

综合管廊工程中软土地基处理的施工技术

陈剑敏

[上海城建市政工程(集团)有限公司, 上海市 200065]

摘要: 依托城市综合管廊实体工程案例, 针对管廊基底软土地基处理问题, 介绍了压气旋喷式水泥搅拌桩加固技术, 并通过对地基沉降量进行计算, 分析了地基处理加固前后的沉降变形规律, 论证了管廊软土地基浅层加固技术能有效地降低工后沉降, 以期对类似工程施工提供参考和借鉴。

关键词: 软土地基; 施工技术; 综合管廊; 沉降

中图分类号: TU472.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)06-0285-03

Construction Technology of Soft Soil Foundation Treatment in Utility Tunnel Project

CHEN Jianmin

[Shanghai Urban Construction Municipal Engineering (Group) Co., Ltd., Shanghai 200065, China]

Abstract: Relying on the solid engineering case of urban utility tunnel, and aiming at the treatment of soft soil foundation of utility tunnel basement, the reinforcement technology of compressed air rotary jet cement mixing pile is introduced. And by calculating and analyzing the settlement deformation law of the foundation before and after treatment and reinforcement, the shallow reinforcement technology of soft soil foundation of utility tunnel can effectively reduce the post-construction settlement in order to provide the reference for the construction of similar projects.

Keywords: soft soil foundation; construction technique; utility tunnel; settlement

0 引言

随着城市化进程的加速, 综合管廊工程建设越来越普遍。综合管廊工程是指将电力、通信、热力、燃气、给水、排水等多种管线集中敷设于地下的一条或多条通道内, 具有节约土地、减少重复开挖、便于管理维护等优点^[1-2]。然而, 综合管廊工程往往穿越城市建成区, 地质条件复杂, 软土地基分布广泛。软土地基具有承载力低、易沉降变形等特点, 如果不进行有效处理, 会导致综合管廊工程出现沉降、开裂等问题, 甚至发生安全事故^[3]。

软土地基处理是综合管廊工程建设中最为重要的一环, 对于保障管廊高质量完成具有重要作用^[4]。管廊位于软土地基上时, 地基不均匀沉降明显, 这将会引起诸如以下问题, 一是对管廊本身来说, 易出现受力不均, 导致结构安全问题; 二是若管廊位于地面道路机动车道下方, 则会导致路面沿管廊方

向出现纵向裂缝、沉陷、龟裂等道路病害, 减少道路使用寿命^[5-6]。因此在实际工程中, 施工人员需要在了解施工图设计成果的基础上, 结合工程中的实际情况, 灵活应用现有的施工工艺, 保证施工作业高质高效, 提升管廊下方软土地基处理的质量, 从而保证工程顺利竣工。因此, 深入研究管廊下方软土地基处理技术, 对于我国市政基础设施建设具有重要意义。

本文依托宁波管廊工程详细介绍了管廊工程软地基处理加固技术, 对一般路段采用水泥搅拌桩进行处理, 对终点顺接现状管廊处20 m范围内采用高压旋喷桩进行地基加固处理。对地基沉降量进行计算, 分析了地基处理加固前后沉降变形规律, 以期对类似工程施工提供借鉴和参考。

1 工程概况

云飞路二期(邵渡路—洪塘中路)工程(邵渡路—广元大道)段和姚江新区综合管廊一期(云飞路)土建工程项目位于宁波市江北区(见图1), 道路等级为城市主干路, 工程包含云飞路综合管廊和云飞路与

收稿日期: 2024-04-09

作者简介: 陈剑敏(1982—), 男, 本科, 工程师, 从事技术管理工作。

邵渡路交叉口范围内的邵渡路综合管廊,其中云飞路管廊西起邵渡路,东至广元大道,全长约2.2 km,设置在云飞路道路北侧的人行道、非机动车道及机非分隔带(生物滞留带)下方。交叉口范围内的邵渡路管廊长度约0.1 km,设置在邵渡路的西侧。工程终点处接广元大道已实施的管廊,终点处要求施工时对已建管廊周边的土体扰动小,以减少对已实施管廊的影响。

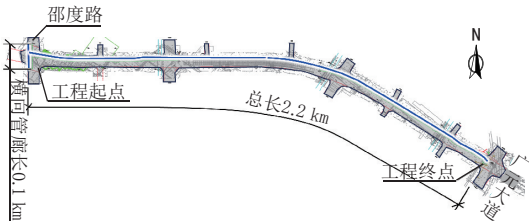


图1 工程平面位置示意图

根据现场踏勘及相关勘察资料,工程位于宁波市江北区前江街道,地貌类型属滨海相淤积平原,地貌类型单一,场地地形平坦开阔。工程场地范围内分布有现状道路、绿化苗木、菜地果园、大量民房、厂房、架空线路及部分地下管线等建筑构筑物。工程范围内广泛分布厚层状软土,以全新世中晚期滨海沉积的灰色淤泥质土为主,该层土具有压缩性高、灵敏度较高、承载力低、沉降时间长等特点,在天然状态下具有一定的结构强度,一旦扰动,强度将会快速降低。拟建场地软土层由①₂层淤泥质黏土、②₁层黏土、②₂层淤泥质粉质黏土、③层淤泥质粉质黏土、④₁层淤泥质粉质黏土、④₂层淤泥质粉质黏土及④₃层淤泥质黏土组成,土层参数见表1。

基底位于②₂层淤泥质粉质黏土。

表1 云飞路现状软土土层参数

层号	岩土名称	含水量 W / %	天然重度 γ / (kN·m ⁻³)	土粒比 重 G	饱和度 S _r / %	孔隙比 e	压缩系数 a _v / MPa ⁻¹	压缩模量 E _s / MPa	固结快剪	
									固快 C / kPa	固快 φ / (°)
① ₁	黏土	39.9	17.8	2.75	94.4	1.161	0.49	4.33	23.2	11.0
① ₂	淤泥质黏土	49.2	16.9	2.74	95.0	1.422	1.08	2.30	13.3	7.6
② ₁	黏土	40.9	17.6	2.74	93.9	1.197	0.66	3.33	17.3	8.6
② ₂	淤泥质粉质黏土	45.0	17.2	2.73	94.6	1.301	0.95	2.49	14.5	8.5
③	淤泥质粉质黏土	36.1	18.3	2.72	95.6	1.029	0.67	3.10	14.4	9.6
④ ₁	淤泥质粉质黏土	43.2	17.4	2.73	94.1	1.255	0.96	2.38	14.9	8.7
④ ₂	淤泥质粉质黏土	35.2	18.4	2.72	95.2	1.008	0.64	3.26	14.7	10.3
④ ₃	淤泥质黏土	44.2	17.4	2.74	94.7	1.281	0.84	2.77	16.9	9.3

2 管廊地基处理总体方案

管廊地基处理采用φ700@600压气旋喷式水泥

搅拌桩对土体进行加固,管廊基底位于②₁层黏土和②₂层淤泥质粉质黏土之间,标准段地基加固示意图如图2所示。

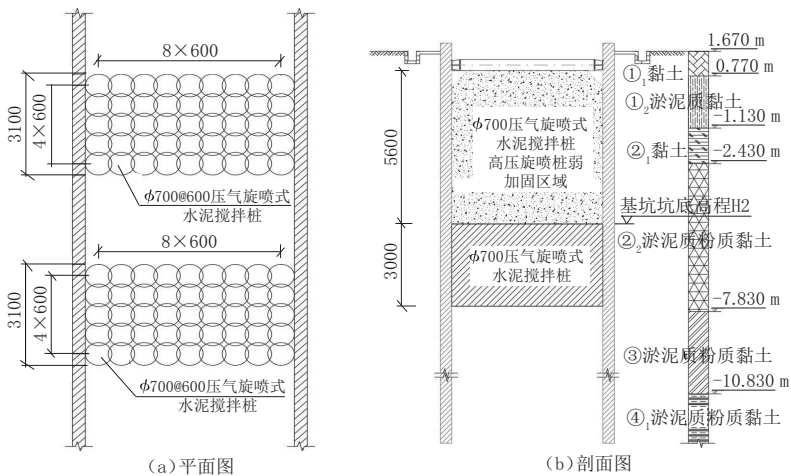


图2 标准段地基处理示意图(单位:mm)

2.1 压气旋喷式水泥搅拌桩施工技术

(1)工艺流程

施工工艺流程如图3所示。

(2)施工参数设计

首先,通过对现场的水泥等原材料进行双向水泥搅拌桩水泥用量的室内试配设计,确定每延米桩

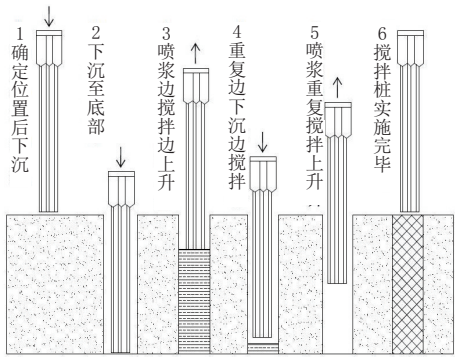


图3 水泥搅拌桩施工过程图

体的水泥用量。水泥搅拌桩采用42.5级普通硅酸盐水泥,作为地基处理使用时,坑底以下水泥掺入比为15%,坑底以上至第一道支撑下方水泥掺入比5%,水灰比为1.0。

然后,通过试桩确定成桩的各项技术参数。要求钻机下沉速度控制在0.5 m/min,转速≥60 转/min,钻机提升速度<1 m/min,浆液压力2.0~4.0 MPa、空气压力为0.6~0.8 MPa。

(3) 施工质量控制要点

一是控制浆液的质量,按设计给定的水灰比,在制浆桶内进行搅拌,不得离析或停置时间过长,超过2 h的浆液不再使用。泵送浆液过程中,供浆必须连续,拌和必须均匀,如果发生断浆现象,必须复打,连接长度必须大于断浆长度不小于1 m。

二是启动浆泵送浆并开启电子计量装置,钻机正转并垂直钻进,钻机下沉速度控制在0.5 m/min,转速不小于60 转/min,钻机提升速度控制在1 m/min以内。当控制双螺旋搅拌头到达设计桩底标高时,钻机反向转动提升,根据电子计量装置显示的喷浆量调节调速电机,这样边喷浆,边搅拌,边提升,边压实。

三是当钻头提升至地面时停止喷浆,关闭浆泵。

3 处理效果评价

3.1 施工质量评价

根据设计要求,桩身28 d龄期立方体无侧限抗压强度不小于1.0 MPa,通过钻芯法对该工程的12根水泥搅拌桩进行了检测,结果表明施工质量良好,实际桩长及桩身混凝土强度均大于设计值,平均桩长为8.83 m,平均芯样单轴抗压强度为1.43 MPa,桩身均匀性良好。

3.2 沉降变形评价

根据勘察资料,采用理正岩土软件6.5版本,对

于软土地基处理与不处理两种情况分别进行沉降计算,具体计算结果如图4所示。

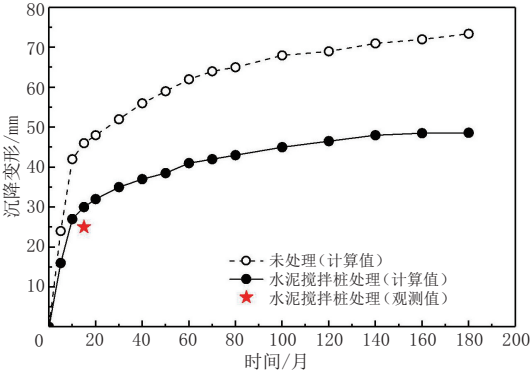


图4 水泥搅拌桩处理与未处理沉降曲线对比图

图4为水泥搅拌桩处理与未处理的沉降曲线对比图。由图可知,软土地基不处理时,计算基准期180个月后的沉降值为73.4 mm。采用水泥搅拌桩进行地基处理后,计算基准期180个月后的沉降值为48.6 mm,沉降减小了33.8%,处理后沉降得到了有效控制。同时,根据实测结果,本工程采用水泥搅拌桩处理15个月后(即竣工后),路面实测沉降值为23 mm,与计算沉降值29.5 mm接近,证明了计算结果的可靠性,并且满足规范沉降不大于30 mm的要求。

鉴于本工程全线广泛分布有软土地基,在考虑施工成本的基础上,对一般路段采用水泥搅拌桩进行处理。实践表明地基处理效果良好,沉降得到有效控制。

4 结 语

本文结合宁波工程实例针对综合管廊工程中软土地基处理的施工技术进行了分析,具体结论如下。

(1)软土地基压缩性较大、承载力较低、变形较大。综合管廊工程对地基的承载力和稳定性要求较高,因此需要对软土地基进行处理。软土地基处理的施工技术应根据工程的具体情况进行选择。

(2)沉降计算结果与实测结果较吻合,计算结果表明采用水泥搅拌桩处理15个月后(即竣工后),沉降变形比不加固降低约35%。

(3)对一般路段采用水泥搅拌桩进行处理,实践表明采用两种地基处理效果良好,沉降得到有效控制。

参考文献:

[1] 高连琳,马晓羊,李广伟,等.城市综合管廊基坑回填土沉降变形分析[J].城市建筑,2024,21(4):230-232.
[2] 李洋洋,季雅莎,喻化龙,等.国内外综合管廊现状和存在问题以及发展趋势分析[J].市政技术,2023,41(10):261-269.

(下转第296页)