

Analysis on the Construction of Local Materials for Cementation and Solidification of Temporary Roads

Tiejun Ding Ming Leng Maoquan Chen Gaojun Shi Zhenjiang Li

Guangxi Construction Engineering Group No.7 Construction Engineering Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract

Temporary construction roads, reinforced material storage yards and temporary construction building floors need to bear large loads. The compaction of undisturbed soil on the site can not meet the bearing requirements. Composite soil cement is a kind of powdery soil solidification material, which can cement soil particles at room temperature or react with clay minerals to form cementitious substances. It can improve the compressive strength, impermeability and durability of soil bearing layer.

Keywords

temporary road; durability; soil solidification

临时道路就地取材胶结固化施工浅析

丁铁军 冷明 陈冒权 石高俊 李振江

广西建工集团第七建筑工程有限责任公司, 中国·江苏 南京 210000

摘 要

施工临时道路、钢筋材料堆场、施工临时建筑物地坪需要承受较大的荷载, 场地原状土压实并不能满足承载需求, 复合土壤胶结料属于粉状土壤固化类材料, 能在常温状态下胶结土壤颗粒或与粘土矿物质反应生成胶凝物质。可以提高土体持力层的抗压强度、抗渗性能和耐久性。

关键词

临时道路; 耐久性; 土壤固化

1 引言

施工现场临时用地硬化, 方便施工各项工作顺利进行的前提下能保证亦利于施工现场文明施工建设, 以往都选用水泥混凝土进行场地硬化, 为了实现“四节一环保”的绿色发展理念, 论文重点介绍施工现场临时道路、材料堆场、材料加工厂等就地取材胶结固化施工的工艺原理及施工工艺、方法。

2 工程概况

本工程位于中国广西壮族自治区某市, 该工程总建筑面积 45000m², 其 3# 楼: 26 层 / 建筑高度 84.5m; 5# 楼: 29 层 / 建筑高度 95m, 为方便施工, 需对施工现场临时道路及材料堆场等进行硬化处理。

3 临时道路硬化现状分析

由于工程项目建设需要, 在项目开工前应做好三通一

平, 其中通路才能保证材料、设备等顺利进出, 对工程进度影响较大, 且施工临时道路、钢筋材料堆场、施工临时建筑物地坪需要承受较大的荷载, 大部分场地原状土压实后并不能满足承载需求, 目前大多数临时道路或材料堆场等硬化均采用水泥混凝土进行处理, 将场地硬化, 形成承力结构。混凝土结构, 不仅造价高, 工艺复杂; 在其结构施工过程中, 噪声污染、空气污染较为严重, 影响环境; 工程竣工后, 需要破除临时混凝土结构, 产生的固体垃圾还会对环境造成二次污染, 不利于“四节一环保”的生产理念^[1]。

4 技术原理

采用复合土壤胶结料将达到要求的黏性土或碎石土进行固化处理, 使添加胶结料的土壤颗粒表面和粒土矿物反应铺筑在夯实的原状土路基上, 摊铺成型, 待固土达到一定强度后, 形成可稳定承受重车动力荷载的固土道路, 作为施工场地临时道路、材料堆场地坪、施工临时建筑地基进行使用。

5 施工工艺流程及操作要点

道路的设计与施工准备→路基准备→推土机犁开道路基土、堆放→压实犁开后的路基→推土机摊铺、粗平→土料

【作者简介】丁铁军(1979-), 男, 中国江西上饶人, 高级工程师, 从事工程施工研究。

上撒复合土壤胶结料摊铺与拌合→整平稳定层→压实路面→道路养护与验收。

以下为操作要点。

5.1 道路的设计与施工准备

5.1.1 道路的设计

施工临时道路设计参数按照表 1 指标进行。

表 1 施工临时道路设计指标

指标名称	单位	技术标准
设计车速	km/h	≤ 20
路基宽度	m	双车道 7, 单车道 5
路面宽度	m	双车道 6, 单车道 4
平面曲线最小半径	m	回弯半径 15, 平面弯道 20, 回车场 12×12
最大纵坡度	%	基坑 7, 平路 6

施工临时道路由路基与路面两部分组成, 其中路基采用场地原状土或换填素填土夯实; 液限大于 50%, 塑性指数大于 26 的土质不得作为临时道路路基, 必须进行换填处理。路面采用土体固化面层, 即土体与固化土复合土壤胶结材料按一定配比混合形成的固结土面层。其中用于固结的土体必须采用黏性土或碎石黏土, 且土质含水量不能大于 70%, pH 值不小于 4^[2]。

固化面层的厚度按照下式计算:

$$F_{cd} = 0.7 \times \beta_h \times F_{td} \times U_m \times H \quad (1)$$

式中, F_{cd} ——路面承受的最大集中反力;
 β_h ——对于厚度小于 300mm 时, 取 1;
 F_{td} ——轴心抗拉应力, 由土体固化配合比实验得出;
 U_m ——高度换算比, $U_m = 2 \times (a + b) + 4H$,
 $a=20\text{cm}$, $b=60\text{cm}$ (a , b 分别为轮迹宽、长);
 H ——厚度。

黏性土 (或碎石土) 与复合土壤胶结料的配合比应由实验得出, 并且固结土混合料试块 28 天的抗压强度不应小于 10MPa (见图 1)。

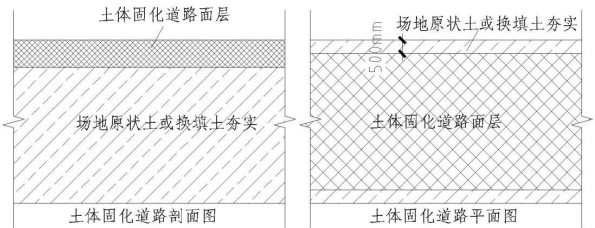


图 1 土体固化道路构造图

5.1.2 施工准备

根据施工现场编制的施工组织设计布置施工现场总平面布置图, 确认施工现场主干道的道路走向, 按实际施工所

需填写材料购买计划做好原材料相关准备, 做好机械使用计划, 并严格控制各材料进场合格率达 100%。

编制详细的施工工艺技术交底, 对操作工人进行严格的培训, 让其对工艺及流程有充分认识。

施工过程中全程派管理技术人员跟踪及监督, 对每道施工工序把好质量关。

5.2 路基准备 (调整路基线形)

- ①施工前必须清除路基上的杂物, 如杂草、稻草等;
- ②挑拣出路基土壤中含有较大的砖块、瓦砾;
- ③道路两边排水系统应通畅;
- ④遇到淤泥质土、湿陷性土、有机质土、泥炭土等软弱地基土时必须采用黏性土或片石换填;
- ⑤路基要超宽碾压, 在设计路基基础宽度两边各超宽 100mm 以上, 路基压实度 ≥ 93%。

5.3 推土机犁开道路、堆放

根据现场平面布置图确定道路的线路, 并测量定位道路的路线并确定临时道路导线、中线和水准点的坐标, 采用激光经纬仪进行测量定位。

使用推土机先将道路 150mm 深的路基推开, 并 20m 左右为一段 (可根据道路长度调整), 将犁松的土料堆放 (见图 2)。



图 2 推土机犁开道路

5.4 压实路基

待犁开后的路基进行人工粗平后, 使用单钢轮压路机进行碾压, 压实度不低于 0.93。

应采用分段碾压的方式进行压实, 每段长度不应大于 20m。

碾压方向应从两边逐渐压向中间, 转弯段由逆道路横坡进行碾压, 碾轮每次重叠的宽度约 150~250mm, 避免漏压, 运行中, 碾轮距路基边缘应大于 400mm, 平碾不超过 2km/h。

压实的排水要求: 道路周边排水沟应在道路施工前开挖完毕, 防止雨水滞留在基层中; 道路应保持一定的横坡,

或中间稍高,两边稍低,以利于排水;当天开挖的路基应在当天压实。

换填路基应注意分层填筑、分层压实的原则,最大松铺厚度不宜大于 500mm。

压路机碾压路基时,应遵循先轻后重,先稳后振,先低后高、先慢后快以及轮迹重叠等原则。具体要求:

①检查填土松铺厚度、平整度及含水量,符合要求后进行碾压;

②根据现场压实试验提供的松铺厚度和控制压实遍数进行压实。若控制压实遍数超过 10 遍,应考虑减少填土层厚度,经检验合格后,方可转入下道工序;

③采用振动压路机碾压时,第一遍采用静压方式,速度由慢到快,振幅由弱振到强振;

④各种压路机开始碾压,均宜慢速,最快不宜超过 4km/h (约 66~67m/min),碾压直线段由边到中,小半径曲线段由内侧向外侧,纵向进退式进行;

⑤注意纵、横向碾压接头,必须重叠。横向接头对振动压路机一般重叠 0.4~0.5m,三轮压路机一般重叠后轮的 1/2,前后相邻两区段的纵向接头处重叠 1.0~1.5m,并达到无漏压、无死角^[3]。

5.5 推土机摊铺、粗平

路基压实后用推土机将原来对方的土料摊铺、粗平。根据设计路面的厚度确定摊铺厚度,为了确保施工质量,松铺的厚度应大于路面的设计厚度,宜做试验路段,并以试验结果确定。摊铺宽度大于有效路面设计值,有效路面两边各大于设计路宽 500mm。

松铺路面土层应分段进行,每段长度不宜超过 30m。

碾压工作应在压实土层接近最佳含水量 $\pm 2\%$ 以内进行,当填方土的含水量不足,需加水时,宜在前一天均匀浇洒于土层,使其渗透入土中,用水车喷洒适当拌和均匀,防止加水不均,干湿不匀。

用自卸汽车运送土料松铺时,应自施工便道中线向两边分别设置 2%~4% 的横向坡度,并及时碾压,雨季施工更

应注意。

5.6 土料上撒复合土壤胶结料摊铺与拌合

①复合土壤胶结料拌合应分段进行,每段长度不宜超过 20m。

②在推平后的土料上按照配合比的要求,分两次撒复合土壤胶结料,每一次撒后使用路拌机或旋耕机拌合 1~2 遍。

③若土料中有块状,必须打碎至粒径 20mm 以下,同时将土料用大于 30mm 粒径的石块挑拣出去。

④拌合时严格控制水分比例,在正常气温 (15℃~22℃) 时,水分一般保持在 13%~16%;在气温较高时,水分的蒸发较快,相应的拌和水分则应增大。

⑤在拌合时一定要均匀,确保结构层的强度稳定(见图 3、图 4)。

5.7 整平稳定层

当复合土壤胶结料与土料拌和均匀后,使用平地机配合人工整平(若道路长度较短,单独人工整平即可)。整平后的基层坡度不小于 2%。

5.8 压实路面

①当拌合料的含水率达到最佳含水率或高于最佳含水率的 1%~3% 时碾压。

②初期先静碾一遍,然后人工再次调平,接着振动碾压 2~3 遍,最后静碾 2~4 遍,直到压实度达到设计要求为止。

③在第一次静压后填补保持平整,振动碾压后不平的地方进行削平,对每处的接头必须保证平整度一致。

④碾压压实度大于 93%。

⑤碾压基本规则:

碾压带重叠宽度:采用双钢轮静作用压路面,相邻碾压带重叠 1/3~1/2 的碾压轮宽度。

碾压段长度:压路机的碾压段长度应与摊铺速度平衡,保持大体稳定并确保在碾压终了温度前完成整个碾压工作。

碾压轮洒水:压路机在碾压过程中出现混合料粘轮现象时,可向碾压轮洒少量水或加洗衣粉的水。碾压时应采用间歇式喷水方式,水量不应太大(见图 5)。



图 3 胶结料配置搅拌



图 4 旋耕机拌合胶结料



图 5 路面压实

5.9 道路的养护与验收

稳定层碾压完成后，对道路进行养护。拌合料成型 24h 后洒水养护，养护期为 5~10d 为宜，并应每天保持路面的湿润。

拌合料成型 24h 后可通行小车，10d 后可通行重载车。

当夏日炎热高温时，应使用塑料薄膜覆盖养护，以减少水分的流失蒸发。并同时注意防暴雨的冲刷。

在道路养护 28d 以后，应抽取道路面层结构，采用钻芯取样的方式进行，并测试其路用性能是否符合设计要求（见图 6、图 7）。



图 6 路面结构钻芯取样



图 7 道路养护成型效果图

使用过程中的注意事项：若原有道路的路基强度过低，而所需承载的道路运输荷载较大，如有大型吊装安装工程时，则不能够直接将道路上的土料犁开，需要从道路的沿线取土。

6 质量控制

6.1 材料选择

材料的选择包括了①底基层、基层材料；②稳定层的材料。

6.1.1 基层材料

常规混凝土路面的基层采用约片石和级配碎石层作为第几层与基层材料，而采用复合土壤胶结料作为胶结料，能够直接胶结土体中土壤颗粒表面或能够与土壤矿物反应生成胶凝物质的土壤固化材料，直接替代常规路面的底基层与基层材料，可对砂卵石混泥、粉砂、风化砂、黏土、膨胀土、淤泥、垃圾等进行胶结固化处理，达到足够的道路承载力要求，其水稳性好，抗渗透性强，最适合做道路的底基层，隔离地下水。

6.1.2 原材料的试验

对于复合土壤胶结料固化土用土，应取代表性的试样，进行下列试验：

- ①颗粒分析；
- ②液、塑性联合试验；
- ③含水率；
- ④压碎值试验；
- ⑤对于石灰应测定有效钙和氧化镁含量；
- ⑥对于水泥应测定其强度，初、终凝时间和安定性。

6.1.3 复合土壤胶结料固化混合料的配合比设计

应根据施工现场实际工程交通承载需求、土壤结构以及环境气候条件的情况进行配置。

通过击实试验确定复合土壤胶结料固化混合料的最佳含水率和最大干密度。

复合土壤胶结料固化混合料承载比（CBR）强度不应小于 80。承载比的测试试件应浸水 4d，取出后进行承载比强度试验，并取不少于 6 个试件的平均值。

复合土壤胶结料固化基层混合料的 28d 的抗压强度应不低于 10MPa。抗压强度的测试试件应在 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下保温 7d, 再浸水 2h 后, 取出进行无侧限抗压试验, 取件不少于 6 个试件的抗压强度平均值。

施工现场实际采用的复合土壤胶结料用量, 应高于室内试验确定的用量, 增加干重量的 0.5%~1%。

6.2 质量保证措施

复合土壤胶结料固化稳定层施工前应根据道路所在地区的自然因素与地质条件考察合理进行路基设计。施工前必须检测路基的质量能否达到设计要求, 对于未达到要求的路段必须进行处理。

就地取土(石), 用粉碎机对土(石)进行粉碎, 泥土的颗粒粒径控制在 20mm 以下, 石的粒径控制在 30mm 以下。

7 结语

复合土壤胶结料固化临时道路, 减少各类原材料的开采扬尘、减少材料运输过程中尾气排放, 减少污染。施工过程中不产生工业废弃物, 不造成环境污染。

可以把建筑垃圾、工业废弃物(如粉煤灰、炉渣、矿渣、电石泥、水渣等)作为基本材料, 节约土地资源, 保护生态环境。

开发复合土壤胶结料可消耗大量的粉煤灰, 对整个国家的环保事业将发挥积极有效的作用。中国年产水泥约 5 亿吨, 据推算, 水利、农业、交通工程使用水泥约 3 亿吨。其中某些工程可望有一半以上用复合土壤胶结料来替代水泥施工, 复合土壤胶结料的全国市场容量最大可达 2 亿吨, 基本上能消耗掉中国每年 1 亿吨粉煤灰的排放量; 符合绿色可持续发展理念, 且实践证明其能取得较好的经济效益和社会效益。

参考文献

- [1] 李恕深,刘通.市政道路施工中土工工程质量问题的分析[J].城市建设理论研究,2014(4):25.
- [2] 杨征勋,霍志强,杨兴胜,等.一种利用废弃土石方制备的再生水稳料及其施工方法:中国,202110567292[P].2021-05-22.
- [3] 王叶苗.一种节能环保型土壤固化剂:中国,CN201410787002.X[P].2014-12-15.