

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyh.2023.04.062

浅析建筑垃圾再生材料的研究与应用现状

陈华

[上海浦东路桥(集团)有限公司,上海市 201206]

摘要:为让更多工程从业人员了解建筑垃圾再生材料现状,推动其规模化应用,大量调研了再生材料的研究与应用情况,发现目前建筑垃圾资源化利用方式主要包括再生特殊土、再生工程材料和基于再生骨料的衍生材料,其中再生固化土、骨料和砖砌材料比较成熟,得到了规模化应用,而再生绿植土、掺和料和水工材料尚处于研究或初步应用阶段。

关键词:建筑垃圾;特殊土;再生骨料;固化土;掺和料;水工材料

中图分类号: TU5;TV4

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2023)04-0232-02

0 引言

建筑垃圾是放错位置的“宝贝”,若科学、合理、有效地再利用建筑垃圾,不仅可以避免建筑垃圾“围城”现象发生,减少原始天然资源开发与消耗,降低工程建设成本,还可大幅度降碳、减排,有助于我国尽早实现碳达峰、碳中和双目标。

在大量调研基础上,本课题组梳理以特殊土体材料、工程材料和衍生材料为代表的3种资源化利用方式,并对各利用方式的研究与应用现状进行了探讨。

1 再生特殊土体材料

1.1 再生固化土

在新建、改建或扩建施工隧道、地下构筑物、地下基础等过程中,不可避免地产生工程渣土,这些渣土不仅体量大,而且运出现场成本高、异地处置困难大。相关研究表明:在渣土中添加有机类、无机类或离子型固化材料,如石灰、水泥等^[1],可制备成固化土并回填填筑道路路基、管网,如湖南长株高速路基改扩建项目开展了用渣土与固化剂混合回填路基试验;许昌宏腾大道管网沟槽与正定新区综合管廊均采用了“液态固化土技术”。再生固化土工艺利用沟槽开挖工程渣土,掺入固化剂和水经过振动搅拌,形成可泵送、自密实的流态化岩土工程材料,回填密实,可大幅降低路基、管道下沉塌陷风险。

1.2 再生绿植土

在通常情况下,掺杂建筑垃圾的土壤不是种植

植物的合格土体,因为建筑垃圾不仅会导致土壤紧实、容重大、通气效果差,而且相应土壤中有机质含量较低、肥力小^[2],从而最终导致植物根系无法正常生长。但是对于某些植物而言,建筑垃圾反而利于其存活与生长,如当枸杞枝深插于建筑垃圾土壤中50 cm时,十分利于其生长^[3]。通过补充某些益生菌,也可以将土壤改良成适合栽种绿植^[4],如台州、天津用品质较差的工程渣土作为绿化土,将其应用于台州湾集聚区的野生动物园、市区植物园和天津市南翠屏公园等。

2 再生工程材料

2.1 再生骨料

将建筑垃圾中的优质骨料加工成诸如0~4.75 mm、4.75~9.5 mm、9.5~31.5 mm等粒径尺寸的再生骨料,可替代大量天然骨料。相比其他建筑垃圾资源化利用方式,该方式技术与设备成熟度高、经济性好、市场认可度和转化率高(可转化95%建筑垃圾)。关于该应用方式的研究,不仅数量非常多、覆盖面广、成果成熟,涉及设备、工艺、材料性能等各个方面,而且国内外意见比较统一。

此外,作为再生砖砌块、再生墙体和再生水工材料等其他高附加值材料产品制备与生产的原材料,全国再生骨料的产业体系比较完善且初具规模,截至2021年年底,全国共建成346个建筑垃圾资源化再生骨料项目,年产再生骨料逾亿t,各地形成了多项再生骨料技术与工艺标准^[5]。

2.2 再生粉料

建筑垃圾被研磨成粉体材料后,其具备类似于火山灰的活性,既可以替代部分水泥、矿粉、粉煤灰等掺

收稿日期:2022-08-11

作者简介:陈华(1979—),男,学士,工程师,从事市政道路工程材料与技术研究工作。

和料或结合料,又可与这些掺和料复合使用。研究表明当用建筑垃圾粉料替代部分水泥时,当其掺量不高于25%时,则对应混凝土抗压强度处于可以接受范围内^[6];当建筑垃圾研磨成粒径小于75 μm超细粉时,替代砂浆中水泥或粉煤灰等材料效果非常好^[7]。

目前用建筑垃圾粉体材料替代结合料或掺和料的研究仍处于试验阶段,应用案例较少,究其主要原因是对比矿粉、矿渣、粉煤灰等掺和料,大规模地将建筑垃圾加工成特定规格和要求粉体的成本比较高、质量品质控制难度大,性价比偏低,市场经济效益动能不足。

3 衍生材料

3.1 再生混合料

将再生骨料与石灰、粉煤灰或水泥等结合料或掺和料按一定比例混合后,可以制备再生混合料^[8]。多项研究表明,该类再生混合料适用于铺筑道路路基或基层,主要指标甚至可以达到相关标准对高速公路和一级公路的相关要求^[9],并在许昌颖汝干渠堤顶路提升改造工程、陕西西咸北环高速公路、北京大兴机场市政道路和顾八路等项目的路基或基层中得到良好应用,充分验证了其适用性。近10 a来,随着建筑垃圾生产再生混合料的相关研究与应用不断深入,对应技术与工艺体系已比较成熟和完善,形成了多项标准^[9-11]。

3.2 砖砌块材料

用建筑垃圾制作砖砌块,可以再利用掉90%~100%建筑垃圾,换言之,该资源化利用方式可以消耗建筑垃圾中绝大部分再生粉料、细骨料、粗骨料。近年来,用建筑垃圾生产制作砖砌块的工艺和设备体系已十分成熟与完善,产品种类丰富全面,应用范围广。

很多建筑垃圾资源化项目不仅可以生产免烧砖,如标砖、透水砖、实心砖、面包砖、仿石抛丸砖等,还能将建筑垃圾重新烧成空心砖。除砖块外,部分项目甚至能够用建筑垃圾再生轻集料生产小型空心、蒸养、加气混凝土等不同类型砌块,以及生产体积与尺寸更大的预制构件,如生态景观挡土墙、生态联锁护坡和砂加气混凝土板材等。单条砖砌块生产线可年产逾数十万 m³ 砖砌块,单个工厂化项目可年产超百万 m³ 砖砌块。

另外,砖砌块还常被用于公园步道、市政道路人行道、广场等区域。

利用建筑垃圾制作的砖砌块种类丰富、应用范围广,其代表性项目如表1所示。

表1 应用建筑垃圾制砖砌块的代表性项目

透水砖	面包砖	实心砖
北京世园会停车场、北京长安街	西安渭惠路四改六项目、西安上合组织展馆停车位	北京亮马河景观工程

由于建筑垃圾制砖砌块技术与工艺比较成熟,因而近年来国内在该方面的研究重点已转向满足个性化需求的砖砌块构造形式、工艺优化等方面^[12-13]。

3.3 再生水工材料

经多重分拣、破碎、筛分及分选等一系列处置后,可用建筑垃圾制备具有过滤功能的再生滤料,这些滤料表面积大、孔隙率高、粒径均匀。永定河京西流域应用超6万 t再生滤料替代原生湿地火山岩、沸石、石灰石等天然填料,每天净化处理再生水约60 000 m³。永定河南大荒水生态修复工程使用近2万 t粒径为8~16 mm再生骨料替代原生湿地填料,解决了小红门水厂供给永定河水源不达标问题。温榆河公园中心“生态岛”用再生水处理滤料替代天然骨料来填充净化水体。

4 结语

(1)由现场或工厂加工而成的固化土材料,其适合回填管网、道路、隧道等工程结构部位。该资源化利用方式技术可行、易操作,有大范围和大规模应用潜力;虽然可将建筑垃圾土加工成绿化土,但受制约因素较多,应用推广缓慢。

(2)与再生工程骨料相配套的技术、工艺和设备体系成熟;将建筑垃圾磨细成粉体材料替代水泥、粉煤灰、石灰等,尚处于试验研究阶段,离规模化、大范围应用还有一段距离。

(3)再生混合料、再生砖块和再生砌块等材料,属于建筑垃圾资源化利用的高级形式,国内外已形成与之配套的较为完善成熟的产业链和体系,前景广阔;再生水工材料升级再生骨料部分功能,使其具有蓄、渗等功能,有助于提升建筑垃圾资源化利用的附加值。

参考文献:

- [1] 王福晋,赵磊,梁勇,等.建筑垃圾渣土制备固化土配合比参数研究[J].建筑技术,2021,37(5):9-12.
- [2] 施少华,梁晶,吕子文.上海迪士尼一期绿化用土生产[J].园林,2014(7):64-67.
- [3] 杨志新.枸杞的扦插及其生物生理学特性研究[D].合肥:安徽农业大

(下转第245页)

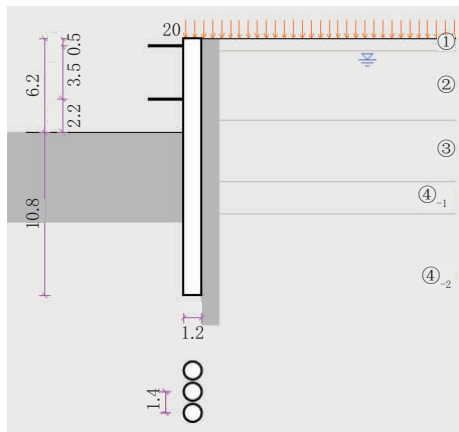


图 4 基坑验算截面图(单位:m)

表 2 基坑稳定性计算值汇总表

项目	整体稳定性	抗倾覆稳定性	坑底抗隆起	墙底抗隆起	抗渗流稳定性
规范要求	1.35	1.25	2.20	1.80	1.60
计算值	2.4	2.33	2.65	3.38	3.10

倾覆稳定性、坑底抗隆起、墙底抗隆起、抗渗流稳定性系数均满足《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120—2012)中安全等级一级要求。

2.4 施工注意事项

(1) 尽量避免在雨季施工,若必须在雨季施工时,开工前一定要与铁路局有关部门办好手续,施工前要加强安全措施,注意基坑坡面防水、桩孔四周挡水、防下雨等临时措施,谨防基坑和路基失稳坍塌,并做好防洪准备,严禁基坑浸入洪水中浸泡。

(2) 低净空钻孔桩施工期间,严禁管内抽水,避免抽水产生负压,引起周围的地下水夹带细粒土向管内流动,引起地层损失,影响周围建筑物稳定性。

对每节套管焊口应严格检查,确保焊缝宽度均匀无夹砂、焊漏、局部变形等质量问题。含水粉砂层中的钻进,应做好施工组织,在施工作业中避免出现长时间停钻现象,应一次穿越粉砂层。

(3) 基坑内土方每层开挖深度不超过 2 m,严禁一次开挖到底或者超挖,开挖应分层、分区进行,挖到距离设计标高还差 1 m 时,采用人工开挖,挖到设计标高后及时铺设碎石垫层和浇注混凝土垫层进行封底,严禁长时间基坑暴露。

3 结语

通过对软土地区道路下穿高铁基坑设计方案设计要点简析,结合江苏省某市政道路下穿高速铁路实例设计方案,从基坑支护、止水帷幕和地基加固等方面分析高铁桥下基坑设计重点。高铁下基坑开挖,除考虑常规基坑设计要点外,应将保证铁路安全运营作为重要考虑因素,设计方案应充分征求铁路主管部门意见,施工过程中注意对铁路桥墩沉降和基坑支护变形监测。

参考文献:

[1] 左亚飞,新建公路工程下穿既有高速铁路桥梁影响的研究[D],北京交通大学,2016.

[2] 王树芳,道路下穿铁路工程设计中的关键技术研究[J],江西建材,2016,23(19):179-182.

[3] TB 10182—2017,公路与市政工程下穿高速铁路技术规程[S].

[4] 陈广树. 下穿高速铁路桥梁的 U 型槽大体积基坑开挖方案优化研究[J],北方交通,2021(3):36-39.

[5] 王一莹. 城市道路下穿既有普速铁路桥梁影响分析[J]. 科技资讯,2022,20(1):96-98.

(上接第 233 页)

学,2008.

[4] 李艳坤,夏新波.城市绿化建筑垃圾污染区的土壤改良技术[J].中国高新科技,2021(4):140-141.

[5] 赵青龙,冷发光,何更新,等.各国建筑垃圾再生骨料标准浅析[J].建筑结构,2011(11):159-163.

[6] 吴兆仁,李剑锋,张伟.建筑垃圾用作掺和料对混凝土性能影响的研究[J].混凝土世界,2016(8):58-62.

[7] 王申宁. 建筑垃圾超细粉对砌筑砂浆基本性能影响的试验研究[D].青岛:山东科技大学,2017.

[8] 韩瑞民,祁峰,张名成.建筑垃圾再生混合料配合比设计及性能试验研究[J].建设科技,2014(1):25-28.

[9] JTG-T 2321—2021,公路工程利用建筑垃圾技术规范[S].

[10] DB4110 T6—2020,建筑垃圾再生集料道路基层应用技术规范[S].

[11] DB 61/T 1147—2018,道路用建筑垃圾再生细集料技术规范[S].

[12] 凌辉勋. 一种蒸压自保温砌块及其制备方法研究[J].砖瓦,2018(6):34-35.

[13] 黄鑫,田风,倪柳芳,等.建筑垃圾再生细骨料制加气混凝土砌块研究[J].建材与装饰,2021,17(20):27-28,31.