

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2023.06.047

基于方案比选的某近邻地铁道路路基处理研究

施 晶

(上海瑞桥土木工程咨询有限公司,上海市 200433)

摘 要: 随着基础设施建设日益完善,中心城区关键道路建设也越来越多,面临了旧路改造、近邻地铁等复杂环境,这就对路基处理提出了更高、更精细的要求和挑战。以某老城区与地铁共线道路路基处理为例,基于高性价比理念和项目特点,结合项目需求、安全要求和造价的综合分析,给出了推荐方案,可以为类似项目的提供一定的参考与借鉴。

关键词: 方案比选;近邻地铁;路基处理

中图分类号: U412.35

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)06-0176-04

0 引 言

进入新时代以来,城市发展日新月异,由于城市社区建设的密集,基础设施建设不可避免需要面临复杂的环境条件,比如表层杂填土、旧房拆迁、近邻地铁等,这就对道路路基处理提出了更高的要求^[1-3]。

本文就是在上述背景下,以某城区与地铁共线道路为例,探索基于高性价比理念和项目特点理念,多方案比选出性价比佳的推荐方案,可以为类似项目的建设设计提供有实用价值的参考^[4-5]。

1 项目背景

项目全长 2.1 km,道路等级二级公路(城镇段),设计速度 60 km/h,规划道路红线 40 m。表层全线分布有杂填土(Q4ml)①,层厚 3.10~14.20 m,平均层厚 5.54 m,褐灰、褐黄、杂色,松散-稍密,由粘性土混砖渣、混凝土块、建筑渣土等回填,多为路基填土,硬杂质含量约 25%~50%,堆填时间较长,已完成自重固结,顶部约有 50~70 cm 路面结构。

路线沿线主要为商业区、已建居民小区及市政道路,地坪标高在 4.5~5.8 m 之间,地形较为平缓。场地现状地形复杂,沿线主要为既有商业区、居民区及轨道交通 7 号线。该区域于 2014 年施工完毕通车,但由于近年来随着城市建设的不断发展和交通量的增长,现状沥青路面经过长时间的使用后,已出

现纵横向裂缝、路面积水等各种道路病害。尤其临近桥梁的桥接坡处,出现大面积的路拱、沉陷等道路病害。

道路布置为四块板的断面形式,具体道路横断面布置为:4.5 m 人行道+3 m 非机动车道+1 m 机非分隔带+10 m 机动车道+4 m 中央分隔带+8 m 机动车道+2 m 机非分隔带+3.5 m 非机动车道+4.5 m 人行道=40.5 m 现状路幅宽度。断面布置见图 1。

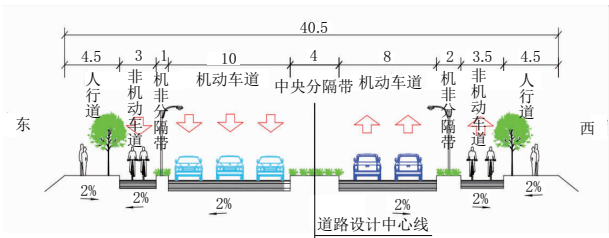


图 1 项目横断面布置示意图(单位:m)

2 设计重难点

根据地质报告评述桥接坡范围内路床土质结构松散-稍密,固结不均匀,高压缩性,低强度,工程性能差,含建筑渣土,承载力基本容许值为 70 kPa,因此建议清除换填或地基加固处理。

设计中重点、难点:

(1)道路下轨交盾构顶覆土深度为 9.1~17 m 左右,地铁已经施工完成,施工需重点关注;

(2)如换填量过大,换填过程中要注意对地铁的抗浮影响;

(3)项目位于已建成城区,道路现状处于正常通车运行状态。而道路的施工势必给沿线道路、沿线居民的生活带来负面影响及重大的交通隐患,同时环境

收稿日期: 2023-01-30

作者简介: 施晶(1987—),女,本科,工程师,从事市政工程设计及管理工作。

影响需重点关注。

3 方案比选

根据目前典型路面结构厚度与车辆荷载影响范围^[6],本项目路基工作区深度为2.3~2.4 m,考虑路面结构厚度76 cm,老路路基已固结多年,老路改造不宜大规模翻挖。因此路基处理深度定为1 m,以下方案均基于1 m范围内路基进行处理。

杂填土具有承载能力不高、压缩性大、孔隙率大、不均匀性等的特点,如不对其进行加固处理或处理质量不好,将导致路基出现稳定性不足、差异沉降大、沉降时间长等问题。针对道路与轨交并行的特点,经初步筛选,对于素土换填、改良杂填土、压密注浆、泡沫轻质土换填等四个方案进行综合比较。

3.1 素土换填

将路基地面下处理范围内的软弱土层部分或全部挖去,然后分层换填强度满足规范要求的素土,并用人工或机械方法压(夯、振)实至要求的密实度,达到路基承载能力要求。

3.1.1 方案简述

轨交区间段(地铁盾构段)路基土为杂填土,路基需换填1~2 m,形成硬壳层,作为道路的路基。基本方案为在换填1~2 m的基底铺筑一层土工格栅;分层回填2.0 m素土、压实,上路床30 cm采用6%水泥土处理,上铺路面结构。

(1)对于填方高度 $0 \leq H \leq 3.0$ m路段,需将现状地面至道路设计标高下3 m的杂填土全部挖除,换填至符合要求的素土,分层压实;素土回填至路床下30 cm,然后采用30 cm的6%水泥土处理。

(2)路基处于挖方路段,换填杂填土深度需至道路设计标高下1~2 m,路槽底约2.3 m素土换填,压实度满足94%,上路床30 cm采用6%的水泥土处理,压实度满足96%。

3.1.2 注意事项

考虑道路位于中心老城区,且全线与轨道交通共线,应重点考虑以下几个问题:

(1)杂填土的外运、素土运回后的回填,对周边及运输沿线的环境将产生较恶劣的影响。运输时间只能控制在夜间,否则会对周边居民生活影响较大,沿线运输的粉尘会对环境影响较大,运输期间需严密做好防护措施。

(2)是否能大面积的换填?对盾构顶的卸荷影响多大?极大地影响到施工工期,由于建设方工期较

紧,对换填的规模控制是关键控制要素之一。通过抗浮计算,可初步认为大面积换填不会对地铁盾构产生明显不利影响,但需取得地铁公司的书面认可。

(3)路基碾压采用的施工机械一般为18 t的机械,路基土铺筑后距盾构覆土一般要大于6 m,根据国内相关经验确定,机械碾压不会对盾构产生不良影响。

3.2 改良杂填土

素土换填方案对路面以下1 m厚的杂填土进行换填,形成硬壳层。其中轨交区间、车站、地铁车站与盾构衔接处共需150 625 m³土。如需全部外运需要大面积的弃土场、对市内交通产生也有压力,对城市环境产生巨大影响。将杂填土换为道路建筑材料,不仅能节省大量的市政建设费用,外购大量好土,也避免了对环境造成了不良影响。

因此提出采用固结剂进行杂填土改良,同时还可掺入部分建筑垃圾(需破碎)。针对固结剂改良杂填土方案由于建筑垃圾使用与否形成以下两个方案:方案1为改良杂填土(不掺建筑垃圾);方案2为改良杂填土(杂填土中掺入不超过50%的建筑垃圾)。

3.2.1 建筑垃圾掺入与否比选

以下针对方案1和方案2进行比选:

(1)工期方面

由于建筑垃圾需联系附近待拆迁的地块,但是拆迁计划工期不可控,利用拆建的建筑垃圾作为固结材料将严重影响进度。因此采用方案2将导致工期大大延长及不可控,而采用方案1由于不受周边地块拆迁进度影响,工期可控。

(2)场地方面

方案1改良杂填土,由于不使用建筑垃圾,仅需要现场半幅开挖,利用另半幅与固结剂拌合后,分层回筑即可。

方案2由于杂填土中掺入建筑垃圾,因此需要现场附近提供一块约30亩大小的场地供堆放、破碎、拌合使用。目前现场不具备提供30亩场地的条件。

(3)费用方面

方案2相比方案1,由于掺入了建筑垃圾,导致掺入多少建筑垃圾相比方案1就要多外运等量的杂填土。

以方案2消纳6万m³建筑垃圾为例,方案2相比方案1需要增加费用:新增外运杂填土方量

60 000 m³,按 90 元/m³ 计算,增加费用约 540 万元;建筑垃圾破碎利用设备进场费约 100~150 万元。

以上粗略估计方案 2 相比方案 1 将增加费用 440 万元以上。

3.2.2 注意事项

(1)对地铁的影响。改良杂填土施工采用路拌法施工,每次施工半幅路,利用另半幅作为拌合场地,处理完后及时回填+分层碾压,故场地受限,只能在红线内施工的外部条件不影响本方案实施。此外,根据经验分析,不会对地铁产生不良影响,但需根据地铁公司的书面要求确定每次施工长度。

(2)对周边环境的影响,噪音、扬尘、振动、大气污染等均较小。

(3)本方案路拌施工所需压路机、路拌机、挖掘机等均为工程常用设备,一般为柴油动力,故现场仅地铁一处 630 kVa 临变不影响本方案实施。

(4)固结剂改良杂填土养生 7 d 以后管道施工反开挖较困难,且开挖后需素混凝土浇筑,增加成本。推荐压实至路床顶后直接开挖(宜 2 d 内,越早越好),开挖后施工管道,之后可采用中粗砂回填至管顶 50 cm 后再回填挖出的改良杂填土即可,之后一起养生。

3.3 压密注浆

(1)方案简述

本方案可以大大减少外运杂填土的量,场地整平后即可开始处理。注浆孔孔径采用 $\phi 50$ mm,采用正方形布孔形式,孔距 1.0 m,施工采用 1 m 深的孔注浆 1 d 后,间隔布设 3 m 深的孔再进行注浆,注浆压力应现场试验确定,参照相关工程经验建议:1 m 深的孔可取 0.9~1.5 MPa;3 m 深的孔可取 1.3~2.0 MPa。

缺点:压密注浆对施工工艺要求较高,不建议大面积选用。

(2)注意事项

考虑到施工工艺较为复杂,造价不低,不建议大面积采用。

压密注浆可直接在杂填土上作业,不需换填的优点;对于道路 K0+435~K0+485 段可采用。该段杂填土厚度较薄约 3.50 m 以内,而下面即淤泥层,距离较近处,应采用压密注浆。注浆孔孔径采用 $\phi 50$ mm,采用正方形布孔形式,孔距 1.0 m,施工采用 1 m 深的孔注浆 1 d 后,间隔布设 3 m 深的孔再进行注浆,注浆压力应现场试验确定,参照相关工程经验建议:

1 m 深的孔可取 0.9~1.5 MPa;3 m 深的孔可取 1.3~2.0 MPa。

3.4 泡沫轻质土换填

(1)方案简述

现浇泡沫轻质土具有轻质性、密度和强度可调节性、高流动性、直立性及施工便捷等特性,以减轻荷重或土压为目的,用于替代填土,可广泛用于软基桥台背填筑、道路扩建、山区陡峭路段填筑、旧路桥头路基换填等公路工程领域,亦可用于地下大跨度结构覆土减荷、空洞及狭小空间充填,具有独特的技术经济优势,是土建领域一种新兴的轻型材料,具有广阔的应用前景。

泡沫轻质土工法对工后沉降的控制较常规工法更有优势,尤其是向原地面以下进行置换填筑时,可显著降低基底应力,有效控制工后沉降。

由于造价高,适用范围更多地在:桥台台背高路堤软基路段、一般软基路段、新近填海路段、施工作业高度受限软基路段、征地困难或拆迁困难软基路段、抢工期软基路段地下管道、线缆无法迁移路段。

本工程若采用,此方案将需要开挖 1 m 厚杂填土并外运,之后换填泡沫轻质土,并需做好防渗、抗浮措施。

(2)注意事项

中国工程建设协会标准《现浇泡沫轻质土技术规程》CECS249 中规定“泡沫轻质土是替代常规填土以降低荷重或土压……”,大面积降低原状土的荷重不利于地铁抗浮,采用泡沫轻质土是否依然存在大量土方换填外运的问题。泡沫轻质土不宜长期浸泡水中,需做好防渗、抗浮,比一般技术措施要求高,并且造价较高;因此不推荐大面积采用本方案。

由于泡沫轻质土容易压实,对于特殊要求的路段,如车站与盾构衔接段,可小面积采用,但需提高重度要求(达到 12 kN/m³)。

3.5 比选小结

经表 1 比较可以看出,素土换填、改良杂填土、压密注浆综合效益较好,泡沫轻质土换填不适用于大面积采用,但泡沫轻质土可用于地铁车站与盾构衔接段等特殊部位,但需提高重度要求。

因此经综合比选,推荐路基处理方案采用改良杂填土(一般路段)+部分泡沫轻质土(桥接坡段)。

经综合比较,推荐综合效益最佳的改良杂填土方案。

推荐方案改良杂填土(一般路段):车行道下路

表 1 项目综合比选表

项目	素土换填	改良杂填土	压密注浆	泡沫轻质土
路基质量	较好	较好	较好	一般
对地铁影响	经验算抗浮满足要求,建议分段开挖	经验算抗浮满足要求,建议分段开挖	无,但应加强对地铁的监测	对地铁抗浮不利
需换填的杂填土方量 /m ³	杂填土外运:81 617	0	0	杂填土外运:10 560
造价 /m ²	约 600 ~ 700 元	约 300 ~ 400 元	约 400 ~ 500 元	约 1 200 ~ 1 500 元
	总价:2 495 万元	总价:1 187 万元	总价:2 021 万元	总价:1 250 万元
工期	较长	较长	较短	较长
施工便利性	施工简单易行	专用机械,施工要求高	专用机械,施工要求高	专用机械,施工要求高
环境影响	杂填土需全部外运,环境影响较大	现场筛分及拌合有一定噪音及扬尘	较好	杂填土需全部外运,环境影响较大
综合效益	一般	好	较好	较好
推荐方案		√		√

基需换填不大于 1.1 m、开挖深度 1.86 m(人行道及绿化带下路基需换填 0.5 m),形成硬壳层,作为道路的路基。基本方案为在换填不大于 1.1 m(人行道及绿化带 0.5 m)的基底铺筑一层土工格栅;分层回填不大于 1.1 m 改良土(人行道及绿化带下分层回填 0.5 m 改良土)、压实,上铺路面结构。具体实施范围:K0+225 ~ K0+542(长 317 m)、K1+044 ~ K1+835(长 791 m)、K2+165 ~ K2+481(长 316 m)。

推荐方案部分泡沫轻质土(桥接坡段):为确保地铁安全,不建议大面积开挖换填泡沫轻质土,因此拟采用针对桥接坡处分段分区处理,暂分为以下九段(具体分区分段待计算分析并通过专项评估后确定):①K0+225 ~ K0+265(长 40 m)、②K0+300 ~ K0+340(长 40 m);③K1+044 ~ K1+084(长 40 m)、④K1+102 ~ K1+142(长 40 m)、⑤K1+360 ~ K1+400(长 40 m)、⑥K1+460 ~ K1+500(长 40 m)、⑦K1+676.5 ~ K1+720(长 43.5 m)、⑧K1+750 ~ K1+790(长 40 m)。

每次半幅开挖后借用离现场一定距离以外(根据分析结果结合经验确定,宜为施工范围以外)的场地就地拌合,之后分层压实回填,暂分四步进行开挖(具体施工顺序待计算分析并通过专项评估后确定):

首先施工①左半幅、③右半幅、⑤左半幅、⑦右半幅、⑨左半幅;

其次施工①右半幅、③左半幅、⑤右半幅、⑦左半幅、⑨右半幅;

之后施工②左半幅、④右半幅、⑥左半幅、⑧右半幅;

最后施工②右半幅、④左半幅、⑥右半幅、⑧左半幅。

4 结 语

一个城市需要有更多的居民便利,有更强烈的基础设施完善需求。本文以上海某老城区近邻地铁道路项目为例,演示了在现状全线表层杂填土分布条件下,基于高性价比理念和项目特点,结合项目需求、安全要求和造价的综合分析,给出了推荐方案,可以为类似项目的提供一定的参考与借鉴。

参考文献:

[1] 徐健.低碳生态型道路建设技术[M].北京:人民交通出版社,2012.
[2] 宋文涛.道路路基杂填土的处理探析[J].交通运输,2018,32(11):69-70.
[3] 高大钊,袁聚云,谢永利.土质学与土力学[M].北京:人民交通出版社,2001.
[4] 陈薛江.换填法地基处理的概念与施工要点[J].四川水泥,2021(4):140-141.
[5] 张昕,易磊.城市道路杂填土路基处理方法研究与应用[J].城市道桥与防洪,2018(11):57-60.
[6] 刘全林,魏焕卫.地基沉降计算中压缩层厚度确定方法的比较[J].岩土工程技术,2001(4):208-211.