

全风化花岗岩改良土路基 现场填筑施工关键技术

范 坤

(四川公路桥梁建设集团有限公司铁路工程分公司, 四川 成都 610000)

摘要 为改良全风化花岗岩土层, 满足公路建设对路基土的实际要求, 本研究以具体工程为例, 从填料重要指标确定、施工准备、改良土拌合、土方平整摊铺、碾压压实、养护处理、质量控制入手, 探究全风化花岗岩改良土路基现场填筑施工关键技术。通过施工质量检测得出, 路堤土掺入 5% 水泥, 基底底层掺入 6% 水泥后, 获得了良好的改良效果, 改良土压实系数、动态变形模量、变形模量、地基系数各项指标均满足施工要求。

关键词 全风化花岗岩; 改良土; 路基现场填筑; 改良土拌合; 填土

中图分类号: U416.1

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.20.005

0 引言

我国幅员辽阔, 土壤类型较多, 由于公路建设线路较长, 易面临多样化的地质情况。全风化花岗岩是一种经过风化作用、粒径锐减、颜色变浅的花岗岩, 具有稳定性差、含水率高等特征, 若直接将其用于公路建设路基填料, 公路运营后易出现工程病害。因此, 需要对其进行改良处理。现阶段, 我国公路建设中往往会在原土壤中加入石灰实现土壤改良, 经改良后的土壤具有更高的强度以及稳定性, 可更好地满足公路建设对路基的要求。

1 工程概况

某公路工程线路全长 16.542 km, 涉及工程内容包括交通安全设施、路面、路基、桥涵等。工程路基宽度为 33.5 m, 双向六车道, 设计速度为 120 km/h。在本工程建设中, 个别路段需要穿过较长的花岗岩全风化层, 为确保项目施工质量满足设计要求, 需要对花岗岩全风化层土壤进行改良处理。结合项目实际, 最终选择加入水泥的土壤改良方式。

2 全风化花岗岩改良土路基现场填筑施工关键技术

2.1 填料重要指标确定

1. 最大干密度及最优含水量。在本项目中, 全风化花岗岩层含水量处于 19%~25% 范围内, 需要经过晾晒才可满足施工要求。并且, 全风化花岗岩层不具备良好的水稳性, 与水接触后强度会明显下降, 易出现滑坡问题, 无法满足项目对路基的实际要求, 需要对原路基土进行改良。表 1 为掺入不同水泥时的最优含水量及最大干密度情况。

表 1 掺入不同水泥时的最优含水量及最大干密度情况

填料量	加入 5% 水泥	加入 6% 水泥
最优含水率 $w_{opt}/\%$	11.4	12.0
最大干密度 $\rho_{dmax}/(g \cdot cm^{-3})$	1.97	1.99

从表 1 数据中能够得出, 全风化花岗岩通过实际改良, 夯击特性会发生变化。通常, 相比于原状土, 加入水泥的改良土最大干密度及最优含水量会发生变化, 但变化并不明显。所以针对水泥改良土性能试验时, 其最大干密度以及最优含水量, 可将原状土情况作为主要依据。

2. 改良掺合料与掺和比。本项目中的全风化花岗岩层不具备良好的水稳性, 无法直接用于路基填料, 应对其加以改良, 为获得科学的改良方案, 开展了不同配合比研究, 详见表 2 所示。经综合分析, 将普通硅酸盐水泥掺入量设定为 5%~6%, 路堤土掺入 5% 水泥; 机床底层掺入 6% 水泥。结合施工条件, 实际施工中, 水泥掺量可提升 0.5%~1.0%。

表 2 不同配合比改良土性能情况

水泥掺量	加入 5% 水泥	加入 6% 水泥	加入 4% 水泥
水稳定系数	0.73	0.74	0.73
变异系数	0.17	0.12	0.23
室内 7 d 无侧限抗压强度平均值	520 kPa	690 kPa	980 kPa
室内 7 d 无侧限抗压强度极小值	460 kPa	530 kPa	640 kPa

2.2 施工准备

1. 技术准备。在此项工作中, 需要做好技术交底工作, 对水准点、导向、中线等进行测量, 还应对原材料进行检验。在本项目中, 严格根据设计规范要求开展土样填料检验工作, 借助击实实验, 掌握填料的 ρ_{dmax} 以及最佳含水量, 在此基础上绘制出关系曲线, 对填料含水量进行严格控制^[1]。

2. 现场准备。结合施工要求, 做好设备配置工作, 如表3所示, 同时还应科学配置技术人员, 划分出不同作业区域, 并挂好标识牌。

表3 设备配置

序号	名称	数量	单位	型号
1	平地机	1	台	180
2	挖掘机	2	台	山重400
3	振动压路机	1	台	26 t
4	推土机	1	台	山推160
5	洒水车	2	辆	10 m ³
6	砂性土钢轮压路机	1	台	18 t
7	冲击式压路机	1	台	25 kJ
8	运输车	8	辆	20 m ³
9	装载机	1	台	临工50

2.3 改良土拌和

在本项目中, 改良全风化花岗岩填料时, 选择厂拌法进行施工, 施工流程如图1所示。

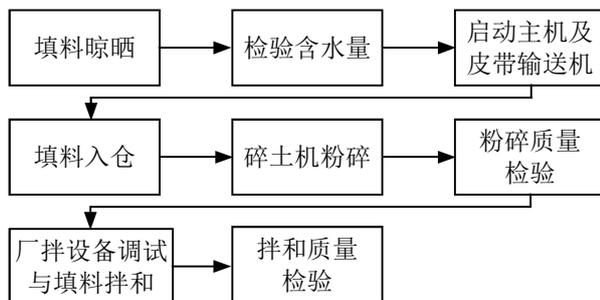


图1 改良土厂拌法流程图

拌和环节, 正式拌制改良土填料前, 应做好设备调试工作, 明确各料斗材料计算数量, 确保填料配比满足规定要求; 通过破碎区破碎填料前, 应对其进行过筛处理, 经过筛检合格后, 才能进行后续操作; 借助加入水泥的方式进行土壤改良, 若想获得较高的拌和质量, 应保证填料粒径大小符合要求, 水泥掺入量合理, 还应做到均匀拌和, 严格控制水泥剂量误差, 将其保持在 $-0.5\% \sim 1.0\%$ 范围内。

2.4 填土

1. 测量放样。此项工作开展环节, 施工人员应做好测量放样工作, 在明确水准点的同时, 开展导线点增设工作。将此作为重要基础, 科学确定全风化花岗岩改良土路基中桩以及边桩位置。放样完成后, 组织专人进行复核, 保证各控制点布局合理、数据无误, 为后续土方开挖与分层填筑奠定精准基础。

2. 基底处理。在本工程建设中, 由于工程项目所在位置地下水埋深较浅, 所以项目地基表层无法很好地满足碾压密实需要。为获得良好的碾压效果, 满足工程建设需求, 避免后期出现不良沉降问题, 需要做好基底处理工作。施工环节, 施工人员应借助压路机开展冲击碾压工作。此项工作开展过程中, 进行表层填筑, 将具体厚度控制在30 cm左右。随后进行冲击碾压工作, 确保碾压质量满足实际要求, 同时在质量验收合格后, 再开展后续施工操作。

2.5 土方平整摊铺

此项工作开展环节, 应对摊铺厚度进行控制, 松铺过程中的厚度应处于20~25 cm范围内; 压实后厚度应处于15~20 cm, 最终厚度可结合施工需求做出科学调整。在施工过程中, 为获得较高的填筑质效, 本项目中应用了薄层快填施工技术, 可避免频繁返工情况。原材料经过消解处理后, 不可在路基中放置较长时间, 需要及时摊铺, 避免材料性质受到不良影响。将施工设计规划作为主要依据开展摊铺活动^[2]。借助推土机初步推平, 对于不平整的位置, 借助平地机实施刮平处理, 及时清除尺寸过大的颗粒。施工人员应做好平整处理工作, 对于低洼坑面, 可应用齿耙进行松散处理, 具体深度约为5 cm, 并加入适量填料, 借助水准仪对路基松铺度进行测定, 确保路基摊铺满足标准要求。

2.6 养护处理

施工人员完成改良土路基碾压工作后, 为保证碾压质量, 需要做好养护处理工作。如果路基填筑为持续作业, 可省去养生时间, 若未能做到持续作业, 应留出适当的养生期。全风化花岗岩改良土路基养生过程中, 选择保湿喷洒的养护方式, 养护处理时间需要超过7 d^[3]。此环节, 施工人员应对喷洒湿度进行科学控制, 在喷洒水分时, 应采用细雾均匀洒布的形式, 避免含水率波动剧烈, 施工单位需配置专人定时洒水, 控制养护湿度稳定在最佳含水率 $\pm 2\%$ 以内。同时, 该区域不可有车辆经过, 避免影响到养护效果^[4]。对于长时间暴露的改良层, 还应根据天气变化进行二次洒

水或覆盖处理，保证改良土在养护期内保持良好的强度增长环境，从而提升路基整体工程质量。

2.7 质量控制措施

(1) 做好改良土配合比控制工作。为保证路基填筑质量，应对外掺料质量进行控制，确保其满足规范要求，从而获得性能较强的改良土。完成搅拌工作后不存在土块。施工人员在此环节应注重含水量控制，第一，若土的含水量较小，向土料中加水时，可选择雾状喷洒的方式；若土的含水量较大，开展配比工作前，工作人员应对其进行晾晒处理，减少其中存在的水分。全风化花岗岩改良土施工环节，应做到均匀拌和，严格控制搅拌质量，获得更高质量的改良土，为全风化花岗岩改良土路基现场填筑施工奠定良好基础。

(2) 做好测量放线及土工试验工作。施工人员开展测量放线工作时，需要超出边线 50 cm，同时做好路基边缘位置压实工作。通过科学开展土工试验，获得准确、可靠的试验数据，为高质量施工提供数据支持^[5]。技术流程如图 2 所示。

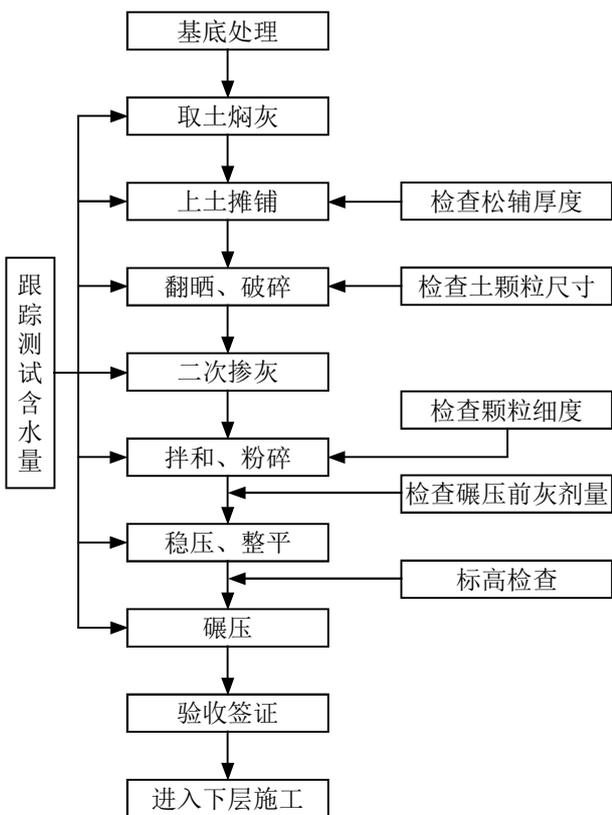


图 2 技术流程

2.8 安全保证技术措施

(1) 在施工活动开展过程中，施工人员应针对施工现场强化交通安全管控。开展夜间施工活动时，应

在道路口位置设置明显的标志，安排专人设置警示灯，同时做好灯光照明管理工作。(2) 在挖方体上边坡位置，进行观测桩的科学设置，保证观测桩具有良好的完整性，同时安排专人定期巡逻检查。(3) 雨后复工前，施工人员应对挖方体边坡等位置进行全面检查，避免出现裂缝问题。

2.9 资源节约施工技术

为贯彻绿色施工理念、提升资源利用效率，本项目在全风化花岗岩改良土路基施工中采取了一系列资源节约措施。在材料处理环节，优先采用现场厂拌模式，减少水泥及骨料的长距离运输，降低粉尘污染。同时，拌合站配备喷雾降尘装置和封闭式操作系统，保证作业过程清洁有序。施工中产生的筛下料、废弃石屑等经过分级筛分后，分类用于非承重部位或回填区域，做到材料循环再利用。在运输环节，统一调度压路机、运输车的行驶路线，缩短作业空行时间，避免重复碾压，从而减少能耗与机械磨损。此外，在施工区域设置多级沉淀池，保证含水泥废液和泥浆都可以经过沉淀处理后再达标排放，避免污染周边环境。整体施工过程严格执行《绿色公路建设指南》相关标准，实现资源节约与环境保护的双重目标。

3 结束语

随着我国社会经济发展水平不断提升，公路建设项目逐渐增多，而在公路工程建设环节，通常会出现土质较差的路段。全风化花岗岩属于公路建设中较为常见的一种地质类型，若直接将其作为材料进行路基填筑，则会影响到公路建设质量，公路运营后会出现严重的病害问题。因此，施工人员应结合项目情况，借助全风化花岗岩改良土路基现场填筑施工技术提升路基填筑质量，保证公路建设高质量推进。

参考文献:

[1] 邱兴飞. 高速公路强风化千枚岩改良土路基填筑施工分析[J]. 交通世界, 2023(36):73-75.
 [2] 陈兴杰. 高速公路千枚岩改良土路基填筑施工分析[J]. 工程建设与设计, 2023(01):115-117.
 [3] 王庆乐, 刘勇. 红层地区高速铁路路基填筑型式研究[J]. 山西建筑, 2023,49(09):160-162.
 [4] 谢荣福. 赣东北地区花岗岩残积土路基填筑关键技术研究[J]. 新材料·新装饰, 2024,06(02):159-162.
 [5] 董仕昱. 刍议石灰改良土路基试验段施工技术[J]. 低碳世界, 2024,14(02):136-138.