

UDC

湖南省工程建设地方标准



DBJ 43/T 378-2021

备案号 J 15998-2021

P

路面基层再生集料应用技术标准

Technical standard for application of recycled aggregate
to pavement base

2021-09-18 发布

2022-02-01 实施



统一书号: 15112 · 37508
定 价: 21.00 元

湖南省住房和城乡建设厅 发布

湖南省工程建设地方标准

路面基层再生集料应用技术标准

Technical standard for application of recycled aggregate
to pavement base

DBJ 43/T 378-2021

批准部门：湖南省住房和城乡建设厅

施行日期：2022年2月1日

中国建筑工业出版社

2021 北 京

湖南省工程建设地方标准
路面基层再生集料应用技术标准

Technical standard for application of recycled aggregate
to pavement base
DBJ 43/T 378 – 2021

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）
各地新华书店、建筑书店经销
北京建筑工业印刷厂制版
印刷

*

开本：850毫米×1168毫米 1/32 印张：1¼ 字数：33千字
2021年11月第一版 2021年11月第一次印刷

定价：**21.00元**

统一书号：15112 • 37508

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社图书出版中心退换
（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

湖南省住房和城乡建设厅关于 发布《湖南省小学建设标准》等 9 项湖南省 工程建设地方标准的通知

湘建科〔2021〕173 号

各市州住房和城乡建设局，各有关单位：

《湖南省小学建设标准》《湖南省中学建设标准》《湖南省建筑垃圾再生工厂设计标准》《装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构技术规程》《厂拌热再生沥青混合料标准》《乳化沥青厂拌冷再生沥青混合料标准》《沥青路面就地冷再生施工与验收技术规范》《路面基层再生集料应用技术标准》《装配式混凝土外墙板接缝防水技术标准》已由我厅组织专家审定通过，现批准为湖南省工程建设推荐性地方标准。其中：

湖南大学设计研究院有限公司主编的《湖南省小学建设标准》编号为 DBJ 43/T 018-2021。

湖南大学设计研究院有限公司主编的《湖南省中学建设标准》编号为 DBJ 43/T 019-2021。

湖南建工集团有限公司、湖南省建筑科学研究院有限责任公司主编的《湖南省建筑垃圾再生工厂设计标准》编号为 DBJ 43/T 020-2021。

三一筑工科技股份有限公司、湖南省建筑设计院集团有限公司主编的《装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构技术规程》编号为 DBJ 43/T 376-2021。

湖南云中再生科技股份有限公司、长沙理工大学主编的《厂拌热再生沥青混合料标准》编号为 DBJ 43/T 526-2021。

湖南云中再生科技股份有限公司、湖南大学主编的《乳化沥

青厂拌冷再生沥青混合料标准》编号为 DBJ 43/T 527-2021。

湖南云中再生科技股份有限公司、长沙理工大学主编的《沥青路面就地冷再生施工与验收技术规范》编号为 DBJ 43/T 377-2021。

湖南建工环保有限公司、湖南大学主编的《路面基层再生集料应用技术标准》编号为 DBJ 43/T 378-2021。

湖南东方红建设集团有限公司、湖南东方红住宅工业有限公司主编的《装配式混凝土外墙板接缝防水技术标准》编号为 DBJ 43/T 379-2021。

以上 9 项标准自 2022 年 2 月 1 日起在全省范围内实施，由湖南省住房和城乡建设厅负责管理，由第一主编单位负责标准具体技术内容的解释。

湖南省住房和城乡建设厅

2021 年 9 月 18 日

前 言

根据《关于印发湖南省 2020 年建设科技计划项目（第一批）的通知》（湘建科函〔2020〕73 号）的要求，标准编制组进行了广泛的调研和大量的试验研究，认真总结了国内外科研成果和实践经验，参考了相关国内外标准，并广泛征求了相关单位的意见。以此为基础制定了本标准。

本标准主要内容是：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 材料；5 路面基层再生集料设计；6 再生集料水泥稳定混合料施工；7 再生集料混合料施工；8 质量检验与验收。根据住房和城乡建设部办公厅发布的《工程建设标准涉及专利管理办法》（建办标〔2017〕3 号）文件要求，主编单位声明：本标准不涉及任何专利情况，如在使用过程中发现涉及专利技术事实，请与编制组联系。

本标准由湖南省住房和城乡建设厅负责管理，由湖南建工环保有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送湖南建工环保有限公司（地址：湖南省长沙市天心区新韶西路 29 号上庭苑 1 栋 108 号，邮政编码：410004）。

本标准主编单位：湖南建工环保有限公司
湖南大学

本标准参编单位：湖南省通和工程有限公司
湖南建工交通建设有限公司
长沙市市政工程有限责任公司
湖南建工集团有限公司
湖南交通国际经济工程合作有限公司
湖南望新建设集团股份有限公司
广东诚聪环保科技有限公司

湖南云中再生科技股份有限公司
中建一局集团建设发展有限公司
北京市建筑设计研究院有限公司
长沙鑫浩再生资源利用有限公司
青竹湖建设集团有限公司

本标准主要起草人：陈 浩 杜运兴 徐 剑 周 芬
彭琳娜 张 腾 喻 杰 莫建红
王其良 张倚天 尹遵华 万 暑
金汝泽 张志坚 车庭枢 丁俊剑
王伟光 谭 鹏 张建文 黄勇军
肖 越 秦正红 丁红军 谭金伟
张明新 吴初平 薛红京 周 强
盛金辉 刘华光 杨忠亮 宋荣方
张 力 陈小晔 周姝君 赵成永
白 沙

本标准主要审查人：朱晓鸣 杨海君 马昆林 吴超凡
宋松树 胡明文 江山红

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
4	材料	4
5	路面基层再生集料设计	6
5.1	再生集料水泥稳定混合料	6
5.2	再生集料混合料	7
6	再生集料水泥稳定混合料施工	10
6.1	拌和与运输	10
6.2	摊铺	10
6.3	碾压	11
6.4	接缝	12
6.5	养护	12
7	再生集料混合料施工	13
7.1	一般规定	13
7.2	再生集料混合料施工	13
8	质量检验与验收	15
8.1	一般规定	15
8.2	再生集料水泥稳定混合料	16
8.3	再生集料混合料	17
	本标准用词说明	20
	引用标准名录	21
	附：条文说明	23

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	3
4	Materials	4
5	Design for Recycled Aggregate Pavement Base Composition	6
5.1	Recycled Aggregate Cement–stabilized Mixture	6
5.2	Recycled Aggregate Mixture	7
6	Construction of Recycled Aggregate Cement–stabilized Mixture ..	10
6.1	Mixing and Transportation	10
6.2	Paving	10
6.3	Rolling Compaction	11
6.4	Joint	12
6.5	Curing	12
7	Construction of Recycled Aggregate Mixture	13
7.1	General Provisions	13
7.2	Construction of Recycled Graded Aggregate	13
8	Quality Inspection and Acceptance	15
8.1	General Provisions	15
8.2	Recycled Aggregate Cement–stabilized Mixture	16
8.3	Recycled Aggregate Mixture	17
	Explanation of Wording in This Standard	20
	List of Quoted Standards	21
	Addition: Explanation of Provisions	23

1 总 则

1.0.1 为适应城镇健康发展，提升建筑、道路废弃物的资源化利用水平，规范再生集料在道路路面基层、底基层工程中的应用，确保路面基层、底基层质量安全，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于湖南省行政区域内应用再生集料的各级城镇道路、广场及停车场基层与底基层的再生集料设计、施工和质量检验与验收。

1.0.3 再生集料路面基层的设计、施工和质量检验与验收除应执行本标准外，尚应符合国家、行业和湖南省现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 再生集料 recycled aggregate

由建筑垃圾中的混凝土、石、砖瓦、砂浆、陶瓷等加工而成的粒料。

2.0.2 再生集料混合料 recycled aggregate mixture

由再生集料或与天然集料按一定比例组成，具有一定级配的混合料。

2.0.3 再生集料水泥稳定混合料 recycled aggregate cement-stabilized mixture

由水泥、再生集料、天然集料、水、添加剂等材料按一定掺配比例，且符合规定机拌要求集中拌和而成的混合料。

2.0.4 杂物 impurities

再生集料中除混凝土、石、砖瓦、砂浆、陶瓷之外的其他物质。

2.0.5 基层 base course

直接位于路面面层下的主要承重结构层。

2.0.6 底基层 subbase

位于基层以下、路床以上的次要承重结构层。

2.0.7 水泥用量 cement content

水泥用量是指水泥与总集料的质量比。

2.0.8 松铺系数 loose paving coefficients

松铺系数指材料的松铺厚度与达到规定压实度的压实厚度之比。

3 基本规定

3.0.1 应用再生集料的路面基层或底基层的设计和构造应符合《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 的规定。

3.0.2 路面基层或底基层中再生集料水泥稳定混合料结构层宜在气温 $5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 施工，超出该温度范围应采取相应措施。

3.0.3 高填土路基与软土路基，应在路基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 再生集料水泥稳定混合料结构层施工时，应在其处于含水量允许范围内进行碾压。在施工过程中、施工完工后及水泥终凝以前不得雨淋。

3.0.5 再生集料水泥稳定混合料应采用集中厂拌生产。

3.0.6 再生集料水泥稳定混合料基层、底基层施工、养护、检测符合规定后，应及时施工上面结构层。

4 材 料

- 4.0.1** 再生集料应按批次进行抽样检测分析。用于再生集料水泥稳定混合料的再生集料的技术要求、级配、掺量应符合现行本省标准《建筑垃圾再生集料水泥稳定混合料》DB43/T 1798 的规定。
- 4.0.2** 再生集料应以相同来源、相同级配的每 600t 物料为一个抽样检测分析批次，且同一来源和级配的物料不足 600t 视为一个抽样检测分析批次。
- 4.0.3** 碎石宜采用各种硬质岩石或砾石加工成的碎石，应洁净、干燥、无杂质，并有适当的颗粒级配。
- 4.0.4** 碎石的技术要求应符合现行行业标准《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20 的有关规定。
- 4.0.5** 砂应洁净、干燥、无杂质，并有适当的颗粒级配。
- 4.0.6** 砂的技术要求应符合现行行业标准《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20 的有关规定。
- 4.0.7** 集料中有机质含量不应超过 2%。
- 4.0.8** 集料中硫酸盐含量不应超过 0.25%。
- 4.0.9** 水泥应有出厂合格证和生产日期，复检合格后方可使用。
- 4.0.10** 水泥贮存期超过 3 个月或受潮，应进行性能试验，合格后方可使用。
- 4.0.11** 水泥的初凝时间应大于 3h，终凝时间不小于 6h 且不大于 10h。
- 4.0.12** 宜选用强度等级为 42.5 级的普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥或火山灰质硅酸盐水泥。当再生集料用于基层时宜选用 42.5 级的水泥，用于底基层时可选用 32.5 级、42.5 级水泥。
- 4.0.13** 路面基层、底基层材料的拌和水、养护水的各项指标应

符合本省现行标准《建筑垃圾再生集料水泥稳定混合料》DB43/
T 1798 的规定。

5 路面基层再生集料设计

5.1 再生集料水泥稳定混合料

5.1.1 取料场中有代表性的再生集料应按行业标准《公路土工试验规程》JTG 3430 和《公路工程集料试验规程》JTG E42 进行以下试验并获得相应成果：

- 1 颗粒分析。
- 2 0.6mm 以下粒径颗粒的液限、塑性指数。
- 3 压碎值。
- 4 针片状颗粒含量。
- 5 再生粗集料中混凝土颗粒含量。
- 6 杂物含量。

5.1.2 对级配不良的再生集料宜掺配原生集料改善其级配。

5.1.3 应检验水泥的强度等级和凝结时间。

5.1.4 再生集料水泥稳定混合料中水泥用量不宜小于 3%，且不宜大于 7%；再生集料中砖瓦类组分较多时，水泥用量不宜小于 4%。用于基层的再生集料水泥稳定混合料的水泥用量不宜小于 4%。

5.1.5 再生集料水泥稳定混合料的压实度和 7d 无侧限抗压强度代表值应符合表 5.1.5 的规定。

表 5.1.5 再生集料水泥稳定混合料的压实度与 7d 无侧限抗压强度

交通等级	特重交通		重、中交通		轻交通	
	压实度 (%)	抗压强度 (MPa)	压实度 (%)	抗压强度 (MPa)	压实度 (%)	抗压强度 (MPa)
基层	≥ 98	3.5~4.5	≥ 98	3.0~4.0	≥ 97	2.5~3.5
底基层	≥ 97	≥ 2.5	≥ 97	≥ 2.0	≥ 96	≥ 1.5

5.1.6 再生集料水泥稳定混合料需要满足《公路沥青路面设计

规范》JTG D50 中对无机结合料稳定类材料的弯拉强度和弹性模量的要求。

5.1.7 水泥稳定混合料的组成设计步骤：

- 1 依据材料参数和 7d 无侧限抗压强度要求预估水泥用量，预估工作可参考工程经验和试验研究数据。
- 2 再生集料可以分三到四种不同粒径的规格料，可以根据需要掺加一定比例的一种或两种规格料使其级配达到《建筑垃圾再生集料水泥稳定混合料》DB43/T 1798 的要求。
- 3 采用重型击实试验方法确定预估水泥用量对应混合料的最佳含水率和最大干密度。
- 4 按设计要求的压实度计算试件的干密度。
- 5 制备再生集料混合料试件，试件尺寸 $\phi 150\text{mm} \times 150\text{mm}$ ，试件数量不少于 9 个。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 有关要求。
- 6 计算抗压强度平均值和变异系数，当试验结果的变异系数大于表 5.1.7 中规定值，应重做试验。

表 5.1.7 变异系数要求

试件数量（个）	9	13
变异系数（%）	≤ 15	≤ 20

7 根据 7d 无侧限抗压强度试验结果判定水泥用量是否满足要求，如果不满足要求则需要重估水泥用量并进行相应的试验，直至水泥用量满足要求。

5.1.8 再生集料水泥稳定混合料的其他要求应满足现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 的规定。

5.1.9 再生集料水泥稳定混合料的各项试验应按《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTG E51 的规定进行。

5.2 再生集料混合料

5.2.1 用于再生集料混合料的再生集料性能分为Ⅰ类和Ⅱ类，

其主要技术性能指标应符合表 5.2.1 的规定。Ⅰ类可用于城镇道路路面的底基层以及主干路及以下道路的路面基层；Ⅱ类可用于城镇道路路面的底基层以及次干路、支路及以下道路的路面基层。

表 5.2.1 用于再生集料混合料的再生集料性能指标

项目	Ⅰ类	Ⅱ类	检验方法
再生粗集料中混凝土颗粒含量（%）	≥90	—	DB43/T 1798
杂物含量（%）	≤0.5	≤1.0	DB43/T 1798
压碎值（%）	≤30	≤40	JTG E42（T0316）
针片状颗粒含量（%）	≤15	≤20	JTG E42（T0312）

5.2.2 再生集料混合料直接用作基层、底基层时，级配曲线宜为圆润曲线，其颗粒组成和塑性指数应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 直接用作基层、底基层时再生集料混合料的颗粒组成和塑性指数

结构层 通过质量百分率（%）		底基层	基层
筛孔尺寸 （mm）	37.5	100	—
	31.5	93 ~ 100	100
	19.0	73 ~ 88	85 ~ 100
	9.5	49 ~ 69	52 ~ 74
	4.75	29 ~ 54	29 ~ 54
	2.36	17 ~ 37	17 ~ 37
	0.60	8 ~ 20	8 ~ 20
	0.075	0 ~ 7	0 ~ 7
塑性指数（%）		<9	<9

5.2.3 再生集料混合料调整级配后采用重型击实方法，确定最佳含水率，最佳含水率下的混合料技术要求见表 5.2.3。

表 5.2.3 再生集料混合料重型击实技术要求

检验项目	技术要求
CBR (%)	≥ 100
固体体积率 (%)	≥ 85

注：1. CBR 为最佳含水率下三层击实 98 次、4d 饱水的 CBR；
2. 计算体积指标时应采用集料的毛体积密度。

5.2.4 再生集料混合料的设计步骤：

- 1 按实际使用集料，分别进行筛分，按颗粒组成进行计算，使其符合表 5.2.1 规定的范围，形成嵌挤型的粗级配。
- 2 每种级配选取 5 个含水率进行重型击实试验，确定再生集料混合料的最佳含水率及最大干密度。
- 3 按最佳含水率和最大干密度计算成型试件，进行再生集料混合料 4d 饱水的 CBR 试验。
- 4 选取 CBR 值最大且固体体积率满足设计要求的级配作为设计级配，并将该设计级配作为标准级配。

6 再生集料水泥稳定混合料施工

6.1 拌和与运输

- 6.1.1 每一批次再生集料原材料应检验，参数满足设计要求后，方可拌和。
- 6.1.2 原材料及混合料应按批次、规格分别贮存，并应采取防水防雨的措施。
- 6.1.3 再生集料水泥稳定混合料配合比应符合设计要求，计量准确，并搅拌均匀。
- 6.1.4 再生集料水泥稳定混合料的拌和宜采用二次拌和方式，先拌和再生集料与碎石，再将其与水泥、水等材料拌和。
- 6.1.5 拌和场（厂）应向现场提供产品合格证及水泥用量、粒料等级、粒料直径、混合料配合比、7d 无侧限抗压强度标准值等技术指标。
- 6.1.6 再生集料水泥稳定混合料拌和及运输时应采取防止水分蒸发的措施。
- 6.1.7 拌和要求还应符合现行行业标准《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20 的相关规定。
- 6.1.8 运输车辆应与摊铺碾压设备相匹配，以保证施工和设备运行的连续性。

6.2 摊 铺

- 6.2.1 每一批次再生集料混合料应检验，参数满足设计要求后，方可施工。
- 6.2.2 再生集料水泥稳定混合料摊铺前应先对下承层进行检测，当下承层的质量达到施工要求时，方可进行再生集料水泥稳定混合料的摊铺。

6.2.3 施工前应通过试验确定松铺系数，人工摊铺宜为 1.40~1.50；机械摊铺宜为 1.25~1.35。

6.2.4 再生集料水泥稳定混合料碾压成型后的每层摊铺厚度宜为 150mm~200mm 之间，设备具有足够的摊铺能力和压实功率时，可增加碾压厚度，具体的摊铺厚度，应根据试验结果确定。大厚度的摊铺施工时，应增加相应的拌和能力。

6.2.5 摊铺中若发生粗细集料离析，应及时铲除该部位的再生集料水泥稳定混合料，并用新料及时填补。

6.2.6 分层摊铺时，应在下层养护 7d 且强度、平整度等检测合格后，方可摊铺上层材料。

6.2.7 再生集料水泥稳定混合料摊铺时，摊铺机应尽量保持在相同的速度，并且尽可能减少摊铺机停顿以及停机待料的时间。

6.2.8 摊铺完成后应及时对再生集料水泥稳定混合料进行整形。整形过程中应注意消除粗细集料的离析现象，当一次整形达不到规定要求时，需再次进行复整，直到整形完成后达到规定的路拱和平整度。

6.3 碾 压

6.3.1 根据当地气候环境，碾压时应使再生集料水泥稳定混合料表面始终保持湿润状态。

6.3.2 再生集料水泥稳定混合料自搅拌至碾压完成，不应超过 3h。

6.3.3 施工前进行路基工艺试验，确定机械压实组合。压至表面平整、无明显轮迹，且达到要求的压实度，两侧应根据实际情况多压 2~3 遍。

6.3.4 再生集料水泥稳定混合料宜在水泥初凝前完成碾压，碾压成型后的表面应平整，严禁漏压和产生轮迹。

6.3.5 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。

6.4 接 缝

6.4.1 再生集料水泥稳定混合料应保持连续摊铺。因故中断时间大于 2h 时，应设置横向接缝。

6.4.2 再生集料水泥稳定混合料摊铺时，不宜设置沿道路纵向的施工接缝，必须设置时，纵向接缝应设置在道路中线处。

6.4.3 横向接缝和纵向接缝的处理方式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 和《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20 的规定。

6.5 养 护

6.5.1 再生集料水泥稳定混合料碾压完毕，经检测压实度合格后应立即养护，养护方式宜采用洒水、覆盖薄膜或覆盖透水土工布洒水等方法。

6.5.2 洒水车的喷头应采用喷雾式，不得采用高压式胶管水枪，以免破坏基层结构。

6.5.3 养护期间应封闭交通，除洒水车和小型通勤车辆外严禁其他车辆通行。

6.5.4 养护方式的具体做法应符合现行行业标准《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20 的规定。

6.5.5 层间处理方式应符合现行行业标准《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20 的规定，在上层施工前 1h~2h，宜撒布水泥或洒铺水泥净浆。

6.5.6 养护期间，小型车辆和洒水车的行驶速度应小于 40km/h。

6.5.7 再生集料道路基层养护 7d 后，施工需要通行重型货车时，应有专人指挥，按规定的车道行驶，且车速应不大于 30km/h。需要车辆通行而无法安排施工便道时，限定载重车辆的轴载应不大于 13t。

7 再生集料混合料施工

7.1 一般规定

7.1.1 再生集料混合料的级配曲线应配置为圆滑曲线，当达不到要求时，根据级配曲线补充相应粒径集料，使级配曲线变为圆滑曲线。

7.1.2 再生集料混合料结构层的压实厚度宜控制在 100mm ~ 200mm 之间。

7.1.3 再生集料混合料在最佳含水率下碾压后的压实度应达到按重型击实试验法确定的压实度要求，底基层 $\geq 95\%$ 、基层 $\geq 97\%$ 。

7.2 再生集料混合料施工

7.2.1 运输与摊铺应符合下列要求：

- 1 除设备无法摊铺位置外，原则上不得使用人工摊铺。
- 2 运输车辆应与摊铺碾压设备相匹配，以保证施工和设备运行的连续性。
- 3 尽可能保证每辆运输车所运集料重量的一致性。
- 4 根据设计的压实密度、摊铺路段的大小和每车再生集料混合料的运输量，确定再生集料混合料堆放的纵横间距。
- 5 再生集料混合料的松铺系数应通过试验确定。采用机械摊铺时宜为 1.25~1.40；人工摊铺时宜为 1.40~1.50。
- 6 摊铺完成后应及时对再生集料混合料进行整形。发生粗、细集料集中或离析现象时，应及时翻拌均匀。当一次整形达不到要求时，需再次进行复整，直到整形完成后达到规定的路拱和平整度。

7.2.2 碾压应符合下列要求：

1 高温天气施工导致集料中水分蒸发过快时，应及时补洒少量水分，宜保证集料处于最佳含水率时进行碾压。

2 碾压时应先用轻型压路机进行稳压，再用重型压路机进行终压至压实度，路面两侧应根据实际情况进行多压。

8 质量检验与验收

8.1 一般规定

8.1.1 再生集料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 规定。

8.1.2 隐蔽工程在隐蔽前，应由施工单位通知监理工程师和有关单位人员进行隐蔽验收，确认合格，并形成隐蔽验收文件。

8.1.3 隐蔽工程应由专业监理工程师负责验收。检验批及分项工程应由专业监理工程师组织施工单位项目专业质量（技术）负责人等进行验收。关键分项工程及重要部位应由建设单位项目负责人组织总监理工程师、施工单位项目负责人和技术质量负责人、设计单位专业设计人员等进行验收。

8.1.4 所有与工程建设有关的原始记录、试验检测及计算数据、汇总表格，必须如实记录和保存。对已经采取措施进行返工和补救的项目，可在原记录和数据上注明，但不得销毁。

8.1.5 检验批具有完整的施工原始资料和质量检查记录。

8.1.6 分项工程所含检验批的质量验收记录应完整。

8.1.7 竣工资料及归档资料应按有关规定整理齐全。

8.1.8 施工单位应在自检合格的基础上，将竣工资料与自检结果报监理工程师申请验收。

8.1.9 监理工程师应约请相关人员审核竣工资料，进行预检，并根据结果写出评估报告，报建设单位。

8.1.10 工程竣工验收合格后，建设单位应按规定将工程竣工验收报告和有关文件，报政府行政主管部门备案。

8.1.11 检验批的质量应按主控项目和一般项目进行验收。

8.2 再生集料水泥稳定混合料

主控项目

8.2.1 原材料检验应符合本标准第4章的要求。

检查数量：再生集料按本标准第4.0.2条的要求分批抽查；
水泥、碎石、砂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。

8.2.2 基层、底基层压实度应符合本标准第5.1.5条的规定。

检查数量：每1000m²，每压实层抽查1点。

检验方法：灌砂法。

8.2.3 基层、底基层7d无侧限抗压强度应符合本标准第5.1.5条的规定。

检查数量：每2000m²抽检1组（6块）。

检验方法：现场取样试验。

8.2.4 基层、底基层顶面代表弯沉值应符合设计要求。

检查数量：每车道、每20m，测1点。

检验方法：贝克曼梁或自动弯沉仪检测。

一般项目

8.2.5 基层及底基层表面应平整、坚实、接缝平顺，无明显轮迹，无明显粗、细集料集中现象，无推移、裂缝、贴皮、松散、浮料。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

8.2.6 再生集料水泥稳定混合料路面基层及底基层的偏差应符合表8.2.6的规定。

表 8.2.6 再生集料水泥稳定混合料路面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	用全站仪测量	
纵断高程	基层（mm）	±15	20m		1	用水准仪测量	
	底基层（mm）	±20					
平整度	基层（mm）	≤10	20m	路宽（m）	<9	用3m直尺和塞尺连续量两尺，取较大值	
	底基层（mm）	≤15			9~15		2
					>15		3
宽度（m）		不小于设计规定	40		1	用钢尺量	
横坡（%）		±0.3 且不反坡	20m	路宽（m）	<9	用水准仪测量	
					9~15		4
					>15		6
厚度（mm）		±10	1000m ²		1	用钢尺量	

8.3 再生集料混合料

主 控 项 目

8.3.1 再生集料应符合本标准第 4.0.1 条的规定。

8.3.2 再生集料混合料路面基层及底基层的压实度、弯沉值应符合表 8.3.2 的规定。

表 8.3.2 再生集料混合料路面基层及底基层的压实度、弯沉值

层位	主干路		次干路、支路	
	压实度 (%)	抗压强度 (MPa)	压实度 (%)	抗压强度 (MPa)
基层	≥ 97	不大于设计规定	≥ 97	不大于设计规定
底基层	≥ 95	不大于设计规定	≥ 95	不大于设计规定

8.3.3 再生集料混合料路面基层及底基层压实度的检验方法：灌砂法或灌水法；检查数量：每层压实，每 1000m² 抽检 1 点。

8.3.4 再生集料混合料路面基层及底基层弯沉值的检验方法：弯沉仪检测；检查数量：每车道、每 20m，测 1 点。

一 般 项 目

8.3.5 再生集料混合料路面基层及底基层表面应平整、密实，无松散和粗、细集料离析现象。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

8.3.6 再生集料混合料基层及底基层的偏差应符合表 8.3.6 的规定。

表 8.3.6 再生集料混合料基层及底基层允许偏差

工程类别	项目	质量标准	检验频率				检验方法
			范围	点数			
基层	纵断高程 (mm)	±15	20m	1			用水准仪测量
	厚度 (mm)	±10	1000m ²	1			用钢尺量
	宽度 (mm)	≥设计规定+施工时必要的附加宽度	40m	1			用钢尺量
	横坡度 (%)	±0.3 且不反坡	20m	路宽 (m)	< 9	2	用水准仪测量
					9 ~ 15	4	
					> 15	6	
	平整度 (mm)	≤10	20m	路宽 (m)	< 9	1	用 3m 直尺和塞尺连续量两尺,取较大值
					9 ~ 15	2	
> 15					3		
中线偏位 (mm)	≤20	100m	1			用经纬仪测量	

续表 8.3.6

工程类别	项目	质量标准	检验频率			检验方法	
			范围	点数			
底基层	纵断高程（mm）	±20	20m	1		用水准仪测量	
	厚度（mm）	±10	1000m ²	1		用钢尺量	
	宽度（mm）	≥设计规定+施工时必要的附加宽度	40m	1		用钢尺量	
	横坡度（%）	±0.3 且不反坡	20m	路宽（m）	< 9	2	用水准仪测量
					9 ~ 15	4	
					> 15	6	
	平整度（mm）	≤15	20m	路宽（m）	< 9	1	用 3m 直尺和塞尺连续量两尺，取较大值
					9 ~ 15	2	
> 15					3		
中线偏位（mm）	≤20	100m	1		用经纬仪测量		

本标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，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 《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1
- 2 《城镇道路路面设计规范》CJJ 169
- 3 《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20
- 4 《公路沥青路面设计规范》JTG D50
- 5 《公路水泥混凝土路面设计规范》JTG D40
- 6 《公路工程集料试验规程》JTG E42
- 7 《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTG E51
- 8 《公路路基路面现场测试规程》JTG 3450
- 9 《建设用卵石、碎石》GB/T 14685
- 10 《建筑垃圾再生集料水泥稳定混合料》DB43/T 1798
- 11 《通用硅酸盐水泥》GB 175
- 12 《水泥化学分析方法》GB/T 176
- 13 《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》

GB/T 1346

- 14 《道路用建筑垃圾再生骨料无机混合料》JC/T 2281
- 15 《公路土工试验规程》JTG 3430
- 16 《再生骨料应用技术规程》JGJ/T 240

湖南省工程建设地方标准

路面基层再生集料应用技术标准

DBJ 43/T 378-2021

条文说明

目 次

1 总则	25
3 基本规定	26
4 材料	27
5 路面基层再生集料设计	28
5.1 再生集料水泥稳定混合料	28
5.2 再生集料混合料	29
6 再生集料水泥稳定混合料施工	30
6.1 拌和与运输	30
6.2 摊铺	30
6.3 碾压	31
8 质量检验与验收	32
8.3 再生集料混合料	32

1 总 则

1.0.1 本标准规定再生集料水泥稳定混合料和再生集料混合料的设计、拌和、施工、检验与验收，为再生集料在路面基层底基层应用提供了相应的技术指导及质量控制标准。

3 基本规定

3.0.2 冬季气温较低，致使再生集料混合料中的自由水结冰膨胀，当再生集料混合料本身的强度不能抵抗结冰产生的膨胀力作用时，混合料易发生结构破坏。夏季气温较高，致使再生集料混合料中的自由水蒸发过快，影响水泥的水化。

3.0.4 再生集料水泥稳定混合料在碾压过程中容易出现粘辊现象，碾压时应严格控制再生集料水泥稳定混合料的含水量，在雨期（正在下雨）不得施工。

3.0.5 再生集料表面多孔，对胶结材料有吸附作用，使胶结材料不易拌和均匀，再生集料水泥稳定混合料拌和应采用集中厂拌生产。

3.0.6 本条文的目的是避免再生集料水泥稳定混合料由于各种因素产生的损伤。

4 材 料

4.0.2 本条文源于《再生骨料应用技术规程》JGJ/T 240。

4.0.12 目前的研究成果表明，采用 32.5 级水泥配制的再生集料水泥稳定混合料不易达到强度要求，实际工程中水泥稳定碎石普遍采用 42.5 级水泥。因此，基层推荐使用 42.5 级水泥，底基层可酌情使用 32.5 级水泥，最终根据配合比试验确定。

5 路面基层再生集料设计

5.1 再生集料水泥稳定混合料

5.1.4 为了提高强度和抗冲刷能力,宜控制水泥用量的最小值;为了减轻干缩和温缩性,宜控制水泥用量的最小值。由于再生集料中的砖瓦类组分具有孔隙率大且材料强度低的特性,这类组分较多时配制再生集料水泥稳定混合料需要增加水泥用量。

5.1.5 本标准参照现行行业规范《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 中水泥稳定碎石的要求执行。

5.1.6 可采用式(1)、式(2)预估再生集料水泥稳定混合料的弯拉强度和弹性模量。

$$R_i = 8.06C - 0.127M + 0.389 \quad (1)$$

$$E_c = 7390C - 453.5M + 796.6 \quad (2)$$

式中 R_i ——再生集料水泥稳定混合料的弯拉强度, MPa;

E_c ——再生集料水泥稳定混合料的弹性模量, MPa;

C ——水泥用量, 为水泥与总集料的质量比;

M ——含砖率, 为砖粉碎料与总集料的质量比。

式(1)、式(2)是根据湖南大学的试验数据拟合得到的公式。试验再生集料主要成分为混凝土粉碎料和砖粉碎料, 试验用集料由湖南建工环保有限公司提供。由于目前再生集料中通常会混入一定量的砖粉碎料, 湖南大学研究了再生集料含砖率对再生集料水泥稳定混合料性能的影响。根据水泥用量和含砖率拟合了以上两个公式。

5.1.7 该条第1款可根据材料参数和7d无侧限抗压强度要求, 采用式(3)预估水泥用量。

$$R_c = 68.8C - 0.797M + 0.092 \quad (3)$$

式中 R_c ——再生集料水泥稳定混合料的7d无侧限抗压强度, MPa。

式（3）是根据湖南大学的试验数据拟合得到的公式。试验研究了五种类型再生集料、三种水泥用量的再生集料水泥稳定混合料的性能。试验工况中含砖率分别为 0、25%、50%、75%、100%，三种水泥的掺量分别为 4%、5%、6%。

5.2 再生集料混合料

5.2.1 该条文中的 I 类和 II 类来源于《道路用建筑垃圾再生骨料无机混合料》JC/T 2281 的 5.1.2 条，在其基础上提升了 I 类集料的要求。

6 再生集料水泥稳定混合料施工

6.1 拌和与运输

6.1.2 再生集料吸水率大，当再生集料混合料受雨淋湿时，混合料拌和用水量不易控制。

6.1.3 拌和前，应对拌和设备调试、标定、校准，使拌和时水泥用量、用水量、级配均能符合要求。出料时须取样检查是否符合设计的配合比；正式生产之后，需定时抽查其配合比、含水量、水泥用量是否发生变化。

6.1.6 天气炎热或运距较远时，拌和时含水量可适当高于最佳含水量 0.5%~1%。再生集料水泥稳定混合料运输车装好料后，应用篷布将箱体覆盖严密，直到摊铺机前准备卸料时方可打开。由于现场施工时经常会遇到各种原因造成的排队等候，为防止再生集料水泥稳定混合料水分散失，不论距离远近都要覆盖篷布。

6.2 摊 铺

6.2.3 该条文来源于《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 中的 7.7.2 条第 2 款。

6.2.4 摊铺厚度过大不能有效提高再生集料水泥稳定混合料的施工效率，反而出现严重的等料情况，影响再生集料水泥稳定混合料摊铺的均匀性，造成过多的施工缝，影响施工质量。

6.2.6 该条文来源于《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 中的 7.5.6 条第 4 款，并增加了强度、平整度的要求。

6.2.7 当采用两台摊铺机同时进行摊铺时，应采用具有相近磨损程度的同型号摊铺机，并且两台摊铺机的前后间距不宜大于 10m，纵向重叠部分应有 300mm~400mm。

6.3 碾 压

6.3.1 碾压时再生集料水泥稳定混合料的含水量可以略大于最佳含水量，是为了弥补碾压过程中水分的损失。

6.3.2 如果超过 3h，将会超过再生集料水泥稳定混合料的初凝时间，导致混合料性能的衰减。当班施工长度与用料量应匹配，应按当班施工长度计算用料量。

8 质量检验与验收

8.3 再生集料混合料

主 控 项 目

8.3.2 也有再生集料混合料路面基层用于快速路情况，当再生集料混合料路面基层用于快速路时，其压实度和弯沉值应经试验确定，并在设计文件中规定。