



T/CECSXXX-202x

中国工程建设标准化协会标准

建筑废弃物在道路工程应用技术规程

Technical specification for application of construction
waste in road engineering

(征求意见稿)

XXX出版社

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	5
4	原材料的再生加工、运输和存储	6
4.1	原材料再生加工	6
4.2	运输和存储	7
5	再生骨料混凝土	8
5.1	一般规定	8
5.2	原材料要求	8
5.3	技术要求	15
5.4	配合比设计	18
5.5	施工和养护	21
5.6	施工质量验收	23
6	再生骨料水泥砂浆	24
6.1	一般规定	24
6.2	原材料要求	24
6.3	技术要求	25
6.4	配合比设计	25
6.5	施工和养护	26
6.6	施工质量验收	26
7	再生骨料注浆材料	28
7.1	一般规定	28
7.2	原材料要求	28
7.3	技术要求	28
7.4	施工和养护	29
7.5	施工质量验收	29
8	再生材料用于路面基层、垫层	31

8.1	一般规定	31
8.2	原材料要求	31
8.3	基层材料技术要求	33
8.4	混合料组成设计	34
8.5	施工及养护	37
8.6	施工质量验收	37
9	再生材料用于路基填筑	39
9.1	一般规定	39
9.2	原材料要求	39
9.3	试验段施工	39
9.4	路基填筑	39
9.5	路基压实	41
9.6	施工质量验收	41
	本规程用词说明	42
	引用标准名录	43
	附：条文说明	44

1 总则

1.0.1 为贯彻执行国家节约资源、保护环境的基本国策，促进建筑废弃物在道路工程的再生利用，规范再生材料使用的技术要求、工艺及检测方法，做到安全适用、技术先进、经济合理，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于建筑废弃物再生材料在道路工程中应用的设计、施工和验收。

1.0.3 建筑废弃物在道路工程中的应用，除应符合本规程外，尚应符合国家、行业、地方和中国工程建设标准化协会现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 建筑废弃物 construction waste

在新建、改建、扩建和拆除各类建筑物、构筑物、管网以及装修房屋等施工活动中产生的废弃砖瓦、混凝土块等。

2.1.2 再生材料 recycled materials

由建筑废弃物加工而成的，用于道路工程配制混凝土、砂浆、注浆材料、基层、垫层及路基回填材料的粗骨料、细骨料和粉料。

2.1.3 再生粗骨料 recycled coarse aggregate

由建筑废弃物中的混凝土、石、黏土砖等加工而成，粒径大于4.75mm的颗粒。

2.1.4 再生细骨料 recycled fine aggregate

由建筑废弃物中的混凝土、砂浆、石、黏土砖等加工而成，粒径大于0.075mm且小于等于4.75mm的颗粒。

2.1.5 再生粉料 recycled fine powder

由建筑废弃物中的混凝土、砂浆、石、黏土砖等加工而成，粒径小于等于0.075mm的颗粒。

2.1.6 再生材料体积取代率 replacement ratio of recycled materials

再生材料在混凝土、砂浆、注浆材料、基层材料中按体积取代天然粗骨料、细骨料和粉料的比例。

2.1.7 再生骨料混凝土 recycled aggregate concrete

再生骨料部分或全部代替天然骨料配制而成的水泥混凝土。

2.1.8 再生骨料水泥砂浆 recycled aggregate mortar

再生细骨料部分或全部取代天然细骨料配制而成的水泥砂浆。

2.1.9 再生骨料注浆材料 recycled aggregate grouting materials

再生细骨料部分或全部取代天然细骨料配制而成的灌注水泥砂浆。

2.1.10 水泥混凝土年有害冻融循环次数 annual harmful freeze-thaw cycles for cement concrete

水泥混凝土在一年内当日最低地表温度小于或等于-6℃且最高地表温度大于0℃的天数。

2.1.11 冻融环境等级 freeze-thaw grade of environment

表征水泥混凝土结构在冰冻气候条件和化学腐蚀环境等综合影响下的冻害严重程度，分为7个等级，分别以D1、D2、D3、D4、D5、D6、D7表示。

2.1.12 水泥混凝土抗冻等级 frost-resistant grade of cement concrete

表征水泥混凝土在标准试验条件下抵抗反复冻融破坏的能力，分为8个等级，分别以F100、F150、F200、F250、F300、F350、F400、F450表示。

2.2 符号

σ ——再生骨料混凝土强度标准差；

$f_{cu,i}$ ——第*i*组试件的立方体强度；

m_{fcu} ——*n*组试件的立方体强度的平均值；

$f_{cu,0}$ ——再生骨料混凝土试配强度；

$f_{cu,k}$ ——再生骨料混凝土立方体抗压强度标准值；

ρ_g ——粗骨料的表观密度；

ρ_{rg} ——再生粗骨料的表观密度；

ρ_s ——细骨料的表观密度；

ρ_{rs} ——再生细骨料的表观密度；

m_g ——基准混凝土粗骨料用量；

m_s ——基准混凝土细骨料用量；

m_{rg0} ——再生粗骨料用量；

m_{rs0} ——再生细骨料用量；

m_{g0} ——粗骨料用量；

m_{s0} ——细骨料用量；

m_{wt} ——混凝土的总用水量；

m_{wn} ——净用水量；

m_{wf} ——再生骨料附加用水量；

δ_g ——再生粗骨料体积取代率；

δ_s ——再生细骨料体积取代率；

ω_{rg} ——再生粗骨料吸水率；

ω_{rs} ——再生细骨料吸水率；

f_{rk} ——再生骨料混凝土的抗折强度标准值。

3 基本规定

3.0.1 建筑废弃物中的废旧水泥混凝土、水泥砂浆、石料和红砖可用于制备再生粗、细骨料和粉料，被污染或腐蚀的建筑废弃物不得用于制备再生材料。

3.0.2 建筑废弃物进场时应做好相关信息的采集与记录工作，宜包括拆除结构的用途、服役时间和原始混凝土强度等级等。

3.0.3 建筑废弃物制备的再生粗骨料、再生细骨料、再生粉料应提供检验报告。

3.0.4 建筑废弃物制备的再生粗骨料、再生细骨料、再生粉料材料应满足道路工程所需制备的混凝土、砂浆、注浆材料或基层材料的性能要求。

4 原材料的再生加工、运输和存储

4.1 原材料再生加工

4.1.1 建筑废弃物再生加工时，应按预筛分、一级除杂、一级破碎、二级除杂、二级破碎工序进行。

4.1.2 使用建筑废弃物加工再生材料时，应首先进行预筛分，预筛分应符合下列规定。

- 1 宜使用大型工业筛对收集的建筑废弃物进行预筛分；
- 2 分筛机宜选用振动筛或辊筛，振动筛筛孔大小可按工艺要求进行调整，筛孔大小不宜大于50mm，辊筛的辊轴间距不宜超过50mm；
- 3 大块建筑废弃物应经料仓由振动给料机均匀地送入预筛分机；
- 4 振动给料机宜选用带有预筛分功能；
- 5 预筛分过程应筛除建筑废弃物中的泥质含量较高的细料。

4.1.3 一级除杂应符合下列规定：

- 1 应在预筛分后，一级破碎前进行；
- 2 可通过人工或机械挑拣完成；
- 3 应除去建筑废弃物中的衣物、木块和管材等大块杂质。

4.1.4 经一级除杂的大块建筑废弃物宜由皮带输送机均匀地送进颚式破碎机进行一级破碎，破碎后的建筑废弃物粒径不宜大于300mm。

4.1.5 二级除杂应在建筑废弃物一级破碎后进行，且应符合下列规定：

- 1 应除去建筑废弃物中的铁质、有机质等杂质；
- 2 可通过磁选、风选以及人工除杂等方式完成。

4.1.6 二级破碎应在二级除杂后进行，且应符合下列规定：

- 1 二级破碎机宜采用圆锥破碎机、反击-锤式复合破碎机；
- 2 经二级破碎后，再生材料粒形应接近圆形或方形。

4.1.7 二级破碎后的再生材料应由皮带输送机送进振动筛进行筛分，筛分出不同规格的再生骨料，满足粒径、级配要求的再生骨料送往成品料场；不满足粒径要求的再生骨料应返送到二级破碎环节进行再次破碎。

4.1.8 再生骨料生产应配备相应的除尘设备。应对破碎系统及筛分系统所有的扬

尘点采取除尘措施，粉尘排放应符合排放相关标准要求。

4.1.9 破碎系统及筛分系统应进行降噪处理，噪声排放应符合相关标准要求。

4.1.10 建筑废弃物制备的再生粗骨料、再生细骨料材料性能要求应满足本规程 5.2.1、5.2.2 的相关规定。

4.2 运输和存储

4.2.1 再生材料运输时，应采取措施防止杂物混入和粉尘飞扬。

4.2.2 再生材料堆放，应符合下列规定：

- 1** 按照类别、规格分开堆放存储；
- 2** 再生材料和非再生材料不得混合；
- 3** 堆放应防止泥土和其他可能改变其品质的杂质混入；
- 4** 再生粗骨料堆放高度一般不宜超过5m，对于单粒径或最大粒径不超过20mm的连续级配，其堆放高度不宜超过10m。

5 再生骨料混凝土

5.1 一般规定

5.1.1 由建筑废弃物中回收的废混凝土、石料加工获得的再生粗骨料和再生细骨料,以及由黏土砖加工获得的再生黏土砖粗骨料可用于浇筑道路工程中的混凝土面层、基层、路用预制构件、挡土墙等构筑物。

5.1.2 再生粗、细骨料宜用于生产强度等级为C40及以下的再生骨料混凝土。再生黏土砖粗骨料可用于强度等级为C25及以下的混凝土。

~~**5.1.3** 再生骨料配制的混凝土可用于浇筑道路工程的混凝土面层、基层、路用预制构件、挡土墙等构筑物。~~

5.1.3 当再生粗骨料中混入的黏土砖颗粒含量大于3%时,不宜用于混凝土面板。

5.1.4 再生粗骨料的最大粒径不宜大于31.5mm。用于实心路面砖的再生粗骨料的粒径不应大于砖厚度的1/3,用于空心或多孔的路面砖和植草砖的再生粗骨料的粒径不宜大于10mm。

5.2 原材料要求

5.2.1 再生粗骨料按性能要求宜分为Ⅰ类、Ⅱ类和Ⅲ类,冻融环境、结晶环境宜采用Ⅰ类,Ⅲ类骨料可配制C25及以下强度等级的混凝土,各项性能指标应符合下列规定。

1 再生粗骨料的颗粒级配应符合表5.2.1-1的规定。

表 5.2.1-1 颗粒级配

公称粒径 (mm)		累计筛余 (%)							
		方孔筛筛孔边长 (mm)							
		2.36	4.75	9.50	16.0	19.0	26.5	31.5	37.5
连续 粒级	5~16	95~100	85~100	30~60	0~10	0	—	—	—
	5~20	95~100	90~100	40~80	—	0~10	0	—	—
	5~25	95~100	90~100	—	30~70	—	0~5	0	—
	5~31.5	95~100	90~100	70~90	—	15~45	—	0~5	0
单粒 级	5~10	95~100	80~100	0~15	0	—	—	—	—
	10~20	—	95~100	85~100	—	0~15	0	—	—

	16~31.5	—	95~100	—	85~100	—	—	0~10	0
--	---------	---	--------	---	--------	---	---	------	---

2 再生粗骨料中的再生粉料含量和泥块含量应符合表5.2.1-2的规定。

表 5.2.1-2 再生粉料含量和泥块含量

项目	I类	II类	III类
再生粉料含量（按质量计，%）	<1.0	<2.0	<3.0
泥块含量（按质量计，%）	<0.5	<0.7	<1.0

3 再生粗骨料的吸水率应符合表5.2.1-3的规定。

表 5.2.1-3 吸水率

项目	I类	II类	III类
吸水率（按质量计，%）	<3.0	<5.0	<8.0

4 再生粗骨料的针片状颗粒含量应符合表5.2.1-4的规定。

表 5.2.1-4 针片状颗粒含量

项目	I类	II类	III类
针片状颗粒含量（按质量计，%）	<10		

5 再生粗骨料中有害物质含量应符合表5.2.1-5的规定。

表 5.2.1-5 有害物质含量

项目	I类	II类	III类
有机物	合格		
硫化物及硫酸盐（折算成SO ₃ ，按质量计，%）	<2.0		
氯化物（按氯离子质量计，%）	<0.06		

6 再生粗骨料中的杂物含量应符合表5.2.1-6的规定。

表 5.2.1-6 杂物含量

项目	I类	II类	III类
杂物（按质量计，%）	<1.0		

7 再生粗骨料的坚固性采用硫酸钠溶液法进行试验，经5次循环后，其质量损失应符合表5.2.1-7的规定。

表 5.2.1-7 坚固性指标

项目	I类	II类	III类
质量损失 (%)	<5.0	<10.0	<15.0

8 再生粗骨料的压碎指标应符合表5.2.1-8的规定。

表 5.2.1-8 压碎指标

项目	I类	II类	III类
压碎指标 (%)	<12	<20	<30

9 再生粗骨料的表观密度和空隙率应符合表5.2.1-9的规定。

表 5.2.1-9 表观密度和空隙率

项目	I类	II类	III类
表观密度 (kg/m ³)	>2450	>2350	>2250
空隙率 (%)	<47	<50	<53

5.2.2 再生细骨料按性能要求宜分为 I 类、II 类和 III 类，冻融环境、结晶环境宜采用 I 类，II 类再生细骨料宜用于配制 C25 及以下强度等级且无抗冻耐久性要求的混凝土；III 类再生细骨料不宜用于配制结构混凝土。其各项性能应符合下列规定。

1 再生细骨料的颗粒级配应符合表5.2.2-1的规定。

表 5.2.2-1 颗粒级配

方孔筛筛孔边长	累计筛余 (%)		
	1级配区	2级配区	3级配区
9.50mm	0	0	0
4.75mm	10~0	10~0	10~0
2.36mm	35~5	25~0	15~0
1.18mm	65~35	50~10	25~0
600μm	85~71	70~41	40~16
300μm	95~80	92~70	85~55
150μm	100~85	100~80	100~75

注：再生细骨料的实际颗粒级配与表中所列数字相比，除4.75mm和600μm筛档外，可以略有超出，但是超出总量应小于5%。

2 根据亚甲蓝试验结果的不同，再生细骨料的粉料含量和泥块含量应符合表5.2.2-2的规定。

表 5.2.2-2 粉料含量和泥块含量

项目		I类	II类	III类
粉料含量（按质量计，%）	MB值<1.40或合格	<5.0	<7.0	<10.0
	MB值≥1.40或不合格	<1.0	<3.0	<5.0
泥块含量（按质量计，%）		<1.0	<2.0	<3.0

3 再生细骨料中如含有云母、轻物质、有机物、硫化物及硫酸盐或氯盐等有害物质，其含量应符合表5.2.2-3的规定。

表 5.2.2-3 再生细骨料中的有害物质含量

项目	I类	II类	III类
云母含量（按质量计，%）	<2.0		
轻物质含量（按质量计，%）	<1.0		
有机物含量（比色法）	合格		
硫化物及硫酸盐含量（按SO ₃ 质量计，%）	<2.0		
氯化物含量（按氯离子质量计，%）	<0.06		

4 再生细骨料的坚固性应采用硫酸钠溶液法进行试验，经5次循环后，其坚固性指标应符合表5.2.2-4的规定。

表 5.2.2-4 坚固性指标

项目	I类	II类	III类
饱和硫酸钠溶液中质量损失（%）	<8.0	<10.0	<12.0

5 再生细骨料的压碎指标应符合表5.2.2-5的规定。

表 5.2.2-5 压碎指标

项目	I类	II类	III类
单级最大压碎指标值（%）	<20	<25	<30

6 再生胶砂需水量比应符合表5.2.2-6的规定。

表 5.2.2-6 再生胶砂需水量比

项目	I类			II类			III类		
	细	中	粗	细	中	粗	细	中	粗
需水量比	<1.35	<1.30	<1.20	<1.55	<1.45	<1.35	<1.80	<1.70	<1.50

7 再生胶砂强度比应符合表5.2.2-7的规定。

表 5.2.2-7 再生胶砂强度比

项目	I类			II类			III类		
	细	中	粗	细	中	粗	细	中	粗
强度比	>0.80	>0.90	>1.00	>0.70	>0.85	>0.95	>0.60	>0.75	>0.90

8 再生细骨料的表观密度、堆积密度和空隙率应符合表5.2.2-8的规定。

表 5.2.2-8 表观密度、堆积密度和空隙率

项目	I类	II类	III类
表观密度 (kg/m ³)	>2450	>2350	>2250
堆积密度 (kg/m ³)	>1350	>1300	>1200
空隙率 (%)	<46	<48	<52

5.2.3 经碱骨料反应试验后，由再生粗、细骨料制备的试件应无裂缝、酥裂或胶体外溢等现象，膨胀率应小于0.10%。

5.2.4 再生粗骨料性能检测方法按现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 有关规定执行，再生细骨料性能检测方法按现行国家标准《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 有关规定执行。

5.2.5 再生骨料混凝土所用水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的有关规定。当采用其他品种的水泥时，其性能指标必须符合相应标准的要求。用于有抗冻耐久性要求的水泥混凝土工程时，水泥尚应符合下列要求：

1 应采用旋窑生产的强度等级为42.5及其以上的硅酸盐类水泥。水泥混凝土路面宜采用 I 型硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、道路硅酸盐水泥。除冬季施工或其他有早强要求的工程外，不宜使用早强型水泥。

2 硅酸盐水泥、抗硫酸盐硅酸盐水泥的比表面积宜小于350m²/kg，其他水泥的80μm方孔筛筛余不宜大于10%且不小于2%。

3 氯盐环境与硫酸盐环境中，不得使用掺加石灰石粉的水泥。氯盐环境中不宜使用抗硫酸盐硅酸盐水泥。

5.2.6 再生骨料混凝土所用天然粗骨料应符合现行国家标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685的要求。用于有抗冻耐久性要求的水泥混凝土工程时，天然粗骨料尚应符合下列要求：

1 应采用I类或II类级配合格的粗集料，并满足表5.2.6的规定，且一般情况下最大粒径不宜超过31.5mm。

表5.2.6 粗集料技术要求

项目	无盐环境	有盐环境
含泥量（%），不大于	1.0	0.5
泥块含量（%），不大于	0.2	0.0
坚固性（%），不大于	8	5
吸水率（%），不大于	1.5	1.0
针片状含量（%），不大于	10	
自然堆积空隙率（%），不大于	45	

注：1. 设计工作年限为 100 年时，针片状含量应小于 5%。

2. 自然堆积状态空隙率按现行《公路工程集料试验规程》（JTG E42）进行试验与计算，但计算时将捣实法测定的堆积密度用自然堆积密度替代。

2 对于石灰岩碎石，当用于氯盐冻融环境与硫酸盐环境时，石灰石粉含量应小于0.5%。重要工程应进行石灰岩低温抗硫酸盐腐蚀试验，验证其可行性。

5.2.7 再生骨料混凝土所用天然砂、机制砂、混合砂应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684的要求。用于有抗冻耐久性要求的水泥混凝土工程时，天然细骨料尚应符合下列要求：

1 应采用 I 类或 II 类级配合格的细集料，并满足表5.2.7的要求，宜使用中砂。

表5.2.7 细集料技术要求

项目		无盐环境	有盐环境
含泥量（%），不大于		2.0	1.0
机制砂石粉含量（%），不大于	MB≥1.4	3.0	1.0
	MB<1.4	5.0	3.0
泥块含量（%），不大于		1.0	0.5
云母（%），不大于		2.0	1.0
坚固性（%），不大于		8	
吸水率（%），不大于		1.5	1.0
自然堆积状态下的空隙率（%），不大于		44	

注：自然堆积状态下的空隙率按自然堆积状态空隙率按现行《公路工程集料试验规程》（JTG E42）进行试验与计算，但计算采用堆积密度。

2 对于石灰岩机制砂，当用于有盐环境时，石灰石粉含量应小于 1%。重要工程应进行石灰岩低温抗硫酸盐腐蚀试验，验证其可行性。

5.2.8 再生骨料混凝土拌合用水和养护用水应符合下列要求：

1 再生骨料混凝土拌合用水和养护用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的要求。

2 不得使用海水拌合钢筋再生骨料混凝土，不宜用海水拌合有饰面要求的素再生骨料混凝土。

3 养护用水与再生骨料混凝土温差应小于15℃。高温季节拌和用水的温度应低于30℃。

5.2.9 再生骨料混凝土中掺加粉煤灰、矿渣粉、硅粉等矿物掺合料，其质量应符合现行国家、行业相关标准的规定。用于有抗冻耐久性要求的水泥混凝土工程时，矿物掺合料尚应符合下列要求：

1 水泥混凝土中掺加活性矿物掺合料时，可使用质量合格的硅灰、I级或II级低钙粉煤灰、磨细矿渣等，粉煤灰烧失量应满足表5.2.9-1的规定。对于氯盐冻融环境与硫酸盐环境，活性矿物掺合料中不得含有石灰石粉。

表 5.2.9-1 粉煤灰烧失量要求

水泥混凝土抗冻等级	≥F350	F200~F300	≤F150	试验方法
粉煤灰烧失量（%），不大于	3	5	8	GB/T 1596

2 活性矿物掺合料宜选用2种或2种以上复合使用。硅灰用量不宜大于8%，且掺加硅灰时应掺加高效减水剂。

3 活性矿物掺合料的掺量应满足表5.2.9-2的规定。

表 5.2.9-2 活性矿物掺合料的最大掺量（%）

冻融类别		无盐环境				有盐环境			
材料类别		预应力混凝土	非预应力混凝土	路面混凝土	砂浆	预应力混凝土	非预应力混凝土	路面混凝土	砂浆
水泥种类	P•O 42.5	30	30	25	60	25	25	20	55
	P•O 52.5	35	35	30	—	30	30	25	—
	P•I52.5/ P•II52.5	45	45	35	—	40	40	30	—

注：1. 有盐环境是指结冻的水中含有盐，包括海水、盐渍土或其他含有氯化物的环境，以及使用有机、无机类除冰盐环境。

2. 表中矿物掺合料的掺量指掺加的矿物掺合料占胶凝材料（水泥和矿物掺合料）总量的百分比。
3. 对于水泥混凝土，当水胶比大于或等于 0.45 时，掺合料掺量不宜超过 15%。
4. 对于大体积水泥混凝土，可较表中数值增加 15%。

5.2.10 再生骨料混凝土所用的外加剂应符合现行标准《混凝土外加剂》GB 8076和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119等的要求。用于有抗冻耐久性要求的

水泥混凝土工程时，外加剂尚应符合下列要求：

- 1 引气水泥混凝土中应掺加质量合格的引气剂或引气减水剂。
- 2 选用外加剂时，应进行外加剂与胶凝材料的相容性、和易性、强度、耐久性等试验，确定外加剂的品种、复配组成，并用工程所用原材料进行配合比试验获得外加剂的最佳掺量。
- 3 不宜使用无机盐类早强剂、防冻剂，不应使用含有碱金属或氯盐的外加剂。

5.2.11 再生骨料混凝土所用的颜料应符合现行行业标准《混凝土和砂浆用颜料及其试验方法》JC/T 539的规定。

5.3 技术要求

5.3.1 再生骨料混凝土的拌合物性能、力学性能、长期性能和耐久性能应满足设计和施工要求。

5.3.2 再生骨料混凝土的强度等级应按立方体抗压强度标准值确定。

5.3.3 再生骨料混凝土立方体抗压强度的尺寸效应换算系数应按普通混凝土取值。

5.3.4 再生骨料混凝土的抗折强度标准值 f_{rk} 应按式（5.3.4）计算。

$$f_{rk} = 0.75\sqrt{f_{cu,k}} \quad (5.3.4)$$

式中 $f_{cu,k}$ ——再生骨料混凝土立方体抗压强度标准值（即强度等级）（MPa）。

5.3.5 再生骨料混凝土的弹性模量 E_c 应通过试验确定，在缺乏试验资料时，可按表5.3.5取值。

表 5.3.5 再生骨料混凝土弹性模量（ $\times 10^4 \text{MPa}$ ）

强度等级	C30	C35	C40
弹性模量	2.42	2.53	2.63

5.3.6 再生骨料混凝土的收缩值可在普通混凝土的基础上加以修正，修正系数取1.0~1.5，再生粗骨料体积取代率为30%时可取1.0，再生粗骨料体积取代率为100%时可取1.5，中间可采用线性内插取值。

5.3.7 再生骨料混凝土的徐变系数可参照普通混凝土取值。

5.3.8 再生骨料混凝土的泊松比可取为0.2。

5.3.9 再生骨料混凝土的冻融环境等级应根据水泥混凝土年有害冻融循环次数和环境条件按表5.3.9确定。

表5.3.9 水泥混凝土的冻融环境等级

有害冻融循环次数 (次/年)	无盐环境		有盐环境	
	中度饱水	高度饱水	中度饱水	高度饱水
<10	D1	D1	D2	D3
10~59	D1	D2	D3	D4
60~120	D3	D4	D5	D6
121~180	D4	D5	D6	D7
>180	D5	D6	D7	D7

注：1. 偶尔浸水的水泥混凝土构件，其冻融环境等级可按表 5.3.9 中度饱水的规定适当降低，但降低后的冻融环境等级不应低于 D1。
 2. 有盐环境是指冻结的水中含有盐，包括海水、盐渍土或其他含有氯化物的环境，以及使用有机、无机类除冰盐环境。
 3. 位于冻深线以上土中的水泥混凝土构件，其冻融环境等级可根据当地实际情况和经验适当降低，但降低后的冻融环境等级不应低于 D1。
 4. 本表适用于阳光可经常照射的水泥混凝土构件，对于阳光较少照射或照射不到的水泥混凝土构件，冻融环境等级可按表 5.3.9 的规定适当降低，但降低后的冻融环境等级不应低于 D1。

5.3.10 再生骨料混凝土的抗冻技术等级应满足下列要求：

1 再生骨料混凝土的抗冻等级应根据水泥混凝土结构所处冻融环境等级和结构设计基准期按表5.3.10确定。

2 对于直接经受盐冻的再生骨料混凝土还应进行盐冻试验，经过30次盐冻循环后，5块试件的平均剥落量应小于1.0kg/m²。

表5.3.10 再生骨料混凝土的抗冻等级要求

冻融环境等级	设计工作年限（年）			
	结构水泥混凝土			路面水泥混凝土
	100	50	30	30
D1	F200	F150	F100	F200
D2	F250	F200	F150	F200
D3	F300	F250	F200	F200
D4	F350	F300	F250	F250
D5	F400	F350	F300	F300
D6	F450	F400	F350	F350
D7	F450	F450	F400	F400

注：1. 水泥混凝土抗冻性采用快速冻融试验方法测试，按《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》（JTG 3420）中的 T 0565 进行，但将其中 4.7 条的第一款改为达到规定的冻融循环次数。
 2. 设计工作年限小于 30 年的以 30 年计。

5.3.11 引气再生骨料混凝土的最低强度等级与最大水胶比应满足下列要求：

1 引气再生骨料混凝土的最低强度等级与最大水胶比应满足表5.3.11-1和表5.3.11-2的要求。

2 对于设计工作年限小于30年的可更换部件用结构水泥混凝土，最低强度等级和最大水胶比应按表5.3.11-1中设计工作年限为30年进行控制。

表5.3.11-1 结构引气再生骨料混凝土的最低强度等级与最大水胶比

抗冻等级	设计工作年限（年）					
	100		50		30	
	最低强度等级	最大水胶比	最低强度等级	最大水胶比	最低强度等级	最大水胶比
F100	—	—	—	—	C _a 30	0.55
F150			C _a 35	0.55		0.50
F200	C _a 35	0.50		0.50		
F250	C _a 40	0.45	C _a 40	0.45		0.45
F300	C _a 45	0.40	C _a 45	0.40	C _a 35	
F350						
F400	C _a 50	0.36			C _a 40	0.40
F450						

注：表中 C_a30 表示引气水泥混凝土的强度等级为 30MPa，其余类推。

表5.3.11-2 路面引气再生骨料混凝土最低弯拉强度与最大水胶比

抗冻等级	高速公路、一级公路			二级公路		
	最大水胶比		最低弯拉强度(MPa)	最大水胶比		最低弯拉强度(MPa)
	无盐环境	有盐环境		无盐环境	有盐环境	
F200~F400	0.42	0.40	5.0	0.44	0.42	4.5

注：城市道路可参照本表执行。

5.3.12 引气再生骨料混凝土拌合物含气量与硬化水泥混凝土的气泡间距系数应满足表5.3.12的要求。

表5.3.12 引气再生骨料混凝土拌合物含气量与硬化再生混凝土气泡间距系数要求

项目	抗冻等级	强度等级		弯拉强度等级（MPa）	
		Ca30	Ca40	4.0	4.5
设计含气量（%）	F100	3.5	3.0	—	—
	F150	4.0	3.5	—	—
	F200	4.5	4.0	4.5	4.5
	F250	5.0	4.5	5.0	5.0
	F300	5.5	5.0	5.5	5.5
	F350	—	5.0	—	6.0

气泡间距系数(μm), $\leq$	F400	—	5.5	—	6.5
	F450	—	5.5	—	—
	$\leq F150$	320	370	—	—
	F200	300	350	300	325
	F250	280	320	280	300
	F300	260	300	260	280
	F350	—	280	—	260
	F400	—	250	—	230
	F450	—	230	—	—

注：1. 表中含气量对应于粗集料最大粒径为 19mm 或 26.5mm 时的数值。当粗集料最大粒径为 9.5mm 或 16mm 时，含气量应较表中数值增加 0.5%；当粗集料的最大粒径为 31.5mm 时，含气量可较表中数值减少 0.5%。

2. 表中含气量指现场入模前测得的水泥混凝土拌合物的含气量，含气量偏差应控制在-0.5%~+1.0%内。含气量的检测按《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》（JTG E3240）中的 T 0526 进行。

5.3.13 引气再生骨料混凝土的最小胶凝材料用量与最大胶凝材料用量宜满足表 5.3.13 的规定。

表5.3.13 引气水泥混凝土单位体积的胶凝材料用量

强度等级		最小用量 (kg/m^3)		最大用量 (kg/m^3)
		无盐环境	有盐环境	
结构水泥混凝土 抗压强度等级	C _a 30	280	300	420
	C _a 35	300	320	
	C _a 40	320	340	450
路面水泥混凝土 弯拉强度等级 (MPa)	4.5	300	320	450
	5.0	310	330	

注：表中数据适用于粗集料最大粒径为 19mm 的情况，粗集料最大粒径较大时宜适当降低胶凝材料用量，粗集料最大粒径较小时宜适当增加。

5.3.14 再生骨料混凝土的耐久性设计除本规程 5.3.9 条至 5.3.14 条的规定外尚应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的有关规定。

5.3.15 再生骨料混凝土中氯离子、三氧化硫的含量应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的有关规定。

5.4 配合比设计

5.4.1 再生骨料混凝土配合比设计应满足工作性、强度、耐久性和经济性的要求。

5.4.2 再生粗骨料体积取代率和再生细骨料体积取代率应符合下列规定：

1 应根据已有技术资料 and 再生骨料混凝土的性能要求确定。当缺乏技术资料时，其总体积取代率不宜大于 50%，但 I 类再生粗骨料体积取代率可不受限制。

- 2 当再生骨料混凝土中已掺用Ⅲ类再生粗骨料时,不宜再掺入再生细骨料。
- 3 再生黏土砖粗骨料用于C25混凝土的体积取代率不宜大于10%。

5.4.3 再生骨料混凝土配合比设计的标准差应符合下列规定:

1 再生骨料混凝土强度标准差宜根据同品种、同强度等级再生骨料混凝土的强度统计资料按公式(5.4.3)计算,试件组数不少于30。当强度标准差计算值小于表5.4.3-1的标准差值时,按表中数值取值。

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_{cu,i}^2 - n \cdot m_{fcu}^2}{n-1}} \quad (5.4.3)$$

式中 σ ——混凝土强度标准差;

$f_{cu,i}$ ——第*i*组试件的立方体强度(MPa);

m_{fcu} ——*n*组试件的立方体强度的平均值(MPa);

n ——再生骨料混凝土试件的组数, $n \geq 30$ 。

表 5.4.3-1 再生骨料混凝土强度标准差最小值要求(MPa)

强度等级	C20	C25、C30	C35、C40
仅掺再生粗骨料	3.0	4.0	4.0
掺加再生粗骨料和再生细骨料	4.0	5.0	6.0

2 对于不掺加再生细骨料的混凝土,仅掺Ⅰ类再生粗骨料或Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料体积取代率小于30%时,当施工单位无统计资料可供计算再生骨料混凝土强度标准差时,其值可按表5.4.3-2选取。

表 5.4.3-2 再生骨料混凝土强度标准差推荐值(MPa)

强度等级	C20	C30	C35、C40
仅掺Ⅰ类再生粗骨料	4.0	5.0	6.0
Ⅱ类、Ⅲ类再生粗骨料体积取代率小于30%	4.0	5.0	6.0

注:当再生粗骨料的来源很复杂或来源不清楚,或者再生粗骨料体积取代率较大时,应适当增大强度标准差。

5.4.4 再生骨料混凝土的配合比设计宜采用绝对体积法,在不使用引气型外加剂时,含气量可取1%。计算应按下列步骤进行:

1 再生骨料混凝土的试配强度应按式(5.4.4-1)确定:

$$f_{cu,0} = f_{cu,k} + 1.645\sigma \quad (5.4.4-1)$$

式中 $f_{cu,0}$ ——再生骨料混凝土试配强度(MPa);

$f_{cu,k}$ ——再生骨料混凝土立方体抗压强度标准值(MPa);

σ ——再生骨料混凝土强度标准差(MPa)。

2 净水胶比计算应按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的有关规定执行。水泥强度等级应按照现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的有关要求选用。有抗渗性要求的再生骨料混凝土的净水胶比不宜大于现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55所规定的最大水胶比,取计算值和规定值的小值。有抗冻性要求的再生骨料混凝土的净水胶比应符合表5.3.11-1和表5.3.11-2的要求,取计算值和规定值的小值。

3 单位立方米混凝土的净用水量可按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的规定选取,并由用水量及水胶比计算出每立方米混凝土的水泥用量和矿物掺合料用量。有抗冻性要求的再生骨料混凝土的胶凝材料用量应符合表5.3.13的规定,取计算值和规定值的小值。

4 砂率可按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的有关规定取值,砂率取值可适当增大1%~3%。

5 外加剂品种和掺量应通过试验确定。

6 基准混凝土的粗、细骨料用量可现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的有关规定计算。再生骨料混凝土中再生粗骨料用量、再生细骨料用量、粗骨料用量、细骨料用量,应按式(5.4.4-2)~式(5.4.4-5)进行。

$$m_{rg0} = \delta_g m_g \frac{\rho_{rg}}{\rho_g} \quad (5.4.4-2)$$

$$m_{rs0} = \delta_s m_s \frac{\rho_{rs}}{\rho_s} \quad (5.4.4-3)$$

$$m_{g0} = (1 - \delta_g) m_g \quad (5.4.4-4)$$

$$m_{s0} = (1 - \delta_s) m_s \quad (5.4.4-5)$$

式中 m_g ——基准混凝土粗骨料用量(kg);

m_s ——基准混凝土细骨料用量(kg);

m_{rg0} ——再生粗骨料用量 (kg) ;
 m_{rs0} ——再生细骨料用量 (kg) ;
 m_{g0} ——粗骨料用量 (kg) ;
 m_{s0} ——细骨料用量 (kg) ;
 ρ_{rg} ——再生粗骨料表观密度 (kg/m^3) ;
 ρ_g ——粗骨料表观密度 (kg/m^3) ;
 ρ_{rs} ——再生细骨料表观密度 (kg/m^3) ;
 ρ_s ——细骨料表观密度 (kg/m^3) ;
 δ_g ——再生粗骨料体积取代率 (%) ;
 δ_s ——再生细骨料体积取代率 (%) ;

7 再生骨料的附加用水量, 应按式 (5.4.4-6) 计算。

$$m_{wf} = m_{rg0}\omega_{rg} + m_{rs0}\omega_{rs} \quad (5.4.4-6)$$

式中 m_{wf} ——再生骨料附加用水量 (kg) ;
 ω_{rg} ——再生粗骨料吸水率 (%) ;
 ω_{rs} ——再生细骨料吸水率 (%) 。

8 再生骨料混凝土的总用水量, 应按式 (5.4.4-7) 计算。

$$m_{wt} = m_{wn} + m_{wf} \quad (5.4.4-7)$$

式中 m_{wt} ——混凝土的总用水量 (kg) ;
 m_{wn} ——净用水量 (kg) ;
 m_{wf} ——再生骨料附加用水量 (kg) 。

9 再生骨料混凝土配合比的试配与调整按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的有关规定执行。

5.4.5 路面用再生混凝土配合比设计应根据再生混凝土的抗折强度与抗压强度的关系式 (式5.3.4), 确定再生混凝土的抗压强度, 按照5.4.1~5.4.4进行配合比设计。

5.5 施工和养护

5.5.1 城市道路工程中再生骨料混凝土结构的施工准备、混凝土的搅拌与运输、铺筑、养护与填缝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，尚应符合下列要求：

1 水泥混凝土原材料应采用自动计量系统。

2 水泥混凝土成型、抹面结束后，应及时保湿养护，气温低于5℃时应采取保温养护措施。

5.5.2 采用再生骨料混凝土预制块、路缘石、护坡、挡土墙等的施工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。

5.5.3 公路面层再生骨料混凝土拌合、浇筑、摊铺和养护应符合现行行业标准《公路水泥混凝土路面施工技术规范》JTG F30的规定。

5.5.4 公路桥涵用再生骨料混凝土拌合、浇筑、成型和养护应符合现行行业标准《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650的规定。

5.5.5 使用引气再生混凝土施工时还应符合如下要求：

1 宜采用双卧轴混凝土搅拌机拌合，掺加引气剂或引气减水剂的水泥混凝土的拌合时间应延长10~30s。

2 最大粒径大于31.5mm时，应采用不少于三种粒级的粗集料分别计量。

3 拌合后应按要求检测拌合物含气量，拌合物含气量不足应立即加以调整。

4 夏季施工时，宜使用温度较低的水拌合，特别是对路面、桥面铺装、大体积水泥混凝土等更应严格控制拌合水温度，并应对蓄水容器采取防暴晒措施。

5 引气再生混凝土的振捣时间应控制在15~30s，不应过分振捣和抹面。

6 施工过程中不应向引气再生混凝土中加水或洒水，严禁在抹面时洒水。

7 成型、抹面结束后，应立即开始保湿养护，气温低时还应采取保温养护措施。

8 直接接触盐类的再生混凝土应养护至强度不低于设计强度的70%，且不少于10d。矿物掺合料掺量超过15%的再生混凝土，应养护至强度不低于设计强度的60%，且不少于10d。其他再生混凝土应养护至现场强度不低于设计强度的60%，且不少于7d。

9 引气再生混凝土采用暖棚加热养护时，温度与湿度应满足表5.5.5的要

求。

表5.5.5 引气水泥混凝土暖棚加热养护的温度与湿度要求

温度				相对湿度
终凝前		终凝后		>80%
升温速度	最高温度	升温速度	最高温度	
10℃/h	20℃	15℃/h	50℃	

10 引气水泥混凝土采用蒸汽养护时，温度应满足表5.5.5的要求。

11 直接接触盐类的再生混凝土受冻前宜达到设计强度的100%。

5.6 施工质量验收

5.6.1 城市道路工程用再生骨料混凝土浇筑面层、铺砌式面层、混凝土预制块、路缘石、护坡、挡土墙等的施工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。

5.6.2 公路再生骨料混凝土面层的施工验收应符合现行行业标准《公路水泥混凝土路面施工技术规范》JTG F30的规定。

5.6.3 公路桥涵再生骨料混凝土结构的质量验收应符合现行行业标准《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》JTG F80/1的规定。

6 再生骨料水泥砂浆

6.1 一般规定

6.1.1 再生骨料水泥砂浆包括再生骨料砌筑砂浆和再生骨料抹灰砂浆，可分别用于道路工程中的砌筑工程和抹灰工程。

6.1.2 采用再生骨料水泥砂浆时，砌筑工程和抹灰工程宜优先选用预拌砌筑砂浆和预拌抹灰砂浆。

6.2 原材料要求

6.2.1 再生骨料水泥砂浆所用再生细骨料应符合本规程5.2.2、5.2.3规定，其中I类再生细骨料可用于配制各种强度等级的再生骨料水泥砂浆；II类再生细骨料可用于配制强度等级不高于M15且无抗冻耐久性要求的再生骨料水泥砂浆；III类再生细骨料宜用于配制强度等级不高于M10且无抗冻耐久性要求的再生骨料水泥砂浆。

6.2.2 再生骨料水泥砂浆宜采用通用硅酸盐水泥，其质量应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定。

6.2.3 再生骨料水泥砂浆中使用的粉煤灰、粒化高炉矿渣粉等掺合料应分别符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596和《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046的规定。当使用其他种类矿物掺合料时，应符合现行国家和行业相关标准。

6.2.4 再生骨料水泥砂浆可掺用天然细骨料、机制砂和混合砂，质量应分别符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684的规定。

6.2.5 再生骨料水泥砂浆采用的外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119的规定。

6.2.6 再生骨料水泥砂浆采用的保水增稠材料、可再分散性乳胶粉等添加剂应符合现行行业标准《砌筑砂浆增塑剂》JG/T 164和现行国家标准《可再分散性乳胶粉》GB/T 29594的规定。

6.2.7 再生骨料水泥砂浆的拌合和养护用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。

6.3 技术要求

6.3.1 预拌再生骨料水泥砂浆性能应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181的有关规定。

6.3.2 再生骨料水泥砂浆的强度等级可为M5、M7.5、M10、M15、M20、M25、M30。用于有耐腐蚀要求的部位时，强度等级不应小于M15，且胶凝材料用量不应少于520kg/m³。

6.3.3 再生骨料水泥砂浆的技术要求应符合表6.3.3规定。

表6.3.3 再生骨料砂浆的技术要求

砂浆种类	强度等级	表观密度 (kg/m ³)	保水率 (%)	拉伸粘结强度 (MPa)
水泥抹灰砂浆	M15、M20、M25、M30	≥1900	≥82	≥0.20
水泥粉煤灰抹灰砂浆	M5、M10、M15	≥1900	≥82	≥0.15
水泥砌筑砂浆	M7.5、M10、M15、M20、M25、M30	≥1900	≥80	——

6.3.4 有抗冻要求的再生骨料水泥砂浆应满足表6.3.4的要求。

表6.3.4 引气再生骨料水泥砂浆的技术要求

冻融环境等级	抗冻等级	最低强度等级	最大水胶比	最大胶砂比		拌合物含气量 (%)
				无盐环境	有盐环境	
D1、D2	F100	M _a 15	0.55	1:2.5	1:2.4	7~9
D3	F200	M _a 20	0.50	1:2.4	1:2.3	8~10
D4、D5、D6、	F300	M _a 25	0.45	1:2.3	1:2.2	9~11

注：1. 表中含气量指现场砌筑前测得的再生骨料水泥砂浆拌合物的含气量，含气量偏差应控制在+1%。

2. M_a15 表示引气再生骨料水泥砂浆的强度等级为 15MPa，其余类推。

3. 表中胶砂比是指胶凝材料与砂的质量比。

4. 引气再生骨料水泥砂浆的抗冻性试验采用快速冻融试验方法，按照现行《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》（JTG 3420）中的水泥混凝土抗冻性试验方法（快冻法）T 0565 进行。

5. 引气再生骨料水泥砂浆含气量的检测按现行《建筑砂浆基本性能试验方法标准》（JGJ/T 70）进行。

6.3.5 再生骨料水泥砂浆性能试验方法应按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70的规定执行。抹灰砂浆粘结强度试验应按现行行业标准《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220 附录A进行。

6.4 配合比设计

6.4.1 再生骨料水泥砂浆配合比设计应满足砂浆工作性、强度和耐久性的要求。

6.4.2 用于再生骨料水泥砂浆的水泥强度等级应根据设计要求进行选择。配制相同再生骨料水泥砂浆时，宜采用同一水泥厂生产的同一品种、同一强度等级的水泥。

6.4.3 再生骨料水泥砂浆配合比设计应符合以下要求：

- 1 再生骨料水泥砌筑砂浆按现行行业标准《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98的规定计算基准砂浆配合比；
- 2 再生骨料水泥抹灰砂浆、水泥粉煤灰抹灰砂浆按现行行业标准《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220 的规定计算基准砂浆配合比；
- 3 用于有抗冻要求的部位时，最低强度等级、最大水胶比、最大胶砂比应符合本规程表6.3.4中的规定，再生细骨料体积取代率不宜大于50%。
- 4 用于有耐腐蚀要求的部位时，再生细骨料体积取代率不宜大于50%；
- 5 外加剂、添加剂和掺合料的品种和掺量应通过试验确定。
- 6 再生骨料水泥砂浆的用水量分为净用水量和附加用水量。

6.5 施工和养护

6.5.1 再生骨料水泥砂浆，其拌合应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181的规定。

6.5.2 再生骨料水泥砂浆施工应符合现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223的相关规定。

6.5.3 再生骨料砂浆施工后宜采用覆盖保水养护方式，养护至砂浆强度达到设计强度的80%以上。

6.5.4 引气再生骨料砂浆拌合、施工和养护尚应符合如下要求：

- 1 引气再生骨料砂浆应采用强制式搅拌机，搅拌时间应不少于3min，拌合后应按要求检测拌合物含气量，拌合物含气量不足应立即加以调整。
- 2 砌筑过程中不得向引气再生骨料砂浆中加水或洒水。

6.6 施工质量验收

6.6.1 再生骨料水泥砌筑砂浆的施工质量验收应符合现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223 的有关规定。

6.6.2 再生骨料水泥抹灰砂浆的施工质量验收应符合现行行业标准《抹灰砂浆技

术规程》JGJ/T 220 的有关规定。

7 再生骨料注浆材料

7.1 一般规定

7.1.1 再生骨料注浆材料可用于水泥混凝土路面、路面基层及垫层加固、路基加固、原位再生及修补等。

7.1.2 再生细骨料在注浆材料中的体积取代率宜小于30%。

7.2 原材料要求

7.2.1 再生骨料注浆材料用水泥宜采用通用硅酸盐水泥,并应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定;当采用其他品种水泥时,其性能应符合国家现行有关标准的规定;不同品种水泥不得混合使用。

7.2.2 再生骨料注浆材料用天然砂、机制砂、混合砂性能指标应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684的规定。

7.2.3 再生骨料注浆材料用再生细骨料性能指标应符合本规程5.2.2、5.2.3规定。

7.2.4 再生骨料注浆材料用外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119的规定。

7.2.5 再生骨料注浆材料拌合用水和养护用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。

7.3 技术要求

7.3.1 再生骨料注浆材料主要性能应符合表7.3.1的规定。

表 7.3.1 再生骨料注浆材料主要性能指标

项目		标准要求
截锥流动度 (mm)	初始值	≥340
	30min	≥310
竖向膨胀率 (%)	3h	0.1~3.5
	24h与3h之差	0.02~0.50
抗压强度 (MPa)	28d	≥50
抗折强度 (MPa)	28d	≥6.0

氯离子含量（%）	<0.1
泌水率（%）	0

注：1 表中抗折强度外的各项目试验方法参照现行国家标准《水泥基灌浆材料》GB/T 50448 的规定。

2 抗折强度试验方法参照现行行业标准《修补砂浆》JC/T 2381的规定。

7.3.2 有抗冻耐久性要求的水泥基注浆材料性能除应符合本规程表7.3.1的规定外，尚应符合表6.3.4的规定。

7.3.3 当施工环境温度高于30℃时，可通过适当增大初始流动度的方式，保证30min流动度满足施工要求。

7.4 施工和养护

7.4.1 使用再生骨料的注浆材料宜采用机械拌合方式，持续搅拌3min，搅拌至均匀无结块为止，停止搅拌2~3min，再搅拌2~3min。

7.4.2 使用再生骨料的注浆材料灌注应符合下列规定：

- 1 先清除基层混凝土表面杂物，并充分润湿表面，不应有积水。
- 2 再生骨料注浆材料用于路面基层加固、路基加固时，应视实际工程情况分段施工。
- 3 灌注过程中可采用表面振动方式辅助其充满待灌注区域。
- 4 灌注时的日平均温度不应低于5℃。

7.4.3 注浆后宜采用覆盖保水养护方式，养护至注浆材料强度达到其设计强度的80%以上。

7.5 施工质量验收

7.5.1 注浆后工程验收时，应以每50t为一个留样检验批，不足50t时应按一个检验批计。

7.5.2 应以标准条件下的抗压强度和抗折强度留样试块的测试数据作为验收数据，同条件养护试件的留置数应不少于6组。

7.5.3 抗压强度和抗折强度试验均采用40mm×40mm×160mm的标准棱柱体试件，检验应按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17617中的有关规定执行。应采用非振动成型，将拌合好的浆体直接注入试模，浆体应与

试模上边缘齐平。从搅拌开始计时到成型结束，应在6min内完成。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/928007074051006053>