

DB37

山 东 省 地 方 标 准

DB37/T 4772—2024

公路工程废旧混凝土再生集料混凝土应用 技术规程

Technical code of practice for the application of concrete with recycled aggregate
crushed by waste concrete from highway engineering

2024 - 11 - 28 发布

2024 - 12 - 28 实施

山东省市场监督管理局 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 程序构成 2

5 材料 3

 5.1 再生粗集料 3

 5.2 水泥 3

 5.3 掺合料 3

 5.4 集料 3

 5.5 外加剂 3

 5.6 水 4

6 配合比 4

 6.1 概述 4

 6.2 配合比设计 4

7 施工 5

 7.1 再生混凝土生产 5

 7.2 运输 5

 7.3 浇注与振捣 5

 7.4 养护 5

8 质量检验与验收 5

 8.1 材料检验 5

 8.2 拌合物性能检验 7

 8.3 硬化混凝土性能检验 7

 8.4 混凝土工程验收 7

9 追溯方法 7

 9.1 标记方法 7

 9.2 过程记录 8

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东省交通运输厅提出并组织实施。

本文件由山东省交通运输标准化技术委员会归口。

公路工程废旧混凝土再生集料混凝土应用技术规程

1 范围

本文件确立了公路工程废旧混凝土再生粗集料混凝土应用程序，规定了公路工程废旧混凝土再生粗集料混凝土的材料、配合比、施工、质量检验与验收阶段的操作指示，以及上述阶段之间的转换条件，描述了过程记录、标记等追溯方法。

本文件适用于公路工程废旧混凝土再生粗集料混凝土在各等级公路新建、改（扩）建及养护工程中的应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 175 通用硅酸盐水泥
GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
GB 8076 混凝土外加剂
GB/T 14684 建设用砂
GB/T 14685 建设用卵石、碎石
GB/T 14902 预拌混凝土
GB/T 17431.2 轻集料及其试验方法 第2部分：轻集料试验方法
GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
GB/T 25177 混凝土用再生粗骨料
GB/T 27690 砂浆和混凝土用硅灰
GB 50164—2011 混凝土质量控制标准
JGJ 55—2011 普通混凝土配合比设计规程
JGJ 63 混凝土用水标准
JTG 3432—2024 公路工程集料试验规程
JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
JTG/T 3650—2020 公路桥涵施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

公路工程废旧混凝土 waste concrete from highway engineering
公路工程建设过程中结构物拆除、水泥混凝土路面翻修等状况下产生的水泥混凝土废弃物。

3.2

再生粗集料 recycled coarse aggregate
公路工程废旧混凝土（3.1）破碎加工后粒径在4.75 mm至40 mm之间的颗粒。

3.3

微粉含量 content of fine powder

混凝土用再生粗集料（3.2）中粒径小于75 μm的颗粒含量。

3.4

附加用水量 additional water consumption

提供再生粗集料（3.2）早期快速吸水用的水量。

4 程序构成

公路工程废旧混凝土再生集料混凝土的应用包括6个阶段。其中配合比阶段细分为7个步骤，施工阶段细分为4个步骤。程序流程图如图1所示。

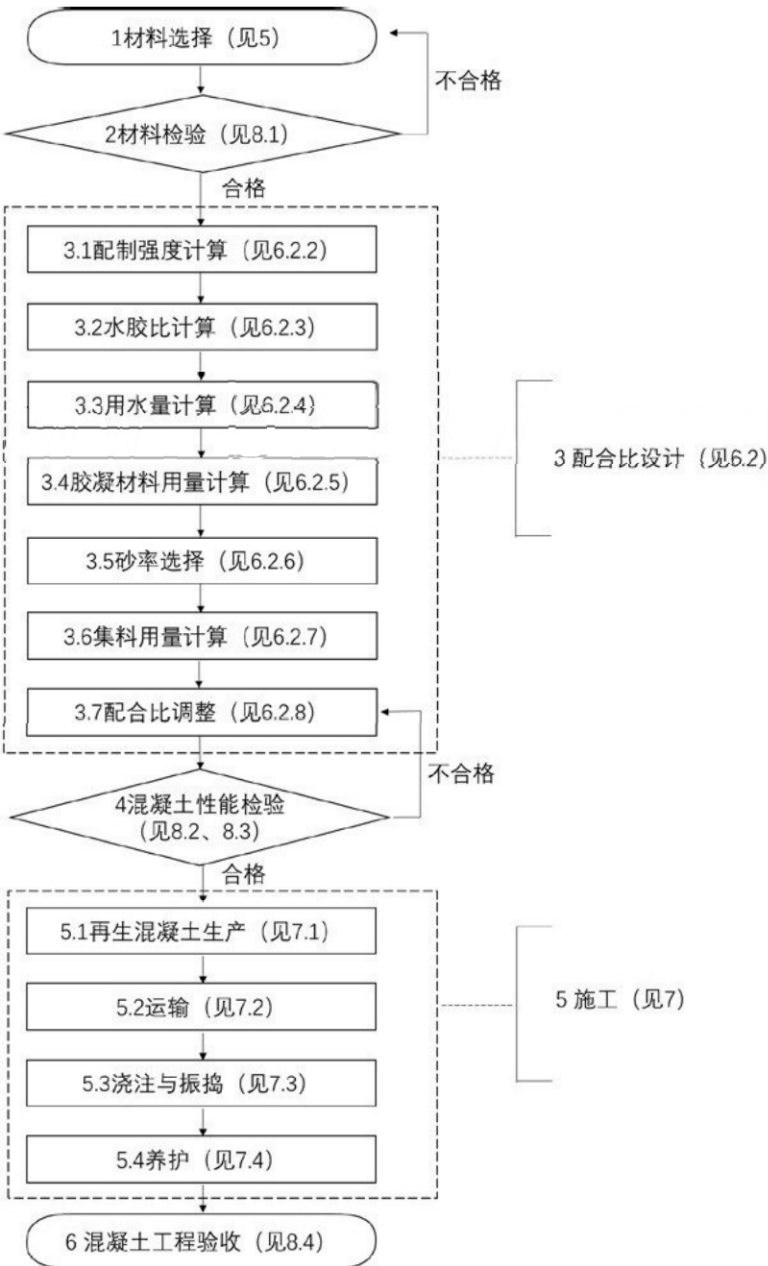


图1 公路工程废旧混凝土再生集料混凝土应用技术程序流程图

5 材料

5.1 再生粗集料

- 5.1.1 经硫酸盐侵蚀、氯盐侵蚀、碱集料反应等腐蚀的公路工程废旧混凝土不用于制备再生粗集料。
- 5.1.2 再生粗集料按性能要求分为 I 类、II 类和 III 类。
- 5.1.3 按照 JTG/T 3650—2020 中 6.4.3 的要求级配再生粗集料，按照 JTG 3432—2024 中 T 0302—2024 检测粗集料筛分试验；其他技术要求及试验方法按表 1 执行。

表1 再生粗集料技术要求及试验方法

项 目	类 型			试验方法
	I 类	II 类	III 类	
压碎值/%	<12	<20	<30	JTG 3432—2024 T 0316—2024
坚固性/%	<5.0	<10.0	<15.0	GB/T 14685
吸水率/%	<3.0	<5.0	<8.0	GB/T 17431.2
泥块含量/%	<0.5	<0.7	<1.0	GB/T 14685
微粉含量/%	<1.0	<1.5	<2.0	JTG 3432—2024 T 0310—2005
空隙率/%	<47	<50	<53	GB/T 14685
表观密度/（kg/m ³ ）	≥2600			GB/T 14685
杂物总量/%	<1.0			GB/T 25177
针片状颗粒含量/%	<10			JTG 3432—2024 T 0311—2005
氯化物含量/%	<0.06			GB/T 14684
硫化物及硫酸盐含量/%	<2.0			GB/T 14685
有机物含量	合格			GB/T 14685
注：微粉含量试验方法参考 JTG 3432—2024 T 0310—2005 含泥量试验方法。				

- 5.1.4 经碱集料反应试验后，由再生粗集料制备的试件无裂纹、酥裂或胶体外溢等现象，膨胀率小于 0.10%。按照 GB/T 14685 检测碱集料反应。

5.2 水泥

水泥强度等级不宜低于42.5，使用符合GB 175的水泥。

5.3 掺合料

- 5.3.1 使用符合 GB/T 27690 的硅灰。
- 5.3.2 使用符合 GB/T 18046 的矿渣。
- 5.3.3 使用符合 GB/T 1596 的粉煤灰。

5.4 集料

- 5.4.1 使用符合 GB/T 14684 的细集料。
- 5.4.2 使用符合 GB/T 14685 的粗集料。

5.5 外加剂

使用符合GB 8076的外加剂。

5.6 水

使用符合JGJ 63的水。

6 配合比

6.1 概述

- 6.1.1 I类再生粗集料可用于配制 C60 及以下强度等级混凝土、II类再生粗集料可用于配制 C50 及以下强度等级混凝土；III类再生粗集料可用于配制 C40 及以下强度等级混凝土，不宜用于配制有抗冻性要求的混凝土；再生粗集料不用于预应力混凝土。
- 6.1.2 再生粗集料在混凝土中的掺量宜符合表 2 的规定。

表2 再生粗集料在混凝土中的掺量

混凝土标号	类型		
	I类	II类	III类
C60、C55	≤30%	—	—
C50、C45	≤50%	≤30%	—
C40、C35、C30	≤60%	≤45%	≤30%
C25及以下	≤70%	≤60%	≤50%
注：— 代表不适用。			

- 6.1.3 再生粗集料在混凝土中的掺量若超出表 2 规定范围，经拌合物性能试验检验、硬化混凝土性能试验检验及混凝土耐久性与长期性能试验检验，满足混凝土性能要求方可使用。
- 6.1.4 再生粗集料混凝土的 1 h 坍落度损失不超过 30 mm；再生粗集料混凝土的其他拌合物性能、力学性能、长期性能和耐久性能符合 GB 50164 的规定。

6.2 配合比设计

- 6.2.1 通过计算和试配确定再生粗集料混凝土的配合比。
- 6.2.2 按照 JGJ 55—2011 中第 4 章的规定计算再生粗集料混凝土配制强度；按照 JGJ 55 的规定取值 I类再生粗集料各掺量混凝土标准差；II类、III类再生粗集料掺量不超过 30 %时，按照 JGJ 55 的规定取值标准差，掺量超过 30%时，按照表 3 的规定取值标准差。

表3 再生粗集料混凝土抗压强度标准差推荐值

单位为兆帕

强度等级	类型		
	≤C20	C25, C30	C35, C40
σ	4.0	5.0	6.0

- 6.2.3 按照 JGJ 55—2011 中 5.1 的规定计算再生粗集料混凝土水胶比。
- 6.2.4 用水量包括拌和用水量和附加用水量两部分，计算方法符合下列规定。
- a) 按照 JGJ 55—2011 中 5.2 用水量的规定计算拌和用水量。
- b) 再生粗集料采用饱水处理时，不考虑附加用水量，再生混凝土的用水量直接按拌和用水量确定。否则，附加用水量按公式（1）计算：

$$m_2 = m_{RCA} \times (w_2 - w_1) \cdots \cdots (1)$$

式中：

- m_2 ——附加用水量，单位为千克（kg）；
- m_{RCA} ——再生粗集料用量，单位为千克（kg）；
- w_2 ——再生粗集料1 h吸水率，试验方法按GB/T 17431.2中吸水率试验的规定进行，%；
- w_1 ——再生粗集料自然含水率，%。

6.2.5 按公式（2）计算胶凝材料用量：

$$m_b = \frac{m_1}{W/B} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- m_b ——胶凝材料用量，单位为千克（kg）；
- m_1 ——拌和用水量，单位为千克（kg）；
- W/B ——混凝土水胶比，无单位。

- 6.2.6 按照 JGJ 55—2011 中 5.4 砂率的规定计算砂率。在满足和易性要求前提下，再生粗集料混凝土宜采用较高的砂率。
- 6.2.7 按照 JGJ 55—2011 中 5.5 粗、细集料用量的规定计算集料用量。
- 6.2.8 按照 JGJ 55—2011 中第 6 章的规定试配、调整与确定再生粗集料混凝土配合比。

7 施工

7.1 再生混凝土生产

- 7.1.1 按照 GB 50164 及 GB/T 14902 的规定，生产方式采用预拌方式。
- 7.1.2 再生集料设置单独料仓，有条件时宜进行饱水处理。
- 7.1.3 生产前测定各类集料的含水率，根据测定结果调整材料用量，提出施工配合比。
- 7.1.4 生产时投料顺序宜先加入再生集料，原生集料，附加用水及拌和用水，搅拌时间不低于 15 s 后，依次加入胶凝材料和减水剂等外加剂。
- 7.1.5 总搅拌时间不宜小于 2 min。
- 7.1.6 符合安全、耐久、环保和节能减排的要求。

7.2 运输

- 7.2.1 按照 GB 50164—2011 中 6.5.1、6.5.3 以及 6.5.4 的规定采用搅拌罐车运输。
- 7.2.2 运输时间不宜超过 1 h。
- 7.2.3 如需延长运输时间，只准许采取经过试验验证的技术措施。

7.3 浇注与振捣

按照GB 50164—2011中6.6的规定进行浇注与振捣。

7.4 养护

按照GB 50164—2011中6.7的规定进行养护。

8 质量检验与验收

8.1 材料检验

8.1.1 检测施工前和施工过程中各种材料的质量，结果符合第 5 章的规定，只准许满足要求的原材料进场。

8.1.2 再生粗集料的检测项目、检测频率、检测方法符合表 4 的规定。

表4 再生粗集料进场前检测的项目与频率

材料类型	检测项目	检测频率	检测方法
再生粗集料	级配	每批检测 1 次，同产地同规格连续进场不超过 400m³ 或 600 t 为 1 批，小批量进场的不超过 400m³ 或 600t 为 1 批。	GB/T 14685
	压碎值		JTG 3432—024 T 0316—2024
	吸水率		GB/T 17431.2
	针片状颗粒含量		JTG 3432—2024 T 0311—2005
	表观密度		GB/T 14685
	坚固性		GB/T 14685
	泥块含量		GB/T 14685
	微粉含量		JTG 3432—2024 T 0310—2005
	空隙率		GB/T 14685
	杂物总量		GB/T 25177
	氯化物含量	必要时	GB/T 14684
	硫化物及硫酸盐含量		GB/T 14685
	有机物含量		GB/T 14685
注：“必要时”是指施工各方任何一个部门发现试验数据有异常波动，提出需要检查时，或是根据需要商定的检查频度。			

8.1.3 其他材料检验符合表 5 的规定。

表5 其他原材料进场前检查的项目与频率

材料类型	检查项目	检查频率	检测方法
水泥	强度	每批检测 1 次，散装水泥 500t 为 1 批，袋装水泥 200t 为 1 批，当 1 批不足 500t 或 200t 时，按 1 批计。	GB 175
	凝结时间		
	细度（80μm 方孔筛筛余量）		
	安定性		
	SO ₃ 含量	必要时	
	氧化镁		
	氯离子		
硅灰	二氧化硅	每批检测 1 次，当 1 批超过 200t 时每 200t 检测 1 次。	GB/T 27690
	含水率		
	细度（45μm 方孔筛筛余量）		
	活性指数		
	烧失量	必要时	GB/T 27690
	氯离子		
	需水量比		

表 5（第 2 页/共 2 页）

材料类型	检查项目	检查频率	检测方法
矿渣	含水率	每批检测 1 次，当 1 批超过 200t 时每 200t 检测 1 次。	GB/T 18046
	细度（45μm 方孔筛筛余）		
	活性指数		
	氧化镁	必要时	
	三氧化硫		
	烧失量		
	氯离子		
	需水量比		
粉煤灰	细度（45μm 方孔筛筛余）	每批检测 1 次，当 1 批超过 200t 时每 200t 检测 1 次。	GB/T 1596
	强度活性指数		
	需水量比	必要时	
	烧失量		
	含水量		
	三氧化硫		
	游离氧化钙		
	二氧化硅		
	密度		
	安定性		
细集料	颗粒组成	每批检测 1 次，同产地同规格连续进场不超过 400m³或 600t 为 1 批，小批量进场的不超过 400m³或 600t 为 1 批。	JTG 3432
	MB 值		
	小于 0.075mm 含量		
	密度	必要时	
	含水率		
注：“必要时”是指施工各方任何一个部门发现试验数据有异常波动，提出需要检查时，或是根据需要商定的检查频度。			

8.2 拌合物性能检验

按照GB 50164—2011中7.2的规定对混凝土拌合物性能检验，检验结果符合6.1.4的规定。

8.3 硬化混凝土性能检验

按照GB 50164—2011中7.3的规定对硬化混凝土性能检验，检验结果符合6.1.4的规定。

8.4 混凝土工程验收

按照JTG F80/1的规定进行验收。

9 追溯方法

9.1 标记方法

在材料、配合比、质量检验与验收阶段，标记的内容包括：

- 做标记时试样的形状；
- 标记的编号；
- 做标记的人员姓名；
- 标记时间；
- 其他。

9.2 过程记录

在进行第4章所规定的各个阶段的程序指示过程中，记录并保持以下内容：

- 进行各个阶段程序指示的人员姓名；
 - 时间；
 - 地点；
 - 进行的具体操作内容；
 - 操作的结果或观察到的现象；
 - 其他。
-