

EPC工程模式下市政道路软基处理之探研

王建

湖南省第五工程有限公司 湖南 株洲 412000

摘要: 随着我国基建事业的不断发展及完善,新时代越来越多的工程项目采用EPC工程总承包模式。在这种工程承包模式下,对总承包方项目管理要求极高。本文以长沙经开区东五路(映霞路-人民路)为例,就道路软基处理方案选择进行探研。软基处理方案既要能满足道路使用设计要求,又能使工程造价最低。从而规避总承包方合同风险,达到盈利目的,造就几方共赢局面。

关键词: EPC工程;市政道路;软基处理;工程造价

1 工程简介

东五路(映霞路-人民路)设计施工总承包工程位于长沙县经开区,为南北走向,北起于映霞路,沿线与泉坝路平面交叉,南侧止于人民路,全长约744m,规划红线宽30m,道路等级为城市次干路。经沿线调查与走访附

近居民,道路软基处理段K0+320-K0+440土质中杂填土为近两年长沙地铁6号线盾构弃土,未经常规压实。本段杂填土厚度3.4~7m不等,地下水位线穿过杂填土层,其下伏土层依次为低液限黏土①(本段层厚0-2.6m),低液限黏土②(本段层厚2.3-6m),强风化泥质粉砂岩。

表1 各岩土层岩土参数取值表

岩土名称	天然重度 (KN/m ³)	粘聚力C (KPa)	内摩擦角 φ(°)	压缩模量 (MPa)	容许承载力 【σ】KPa	基底摩擦 系数μ	岩土与锚固体粘结 强度极限标准值 (KPa)	地基土水平抗力 系数的比例系数 (MN/m ⁴)
填土	18.16	13.81	10.17	3.13	/	0.20	20	6
低液限黏土①	20.2	23.18	16.55	6.66	240	0.25	50	15
低液限黏土②	19.7	20.59	15.16	7.07	200	/	50	15
强风化泥质粉砂岩	23	24.0	30	40	300	0.25	300	50

依据野外地质调查、钻探成果,本段人工填土不能直接作为路基持力层的原因主要有两点:

(1) 未固结完成,导致土料抗剪强度低,地基承载力特征值低。

(2) 含水量大,填料孔隙率大,为高压缩性土层。

因此,东五路(映霞路-人民路)新建道路K0+320-K0+440段地基需进行处理方可作为路基持力层。

2 常用软基处理技术在本工程适用性分析

随着我国基建事业快速蓬勃的发展,道路地基处理技术成为我国工程岩土界最活跃的领域之一。目前我国能成熟应用地基处理技术达数十种,软土地基加固处理技术成果众多。市政道路常见软基处理方法有换填垫层法、换填法、预压法、碎石桩、水泥土搅拌桩、多桩型、强夯法、强夯置换法、注浆加固法等处理方法。

下面依据本工程特点、周边地理环境结合以往工程经验及道路设计要求对软基处理方案做比选。

(1) 换填垫层法

适用性分析: 将不良土开挖,换填强度大,压缩性

小的土石料,进而提高地基强度的一种处理方法。一般适用于软弱土层厚度3m以内软基处理,本工程软弱土层厚度达到3.4m--7m不等,超过其适用深度。

结论: 换填垫层法不适用本工程段软基处理。

(2) 换填法

适用性分析: 是将软弱土全部挖除外弃后,采用优质客土回填,分层压实。处理段路堑边坡成型后5m-7m高,换填软弱土施工时,路堑边坡可达14m高。外加用地受限,没有足够施工面进行放坡开挖,换填软弱土施工时无法按安全坡比开挖,甚至局部需要垂直开挖,施工难度大、有重大的安全隐患。且地下水位线穿过杂填土层,换填的优质客土受地下水的影响难以压实到位。路基施工完成后,在长期地下水与毛细水双重作用下,运营期间的路基强度将逐渐下降,对行车安全不利。

结论: 换填法不适用本工程段软基处理。

(3) 预压法

适用性分析: 在外荷载的作用下,将本段人工填土内部的孔隙水排出,致使孔隙水压力逐步消散,土中有

效应力增加，土体体积被压缩，从而抗剪强度提高，可压缩性减小。采用预压法需要较长的施工周期，达不到业主工期要求。

结论：预压法不适用本工程段处理。

(4) 碎石桩法

适用性分析：是一种散体材料桩，能快速提高不良土的密实度，加快排水固结，在施工路基期间完成主要的固结沉降；提高地基土的抗剪强度；与碎石桩一起形成复合地基。

结论：碎石桩法适用本工程段软基处理。

(5) 水泥土搅拌桩

适用性分析：其桩身材料有粘结强度，以水泥作为主要固化剂，通过搅拌机械，将固化剂与地基土强制搅拌形成竖向增强体。能在施工路基期间快速提高路基承载力特征值。

结论：水泥土搅拌桩适用本工程段软基处理。

(6) 多桩型法

适用性分析：结合碎石桩与水泥土搅拌桩的各自特点，加快固结，加快沉降。本工程处理段面积约3700m²，处理范围较小，同时采用两种不同工艺，对项目施工管理较为困难。

结论：多桩型不适用本工程段软基处理。

(7) 强夯法/强夯置换法

适用性分析：强夯法是采用10T~40T的夯锤，从高处自由落下，地基土在强大的冲击力和振动作用下密实，以提高地基承载力，减小最终工后沉降量。强夯置换法是采用重锤夯击排开软弱土，向坑内回填碎石再继续强夯的方法，在地基中形成碎石墩体。由碎石墩体+墩间土+垫层形成复合地基。承载力增强原理与碎石桩类似。

以上两种处理方法受限于周边有居民区，且房屋多为80~90年代建筑。由地基的振动传导的作用力对老旧小区的基础有不利影响，存在安全隐患。

结论：强夯法、强夯置换法不适用本工程段软基处理

(8) 注浆加固处理法

适用性分析：通过注浆管把能凝结固化的浆液注入地层中，浆液以填充、渗透或挤密等方式，赶走土颗粒间的水分和空气并占住其位置。经一定时间后，浆液凝结充塞孔隙，将原本松散的土颗粒联结成一个结构强大、防渗性好的整体。本项目工程处理段深度较深，最深处可达7m，注浆加固质量难以保证，且注浆量巨大，造价高，不经济。

结论：注浆加固处理法不适用本工程段软基处理

3 软基处理方案设计

通过以上地基处理方法对比分析可知，明确了适用于本路基段常规处理方法有碎石桩法和水泥土搅拌桩法。

方案一：碎石桩复合地基设计

(1) 计算参数

1) 现状杂填土天然含水率24.75%，孔隙比 $e = 0.863$ ，压缩模量 $E_s = 3.3\text{MPa}$ ，承载力特征值地勘报告未提供相关数据，按同类型填土的相关工程经验取 $f_{ak} = 110\text{kPa}$ 。

(2) 复合地基桩土应力比 n 取4.0

3) 按照东五路施工完成后的路基强度要求，参照相关规范，处治完成后形成的复合地基承载力特征值 $f_{spk} \geq 135\text{kPa}$ 。

(2) 碎石桩布置设计

拟采用 $\phi 500\text{mm}$ 碎石桩，正三角形布置，桩间距 $S = 1.5\text{m}$ 。

(3) 置换率计算

置换率 $m = 0.0982/0.9743 = 0.101$

(4) 复合地基承载力特征值计算

$f_{spk} = (1+m \times (n-1)) \times f_{ak} = (1+0.101 \times (4-1)) \times 110 = 143.3\text{kPa} > 135\text{kPa}$ ，碎石桩布置满足要求。

方案二：水泥土搅拌桩复合地基设计

(1) 计算参数

1) 现状杂填土天然含水率24.75%，孔隙比 $e = 0.863$ ，压缩模量 $E_s = 3.3\text{MPa}$ ，承载力特征值地勘报告未提供相关数据，按同类型填土的相关工程经验取 $f_{ak} = 110\text{kPa}$ 。

2) 按照东五路施工完成后的路基强度要求，参照相关规范，处治完成后形成的复合地基承载力特征值 $f_{spk} \geq 135\text{kPa}$ 。

3) 桩身强度 F_{cu} 取1.6Mpa（水泥掺量取30%），桩间土承载力发挥系数取0.6，桩端阻力发挥系数取0.4。填土不考虑侧摩阻力，粉质黏土侧摩阻力取75KPa，桩端承载力取200KPa；强风化泥质粉砂岩侧摩阻力取115KPa，桩端承载力取3500KPa。

(2) 水泥土搅拌桩布置设计

1) 拟采用 $\phi 700\text{mm}$ 水泥土搅拌桩，湿法施工，正三角形布置，桩间距 $S = 1.5\text{m}$ 。桩身施工进入粉质黏土层1m。

(2) 桩身承载力特征值：

$R_{a1} = 3.14 \times 0.6 \times (1 \times 75) + 0.4 \times 200 \times 3.14 \times 0.49/4 = 172\text{KPa}$;

$R_{a2} = 0.25 \times 1600 \times 3.14 \times 0.49/4 = 154\text{KPa}$;

两者取小值为154KPa。

(3) 置换率计算

置换率 $m = 0.192/0.974 = 0.197$

(4) 复合地基承载力特征值计算

$$f_{spk} = 1 \times 0.197 \times 154 / 0.384 + 0.6 \times (1 - 0.197) \times 110 = 132 \text{ kPa} < 135 \text{ kPa}$$

基本满足设计的承载力要求。

结论：综合考虑复合地基的承载力提高，下部黏土层的固结以及沉降控制等各方面因素，两方案均能满足路基设计要求。

4 软基处理方案造价分析

EPC模式下工程合同价是固定的，选择的设计方案应充分考虑其经济性，将其对总造价产生不利影响降到最低。

依据方案设计，将两种软基处理方案做工程造价比较，对比其经济性。

表2 碎石桩和水泥搅拌桩工程造价对比表

序号	处理类型	项目名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)	总价(万元)
1	φ500mm 碎石桩	挖30cm厚路基废土外弃15km	m ³	742	55.61	41240	163
		φ500碎石桩	m	10439	158.26	1652086	
		30cm厚级配碎石垫层	m ³	1117	210.23	234743	
		减少外借土运距5km	m ³	-9479	31.43	-297938	
2	φ700mm水 泥搅拌桩	挖30cm厚路基废土外弃15km	m ³	742	55.61	41240	234
		φ700mm水泥搅拌桩	m	11394	206.91	2357601	
		30cm厚级配碎石垫层	m ³	1117	210.23	234743	
		减少外借土运距5km	m ³	-9479	31.43	-297938	

通过以上工程造价分析可知，采用碎石桩处理软基工程造价约163万元，采用水泥土拌合站处理软基工程造价约234万元。两者对比，采用碎石桩软基处理方案能节约71万元。

5 结论及建议

通过多方位的方案比选，本工程段软基处理最终选择了碎石桩复合地基处理方案。其施工后所达到的效果完全满足东五路道路设计要求。

EPC工程项目，工程造价是至关重要的一环，只有保证工程造价的科学精准，才能确保工程项目顺利实施。因此，就EPC工程模式下的市政道路软基处理，应充分考虑其特点，结合地质条件、周边地理环境选择可行性软基处理方法。遵循EPC工程项目合同造价限价原则，软基处理方案应在满足设计要求的前提下，兼并项目管理能力，优先考虑合同造价影响。做到降低了承包方的合同

风险，又为业主节约投资的双方共赢局面。

参考文献

- [1]郭松华,黄涛,刘亮,等.市政道路工程施工中的软基处理技术研究[C]//中冶建筑研究总院有限公司.2021年工业建筑学术交流会论文集(下册).中建科工集团有限公司,2021:3.
- [2]许冬郁.市政道路软基处理技术及应用分析[J].四川水泥,2021,(05):260-261.
- [3]曾小刚.市政道路软基处理方案设计调整研究[J].工程建设与设计,2020,(17):35-37.
- [4]张成卓.市政道路路基设计及软基处理研究[J].中国高新科技,2021,(22):120-121.
- [5]张良.市政道路建设中路基软基处理存在的问题及质量控制措施[J].住宅与房地产,2021,(24):160-161.