

建筑垃圾在路基处理中的应用

夏慧慧¹, 王 坚¹, 李 巍²

(1. 上海市政工程设计研究总院, 上海市 200092; 2. 合肥市政务文化新区建设指挥部, 安徽合肥 230061)

摘 要 : 建筑垃圾作为路基处理原材料, 具有很好的经济效益和环境效益。该文通过实例对建筑垃圾在路基处理中的应用进行了探讨。

关键词 : 建筑垃圾; 路基处理; 应用

中图分类号: U416.1 文献标识码: B 文章编号: 1009-7716(2009)07-0050-02

0 前言

随着城市建设的不断发展, 产生了数量巨大的建筑垃圾。建筑垃圾的处理, 关系到资源的再生利用、环境保护等方面。政府对建筑垃圾的处理也越来越重视。

建筑垃圾是由碎混凝土、碎砖瓦、碎砂石土等无机物类构成, 其化学成分是硅酸盐、氧化物、氢氧化物、碳酸盐、硫化物及硫酸盐等。具有相当好的强度、硬度、耐磨性、冲击韧性、抗冻性、耐水性等, 即强度高、稳定性好。建筑垃圾又具有相当好的物理和化学稳定性, 其性能优于粘土、粉性土, 甚至砂土和石灰土。

建筑垃圾透水性好, 遇水不冻胀, 不收缩, 是路基难得的水稳定性好的建筑材料。建筑废渣颗粒大, 比表面积小, 含薄膜水少, 不具备塑性。透水性好能够阻断毛细水上升, 在潮湿状态和环境条件下, 建筑废渣作基础垫层, 强度变化不大, 是理想的强度高、稳定性好的筑路材料。

建筑垃圾具备其他建筑材料无可比拟的优点: 数量大、成本低、质量好。因此, 建筑垃圾的主要应用对象, 首选应该是公路、城市道路、广场等建设工程。

1 工程概述

案例一: 习友路是贯穿合肥市政务文化新区和高新技术产业开发区的一条城市一级主干道, 该路西起合九铁路, 东至金寨路, 全长 3.7 km。道路设计红线宽度 100 m, 其中, 中央分隔带宽度 8.0 m, 机动车道宽 11.25 m, 机动车道与非机动车道之间的分隔带宽 4.25 m, 非机动车道宽 5.5 m, 人行道宽 5.0 m, 景观绿化带控制宽度 20.0 m。道路为沥青混凝土路面, 土质路基压实度要求如表 1。

道路沿线岗冲结合, 地势起伏较大, 鱼塘、沟

表 1 习友路土质路基压实度要求

| 填挖类型 | 深度范围 /cm | 压实度 (%) | | |
|------|----------|---------|-------|-----|
| | | 机动车道 | 非机动车道 | 人行道 |
| 填方 | 0~80 | 95 | 93 | 93 |
| | >80 | 93 | 90 | 90 |
| 挖方 | 0~30 | 95 | 93 | 93 |

渠密布, 地质情况比较复杂。鱼塘淤泥厚度 0.5~1.0 m, 底下淤泥质土层在 5.0 m 左右。习友路路基最大填土高度为 5.0 m。该路是合肥市政务文化新区首批开工建设的道路, 工期紧, 任务重, 对路基的处理是施工中特别重要的一环。

案例二: 合肥市第八中学体育场位于合肥市政务文化新区习友路北侧, 占地面积约 2.3 万 m², 设计有塑胶跑道, 中间为足球场。跑道结构层为橡胶面层、10 cm 厚沥青混凝土中面层、20 cm 厚 5% 水泥稳定级配碎石基层、20 cm 厚 10% 石灰土底基层, 土基压实度为 96%; 足球场结构层为草坪面层、20 cm 厚种植土、10 cm 厚中粗砂基层、12 cm 厚碎石底基层, 土基压实度 93%。场地表层为杂填土, 厚度在 4.0~5.0 m, 填筑时间约 4 a, 土体未完成自重固结, 土壤含水量大, 空隙水饱和, 强度和整体均匀性不能满足体育场的使用要求, 如果换填, 不但工程量大, 工期也不允许, 经专家现场勘察、论证, 决定对场地进行加固处理。

2 处理措施

案例一: 合肥市政务文化新区地处江淮之间的平原微丘区, 岗冲多, 地形起伏较大, 高差在 10.0~30.0 m 之间。习友路开工建设时, 合肥市政务文化新区内的拆迁工作基本结束, 区内建筑垃圾堆积如山。针对这种情况, 指挥部决定用建筑垃圾作路基的深层填料。因规范上找不到依据, 为慎重起见, 决定先做 100 m 试验段, 视试验结果再决定下一步处理措施。

在做试验段时, 先将鱼塘里的水排干, 晾晒 2~3 d, 先用大块的建筑垃圾(直径 < 25 cm)挤淤

收稿日期 2009-03-25

作者简介: 夏慧慧(1981-), 女, 江苏泰兴人, 工程师, 从事市政工程设计工作。

泥,首层厚度约50~60 cm,直接填在塘底,采用斗容为 1 m^3 挖机进行碾压5~6遍,碾压速度按14~16 t振动压路机规范允许范围控制碾压2遍;碾压完成后上第二层建筑垃圾,填筑厚度约50 cm,粗细料比为3:7,面层采用细料找平,采用 1 m^3 挖机先进行碾压,后采用16~18 t振动压路机碾压3~4遍,采用低幅高频,碾压后用挖机将面层找平;最后,在路床顶面以下2 m,上素土基层,根据土质情况,该素土层加入3%~5%石灰作为改性土,施工工艺按10%灰土层工艺施工,作用是防止建筑垃圾层向上反渗的地下水;该封水改性层做完后,上部按路基填方正常工序施工。

案例二:在体育场施工时,合肥市金寨路高架桥正在施工,破除的水泥混凝土路面块堆积如山。我们决定利用这些废弃的水泥混凝土块对体育场的地基进行处理。在进行地基处理时,先将场地整平到结构层标高以下50 cm左右,用斗容为 1 m^3 挖机将水泥混凝土块立起来,压入土中,场地范围内全部压入,用推土机将场地整平,再压入第二层水泥混凝土块。在施工过程中,一般压到第三层就压不进去了。第三层压完后,凿除露出地面的水泥混凝土块的尖角,用挖掘机碾压5~6遍,速度按14~16 t振动压路机规范允许范围控制碾压2遍;再铺上30 cm厚级配砂砾石,用16~18 t振动压路机碾压,要求压实度 $\geq 93\%$ 。然后用20 cm厚8:72:20泥灰结碎石作为封水层,以提高地基强度和整体均匀性。

3 处理结果

习友路路床验收时,除进行了压实度检测外,还进行了弯沉检测。检测的机动车道所有点的压实度均不小于95%,弯沉检测数据表明,用建筑垃圾回填段与未用建筑垃圾回填段的弯沉值差异不大,用建筑垃圾回填段的弯沉值一般在 $200 \sim 270 \times 10^{-2}\text{ mm}$,未用建筑垃圾回填段的弯沉值一般在 $1850 \sim 240 \times 10^{-2}\text{ mm}$,均小于设计最大弯沉值。

习友路建成通车已有4 a时间,在金寨路高架桥建设期间,它分流了相当大的交通量。目前,道路使用状况良好,路面未出现因路基不均匀沉降而引起的裂纹。

同样,合肥市第八中学体育场地基检测实验数据也都符合设计要求,其中,跑道是按照高速公路的标准设计的。

4 经济分析

习友路共用建筑垃圾 $25\,000\text{ m}^3$,如果采用换

土回填,同时建筑垃圾要处理,不但要延长工期,工程造价也大幅增加。

体育场地基如果重新翻挖回填,土方工程量在 $100\,000\text{ m}^3$,如果采用桩处理,同样会使工程造价大幅度上升。

同时,废弃的建筑垃圾,对环境必定造成一定的影响。建筑垃圾的再生利用,无论是其经济效益,还是社会效益,都是不言而喻的。

5 结语

本文所述的建筑垃圾利用,是不经加工,直接用于工程建设。目前,国内外对建筑垃圾的利用研究,主要是“再生利用”,也就是说要经过加工。不论是直接利用,还是再生利用,都应注意几点问题:

(1)建筑垃圾直接利用,要通过级配实现结构层构造,如:结构层的透水性、垫层、隔离层等。

(2)建筑垃圾可以配合水泥、石灰、粘土等胶结材料实现结构层构造,如:水泥稳定、粘土石灰稳定等,但是不可轻易将建筑废渣作为混凝土骨料用于重要结构混凝土上。

(3)建筑垃圾的利用,应该在专业技术人员和实验室的指导下进行,例如:控制级配,分层施工,一次压实厚度 $\leq 20\text{ cm}$,压实度控制,强度测定等。

(4)建筑垃圾的再生利用,先要经过处理加工。一是分类,大块石、混凝土块,先分选;二是筛分,碎石、碎砖、碎混凝土、砂、土、杂质等;三是粉碎,碎石机改制粒径;四是清洗,分离杂土污物,杂土退耕还田等。

建筑垃圾的回收利用主要是以再生骨料的形式。再生骨料的强度、表观密度和堆积密度、吸水率、压碎指标、骨料的弹性模量、杂质含量等直接影响再生混凝土的物理力学性能。再生骨料来源的多样性和地方差异性,决定了再生骨料性能的不稳定性及试验结果的离散性。为此,应加强用于生产再生骨料的废弃混凝土的特性对再生骨料及再生骨料混凝土性能的影响的研究;加强再生骨料颗粒组成对再生混凝土的影响;加强再生骨料的加工处理方法对骨料性能的影响;加强对再生骨料力学性能的检测方法研究。由于再生骨料的离散性,直接影响着再生混凝土的特性,必须加强对再生混凝土物理性能和力学性能的研究。如:再生骨料不同掺加量对再生混凝土强度、弹性模量等力学性能的影响;不影响混凝土物理力学性能和质量标准的再生骨料掺量的研究;再生混凝土耐久性能的研究,如:再生混凝土的抗冻融性、抗

间断级配橡胶沥青混合料设计与性能分析

许 勇¹, 张 强¹, 王传峰²

(1. 济宁市公路管理局曲阜公路局, 山东曲阜 273100; 2. 济宁市公路管理局金乡公路局, 山东金乡 272200)

摘 要: 橡胶沥青混合料是指采用橡胶沥青作为结合料与集料加热拌和而得到的一种沥青混合料。该文首先阐述了橡胶沥青混合料设计的主要问题是选择何种级配来适应粘度大且包含着大量橡胶颗粒的橡胶沥青结合料。接着分析了各种级配橡胶沥青的适应性, 并采用马歇尔试验方法完成了间断级配橡胶沥青混合料的设计。最后对其路用性能进行了测试分析。

关键词: 橡胶沥青混合料; 间断级配; 性能

中图分类号: TU528.42 文献标识码: A 文章编号: 1009-7716(2009)07-0052-02

0 引言

橡胶沥青混合料是指采用湿法生产的橡胶粉改性沥青作为结合料与集料加热拌和而得到的一种橡胶粉改性沥青混合料。橡胶沥青混合料设计中核心问题是包括混合料设计及性能测试。

由于橡胶沥青的粘度较大而且存在相对较大的颗粒, 在矿料表面形成较厚的油膜, 因此比选适合应用于间断级配、开级配形式的混合料。特别是胶粉掺量较大时, 不适合应用于密级配沥青混合料。

开级配提供了充分的空间来容纳胶粉颗粒, 当采用高掺量的橡胶沥青时尤为适用。而密级配混合料由于集料骨架中只保留有限的空间, 对胶粉颗粒的容纳能力有限, 而且密级配沥青混合料对结合料用量与级配的变化较为敏感。

因此, 对采用间断级配的橡胶沥青混合料研究, 一方面是为了适应橡胶沥青的特性与要求, 另一方面是由于目前我国 SMA 沥青混合料均采用 SBS 改性沥青, 造价较高, 如采用橡胶沥青作为结合料, 则能明显降低工程造价。

1 原材料

1.1 沥青结合料

沥青结合料采用橡胶粉改性沥青。制备方法如下: 将 AH-70 重交沥青加热到 175℃ 后, 逐渐加入沥青质量 15% 的 60 目橡胶粉。在 175℃ ~

180℃ 条件下搅拌 90 min 制备成橡胶沥青样品。

橡胶沥青的主要技术指标如表 1 所示。

表 1 橡胶沥青的主要技术指标表

| 技术指标 | 测试值 |
|-----------------|-------|
| 针入度(25℃)/0.1 mm | 45 |
| 软化点/℃ | 60.5 |
| 延度(15℃)/cm | 16.5 |
| 粘度(60℃)/Pas | 1462 |
| 弹性恢复/% | 67 |
| 相对密度 | 1.037 |

1.2 集料

细集料由石灰石轧制而成, 由 0~3 mm (4# 料)、3~5 mm (3# 料) 两档组成。粗集料由玄武岩轧制而成, 由 5~10 mm (2# 料) 和 10~15 mm (1# 料) 两档料组成。

2 级配设计

2.1 级配选择

以 4.75 mm 通过率为控制点, 初选 A、B 和 C 三个级配进行比较。三种级配 4.75 mm 通过率控制在 30%、27% 和 23% 左右。三种初试级配的合成级配见图 1 和表 2。

2.2 确定设计级配

根据以往工程经验, 选择初试油石比为 6.4%。按照表 2 中的配比, 采用初试油石比成型三组马歇尔试件。测试马歇尔试件的毛体积相对密度和各项体积指标。试验结果见表 3。

根据表 3, 三种级配均能满足 VCA_{mk} 小于 VCA_{DRC} 的要求, 但是级配 3 的 VMA 不能满足大于 17% 的要求, 级配 1 的空隙率与 4.0% 的目标

侵蚀和碳化性能等; 对再生混凝土变形性能的研究, 如收缩和徐变等; 加强对再生混凝土结构性能的研究。

随着对建筑垃圾再生利用研究的不断深入,

建筑垃圾在工程建设中的利用也越来越广泛。这就要求我们工程设计人员也要参与对建筑垃圾再生利用的研究, 要突破传统观念的约束, 使建筑垃圾变废为宝, 既能节省工程造价, 又能保护环境。

收稿日期: 2009-03-26

作者简介: 许勇(1976-), 男, 山东曲阜人, 工程师, 从事道桥建设与养护技术工作。

roadbeds and the reasonable utilization of the old pavements.

Keywords: reconstruction of old road, design, Guangzhou City

Discussion on Subgrade and Roadbed Treatment Methods in Subsidability Loess Region

..... Yuan Tao, Liang Yaning, Yao Tianyu(44)

Abstract: Through the study of the subsidability loess, the article systematically introduces the common methods to treat the subgrade and roadbed in the subsidability loess region and the present situation, puts forward the applicability, abuses and economical construction cost of every method, and gives the applicable schemes of treating the subgrade and roadbed in the subsidability loess region under the different natural conditions and construction status.

Keywords: subsidability loess, subgrade treatment, roadbed treatment, common method

Soft Base Treatment Scheme of Huolin River East Area Urban Road Project

..... Qi Qingxiang, Liu Quan(47)

Abstract: Combined with the practical condition of Huolin River East Area Urban Road Project, the article analyzes the cause of forming the soft base. According to the economically applicable principle, the soft base treatment scheme is selected. The good effect is achieved in the aspects of guaranteeing the engineering quality and the construction period.

Keywords: soft base, saturation, natural grit, deflection

Application of Building Garbage in Treatment of Roadbed

..... Xia Huihui, Wang Jian, Li Wei(50)

Abstract: The building garbage, taken as the raw material of roadbed treatment, has good economical benefit and environmental benefit. The article discusses the application of building garbage in the roadbed treatment by the practical examples.

Keywords: building garbage, roadbed treatment, application

Design of Interrupted Grade Rubber Asphalt Mixture and Analysis of Performance

..... Xu Yong, Zhang Qiang, Wang Chuanfeng(52)

Abstract: The rubber asphalt mixture is an asphalt mixture by taking the rubber asphalt as the bonding material to be heated and mixed with the aggregates. The article firstly sets forth the main problem in the design of rubber asphalt mixture, and that is to select which grade for suiting the high viscosity and mass rubber grain of rubber asphalt bonding material. The article analyzes the adaptability of various grades on the rubber asphalt, and uses Masher test method to complete the design of interrupted grade rubber asphalt mixture, and finally carries out the test analysis of its road performance.

Keywords: rubber asphalt mixture, interrupted grade, performance

Discussion on Strengthening Development of Asphalt Pavement Curing Hot Regeneration Technology

..... Wei Guozhi(54)

Abstract: The asphalt pavement regeneration utilization technology has many advantages of saving the raw materials, reducing the engineering construction cost and decreasing the environmental pollution, and as a new pavement repairing technology, is being accepted and recognized by more and more people. The article more in detail sets forth the different technical flow of the asphalt pavement regeneration technology and the installing performance requirements of the equipment from the technological characteristics and the equipment installation according to the practical conditions. Especially comparing with the technical characteristics and performances of the ready-mixed hot regeneration e-