

北京市地方标准

编号：DB11/T 2205—2023

DB

建筑垃圾再生回填材料应用
技术规程

Technical specification for application of recycled backfill materials
of construction waste

2023—12—27 发布

2024—04—01 实施

北京市住房和城乡建设委员会
北京市市场监督管理局 联合发布

北京市地方标准

建筑垃圾再生回填材料应用技术规程
Technical specification for application of recycled backfill materials
of construction waste

编号：DB11/T 2205-2023

主编单位：北京建筑大学
北京市建筑节能与建筑材料管理事务中心
北京建工资源循环利用有限公司
批准部门：北京市市场监督管理局
施行日期：2024年04月01日

前 言

根据北京市市场监督管理局《2022年北京市地方标准制修订项目计划（第二批）》（京市监发[2022]30号）的要求，规程编制组经过广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外的相关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：1 总则；2 术语；3 原材料；4 设计；5 生产与施工；6 质量检验与验收。

本规程由北京市住房和城乡建设委员会和北京市市场监督管理局归口并负责管理，由北京市住房和城乡建设委员会归口并负责组织实施，由北京建筑大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送北京建筑大学（地址：北京市西城区展览馆路1号，邮编：100044；电话：010-68322482）。

本规程主编单位：北京建筑大学

北京市建筑节能与建筑材料管理事务中心
北京建工资源循环利用有限公司

本规程参编单位：北京城建华晟交通建设有限公司

中铁建设集团有限公司
北京首钢资源综合利用科技开发有限公司
北京波森特岩土工程有限公司
北京都市绿源环保科技有限公司
北京岩土工程协会
北京市市政工程研究院
北京姜含科技有限公司
北京坤建岩土科技有限公司
福建南方路面机械股份有限公司
北京城建亚泰建设集团有限公司
中国建筑技术集团有限公司
北京综建科技有限公司
北京爱地地质工程技术有限公司
北京中兵岩土工程有限公司
北京航天地基工程有限责任公司
北京京能地质工程有限公司
中国新兴建设开发有限责任公司
国检测试控股集团（广东）有限公司
北京启弘蓝环保科技有限公司
北京华通亚泰开发建设有限公司
天津中岩大地材料科技有限公司

中国标准化研究院

本规程主要起草人员：周文娟 张 鹏 李岩凌 石恩华
赵 磊 高海辰 邢晶明 翟玉新
王光亮 曾 波 李向东 牛大伟
齐永超 郭 浩 李 烁 王 飞
徐 彤 陈慧娜 侯 莉 李 佩
侯建强 陈 超 张鹏伟 叶 琛
李昱秀 赵建勋 冯绣伦 王向兰
李胜杰 刘亚运 毛宗原 李 江
宗世昌 周 宸 梁 涛 蔡冠军
杨 冲 刘 艳 薛大攀 李 凯
田鹏飞 吕 果 于元峰 梁爱华
张冬辉 路剡奎 魏 菲 邹宏魁
腾明阳 李 瑾 董万军 周 建
罗晓青

本规程主要审查人员：陈家珑 石云兴 王贯明 周永祥
黄天勇 蔡亚宁 梁 勇

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	原材料	3
3.1	再生流态回填材料用原材料	3
3.2	压实回填材料用原材料	3
4	设计	5
4.1	一般规定	5
4.2	再生流态回填材料性能要求	5
4.3	再生流态回填材料配合比设计	5
5	生产与施工	7
5.1	一般规定	7
5.2	再生流态回填材料生产与运输	7
5.3	再生流态回填材料施工	8
5.4	安全施工	8
6	质量检验与验收	10
6.1	一般规定	10
6.2	再生流态回填质量检验	10
6.3	再生流态回填质量验收	10
	附录 A 再生流态回填材料抗压强度试验方法	122
	附录 B 再生流态回填材料流动扩展度试验方法	133
	附录 C 再生流态回填材料泌水率试验方法	14
	本规程用词说明	15
	引用标准名录	16
	附：条文说明	17

Contents

1 General provisions	1
2 Terms	2
3 Materials.....	3
3.1 Materials for recycled flow backfill materials.....	3
3.2 Materials for compacted backfill materials	3
4 Design	5
4.1 General requirements	5
4.2 Performance of recycled flow backfill materials.....	5
4.3 Mix proportion design of recycled flow backfill materials	5
5 Production and Construction.....	7
5.1 General requirements	7
5.2 Production and transportation of recycled flow backfill materials	7
5.3 Construction process of recycled flow backfill materials.....	8
5.4 Safe construction	8
6 Quality inspection and Acceptance	10
6.1 General requirements	10
6.2 Quality inspection of recycled flow back-filling	10
6.3 Quality acceptance of recycled flow back-filling	10
Appendix A test method for compressive strength of recycled flow backfill materials	122
Appendix B test method for fluidity of recycled flow backfill materials	133
Appendix C test method for bleeding rate of recycled flow backfill materials	14
Explanation of wording in this standard	15
List of quoted standards.....	166
Addition: Explanation of Provisions	17

1 总 则

1.0.1 为贯彻执行国家有关节能减排、保护环境的技术经济政策，指导和规范建筑垃圾再生回填材料在各类回填工程中的应用与推广，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 本规程适用于北京市行政区域内建设工程中建筑垃圾再生回填材料的设计、生产、施工和验收。

1.0.3 建筑垃圾再生回填材料的应用范围包括土建项目的基槽及路面基础、管沟等回填工程。

1.0.4 建筑垃圾再生回填材料的应用除应符合本规程外，尚应符合国家和北京市现行相关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 再生回填材料 recycled backfill materials

以建筑垃圾再生骨料、冗余土或开槽黄土为主要原料，经混合均匀，压实或硬化后具有一定强度的混合物。

2.0.2 再生压实回填材料 recycled compacted backfill materials

以建筑垃圾再生骨料、冗余土或开槽黄土为基料，加入一定量的胶凝材料，经混合、摊铺、压实后具有一定强度的混合物。

2.0.3 再生流态回填材料 recycled flow backfill materials

以建筑垃圾再生骨料、冗余土或开槽黄土为基料，加入一定量的胶凝材料、外加剂和水，经搅拌均匀，具有一定的流动性，硬化后具有一定强度的混合物。

2.0.4 基料 basic component

回填材料中除胶凝材料之外的填料，包括再生骨料、冗余土或开槽黄土。

2.0.5 冗余土 redundant soil

建筑垃圾再生处理过程中，经除土系统处理后的筛下物。

2.0.6 固化剂 stabilizer

用于再生流态回填材料的单一固化组分，能通过其自身组分之间以及与基料之间的物理、化学反应产生胶结作用，形成有一定机械强度并保持长期稳定的固化体。

3 原材料

3.1 再生流态回填材料用原材料

3.1.1 基料应符合下列规定：

1 冗余土或开槽黄土中轻质杂物含量不应大于 0.3%、有机质含量（重量比）不应大于 5%、最大粒径不得超过 25mm，未经处理的污染土不得作为流态回填的原材料；

2 再生骨料中轻质杂物含量不应大于 0.3%，最大粒径不宜大于 25mm；

3 基料的检测方法应符合现行地方标准《公路用建筑垃圾再生材料施工与验收规范》DB11/T 1731 的规定。

3.1.2 胶凝材料应符合下列规定：

1 水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定；

2 石灰应符合现行行业标准《建筑消石灰》JC/T 481 或《建筑生石灰》JC/T 479 的规定；

3 粉煤灰应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 的规定，粒化高炉矿渣粉应符合现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的规定，钢渣粉应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》GB/T 20491 的规定，再生微粉应符合现行行业标准《混凝土和砂浆用再生微粉》JG/T 573 的规定；

4 固化剂应符合现行行业标准《软土固化剂》CJ/T 526 的规定。

3.1.3 外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的规定。

3.1.4 拌合用水应符合表 3.1.4 的规定，水的检测方法应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

表 3.1.4 流态回填材料拌合用水水质要求

指 标	技术要求
pH 值	≥4.5
不溶物/mg · L ⁻¹	≤10000
可溶物/mg · L ⁻¹	≤10000
氯化物/mg · L ⁻¹ （以 Cl ⁻ 计）	≤3500
硫酸盐/mg · L ⁻¹ （以 SO ₄ ²⁻ 计）	≤2700

3.2 压实回填材料用原材料

3.2.1 基料应符合下列规定：

1 公路与城镇道路路基压实回填用再生材料性能应符合现行地方标准《公路用建筑垃圾再生材料施工与验收规范》DB11/T 1731 中路基用再生材料的规定。

2 地基压实回填用再生材料的轻质杂物含量、有机质含量应符合表 3.2.1 的规定，其他性能应符合设计要求。

表 3.2.1 地基回填用再生材料性能指标

工程类型	指标	技术要求	试验方法
地基回填	轻质杂物含量/%	≤0.3	DB11/T 1731
	有机质含量/%	≤5.0	

3.2.2 胶凝材料应符合本规程第 3.1.2 条的规定。

4 设计

4.1 一般规定

- 4.1.1 再生流态回填材料应满足其工作性能与力学性能等相关指标的技术要求。
- 4.1.2 当回填工程对抗渗性能有要求时，再生流态回填材料的渗透指标应满足工程设计要求。
- 4.1.3 再生压实回填材料应满足设计要求。

4.2 再生流态回填材料性能要求

4.2.1 抗压强度应符合下列规定：

- 1 抗压强度应按本规程附录 A 测定，设计强度以 70.7mm 立方体、28d 养护龄期的立方体抗压强度为标准；
- 2 设计抗压强度不宜大于 8.0MPa，不宜小于 0.4MPa；
- 3 应用于道路、管沟等具有二次开挖需求的回填工程，抗压强度不宜大于 2.0MPa。

4.2.2 流动性应符合下列规定：

- 1 流动扩展度应按本规程附录 B 测定；
- 2 流动性大小根据回填工程类型确定，应用于不同工程类型的回填材料流动扩展度宜满足表 4.2.2 的要求。

表 4.2.2 不同用途再生流态回填材料的流动扩展度

流动性	适用范围	流动扩展度/mm
低流动性	较大空间的管沟、路基、肥槽等回填工程	100~160
一般流动性	一般的回填工程	160~220
高流动性	狭窄操作空间或存在死角等回填工程	>220

4.2.3 泌水率应符合下列规定：

- 1 泌水率应按本规程附录 C 测定；
- 2 泌水率不应大于 8%。

4.2.4 湿密度应符合下列规定：

- 1 湿密度应按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 测定；
- 2 湿密度不应低于 1700kg/m³。

4.3 再生流态回填材料配合比设计

4.3.1 回填材料配合比设计应按照各材料用量选取、试配、调整与确定的顺序进行。

4.3.2 回填材料的试配抗压强度应按下式计算：

$$f_{m0} = kf_1 \dots\dots\dots (4.3.2)$$

式中： f_{m0} ——回填材料的试配抗压强度，单位为兆帕（MPa）；

f_1 ——回填材料的设计强度，单位为兆帕（MPa）；

k ——回填材料生产质量水平系数，1.20。

4.3.3 胶凝材料掺量应根据回填材料性能要求、胶凝材料性质、基料性质等综合确定。胶凝材料的总掺量为各胶凝材料掺量之和，胶凝

材料掺量应以占除胶凝材料之外的全部固体物料干质量的百分比表示，并按下式计算：

$$\alpha_i = \frac{m_i}{m_t} \times 100\% \dots\dots\dots (4.3.3)$$

式中： α_i ——第*i*种胶凝材料掺量，单位为（%）；

m_i ——第*i*种胶凝材料的质量，单位为千克（kg）；

m_t ——除胶凝材料之外的全部固体物料的干质量，单位为千克（kg）。

4.3.4 以水泥、粉煤灰为主要胶凝材料的回填材料的配合比设计宜符合下列规定：

1 参考表 4.3.4 选取胶凝材料掺量，计算初步配合比；

2 采用不少于 3 组不同的配合比进行试配，其中一组为初步配合比，其余两组配合比的水泥掺量应按初步配合比分别增加和减少 1%。

表 4.3.4 以水泥粉煤灰为主要胶凝材料的参考配合比

设计抗压强度/MPa	水泥/%	粉煤灰/%	石灰/%
1.0 及以下	4~6	0~4	0~2
1.0~2.1	6~8	0~7	0~2
2.1~5.0	8~11	0~10	0~3
5.0 以上	>11	0~10	0~3

4.3.5 以固化剂为胶凝材料的回填材料的配合比设计宜符合下列规定：

1 胶凝材料的总掺量范围为 5%~20%；

2 按照间隔 2%~3%的胶凝材料总掺量，进行不少于 3 个不同配合比的试配。

4.3.6 按配合比进行试拌，可先固定用水量，测定拌合物的流动扩展度和泌水率，当不能满足要求时，宜优先调整用水量，按水胶比 0.05 为梯度增减用水量，直至流动性、泌水率满足要求。

4.3.7 测定回填材料的抗压强度、湿密度，符合要求且胶凝材料总掺量最低的配合比为设计配合比。

4.3.8 当原材料来源或性质发生显著变化时，应重新进行配合比设计。

4.3.9 施工配合比应根据原材料的实际含水率，对设计配合比进行调整后确定。

5 生产与施工

5.1 一般规定

5.1.1 再生流态回填材料应在建筑垃圾资源化处置设施生产，处置设施应符合现行地方标准《建筑垃圾消纳处置场所设置运行规范》DB11/T 2078的规定。

5.1.2 再生回填材料施工前应根据工程结构类型和特点、工程量、材料供应情况、施工条件和进度计划等制定施工方案。

5.1.3 施工期的最低气温宜在5℃以上。

5.1.4 在雨季进行再生流态回填材料施工时，应注意气候变化，中等以上雨量时应停止施工，已经浇筑且未凝结硬化的回填材料应采取防水措施。

5.1.5 再生压实回填材料的施工应满足相关标准规范的要求。

5.1.6 再生回填材料应具备齐全的质量证明文件。

5.2 再生流态回填材料生产与运输

5.2.1 原材料贮存应符合下列规定：

1 各种原材料应分仓贮存，并有明显的标识；

2 基料堆场应为能排水的硬质地面，并有防尘和遮雨设施；

3 水泥应按品种、强度等级和生产厂家分别标识和贮存；应防止水泥受潮及污染，不应采用结块的水泥；水泥用于生产时的温度不宜高于60℃；水泥出厂超过3个月应进行复检，并按复检结果使用；

用；

4 其他胶凝材料应按品种、质量等级和产地分别标识和贮存，不应与水泥等其他粉状料混杂，并应防潮、防雨。

5.2.2 原材料计量应符合下列规定：

1 原材料应按质量进行计量；

2 原材料计量应采用电子计量设备，计量设备应满足计量精度要求，且能连续计量，具有逐盘记录和存储的功能；

3 计量设备每月应至少自检一次；每一工作班开始前，应对计量设备进行零点校准；

4 原材料的计量允许偏差不应大于表5.2.2规定的范围，并应每班检查1次。

表 5.2.2 原材料计量允许偏差

单位为百分比

原材料品种	水泥	土、骨料	水	外加剂	其他原材料
计量允许偏差	±2	±3	±1	±1	±2

5.2.3 回填材料搅拌机型式应为强制式，搅拌以回填材料达到均匀为准。

5.2.4 回填材料运输应符合下列规定：

1 回填材料运输时应能保证回填材料均匀且不产生分层、离析；

2 浇筑前应检验回填材料流动扩展度，当流动扩展度不满足要求时，可通过加入适量的外加剂或同配比的胶凝材料浆体进行调整；

3 回填材料运输应采取密闭措施，严禁泄露、遗洒。

5.3 再生流态回填材料施工

5.3.1 回填材料的施工准备应符合下列规定：

1 技术准备，施工前应根据施工现场条件和回填材料性能确定浇筑方式，可采用泵送或溜槽浇筑；

2 设备准备，对所需施工机械进行检修、调试，保证能够连续作业；

3 人员准备，施工前对作业人员明确分工并进行技术交底；

4 现场准备，进行基槽清理，清除垃圾、树枝树叶等杂物，当有积水时，应采取措施清除后施工，对于软弱基础回填，应进行预处理使其满足回填基本要求；应做好对防水系统的防护。

5.3.2 回填材料的浇筑应符合下列规定：

1 浇筑时，不得使回填材料直接冲击基础或建筑物外墙和支护结构，应根据需要设置挡板或模板，且挡板或模板的结构稳定性满足施工要求；

2 回填材料可根据施工要求分段、分层浇筑，分段长度和分层厚度应根据回填材料未硬化前对基础和建筑物侧壁或模板的侧压力确定，最大浇筑高度不宜大于 2m；

3 分层浇筑时每两次浇筑间隔时间不应小于回填材料终凝时间；

4 分段浇筑时，应确保端头模板封闭严密、稳固，避免漏浆、跑浆；

5 同一施工段内应连续浇筑，相邻浇筑点浇筑间隔时间不应大于回填材料初凝时间；

6 连续基槽底部标高不一致时，浇筑时宜自较低的一端开始，向较高的一端推进；

7 浇筑过程中严禁加水；

8 管道回填施工时，应做好管道的稳定性验算，并应采取分层对称浇筑，控制浇筑速度和浇筑高差，同时采取抑制管道上浮和管芯偏摆的措施；

9 浇筑过程中发现冒浆、漏浆、建筑位移等现象时，应立即停止浇筑，并分析原因，采取相应处理措施；

10 回填材料浇筑完成后用刮板进行整平。

5.3.3 回填材料的养护应符合下列规定：

1 浇筑完毕后，应在自由水消失或抹面后及时覆盖塑料膜或土工布养护，必要时配合洒水养护，亦可覆土养护；

2 不具备覆盖养护条件时，应在回填材料表层硬化后及时喷淋或喷雾养护；

3 回填作业面最上层养护时间不应少于 7d。

5.4 安全施工

5.4.1 施工前应根据施工现场特点制定与施工方案相对应的安全技术措施。

5.4.2 施工人员应提前接受安全技术教育，并熟知各项安全技术操作规程。

5.4.3 施工单位应按国家相关规定设立安全检查人员。

5.4.4 施工单位应及时掌握气象信息，做好防范工作。

5.4.5 施工人员应做好自身防护。

5.4.6 浇筑完毕后应及时设置防护设施，在再生流态回填材料凝结硬化之前严禁人员通行或踩踏。

5.4.7 施工现场应设明显的安全警示标志。

6 质量检验与验收

6.1 一般规定

6.1.1 再生流态回填的质量检验与验收应按主控项目和一般项目进行。

6.1.2 再生压实回填的质量检验与验收应满足相关标准规范的要求。

6.2 再生流态回填质量检验

6.2.1 原材料应符合本规程规定，具备质量证明文件、复验报告。

6.2.2 再生流态回填材料抗压强度应符合设计要求。

检查数量：每次浇筑取样至少留置一组标准养护试件；按每 200m³ 取样一次，不足 200m³ 亦取样一次。

检验方法：按本规程附录 A 的规定执行。

6.2.3 再生流态回填材料流动扩展度应符合设计要求。

检查数量：按本规程 7.2.2 条的规定执行。

检验方法：按本规程附录 B 的规定执行。

6.2.4 再生流态回填材料的养护应符合本规程第 5.3.3 条的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：现场检查。

6.2.5 施工标高应符合设计与施工方案的要求，浇筑体暴露面的外观质量不得出现影响后续施工工艺或施工质量的明显缺陷。

检查数量：全数检查。

检验方法：现场观察，标高采用水准仪检验。

6.3 再生流态回填质量验收

6.3.1 质量验收应符合下列规定：

- 1 原材料、再生流态回填材料应按相应质量标准进行检验，具有完整的检验资料；
- 2 流态回填施工应按本规程规定进行质量控制，各工序完毕后应进行自检，并形成文件资料。

6.3.2 质量验收资料应包括以下内容：

- 1 原材料的质量证明文件和复验报告；
- 2 回填材料配合比；
- 3 回填材料浇筑记录；
- 4 回填材料抗压强度检测报告；
- 5 施工照片；
- 6 质量验收记录。

6.3.3 检验批合格验收应符合下列规定：

- 1 质量验收项目按表 6.3.3 分类；

- 2 主控项目应全部合格；
- 3 一般项目合格率不应低于 80%。

表 6.3.3 再生流态回填的质量验收项目

分类	项目
主控项目	原材料检验
	流态回填材料抗压强度
一般项目	流态回填材料流动扩展度
	流态回填材料的养护
	标高检验

附录 A 再生流态回填材料抗压强度试验方法

A.0.1 本试验用于测试再生流态回填材料硬化后的抗压强度。

A.0.2 搅拌机应符合现行行业标准《混凝土试验用搅拌机》JG 244 的规定；边长为 70.7mm 的立方体试模，当基料中含有 10mm 以上颗粒时可采用边长为 100mm 的立方体试模，当有争议时，应筛去 10mm 以上颗粒，采用边长 70.7mm 的立方体试模；压力试验机等应符合现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的规定。

A.0.3 抗压强度试验应按下列步骤进行：

1 将搅拌好的再生流态回填材料拌合物装入立方体试模，当材料表面出现麻斑状态时进行抹平，24h 后脱模，标准养护 28d；

2 将养护好的试件放在压力试验机的压板上，试件的承压面应与成型时的顶面垂直，试件中心应与试验机下压板中心对准；

3 开动试验机，当上压板与试件接近时，调整球座，使接触面均衡受压。承压试验应连续而均匀加荷，加荷速度为 0.25~1.5kN/s，再生流态回填材料强度不大于 2.5MPa 时，宜取下限。加荷直至试件破坏，然后记录破坏荷载。

A.0.4 抗压强度应按下式计算：

$$f_m = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (A.0.4)$$

式中： f_m ——试件立方体抗压强度，单位为兆帕（MPa）；

F ——试件破坏荷载，单位为牛顿（N）；

A ——试件承压面积，单位为平方毫米（mm²）。

以三个试件的算术平均值作为该组试件的抗压强度，精确至 0.1MPa。

当三个测值的最大值或最小值中如有一个与中间值的差值超过中间值的 15% 时，则把最大值及最小值一并舍除，取中间值作为该组试件的抗压强度值；如有两个测值与中间值的差值均超过中间值的 15% 时，则该组试件的试验结果无效。

附录 B 再生流态回填材料流动扩展度试验方法

B.0.1 本试验用于测试再生流态回填材料的流动扩展度。

B.0.2 当基料中含有大颗粒时，应筛去 10mm 以上颗粒备用。

B.0.3 搅拌机应符合现行行业标准《混凝土试验用搅拌机》JG 244 的规定；边长不小于 500mm 的玻璃平板 1 块；水准仪 1 个；测试圆柱筒 1 个，其上下开口内径应为 $75\pm 1\text{mm}$ ，高应为 $150\pm 1\text{mm}$ ，内壁应光滑，壁厚不应小于 5mm，圆柱筒两端平齐光滑，圆柱筒材质宜为高分子塑料或钢；钢尺 1 把，量程为 500mm，精度为 1mm。

B.0.4 流动扩展度试验应按下列步骤进行：

1 将玻璃平板放置于水平桌面或地面上，采用水准仪测试并调整玻璃平板，使其在两个垂直方向上均保持水平；

2 用湿毛巾擦拭玻璃平板，使其保持润湿状态；

3 将塑料圆柱筒的一端竖直放置在玻璃平板中心位置处，让圆柱筒的一个端面与玻璃板紧密接触；

4 将搅拌好或从现场取样的拌和物，分两次装入圆柱筒中；每装入一次，采用捣棒均匀插捣 5 次；插捣底层时，捣棒应贯穿整个深度；插捣上层时，捣棒应插透上层至底层表面。

5 最后在圆柱筒上端面用抹刀将拌和物沿上端面刮平，擦去圆柱筒外壁和平板玻璃上的粘留物；

6 将圆柱筒垂直向上一次性拔起，拌和物坍落后在玻璃平板上形成饼状物。用钢尺在最大直径方向及其垂直方向上分别测量饼状物的直径，精确到 5mm。

7 以两直径之平均值为再生流态回填材料流动扩展度。

附录 C 再生流态回填材料泌水率试验方法

C.0.1 本试验用于测试再生流态回填材料的泌水率。

C.0.2 搅拌机应符合现行行业标准《混凝土试验用搅拌机》JG 244 的规定；容积为 1L 的金属圆柱桶，内径与高均为 109mm，筒壁厚为 3mm，容量筒上沿及内壁应光滑平整，顶面与底面应平行且与中轴线垂直；量程为 5kg 的天平，感量为 1g；容量为 5mL、10mL 的量筒及吸管。

C.0.3 保水性试验应按下列步骤进行：

1 用湿布湿润试样筒内壁后立即称量，记录试样筒的质量。再将再生流态回填材料装入试样筒，一次性装满且无需振捣，装入量宜为容积的 80%-90%；将筒口及外表面擦净后称量，记录试样筒及试样的总质量，盖好筒盖并开始计时。

2 在吸取拌合物表面泌水的整个过程中，除吸水操作外，应避免试样筒受到扰动或振动，且室温应保持在 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 。

3 从计时开始后 1h 内，每隔 15min 吸取 1 次试样表面渗出的水；1h 后，每隔 30min 吸 1 次水，直至不再出现泌水为止。每次吸水前 2min，将一片 15mm 厚的垫块垫入筒底一侧使其倾斜，吸水后恢复水平。吸出的水放入量筒中，记录累计吸水质量 W_w ，精确至 0.1g。

C.0.4 泌水率应按下式计算：

$$B = \frac{W_w}{(W/m)(m_1 - m_0)} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{C.0.4})$$

DB11/T 2205-2023

式中： B —泌水率，单位为百分比（%）

W_w —累计吸水总量，单位为克（g）；

m —回填材料拌合物总质量，单位为克（g）；

W —回填材料拌合物总用水量，单位为克（g）；

m_1 —泌水前试样筒及试样总质量，单位为克（g）；

m_0 —试样筒质量，单位为克（g）。

以两个试样算术平均值作为该组拌合物的泌水率，精确至 0.1%。

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时，写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《通用硅酸盐水泥》 GB 175
- 2 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》 GB/T 1596
- 3 《混凝土外加剂》 GB 8076
- 4 《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》 GB/T 18046
- 5 《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》 GB/T 20491
- 6 《软土固化剂》 CJ/T 526
- 7 《建筑生石灰》 JC/T 479
- 8 《建筑消石灰》 JC/T 481
- 9 《混凝土用水标准》 JGJ 63
- 10 《建筑砂浆基本性能试验方法》 JGJ/T 70
- 11 《混凝土试验用搅拌机》 JG 244
- 12 《混凝土和砂浆用再生微粉》 JG/T 573
- 13 《公路用建筑垃圾再生材料施工与验收规范》 DB11/T 1731
- 14 《建筑垃圾消纳处置场所设置运行规范》 DB11/T 2078

北京市地方标准

建筑垃圾再生回填材料应用技术规程
**Technical specification for application of recycled backfill materials
of construction waste**

DB11/T 2205-2023

条文说明

目 次

1	总则	19
2	术语	20
3	原材料	21
3.1	再生流态回填材料用原材料	21
3.2	压实回填材料用原材料	21
4	设计	22
4.1	一般规定	22
4.2	再生流态回填材料性能要求	22
4.3	再生流态回填材料配合比设计	22
5	生产与施工	24
5.1	一般规定	24
5.2	再生流态回填材料生产与运输	24
5.3	再生流态回填材料施工	24
5.4	安全施工	25
6	质量检验与验收	26
6.1	一般规定	26
6.2	再生流态回填质量检验	26
6.3	再生流态回填质量验收	26

1 总 则

1.0.1 建筑垃圾再生回填材料，特别是再生流态回填材料由于其独特的性能，越来越被市场所接受，有广泛的应用前景。目前再生流态回填材料的性能设计、生产与施工应用尚无可执行的标准，因此需要制定标准以指导和规范其在工程中的应用。

1.0.2 本规程规定了再生回填材料的原材料、设计、生产与施工、质量检验与验收等技术内容，可为再生回填材料在工程中的应用提供比较全面的技术支撑。

1.0.3 流态回填材料在自重作用下可自行填充，形成自密实结构的胶结回填材料，用来代替传统的压实填料，特别适用于异形、狭窄空间及深基坑的回填，易于解决压实回填不足而产生的沉陷通病。

2 术 语

2.0.1 2023年1月1日起实施的北京市《关于进一步加强建筑垃圾分类处置和资源化综合利用工作的意见》中将工程渣土分为开槽黄土、砂石及杂填土，其中开槽黄土可直接用作回填材料。

2.0.2 压实回填是传统的回填方式，即直接将冗余土、再生骨料、开槽黄土用于素土、灰土或砂石地基，通过分层摊铺、压实方式进行的回填施工。

2.0.3 流态回填材料流动性大，易于填实且无需振捣，现场人工和设备需求低，泵送或溜槽均可施工，因此施工效率高，能够解决大型的压实设备难以实现的狭窄空间施工作业，保障狭窄沟槽中施工人员的安全，特别适用于异形、狭窄空间及深基坑的回填。

2.0.4 土和再生骨料是再生流态回填材料的主要组成，可占全部干料质量的90%以上。

2.0.5 冗余土是再生流态回填材料的最主要原料。目前建筑垃圾资源化的途径是对废混凝土、废砖瓦为主的拆建类垃圾进行破碎、筛分、分选处理成为再生骨料，利用再生骨料替代天然骨料生产建材。除土是分选的一道主要工艺，其目的是去除建筑垃圾中的土（被拆除物本身含有的或建筑垃圾堆放、收集过程中带入的），土对于骨料而言是有害的，因此除土是必需的，除土工艺可在一级破碎之前，也可在一级破碎之后，除土筛孔孔径一般不大于20mm，筛下物即为冗余土。冗余土中既有粘土颗粒，也有砖瓦混凝土在拆除、破碎工艺等过程中产生的细颗粒，相对来说一级破碎后的除土，更利于降低再生骨料的含泥量，同时所获得的冗余土含有更多的砖瓦混凝土细颗粒。冗余土产生量很大，一般不低于建筑垃圾量的20%，甚至可高达30%以上。基于上述冗余土的复杂组成，其中所含的土限制了其作为一般建材原料的利用，其中所含的砖瓦混凝土颗粒限制其不能作为纯土利用，因此其品质低，在一般建材中缺乏利用出路，用于再生流态回填材料是其高效、规模化利用的有效途径。与开槽黄土相比，利用冗余土制备流态回填材料，质量更易控制。

2.0.6 再生流态材料用胶凝材料可以是水泥、矿物掺合料、石灰等在生产现场按配合比掺配使用，也可以是由不同固化材料混合制备的固化剂作为单一胶凝组分使用。

3 原材料

3.1 再生流态回填材料用原材料

3.1.1 冗余土为建筑垃圾再生处理过程中，经除土系统分选出的小于规定粒径的粒料；开槽黄土为新建、改建、扩建和拆除各类建筑物、构筑物、管网等，以及装饰装修房屋、地基开挖过程中产生的土。

基料轻质杂物含量高，影响流态回填材料的泵送性能及强度；粒径过大，颗粒不均匀，其与胶凝材料混合后的均匀度差，固结后整体质量离差系数大且长时间运输易泌水离析。

大粒径的砖混类再生骨料容易上浮，造成回填材料离析，影响回填工程质量。

3.1.2 胶凝材料是以 CaO 、活性 SiO_2 和 Al_2O_3 为主要化学组成的水硬性无机胶凝材料，包括水泥、石灰、粉煤灰等混合材料或固化剂等。胶凝材料掺量经试配确定。

3.1.4 再生回填材料的拌合采用可满足性能要求的回收水，符合绿色生产的发展趋势。

3.2 压实回填材料用原材料

3.2.1 压实回填是作为传统的回填方式，《公路用建筑垃圾再生材料施工与验收规范》DB11/T 1731 规定了公路路基填筑用再生材料的性能要求，城镇道路按此标准进行执行。

地基回填用再生材料的轻质杂物及有机质含量参考《公路用建筑垃圾再生材料施工与验收规范》DB11/T 1731 中高速公路、一级公路用再生材料的性能指标确定。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 工作性能、力学性能是再生流态回填材料的基本性能。

4.1.2 对有抗渗性能要求的回填工程，工程设计中材料的渗透指标提出要求，再生流态回填材料需满足。渗透系数的试验方法参考现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 中变水头渗透试验方法进行。

4.1.3 再生骨料、土直接用于回填工程是传统的压实回填方式，对其要求一般体现在工程设计中。

4.2 再生流态回填材料性能要求

4.2.1 再生流态回填材料的强度由设计提出，没有强度要求时不宜小于 0.4MPa。

当基料中含有最大粒径超过 10mm 颗粒时，试件也可以采用边长为 100mm 的立方体试件，其抗压强度值也应满足相同的要求。当有争议时，应筛去 10mm 以上颗粒，成型边长 70.7mm 的立方体试件作为标准试件进行测试。

4.2.2 再生流态回填材料拌合物的流动扩展度一般为 100 mm~300 mm，根据工程施工需要，当流动性要求大时选高值，流动性要求小时选小值。施工中应根据工程需要和施工条件选择合适的流动扩展度。

4.2.3 再生流态回填材料的泌水率过大，保水能力不足，离析现象明显，导致回填体质量不均匀，进而影响工程质量，试验人员现场可通过观察拌合物是否出现典型离析现象作出定性判断。

4.3 再生流态回填材料配合比设计

4.3.1 本条明确了再生流态回填材料配合比设计步骤，科学指导流态回填材料的配合比设计过程。

4.3.2 强度是再生流态回填材料的主要性能指标，考虑到工程现场条件与试验条件存在不同，设计中回填材料的试配强度应比设计强度要大，本设计中生产质量水平系数按 1.2 取值。

4.3.3 回填材料强度要求越高、流动性要求越大，胶凝材料的总掺量越高；胶凝材料活性越高，总的掺量越低；再生骨料、冗余土为主的基料，胶凝材料总掺量可以低些。

4.3.4 组分占比为该组分占除胶凝材料之外的全部干料的质量百分比。以矿渣粉、钢渣粉为主要掺合料时，其掺量范围参考粉煤灰，石膏的掺量参考石灰。水泥是影响强度的关键因素，初步设计中各胶凝材料的选择参考列表选取，水泥选择较低掺量时，可掺配粉煤灰、石灰补充。设计三个试配的配合比时，主要变化水泥掺量，其他胶凝材料可按比例调整也可不变。

4.3.5 固化剂掺量是影响回填材料强度的关键因素，其活性一般比水泥低。实际应用中，满足回填要求的固化剂掺量一般为 5%~20%，掺量越大，强度越高。实践中可根据设计强度的高低选择三个掺量进行试配。

4.3.6 试配中，用水量以满足回填材料拌合物的流动扩展度要求为主要目标进行控制，若流动性满足要求，但泌水率高、拌合物离析可通过外加剂进行调整；水胶比是指用水量与全部胶凝材料质量之比。

4.3.8 再生流态回填材料性能基于配合比试验所用材料，当原材料发生变化时，应按实际使用材料重新进行配合比设计。当原材料性能发生较大变化时，在新配合比确定前需停止浇筑施工。

5 生产与施工

5.1 一般规定

5.1.1 《建筑垃圾消纳处置场所设置运行规范》DB11/T 2078 于 2023 年 3 月 30 日发布，7 月 1 日实施。

5.1.2 施工方案包括回填材料的供应、施工平面布置、施工作业面处置、施工工艺和质量管理等，还要考虑不同的施工工艺对回填基础及邻近建（构）筑物的影响。

5.1.4 再生流态回填材料施工注意气候变化，避开雨天施工，若施工时意外遇到下雨，雨量较小时对施工影响不大，但中等以上雨量造成的积水，影响回填材料的实际用水量，进而对材料的凝结硬化产生影响，因此中等以上雨量应停止施工，已经浇筑且未凝结固化的回填材料应采取必要的防水措施。

5.1.5 再生骨料、土直接用于回填工程是传统的回填方式，在建筑回填工程中的施工符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 的规定；在市政回填工程中符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的规定；在公路回填工程中符合现行地方标准《公路用建筑垃圾再生材料施工与验收规范》DB11/T 1731 规定；用于其他工程时符合相关标准的规定。

5.1.6 建筑垃圾再生流态回填材料在工程中使用，至少需提供包括流动扩展度、强度等性能的质量证明文件，若施工方有其他性能要求也需明确。

5.2 再生流态回填材料生产与运输

5.2.1 为避免土产生扬尘，需要必要的防尘措施；土的含水率变化大，必要的防雨措施利于回填材料的质量控制。

5.2.3 若基料以开挖类开槽黄土为主，振动搅拌对混合均匀更为有利，振动搅拌对土壤粘粒等凝聚团具有较好的破坏作用，可使混合料快速达到均匀。

5.2.4 再生流态回填材料采用搅拌运输车进行运输，当浇筑前流动扩展度不满足要求时，可通过加入适量的外加剂或同配比的胶凝材料浆体进行调整。

5.3 再生流态回填材料施工

5.3.2 回填材料凝结硬化前没有强度，流态料会对侧壁产生压力，为保证料的侧压力不会对结构产生危害，需根据回填材料未硬化前对基础和建筑物侧壁或模板的侧压力确定分段浇筑长度和分层厚度。工程经验表明，2m 以下的单层回填高度，一般能够保证结构安全。

同一施工段内，相邻浇筑点浇筑间隔时间如果超过了回填材料的初凝时间，则不利于回填材料形成连续结构，进而影响回填质量。再生流态回填材料的初凝时间由原材料特性、配合比、搅拌均匀性、外部环境等因素综合决定，可按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 中凝结时间试验方法进行。

再生流态回填材料流动扩展度大，为防止浆体从高处流向低处过程中分层离析，基槽标高不一致时应先浇筑深处再浇筑浅处。同一施工段内浇筑高差尽量保持一致，相邻片区浇筑高差要小，

尽量保持基础、建筑物等受力均匀。

浇筑过程中向再生流态回填材料加水，会引起材料水灰比改变，降低强度，加速沉降离析，表面起泡增多等问题，对材料的使用性能有不利影响。

对管道分层对称浇筑时，再生流态回填材料流动扩展度应取小值，初始浇筑厚度宜小，且严格控制浇筑速度和浇筑高差，并应采取抑制管道上浮和管芯偏摆的措施，防止管道偏移的支撑应在再生流态回填材料对管道有浮力支撑变为强度支撑后方可撤除。

5.3.3 温度在 10℃ 以上，可用塑料薄膜土工布等简单养护，30℃ 以上高温或大风天气，回填材料内水分快速蒸发的同时，胶凝材料水化反应加剧，干燥收缩衍生裂纹（表面急剧蒸发失水引起），养护时需配合洒水措施。

冬期施工时，应采取措施避免流态填筑料在初凝前受冻，出现冻胀拉裂或上层结冰下层不硬化的问题。原材料中不得含有延缓流态填筑料硬化的成分。

采用细微水流间歇式喷洒进行养护不易在表面形成积水。

5.4 安全施工

安全技术措施是施工技术方案中的重要组成部分，是具体指导工程安全施工的安全管理与技术文件，是针对再生回填材料施工过程中可能发生的安全隐患和可能发生安全问题的预防。本部分对施工前、施工时、施工后的安全措施进行了原则性规定。

6 质量检验与验收

6.1 一般规定

6.1.2 再生骨料、土直接用于回填工程是传统的回填方式，在建筑回填工程中的质量检验与验收符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202的规定；在市政回填工程中符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1的规定；在公路回填工程中符合现行地方标准《公路用建筑垃圾再生材料施工与验收规范》DB11/T 1731规定；用于其他工程时符合相关标准的规定。

6.2 再生流态回填质量检验

6.2.1 本条规定了再生流态回填材料用原材料质量检验的要求，再生流态回填材料由建筑垃圾资源化处置设施生产，因此原材料的质量检验方法为查验质量证明文件、复验报告。

6.2.2 抗压强度是再生流态回填材料的主控项目，必须达到设计强度要求。

6.2.3 再生流态回填材料的流动扩展度由结合现场情况提出范围值。

6.2.5 回填完成后的标高若不符合设计与施工方案的要求，影响后续施工。

6.3 再生流态回填质量验收

6.3.3 再生流态回填材料的抗压强度为主控项目，通过立方体抗压强度进行检验，当留置试块强度不满足要求时，可原位取芯进行强度检验，现场钻芯操作参考《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384 进行。