

填方路基处理方法思考与研究

姜燕斌

(衢州市市政公用管理服务中心, 浙江 衢州 324000)

摘要:在道路工程设计、实施过程中经常会出现路基填土高度较大的情况、对于地基以及填土路基都属于较为不利的状况、处理不当易引起道路整体稳定性不足、工后沉降较大的后果,以盈川东路道路新建项目为例,通过对现场地质情况调查、现场实施环境分析、路基处理工法比选、结合以上资料及分析结果综合评估,推荐强夯法的路基处理方式,并对强夯法的工艺流程、在实施过程中的技术要点以及注意事项进行归纳总结,研究成果可供今后类似项目借鉴。

关键词:主干路;路基处理;强夯法

中图分类号: U416.1

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)12-0160-04

0 引言

在道路设计阶段,对于路基填土高度较大的路段要特别重视。一方面,在前期阶段应注重该路段地质勘察报告的资料搜集,并根据地质情况和填土高度分析地基承载能力是否满足要求;另一方面,从提高使用阶段机动车行驶质量和延长道路使用寿命方面考虑,在路基填土高度较大的情况下要对路基进行技术处理以保证质量。本文以盈川东路道路新建项目为例,对应选用的路基处理方式进行分析。

1 项目基本情况

1.1 工程概况

新建道路盈川东路位于浙江衢州中心城区,是一条连接城区北区组团的东西向重要干道。盈川东西起西区边界已建盈川东路段,东至现状迎宾大道,全长约2.59 km。根据当地规划资料,盈川东路近期按主干路等级实施,设计速度为60 km/h,并预留远期提升为快速路的实施条件,主线快速路设计速度为80 km/h,辅道主干路设计速度为40 km/h,规划红线宽度为70~80 m,其中道路实施宽度50 m,两侧预留10~15 m宽绿化带。盈川东路道路区位情况如图1所示。

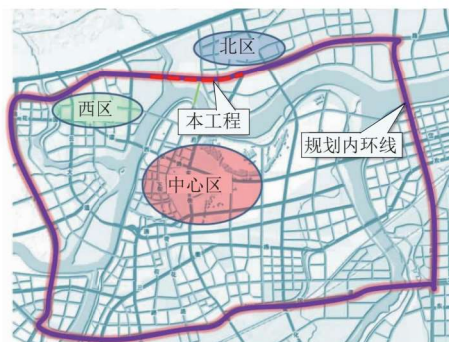


图1 道路区位图

1.2 工程环境

盈川东路段途径多处河道、农田、堆场,地质情况较为复杂,两侧地块主要为未开发商住地块,现有居民较少。现状地形起伏不平,除临近村落的现状地形标高高于道路规划标高外,其余主要设计路段的规划标高均高于现状地形标高,其中K0+950~K1+640及K2+548.48~K2+700两段道路填土高度较大,平均填土高度达到10 m,最大填土高度达到13.79 m。为了保证填方路堤的稳定安全,需要对现状地基情况进行勘察分析,并选用相适应的路基处理方式。

1.3 地质情况

根据现场地质勘察资料,盈川东路设计范围内的主要各地质层岩土按照成因时代由新到老顺序分述见表1。

根据地质勘察资料,填挖高度较大的K0+950~K1+640路段地质层由新到老依次为①₁素填土层(Q₄^{ml})、⑤₂强风化粉砂岩(K_{2j})、⑤₃中风化粉砂岩(K_{2j}),

收稿日期: 2022-10-25

作者简介: 姜燕斌(1981—),男,工学学士,高级工程师,从事市政工程建设管理工作。

表 1 地质情况表

序号	层序	岩土层名称	岩性特征	埋 深 /m	层厚 /m	推荐承载力		评述
						$[f_{a_0}]/\text{kPa}$	q_{ik}/kPa	
1	① ₁	素填土	主要由卵砾石、漂石、砂、黏性土、碎石块及建筑垃圾等组成	0.00	0.30 ~ 9.60	—	—	松散,土质均匀性差,力学性质差
2	① ₂	淤泥	土质较均,稍有光滑,干强度和韧性中等,具臭味,含少量植物残体	0.00 ~ 0.50	1.00 ~ 1.60	—	—	具有高压缩性,力学性质极差,不能作为桥以及路基持力层
3	②	粉质黏土	黄褐色,湿,可塑。切面光滑,干强度中等,见少量褐红色铁锰质氧化物锈斑网纹浸染	1.20 ~ 6.00	0.7 ~ 6.10	160	40	可塑,土质均匀性一般,力学性质一般;层位稳定性一般。
4	③	粉细砂	主要由细砂、粉砂及少量砾石组成	5.30 ~ 8.60	1.50 ~ 3.90	110	25	松散,土质均匀性一般,力学性质一般;层位不稳定,厚度小,埋深浅
5	④	卵 石	主由卵石、砾石及中粗砂组成	0.00 ~ 9.60	0.30 ~ 5.20	300	80	稍密~密实,土质均匀性较好,力学性质相对较好;层位稳定性一般,厚度变化大,埋深浅
6	⑤ ₁	全风化粉砂岩	岩石结构和构造完全破坏,岩石风化呈土状,局部土夹碎块状,遇水易崩解	0.00 ~ 1.20	0.80 ~ 4.00	160	30	可塑,土质均匀性一般,力学性质一般;层位稳定性一般,埋深浅
7	⑤ ₂	强风化粉砂岩	紫红色,强风化状。层状结构,块状构造,岩石风化蚀变强烈,原岩结构大多已破坏	3.00 ~ 16.60	0.30 ~ 4.00	300	70	均匀性较好,力学性质较好;层位稳定性一般,厚度变化大,埋深浅
8	⑤ ₃	中等风化粉砂岩	原岩结构清晰,未见明显风化蚀变。节理裂隙微发育。岩石属软岩,完整性较好,岩体基本质量等级为Ⅳ级	0.30 ~ 13.0	2.70 ~ 27.80	1 000	100	岩石属软岩,完整性较好,岩体基本质量等级为Ⅳ级。均匀性好,力学性质好

其中素填土层及强风化粉砂岩层较薄,厚度均不到 0.5 m,地质条件较好,持力层强度、稳定性较好;填挖高度较大的 K2+548.48~K2+700 路段地质层由新到老依次为①₁素填土层(Q_4^{ml})、②粉质黏土层(Q_4^{al+pl})、⑤₂强风化粉砂岩(K_{zj})、⑤₃中风化粉砂岩(K_{zj}),其中素填土层平均厚度约 2 m,粉质黏土层平均厚度约 1 m,强风化粉砂岩层厚度不足 0.5 m,地质条件较好,持力层强度、稳定性较好。

结合以上地勘资料,本项目地基处理主要将表层素填土层、粉质黏土层及强风化粉砂岩层进行清理,直至显露中风化粉砂岩层,并在保证基底压实度达到要求的情况下,采用满足要求的路基土进行回填。

2 路基处理工法比选

盈川东路路基填土高度较大,为了在后续使用阶段仍能维持路基的整体性与稳定性,应对路基回填土同步进行处理。针对盈川东路道路等级及现状情况可选用如下几种路基处理工法。

2.1 化学加固法

化学加固法主要包括高压注浆法及灌浆法。高

压注浆法主要用于填土土质较差的地区,将浆液通过高压设备注入到土层,在喷射过程中利用土壤颗粒间的挤密效应与浆液充分混合,在混合物充分硬化后达到提升整体承载力的效果;灌浆法采用的实施方式为在土体中插入注浆管道,利用气压差将浆液输入土层,将土壤颗粒填充密实,从而达到路基稳定的效果。

2.2 减轻荷载法

减轻荷载法主要采用轻质填料填筑路堤,减轻道路结构产生的荷载,确保道路建成后道路整体性仍能达到规范要求标准,工后沉降保持在允许范围内。目前主要的轻质填料包括泡沫轻质土、EPS 板块、粉煤灰等。前两种材料因为其更好的力学性能、更小的单位重量及耐久环保的特性,逐渐替代了粉煤灰等传统填料。

2.3 强夯法

强夯法主要采用大型起重机带动重锤夯击土体,通过夯击过程中产生的应力提高土体强度,对非饱和性的填土具有较好的加密紧实、提高强度的效果。强夯法的优势在于实施工艺简单、适用土质范围较广、加固效果显著、施工速度快、节省填筑材料、施

工费用低等,但是对施工环境要求较高,应尽可能选在人员密集度较低的空旷区域以减少噪音产生的影响^[1]。

结合盈川东路项目实施条件及遇到的路基处理难点,对以上工法进行针对性的比选,主要情况见表2。

表2 路基处理工法比选表

工法名称	实施效果	工期	投资费用	环境影响	土方利用率
化学加固法	一般	一般	一般	一般	较高
减轻荷载法	较好	一般	较高	较小	低
强夯法	较好	较短	较低	对人员密集区域影响较大	高

根据以上因素结合各工法实施特点,强夯法更适合作为本项目路基处理工法,因此本项目采用强夯法进行路基处理。

3 强夯法实施方案要点

3.1 设计技术要求

根据《城市道路路基设计规范》(CJJ 194—2013)中6.2.8要求,主干路一般路段路基容许工后变形应小于30 cm,本次设计将路基总沉降量按30 cm控制。拟建道路两侧布置路堤式挡土墙,地基承载力要求需达到140 kPa。

3.2 设计方案

根据勘察资料,实施强夯路段的基底持力层土体强度较高,表面填土层较薄,因此对原状土先进行清表后将持力层碾压密实,基底压实度(重型)达到90%,在此基础上回填填料,优先采用砾类土、砂类土等粗粒土,盈川东路挖方段部分土质满足路堤填料要求,因此能以尽可能达到填挖平衡的原则进行利用。路堤填料应分层回填,每回填2 m应采用强夯法将土体夯实,由于所需有效加固深度较小,本次设计最大单击夯击能定为1 000 kN·m^[2]。

本次强夯施工工序采用点夯、满夯、碾压三个步骤^[3]。

(1)点夯:本次设计单点夯击能为1 000 kN·m,夯锤重10 t,夯锤直径为2 m,落距为10 m,点距3 m×3 m,分两遍进行强夯,总夯击次数15~20击,分多次施加。

(2)满夯:满夯能量为800 kN·m,击数为3~4击,以夯实表面填土为标准。

(3)满夯完成后,用推土机对场地进行整平,再用压路机具进行压实。

在每一遍夯击完毕后按规定时间施工间歇,再进行下一次夯击,在整套工序完成后进行成果检测,检测满足要求后进行后续工序。

3.3 试夯要点

施工前,应在施工现场有代表性的场地选取一个或几个试验区,进行试夯或试验性施工。每个试验区面积不宜小于20 m×20 m,试验区数量应根据建筑场地复杂程度、建筑规模及建筑类型确定。试夯前需注意场地地下水位情况,影响施工或夯实效果时,应采取降水或其他技术措施进行处理,使地下水位低于起夯面以下2~3 m。在最后一遍夯击完成后间歇七天,再进行原位检测,与夯击前的检测数据进行对比,对强夯加固的效果进行评估,根据检测资料调整至最佳施工参数。

3.4 夯击要点

(1)单击夯击能为1 000 kN·m时,最后两击的平均夯沉量不宜大于50 mm;

(2)夯坑周围地面不应发生过大的隆起;

(3)不因夯坑过深而发生提锤困难。

夯击均采用三遍点夯,最后以低能量满夯2遍,满夯可采用轻锤或低落距锤多次夯击,锤印搭接1/4。夯击施工时,针对全幅路夯击的路段应从一侧坡脚线向另一侧坡脚线施工,确保夯击后的孔隙水由一侧向另一侧释放;针对半幅路夯击的路段应从道路中心线向一侧坡脚线施工,确保夯击后的孔隙水由道路中线向一侧释放。

3.5 施工措施

虽然强夯法具有施工工艺简单、适用土质范围较广、加固效果显著、施工速度快、节省填筑材料、施工费用低等一系列优点,但是强夯法夯击时产生的冲击波向四周扩散时会产生振动和噪音。振动会对周边构筑物产生结构影响,噪音会对周边人员的身体和心理造成创伤,盈川东路周边地块暂未开发,拟定强夯区域离人员聚集区较远,因此产生的环境影响相对较小。为了进一步减少对工程实施人员及周边环境的影响,可以根据强夯实施时周边环境的具体情况,于施工前设置防振沟,防振沟宽度大于1 m,或根据所需防振效果对防振沟的深度进行调整。在强夯实施时需要配备专人指挥,施工范围周边应有明确的警示标志,并有专人巡查,防止闲杂人员在实施过程中进入强夯施工区域。

4 强夯法实施效果检测

在强夯实施完成后，在实施区域内布置了 5 个静载实验点，荷载板规格为 2.5 m×2.5 m 的方形平板^[4]，各试验点检测成果详见表 3。

表 3 试验点检测成果

试验点号	#1	#2	#3	#4	#5
最大试验荷载 /kPa	300	300	300	300	300
最大沉降量 /mm	19.25	22.17	20.68	20.54	19.78
地基承载力 /kPa	>140	>140	>140	>140	>140

根据以上检测结果表明强夯处理后的路基能够满足既定的设计技术要求。

5 结 语

通过强夯法对路基进行处理，路基整体性与稳定性有了长足的提升，避免了路基在长时间荷载作用下发生不均匀沉降、失稳等情况，保证了在道路使用阶段为机动车提供长期优质的行驶质量。以上是对各路基处理方式的分析以及对强夯法应用的思考与总结，希望能给后续工程项目提供借鉴。

参考文献：

[1] 刘桑梓.强夯处理填土地基试验分析[J].中国资源综合利用,2022,40(2):52-54.
[2] 董炳寅,水伟厚,秦劭杰.中国强夯 40 年之技术创新[J].地基处理,2022,4(1):1-16.
[3] 戚迎花.大范围强夯处理地基设计方法与措施总结[J].现代食品,2022,28(2):26-28.
[4] 丁俊双.公路路基施工中强夯法的应用分析[J].交通世界,2022,(Z1):169-170.

（上接第 152 页）

型横梁桥面块体作为母段参与下一轮次桥面块体的拼装，并在桥面块体翻身后与弦杆进行预拼装，保证桥面块体桥位顺利连接。

6 结 语

目前常泰长江大桥的桥面块体拼装进展顺利，拼装精度均满足常泰项目验收要求。通过对常泰长江大桥桥面块体拼装方案的研究，形成了一套全面有效的桥面块体拼装工艺方案确保了桥面块体的几何尺寸精度，降低了块体拼装成本，缩短了制造工

期，为今后同类桥面块体的拼装提供了丰富经验。

参考文献：

[1] Q/CR 9211—2015,铁路钢桥制造规范[S].
[2] 关勇,宋红飞.沪通长江大桥主航道桥节段拼装技术[J],桥梁建设,2016(6):13-17.
[3] 王建国.沪通长江大桥主航道桥钢桁梁制孔精度控制[J].世界桥梁,2017(1):66-70.
[4] 李彩霞,乔新旺.栓焊钢桁梁桥制孔技术研究[J].钢结构,2015,30(7):84-86.
[5] 张阔.沪通长江大桥主航道桥主桁制造关键技术[J].世界桥梁,2018(1):12-17.