

建筑再生料在上海 S7 公路新建工程中的试验应用

吴建兵

[上海城投公路投资(集团)有限公司,上海市 200020]

摘 要:城市建筑垃圾在城市发展建设过程中增加了城市环境保护管理的难度,同时加速了对土石资源的消耗。为协调城市建设与城市建筑垃圾之间的矛盾,研究提出以建筑碎石作为建筑再生料,并应用于城市道路建设工程中。结合上海 S7 公路(月罗公路—宝钱公路)新建工程,介绍建筑碎石在“永临结合”施工便道中的施工工艺、填筑方案及质量验收情况,充分论证了建筑碎石循环利用于道路路基工程中的可行性,为处理城市固体废弃物提供了一个极具应用价值的新思路。

关键词:城市建筑垃圾;建筑再生料;施工便道

中图分类号: U414

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)06-0299-04

0 引言

随着城市现代化进程不断加快,旧区改造、道路改建及房地产开发等工程导致诸多建、构筑物被拆除,由此产生大量城市建筑垃圾^[1]。城市建筑垃圾主要由混凝土、砖瓦、沥青、木材及金属等弃料组成,其成分错综复杂且具有一定的毒害性,对自然环境构成一定威胁^[2]。目前建筑垃圾的主要处理方式为堆放、填埋及再利用等,而这些处理方式在效率、经济性及环保效益等方面仍具有较大提升空间^[3]。

建筑垃圾本身具有潜在的回收利用价值,被认为是一种“错放的资源”。近年来,建筑垃圾开始被应用于路基路面工程。研究者认为,这是一种兼具环保与经济的建筑垃圾新型处理方式,实现了“源于工程用于工程”的资源循环再利用。然而,目前大量研究主要集中于建筑垃圾材料的前期性能试验,研究确定的性能参数可能无法准确地指导实际工程^[4]。因此,本研究结合上海 S7 公路(月罗公路—宝钱公路)新建工程,对建筑碎石(由建筑垃圾经过破碎、筛分后形成)作为“建筑再生料”应用于实际道路工程中进行研究及应用,为延长建筑垃圾的潜在价值提供一种新思路。

1 研究背景

1.1 工程概况

上海 S7 公路(月罗公路—宝钱公路)新建工程

南起月罗公路,沿规划罗蕴河和沪通铁路东侧向北,依次跨越练祁河、嘉罗公路、嘉盛公路、曹新公路、徐潘公路,止于宝钱公路,红线宽度为 60 m,全长约 6.1 km。该工程主要内容有主线高架桥、月罗公路北侧立交、嘉盛公路立交、宝钱公路立交等。主线高架采用高速公路标准,双向 6 车道,设计车速 100 km/h,荷载标准采用公路—I 级。

1.2 传统混凝土便道存在的问题

按照传统方案,施工单位一般将施工期间的临时施工便道设置为主线高架外侧,并采用水泥混凝土浇筑施工,待工程完工后再将施工便道进行破除外运处理。此处理方式存在以下问题:

(1)混凝土施工便道施工周期长,但其使用具有临时性,导致部分混凝土材料的浪费,且施工便道挖除外运会带来新的环境污染等问题。

(2)由于本工程主线高架桥梁结构采用预制拼装施工技术,大型混凝土构件的运输和吊装均都要通过施工便道,常规的混凝土施工便道难以承受其施工荷载,极易出现变形、破碎,便道的维护非常困难,且成本较高。

2 建筑碎石便道方案

2.1 便道方案

针对传统的水泥混凝土施工便道存在的问题,在工程施工的筹划阶段,项目管理人员便组织设计单位、监理单位和施工单位多次进行讨论研究。由于该工程地面辅道处于主线高架正下方,综合时间和成本,决定采用“永临结合”施工便道。将原布置于主线

收稿日期:2021-02-02

作者简介:吴建兵(1979—),男,工程师,本科,从事道路、桥梁工程技术管理工作。

高架一侧的施工便道移至主线高架正下方,以建筑碎石为主要材料,按照路基填筑标准进行路基层铺筑施工,并作为施工便道。为保证该路基具有足够的强度、稳定性和耐久性,在原路面清表、压实后由下而上依次分层填筑。该填筑方案为:60 cm 建筑碎石(粒径不大于 10 cm)和 20 cm 碎石(粒径不大于 5 cm),总厚度为 80 cm,并于后续永久路基施工时再填筑至设计标高。

2.2 试验段方案

为探究建筑碎石填筑路基的可行性及该路基的各项性能,本研究设置试验段,桩号为 K15+720~K15+860,全长 140 m。试验段地面道路为挖方路基,路基填筑前全段清除 40 cm 耕植土,再清理到路面设计标高以下 2.25 m,碾压稳定后进行压实度及回弹模量等指标检测,合格后进行路基填筑。

3 试验段施工

3.1 施工情况

(1) 清表施工

清表前先进行导线、中线和高程的复测及布设,标明其轮廓的同时确定开挖边线或坡脚线,并请监理工程师检查批准,结果合格后方可进行施工操作。其具体施工工艺如下(见图 1):首先,挖除 40 cm 地表耕植土并清除根茎、树根等杂物;其次,对原地面进行整平,将其整形成具有外侧 2%坡度的断面;最后,利用压路机将地面碾压密实。



图 1 清表施工工艺展示图

(2) 建筑碎石铺摊(见图 2)

在密实地面上进行建筑碎石摊铺,其具体流程如下:首先,利用自卸汽车将建筑碎石运至现场,并按方格网布料;其次,利用挖掘机摊铺整平,并形成 2%的单向横坡;最后,进行建筑碎石分层填筑。其



图 2 建筑碎石铺摊展示图

中,建筑碎石的最大粒径不得大于 10 cm。摊铺时,松铺厚度按 25 cm 控制(压实厚度不大于 20 cm),且粗细颗粒应分布均匀,避免粗粒料集中堆积。当石块含量较多时,其间隙以土或石屑铺撒填充。

(3) 分层碾压

为了提高基础的密实度,本试验段采用自行式光轮压路机分层碾压。填料碾压时,应控制填料在最佳含水量范围内,同步测定其含水量变化并及时调整碾压方式。碾压时,前后两次轮迹重叠 30 cm,且需保持其均匀分布。对于压路机无法压实的地方,采用小型夯具夯实。每一次碾压前后,均需进行中、边桩放样及高程测量,并计算松铺系数。具体碾压过程如下:

- 光轮压路机静压 1 遍,行驶速度控制为 2.5 km/h;
- 光轮压路机弱振 1 遍,行驶速度控制为 2.8 km/h;
- 光轮压路机弱振 2 遍,行驶速度分别控制为 3.3 km/h、3.5 km/h,防止粗细骨料离析,禁止强振碾压。
- 光轮压路机静压 1 遍,行驶速度控制为 3.2 km/h。

每完成一个工作循环或增加了碾压遍数,必须根据顶层路基压实度及时调整碾压次序、碾压遍数或压路机行驶速度,铺设完成后进行路基回弹模量测试,须符合设计要求。图 3 为建筑碎石分层碾压展示图。



图 3 建筑碎石分层碾压展示图

(4)土工布施工

为了充分发挥土工布的过滤、排水、隔离、加筋、防护等作用,本试验段的土工布施工工艺如下:

- a. 清除施工范围内对施工有影响的障碍物,保证土工布正常施工条件;
- b. 对基底及下承层进行精度检测,保证其宽度、坡度、平整度满足施工条件;
- c. 将土工布材料强度高的方向置于垂直于路堤轴线方向,从一端向另一端进行铺设。其中,端部先铺填,并铺设锚固,中间后铺填。施工过程中,不要过量拉伸土工合成材料,以免超过材料强度极限引起变形、撕裂或局部顶破,应松紧适度,铺设过程中既无绷拉过紧也无褶皱现象,充分保证铺设的连续性、完整性。
- d. 土工布间连接牢固,连接处的强度不低于材料设计抗拉强度。为保证土工布搭接的整体性,其搭接宽度不得小于 50 cm。

图 4 为土工布存放及施工展示图。



(a) 土工布存放



(b) 土工布施工

图 4 土工布存放及施工展示图

3.2 试验段验收情况

本试验段主要填筑材料为建筑碎石,为进一步验证其用于路基施工的可行性,本研究对施工过程中铺摊、碾压等数据,以及原地面压实度、回弹模量等指标进行了考察评价,其结果(见表 1)均符合设计和规范要求。

其中,施工便道结构顶回弹模量为 41.5 MPa,大

表 1 路基试验段施工质量评价表

编号	检查项目	试验段施工结果
1	原状土	最大干密度 1.83 g/cm ³
2	建筑碎石原材	无杂物泥质,粒径 ≥ 10 cm
3	碾压机械	26 t 压路机(≤ 33 Hz)
4	松铺厚度	≥ 25 cm
5	压实厚度	≥ 20 cm
6	压实遍数	共 5 遍,轮迹差 ≥ 5 mm
7	回弹模量	41.5 MPa
8	轮迹差	≥ 5 mm

于设计要求(35 MPa),均符合设计文件中对于道路路基的验收指标。由此可见,采用建筑再生料填筑的施工便道,其施工质量较好。这充分证明建筑碎石填筑及工艺的可行性,这也为建筑再生料的循环利用提供了一种新思路。

4 应用效果

4.1 应用情况

该工程全线 6.1 km 均采用建筑碎石便道,吸收了大量周边废弃建筑拆迁废料,为区县解决了废料处理的难题。使用该材料形成的施工便道承载能力强,出现坑洼易于修补,符合预制拼装施工的道路条件要求。在经过载有重型预制构件的车辆和吊车的多次碾压后,其各项应用指标均符合设计及规范要求。其中,该段路基压实度高,其值为 90.1%,大于设计要求压实度(90%)。此外,该试验段路基填筑约 30 d 后无明显沉降现象,沉降量趋于稳定,其值不大于 15 mm,充分满足设计要求。由此说明,该建筑碎石旧料采用本工艺施工填筑,减少了路基工后沉降。图 5 为应用效果展示图。



(a) 建筑碎石路基



(b) 路基应用于吊装施工

图 5 应用效果展示图

4.2 优缺点对比

(1)与混凝土便道相比

相较于传统施工便道使用混凝土材料,建筑碎

石便道节省材料投入,降低施工运维成本。该工艺秉持废弃资源再利用的环保理念,减少对土石资源的消耗,降低碳排放,符合当前“绿色施工”的要求。

(2)与传统的土路基相比

本工程结合项目特点,提出“永临结合”的施工理念,将建筑碎石作为路基填筑材料。相较于传统土路基,建筑碎石路基受天气影响较小、透水性好、填筑速度快、材料成本低,且施工周期短,结构的承载力也得到了提高,同时大幅减少了现场扬尘,改善了现场施工条件。

5 结 语

建筑垃圾是城市在变迁与发展过程中产生的固体废弃物,传统的城市建筑废弃物处置方法并未真正处理好城市发展与环境友好之间的关系。建筑垃圾的产生不仅增加了城市环境保护管理的难度,同时加速了自然资源的消耗。

本研究提出将建筑垃圾再生并用于城市道路建设工程,延长其使用价值,实现工程资源的循环再

利用。结合上海 S7 公路(月罗公路—宝钱公路)新建工程,将建筑垃圾再生利用的理念实现于实际施工便道。针对建筑碎石道路填筑,在施工过程中严格控制施工参数并完善施工工艺。经过各项验收指标考察评价,该“永临结合”施工便道施工工艺质量符合相关设计和规范,进一步论证了建筑碎石应用于便道施工和路基填筑的可行性。本研究为道路工程施工提供了一定的施工经验和指导,同时也为城市建筑垃圾综合处理探索了一个极具应用价值的思路。

参考文献:

- [1] 曹俊毅.城市固体废弃物在道路基层施工中的应用[J].城市道桥与防洪,2012(11): 104-109.
- [2] 余红明. 砖混骨料再生水泥稳定材料的性能研究[D].杭州:浙江大学, 2020.
- [3] 陈仕颀. 高速公路建筑再生料路基填筑施工工艺[J].建筑施工, 2020, 42(3): 404-406.
- [4] 刘峰, 刘海涛, 封栋杰. 建筑垃圾混合再生料道路基层应用试验研究[J].四川建材, 2020, 46(11): 140-141.
- [5] 徐莹. 浅谈高速公路施工便道施工工艺[J].科技创业家, 2012(22): 35.

~~~~~  
(上接第 288 页)

以提高沥青混合料的疲劳性能;SBS 改性沥青混合料添加 RH 温拌剂并不适合。

(3)EV 温拌剂对 SBS 改性沥青混合料和基质沥青混合料的疲劳性能影响较小;RH 温拌剂会降低基质沥青混合料的疲劳性能。推荐使用 EV 温拌剂。

## 参考文献:

- [1] 张春.温拌再生 SMA 沥青混合料疲劳性能影响因素分析[J].西部交

通科技, 2017(12):4-7.

- [2] 周沛延. 温拌沥青混合料的长期使用性能[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2013.
- [3] 魏昭.温拌技术对沥青混合料性能的影响分析[J].城市道桥与防洪, 2012(10):155-157, 15.
- [4] 李英来.温拌沥青混合料施工技术分析[J].黑龙江科技信息, 2011(32):274.
- [5] 李根,李振,徐世法,等.掺加旧料对温拌沥青混合料疲劳性能的影响分析[J].北京建筑工程学院学报, 2011, 27(3):1-6.