试验。

一般项目

9.4.4 表面应平整、无粗细骨料集中现象，无明显轮迹、推移、裂缝，接茬平顺，无贴片、散料。

检查数量：全面检查。

检验方法：观察检查。

9.4.5 基层及底基层允许偏差应符合本规范表 9.2.5 的规定。

9.5 级配再生骨料基层质量检验

主控项目

9.5.1 原材料质量检验应符合下列要求：

再生级配骨料应满足本规范第 8.1.3 条的规定。

检查数量：再生骨料按本规范第 4.2.1 条的要求组批抽查。

检验方法：查检验报告、复验。

9.5.2 基层压实度大于等于 97%、底基层压实度大于等于 95%。

检查数量：每 1000m²，每压实层抽查 1 点。

检验方法：灌砂法或灌水法。

9.5.3 弯沉值，不应大于设计规定。

检查数量：设计规定时每车道、每 20m，测 1 点。

检验方法：弯沉仪检测。

一般项目

9.5.4 表面应平整、坚实，无松散和粗、细集料集中现象。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

9.5.5 级配再生骨料基层和底基层允许偏差应符合表 9.5.5 的有关规定。

表 9.5.5 级配再生骨料基层和底基层允许偏差

项目	允许偏差	检验频率		检验方法	
		范围	点数		
中线偏位, mm	≤20	100m	1	用经纬仪测量	
纵断高程, mm	基层	20m	1	用水准仪测量	
	底基层				±20
平整度, mm	基层	20m	路宽 < 9 m	1	用 3m 直尺和塞尺连续量两尺, 取较大值
	底基层		路宽 9m~15m	2	
			路宽 > 15m	3	
宽度, mm	不小于设计规定	40m	1	用钢尺量	
横坡	±0.3%且不反坡	20m	路宽 < 9 m	2	用水准仪测量
			路宽 9m~15m	4	
			路宽 > 15m	6	
厚度, mm	+20 -10	1000m ²	1	用钢尺量	

附录 A 再生级配骨料混凝土颗粒含量及杂物含量试验方法

A.0.1 试样的最小取样数量应符合表 A.0.1 的规定。混凝土石含量与杂物含量可采用同一组试样进行试验。

表 A.0.1 试验取样数量

骨料最大粒径 (mm)	9.5	19.0	26.5	31.5	37.5
最少取样数量 (kg)	20	40	40	60	60

A.0.2 应按照现行国家标准《建设用卵石、碎石》GB/T14685 中的试样处理规定执行。

A.0.3 应按照本规范 4.3.2 条规定的方法取样,将试样过 4.75mm 方孔筛,取筛上部分进行试验,将试样缩分至不小于表 A.0.3 规定的数量,称重后用人工分选的方法选出混凝土、石以及金属、塑料、沥青、橡胶、玻璃、木头、草根、树叶、树枝、纸张、毛皮、泡沫板颗粒等杂物,然后称量混凝土、石总质量以及 I 类、II 类杂物质量,并分别计算其所占 4.75mm 以上部分试样总质量的百分比。

表 A.0.3 混凝土颗粒及杂物含量所需试样数量

骨料最大粒径 (mm)	9.5	19.0	26.5	31.5	37.5
最少试样数量 (kg)	4.0	8.0	8.0	15.0	15.0

A.0.4 试验结果应取两次平行试验的平均值,精确至 0.1%。

本规范用词说明

1 为了便于在执行本规范条文时却别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按照其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑材料放射性核素限量》 GB6566
- 2 《建筑用卵石、碎石》 GB/T14685
- 3 《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》 JTG E51
- 4 《公路工程集料试验规程》 JTG E42
- 5 《城镇道路工程施工与质量验收规范》 CJJ1

城镇和乡村道路建筑垃圾再生路面基层 施工与质量验收规范

Code for construction and acceptance of recycled construction waste for
city and country urban road base

条文说明

目 次

1	总 则	24
2	术 语	24
3	基本规定.....	25
4	再生级配骨料.....	25
5	水泥稳定再生骨料混合料.....	25
6	石灰粉煤灰稳定再生骨料混合料.....	26
7	水泥粉煤灰稳定再生骨料混合料.....	27
8	级配再生骨料基层.....	27
9	质量验收.....	27

1 总 则

1.0.1 本标准规定了建筑垃圾再生级配骨料的质量控制指标、水泥稳定再生骨料混合料、石灰粉煤灰稳定再生骨料混合料、水泥粉煤灰稳定再生级配骨料混合料和级配再生骨料基层的配合比设计、拌合、施工、验收指标。为建筑垃圾再生骨料在路面基层应用提供了全面的技术指导及质量控制标准。

1.0.2 通过试验研究，再生骨料混合料强度、弹性模量、抗冻性能均能满足道路应用要求，鉴于建筑垃圾再生骨料在道路基层应用量不断增加，在不同等级的道路上基层和下基层中都有应用，且应用效果良好，本标准规范适用范围增加城市快速路和主干路的上基层及乡村道路、非机动车道的基层、底基层应用。级配再生骨料路基可参照本规范中级配骨料基层规范执行。

1.0.3 本规范应用过程中应结合国家现行标准 CJJ1《城镇道路工程施工与质量验收规范》、CJJ169《城镇道路路面设计规范》标准。

2 术 语

2.1 术 语

2.1.2 再生骨料由于建筑垃圾来源不同、组成复杂导致再生骨料与普通骨料性能具有一定差异。通过对再生骨料组成的试验数据统计，经过目前加工工艺生产的再生骨料以混凝土、砂浆、石、砖瓦、陶瓷为主要组分。通过分拣工艺，可将再生骨料初步划分为以混凝土为主要组成的再生骨料和以砖瓦、砂浆为主要组成的再生骨料。

2.1.3 配制再生骨料混合料所用骨料可全部选用再生骨料，也可在普通骨料中掺用一定比例的再生骨料。当骨料级配满足标准级配范围要求时，称为再生级配骨料。为促进再生骨料的利用，再生骨料的掺用比例宜在 30%以上。生产再生级配骨料的建筑垃圾组分复杂，导致再生级配骨料的组成复杂，除可作为骨料的混凝土、砂浆、石、砖瓦、陶瓷材料外，还包括金属、木屑、纸屑、棉絮、塑料、玻璃、沥青、石膏、毛皮、煤块、炉渣、土等多种对混合料强度有不利影响的组分。通过试验统计，经分选加工后，再生骨料中混凝土、砂浆、石、砖瓦、陶瓷组分所占比例可控制在 99%以上。将除以上四种组分外的其他组分视为杂物。

2.1.4 本规范中的混合料主要分为三类，水泥稳定再生骨料混合料、石灰粉煤灰稳定再生骨料混合料和水泥粉煤灰稳定再生骨料混合料。

2.1.5 再生骨料中杂物种类复杂，为了便于杂物含量试验操作及结果判定，明确杂物试验中挑选的杂物名称。并将杂物分为 I 类、II 类。I 类杂物主要为密度较大的质量占比较大对再生骨料应用有一定影响的物质，II 类杂物主要为密度相对较低的质量占比较低但体积占比较大对再生骨料应用影响较大的物质。

2.1.6 通过试验结果统计，再生级配骨料中粒径 4.75mm 以下骨料对混合料强度影响不明显，粒径 4.75mm 以上再生级配骨料的级配、压碎指标、杂物含量对混合料强度有明显影响。取粒径 4.75mm 以上的再生级配骨料进行混凝土颗粒含量测定，当再生级配骨料中混凝土和石的比例高于 90%时，骨料的压碎值及混合料的强度优势明显。将混凝土石含量作为再生级配骨料分级的一项性能指标。

3 基本规定

3.0.3 再生骨料吸水率大，配制再生骨料混合料的最佳含水率一般在 8%~16%范围内，混合料含水率增加易导致碾压粘辊现象，应严格控制混合料碾压含水率，不宜在雨季施工。在干燥多风气候条件下施工具有很好的保水性能。由于再生骨料吸水量大，混合料经冻融试验对比，冻融残留强度值与普通混合料相同，当易于出现表面轻微脱落现象。在气候寒冷地区不应暴露过冬，以免经冻融后表面出现脱落现象。

3.0.4 再生骨料表面多孔，对胶结材料有吸附作用，使胶结材料不易拌合均匀，混合料拌合应采用集中厂拌生产。

3.0.5 再生骨料混合料的最佳含水量高于普通混合料，碾压过程中容易出现粘辊现象，再生级配骨料中 0.075mm 以下的颗粒中含有大量砖或水泥水化微粒，与泥类材料相比粘聚性小，当用水量低时易出现混合料离析现象，因此应严格控制碾压含水率。受砖及砌筑砂浆类骨料压碎值大影响，在钢轮压路机强振碾压条件下出现面层骨料破碎现象，建议碾压工艺可以采用大吨位胶轮压路机静压或者钢轮压路机弱振碾压为主，强振遍数不宜超过 2 次。

4 再生级配骨料

4.1 分类与用途

回收建筑垃圾时应应对建筑垃圾进行分类堆放，如以混凝土为主要组分的建筑垃圾与砖混类建筑垃圾分开堆放。混凝土类建筑垃圾破碎加工后形成的再生骨料易满足 I 类骨料指标要求，可扩大应用范围，降低应用成本。I 类再生级配骨料可应用于城市快速路及主干路基层。

通过试验验证，再生级配骨料的混凝土石含量、压碎值、杂物含量是影响再生骨料混合料的重要技术指标。按照上述指标将再生级配骨料划分为两类。经多年对北京市多家再生骨料生产企业的再生骨料杂物含量试验结果显示，I 类再生骨料中密度较小杂物的质量比基本可控制在 0.1%以下，II 类再生骨料中密度较小的杂物的质量比基本可以控制在 0.2%以下，而该类杂物对再生骨料混合料性能影响较大，依据密度和对混合料性能的影响程度对杂物进行分类。

4.2 检验

再生级配骨料是影响再生骨料混合料的重要指标，在配制混合料时应严格控制再生级配骨料的性能指标。

5 水泥稳定再生骨料混合料

5.1 原材料

5.1.1 通过试验验证，使用 32.5 级水泥与 II 类再生级配骨料配制混合料不易达到强度要求。在利用 II 类再生级配骨料配制混合料时宜选用 42.5 级水泥。

5.2 混合料组成设计

5.1.1 再生骨料混合料的强度指标不应低于普通混合料的设计强度指标要求。

5.2.2 II类再生级配骨料中砖瓦类组份较多,骨料表面多孔,对胶结材料有一定吸附作用,当胶结材料用量较少时易导致混合料中胶结材料分散不均匀,且当选用II类再生级配骨料配制混合料时,由于II类再生骨料的密度明显低于普通集料,当水泥质量比为3%时,混合料中水泥的体积占比明显低于3%质量占比的普通骨料混合料。因此,当选用II级再生级配骨料配制混合料时水泥剂量不宜小于4%。

5.3 拌合及施工

5.3.1 再生级配骨料吸水率大,且由于再生级配骨料组成变化,吸水率变化较大。当再生级配骨料受雨淋湿时,混合料拌合用水量不易控制。再生级配骨料存放应有防雨措施。

5.3.3 混合料的碾压应符合下列规定:

1 再生骨料混合料碾压含水率不宜超过最佳含水率,但鉴于再生骨料吸水率大,混合料含水量不易控制,建议再生骨料混合料碾压含水率不宜超过最佳含水率1%以上。另外,II类再生骨料配制混合料,测定最佳含水率和最大干密度的击实试验过程中,出现不易击实现象。由于再生骨料的微粉含量相对较多,击实过程中也会出现骨料击碎现象,导致击实锤下落后周边混合料反弹。部分击实试验中会出现击实出水后所测混合料干密度仍有提高。击实试验最佳含水率取值应保证在混合料击实不出水或出水微量的条件下选取,以保证施工质量。由于再生骨料混合料含水率较低时,易出现骨料离析,所以混合料的含水量不宜过低。

4 由于再生骨料混合料的含水率较高,碾压过程容易出现粘棍]、起皮等现象,建议使用钢轮压路机碾压时应 在钢轮上配制钢丝绳或刮板等装置。

5 室内重型击实试验所测得的最大干密度值偏低,在实际工程应用中会出现压实度大于100%的现象。该标准中不同等级、不同部位道路选用压实度依据国家现行标准CJJ169《城镇道路路面设计规范》标准设计取高值。施工过程中可保证地下管线安全条件下适当提高压实度。最大干密度和最佳含水量也可采用振动压实法进行测定。

6 石灰粉煤灰稳定再生骨料混合料

6.1 原材料

6.1.2 由于石灰生产限制及石灰烧制成本提高,目前市场上应用的石灰很难满足现行标准中规定的I~III级灰的要求,多应用等外石灰配制混合料。通过试验验证,当等外石灰有效钙镁含量小于40%时,配制的混合料7d抗压强度很难满足标准要求,不宜应用;当等外石灰有效钙镁含量不小于40%且不能满足I~III灰的要求时,配制的混合料可以满足标准要求,但28d抗压强度较低。所以在采用该等外石灰配制混合料时应试验控制混合料的28d抗压强度。

6.2 混合料组成设计

6.2.3 混合料的组成设计步骤应符合下列规定:

3 再生骨料吸水率随时间的延长而增加。重型击实试验中,随混合料浸润时间延长,测得最佳含水量增加。在施工前应预计混合料从加水拌合到碾压过程所需时间,并根据该时间确定击实试验中混合料的浸润时间,在该浸润时间下测定最佳含水量。

8 II类再生级配骨料中砖瓦类组份较多，骨料表面多孔，对胶结材料有一定吸附作用，当胶结材料用量较少时易导致混合料中胶结材料分散不均匀，当选用II级再生级配骨料配制混合料时石灰剂量不宜小于4%。

6.3 拌合及施工

6.3.3 由于再生骨料吸水率大，石灰粉煤灰稳定再生混合料最佳含水率在10%~16%范围内（普通混合料最佳含水率约为5%~8%），明显高于普通混合料。振动碾压过程中，骨料中吸附的大量水分会部分析出，导致碾压出水或不易压实，所以在碾压过程中应严格控制碾压含水率，不宜超过最佳含水率，以最佳含水率或略低于最佳含水率2.0%以内为宜。

7 水泥粉煤灰稳定再生骨料混合料

7.1 原材料

7.1.3 水泥粉煤灰稳定再生骨料混合料用再生骨料级配可参照石灰粉煤灰稳定再生骨料混合料用骨料级配要求执行。

7.2 混合料组成设计

7.2.3 配制水泥粉煤灰稳定再生骨料混合料时，水泥最小用量质量比不宜低于3%。

8 级配再生骨料基层

8.1.3 根据试验统计结果显示，II类再生骨料的CBR值基本可以达到50以上，I类再生骨料CBR值基本可以达到100以上，在级配再生骨料基层应用过程中对级配再生骨料的CBR值依据设计标准提出控制指标。

9 质量验收

质量验收应符合国家现行标准CJJ1《城镇道路工程施工与质量验收规范》标准的规定。由于再生级配骨料相对稳定性差，为保证工程质量，严格控制再生级配骨料检查数量，提高压实度检查数量，增加每组7d无侧限抗压强度试件数量。

无机结合料稳定再生骨料弹性模量取值参考范围可参考下表：

无机结合料稳定再生骨料弹性模量取值参考范围（MPa）

材料	弹性模量
水泥稳定再生I类再生骨料、水泥粉煤灰稳定I类再生骨料、石灰粉煤灰稳定I类再生骨料	13000-25000
水泥稳定再生II类再生骨料、水泥粉煤灰稳定II类再生骨料、石灰粉煤灰稳定II类再生骨料	10000-16000