

青岛市建筑垃圾再生骨料城镇道路基层 应用技术导则（试行）

2025-07-11 发布

2025-08-01 实施

青岛市市政公用工程质量安全监督站

发布

前　　言

为指导建筑垃圾再生骨料在青岛市城镇道路基层中的应用，编写组在参阅相关国家规范、行业标准，广泛征求各方面意见的基础上，完成本导则的编制工作。

本导则的主要技术内容包括：总则，术语和符号，基本规定，原材料，配合比设计，施工，质量检验与验收。

本导则由青岛市市政公用工程质量安全监督站负责管理及具体技术内容的解释，执行过程中如有意见和建议，请随时反馈给编写组（邮箱：szgyjdzjcfwk@qd.shandong.cn）。

本导则主编单位：青岛市市政公用工程质量安全监督站

山东省建筑工程质量检验检测中心有限公司

青岛绿帆再生建材有限公司

青岛城投路桥投资发展有限公司

青岛市市政工程设计研究院有限责任公司

青岛海恒实业有限公司

山东省交通科学研究院

青岛华鹏工程咨询集团有限公司

本导则主要起草人：葛安祥 胡现虎 张修亭 张　琼 高尚坤 陈　勇 蒋成军

张德升 杨　飞 宋　武 原迎接 曲绍宁 闫俊豪 崔　峰

邵腾龙 赵新明 刘东杰 曲　健 姜玉洁 肖　云 张伟一

杨忠梅 胡　航 马　琳 卜晓文 彭福龙

本导则主要审查人：张海波 张连栋 骆少林 韩守信 刘　治 陈卫东 商怀帅

董　昭

目录

1 总则	1
2 术语和符号	2
3 基本规定	3
4 原材料	4
4.1 一般规定	4
4.2 再生骨料	4
4.3 再生级配骨料	4
5 配合比设计	6
5.1 一般规定	6
5.2 水泥稳定再生骨料无机混合料配合比设计	6
5.3 石灰粉煤灰稳定再生骨料无机混合料配合比设计	6
5.4 水泥粉煤灰稳定再生骨料无机混合料配合比设计	7
6 施工	8
6.1 一般规定	8
6.2 拌和与运输	8
6.3 摊铺与碾压	8
6.4 养生	9
7 质量检验与验收	10
7.1 一般规定	10
7.2 主控项目	10
7.3 一般项目	10
附录 A 再生级配骨料（4.75mm 以上部分）混凝土颗粒及杂物含量试验方法	11
引用标准名录	12

1 总则

1.0.1 为指导建筑垃圾再生骨料在青岛市城镇道路基层中的应用，做到技术先进、安全可靠、绿色环保、经济合理，制定本导则。

1.0.2 本导则适用于青岛市建筑垃圾再生骨料城镇道路基层的设计、施工和质量验收。

1.0.3 建筑垃圾再生骨料在城镇道路基层的应用除应符合本规程外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 建筑垃圾 construction and demolition waste

新建、改建、扩建、拆除等工程建设活动中产生的固体废弃物的统称。

2.1.2 建筑垃圾再生骨料 construction waste recycled aggregate

由建筑垃圾中的混凝土、石、砂浆、砖瓦、陶瓷等具有替代天然骨料性质的部分加工制成的粒料，简称再生骨料，包括再生粗骨料和再生细骨料。其性能应满足相关标准要求，以确保在实际应用中的安全性和可靠性。

2.1.3 再生粗骨料 recycled coarse aggregate

粒径大于 4.75mm 的再生骨料。

2.1.4 再生细骨料 recycled fine aggregate

粒径大于 0.075mm 小于 4.75mm（含）的再生骨料。

2.1.5 再生级配骨料 recycled graded aggregate

由再生粗骨料和再生细骨料按一定比例混合，级配满足一定要求且塑性指数和承载比均符合规定要求的级配骨料。

2.1.6 再生骨料无机混合料 recycled aggregate inorganic mixture

一种或几种无机结合料、添加剂和水，与再生级配骨料按一定比例拌制而成的稳定材料。

2.1.7 杂物 impurities

建筑垃圾再生骨料中除混凝土、砖块、砂浆、石块、陶瓷之外的其他物质。

2.1.8 微粉含量 content of fine powder

粒径小于 0.075mm 的颗粒含量。

2.1.9 轻物质 light component

建筑垃圾再生骨料中，经风选或水浮选而分离出的物质。

2.2 符号

Q_a ——再生粗骨料中混凝土颗粒含量（%）；

Q_b ——再生粗骨料中杂物含量（%）。

3 基本规定

3.0.1 再生骨料的生产、加工、检验参照《建筑垃圾再生骨料生产技术标准》（T/SDCEAS 10066-2025）。

3.0.2 建筑垃圾再生骨料无机结合料的生产、施工应符合绿色环保的规定。

3.0.3 建筑垃圾再生骨料城镇道路基层工程应进行专项配合比设计，根据设计要求、原材料性能以及施工条件，确定配合比。施工应进行全过程质量控制，按检验批进行验收，施工前应制定专项施工方案并进行技术交底。

3.0.4 建筑垃圾再生骨料城镇道路基层的设计、施工和质量验收应包括下列步骤：

- a)** 材料的选用和检测；
- b)** 建筑垃圾再生骨料基层的配合比设计；
- c)** 施工方案的编写；
- d)** 建筑垃圾再生骨料基层的施工；
- e)** 建筑垃圾再生骨料基层的检验和验收。

3.0.5 建筑垃圾再生骨料城镇道路基层工程应保存完整的施工记录表和材料检验报告等技术文件。

4 原材料

4.1 一般规定

4.1.1 建筑垃圾再生骨料制备预处理应符合下列规定：

a) 水泥、石灰、粉煤灰必须分仓贮存，并应有明显的标识；

b) 骨料的贮存应保证均匀性；不同料源、规格、加工工艺的建筑垃圾再生骨料应分别存放，避免混杂或污染。

4.1.2 再生骨料可与天然骨料混合使用，混合料各项指标应满足相关设计及规范要求。

4.2 再生骨料

4.2.1 再生骨料分为I类、II类。

4.2.2 再生粗骨料的性能指标应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 再生粗骨料的性能指标

项目	I 类	II 类	检验方法
再生混凝土颗粒含量 (%)	≥50	≥30	附录 A
压碎值 (%)	≤30	≤40	《公路工程集料试验规程》 JTG 3432 T0316
泥块含量 (%)	<0.7	<1.0	《公路工程集料试验规程》 JTG 3432 T0310
含泥量 (%)	<1.0	<3.0	《公路工程集料试验规程》 JTG 3432 T0310
针片状颗粒含量 (%)	≤20		《公路工程集料试验规程》 JTG 3432 T0312
杂物 (%)	≤0.5	≤1.0	附录 A

4.2.3 再生细骨料的性能指标应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 再生细骨料的性能指标

项目	I 类	II 类	检验方法
颗粒分析	满足级配要求		《公路工程集料试验规程》 JTG 3432 T0327
轻物质含量 (%)	<1.0		《公路工程集料试验规程》 JTG 3432 T0350
单级最大压碎值 (%)	≤30	≤40	《公路工程集料试验规程》 JTG 3432 T0338
泥块含量 (%)	<2.0	<3.0	《公路工程集料试验规程》 JTG 3432 T0335
塑性指数	≤17		《公路土工试验规程》 JTG 3430 T0170
三氧化硫含量 (%)	≤0.8		《公路工程集料试验规程》 JTG 3432 T0341
有机质含量 (%) ^①	合格		《公路工程集料试验规程》 JTG 3432 T0336

注：①水泥稳定再生骨料无机结合料有机质含量应<2，石灰粉煤灰再生骨料无机结合料有机质含量应≤10。

4.3 再生级配骨料

4.3.1 再生级配骨料的颗粒级配应符合表 4.3.1-1、表 4.3.1-2 的规定。

表 4.3.1-1 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
筛孔尺寸（方孔筛）	37.5mm	100	-
	31.5mm	-	100
	26.5mm	-	90~100
	19.0mm	-	72~89
	9.5mm	-	47~67
	4.75mm	50~100	29~49

续表 4.3.1-1

项目		通过质量百分率 %	
		底基层	基层
筛孔尺寸（方孔筛）	2. 36mm	-	17~35
	1. 18mm	-	-
	0. 6mm	17~100	8~22
	0. 075mm	0~30	0~7

表 4.3.1-2 石灰粉煤灰（水泥粉煤灰）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（方孔筛）	37. 5mm	100	-
	31. 5mm	90~100	100
	19. 0mm	72~90	81~98
	9. 5mm	48~68	52~70
	4. 75mm	30~50	30~50
	2. 36mm	18~38	18~38
	1. 18mm	10~27	10~27
	0. 6mm	6~20	8~20
	0. 075mm	0~7	0~7

4.3.2 水泥、石灰、粉煤灰、天然骨料、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 配合比设计

5.1 一般规定

5.1.1 按照稳定材料的种类，城镇道路半刚性基层常用再生骨料无机混合料分为三种：水泥稳定再生骨料无机混合料、石灰粉煤灰稳定再生骨料无机混合料、水泥粉煤灰稳定再生骨料无机混合料。

5.1.2 生产单位应根据再生骨料来源、现场要求确定配合比设计，并应在试验段予以验证或调整，遇有下列情况之一时应重新进行配合比设计：

- a) 在施工过程中，再生骨料来源或品质发生变化时；
- b) 有特殊要求时。

5.1.3 建设单位应在施工前委托有资质的检测机构进行设计配合比验证。

5.1.4 应采用重型击实试验法或振动压实试验法确定混合料的最佳含水率和最大干密度。试件制备、养护和抗压强度测定应符合 JTG 3441 的有关要求。

5.1.5 水泥稳定材料的水泥剂量应以水泥质量占全部干燥被稳定材料质量的百分率表示；石灰稳定材料的石灰剂量应以石灰质量占全部干燥被稳定材料质量的百分率表示。

5.1.6 再生骨料的适用部位应符合表 5.1.6 的规定。

表 5.1.6 再生骨料的适用部位

类别	城市快速路	主干路	次干路	支路及其他小路
I 类再生级配骨料	底基层	基层、底基层	基层、底基层	基层、底基层
II 类再生级配骨料	-	底基层	基层、底基层	基层、底基层

5.2 水泥稳定再生骨料无机混合料配合比设计

5.2.1 根据抗压强度试验结果，选定水泥掺量，水泥最小掺量应不小于 3%。

5.2.2 水泥稳定再生级配骨料的抗冻性能应满足设计要求，无设计要求时，应符合道路基层 28d 龄期试件 5 次冻融循环后的抗压强度损失率小于 25%，质量损失率小于 5% 的规定。

5.2.3 水泥稳定再生骨料的 7d 无侧限抗压强度不小于设计强度，无设计要求应符合表 5.2.3 的规定。

表 5.2.3 水泥稳定再生骨料无机混合料 7d 无侧限抗压强度 (MPa)

道路等级	城市快速路	主干路		其他等级道路	
结构部位	底基层	基层	底基层	基层	底基层
7d 无侧限抗压强度	2.5~4.5	3.5~5.5	2.0~4.0	2.5~4.5	1.5~3.5

5.3 石灰粉煤灰稳定再生骨料无机混合料配合比设计

5.3.1 制备不同比例的石灰粉煤灰稳定再生骨料无机混合料，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。

5.3.2 根据抗压强度试验结果，选定石灰掺量。采用 I 类再生级配骨料时，石灰最小掺量应不小于 3%；采用 II 类再生级配骨料时，石灰最小掺量不宜小于 4%。

5.3.3 石灰粉煤灰稳定再生骨料的 7d 无侧限抗压强度不小于设计强度，无设计要求应符合表 5.3.3 的规定。

表 5.3.3 石灰粉煤灰稳定再生骨料无机混合料 7d 无侧限抗压强度 (MPa)

道路等级	快速路	主干路		其他等级道路	
		基层	底基层	基层	底基层
7d 无侧限抗压强度	≥0.8	≥1.0	≥0.8	≥0.8	≥0.6

5.4 水泥粉煤灰稳定再生骨料无机混合料配合比设计

5.4.1 试配时水泥掺量宜为 3%~5%；水泥粉煤灰与骨料的质量比宜为 (12~17) : (88~83)。

5.4.2 水泥粉煤灰稳定再生骨料无机混合料的 7d 无侧限抗压强度不小于设计强度，无设计要求应符合表 5.4.2 的规定。

表 5.4.2 水泥粉煤灰稳定再生骨料无机混合料 7d 无侧限抗压强度 (MPa)

道路等级	快速路	主干路	其他等级道路	
结构部位	底基层	底基层	基层	底基层
7d 无侧限抗压强度	2.0~3.0	2.0~3.0	3.0~4.0	1.5~2.5

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 混合料应由搅拌厂集中拌制，应选择摊铺机进行摊铺。对于边角部位施工，可采用人工或推土机摊铺、平地机整平，并与主线同步碾压成型。

6.1.2 每日作业段长度应根据下列因素确定：

- a) 施工机械和运输车辆的效率和数量；
- b) 施工人员数量及操作熟练程度；
- c) 施工季节和气候条件；
- d) 水泥的初凝时间和容许延迟时间；
- e) 减少施工接缝的数量。

6.1.3 具备条件时，宜筑试验段。

6.1.4 水泥稳定材料或水泥粉煤灰稳定材料自搅拌至摊铺完成不宜超过 3h，应取混合料的初凝时间与容许延迟时间中较短的时间作为施工控制时间。石灰稳定材料或石灰粉煤灰稳定材料层宜在当天碾压完成，最长不应超过 4d。

6.2 拌和与运输

6.2.1 拌和前宜采用喷洒设备对再生骨料洒水闷料 6h~12h。

6.2.2 应按照最佳含水率制备混合料，施工期间不得随意调整含水率。天气炎热或运距较远时，无机结合料稳定材料拌和时宜适当增加含水率。对稳定中、粗粒混合料，含水率可高于最佳含水率 0.5~1 个百分点；对稳定细粒混合料，含水率可高于最佳含水率 1~2 个百分点。

6.2.3 应对拌和好的无机结合料进行随机抽样，检查级配和灰剂量。

6.2.4 混合料运输车装料前应清理干净车厢，不得存有杂物。混合料运输车装好料后，应用篷布将厢体完整覆盖，准备卸料时方可掀开，避免结合料水分散失。

6.3 摊铺与碾压

6.3.1 摆铺时表面出现“发干、发散”等现象，应在摊铺前采取运料车覆盖措施、适量喷水等措施。

6.3.2 摆铺时宜避免纵向接缝，多幅摊铺时，前后摊铺机的间距应控制在 10m 之内，纵向接缝处应加强碾压。存在纵向施工缝时，施工缝应垂直相接，严禁斜接。

6.3.3 在摊铺机后面应设专人消除粗细骨料离析现象，及时铲除局部粗骨料堆积或离析的部位，并用新拌混合料填补。

6.3.4 应安排专人负责指挥碾压，严禁漏压和产生轮迹。碾压成型后的表面应平整、无轮迹，不应采取薄层贴补的方法整平修补表面。

6.3.5 在碾压过程中出现软弹现象时，应及时将该路段混合料挖出，重新换填新料碾压。

6.3.6 碾压过程中，压路机应停放在已碾压完成的路段，严禁随意停放。

6.3.7 应保持混合料的连续碾压，因故中断时间大于 2h 时，应设置横向接缝，并应符合《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 施工缝制作相关规定。

6.4 养生

- 6.4.1** 碾压完成并经现场检测合格后，应及时养生，混合料的养生期应不少于 7d，当最高气温低于 10°C 时，应适当延长养生时间。
- 6.4.2** 养生期间应封闭交通，除洒水车和小型通勤车辆外严禁其它车辆通行，正式施工前宜建好施工便道。对快速路、主干路，无施工便道时，应分幅交叉施工。
- 6.4.3** 在上层结构施工前，应将下层养生用材料彻底清理干净，采用人工、小型清扫车以及洒水冲刷的方式将下层表面的浮浆、尘土清理干净，下承层局部存在松散现象时，也应彻底清理干净。
- 6.4.4** 在养生期间，应采取洒水、覆盖等保湿措施，低温时应同时采取保温措施，确保强度正常增长。

7 质量检验与验收

7.1 一般规定

7.1.1 再生骨料性能指标应符合第 4 章规定，使用前检测 2 个样品，使用过程中每 $1000m^3$ 测 2 个样品。

7.1.2 再生混凝土颗粒及杂物含量试验方法参照附录 A。

7.2 主控项目

7.2.1 原材料质量检验应符合下列规定：

检查数量：结合料、添加剂、其它类型粒料按不同材料进场批次，每批次抽查 1 次。

检查方法：查检验报告、复验。

7.2.2 基层、底基层的压实度应符合下列规定：

检查数量：每压实层，每 $1000m^2$ 抽检 1 点。

检查方法：灌砂法或灌水法。

a) 主干路的基层不小于 97%，快速路、主干路的底基层不小于 95%。

b) 次干路、支路的基层不小于 95%，底基层不小于 93%。

7.2.3 基层、底基层的 7d 无侧限抗压强度应符合设计要求。

检查数量：7d 无侧限抗压强度每 $2000m^2$ 抽检 1 组，每次施工路段不足 $2000m^2$ 时亦抽检 1 组。

检查方法：现场取样试验。

7.2.4 弯沉值不应大于设计规定。

检查数量：每车道、每 $20m$ ，测 1 点。

检查方法：弯沉仪检测。

7.3 一般项目

7.3.1 表面应平整、密实、接缝平顺，无明显粗、细骨料离析现象，无明显轮迹、推移、裂缝、贴皮、松散、浮料。

7.3.2 基层及底基层的允许偏差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。

附录 A 再生级配骨料（4.75mm 以上部分）混凝土颗粒及杂物含量试验方法

A.0.1 取样数量

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

表 A.0.1 试样取样数量

骨料最大粒径/mm	9.5	19.0	26.5	31.5	37.5
最少试样数量/kg	20	40	40	60	60

A.0.2 试样处理

按照现行国家标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685 规定的试样处理方法进行。

A.0.3 试验步骤与结果处理

a) 按照规定的方法取样，将试样过 4.75mm 方孔，取上部分进行试验，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、木头、玻璃、草根、树叶树枝、纸张、石灰、石膏、毛皮、煤块、炉渣等杂物，然后称量混凝土颗粒总质量以及各种杂物总质量，并计算其所占 4.75mm 以上部分试样总质量的百分比。

表 A.0.3 再生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

b) 试验结果取三次平行试验的平均值，精确至 0.1%。

c) 分别按下式计算再生粗骨料中混凝土颗粒和杂物占再生粗骨料试样总质量的百分比，精确至 0.1%。

$$Q_a = \frac{m_2}{m_1} \times 100\%$$

$$Q_b = \frac{m_3}{m_1} \times 100\%$$

式中： Q_a ——再生粗骨料中混凝土颗粒含量 (%)；

Q_b ——再生粗骨料中杂物含量 (%)；

m_1 ——再生粗骨料试样总质量 (g)；

m_2 ——再生粗骨料中混凝土颗粒质量 (g)；

m_3 ——再生粗骨料中杂物质量 (g)。

引用标准名录

- 1 《水泥标准度用水量、凝结时间、安定性检验方法》 GB/T 1346
- 2 《建筑用卵石、碎石》 GB/T 14685
- 3 《水泥胶砂强度试验方法（ISO 法）》 GB/T 17671
- 4 《混凝土用再生粗骨料》 GB/T 25177
- 5 《城镇道路工程施工与质量验收规范》 CJJ 1
- 6 《混凝土用水》 JGJ 63
- 7 《公路工程集料试验规程》 JTG 3432
- 8 《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》 JTG 3441
- 9 《公路土工试验规程》 JTG 3430
- 10 《公路路基路面现场测试规程》 JTG 3450
- 11 《公路工程利用建筑垃圾技术规范》 JTG/T 2321
- 12 《公路路面基层施工技术细则》 JTG/T F20
- 13 《道路用建筑垃圾再生骨料无机结合料》 JTG/T 2281
- 14 《建筑垃圾再生骨料路面基层技术标准》 DB37/T 52