

煤矸石在筑路材料中的应用研究

李 鹏

泰国格乐大学 (Krirk University) 泰国曼谷 10220

摘 要: 煤矸石是煤的伴生岩石, 煤炭开采过程中会产生诸多煤矸石, 这些煤矸石对周围的生态环境、人民的生产生活造成了极大的影响。为了满足道路建设的需要并促进资源的可持续利用, 通过对煤矸石的物理性质、化学性能分析及筑路性能评估, 研究结果表明, 煤矸石作为筑路材料既可以有效利用周边煤矸石资源, 又可以减少道路建设成本, 从而达到节约能源、减少污染的效果, 是一种既节约又绿色的筑路材料。

关键词: 煤矸石; 筑路材料; 应用

1 煤矸石理化性质分析

1.1 物理性质

在道路工程建设中, 煤矸石作为一种重要的筑路材料, 其力学性质的测定显得尤为重要。这包括颗粒级配、压实度、膨胀性和崩解性等一系列关键指标。这些性质不仅关系到煤矸石本身的质量, 更直接关系到道路的承载能力和使用寿命。

颗粒级配与压实度, 无疑是决定煤矸石承载力的两大关键因素。级配合理的填料, 能够与路基填筑后的最大干密度形成良好的匹配, 使得土壤中的每一种粒径都能实现紧密、均衡的状态。这种状态下的土壤, 不仅压实度好, 而且具有较强的非均质性, 为道路提供了坚实的基础。压实度的好坏, 直接关系到土壤的密实程度和承载能力。经过充分压实的土壤, 能够填补骨架空隙, 减少空隙, 使得粗粒料在土壤中起到主导的承载作用。这种作用不仅提高了土壤的压实程度, 更使得道路的承载能力得到了显著的提升。压缩指数, 作为度量聚合体压缩强度的重要指标, 能够直观地反映出地基的承载能力。虽然地基的承载力是压缩后的粒料强度和粒间力的综合体现, 但其极限承载力却取决于骨架中的粗粒料的强度。因此, 在道路建设中, 粗粒料的含量和质量, 都是决定道路承载能力的关键因素。

此外, 膨胀系数和崩解系数, 更是评价沥青路面抗水性破坏程度的重要标志。经过压实处理的路基, 虽然具有一定的承载力, 但一旦浸水, 其承载力将大大降低。因此, 在道路设计和施工过程中, 必须充分考虑到这一点, 采取相应的防水措施, 以确保道路的安全和稳定。

综上所述, 煤矸石的力学性质测定, 是道路建设过程中不可或缺的一环。只有充分了解和掌握这些性质, 才能确保道路的承载能

力和使用寿命, 为人们的出行提供安全、便捷的保障。同时, 随着科技的不断进步和研究的深入, 我们有望在未来发现更多、更好的材料和方法, 为道路建设注入新的活力和动力。

1.2 化学性质

其成分以二氧化硅和三氧化二铝为主, 少量镁、钙、钠、钾、硫及微量锰、铜、砷、铬等元素。项目采用的是蒙脱石煤矸石, 其中, 蒙脱石是一种具有高吸水性的粘土矿物, 所以, 在建设过程中, 加强对其进行防渗、排水处理, 对于提高其使用寿命具有十分关键的意义。煤矸石富含二氧化硅和三氧化二铝, 并以自由二氧化硅和三氧化二铝为活性成分。煤矸石晶体结构相对稳定, SiO_2 和 Al_2O_3 多以络合物形式存在, 因而其催化性能不高。但在已燃烧的煤矸石中, 大部分 SiO_2 和 Al_2O_3 都已经脱水或被氧化, 形成了高度活泼的自由状态, 在某些情况下更容易与其它材料进行化学反应。同时, 在特定的环境下, 活性 SiO_2 和 Al_2O_3 可以与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 进行作用, 形成水化硅酸钙、水化铝酸钙或水化铝酸钙等产品, 从而增强其力学性能。

2 道路路基施工中煤矸石的应用

2.1 煤矸石路用性能

(1) 以碳质泥为主要成分的长石和石英为主要成分的碳质泥煤, 其中火山灰有效成分为 83.9%, 烧失量为 15.7%, 具有很高的活化能力。(2) 煤矸石的表现密度与岩体的表现密度相近, 经实验测定其密实度达到 2.572 g/cm^3 , 说明其致密程度较高; 结果表明: 煤矸石的吸水性很低, 平均不到 3%, 与常规石料的吸水性很相近, 满足了道路填料对水分吸收的规定; 结果发现: 煤矸石粉碎率高达 33.3%, 说明其主要成份为软岩类; 煤矸石磨损量为 29.8%, 说明由于长期的风蚀, 使其磨损速率很高; 研究结果显示, 在压缩过程

中,煤矸石具有较好的形态,且具有较好的成型性能。(3)通过对煤矸石的筛选实验,发现在煤矸石中,粗粒径占比较大的比例,大于5毫米的粒径的比例为71%,而0.075毫米以下的粒径的比例低于1%,而曲率因子为1.3,说明粒径的粒度分布比较均匀;试验结果显示,煤矸石具有很好的承载能力,煤矸石最佳含水量为5.3%,最大干密度为 $2.19\text{g}/\text{cm}^3$,CBR值为31.9%,符合道路路床CBR值的技术规范要求。

2.2 试验方法

基于有限元分析方法,并对其进行了试验研究。根据击实实验测定出最大干密度和最佳含水量,然后利用通用压机将其压实到96%,然后将其制成试样。试验结果表明,经现场试验后,其力学性能得到了很大程度的提高。弹性模数是路面荷载作用下路面结构的弹性变形与卸载后的回弹变形之比。随着弹性模数的增大,材料的形变也随之减小。为此,以弹性模量为评价标准的沥青混合料抗变形性能。为了确保试件在回弹模量测试过程中不会发生变形,设计的最大压强不能超过压缩强度。

2.3 煤矸石路用力学特性

(1)经过10次冻融和20次冻融后,煤矸石的破碎率分别为21.4%和30.9%,5毫米以下的粒径数量明显增加。研究成果说明,利用煤矸石作路基填料时,应注意对其进行抗冻加固,以降低其损坏率。(2)煤矸石的最优水分含量随P5用量的增大而增大,其中P5为10%~55%时,其适宜含水率由3.6%提高至6.3%;在煤矸石中加入50%的情况下,干燥干密度最大。(3)煤矸石的破碎率和干容重之间呈直线关系,其破碎率和干容重随冲击功的增大而增加,同时随冲击强度P5的增加而降低;高P5含量的矸石与干容重之间的直线关系比高P5的高,说明压实后矸石的干容重增长与粒料的粉碎之间没有显著的相关性,这种相关性是由粒料之间的压密效应决定的,这种力学特征与路堤填料的性质相符。(4)煤矸石透水性随P5的增加而降低,在P5占80%后,其渗透率可达 $8 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$,处于弱渗透状态;研究表明:在一定条件下,煤矸石的渗透性能随干容重的增大而下降;(5)对不同粒径的煤矸石进行了实验研究,结果表明:在压实度为93%时,煤矸石中细小粒径的数量增加到80%,内聚力增加到46 kPa,而内摩擦角降低到32°。(6)掺入比例对煤矸石的机械性质有较大的影响,通过实验研究发现,在添加量为20%的情况下,其压缩因子最大,说明煤矸石中存在着大量的填料。研究表明:在采用煤矸石作路基填料时,加入量不超过20%,可使其具有较好的路用特性。

2.4 煤矸石摊铺

(1)对路基下部结构进行质量检验,清除现场的杂料,沿试验区沿线各20 m布设一根控制桩,采用水平尺测量其纵剖面高度及侧桩,以划定工程区域;在路堤边沿处,对桩位进行挂线,确保桩位与下部地基垂直,挂线平整;在工程现场进行布网分区,利用推土机对填充物进行整平,并按挂线的高低来进行铺筑。(2)采取横向分层回填法,在回填后,对15厘米以上的矸石进行手工捡拾,对超粒度的矸石就地粉碎;使用平整机进行工作表面平整,在平整过程中,对大粒径煤矸石比较密集的地区应进行适当的添加,以防止产生粗骨料窝;对已构成矿料蜂窝的地方进行彻底开挖,并重新填充符合要求的填充材料,保证填充物的压实均匀。(3)包边土采取分层法,分两层进行,一层按比例将煤矸石填充物的厚度进行碾压,经压实试验后,按格子布同步进行第二层包边和煤矸石的摊铺;在进行覆土堆载时,要对覆土与矸土层的厚度差进行追踪和控制,覆土的松铺系数要比矸石山层压厚10%以上。(4)在路堤接头处按1:1的斜度设阶梯,各填充缝互相重叠,按逐层回填、重叠,重叠段不少于2米。

3 结论

使用具有高反应活性的碳质页岩煤矸石,其粒径大小与密实度密切相关,而掺入比例对其机械性质有显著的影响,如将其添加到20%,则可确保其优良的路用特性。在道路工程建设中,在对煤矸石进行预处理并进行路用特性实验后,可选用煤矸石用于道路工程建设。但因目前国家以及行业部门仍未有关于煤矸石作为筑路材料的相关规范,建议相关部门根据实际制定相应标准及规范,让煤矸石作为筑路材料真正用于道路工程建设,这样既解决了煤矸石对环境的影响,又节约了建设成本,是一种可推广的筑路材料。

参考文献:

- [1]边建民,黄前龙.煤矸石作路基填料在一级道路中的应用技术探究[J].中国道路,2021(11):144-145.
 - [2]张虎彪,童彧斐,李宏波.粉煤灰、煤矸石混合料的路用性能试验研究[J].宁夏工程技术,2021(1):54-57,62.
 - [3]姜利,董建勋,张锦生.未燃煤矸石路路施工及温度变化监测与分析[J].道路,2012(3):122-125.
 - [4]宋光远,崔言继,李艳召.煤矸石路路施工过程关键指标动态分析[J].建筑技术开发,2020(21):159-160.
- 作者简介:李鹏(1982-),男,汉族,陕西神木人,本科,注册建筑师,研究方向:工程建设与规划管理。