

# 浅谈碎石桩在堆载填土区域软基处理中的应用

周廷文

上海城建市政工程(集团)有限公司

**摘要:**在片区基础设施建设过程中,前期勘察和设计往往启动比较早,大多数是整体设计分期建设,项目从设计到正式开工建设的过程较长,地形地貌会因人为倾倒建筑垃圾、淤泥等造成较大的变化,给项目的建设带来了经济和技术上的难题。本文以工程实例说明,原设计填方路段因人工填积达12m,形成堆载填土区域,在建设过程中需对该软基处理进行,经方案比选,最终采用挖除换填加碎石桩形式,处理效果明显,可为类似工程提供参考。

**关键词:**碎石桩;堆载填土;软基处理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.24.036

## 一、工程概况

### (一)项目简述

本项目位于轨道科技城片区内,起于规划次一路,止于迎宾大道,道路起止桩号K3+540~K7+220,全长3680m,城市主干道标准。道路于2014年完成施工图设计,2019年8月启动建设。

根据原测绘院测量成果,道路K4+140~K4+280为废弃鱼塘,属填方段,填土高度为6~8m。2019年8月对现状进行了测量,原地貌发生了严重变化,原填方路段因外来废弃土方堆积,最大深度达12m,已高出设计路面标高4m多。堆载物主要土层为杂填土,夹杂石块和砖渣等建筑垃圾,未完成自重固结,不能作为道路路基,需进行处理。

### (二)场地地质情况

根据钻孔资料揭露地层与工程地质调查成果,本路段区域地质资料主要为:

**杂填土:**红褐色、黄褐色,饱和,人工堆积而成,主要成份主为全风化泥质粉砂岩夹风化岩块、石块和砖渣等建筑垃圾,块径5~20cm,约占15%,堆积年限1~5年,未完成自重固结,土石类别为普通土,土石等级为II级,取芯率90%,顶层0.5m为石块、砖渣等建筑垃圾。

**淤泥:**灰黑色,饱和,流塑状,为黏性土夹植物根系和腐殖质,有臭味,土、石分类为松土,土、石等级为I级。

**淤泥质粉质黏土:**灰黑色,很湿,软塑状,含大量腐殖质,有臭味,土、石分类为松土,土、石等级为I级,取芯率70%。

**全风化泥质粉砂岩⑦(K):**红褐色、全风化为土状,夹小岩块,结构基本破坏,残余结构强度,干钻易钻进,铁镐可挖,土石类别为硬土,土、石等级为III级,取芯率90%。

## 二、软基处理方案

### (一)方案比选

原设计方案:对原地貌进行清表、清淤,达到持力

层后再分层回填、压实。主要工作量为清表10146m<sup>3</sup>,清淤工程量为4102m<sup>3</sup>,弃方运距9公里;片石垫层1652m<sup>3</sup>,回填料配砂砾石661m<sup>3</sup>,分层回填压实土方55236m<sup>3</sup>。

**方案一:**根据测绘单位复测成果,将现场堆积的建筑垃圾、淤泥进行挖除、外弃至原地貌后,按照原设计图进行回填压实。

具体涉及增加工程量为:弃杂填土方79131m<sup>3</sup>,淤泥2180m<sup>3</sup>,运距9公里。回填料土方57087m<sup>3</sup>需外借,运距5公里。其中合同内土石方工程量及清淤换填参照原设计图纸施工。

**方案二:**根据地质情况,将现场堆积的建筑垃圾、淤泥挖运外弃至设计路基标高-0.8m后采用碎石桩进行软基处理,其中排水管道底标高以上部分采用空桩处理。

根据碎石桩软基处理方案,处理面积约5185m<sup>2</sup>。涉及增加工程量为:路基标高-0.8m以上废弃土方外弃28864m<sup>3</sup>(运距9公里);碎石桩24456m(其中空桩1548m);碎石层回填1556m<sup>3</sup>;路基填方5080m<sup>3</sup>,原设计工程量做相应核减。

上述方案在技术上均可行,综合造价和工期方面的因素,对比如下表所示。

表1 方案对比图表

处理方案	施工工期	工程造价	优缺点
方案一:挖除换填	60天	380万元	工期长,受天气、土方外运等外部因素影响大,弃土需要占用土地资源
方案二:碎石桩处理	27天	347万元	工期短、造价低,质量可控

根据以上施工方案对比,本项目最终选择方案二作为该路段软基处理方案。

### (二)方案设计

软基处理范围为K4+140~K4+280,处理范围面积约5185m<sup>2</sup>。

路基范围内的软土路基采用碎石桩加固处理,加固深度为穿过软土层,入持力层0.5m;考虑人行道下方排水管道及其他市政管网管道的开挖,综合经济因素,对排水管道底标高以上部分采用空桩处理。

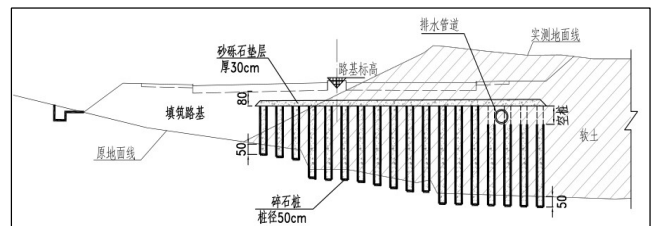


图1 碎石桩软基处理剖面图

碎石桩采用间距1.4m，直径0.5m，正三角形布置，平均桩长8.5m，碎石桩施工完成后，在碎石桩桩顶路基范围内填筑30cm厚级配碎石垫层及50cm精加工层。

### 三、碎石桩施工工艺及控制

#### (一) 施工准备

(1) 熟悉和审查图纸及其设计文件，编制专项施工方案，并做好交底。

(2) 场地平整施工：先挖除现状土至路基标高以下80cm，然后进行场地平整，挖除地表坚硬物体，使振动器能顺利下钻。

(3) 布置场内运输道路、道路两边的排水盲沟、纵向排水沟、料场、准备好照明设施以便夜间施工。

#### (二) 材料及设备配置

碎石桩成桩材料以30~50mm的硬质岩碎石为主，含泥量小于5%，不得采用强风化岩或软质岩石料。

现场主要配置推土机1台、振动沉管桩机(90型)2台、发电机(HC-220)2台、压路机1台。

#### (三) 施工工艺

(1) 碎石桩采用振动沉管法施工

(2) 机具定位：将打桩机就位，合拢合瓣桩尖，将管桩向下垂直，使桩尖对准桩位标记，继续向下垂移桩管使桩尖入土。调整桩机搭架，使沉管与地面基本垂直，一般控制在1%以内。

(3) 试桩：在正式施工前，进行了5根工艺试验桩，以检验机具性能及施工工艺中的各项技术参数。

(4) 沉管达到设计深度后，进行碎石灌注作业，将碎石由加料口注入桩管内，灌入量按桩身理论方案量值与充盈系数计算，经过试桩，充盈系数为1.3。

(5) 桩身拔管：管内灌入碎石高度大于1/3管长，方可开始拔管，现场设专人负责碎石灌入量，以防超灌或少灌。拔管时先振动5~10s后开始拔管，边振边拔，每拔高度0.5~1.0m停振，如此反复直至全管拔出。拔管速度要均匀，平均速度1.2~1.5m/min。

(6) 拔管成桩：振动沉管碎石桩的拔管作业与沉管灌注桩作业相同，其程序为：灌料后原位振动→振动拔管→振动→反插→振动拔管→再次灌料→第二次振动。以此为循环周期直至到设计桩顶标高完成一根桩施工作业。

(7) 桩体施工完毕后，将顶部预留松散的桩体挖除，待桩体检测合格后在回填砂砾石并压实。

### 四、施工检测

为检验碎石桩的施工质量和地基承载力，本项目对堆载区域软基处理的碎石桩成桩密实度和复合地基承载力进行了检测，具体如下：

#### (一) 重型动力触探检测

碎石桩施工质量的检测采用重型圆锥动力触探试验，碎石桩所检31根，检测结果表明碎石桩地基承载力特征值在228kPa~616kPa之间，桩体密实度均为密实，满足规范及设计要求。

#### (二) 复合地基承载力检测

复合地基承载力特征值确定原则：

(1) 当压力-沉降(p-s)曲线上极限荷载能确

定，且其值大于等于对应比例界限的2倍时，可取比例界限；当其值小于对应比例界限的2倍时，取极限荷载的一半。

(2) 当压力-沉降(p-s)曲线为平缓的光滑曲线时，按相对变形值确定复合地基承载力特征值确定，且所取的承载力特征值为最大试验荷载的一半。

本次地基承载力共检测31处，结合复合地基载荷试验压力-沉降(p-s)曲线具备以下特征：31条压力-沉降(p-s)曲线均呈现缓变形，未出现陡降段；比例界限点均不明显；加载至最大加载量的一半时，沉降量未超过15mm，加载至最大加载量时，沉降量未超过90mm；因此承载力特征值可按最大加载量(即300kPa)的一半确定，即承载力特征值为150kPa。

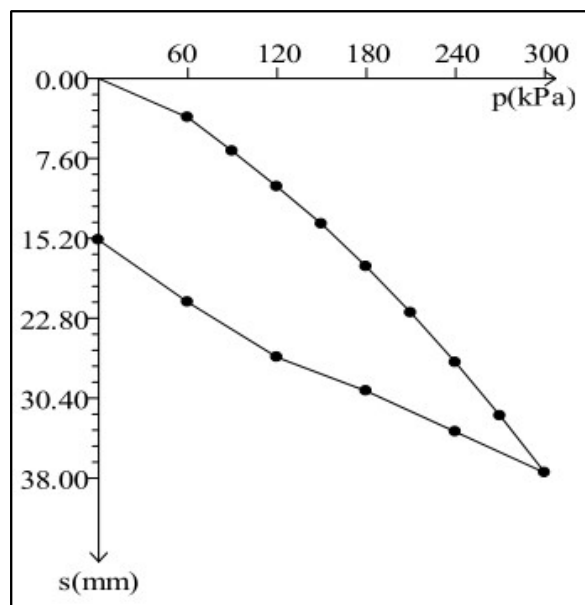


图2 压力-沉降(p-s)曲线图(桩号4-082#)

### 五、结语

通过实践和试验结果表明，对于此类堆载填土区域采用碎石桩形式的软基处理，地基承载力和沉降均满足工程要求，符合设计标准。道路完工至今，未发生路面沉降等质量问题，达到了技术可行、质量可控、造价合理、施工周期短等良好的效果，同时减少外弃土、节约土地资源，具有良好的社会效益，可为今后类似项目提供参考。

#### 参考文献

[1] 杨长顺. 振动沉管碎石桩施工技术[J]. 铁道建筑科技, 2003(1): 48-50.  
 [2] 吴映丰. 浅谈碎石桩法在软弱地基处理中的应用[J]. 山西建筑, 2007(21): 123-124.  
 [3] 陈瑞. 振冲碎石桩法加固软弱地基技术应用研究[J]. 河南科技, 2018(1): 100-102.  
 [4] 袁清虎. 淤泥质地层振动沉管碎石桩施工技术探析[J]. 交通世界, 2017(11): 64-65.