

UDC

中华人民共和国行业标准



JGJ/T 240 - 2011

备案号 J 1187 - 2011

P

# 再生骨料应用技术规程

Technical specification for application  
of recycled aggregate

2011 - 04 - 22 发布

2011 - 12 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

UDC

中华人民共和国行业标准



P

JGJ/T 240 - 2011

备案号 J 1187 - 2011

# 再生骨料应用技术规程

Technical specification for application  
of recycled aggregate

2011 - 04 - 22 发布

2011 - 12 - 01 实施



1 5 1 1 2 2 0 6 8 2

统一书号: 15112 · 20682  
定 价: 10.00 元

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

## 再生骨料应用技术规程

Technical specification for application  
of recycled aggregate

JGJ/T 240 - 2011

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2011年12月1日

批准《再生骨料应用技术规程》为行业标准，编号为

JGJ/T 240 - 2011，自2011年12月1日起实施。

本规程由住房和城乡建设部归口，北京市住房和城乡建设委员会归口。

主编单位：北京市住房和城乡建设委员会

主编单位：北京市住房和城乡建设委员会

主编单位：北京市住房和城乡建设委员会

2011年12月22日

开本：880×1188毫米 1/32 印数：10000册

2011年12月1日第一次印刷

定价：10.00元

统一书号：15115·01085

中国标准出版社

中国建筑工业出版社

2011 北京

本社网址：http://www.china-building.com.cn  
网上书店：http://www.china-building.com.cn

中华人民共和国行业标准

再生骨料应用技术规程

Technical specification for application  
of recycled aggregate

JGJ/T 240 - 2011

中华人民共和国行业标准

再生骨料应用技术规程

Technical specification for application

of recycled aggregate

JGJ/T 240 - 2011

\*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

\*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：2 字数：51 千字

2011 年 7 月第一版 2011 年 7 月第一次印刷

定价：10.00 元

统一书号：15112·20682

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：http://www.cabp.com.cn

网上书店：http://www.china-building.com.cn

## 中华人民共和国住房和城乡建设部

### 公 告

第 994 号

### 关于发布行业标准《再生骨料 应用技术规程》的公告

现批准《再生骨料应用技术规程》为行业标准，编号为 JGJ/T 240-2011，自 2011 年 12 月 1 日起实施。

本规程由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2011 年 4 月 22 日



## 前 言

根据原建设部《关于印发〈2007年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）〉的通知》（建标〔2007〕125号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本规程。

本规程的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 再生骨料的技术要求、进场检验、运输和储存；5. 再生骨料混凝土；6. 再生骨料砂浆；7. 再生骨料砌块；8. 再生骨料砖。

本规程由住房和城乡建设部负责管理，由中国建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国建筑科学研究院（地址：北京市北三环东路30号，邮编：100013）。

本规程主编单位：中国建筑科学研究院  
青建集团股份有限公司

本规程参编单位：同济大学  
青岛理工大学  
北京建筑工程学院  
中国建筑材料科学研究总院  
广州市建筑科学研究院  
邯郸市建筑科学研究所  
北京城建建材工业有限公司  
邯郸全有生态建材有限公司  
西麦斯（青岛）有限公司  
中建商品混凝土有限公司

青岛农业大学  
青岛信达荣昌基础建设工程有限公司  
辽宁省建设科学研究院  
天津市水利科学研究院  
北京元泰达环保建材科技有限责任公司  
甘肃土木工程科学研究院  
哈尔滨工业大学  
青岛绿帆再生建材有限公司  
贵州成智重工科技有限公司  
许昌金科建筑清运有限公司  
建研建材有限公司

本规程主要起草人员：赵霄龙 张同波 肖建庄 李秋义  
陈家珑 王武祥 张秀芳 何更新  
任俊 冷发光 蔡亚宁 梅爱华  
张文彬 张胜彦 寇全有 邹超英  
全洪珠 王军 曹剑 李红  
王岩 王春波 孙永军 杨慧  
吴建民 陈勇 朱东敏 李建明  
本规程主要审查人员：王甦 阎培渝 陶驷骥 曹万林  
关淑君 赵文海 路来军 杨思忠  
兰明章 檀春丽

## 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 .....                 | 4  |
| 4 再生骨料的技术要求、进场检验、运输和储存 ..... | 5  |
| 4.1 技术要求 .....               | 5  |
| 4.2 进场检验 .....               | 6  |
| 4.3 运输和储存 .....              | 7  |
| 5 再生骨料混凝土 .....              | 8  |
| 5.1 一般规定 .....               | 8  |
| 5.2 技术要求和设计取值 .....          | 9  |
| 5.3 配合比设计 .....              | 10 |
| 5.4 制备和运输 .....              | 12 |
| 5.5 浇筑和养护 .....              | 12 |
| 5.6 施工质量验收 .....             | 12 |
| 6 再生骨料砂浆 .....               | 13 |
| 6.1 一般规定 .....               | 13 |
| 6.2 技术要求 .....               | 13 |
| 6.3 配合比设计 .....              | 14 |
| 6.4 制备和施工 .....              | 15 |
| 6.5 施工质量验收 .....             | 16 |
| 7 再生骨料砌块 .....               | 17 |
| 7.1 一般规定 .....               | 17 |
| 7.2 技术要求 .....               | 17 |

|                  |    |
|------------------|----|
| 7.3 进场检验 .....   | 20 |
| 7.4 施工质量验收 ..... | 20 |
| 8 再生骨料砖 .....    | 21 |
| 8.1 一般规定 .....   | 21 |
| 8.2 技术要求 .....   | 21 |
| 8.3 进场检验 .....   | 23 |
| 8.4 施工质量验收 ..... | 24 |
| 本规程用词说明 .....    | 25 |
| 引用标准名录 .....     | 26 |
| 附：条文说明 .....     | 29 |

## Contents

|     |                                                                                                            |    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | General Provisions .....                                                                                   | 1  |
| 2   | Terms and Symbols .....                                                                                    | 2  |
| 2.1 | Terms .....                                                                                                | 2  |
| 2.2 | Symbols .....                                                                                              | 3  |
| 3   | Basic Requirements .....                                                                                   | 4  |
| 4   | Technical Requirements, Incoming Inspection,<br>Transportation and Storage of Recycled<br>Aggregates ..... | 5  |
| 4.1 | Technical Requirements .....                                                                               | 5  |
| 4.2 | Incoming Inspection .....                                                                                  | 6  |
| 4.3 | Transportation and Storage .....                                                                           | 7  |
| 5   | Recycled Aggregate Concrete .....                                                                          | 8  |
| 5.1 | General Requirements .....                                                                                 | 8  |
| 5.2 | Technical Requirements and Design Value .....                                                              | 9  |
| 5.3 | Mix Proportion Design .....                                                                                | 10 |
| 5.4 | Production and Transportation .....                                                                        | 12 |
| 5.5 | Casting and Curing .....                                                                                   | 12 |
| 5.6 | Construction Quality Acceptance .....                                                                      | 12 |
| 6   | Recycled Aggregate Mortar .....                                                                            | 13 |
| 6.1 | General Requirements .....                                                                                 | 13 |
| 6.2 | Technical Requirements .....                                                                               | 13 |
| 6.3 | Mix Proportion Design .....                                                                                | 14 |
| 6.4 | Production and Construction .....                                                                          | 15 |
| 6.5 | Construction Quality Acceptance .....                                                                      | 16 |
| 7   | Recycled Aggregate Block .....                                                                             | 17 |

|     |                                                    |    |
|-----|----------------------------------------------------|----|
| 7.1 | General Requirements .....                         | 17 |
| 7.2 | Technical Requirements .....                       | 17 |
| 7.3 | Incoming Inspection .....                          | 20 |
| 7.4 | Construction Quality Acceptance .....              | 20 |
| 8   | Recycled Aggregate Brick .....                     | 21 |
| 8.1 | General Requirements .....                         | 21 |
| 8.2 | Technical Requirements .....                       | 21 |
| 8.3 | Incoming Inspection .....                          | 23 |
| 8.4 | Construction Quality Acceptance .....              | 24 |
|     | Explanation of Wording in This Specification ..... | 25 |
|     | List of Quoted Standards .....                     | 26 |
|     | Addition: Explanation of Provisions .....          | 29 |

掺用再生骨料、经破碎、筛分、养护等工艺过程制成的砖。

## 1 总 则

**1.0.1** 为贯彻执行国家有关节约资源、保护环境的技术经济政策，保证再生骨料在建筑工程中的合理应用，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于再生骨料在建筑工程中的应用。

**1.0.3** 再生骨料在建筑工程中的应用，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

#### 2.1.1 再生粗骨料 recycled coarse aggregate

由建筑垃圾中的混凝土、砂浆、石或砖瓦等加工而成, 粒径大于 4.75mm 的颗粒。

#### 2.1.2 再生细骨料 recycled fine aggregate

由建筑垃圾中的混凝土、砂浆、石或砖瓦等加工而成, 粒径不大于 4.75mm 的颗粒。

#### 2.1.3 再生骨料混凝土 recycled aggregate concrete

掺用再生骨料配制而成的混凝土。

#### 2.1.4 再生骨料砂浆 recycled aggregate mortar

掺用再生细骨料配制而成的砂浆。

#### 2.1.5 再生粗骨料取代率 replacement ratio of recycled coarse aggregate

再生骨料混凝土中再生粗骨料用量占粗骨料总用量的质量百分比。

#### 2.1.6 再生细骨料取代率 replacement ratio of recycled fine aggregate

再生骨料混凝土或再生骨料砂浆中再生细骨料用量占细骨料总用量的质量百分比。

#### 2.1.7 再生骨料砌块 recycled aggregate block

掺用再生骨料, 经搅拌、成型、养护等工艺过程制成的砌块。

#### 2.1.8 相对含水率 relative water percentage

含水率与吸水率之比。

#### 2.1.9 再生骨料砖 recycled aggregate brick

掺用再生骨料, 经搅拌、成型、养护等工艺过程制成的砖。

### 2.2 符 号

$c$ ——再生骨料混凝土比热容;

$E_c$ ——再生骨料混凝土弹性模量;

$f_c$ 、 $f_{ck}$ ——再生骨料混凝土轴心抗压强度设计值、标准值;

$f_c^f$ ——再生骨料混凝土轴心抗压疲劳强度设计值;

$f_t$ 、 $f_{tk}$ ——再生骨料混凝土轴心抗拉强度设计值、标准值;

$f_t^f$ ——再生骨料混凝土轴心抗拉疲劳强度设计值;

$G_c$ ——再生骨料混凝土剪切变形模量;

$K_c$ ——再生骨料砌块或再生骨料砖的碳化系数;

$K_f$ ——再生骨料砌块或再生骨料砖的软化系数;

$W$ ——砌块或砖的相对含水率;

$\alpha_c$ ——再生骨料混凝土温度线膨胀系数;

$\delta_g$ ——再生粗骨料取代率;

$\delta_s$ ——再生细骨料取代率;

$\lambda$ ——再生骨料混凝土导热系数;

$\nu_c$ ——再生骨料混凝土泊松比;

$\sigma$ ——再生骨料混凝土抗压强度标准差;

$\omega_1$ ——砌块或砖的含水率;

$\omega_2$ ——砌块或砖的吸水率。



### 3 基本规定

3.0.1 被污染或腐蚀的建筑垃圾不得用于制备再生骨料。再生骨料及其制品的放射性应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定。

3.0.2 再生骨料的选择应满足所制备的混凝土、砂浆、砌块或砖的性能要求。

3.0.3 再生骨料的应用应符合国家有关安全和环保的规定。

### 4 再生骨料的技术要求、进场检验、运输和储存

#### 4.1 技术要求

4.1.1 制备混凝土用的再生粗骨料应符合现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 的规定。

4.1.2 制备混凝土和砂浆用的再生细骨料应符合现行国家标准《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 的规定。

4.1.3 制备砌块和砖的再生骨料应符合下列规定：

1 再生粗骨料的性能指标应满足表 4.1.3-1 的要求，再生细骨料的性能指标应满足表 4.1.3-2 的要求；

2 再生粗骨料性能试验方法按现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 相关规定执行，再生细骨料性能试验方法按现行国家标准《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 相关规定执行；

3 再生粗骨料和再生细骨料应进行型式检验，并应分别包括表 4.1.3-1 和表 4.1.3-2 的全部项目；

4 再生粗骨料的出厂检验应包括表 4.1.3-1 中的微粉含量、泥块含量和吸水率，再生细骨料的出厂检验应包括表 4.1.3-2 中的微粉含量和泥块含量；

5 再生粗骨料和再生细骨料的型式检验及出厂检验的组批规则、试样数量和判定规则应分别按现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 和《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 的规定执行。

表 4.1.3-1 制备砌块和砖的再生粗骨料性能指标

| 项 目          | 指标要求 |
|--------------|------|
| 微粉含量（按质量计，%） | ≤5.0 |

续表 4.1.3-1

| 项 目                          | 指标要求                               |
|------------------------------|------------------------------------|
| 吸水率 (按质量计, %)                | <10.0                              |
| 杂物 (按质量计, %)                 | <2.0                               |
| 泥块含量、有害物质含量、坚固性、压碎指标、碱集料反应性能 | 应符合现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 的规定 |

表 4.1.3-2 制备砌块和砖的再生细骨料性能指标

| 项 目                              |                | 指标要求                                  |
|----------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| 微粉含量<br>(按质量计, %)                | MB 值<1.40 或合格  | <12.0                                 |
|                                  | MB 值≥1.40 或不合格 | <6.0                                  |
| 泥块含量、有害物质含量、坚固性、单级最大压碎指标、碱集料反应性能 |                | 应符合现行国家标准《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 的规定 |

4.2 进场检验

4.2.1 再生骨料进场时, 应按规定批次检查型式检验报告、出厂检验报告及合格证等质量证明文件。

4.2.2 再生骨料进场检验应符合下列规定:

- 1 制备混凝土的再生粗骨料, 应对其泥块含量、吸水率、压碎指标和表观密度进行检验;
- 2 制备混凝土和砂浆的再生细骨料, 应对其泥块含量、再生胶砂需水量比和表观密度进行检验;
- 3 制备砌块和砖的再生粗骨料, 应对其泥块含量和吸水率进行检验; 制备砌块和砖的再生细骨料, 应对其泥块含量进行检验;
- 4 同一厂家、同一类别、同一规格、同一批次的再生骨料, 每 400m<sup>3</sup> 或 600t 应作为一个检验批, 不足 400m<sup>3</sup> 或 600t 的应按一批计;
- 5 再生骨料进场检验结果应符合本规程第 4.1 节的规定。

当有一项指标达不到要求时, 可从同一批产品中加倍取样, 对不符合要求的项目进行复检。复检结果合格的, 可判定该批产品为合格产品; 复检结果不合格的, 应判定该批产品为不合格产品。

4.3 运输和储存

4.3.1 再生骨料运输时, 应采取防止混入杂物和粉尘飞扬的措施。

4.3.2 再生骨料应按类别、规格分开堆放储存, 且应采取防止混入杂物、人为碾压和污染的措施。

## 5 再生骨料混凝土

### 5.1 一般规定

5.1.1 再生骨料混凝土用原材料应符合下列规定：

1 天然粗骨料和天然细骨料应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定。

2 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；不同水泥不得混合使用。

3 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。

4 矿物掺合料应分别符合国家现行标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596、《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046、《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736 和《混凝土和砂浆用天然沸石粉》JG/T 3048 的规定。

5 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。

5.1.2 I 类再生粗骨料可用于配制各种强度等级的混凝土；II 类再生粗骨料宜用于配制 C40 及以下强度等级的混凝土；III 类再生粗骨料可用于配制 C25 及以下强度等级的混凝土，不宜用于配制有抗冻性要求的混凝土。

5.1.3 I 类再生细骨料可用于配制 C40 及以下强度等级的混凝土；II 类再生细骨料宜用于配制 C25 及以下强度等级的混凝土；III 类再生细骨料不宜用于配制结构混凝土。

5.1.4 再生骨料不得用于配制预应力混凝土。

5.1.5 再生骨料混凝土的耐久性设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《混凝土结构耐久性设计规范》

GB/T 50476 的相关规定。当再生骨料混凝土用于设计使用年限为 50 年的混凝土结构时，其耐久性应符合表 5.1.5 的规定。

表 5.1.5 再生骨料混凝土耐久性基本要求

| 环境类别 | 最大水胶比       | 最低强度等级    | 最大氯离子含量 (%) | 最大碱含量 (kg/m <sup>3</sup> ) |
|------|-------------|-----------|-------------|----------------------------|
| —    | 0.55        | C25       | 0.20        | 3.0                        |
| 二 a  | 0.50 (0.55) | C30 (C25) | 0.15        | 3.0                        |
| 二 b  | 0.45 (0.50) | C35 (C30) | 0.15        | 3.0                        |
| 三 a  | 0.40        | C40       | 0.10        | 3.0                        |

注：1 氯离子含量是指氯离子占胶凝材料总量的百分比；

2 素混凝土构件的水胶比及最低强度等级可不受限制；

3 有可靠工程经验时，二类环境中的最低混凝土强度等级可降低一个等级；

4 处于严寒和寒冷地区二 b、三 a 类环境中的混凝土应使用引气剂或引气型外加剂，并可采用括号中的有关参数；

5 当使用非碱性骨料时，对混凝土中的碱含量可不作限制。

5.1.6 再生骨料混凝土中三氧化硫的允许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 的规定。

5.1.7 当再生粗骨料或再生细骨料不符合现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 或《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 的规定，但经过试验试配验证能满足相关使用要求时，可用于非结构混凝土。

### 5.2 技术要求和设计取值

5.2.1 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、强度检验评定及耐久性检验评定等，应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

5.2.2 再生骨料混凝土的轴心抗压强度标准值 ( $f_{ck}$ )、轴心抗压强度设计值 ( $f_c$ )、轴心抗拉强度标准值 ( $f_{tk}$ )、轴心抗拉强度设计值 ( $f_t$ )、轴心抗压疲劳强度设计值 ( $f_c^f$ )、轴心抗拉疲劳



强度设计值 ( $f_c^d$ )、剪切变形模量 ( $G_c$ ) 和泊松比 ( $\nu_c$ ) 均可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定取值。

5.2.3 仅掺用 I 类再生粗骨料配制的混凝土, 其受压和受拉弹性模量 ( $E_c$ ) 可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定取值。其他情况下配制的再生骨料混凝土, 其弹性模量宜通过试验确定; 在缺乏试验条件或技术资料时, 可按表 5.2.3 的规定取值。

表 5.2.3 再生骨料混凝土弹性模量

| 强度等级                                 | C15  | C20  | C25  | C30  | C35  | C40  |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| 弹性模量( $\times 10^4 \text{ N/mm}^2$ ) | 1.83 | 2.08 | 2.27 | 2.42 | 2.53 | 2.63 |

5.2.4 再生骨料混凝土的温度线膨胀系数 ( $\alpha_c$ )、比热容 ( $c$ ) 和导热系数 ( $\lambda$ ) 宜通过试验确定。当缺乏试验条件或技术资料时, 可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定取值。

5.3 配合比设计

5.3.1 再生骨料混凝土配合比设计应满足混凝土和易性、强度和耐久性的要求。

5.3.2 再生骨料混凝土配合比设计可按下列步骤进行:

1 根据已有技术资料 and 混凝土性能要求, 确定再生粗骨料取代率 ( $\delta_g$ ) 和再生细骨料取代率 ( $\delta_s$ ); 当缺乏技术资料时,  $\delta_g$  和  $\delta_s$  不宜大于 50%, I 类再生粗骨料取代率 ( $\delta_g$ ) 可不受限制; 当混凝土中已掺用 III 类再生粗骨料时, 不宜再掺入再生细骨料。

2 确定混凝土强度标准差 ( $\sigma$ ), 并可按下列规定进行:

1) 对于不掺用再生细骨料的混凝土, 当仅掺 I 类再生粗骨料或 II 类、III 类再生粗骨料取代率 ( $\delta_g$ ) 小于 30% 时,  $\sigma$  可按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定取值。

2) 对于不掺用再生细骨料的混凝土, 当 II 类、III 类再生

粗骨料取代率 ( $\delta_g$ ) 不小于 30% 时,  $\sigma$  值应根据相同再生粗骨料掺量和同强度等级的同品种再生骨料混凝土统计资料计算确定。计算时, 强度试件组数不应小于 30 组。对于强度等级不大于 C20 的混凝土, 当  $\sigma$  计算值不小于 3.0MPa 时, 应按计算结果取值; 当  $\sigma$  计算值小于 3.0MPa 时,  $\sigma$  应取 3.0MPa; 对于强度等级大于 C20 且不大于 C40 的混凝土, 当  $\sigma$  计算值不小于 4.0MPa 时, 应按计算结果取值, 当  $\sigma$  计算值小于 4.0MPa 时,  $\sigma$  应取 4.0MPa。

当无统计资料时, 对于仅掺再生粗骨料的混凝土, 其  $\sigma$  值可按表 5.3.2 的规定确定。

表 5.3.2 再生骨料混凝土抗压强度标准差推荐值

| 强度等级           | $\leq \text{C20}$ | C25、C30 | C35、C40 |
|----------------|-------------------|---------|---------|
| $\sigma$ (MPa) | 4.0               | 5.0     | 6.0     |

3) 掺用再生细骨料的混凝土, 也应根据相同再生骨料掺量和同强度等级的同品种再生骨料混凝土统计资料计算确定  $\sigma$  值。计算时, 强度试件组数不应小于 30 组。对于各强度等级的混凝土, 当  $\sigma$  计算值小于表 5.3.2 中对应值时, 应取表 5.3.2 中对应值。当无统计资料时,  $\sigma$  值也可按表 5.3.2 选取。

3 计算基准混凝土配合比, 应按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的方法进行。外加剂和掺合料的品种和掺量应通过试验确定; 在满足和易性要求前提下, 再生骨料混凝土宜采用较低的砂率。

4 以基准混凝土配合比中的粗、细骨料用量为基础, 并根据已确定的再生粗骨料取代率 ( $\delta_g$ ) 和再生细骨料取代率 ( $\delta_s$ ), 计算再生骨料用量。

5 通过试配及调整, 确定再生骨料混凝土最终配合比, 配制时, 应根据工程具体要求采取控制拌合物坍落度损失的相应

措施。

## 5.4 制备和运输

5.4.1 再生骨料混凝土原材料的储存和计量应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《预拌混凝土》GB/T 14902 的相关规定。

5.4.2 再生骨料混凝土的搅拌和运输应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《预拌混凝土》GB/T 14902 的相关规定。

## 5.5 浇筑和养护

5.5.1 再生骨料混凝土的浇筑和养护应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的相关规定。

## 5.6 施工质量验收

5.6.1 再生骨料混凝土的施工质量验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的相关规定。

# 6 再生骨料砂浆

## 6.1 一般规定

6.1.1 再生细骨料可用于配制砌筑砂浆、抹灰砂浆和地面砂浆。再生骨料地面砂浆不宜用于地面面层。

6.1.2 再生骨料砌筑砂浆和再生骨料抹灰砂浆宜采用通用硅酸盐水泥或砌筑水泥；再生骨料地面砂浆应采用通用硅酸盐水泥，且宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。除水泥和再生细骨料外，再生骨料砂浆的其他原材料应符合国家现行标准《预拌砂浆》GB/T 25181 和《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220 的规定。

6.1.3 I 类再生细骨料可用于配制各种强度等级的砂浆，II 类再生细骨料可用于配制强度等级不高于 M15 的砂浆，III 类再生细骨料宜用于配制强度等级不高于 M10 的砂浆。

6.1.4 再生骨料抹灰砂浆应符合现行行业标准《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220 的规定；当采用机械喷涂抹灰施工时，再生骨料抹灰砂浆还应符合现行行业标准《机械喷涂抹灰施工规程》JGJ/T 105 的规定。

6.1.5 再生骨料砂浆用于建筑砌体结构时，尚应符合现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 的相关规定。

## 6.2 技术要求

6.2.1 采用再生骨料的预拌砂浆性能应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181 的规定。

6.2.2 现场配制的再生骨料砂浆的性能应符合表 6.2.2 的规定。



表 6.2.2 现场配制的再生骨料砂浆性能指标要求

| 砂浆品种         | 强度等级                         | 稠度<br>(mm) | 保水率<br>(%) | 14d 拉伸粘<br>结强度<br>(MPa) | 抗冻性              |                  |
|--------------|------------------------------|------------|------------|-------------------------|------------------|------------------|
|              |                              |            |            |                         | 强度<br>损失率<br>(%) | 质量<br>损失率<br>(%) |
| 再生骨料砌筑<br>砂浆 | M2.5、M5、<br>M7.5、M10、<br>M15 | 50~90      | ≥82        | —                       | ≤25              | ≤5               |
| 再生骨料<br>抹灰砂浆 | M5、M10、<br>M15               | 70~100     | ≥82        | ≥0.15                   | ≤25              | ≤5               |
| 再生骨料<br>地面砂浆 | M15                          | 30~50      | ≥82        | —                       | ≤25              | ≤5               |

注：有抗冻性要求时，应进行抗冻性试验。冻融循环次数按夏热冬暖地区 15 次、夏热冬冷地区 25 次、寒冷地区 35 次、严寒地区 50 次确定。

6.2.3 再生骨料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。

### 6.3 配合比设计

6.3.1 再生骨料砂浆配合比设计应满足砂浆和易性、强度和耐久性的要求。

6.3.2 再生骨料砂浆配合比设计可按下列步骤进行：

- 1 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 根据已有技术资料 and 砂浆性能要求确定再生细骨料取代率 ( $\delta_s$ )，当无技术资料作为依据时，再生细骨料取代率 ( $\delta_s$ ) 不宜大于 50%；
- 3 以再生细骨料取代率 ( $\delta_s$ ) 和基准砂浆配合比中的砂用量，计算再生细骨料用量；
- 4 通过试验确定外加剂、添加剂和掺合料等的品种和掺量；
- 5 通过试配和调整，确定符合性能要求且经济性好的配合比作为最终配合比。

6.3.3 配制同一品种、同一强度等级再生骨料砂浆时，宜采用同一水泥厂生产的同一品种、同一强度等级水泥。

### 6.4 制备和施工

6.4.1 在专业生产厂以预拌方式生产的再生骨料砂浆，其制备应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181 的相关规定，其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。

6.4.2 现场配制的再生骨料砂浆，其原材料储存和计量应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181 中有关湿拌砂浆的规定。

6.4.3 现场配制再生骨料砂浆时，宜采用强制式搅拌机搅拌，并应拌合均匀。搅拌时间应符合下列规定：

- 1 仅由水泥、细骨料和水配制的砂浆，从全部材料投料完毕开始计算，搅拌时间不宜少于 120s；
- 2 掺有矿物掺合料、添加剂或外加剂的砂浆，从全部材料投料完毕开始计算，搅拌时间不宜少于 180s；
- 3 具体搅拌时间可根据搅拌机的技术参数经试验确定。

6.4.4 现场配制的再生骨料砂浆的使用应符合下列规定：

- 1 以通用硅酸盐水泥为胶凝材料，现场配制的水泥砂浆宜在拌制后的 2.5h 内用完；当施工环境最高气温超过 30℃ 时，宜在拌制后的 1.5h 内用完。
- 2 以通用硅酸盐水泥为胶凝材料，现场配制的水泥混合砂浆宜在拌制后的 3.5h 内用完；当施工环境最高气温超过 30℃ 时，宜在拌制后的 2.5h 内用完。
- 3 砌筑水泥砂浆和掺用缓凝成分的砂浆，其使用时间可根据具体情况适当延长。
- 4 现场拌制好的砂浆应采取防止水分蒸发的措施；夏季应采取遮阳措施，冬季应采取保温措施；砂浆堆放地点的气温宜为 5℃~35℃。
- 5 当砂浆拌合物出现少量泌水现象，使用前应再拌合均匀。

6 现场配制的再生骨料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 施工质量验收

6.5.1 现场配制的再生骨料抹灰砂浆的施工质量验收应按现行行业标准《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220 的规定执行；再生骨料砌筑砂浆、再生骨料地面砂浆和预拌再生骨料抹灰砂浆的施工质量验收应按现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223 的规定执行。

7 再生骨料砌块

7.1 一般规定

7.1.1 再生骨料砌块按抗压强度可分为 MU3.5、MU5、MU7.5、MU10、MU15 和 MU20 六个等级。

7.1.2 再生骨料砌块所用原材料应符合下列规定：

- 1 骨料的公称粒径不宜大于 10mm；
- 2 再生骨料应符合本规程第 4.1.3 条的规定；
- 3 当采用石屑作为骨料时，石屑中小于 0.15mm 的颗粒含量不应大于 20%；
- 4 其他原材料应符合本规程第 5.1.1 条和国家现行有关标准的规定。

7.2 技术要求

7.2.1 再生骨料砌块尺寸允许偏差和外观质量应符合表 7.2.1 的规定。

表 7.2.1 再生骨料砌块尺寸允许偏差和外观质量

| 项 目              |                 | 指标  |
|------------------|-----------------|-----|
| 尺寸允许偏差<br>(mm)   | 长度              | ±2  |
|                  | 宽度              | ±2  |
|                  | 高度              | ±2  |
| 最小外壁厚<br>(mm)    | 用于承重墙体          | ≥30 |
|                  | 用于非承重墙体         | ≥16 |
| 肋厚 (mm)          | 用于承重墙体          | ≥25 |
|                  | 用于非承重墙体         | ≥15 |
| 缺棱掉角             | 个数 (个)          | ≤2  |
|                  | 三个方向投影的最小值 (mm) | ≤20 |
| 裂缝延伸投影的累计尺寸 (mm) |                 | ≤20 |
| 弯曲 (mm)          |                 | ≤2  |

7.2.2 再生骨料砌块的抗压强度应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 再生骨料砌块抗压强度

| 强度等级  | 抗压强度 (MPa) |       |
|-------|------------|-------|
|       | 平均值        | 单块最小值 |
| MU3.5 | ≥3.5       | ≥2.8  |
| MU5   | ≥5.0       | ≥4.0  |
| MU7.5 | ≥7.5       | ≥6.0  |
| MU10  | ≥10.0      | ≥8.0  |
| MU15  | ≥15.0      | ≥12.0 |
| MU20  | ≥20.0      | ≥16.0 |

7.2.3 再生骨料砌块干燥收缩率不应大于 0.060%；相对含水率应符合表 7.2.3-1 的规定；抗冻性应符合表 7.2.3-2 的规定；碳化系数 ( $K_c$ ) 和软化系数 ( $K_f$ ) 均不应小于 0.80。

相对含水率可按下式计算：

$$W = 100 \times \frac{\omega_1}{\omega_2} \tag{7.2.3}$$

式中：W —— 砌块的相对含水率 (%)；

$\omega_1$  —— 砌块的含水率 (%)；

$\omega_2$  —— 砌块的吸水率 (%)。

表 7.2.3-1 再生骨料砌块相对含水率

| 使用地区的湿度条件 | 潮湿  | 中等  | 干燥  |
|-----------|-----|-----|-----|
| 相对含水率 (%) | ≤40 | ≤35 | ≤30 |

注：潮湿是指年平均相对湿度大于 75% 的地区；中等是指年平均相对湿度为 50% ~ 75% 的地区；干燥是指年平均相对湿度小于 50% 的地区。

表 7.2.3-2 再生骨料砌块抗冻性

| 使用条件   | 抗冻指标 | 质量损失率 (%) | 强度损失率 (%) |
|--------|------|-----------|-----------|
| 夏热冬暖地区 | D15  | ≤5        | ≤25       |
| 夏热冬冷地区 | D25  |           |           |
| 寒冷地区   | D35  |           |           |
| 严寒地区   | D50  |           |           |

7.2.4 再生骨料砌块各项性能的试验方法应按现行国家标准《混凝土小型空心砌块试验方法》GB/T 4111 的规定执行。

7.2.5 再生骨料砌块型式检验应包括放射性及本规程第 7.2.1 条、第 7.2.2 条和第 7.2.3 条规定的所有项目，出厂检验应包括尺寸允许偏差、外观质量和抗压强度。

7.2.6 同一配合比、同一工艺制作的同一强度等级的再生骨料砌块，每 10000 块应作为一个检验批，不足 10000 块的应按一批计。

7.2.7 型式检验时，每批应随机抽取 64 块再生骨料砌块。受检的 64 块砌块中，尺寸允许偏差和外观质量的不合格数不超过 8 块时，可判定该批砌块尺寸允许偏差和外观质量合格，否则，应判定该批砌块尺寸允许偏差和外观质量为不合格。从尺寸允许偏差和外观质量合格的样品中应随机抽取再生骨料砌块，进行下列检验：

- 1 抽取 5 块进行抗压强度检验；
- 2 抽取 3 块进行干燥收缩率检验；
- 3 抽取 3 块进行相对含水率检验；
- 4 抽取 10 块进行抗冻性检验；
- 5 抽取 12 块进行碳化系数检验；
- 6 抽取 10 块进行软化系数检验；
- 7 抽取 5 块进行放射性检验。

当所有检验项目的检验结果均符合本规程第 7.2.1 条、第 7.2.2 条和第 7.2.3 条以及现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定时，应判定该批产品合格，否则，应判定该批产品不合格。

7.2.8 出厂检验时，每批应随机抽取 32 块再生骨料砌块。受检的 32 块砌块中，尺寸允许偏差和外观质量的不合格数不超过 4 块时，应判定该批砌块尺寸允许偏差和外观质量合格，否则，应判定该批砌块尺寸允许偏差和外观质量为不合格。从尺寸允许偏差和外观质量合格的样品中随机抽取 5 块进行抗压强度检验，当

抗压强度符合本规程第 7.2.2 条的规定时，应判定该批产品合格，否则，应判定该批产品不合格。

7.3 进场检验

7.3.1 再生骨料砌块进场时，应按规定批次检查型式检验报告、出厂检验报告及合格证等质量证明文件。

7.3.2 再生骨料砌块进场时，应对尺寸允许偏差、外观质量和抗压强度进行检验。

7.3.3 再生骨料砌块进场检验批的划分应按本规程第 7.2.6 条执行；检验抽样规则和判定规则应按本规程第 7.2.8 条执行。

7.4 施工质量验收

7.4.1 再生骨料砌块砌体工程施工可按现行行业标准《混凝土小型空心砌块建筑技术规程》JGJ/T 14 的有关规定执行。

7.4.2 再生骨料砌块砌体工程质量验收应按现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的有关规定执行。

8 再生骨料砖

8.1 一般规定

8.1.1 再生骨料可用于制备多孔砖和实心砖，且再生骨料砖按抗压强度可分为 MU7.5、MU10、MU15 和 MU20 四个等级。

8.1.2 再生骨料实心砖主规格尺寸宜为 240mm×115mm×53mm，再生骨料多孔砖主规格尺寸宜为 240mm×115mm×90mm；再生骨料砖其他规格可由供需双方协商确定。

8.1.3 再生骨料砖所用原材料应符合下列规定：

- 1 骨料的公称粒径不应大于 8mm；
- 2 再生骨料应符合本规程第 4.1.3 条的规定；
- 3 其他原材料应符合本规程第 5.1.1 条和国家现行有关标准的规定。

8.2 技术要求

8.2.1 再生骨料砖的尺寸允许偏差和外观质量应符合表 8.2.1 的规定。

表 8.2.1 再生骨料砖尺寸允许偏差和外观质量

| 项 目            |                                    | 指标   |
|----------------|------------------------------------|------|
| 尺寸允许偏差<br>(mm) | 长度                                 | ±2.0 |
|                | 宽度                                 | ±2.0 |
|                | 高度                                 | ±2.0 |
| 缺棱掉角           | 个数 (个)                             | ≤1   |
|                | 三个方向投影的最小值 (mm)                    | ≤10  |
| 裂缝长度           | 大面上宽度方向及其延伸到条面的长度 (mm)             | ≤30  |
|                | 大面上长度方向及其延伸到顶面的长度或条、顶面水平裂纹的长度 (mm) | ≤50  |



续表 8.2.1

| 项 目     | 指标         |
|---------|------------|
| 弯曲 (mm) | ≤2.0       |
| 完整面     | 不少于一条面和一顶面 |
| 层 裂     | 不允许        |
| 颜 色     | 基本一致       |

### 8.2.2 再生骨料砖的抗压强度应符合表 8.2.2 的规定。

表 8.2.2 再生骨料砖抗压强度

| 强度等级  | 抗压强度 (MPa) |       |
|-------|------------|-------|
|       | 平均值        | 单块最小值 |
| MU7.5 | ≥7.5       | ≥6.0  |
| MU10  | ≥10.0      | ≥8.0  |
| MU15  | ≥15.0      | ≥12.0 |
| MU20  | ≥20.0      | ≥16.0 |

8.2.3 每块再生骨料砖的吸水率不应大于 18%；干燥收缩率和相对含水率应符合表 8.2.3-1 的规定；抗冻性应符合表 8.2.3-2 的规定；碳化系数 ( $K_c$ ) 和软化系数 ( $K_f$ ) 均不应小于 0.80。

相对含水率可按下式计算：

$$W = 100 \times \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad (8.2.3)$$

式中：W——砖的相对含水率 (%)；

$\omega_1$ ——砖的含水率 (%)；

$\omega_2$ ——砖的吸水率 (%)。

表 8.2.3-1 再生骨料砖干燥收缩率和相对含水率

| 干燥收缩率 (%) | 相对含水率平均值 (%) |      |      |
|-----------|--------------|------|------|
|           | 潮湿环境         | 中等环境 | 干燥环境 |
| ≤0.060    | ≤40          | ≤35  | ≤30  |

注：潮湿是指年平均相对湿度大于 75% 的地区；中等是指年平均相对湿度为 50% ~ 75% 的地区；干燥是指年平均相对湿度小于 50% 的地区。

表 8.2.3-2 再生骨料砖抗冻性

| 强度等级  | 冻后抗压强度平均值 (MPa) | 冻后质量损失率平均值 (%) |
|-------|-----------------|----------------|
| MU20  | ≥16.0           | ≤2.0           |
| MU15  | ≥12.0           | ≤2.0           |
| MU10  | ≥8.0            | ≤2.0           |
| MU7.5 | ≥6.0            | ≤2.0           |

注：冻融循环次数按照使用地区确定：夏热冬暖地区 15 次，夏热冬冷地区 25 次，寒冷地区 35 次，严寒地区 50 次。

8.2.4 再生骨料砖的尺寸允许偏差、外观质量和抗压强度的试验方法应按现行国家标准《砌墙砖试验方法》GB/T 2542 的规定执行；吸水率、干燥收缩率、相对含水率、抗冻性、碳化系数和软化系数的试验方法应按现行国家标准《混凝土小型空心砌块试验方法》GB/T 4111 的规定执行，测定干燥收缩率的初始标距应设为 200mm。

8.2.5 再生骨料砖型式检验应包括放射性及本规程第 8.2.1 条、第 8.2.2 条和第 8.2.3 条规定的所有项目，出厂检验应包括尺寸允许偏差、外观质量和抗压强度。

8.2.6 同一配合比、同一工艺制作的同一品种、同一强度等级的再生骨料砖，每 100000 块应作为一个检验批，不足 100000 块的应按一批计。

8.2.7 再生骨料砖检验的抽样及判定规则应按现行行业标准《非烧结垃圾尾矿砖》JC/T 422 中的相关规定执行。

## 8.3 进场检验

8.3.1 再生骨料砖进场时，应按规定批次检查型式检验报告、出厂检验报告及合格证等质量证明文件。

8.3.2 再生骨料砖进场时，应对尺寸允许偏差、外观质量和抗压强度进行检验。

8.3.3 再生骨料砖进场检验批的划分应按本规程第 8.2.6 条执行。每批应随机抽取 50 块进行检验。受检的 50 块再生骨料砖

中,尺寸允许偏差和外观质量的不合格数不超过7块时,应判定该批砖尺寸允许偏差和外观质量合格,否则,应判定该批砖尺寸允许偏差和外观质量为不合格。从尺寸允许偏差和外观质量合格的样品中随机抽取10块进行抗压强度检验,当抗压强度符合本规程第8.2.2条的规定时,应判定该批产品合格,否则,应判定该批产品不合格。

#### 8.4 施工质量验收

8.4.1 再生骨料砖砌体工程施工可按现行行业标准《多孔砖砌体结构技术规范》JGJ 137的有关规定执行。

8.4.2 再生骨料砖砌体工程质量验收应按现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203的有关规定执行。

### 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

- 1) 表示很严格,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 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定(或要求)”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《砌体结构设计规范》GB 50003
- 2 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 3 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
- 4 《混凝土质量控制标准》GB 50164
- 5 《民用建筑热工设计规范》GB 50176
- 6 《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203
- 7 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 8 《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476
- 9 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 10 《通用硅酸盐水泥》GB 175
- 11 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
- 12 《砌墙砖试验方法》GB/T 2542
- 13 《混凝土小型空心砌块试验方法》GB/T 4111
- 14 《建筑材料放射性核素限量》GB 6566
- 15 《混凝土外加剂》GB 8076
- 16 《预拌混凝土》GB/T 14902
- 17 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046
- 18 《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736
- 19 《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176
- 20 《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177
- 21 《预拌砂浆》GB/T 25181
- 22 《混凝土小型空心砌块建筑技术规程》JGJ/T 14
- 23 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52
- 24 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
- 25 《混凝土用水标准》JGJ 63

- 26 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70
- 27 《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98
- 28 《机械喷涂抹灰施工规程》JGJ/T 105
- 29 《多孔砖砌体结构技术规范》JGJ 137
- 30 《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220
- 31 《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223
- 32 《混凝土和砂浆用天然沸石粉》JG/T 3048
- 33 《非烧结垃圾尾矿砖》JC/T 422

## 中华人民共和国行业标准

### 再生骨料应用技术规程

JGJ/T 240 - 2011

#### 条文说明

|            |    |
|------------|----|
| 4.1 技术要求   | 45 |
| 5.3 配合比设计  | 45 |
| 6.1 一般规定   | 46 |
| 6.2 配合比设计  | 46 |
| 6.3 制备和施工  | 47 |
| 6.4 施工质量控制 | 47 |
| 7 再生骨料应用   | 49 |
| 7.1 一般规定   | 49 |
| 7.2 基本要求   | 49 |
| 7.3 适用范围   | 50 |
| 8 再生骨料砖    | 51 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 1 《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203       | 85 |
| 2 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204      | 85 |
| 3 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119         | 85 |
| 4 《混凝土外加剂》GB 8076                | 85 |
| 5 《通用硅酸盐水泥》GB 175                | 85 |
| 6 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596       | 85 |
| 7 《砌体结构试验方法》GB/T 2542            | 85 |
| 8 《混凝土小型空心砌块试验方法》GB/T 4111       | 85 |
| 9 《建筑材料放射性核素测定》GB 6566           | 85 |
| 10 《混凝土外加剂》GB 8076               | 85 |
| 11 《轻集料混凝土》GB/T 14902            | 85 |
| 12 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18736 | 85 |
| 13 《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736    | 85 |
| 14 《混凝土外加剂再生骨料》GB/T 25176        | 85 |
| 15 《混凝土再生骨料》GB/T 25177           | 85 |
| 16 《再生砂》GB/T 25181               | 85 |
| 17 《混凝土小型空心砌块应用技术规程》JGJ/T 14     | 85 |
| 18 《普通混凝土用砂、石质量检验方法标准》JGJ 52     | 85 |
| 19 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55          | 85 |
| 20 《混凝土用水标准》GB 50082             | 85 |



## 制定说明

《再生骨料应用技术规程》(JGJ/T 240-2011),经住房和城乡建设部 2011 年 4 月 22 日以第 994 号公告批准、发布。

本标准制定过程中,编制组进行了广泛而深入的调查研究,总结了我国工程建设中再生骨料应用的实践经验,同时参考了国外先进技术法规、技术标准,通过实验室和工程现场试验取得了再生骨料应用的重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定,《再生骨料应用技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

## 目次

|                        |    |
|------------------------|----|
| 1 总则                   | 33 |
| 2 术语和符号                | 34 |
| 2.1 术语                 | 34 |
| 3 基本规定                 | 36 |
| 4 再生骨料的技术要求、进场检验、运输和储存 | 37 |
| 4.1 技术要求               | 37 |
| 4.2 进场检验               | 39 |
| 4.3 运输和储存              | 39 |
| 5 再生骨料混凝土              | 40 |
| 5.1 一般规定               | 40 |
| 5.2 技术要求和设计取值          | 41 |
| 5.3 配合比设计              | 43 |
| 5.4 制备和运输              | 45 |
| 5.5 浇筑和养护              | 45 |
| 6 再生骨料砂浆               | 46 |
| 6.1 一般规定               | 46 |
| 6.3 配合比设计              | 46 |
| 6.4 制备和施工              | 47 |
| 6.5 施工质量验收             | 47 |
| 7 再生骨料砌块               | 49 |
| 7.1 一般规定               | 49 |
| 7.2 技术要求               | 49 |
| 7.3 进场检验               | 50 |
| 8 再生骨料砖                | 51 |

|                |    |
|----------------|----|
| 8.1 一般规定 ..... | 51 |
| 8.2 技术要求 ..... | 51 |
| 8.3 进场检验 ..... | 52 |

## 制定说明

|                                                                                                                                                                                                                                                        |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1 总 则                                                                                                                                                                                                                                                  | 1 |
| 1.0.1 推广使用再生骨料可减轻建筑垃圾对环境的不良影响，实现建筑垃圾的资源化利用，节约天然资源，促进建筑业的节能减排和可持续发展，符合国家节约资源、保护环境的大政策。但是，由于再生骨料的性能有别于天然骨料，其应用也有一定的特殊性，所以，为了保证再生骨料应用的效果和质量，推动再生骨料在建筑工程中的应用技术进步，需要制定专门的规程。                                                                                | 1 |
| 1.0.2 在我国，再生骨料主要用于取代天然骨料来配制普通混凝土或普通砂浆，或者作为原材料用于生产非烧结砌块或非烧结砖。例如，采用再生粗骨料部分取代或全部取代天然粗骨料配制混凝土，已经在很多工程中得以成功应用，有些商品混凝土搅拌站已经专设储存库将再生骨料作为固定原材料；采用再生细骨料部分取代天然砂来配制建筑砂浆也已经有不少工程实例；利用再生骨料生产非烧结砌块和非烧结砖能够消纳更多的建筑垃圾，是我国目前建筑垃圾资源化利用的主力军，全国已经拥有数十条生产线，相关产品已经广泛用于各类建筑工程。 | 1 |
| 2 术语和定义                                                                                                                                                                                                                                                | 2 |
| 3 基本规定                                                                                                                                                                                                                                                 | 3 |
| 3.1 一般规定                                                                                                                                                                                                                                               | 3 |
| 3.2 技术要求                                                                                                                                                                                                                                               | 3 |
| 3.3 进场检验                                                                                                                                                                                                                                               | 3 |
| 4 再生粗骨料                                                                                                                                                                                                                                                | 4 |
| 4.1 一般规定                                                                                                                                                                                                                                               | 4 |
| 4.2 技术要求                                                                                                                                                                                                                                               | 4 |
| 4.3 进场检验                                                                                                                                                                                                                                               | 4 |
| 5 再生细骨料                                                                                                                                                                                                                                                | 5 |
| 5.1 一般规定                                                                                                                                                                                                                                               | 5 |
| 5.2 技术要求                                                                                                                                                                                                                                               | 5 |
| 5.3 进场检验                                                                                                                                                                                                                                               | 5 |
| 6 再生砂浆                                                                                                                                                                                                                                                 | 6 |
| 6.1 一般规定                                                                                                                                                                                                                                               | 6 |
| 6.2 技术要求                                                                                                                                                                                                                                               | 6 |
| 6.3 进场检验                                                                                                                                                                                                                                               | 6 |
| 7 再生混凝土                                                                                                                                                                                                                                                | 7 |
| 7.1 一般规定                                                                                                                                                                                                                                               | 7 |
| 7.2 技术要求                                                                                                                                                                                                                                               | 7 |
| 7.3 进场检验                                                                                                                                                                                                                                               | 7 |
| 8 再生砌块和砖                                                                                                                                                                                                                                               | 8 |
| 8.1 一般规定                                                                                                                                                                                                                                               | 8 |
| 8.2 技术要求                                                                                                                                                                                                                                               | 8 |
| 8.3 进场检验                                                                                                                                                                                                                                               | 8 |

## 1 总 则

**1.0.1** 推广使用再生骨料可减轻建筑垃圾对环境的不良影响，实现建筑垃圾的资源化利用，节约天然资源，促进建筑业的节能减排和可持续发展，符合国家节约资源、保护环境的大政策。但是，由于再生骨料的性能有别于天然骨料，其应用也有一定的特殊性，所以，为了保证再生骨料应用的效果和质量，推动再生骨料在建筑工程中的应用技术进步，需要制定专门的规程。

**1.0.2** 在我国，再生骨料主要用于取代天然骨料来配制普通混凝土或普通砂浆，或者作为原材料用于生产非烧结砌块或非烧结砖。例如，采用再生粗骨料部分取代或全部取代天然粗骨料配制混凝土，已经在很多工程中得以成功应用，有些商品混凝土搅拌站已经专设储存库将再生骨料作为固定原材料；采用再生细骨料部分取代天然砂来配制建筑砂浆也已经有不少工程实例；利用再生骨料生产非烧结砌块和非烧结砖能够消纳更多的建筑垃圾，是我国目前建筑垃圾资源化利用的主力军，全国已经拥有数十条生产线，相关产品已经广泛用于各类建筑工程。

本规程不仅对混凝土、砂浆、砌块和砖的生产过程中使用再生骨料作出了技术规定，而且对再生骨料混凝土、再生骨料砂浆、再生骨料砌块和再生骨料砖在建筑工程中的应用也作出了技术规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

**2.1.1~2.1.2** 现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 中对“混凝土用再生粗骨料”定义为：由建（构）筑废物中的混凝土、砂浆、石、砖瓦等加工而成，用于配制混凝土的、粒径大于 4.75mm 的颗粒；现行国家标准《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 中对“混凝土和砂浆用再生细骨料”定义为：由建（构）筑废物中的混凝土、砂浆、石、砖瓦等加工而成，用于配制混凝土和砂浆的粒径不大于 4.75mm 的颗粒。本规程的再生粗骨料、再生细骨料不仅用于配制混凝土和砂浆，还可用于再生骨料砖、再生骨料砌块等，所以，此处再生粗骨料、再生细骨料定义只规定来源和粒径。事实上，再生粗骨料、再生细骨料的来源也不仅局限于定义中列出的几种建筑垃圾，还可能来源于废弃墙板、废弃砌块等，有些建筑垃圾生产的再生骨料可能不适于配制混凝土或砂浆，但是可以用来生产再生骨料砖、再生骨料砌块等，这样就可以大大提高建筑垃圾的再生利用率，有利于节能减排。

本规程没有另行给出“再生骨料”的术语和定义，因为行业标准《建筑材料术语标准》JGJ/T 191 中已经有了“再生骨料”术语和定义。

**2.1.3** 混凝土在配制过程中掺用再生骨料，较常见的是再生粗骨料部分取代或全部取代天然粗骨料，而细骨料采用天然砂；也有某些工程应用实例是再生粗骨料、再生细骨料分别部分取代天然粗骨料和天然砂。根据工程需要和再生骨料性能品质不同，再生骨料取代天然骨料的比例范围很宽泛。一般情况下，再生骨料取代天然骨料的质量百分比不低于 30%，甚至可以达到 100%，目

前国内的技术水平已经完全可以达到这样的能力。所以，鼓励行业内充分利用现有技术提高再生骨料的取代比例，将有利于促进再生产品技术进步，可以逐步提高建筑垃圾的再生利用率，有利于节能减排。另一方面，如果再生骨料掺量过低，配制技术实际上就与普通混凝土无区别，不能体现再生骨料混凝土的技术内涵。

**2.1.4** 砂浆在配制过程中掺用再生细骨料，目前较为可靠的做法是再生细骨料部分取代天然砂。根据工程需要和再生细骨料性能品质不同，再生细骨料取代天然砂的比例范围也可以很宽泛。一般情况下，建议再生细骨料取代率不低于 30%。一方面是因为目前国内的技术水平已经完全可以达到这样的能力，另一方面，努力提高再生细骨料的取代比例，将有利于促进再生产品技术进步，可以逐步提高建筑垃圾的再生利用率，有利于节能减排。

**2.1.7、2.1.9** 本规程所说的“再生骨料砌块”、“再生骨料砖”，都是指采用养护方式而非烧结的方式制成。利用再生骨料生产非烧结砌块和非烧结砖能够消纳更多的建筑垃圾，目前国内的技术已经可以实现完全以再生骨料甚至建筑垃圾混合破碎物辅之以胶凝材料来生产再生骨料砌块和再生骨料砖，大大促进了建筑垃圾的再生利用。针对目前我国的主流技术现状，本规程所说的再生骨料砌块和再生骨料砖是采用水泥或水泥加矿物掺合料等水硬性胶凝材料作为胶结料；为了符合节能减排的要求，这类再生骨料砌块和再生骨料砖宜采用自然养护或蒸汽养护，不宜采用蒸压养护，不适合采用烧结工艺。所以，本规程所指再生骨料砌块和再生骨料砖均是指非烧结类型的砌块和砖。

再生骨料砌块或再生骨料砖如果采用蒸汽养护，则有利于提高早期强度，提高生产效率，且蒸汽养护可以利用工业余热，以实现能源高效利用。蒸压养护工艺尽管也可以用于再生骨料砌块和再生骨料砖，但是设备要求较复杂，能耗也比蒸汽养护高，所以不提倡采用蒸压养护。自然养护能耗小，但是养护时间相对较长，适合于生产场地宽敞的企业。

### 3 基本规定

3.0.1 原则上,有害杂质含量不足以影响再生骨料混凝土、再生骨料砂浆、再生骨料砌块或再生骨料砖使用性能的建筑垃圾均能用来生产再生骨料,但下列情况下的建筑垃圾不宜用于生产再生骨料:

- 1 建筑垃圾来自于有特殊使用场合的混凝土(如核电站、医院放射室等);
- 2 建筑垃圾中硫化物含量高于 600mg/L;
- 3 建筑垃圾已受重金属或有机物污染;
- 4 建筑垃圾已受硫酸盐或氯盐等腐蚀介质严重侵蚀;
- 5 原混凝土已发生严重的碱集料反应。

现行行业标准《建筑垃圾处理技术规范》CJJ1 34-2010 中对“建筑垃圾”定义为:建筑垃圾指人们在从事建设、拆迁、装修、修缮等建筑业的生产活动中产生的渣土、砖石、泥浆及其他废弃物的统称。按产生源分类,建筑垃圾可分为工程渣土、装修垃圾、拆迁垃圾、工程泥浆等;按组成成分分类,建筑垃圾中主要包括渣土、泥浆、碎石块、废砂浆、砖瓦碎块、混凝土块、沥青块、废塑料、废金属、废竹木等。

本规程所说的建筑垃圾是指建筑物或构筑物拆除过程中产生的建筑垃圾,以及预拌混凝土或混凝土预制构件等生产企业在生产过程中产生的、混凝土现场浇筑施工过程产生的废弃硬化混凝土等,不包含对废弃的、尚处于拌合物状态的混凝土进行回收利用,因为这种情况的回收利用一般只是对拌合物进行冲洗等工序,分离出清洗干净的骨料进行重新利用,这与本规程所说的再生骨料不是一个概念。

### 4 再生骨料的技术要求、进场检验、运输和储存

#### 4.1 技术要求

4.1.3 表 4.1.3-1 和表 4.1.3-2 中微粉含量、吸水率等指标名称的含义与现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 和《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 中的相关指标名称含义相同。

符合现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 和《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 规定的再生骨料可用于制备再生骨料砌块和再生骨料砖。但实际生产经验和应用案例证明,用于制备砌块和砖的再生骨料,其某些性能指标完全可以放宽,所以本规程作出了第 4.1.3 条的规定。

再生粗骨料颗粒级配、表观密度、针片状颗粒含量、空隙率等性能指标对再生骨料砌块或砖性能影响不大,故不作要求。再生粗骨料泥块含量、压碎指标、有机物、硫化物及硫酸盐、氯化物、坚固性、碱集料反应性能等指标关系到砌块或砖的强度和耐久性等关键性能,所以,这些指标应严格,需要满足现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 的相关要求,而且经过调研和验证试验,上述这些指标都可以较容易达到 GB/T 25177 的Ⅲ类再生粗骨料相关要求。

再生粗骨料微粉含量、吸水率或杂物含量过高,会对砌块或砖的干燥收缩、强度、耐久性等性能带来不利影响,所以应对这些指标有所限制。但是,如果这些指标按照 GB/T 25177 的要求来限制又过于苛刻,对生产砌块或砖没有必要,反而不利于推动建筑垃圾资源化利用。调研和试验验证数据证明,这些指标比 GB/T 25177 的要求稍大一点并不会对砌块或砖性能带来明显影



响,且指标适当放宽有利于再生骨料的推广。所以,相对于 GB/T 25177 的要求,本规程此处适当放宽了微粉含量、吸水率和杂物含量等指标的限值,规定再生粗骨料微粉含量 $<5.0\%$ ,吸水率 $<10.0\%$ ,杂物含量 $<2.0\%$ 。

再生细骨料颗粒级配、再生胶砂需水量比、再生胶砂强度比、表观密度、堆积密度、空隙率等性能指标对再生骨料砌块或砖性能影响不大,故不作要求。再生细骨料泥块含量、坚固性、单级最大压碎指标、有害物质含量、碱集料反应性能等指标关系到砌块或砖的强度和耐久性等关键性能,所以,这些指标应较为严格,需要满足现行国家标准《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 的相关要求,而且经过调研和试验验证,这些指标都可以较容易达到 GB/T 25176 的Ⅲ类再生细骨料相关要求。

再生细骨料微粉含量过高,会对砌块或砖的干燥收缩带来不利影响,所以应对该指标有所限制。但是同样道理,如果该指标按照 GB/T 25176 的要求来限制又过于苛刻,对生产砌块或砖没有必要,反而不利于推动建筑垃圾资源化利用。调研和试验验证数据证明,该指标比 GB/T 25176 的要求稍大一点并不会对砌块或砖性能带来明显影响,且指标适当放宽有利于再生骨料的推广。所以,相对于 GB/T 25176 的要求,此处适当放宽指标限值,根据 MB 值不同规定再生细骨料微粉含量 $<12.0\%$ 或 $<6.0\%$ 。

在再生骨料砌块或再生骨料砖实际生产过程中,所采用的再生骨料往往是粗骨料和细骨料混合在一起。此种情况下,在对再生骨料进行检验时,可以先采用 4.75mm 的筛将混合再生骨料进行筛分,之后分别按照表 4.1.3-1 和表 4.1.3-2 进行检测评价。

由于目前尚无用于砌块或砖的再生骨料产品标准,也就没有相应的型式检验和出厂检验项目要求、组批规则等依据,而本规程对再生骨料的进场检验又要求供货方提供型式检验报告和出厂检验报告,所以本规程在此处给出了用于砌块或砖的再生骨料型

式检验和出厂检验的相关规定,相关企业可以照此执行。

总的来说,砌块或砖对再生骨料的性能要求较低,本规程重点在于控制砌块或砖的产品质量,这体现于本规程第 7 章和第 8 章的相关规定。

## 4.2 进场检验

4.2.1 由于再生骨料的来源较复杂,为了保证来货的性能质量和进行质量追溯,再生骨料进场手续检验应更加严格,应验收质量证明文件,包括型式检验报告、出厂检验报告及合格证等;质量证明文件中还要体现生产厂信息、合格证编号、再生骨料类别、批号及出厂日期、再生骨料数量等内容。

用于混凝土或砂浆的再生骨料型式检验、出厂检验按照现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 和《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 来执行。

4.2.2 再生骨料的进场检验是按照用户最关心且便于检验指标的原则来确定所选项目的。

## 4.3 运输和储存

4.3.2 为了避免使用时出现误用等差错,用户在储存原材料时,应在堆场或料库等储存地点设置明显的标志或专门标识,例如“混凝土用再生粗骨料”、“砂浆用再生细骨料”等。

## 5 再生骨料混凝土

### 5.1 一般规定

**5.1.2** 由于Ⅰ类再生粗骨料品质已经基本达到常用天然粗骨料的品质,所以其应用不受强度等级限制。为充分保证结构安全,达到Ⅱ类产品指标要求的再生粗骨料限制可以用于配制不高于C40的再生骨料混凝土,目前我国国内如北京、青岛等地再生骨料混凝土在实际工程中应用已经达到了C40;Ⅲ类再生粗骨料由于品质相对较差,可能对结构混凝土或较高强度再生骨料混凝土性能带来不利影响,所以限制其仅可用于C25以下的再生骨料混凝土,且由于吸水率等指标相对较高,所以Ⅲ类再生粗骨料不宜用于有抗冻要求的混凝土。本规程所说混凝土均指符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010规定的混凝土。

国外相关标准对再生骨料混凝土强度应用范围也有类似限定,例如对于近似于我国Ⅱ类再生粗骨料配制的混凝土,比利时限定为不超过C30,丹麦限定为不超过40MPa,荷兰限定为不超过C50(荷兰国家标准规定再生骨料取代天然骨料的质量比不能超过20%)。

**5.1.3** 尽管Ⅰ类再生细骨料主要技术性能已经基本达到常用天然砂的品质,但是由于再生细骨料中往往含有水泥石颗粒或粉末,而且目前采用再生细骨料配制混凝土的应用实践相对较少,所以对再生细骨料在混凝土中的应用比再生粗骨料限制严格一些。Ⅲ类再生细骨料由于品质较差,不宜用于混凝土。

**5.1.4** 再生骨料往往会增大混凝土的收缩,由此可能增大预应力损失,所以本规程从严规定不得用于预应力混凝土。

**5.1.5、5.1.6** 现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中对设计使用寿命为50年的结构用混凝土耐久性进行了

相关规定。由于来源的客观原因,再生骨料吸水率、有害物质含量等指标状况往往比天然骨料差一些,这些指标可能影响混凝土耐久性或长期性能,所以,为了确保安全,本规程对最大水胶比、最低强度等级、最大氯离子含量等的要求相对于GB 50010中的相关规定均相应提高了一级要求。

本规程目前仅就再生骨料混凝土用于设计使用年限为50年及以内的工程作出规定,对于更长设计使用年限的情况,为慎重稳妥起见,还需要继续积累研究与工程应用数据及经验。

由于来源的复杂性,再生骨料中氯离子含量、三氧化硫含量可能高于天然骨料。由于氯离子含量等对混凝土尤其是钢筋混凝土和预应力混凝土的耐久性影响较大,所以,本规程并没有将掺用了再生骨料的混凝土中氯离子含量、三氧化硫含量要求有所降低,而是严格执行现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010和《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476的规定。

**5.1.7** 近年来,随着城市化进程的加快,我国很多地区排放了大量的建筑垃圾,亟待消纳处理。但是由于建筑垃圾来源的复杂性、各地技术及产业发达程度差异和加工处理的客观条件限制,生产出来的大量再生骨料往往有一些指标不能满足现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177或《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176的要求,例如微粉含量、骨料级配等等,这些再生骨料尽管不宜用来配制结构混凝土,但是完全可以配制垫层等非结构混凝土。所以,为了扩大建筑垃圾的消纳利用范围,提高利用率,此处作出了较为宽松的补充规定。

### 5.2 技术要求和设计取值

**5.2.1** 再生骨料混凝土的拌合物性能试验方法按现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB 50080执行;力学性能试验方法及试件尺寸换算系数按现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB 50081执行;耐久性能和长期性能试验方法按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方

法标准》GB 50082 执行；质量控制应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定；强度检验评定应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的规定；耐久性的检验评定应符合现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的规定。

**5.2.2** 由于本规程对用于混凝土的再生骨料性能指标要求与天然骨料产品标准要求总体一致，有区别的项目也或者是偏于严格（例如针片状含量），或者是对混凝土力学性能影响不大（指标宽松于天然骨料的项目主要是吸水率、有害物质含量等，这些指标影响的是混凝土耐久性或长期性能，这已在耐久性要求方面加以约束），再生混凝土其力学性能与常规混凝土要求应该一致，所以本规程对再生骨料混凝土的轴心抗压强度标准值、轴心抗压强度设计值、轴心抗拉强度标准值、轴心抗拉强度设计值、轴心抗压疲劳强度设计值、轴心抗拉疲劳强度设计值、剪切变形模量和泊松比的相关规定与 GB 50010 一致。

**5.2.3** 表 5.2.3 参考了上海市地方标准《再生混凝土应用技术规程》DG/TJ08-2018-2007 中的数据，该数据是上海地标编制组基于国内外 528 组代表性实验数据统计出来的。表 5.2.3 的取值相比于现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 都相应有所折减，这是考虑到再生骨料对混凝土力学性能的影响，基于试验验证而给出的数据。

**5.2.4** 国内外研究表明，再生骨料混凝土其热工性能与普通混凝土没有明显区别，所以本规程规定，如果没有试验条件，则再生骨料混凝土热工性能取值可与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 或《民用建筑热工设计规范》GB 50176 中的取值一致。GB 50010 规定混凝土线膨胀系数  $\alpha_c$  为  $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ，比热容  $c$  为  $0.96\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ；GB 50176 规定钢筋混凝土导热系数  $\lambda$  为  $1.74\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，碎石或卵石混凝土导热系数  $\lambda$  为  $1.51\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

### 5.3 配合比设计

**5.3.2** I 类再生粗骨料品质较好，可以按照常用天然粗骨料来使用，所以其取代率可不受限制。

近年来各相关企业积累的实践经验表明，对于 C30、C40 混凝土，再生粗骨料掺量一般为 50% 以内为宜，这样较容易控制和易性及保证强度。所以，在缺乏实践经验情况下来计算配合比参数，II 类、III 类再生粗骨料的取代率一般不宜大于 50%。

混凝土中掺用再生细骨料的试验研究和工程应用实践较少，所以宜通过充分的验证试验来确定其可行性，且由于再生细骨料中容易引入较多的微粉，可能对混凝土性能尤其是耐久性造成影响，所以再生细骨料取代率也不宜大于 50%。

一般不宜同时掺用再生粗骨料和再生细骨料，因为这样操作的交互影响因素过多，对配制技术要求较高，且再生细骨料易导致混凝土坍落度损失加快。所以为保险起见，在目前实践经验较少、没有经过试验验证的情况下，暂不提倡同时掺用再生粗、细骨料，尤其是如果已经掺用了 III 类再生粗骨料时，则不宜再掺入再生细骨料；如果同时掺用，必须进行充分的试验验证。

由于 I 类再生粗骨料品质已经相当于天然骨料，所以对于仅掺 I 类再生粗骨料的混凝土可以视其为常规混凝土。如果掺用 II 类、III 类再生粗骨料，但是取代率小于 30%，由于再生骨料掺量较小，对混凝土性能影响很有限，此时也可以视为常规混凝土。所以对于不掺用再生细骨料的混凝土，如果仅掺 I 类再生粗骨料或 II 类、III 类再生粗骨料取代率小于 30% 时，抗压强度标准差  $\sigma$  可按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定执行。当再生骨料掺量较大，例如当 II 类、III 类再生粗骨料取代率大于 30% 时，由于建筑垃圾来源的复杂性、再生骨料品质的离散性导致其对混凝土性能的影响相应增大，这种情况下，根据统计资料计算时，为了更好的保证统计数据的代表性，本规程规定强度试件组数提高到不小于 30 组（《普通混凝土配合



比设计规程》JGJ 55-2000 要求是不小于 25 组),且为了保证再生骨料混凝土配制强度具有较好的富余度,进一步降低再生骨料离散性带来的影响,本规程对  $\sigma$  计算值的最低限值作出了相应的下限要求。

当无统计资料时,对于仅掺再生粗骨料的混凝土,其  $\sigma$  值可按表 5.3.2 确定。表 5.3.2 取值比上述计算值最低限值相应增大,目的是保证无统计资料时的配制强度富余度足够。

掺用再生细骨料或同时掺用再生粗骨料和再生细骨料的混凝土,混凝土强度的影响因素往往更为复杂,此时,也应根据统计资料计算确定  $\sigma$  值。计算时,强度试件组数同样提高到不小于 30 组, $\sigma$  要取计算值和表 5.3.2 中对应值中的大者,取值要求更高;当无统计资料时,抗压强度标准差  $\sigma$  也按表 5.3.2 取值。此处规定偏严格的目的是为了充分保证再生细骨料复杂影响情况下的配制强度。

配制再生骨料混凝土离不开外加剂,尤其建议选择使用氨基磺酸盐、聚羧酸盐等减水率较高的高效减水剂,这对于保证再生骨料混凝土性能具有较明显优势。

由于再生骨料的微粉含量等往往高于天然骨料,有可能影响混凝土强度和耐久性;砂率较高也会影响混凝土强度和耐久性,所以适当降低砂率可以在一定程度上弥补再生骨料带来的不利影响。因此,在设计基准混凝土配合比时,宜采用较低的砂率。

基于目前我国再生骨料的生产品水平,再生骨料的吸水率往往高于天然骨料,在相同用水量情况下,再生骨料混凝土拌合物工作性往往比基准混凝土差,所以,在设计水灰比基础上,一般需要通过掺入减水剂或增加减水剂掺量等方式来保证工作性;配制时也可以适当增加用水量以满足再生骨料的吸水率需要,此时增加的用水量被再生骨料吸附而不是用于水泥水化,所以一般不会影响混凝土的性能,但用水增加量一般不宜超过 5%。此外,由于再生骨料的吸水率往往高于天然骨料,再生骨料混凝土的坍落度损失也往往会偏快,所以需要采取比普通混凝土更有效的措施

加以控制,例如增加缓凝剂或坍落度抑制剂的掺量,减水剂延时参加,再生骨料预湿处理等。

## 5.4 制备和运输

5.4.1、5.4.2 再生骨料混凝土原材料的储存和计量,再生骨料混凝土搅拌、运输等,总体上和普通混凝土的要求一样。由于再生骨料混凝土制备对综合技术要求较高,应鼓励采用预拌方式生产,且目前我国的再生骨料混凝土基本都是在生产条件较好的大中城市加以发展,所以,对再生骨料混凝土的制备和运输要求基本上采纳了现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定。

## 5.5 浇筑和养护

5.5.1 由于再生骨料混凝土对干燥收缩更为敏感,预防混凝土早期收缩开裂尤为重要,所以对于再生骨料混凝土应特别加强早期养护。



## 6 再生骨料砂浆

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 再生骨料砂浆用于地面砂浆时,宜用于找平层而不宜用于面层,因为面层对耐磨性要求较高,再生骨料砂浆往往难以达到。

**6.1.2** 现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181 对砂浆所用水泥、细骨料、掺合料、外加剂、拌合水以及添加剂(例如保水增稠材料、可再分散胶粉、颜料、纤维等)和填料(例如重质碳酸钙、轻质碳酸钙、石英粉、滑石粉等)作出了规定;现行行业标准《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220 对砂浆用石灰膏、磨细生石灰粉、建筑石膏等作出了规定。尽管已经有行业标准《预拌砂浆》JG/T 230-2007,但是目前已经颁布了国标《预拌砂浆》GB/T 25181-2010,所以本规程引用最新的国标《预拌砂浆》GB/T 25181。

**6.1.3** 现行国家标准《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 中规定的Ⅰ类再生细骨料技术性能指标已经类似于天然砂,所以其在砂浆中的强度等级应用范围不受限制。而Ⅱ类再生细骨料、Ⅲ类再生细骨料由于综合品质逊色于天然骨料,尽管实际验证试验中也配制出了 M20 等较高强度等级的砂浆,但是为可靠起见,规定Ⅱ类再生细骨料一般只适用于配制 M15 及以下的砂浆,Ⅲ类再生细骨料一般只适用于配制 M10 及以下的砂浆。

### 6.3 配合比设计

**6.3.2** 本规程提出的再生骨料砂浆配合比设计方法适用于现场配制的砂浆和预拌砂浆中的湿拌砂浆。由于生产方式的特殊性,干混砂浆配合比设计一般由生产厂根据工艺特点采用专门的技术

路线,本规程不作规定。

由于再生细骨料的吸水率往往较天然砂大一些,配制的砂浆抗裂性能相对较差,所以对于抗裂性能要求较高的抹灰砂浆或地面砂浆,再生细骨料取代率不宜过大,一般限制在 50% 以下为宜;对于砌筑砂浆,由于需要充分保证砌体强度,所以在没有技术资料可以借鉴的情况下,再生细骨料取代率一般也要限制在 50% 以下较为稳妥。

再生骨料砂浆配制过程中一般应掺入外加剂、添加剂和掺合料,并需要试验调整外加剂、添加剂、掺合料掺量,以此来满足工作性要求。在设计用水量基础上,也可根据再生细骨料类别和取代率适当增加单位体积用水量,但增加量一般不宜超过 5%。

### 6.4 制备和施工

**6.4.1** 该条规定的是再生骨料预拌砂浆的制备和施工。制备包括原料储存、计量、搅拌生产等环节,按照国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181 相关规定执行;进厂检验、砂浆储存、拌合、基层要求、施工操作等环节,按照《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223 的相关规定执行。

**6.4.2~6.4.4** 这几条规定的是现场配制的再生骨料砂浆的制备、生产和施工。现场拌制的砂浆在很多技术环节上与湿拌砂浆类似。

不论是预拌砂浆还是现场拌制的砂浆,其施工要求都是一样的,所以现场配制的再生骨料砂浆施工也按照《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223 的相关规定执行。

### 6.5 施工质量验收

**6.5.1** 《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220 规定:抹灰砂浆的施工质量验收包括砂浆试块抗压强度验收和实体拉伸粘结强度检验两个指标,这说明,不论是预拌的还是现场配制的抹灰砂浆,都需要检验这两个指标。

《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223 相关条文显示,预拌抹灰砂浆在进场时已对抗压强度进行进场检验,为避免重复繁冗的检验,施工验收时就不用再进行抗压强度检验,验收时只需检验实体拉伸粘结强度即可。所以,预拌再生骨料抹灰砂浆施工质量验收遵循《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223 即可。

而现场配制的抹灰砂浆的施工质量验收则需要检验砂浆试块抗压强度和拉伸粘结强度实体检测值,就不能直接执行《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223 关于验收的相关规定,否则就会缺少砂浆试块抗压强度检验过程。所以,此处对现场配制的再生骨料抹灰砂浆的施工质量验收单独作出了规定,即按照《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220 规定执行。

## 7 再生骨料砌块

### 7.1 一般规定

7.1.2 砌块生产中往往掺用石屑等破碎石材作为部分骨料,此处对小于 0.15mm 的细石粉颗粒的限制参考了现行国家标准《普通混凝土小型空心砌块》GB 8239 的相关规定。

其他相关标准例如,如果砌块中使用轻集料,则应符合现行国家标准《轻集料及其试验方法 第 1 部分:轻集料》GB/T 17431.1 的规定,如果砌块中使用重矿渣骨料,则应符合现行行业标准《混凝土用高炉重矿渣碎石技术条件》YBJ 20584 的规定。

### 7.2 技术要求

7.2.1 尺寸允许偏差和外观质量指标要求参考了现行行业标准《粉煤灰混凝土小型空心砌块》JC/T 862 的规定。

7.2.2 强度等级规定也参考了现行行业标准《粉煤灰混凝土小型空心砌块》JC/T 862 的规定。

7.2.5 由于目前尚无专门的再生骨料砌块产品国家标准或行业标准,根据产品具体情况,再生骨料砌块的型式检验和出厂检验一般是依据企业标准或参考现行相关行业标准或国家标准执行。所以,再生骨料砌块型式检验和出厂检验项目可以根据企业所依据标准情况而定,但是型式检验应包含有放射性及本规程第 7.2 节所列所有项目,出厂检验应包含有本规程第 7.2 节所列的尺寸允许偏差、外观质量和抗压强度等项目。放射性按照现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 规定执行。

### 7.3 进场检验

**7.3.1** 再生骨料砌块各项性能指标达到要求方能出厂。产品出厂时,应提供产品质量合格证,合格证一般应标明生产厂信息、产品名称、批量及编号、产品实测技术性能和生产日期等。

为了保证再生骨料砌块的生产质量,生产厂需要重视养护和运输储存等环节。在正常生产工艺条件下,再生骨料砌块收缩值最终可达 0.60mm/m,经 28d 养护后收缩值可完成 60%。因此,延长养护时间,能保证砌体强度并减少因砌块收缩过多而引起的墙体裂缝。一般地,养护时间不少于 28d;当采用人工自然养护时,在养护的前 7d 应适量喷水养护,人工自然养护总时间不少于 28d。

再生骨料砌块在堆放、储存和运输时,应采取防雨措施。再生骨料砌块应按规格和强度等级分批堆放,不应混杂。堆放、储存时保持通风流畅,底部宜用木制托盘或塑料托盘支垫,不宜直接贴地堆放。堆放场地必须平整,堆放高度一般不宜超过 1.6m。

**7.3.2** 再生骨料砌块的进场检验项目一般应包括尺寸允许偏差、外观质量和抗压强度;如果用户方根据工程需要提出更多进场检验项目要求,则供需双方可以协商附加选择本规程第 7.2 节中的其他检验项目。

## 8 再生骨料砖

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 尽管现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003、现行行业标准《多孔砖砌体结构技术规范》JGJ 137 中对砖的强度等级最低规定为 MU10,现行国家标准《混凝土实心砖》GB/T 21144 和现行行业标准《非烧结垃圾尾矿砖》JC/T 422 中最低抗压强度为 MU15,但是为了拓宽再生骨料的推广应用,本规程将再生骨料多孔砖和再生骨料实心砖的最低强度拓宽为 MU7.5。

### 8.2 技术要求

**8.2.1** 本规程基本上采纳了现行行业标准《非烧结垃圾尾矿砖》JC/T 422 中关于尺寸允许偏差和外观质量的规定。

**8.2.2** 再生骨料砖抗压强度主要是参考了现行行业标准《非烧结垃圾尾矿砖》JC/T 422 和《混凝土多孔砖》JC 943 等标准中的规定,MU7.5 的强度规定是按照线性外推计算得到的。

**8.2.3** 在验证试验数据基础上,再生骨料砖吸水率单块值、干燥收缩率、碳化系数和软化系数指标参考现行行业标准《非烧结垃圾尾矿砖》JC/T 422 的规定,相对含水率指标参考现行国家标准《混凝土实心砖》GB/T 21144 的规定。再生骨料砖的抗冻指标要求也参考了现行行业标准《非烧结垃圾尾矿砖》JC/T 422 的规定,并采用线性外推方法补充了 MU7.5 和 MU10 的抗冻指标要求。

**8.2.5** 由于目前尚无专门的再生骨料砖产品国家标准或行业标准,根据产品具体情况,再生骨料砖的型式检验和出厂检验一般是依据企业标准或参考现行相关行业标准或国家标准。所以,再生骨料砖型式检验和出厂检验项目可以根据企业所依据标准情况

而定,但是型式检验应包含有放射性及本规程第 8.2 节所列所有项目,出厂检验应包含有本规程第 8.2 节所列的尺寸允许偏差、外观质量和抗压强度等项目。放射性按照现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 规定执行。

### 8.3 进场检验

**8.3.1** 再生骨料砖各项性能指标达到要求方能出厂。产品出厂时,应提供产品质量合格证,合格证一般应标明生产厂信息、产品名称、批量及编号、产品实测技术性能和生产日期等。

为了保证再生骨料砖的生产质量,需要重视养护和运输储存等环节。在正常生产工艺条件下,再生骨料砖收缩值最终可达 0.60mm/m,经 28d 养护后收缩值可完成 60%。因此,延长养护时间,能保证砌体强度并减少因砖收缩过多而引起的墙体裂缝。一般地,养护时间不少于 28d;当采用人工自然养护时,在养护的前 7d 应适量喷水养护,人工自然养护总时间不少于 28d。

再生骨料砖在堆放、储存和运输时,应采取防雨措施。再生骨料砖应按规格和强度等级分批堆放,不应混杂。堆放、储存时保持通风流畅,底部宜用木制托盘或塑料托盘支垫,不宜直接贴地堆放。堆放场地必须平整,堆放高度一般不宜超过 1.6m。

**8.3.2** 再生骨料砖的进场检验项目一般应包括尺寸允许偏差、外观质量和抗压强度;如果用户方根据工程需要提出更多进场检验项目要求,则供需双方可以协商附加选择本规程第 8.2 节中的其他检验项目。