

库区高液限黏土改良方案比选及施工研究*

罗建军^{1,2}, 赵健³, 郭昕³(1.湖南省高速公路投资集团有限公司, 湖南 长沙 410003; 2.沪昆高速公路潭市互通工程建设项目部, 湖南 湘潭 411100;
3.长沙理工大学 交通运输工程学院, 湖南 长沙 410004)

摘要: 高液限黏土用于路基填筑必须保证其强度及耐久性。文中以沪昆(上海—昆明)高速公路潭市互通水府旅游连接线路基填筑工程为依托, 通过对比常规石灰改性法和新型 TOP 土壤改性液改性法在技术效果、经济效益、时间效率等方面的优缺点, 确定适合于该工程的高液限黏土改良方案, 并针对其实际情况提出施工方案、质量控制要点和施工注意事项。

关键词: 公路; 高液限黏土; 石灰改良; TOP 改性液; 路基; 库区

中图分类号: U418.5

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2018)05-0094-03

高液限黏土是公路建设中一种常见不良土质, 常用改性方法有物理改性法和化学改性法两类, 实际操作中化学改性法的应用范围及研究成果、应用案例较多, 也更符合工程实际。如李光等研究了高液限黏土经过石灰改良后的强度和压实度与掺入石灰量的关系, 刘春原等研究了高液限黏土分别掺入粉煤灰、石灰、砂改良后的强度变化规律, 杨世基等对 NCS 固化剂对高液限黏土稳定性的改良效果进行了研究, 赵昌清通过室内试验研究了在高液限黏土中掺砂砾的改良效果。TOP 改性液是从美国进口的一种土壤改性剂, 其改性效果好且对环境影响小, 适用于对环保要求高的地区, 但在中国大范围使用的工程实例还未见报道。考虑到环保因素, 该文将其作为一种备选方法, 通过与石灰改良方法在改良效果、施工便利性、施工工期、工程造价等方面的对比确定最适合工程实际的土体改性方案。

1 工程概况

沪昆(上海—昆明)高速公路潭市互通水府旅游连接线位于湖南省湘乡市棋梓桥境内, 全长 6.015 km。主线(K0+000—K6+015.793)位于涟水上游, 设计速度 40 km/h, 路基宽度 22 m, 为超二级公路。项目所处地区为山前冲洪积区, 有沟、渠分布, 地形平坦, 高液限黏土分布较多, 且有明显的干湿季区分。高液限黏土经受干湿循环作用会使路基出现沉陷、失稳等现象, 继而引起路面病害, 需对高液限黏土进行改性。

2 库区高液限土改良方法比选

在选择该项目高液限黏土路基改良方案时, 不仅要考虑改良后路基强度是否达到技术要求, 还要考虑路基在经历多次干湿循环作用后的稳定性。结合该道路施工技术标准, 初步拟定两种路基改良方案(见表 1)。下面从技术效果、经济效益、时间效率方面对两方案进行对比, 确定该项目高液限黏土路基最经济合理的改良方案。

表 1 库区高液限黏土改良方案

方案编号	改良方法	改良方案
方案一	石灰改良法	路基上部 0~60 cm 掺 4% 石灰进行改良; 下路床 60~80 cm 设置砂砾垫层
方案二	TOP 改性液改良法	上路床 0~30 cm 用天然砂砾换填; 下路床 30~80 cm 采用 1% TOP 改性液进行改良

2.1 技术效果比较

方案一在上层路基土中掺生石灰进行改良。石灰与不良土体接触发生一系列物理化学反应, 初始阶段土体会有结团现象, 导致塑性降低、最佳含水率增大、最大干密度减小; 作用后期, 土体内形成结晶结构, 保证路基的强度和稳定性。下层路基设置砂砾垫层可减轻地下水位变化引起的干湿循环作用对路基的影响。

方案二在下层路基土中使用 TOP 改性液进行

* 基金项目: 湖南省自然科学基金项目(10JJ6070); 2012 年度湖南省交通运输厅科技进步与创新项目(201246)

改良。改性液能降低土体的液限,提高其塑性指数,加快土体脱水固结过程,提高土体固结强度,增强路基土的稳定性;路基上部采用天然砂砾换填,可减轻地表水对路基的影响,提高路基路面的整体性能。但 TOP 土壤改性剂施工工艺不够成熟,且成本较高,国内还未有大范围应用先例。

综上,两种改良方案在处治效果上均能改善该项目高液限黏土路基的不良工程性质,使路基强度和稳定性满足相关技术标准,其中石灰改良方法相对简单方便、技术成熟。

2.2 经济效益比选

2.2.1 计算说明

(1) 台班费用计算。根据 JTG/T B06-03-2007《公路工程机械台班费用定额》,台班费用由可变费用和不变费用组成,不变费用包括机械损耗折旧费、损坏修理费、大修费、设备安装拆卸及辅助设施费,可变费用包括人力劳动费、机械动力燃料费、车船养路费及使用税。台班费中各项取值如下:当机械设备需要大修理时,维修费用取机械总预算价格的 10%;台班经常修理费系数 $K=2.9$;残值率采用中型机械类的 5%;耐用总台班数为 1 200,使用周期为 2;台班燃油(重油)消耗量为 256 kg,电力台班消耗量为 150 kW·h;机械操作手 3 名。1) 不变费用。台班折旧费=[机械预算费用×(1-残值率)]/耐用总台班=[2 912 900×(1-0.05)]/1 200=2 306 元;台班大修费=[大修理 1 次的费用×(使用周期-1)]/耐用总台班=[2 912 900×(2-1)]/1 200=2 427.4 元;台班经常修理费=台班大修费× $K\times 10\%=242.74\times 2.9=703.95$ 元;设备安装拆卸及辅助设施费为 200 元;不变费用=台班损耗折旧费+台班大修费+台班损坏经常修理费+设备安装拆卸及辅助设施费=2 306+2 427.4+703.95+200=5 637.35 元。2) 可变费用。可变费用的预算单价见表 2。动力燃料费=256.0×5.76+120×0.74=1 563.36 元;人工费=定额机上人工工日×日工资单价=3×68.91=206.73 元;可变费用=动力燃料费+人工费=1 563.36+206.73=1 770.09 元。

表 2 可变费用预算单价

项目	预算单价/元	项目	预算单价/元
工资/d	68.910	煤/kg	0.442
汽油/kg	7.050	电/(kW·h)	0.740
柴油/kg	5.760	水/m ³	4.250
重油/kg	3.930	木材/kg	0.530

(2) 材料单价根据当地情况选用项目现场价格,其中当地天然砂砾的单价为 94.67 元/m³,生石灰单价为 364.50 元/t。

(3) 其他工程费和间接费参照 JTG B06-2007《公路基本建设工程项目概算预算编制办法》和湖南省有关补充规定取用,其中:施工工地转移运距约 10 km(工地转移 50 km 以内不计费);食品运费补贴的综合运输里程按 8 km 计算;建安工程造价不考虑临时用地、临时道路和防护、返还耕地等费用。

2.2.2 单价测算

参照相关规定,综合考虑施工中的各项费用,将总费用折算为每立方库区高液限黏土的处理单价。改良 1 m³ 高液限黏土路基,采用砂砾换填的单价为 179.71 元/m³,采用掺 4%石灰改良的单价为 46.45 元/m³,采用掺 1%TOP 改性剂(约 3.5 kg)改良的单价为 70 元/m³。

2.2.3 处治总费用测算

经加权计算,得到方案一、方案二改良单价分别为 65.8、104.5 元/m³。该项目高液限黏土路基段长 900 m,路基宽度 22 m,计算得方案一的总费用为 1 302 840 元、方案二的总费用为 2 069 100 元,方案二所需费用为方案一的 1.58 倍,方案一在经济性方面优势明显。

2.3 施工工期对比

石灰改良法施工技术成熟、成本低廉且可就地取材,但石灰稳定土强度增长长期较长,龄期一般为 28 d,且改性后的土体强度增长受温度影响明显,当温度较低时,强度随龄期增长缓慢,施工工期受限。

TOP 改良法的主要施工步骤为配液→拌和→反应改性→压实,反应时间与石灰改性法相比更短,拌和充分后闷料 24 h 即可,但拌和效率不高,在大面积使用时其效率与石灰改性法相比无明显优势。

2.4 比选结果

综上,方案一的经济优势明显且施工技术及工程控制手段较成熟,可保证施工工期,同时能满足路基施工技术规范的要求;方案二添加 TOP 土壤改性液,该溶液使用工艺较复杂、效率低、造价高,且该项目的技术标准和工程造价都低于高速公路,工程单价的因素必须着重考虑。综合两种方案的改良效果、施工效率及经济效益,建议采用方案一即石灰改性法作为该项目路基高液限黏土处治方案。

3 施工工艺及注意事项

3.1 石灰改良施工工艺及注意事项

石灰改良路基土过程中,一般采用路拌法进行4%石灰改良土施工,主要流程为检测石灰含水率、土壤干密度→施工配合比计算→翻挖晾晒,平整基础→网格划分→布灰计量并检查含水量→挖掘机预拌→外观检测→填料整平→路拌→碾压→压实度检测→下一道工序。为保证石灰稳定土的施工质量,施工中应注意:生石灰质量技术指标应控制在Ⅲ级以上;最好在石灰土最佳含水率时进行路基压实,宜在当天施工完毕,且压实应充分,碾压后进行保湿养生;石灰掺量可在实验室掺量的基础上增加1%~2%;施工中如遇降雨,对已备好的施工土需用雨布遮盖,使其免受雨水侵蚀。

3.2 砂砾垫层施工工艺及注意事项

砂砾垫层施工前,天然砂砾需按设计要求配料,保证其有一定的颗粒级配和压碎值,并用水冲洗清除砂砾中的杂质。砂砾垫层施工流程见图1。

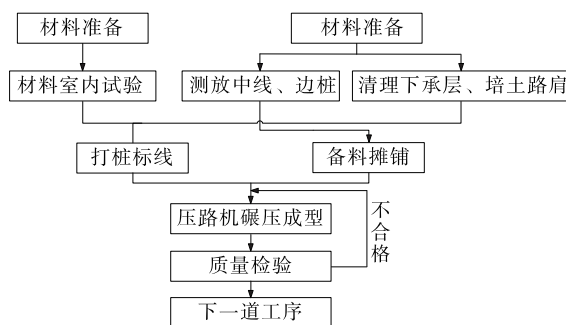


图1 砂砾垫层施工流程

砂砾垫层施工注意事项:1) 所用砂砾石质地坚硬,具有一定的颗粒级配,且压碎值不大于30%;细长、扁平颗粒含量不超过20%;在集料颗粒级配组成中,保证95%的颗粒能通过0.075 mm筛孔,且最大粒径不超过50 mm。2) 砂砾层施工时,如发现路床中存在较薄层,严禁对其进行补贴施工,以防路床标高超出设计及规范要求。3) 摊铺中选择合适的松铺系数,匀速摊铺;若发现有缺陷,应及时修补。

4) 严格控制碾压方法和碾压遍数。5) 避免产生纵向接缝。6) 坚持自检、互检、交接检制度,保证工程质量。

4 结语

从技术效果、经济效益、施工工期三方面对石灰改良法和TOP改良法进行对比,TOP改良法的改性效果虽然更好,但石灰改良法的改性效果也能满足技术标准要求不高的连接线要求,且在经济性和施工便利性、时效性方面更具优势。同时考虑到石灰改良法技术成熟、操作简单,将石灰改良法作为水府庙库区高速公路连接线高液限黏土路基段的处理方法。

参考文献:

- [1] 李光,蒋理珍,刘银生.高液限粘土的石灰改良填筑技术研究[J].湖南交通科技,2001,29(4).
- [2] 刘春原,杨书燕,卫宏.高液限粘土微结构分析与强度机理的研究[J].河北工业大学学报,2002,31(5).
- [3] 杨世基,戴丽莱.NCS固化材料稳定湿粘土的应用[J].中国公路学报,1991,4(2).
- [4] 赵昌清,蒋理珍,刘银生.高液限粘土的砂砾改良法[J].湖南交通科技,2004,30(1).
- [5] 王健.库区高液限黏土改良试验及路基沉降控制[D].长沙:长沙理工大学,2013.
- [6] JTG/T B06-03-2007,公路工程机械台班费用定额[S].
- [7] 黄玲霞.高速公路施工企业养护定额编制研究[D].西安:长安大学,2012.
- [8] 曹为,张锐,刘龙武.海南高液限红黏土直接填筑路堤试验研究[J].公路与汽运,2012(4).
- [9] JTG F10-2006,公路路基施工技术规范[S].
- [10] 陈涵杰,李振存,王健.采用T.O.P改良高液限黏土试验研究[J].公路与汽运,2012(1).

收稿日期:2018-03-20

(上接第49页)

- [7] 李扬威,焦朋朋,杜林.城市智能停车管理系统研究[J].交通信息与安全,2014,32(4).
- [8] 谭娟.四川职业技术学院智能停车管理系统设计与实现[D].成都:电子科技大学,2012.
- [9] 李林.基于无线通信智能引导停车系统的设计[D].大

庆:东北石油大学,2016.

- [10] 青岛英谷教育科技股份有限公司.车联网导论[M].西安:西安电子科技大学出版社,2016.
- [11] 徐晓齐.车联网[M].北京:化学工业出版社,2015.

收稿日期:2018-03-26