



T/CECS G: xx-xx-xxxx

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路路面基层应用废旧水泥混凝土再生
集料技术规程

Technical Regulations for Recycled Aggregate of Waste
Concrete Used in Highway Roadbases

(征求意见稿)

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction
Standardization

(空白)

征求意见稿

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路路面基层应用废旧水泥混凝土再生 集料技术规程

Technical Regulations for Recycled Aggregate of Waste Concrete
Used in Highway Roadbases

(征求意见稿)

T/CECS G:

主编单位：广西桂海高速公路有限公司

发布机构：中国工程建设标准化协会

施行日期：XXXX年XX月XX日

人民交通出版社股份有限公司

2020 北 京

(空白)

征求意见稿

前 言

根据中国工程建设标准化协会公路分会“中建标公路字[2018]35 号文”关于《关于开展 2018 年第一批工程建设协会标准 CECS G 制修订项目编制工作》通知的要求，由广西桂海高速公路有限公司承担《公路路面基层应用废旧水泥混凝土再生集料技术规程》（以下称“本规程”）的制定工作。

本规程的制定遵循资源节约、环境保护、安全适用、技术先进和经济合理的原则。编写组在吸取废旧水泥混凝土再生集料在公路路面基层应用的研究成果和应用技术的基础上，总结归纳国内废旧水泥混凝土再生集料相关工程经验，完成本规程的编制工作。

本规程分为 7 章以及 1 篇附录，主要内容包括总则、术语、基本规定、再生集料的生产、原材料要求、再生混合料组成设计、施工与质量控制，附录 A 再生粗集料杂物测试方法、附录 B 再生集料混合料基层抗冻性试验方法。

本规程由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由广西桂海高速公路有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请函告本规程日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或谭洪河（地址：广西壮族自治区来宾市桂中大道西 848，邮编：546117；电话：0772-4283020，电子邮箱：30788195@qq.com），以便修订时参考。

主 编 单 位：广西桂海高速公路有限公司

参 编 单 位：广西交通投资集团有限公司

北京新桥技术发展有限公司

交通运输部公路科学研究院

主 编：谭洪河

主要参编人员：

主 审：沙爱民

参与审查人员：

参加人员：

征求意见稿

目 次

1 总则	- 1 -
2 术语	- 2 -
3 基本规定	- 3 -
4 再生集料的生产	- 4 -
5 原材料要求	- 8 -
6 再生混合料组成设计	- 10 -
7 施工与质量控制.....	- 15 -
附录 A 再生粗集料杂物测试方法.....	- 20 -
附录 B 再生集料混合料基层抗冻性试验方法	- 22 -

1 总则

1.0.1 为规范公路废旧水泥混凝土再生集料在公路路面基层设计、施工、质量检验及验收等方面的应用，提高水泥混凝土再生集料利用率，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于各等级公路的新建、改建、扩建工程的路面基层和底基层。

1.0.3 本规程适用的路面基层结构为半刚性基层和级配再生集料柔性基层，不适用于刚性基层和倒装结构的级配碎石层。

1.0.4 本规程宜用于水泥稳定再生集料基层，可用于水泥粉煤灰稳定再生集料基层、石灰粉煤灰稳定再生集料基层和级配再生集料基层，其他类型参照执行。

1.0.5 再生集料在公路路面基层中的应用应符合国家有关安全和生态环境保护方面的政策、法规。

1.0.6 再生集料在公路路面基层应用除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行相关标准的规定。

2 术语

2.0.1 废旧水泥混凝土 waste concrete

指由公路工程中的路面、桥隧结构物、附属构造物等在建造施工、拆除、翻修等过程中产生的水泥混凝土。

2.0.2 再生集料 recycled aggregate of cement concrete

将废旧水泥混凝土经过破碎、筛分后形成的粒料。

2.0.3 强化处理 recycled aggregate strengthen

利用物理方法、化学方法或者物理化学相结合的方法，对再生集料进行整形、填充空隙等处理措施，强化再生集料工程特性。

2.0.4 再生混合料 recycled aggregate mixture

应用再生集料的混合料。

2.0.5 杂物 impurities

再生集料中除混凝土、砂浆、石块外的其他材料。

3 基本规定

3.0.1 废旧水泥混凝土再生集料宜适用于公路改扩建工程，尤其适用于水泥混凝土路面改扩建工程。

3.0.2 废旧水泥混凝土的利用应满足再生集料性能指标的要求，尚宜考虑生产及运距等经济因素。

3.0.3 再生集料混合料在满足性能要求的前提下，再生集料的掺入质量比应尽量提高，具体要求可按下列规定执行：

- 1 基层的掺入比例宜为 20%~80%；
- 2 底基层的掺入比例宜为 60%~100%；
- 3 人行道和非机动车道基层可全部采用再生集料作为骨料。

条文说明

参考调研资料河南省工程建设标准《城镇道路建筑垃圾再生集料路面基层施工技术规范》(DBJ41/T166-2016)中的 5.1.3 条，应合理地选用再生集料适用范围。根据应用路面的不同层位，再生集料的掺入比例建议为 15%~100%。通过试验研究再生粗集料比再生细集料在混合料中性能稳定，应尽可能提高再生粗集料的掺入比例，减少再生细集料的掺入比例。

3.0.4 再生集料混合料应用于高寒地区基层，应满足抗冻性指标要求。

条文说明

寒冷、干燥、日温差变化大以及季节性冻胀等高寒地区气候特点，使得路面在使用过程中出现许多病害，甚至未达到设计使用寿命即破坏。作为我国高等级公路路面基层材料所普遍采用的水泥稳定类半刚性材料亦普遍应用于高寒地区，在高寒地区持续低温及温度循环作用下，水泥稳定粒料基层材料常出现冻融、冻胀破坏，结构损伤不断累积、承载力大幅度降低，严重影响了道路使用寿命。

4 再生集料的生产

4.1 废旧水泥混凝土的收集

4.1.1 废旧水泥混凝土在收集时应做好相关信息的采集与记录工作，主要包括拆除前水泥混凝土的用途、服役时间和强度设计等级、破损和污染状况等。

4.1.2 废旧水泥混凝土的收集宜按原材的设计强度等级进行分选，强度等级 C30 及以上为一级，强度等级 C30 以下为二级。

条文说明

废旧水泥混凝土的收集工作比较复杂，废旧水泥混凝土原设计强度不同、应用部位不同、收集数量也有差异，如在收集过程中先进行分选定级，便于再生集料的高质化利用，减少再生集料的差异性。

再生集料的物理性质与力学性质与废旧混凝土的强度有一定关系。一般情况下，强度高的废旧混凝土破碎后形成的再生集料，其各种物理性质、力学性质表现得更好一些，从而更容易满足规范的要求。C30 混凝土抗压能力强，耐久性优越，一般用于高速公路及桥梁等主要结构构件，废旧水泥混凝土 C30 及以上制作的再生集料性能稳定，可用性高，所以以此为分级点。

4.1.3 废旧水泥混凝土原材的一级或二级材料占比小于 10%，可不分级收集。

条文说明

废旧水泥混凝土在收集过程中，如果一级或二级材料占比小于总收集料的 10%，则对再生集料性能基本无影响，为方便收集工作，减少工序，可不分级收集。

4.1.4 废旧水泥混凝土收集过程中应尽量清除粘连沥青的污染严重的水泥混凝土块、钢筋、及其他杂物。

4.1.5 废旧水泥混凝土的堆放场地应避免二次污染并具备排水功能。

4.2 生产设备

4.2.1 再生集料的生产设备可分为移动式 and 固定式两种。料源较分散、再生集料生产规模较小时，宜选用移动式设备；料源较集中、再生集料生产规模较大时，宜选用固定式设备。

4.2.2 再生集料的生产设备应包括给料系统、破碎系统、筛分系统、输送系统和除尘系统。

4.2.3 给料系统宜采用具有变频调速的篦条式振动给料机，篦条之间的宽度应根据废旧水泥混凝土的碎屑含量进行适当调整，不宜小于 50mm。

4.2.4 破碎系统应采用两级或两级以上破碎设备，初级破碎宜采用颚式破碎机；二级破碎宜采用圆锥式破碎机和压裂式破碎机进行破碎整形。

4.2.5 破碎系统应配备钢筋剔除设备，钢筋剔除设备应具有磁性分选装置。

4.2.6 筛分系统的筛孔尺寸应满足再生集料粒级的要求。

4.2.7 输送系统宜采用带式输送机，并采取必要措施防止粒料离析。

4.3 生产工艺及过程

4.3.1 再生集料生产应符合下列要求：

- 1 再生集料的生产应分档进行，生产后分别堆放。
- 2 再生粗集料的最大粒径不宜大于其原生混凝土中的粗集料最大粒径。

4.3.2 再生集料生产工艺流程见图 4.3.2。

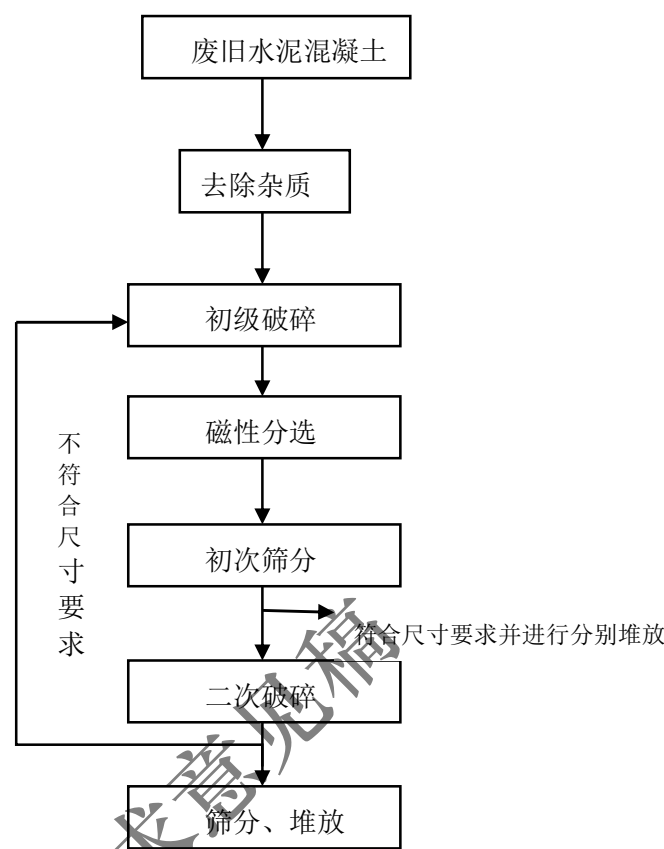


图 4.3.2 再生集料生产工艺流程图

条文说明

再生集料的生产工艺：首先废旧水泥混凝土根据原设计强度进行分级收集，在收集过程中应尽量清除污染严重的水泥混凝土块、钢筋等杂质；再用初级破碎设备（主要采用颚式破碎机）进行破碎，并对细、小的钢筋进行磁性分选，进行初次筛分；如筛分后再生集料的粒径尺寸符合要求，则可根据粒径的大小分别堆放，如筛分后再生集料的粒径尺寸不符合尺寸要求，则进行二次破碎，破碎设备主要圆锥式破碎机和压裂式破碎机等；如仍不能满足要求，再重新进行初级破碎、分选及筛分等工序，直到满足要求。

4.4 堆放与运输

4.4.1 再生集料的半成品堆场、成品堆场应合理布设，尽量减少转运环节和落差。

4.4.2 生产料场应隔离分仓堆存。

4.4.3 再生集料运输和储存过程应采取覆盖措施防雨。

4.5 再生集料分级

4.5.1 再生粗集料和再生细集料的规格应符合《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20)中的相关规定。

4.6 再生粗集料强化处理

4.6.1 废旧水泥混凝土再生粗集料可采用物理强化法或化学强化法对其进行强化处理，以改善再生粗集料的工程特性。

条文说明

破碎得到的再生集料由于其表面存在硬化的水泥浆体，其工程特性尚不能与天然集料相提并论，主要表现为表观密度小，吸水率高，压碎值高等。因此，需要对再生集料的强化处理，主要是通过物理或化学方法去除或者覆盖再生集料表面的硬化水泥浆体，均取得较好的应用效果。

4.6.2 物理强化法以物理磨耗法为主，通过物理磨耗去除再生集料表面的硬化水泥浆体，降低吸水率和压碎值。

4.6.3 化学强化法以化学试剂喷涂法和化学试剂浸润法为主，所应用的化学试剂有聚乙烯醇溶液、有机硅树脂、有机硅防水剂等。

条文说明

化学强化法是通过固化成膜来修复再生集料的微观损伤，可降低再生集料的吸水率和压碎值。

5 原材料要求

5.0.1 水泥、石灰、粉煤灰、天然集料、水及添加剂等原材料应符合《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20) 中的规定。

5.0.2 再生粗集料根据性能指标可分为二类，I类再生粗集料和II类再生粗集料。再生粗集料性能指标及适用范围如下：

1 I类再生粗集料适用于高速公路和一级公路路面基层和底基层；II类再生粗集料适用于高速公路和一级公路的路面底基层，二级及二级以下公路路面基层和底基层。

2 级配再生集料用作基层时，高速公路和一级公路公称最大粒径应不大于26.5mm，二级及二级以下公路公称最大粒径应不大于31.5mm；用作底基层时，公称最大粒径应不大于37.5mm。

3 I类和II类再生粗集料性能指标应符合表5.0.2的规定。

表 5.0.2 再生粗集料主要性能指标

测试指标	再生粗集料种类		检测方法
	I类	II类	
表观密度/kg/m ³	>2450	>2250	T0304
针片状颗粒(质量比)/%	<18	<22	T0312
吸水率/%	<7.0	<9.0	T0304
压碎指标/%	<26	<30	T0316
杂物(按质量计)/%	<1.0		见本规程附录 A
0.075mm 以下含泥量/%	<2.0		T0310

5.0.3 再生细集料根据性能指标可分为二类，Ⅰ类再生细集料和Ⅱ类再生细集料。再生细集料性能指标及适用范围如下：

1 Ⅰ类再生细集料适用于高速公路和一级公路路面的底基层，Ⅱ类再生细集料适用于二级及二级以下公路路面基层和底基层。

2 Ⅰ类和Ⅱ类再生细集料性能指标应符合表 5.0.3 的规定。

3 级配再生细集料可使用细筛余料，或专门轧制的再生细集料。

表 5.0.3 再生细集料主要性能指标

测试指标	再生细集料种类		检测方法
	Ⅰ类	Ⅱ类	
表观密度/kg/m ³	>2450	>2250	T0304
饱和面干吸水率 (%)	≤12.0		T0330
有机质含量 (%)	<2		T0336
硫酸盐含量 (%)	<0.25		T0341
液限 (%)	<28	<40	T0118
塑性指数	<9	<17	
砂当量	≥50	≥40	T 0334
0.075mm 以下含泥量 /%	<2.0		T0310

6 再生混合料组成设计

6.1 一般规定

6.1.1 在满足路面基层性能要求的前提下，路面基层混合料组成设计应尽量提高废旧水泥混凝土再生集料的掺量。

6.1.2 应根据当地再生集料的特点和再生混合料设计要求，通过配合比设计选择最优的工程性能。如再生集料级配不能满足本规程相关技术要求，应添加天然集料，以满足工程需要。

条文说明

本规范的再生集料主要针对的是公路工程中的废旧水泥混凝土，比城镇道路建筑垃圾再生集料品质好、杂质少，如再生集料满足本规程第四章要求，则不硬性要求掺入比例，如不满足要求，则根据实际情况，增加天然集料的掺加比例，保证应用集料的品质。

6.1.3 确定再生混合料最大干密度指标时宜根据路面基层结构类型和混合料组成设计，选用重型击实方法，也可采用振动压实法。

6.1.4 对水泥稳定、水泥粉煤灰稳定材料，应分别进行不同成型时间条件下的混合料强度试验，绘制相应的延迟曲线，并根据设计要求确定容许延迟时间。延迟曲线绘制应参照《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20）的规定执行。

6.2 强度要求

6.2.1 应采用 7d 龄期无侧限抗压强度作为再生混合料施工质量控制的主要指标。水泥稳定再生集料的 7d 龄期无侧限抗压强度标准 R_d 应表 6.2.1 的规定。

表 6.2.2 水泥稳定再生集料的 7d 龄期无侧限抗压强度标准 R_d (MPa)

结构层	公路等级	极重、特重交通	重交通	中、轻交通
基层	高速公路和一级公路	5.0~7.0	4.0~6.0	3.0~5.0
	二级及二级以下公路	4.0~6.0	3.0~5.0	2.0~4.0
底基层	高速公路和一级公路	3.0~5.0	2.5~4.5	2.0~4.0
	二级及二级以下公路	2.5~4.5	2.0~4.0	1.0~3.0

6.2.2 水泥粉煤灰稳定再生集料和石灰粉煤灰稳定再生集料等其他结构的 7d 龄期无侧限抗压强度标准应按《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20) 的规定执行。

6.3 再生集料推荐级配

6.3.1 水泥稳定再生集料级配可采用表 6.3.1 中推荐的级配范围，并宜符合下列规定：

1 用于高速公路和一级公路时，级配应符合表 6.3.1 中 A、B 的规定，A 级配适用于路面基层和底基层。再生混合料密实时也可采用 B 级配。

2 用于二级及二级以下公路时，级配应符合表 6.3.1 中 C、D 的规定。C 级配适用于路面基层和底基层。D 级配适用于极重、特重交通荷载等级下的基层。

表 6.3.1 水泥稳定再生集料的推荐级配范围 (%)

筛孔尺寸	高速公路和一级公路		二级及以下公路	
	A	B	C	D
31.5		100	100	

26.5	100		100-85	100
19	82~78	66-84	83-69	100-85
16	75-69		78-61	88-75
13.2	68-61		71-54	79-63
9.5	58-49	36-56	62-43	67-48
4.75	41-31	20-30	46-26	46-26
2.36	28-19	14-26	33-16	33-16
1.18	20-11		24-10	24-10
0.6	13-16	7-13	17-6	17-6
0.3	8-4		12-4	12-4
0.15	6-2		9-2	9-2
0.075	4-1	0-2	6-1	6-1

条文说明

1 通过试验检测，表 6.3.1 水泥稳定再生集料的推荐级配 7d 龄期无侧限抗压强度值一般在 5MPa 以上，性能表现稳定。

2 0.075mm 级配范围规定偏严格，因为再生集料在拌合过程中易产生细小粉末，会增加 0.075mm 再生集料的量，为保证混合料的强度及性能，将该指标规定偏严格。

6.3.2 水泥粉煤灰稳定再生集料，粉煤灰应等质量替代水泥作为胶结材料，替代率不宜超过 20%。

6.3.3 石灰粉煤灰稳定再生集料，其中石灰与粉煤灰的比例可用 1:2~1:4，石灰粉煤灰与再生集料的比例宜为 20:80~15:85。

6.3.4 石灰粉煤灰稳定再生集料、水泥粉煤灰稳定再生集料和级配再生集料的级配范围均应符合《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20）的规定。

6.4 目标配合比设计

6.4.1 应根据再生集料的性能特点，通过原材料性能的试验评定，选定结合料类型，确定再生混合料配合比设计的技术标准。

6.4.2 再生混合料的组成设计适配时，基层水泥掺量宜为 3%~7%，在达到强度前提下，宜采用最小水泥剂量。

6.4.3 水泥稳定再生集料目标配合比设计按下列步骤执行，水泥粉煤灰稳定再生集料和石灰粉煤灰稳定再生集料目标配合比设计参照执行。

1 水泥稳定再生集料作基层和底基层用时，用推荐的五种水泥剂量配制混合料。

2 确定各种混合料的最佳含水量和最大干(压实)密度，至少应做三个不同水泥剂量混合料的击实试验，即最小剂量、中间剂量和最大剂量。其他两个剂量混合料的最佳含水量和最大干密度可用内插法确定。

3 按规定压实度分别计算不同水泥剂量的试件应有的干密度。

4 按最佳含水量和计算得的干密度制备试件。进行强度试验时，作为平行试验的最少试件数量应不小于《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20)中规定数量。如试验结果的偏差系数大于表中规定的值，则应重做试验，并找出原因，加以解决。如不能降低偏差系数，则应增加试件数量。

5 试件在规定温度下保湿养生 6d，浸水 24h 后，按现行《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》(JTG/T E51)进行无侧限抗压强度试验。

6 计算试验结果的平均值和偏差系数。

7 根据设计的强度标准，选定合适的水泥剂量，此剂量试件室内试验结果的平均抗压强度 R 应符合公式(1)的要求：

$$\bar{R} \geq R_d / (1 - Z_a C_v) \quad (1)$$

式中： R_d ——设计抗压强度；

C_v ——试验结果的偏差系数(以小数计)；

Z_a ——标准正态分布表中随保证率(或置信度 α)而变的系数，高速公路

和一级公路应取保证率 95 %，即 $Z_a=1.645$ 或 1.282。

6.4.4 应采用重型击实试验方法确定的最佳含水率、最大干密度及压实度要求成型标准试件，验证不同结合料剂量条件下混合料的技术性能，确定满足设计要求的最佳剂量。

6.5 生产配合比设计技术要求

6.5.1 再生混合料生产参数的确定应包括结合料剂量、含水率和最大干密度等指标，并应符合下列规定：

- 1、工地实际采用的水泥剂量宜比室内试验确定的剂量多 0.5%~1.0%。采用集中厂拌法施工时，宜增加 0.5 %。
- 2、以配合比设计的结果为依据，综合考虑施工过程的气候条件，对于水泥稳定再生材料，含水率可增加 0.5~1.5 个百分点。
- 3、最大干密度应以最终合成级配击实试验的结果为标准。

6.6 再生集料抗冻性要求

6.6.1 高寒地区，再生集料混合料基层抗冻性技术指标应符合表 6.6.1 规定，抗冻性试验方法详见附录 B。

表 6.6.1 再生集料混合料基层抗冻性试验技术要求

项目	单位	公路等级	技术要求	试验方法
冻融残留强度比	%	高速路、一级公路	35	本规程附录 B
		二级公路	50	

7 施工与质量控制

7.1 一般规定

7.1.1 在雨季施工，应特别注意气候变化，勿使再生混合料遭雨淋。遇到降雨应停止施工并搭设雨棚，但已经摊铺的水泥混合料应尽快碾压密实。

7.1.2 应在混合料处于或略大于最佳含水量时进行碾压，直到达到下列按重型击实实验法确定的要求压实度（最低要求）。

1 基层：

高速公路和一级公路	98%
二级和二级以下公路	97%

底基层：

高速公路和一级公路	97%
二级和二级以下公路	95%

2 对于级配再生集料，基层压实度应不小于 99%，底基层压实度应不小于 97%。

7.1.3 再生集料使用前必须进行检测，各项指标符合本规范要求后，方可使用。

7.1.4 再生混合料应避免冬季施工。

7.1.5 再生混合料施工、养生完成后，应及时进行上面结构层施工。

7.1.6 再生混合料宜采用集中厂拌生产。

7.1.7 水泥稳定再生集料基层施工除本章另有规定外，其混合料的生产、运输、摊铺、碾压、养生、交通管制、层间处理等应按现行《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20）执行。

7.2 施工前准备

7.2.1 应对下承层进行验收，验收通过后方可进行路面基层施工。

条文说明

路基上不能及时进行路面基层施工的原因可能是突发暴雨等情况，必须对路基进行复检，对不合格的部位应进行重新碾压。

7.2.2 施工前应对工程所需的机械设备进行相关的保养与试机工作，并备齐配件；应配备齐全路面基层所需的质量检测仪器。

7.2.3 拌和设备应根据备料档数配备料仓，再生集料宜单独配制不少于 4 个冷料仓。料仓应安装电子秤，其精度应达到 $\pm 0.5\%$ 。

7.2.4 正式开工前，应铺筑不小于 200m 的试验段，确定施工工艺和质量控制要求，流水作业段的长度以 200m 为宜，选用路段前 50m 作为试验段以确定实际松铺系数。

7.3 混合料生产拌和

7.3.1 再生混合料应具有足够的拌和时间并且保证拌和均匀，且生产拌和能力应与混合料摊铺能力相匹配。

7.3.2 拌和前应检查每个规格再生集料的级配组成和含水率。

7.3.3 拌和时应定期检测供料运输带的供料情况，如发现混合料异常，应立即停机查清原因。

7.3.4 水泥稳定再生集料拌和设备的产量宜大于 500t/h。

7.3.5 天气炎热或运距较远时，再生混合料运输时应采取措施防止水分损失。再生混合料的运送频率应能保证施工的连续性。

7.4 混合料的摊铺

7.4.1 摊铺机的摊铺速度应控制在 1.5 m/min~2.5m/min。

7.5 混合料的碾压

7.5.1 混合料的碾压设备主要采用双钢轮、单钢轮振动压路机及胶轮压路机。碾压过程可分为初压阶段、复压阶段和终压阶段，碾压过程应遵守下列要求：

1 碾压过程初压、复压、终压应做好衔接工作，具有及时性。

2 碾压层厚度超过 20cm，应采用 30t 以上的重型压路机碾压。

7.5.2 碾压时压路机应从低处向高侧进行，碾压轨迹应重复 1/3，在碾压两端接头处，成横向 45° 进行阶梯状碾压。压路机如需换挡或停机时，需先停止振压再进行换挡或停机操作，不得在未经碾压的基层上停留。

7.5.3 初压阶段基层边缘应留 30cm 不碾压，由复压阶段碾压，其余部位由人工进行拍实修整成斜坡状。

7.5.4 路面两侧部位应适当多碾压 2~3 遍。

7.5.5 碾压长度通常宜为 40~50m，如夏季高温水分蒸发快，应当缩短碾压长度。

7.6 混合料的养生

7.6.1 再生混合料应及时补水保湿养生，再生集料结构层表面应及时覆盖保持湿润。

7.6.2 再生混合料养生时间宜不少于 14d。

7.6.3 施工结构层上未铺封层或面层时，除施工车辆可慢速（不超过 30km/h）通行外，禁止一切机动车辆通行。

7.6.4 再生集料基层未洒透层沥青或未铺封层时，禁止开放交通。

7.7 施工质量标准与控制

7.7.1 再生混合料基层、底基层施工的质量标准与控制应按现行《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20）相关要求执行。

7.7.2 再生混合料在生产过程中的含水率检测频率应为 2~3h/次。

7.7.3 同一厂家、同一类别、同一规格、同一批次的再生集料，每 400m^3 或 600t 应作为一个检验批，不足 400m^3 或 600t 的应按一批计。

7.7.4 再生集料进场检验项目应按本规程表 5.0.2 和表 5.0.3 的规定执行。如有一项指标达不到要求时，应考虑降级使用。

征求意见稿

附录 A 再生粗集料杂物测试方法

A.1 适用范围

本检测方法适用于检测再生细集料中杂物（包括金属、塑料、沥青、木头、玻璃、陶瓷、草根、树叶、树枝、纸张、石灰、石膏、毛皮、煤块和炉渣等所有不属于混凝土、砂浆或石块的物质）的含量。

A.2 仪器

A.2.1 电子秤：量程 100kg 以上，精度 0.1kg。

A.3 取样数量

A.3.1 再生粗集料根据集料最大粒径确定最少取样数量，取样数量见表 A.3.1 的规定。

表 A 3.1 再生粗集料杂物试验取样数量

规格	最大粒径（mm）				
	9.5	16.0	19.0	26.5	31.5
最少取样数量 （kg）	15	15	30	30	50

A.4 方法与步骤

A.4.1 按照规定的取样方法，抽取 5kg 试样，用四分法称取试样不少于 1kg，记为 m_1 ，精确至 0.1kg。

A.4.2 用人工分选法选出金属、沥青、木头、树枝等杂物，并称重 m_2 ；

A.4.2 计算杂物含量，公式如下所示；

$$\text{杂物百分含量} = \frac{m_1}{m_2} \times 100\%$$

式中： m_1 —再生粗集料试样重量，kg；

m_2 —再生粗集料试样中杂物重量，kg；

A.4.3 应进行三次平行试验，试验结果取三次试验结果的算术平均值，精确至 0.1%。

附录 B 再生集料混合料基层抗冻性试验方法

B.1 适用范围

本检测方法适用于二灰稳定类、水泥稳定类等半刚性再生混合料的抗冻性试验。

半刚性基层再生混合料的抗冻性以冻融残留抗压强度比来表征。是按规定龄期（28d）的半刚性基层再生混合料在经过数个冻融循环后的饱水无侧限抗压强度与冻前饱水无侧限抗压强度的比值。

本试验方法用混合料成型的最大干密度和最佳含水量标准制备的试件。试件采用直径为 150mm 的圆柱体，高度与直径之比为 1:1。

B.2 仪器

B.2.1 路用材料强度试验仪或规格不小于 200kN 的压力机；

B.2.2 试模：

试模直径×高=150mm×150mm；

B.2.3 天平：感量 0.01g；

B.2.4 脱模器；

B.2.5 恒温（20±2）℃保湿（97%）养生箱；

B.2.6 恒温冰箱：能保持温度为 -18°C ，当缺乏专用的恒温冰箱时，可采用家用电冰箱的冷冻室代替，控温准确度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；

B.2.7 台秤：称量 15kg，感量 5g；

B.2.8 水槽：深度大于试件高度 50mm；

B.2.9 其他仪器：量筒、拌和工具、漏斗、大小铝盒、烘箱等。

B.3 材料的准备

B.3.1 试料的准备按《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》(JTJ E51)中的 T 0805 中的规定进行。

B.4 试件的制备

B.4.1 无机结合料稳定材料的最大干密度和最佳含水量按照击实试验方法确定，或者按振动压实试验方法确定。静压法成型试件压实度取 98%。

B.4.2 每组试件个数为 2×9 个。

B.5 试件养生

养生温度取 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；

冻融 5 次循环的试件养生期为 28d，如有需要可养生 180d，冻融 10 次循环。

B.6 试验步骤

B.6.1 养生龄期结束前一天，将试件在室温下饱水 24h。

B.6.2 将饱水后的试件从水中取出，拭干表面的水分、称重。用游标卡尺量试件的高度 h_1 ，准确到 0.1mm。

B.6.3 把试件分成两组，每组 9 个试件，第一组试件放到路面材料强度试验仪的升降台上（台上先放一个扁球座），进行抗压试验。试验过程中，应使试件的形变等速增加，并保持速率约为 1mm/min。记录试件破坏时的最大压力 P (N)。

B.6.4 将第二组试件放入恒温冰箱（或家用冰箱的冷冻室），冷冻温度为 $-18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，保持冰冻 $16\text{h} \pm 1\text{h}$ 。

B.6.5 将第二组经过冰冻的试件取出，称重，用游标卡尺量试件的高度 h_2 ，准确到 0.1mm，然后放入室温为 20°C 的水槽中融化，保持 $8\text{h} \pm 1\text{h}$ 。

B.6.6 将第二组经过冻融循环的试件从水槽中取出，用软物吸去试件表面自由水，并称试件的质量，然后放入冻箱中，重复第一个冻融循环的过程。

B.6.7 根据试验要求，分别冻融 5 个或 10 个循环。对最后一个冻融循环的试件从冰箱中取出，放入水槽中饱水 24h 饱水结束后从水中取出，拭去表面的自由水，然后称重，量高。

B.6.8 把经过冻融循环的试件放到路面材料试验仪的升降台上，进行抗压试验。试验过程中，应使试件的形变等速增加，并保持速率约为 1mm/min。记录破坏时的最大压力 P (N)。

B.7 计算

B.7.1 试件无侧限抗压强度的计算

$$R_c(R_{DC})=P/A=0.000057P \quad (\text{D-1})$$

式中： R_c 、 R_{DC} —试件冻融前、后的饱水无侧限抗压强度（MPa）；

P —试件破坏时的最大压力（N）；

A —试件的截面积（mm²）。

B.7.2 试验的允许误差

对于试件的试验偏差系数 C_γ （%）应不大于 20%。

B.7.3 半刚性基层材料冻融残留抗压强度比的计算

$$BDR = (R_{DC}/R_c) \times 100 \quad (D-2)$$

式中： BDR —半刚性基层材料冻融残留强度比（%）；

R_c 、 R_{DC} —意义同前。

本标准用词说明

1 本标准执行严格程度的用词采用下列写法：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词，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用词，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用词，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用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

1) 在标准总则中表述与相关标准的关系时，采用“除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定”。

2) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准或行业标准时，应表述为“应符合《××××××》(×××)的有关规定”。

3) 当引用本标准中的其他规定时，应表述为“应符合本标准第×章的有关规定”、“应符合本标准第×.×节的有关规定”、“应符合本标准第×.×.×条的有关规定”或“应符合按本标准第×.×.×条的有关规定执行”。