

# 谈淤泥固化技术在工业废渣路基施工中的应用

王 磊

中交水利水电建设有限公司 浙江 宁波 315200

**摘 要:** 掺配胶凝类材料进行淤泥固化是目前比较成熟的固化技术, 药剂稳定化技术是未来发展的方向, 水泥等胶凝类材料进行淤泥固化和水稳定剂固化技术相结合是淤泥固化技术发展的方向。随着国民经济发展工业固体废渣不断增多, 对人类生存环境造成一定的不利影响, 在工程建设中固化处理再利用工业固废, 将在未来工程建设领域会越来越普遍。

**关键词:** 工业废渣; 淤泥固化技术; 水稳剂

## 1 工程背景

随着我国经济的快速发展, 特别是工业的蓬勃发展, 越来越多的工业废弃物对环境产生了重大影响。国内现状的工业类废渣普遍不能直接作为路基填料进行路基填筑的施工, 必须采用一定的技术进行改良, 改变其物理、力学性质更等参数, 使其能够达到路基施工填料的要求。

杭甬高速复线澉浦互通连接线K4+550-K5+600段现状堆土平均厚度约3m均为工业废渣, 约9万m<sup>3</sup>。经取样6组进行室内试验检测, 土层天然含水率50.8%~95.1%, 天然含水率均值71.05%; 孔隙比1.57~2.53, 孔隙比均值1.98; 容重14.5~16.3g/cm<sup>3</sup>, 容重均值15.4g/cm<sup>3</sup>; 压缩模量2.18~4.33, 均值3.35; 塑性指数31.4~51.2, 均值38.85; 综合上述检测指标该工业废渣土层为高含水率、高压缩性、低容重并含铁、铜离子的红褐色呈膏状特殊性岩土。该土层轻型动力触探试验分析, 地基承载力由15~59kpa不等, 不适宜作为路基持力层。

## 2 工业废渣固化处置解决方案及参数确定

据调查国内主流的淤泥类土处理方法主要有物理脱水、蒸发法和化学固化三种, 前两种方法适用集中处理、处理量相对较小的情况, 并不适用于现场大规模的处置, 同时处置成本也相对较高。据调查, 我国淤泥类软土固化处置的主流方法主要有物理脱水法和胶凝材料固化法等, 前一种方法适合集中处理, 处理量相对较小, 不适合现场大规模处置的施工操作, 同时处置难度及处置成本较高。胶凝材料固化法可适用于道路路基、江河河底淤泥以及建筑物基底的处理, 可组织进行较大规模的处置施工。胶凝材料固化处理的方法已得到较为广泛的应用, 结合本工程土壤的特有固废特性, 通过掺配胶凝材料的固化处理技术, 能够有效地降低土体含水率, 土体强度低的特性能够得到十分有效地改善, 同时可以封存重金属。

本工程工业废渣天然含水率较高, 采用掺拌生石灰降低含水率后, 再进行掺拌水泥提高并喷洒药水稳定剂, 以此提高工业废渣土体强度及其他物理性能指标。经取土进行10组室内适配试验, 并结合采用路拌工艺试验段铺筑情况, 确定生石灰掺量3%、水泥掺量8%、水稳定剂0.5kg/m<sup>3</sup>。在该胶凝材料掺配比例下, 标准击实得出最大干密度17.5g/cm<sup>3</sup>, 最佳含水率13.8%, CBR代表值47.8, 无侧限抗压强度室内试验

代表值1.12Mpa。现场试验段200m试验检测结果如下: 试验段弯沉代表值98.5, 7天无侧限抗压强度1.08Mpa, 完全符合设计及规范要求。同时由试验段得出以下施工工艺参数, 松铺系数1.25, 松铺厚度40cm时效果较好<sup>[1]</sup>。

## 3 工业废渣路拌法固化处理主要施工方法

### 3.1 工业废渣路办法固化处理工艺流程

测量放样→压实基土→摊铺土料→布洒生石灰、拌合、闷料→洒铺水泥、拌合→喷洒经稀释的水稳定剂→最终拌合、整平、碾压成型→养护。

### 3.2 备土、摊铺

根据本工程淤泥状工业废渣分布情况, 本着工业废渣不二次扩散的基本原则, 按中央分隔带为界, 半幅开挖路基范围内的堆放的工业废渣, 开挖至工业废渣底层并超挖10cm~20cm吃面, 确保废渣固化处理得彻底。清理整平下承层, 根据场地条件开挖好临时排水沟或做好场地其他临时排水措施。

按照路基宽度、试验段确定的松铺厚度各计算施工路段需要的工业废渣的虚铺方量, 并按计算的间距进行堆放。按照试验段确定的松铺厚度40cm的要求, 将开挖后的废渣摊铺均匀并整平。摊铺厚度影响后续生石灰、水泥及水稳定剂的掺量, 因此在摊铺过程中应特别注意摊铺厚度的均匀性<sup>[2]</sup>。

### 3.3 掺生石灰拌合、闷料

生石灰洒布提前对块状生石灰破碎处理, 块灰粒径不大于3cm, 以保证生石灰洒布相对均匀。在摊铺平整的基土上画出大小一致的方格线, 网格大小参考单位包装的生石灰重量确定。生石灰洒铺一个单位包装放置一个方格内, 可采用刮板进行均匀摊铺。在摊铺过程中如遇块灰粒径较大者, 需进行人工破碎。生石灰摊铺完成后, 采用带有防尘罩的路拌机械往复拌合2~3次, 拌和深度确保达到摊铺土层底部, 并侵入下承层5~10mm, 以利于上下层粘结, 提高路基整体性。在掺生石灰拌和中严禁在拌和层底部留有素土夹层, 且拌和后灰土最大粒径不超过3cm。拌合完成后采用平地机整平, 并用8t以下轻型压路静压收面, 并进行闷料48h, 使其生石灰充分反应熟化, 快速降低土体含水率。

### 3.4 洒铺水泥拌合

掺生石灰拌和闷料48h后, 在基面上重新画出方格网, 方格网内洒铺袋装水泥重量按掺量8%进行计算, 并尽量使

其方格网内铺洒水泥袋数为整数,便于施工控制。水泥摊铺同样可采用刮板进行均匀摊铺,水泥摊铺完成后,土基表面没有留白,严禁水泥堆积集中。水泥摊铺均匀后,及时用带有防尘罩的路拌机械进行拌合1-2遍,拌合时宜由低到高、由两侧向中心拌和,每次拌和重叠路拌机作业宽度的一半,路拌机行走速度控制在2km/h内。混合料拌合后颜色应基本一致,如有颜色差异较大的区域,及时寻找原因,并补充拌合或根据情况适当增加拌和遍数。

### 3.5 水稳剂喷洒

将水稳剂和拌和水按1:1比例混合稀释,配制水稳剂稀释液时,为避免发泡,防止空气在稀释时混入,可先在稀释罐内装满稀释水,再将液体水稳剂浓缩液通过浸入水中的进水管注入水中;亦可直接将浓缩液缓慢地倒入稀释水中,轻轻搅拌或让水车前后移动,使之均匀溶解。在工业废渣与水泥翻拌均匀后,用合适的喷洒设备均匀喷洒稀释后的水稳剂,喷洒完成后及时用路拌机翻拌1-2次,使水稳剂在混合料中分布均匀,混合料拌和均匀后应色泽一致,没有灰团、花面,且无明显离析现象。

### 3.6 整平、碾压

生石灰、水泥、水稳定剂和工业废渣组成混合料经多次拌和均匀后,立即用平地机或者小型推土机初步进行整平,采用轻型压路机慢速静压一遍,再用平地机或者小型推土机进行二次整平。对于局部较为低洼的部位,可采用人工进行耙松,用新拌和混合料进行找平。经整型完成后的混合料宜在最佳含水率 $\pm 2\%$ 范围内,并进行最终压实成型;当含水量不足时应喷洒适宜水稳剂稀释液后再进行碾压。碾压适应现场情况、气候条件,并在水泥拌合完成3-4个小时内完,确保在水泥初凝前完成碾压。碾压成型过程中,当出现“局部过湿”“翻浆”“起皮”“弹簧”等现象时,应及时采取换填、挖补、加拌、补压等处理措施,或补充洒铺生石灰重新翻拌、碾压。道路边缘和拐角处的混合料摊铺和碾压,可以人工辅助摊铺并采用小型碾压机械及时补压<sup>[3]</sup>。

### 3.7 接缝处理

(1)同日施工形成的施工接缝处理:先施工段落预留1-2m不进行碾压,与下一段进行搭接拌和碾压。在第二段施工时将上一段重新洒铺水泥、喷洒稀释水稳剂进行二次拌合,同后施工段落合并一起碾压成型。(2)与碾压完成并形成固结土体形成施工接缝的处理:利用小型机具沿已经固结土体边缘挖接缝全宽的台阶,台阶高度约15cm,台阶宽度1-2m。邻接作业端拌合完成后,人工摊铺新拌和混合料至台阶上。碾压时,从新铺拌和施工段逐渐向接缝处碾压,最后骑缝完成衔接处的碾压。

### 3.8 养护

本工程工业废渣采用水泥作为固化处理胶凝材料,而水泥为水硬性胶凝材料,工业废渣经水泥固化处理后,养护需湿养,需避免表面干燥影响固化效果。每施工段落碾压成型

后,需进行表面洒水养护,保持路基表面维持在湿润状态。养护期间,应根据天气情况,适时进行洒水养护,同时应避免因洒水过量导致表面积水。在正常的气候条件下,根据水泥水化反应特性,养护期宜为7天,夏季温度较高时可适当缩减养护时间。

## 4 结束语

淤泥固化技术是利用少量水泥或其他胶结料胶结土粒,并采用化学方法激发土粒活性,使土粒共同参与固化反应,在养护过程中不断提升土体的物理力学性能经成型养护后形成的硬化土体。淤泥固化技术在处理工业废渣在道路施工中的应用,可充分利用原地土源进行固化,避免挖土外弃和购土回填,经胶凝材料处理的工业废渣可以作为路基填筑材料代替砂石、黏土在道路工程建设中使用,有害物质很难再次溶解而形成二次污染,具有良好的社会效益和经济效益。

### 参考文献:

- [1]道路固化土应用技术规程,中国计划出版社,2020.08.
- [2]CJJ/T286-2018,土壤固化剂应用技术标准,中国建筑工业出版社,2018.10.
- [3]高贤安.浅谈固化技术在高含水量淤泥软基处理中的应用,四川水泥,2018.07.

作者简介:王磊,1988年8月,汉族,男,河南,中交水利水电建设有限公司,项目副经理,工程师,大学本科,研究方向:项目管理。