

# 湿陷性黄土地区高速公路挤密桩施工应用

陈晓东

宁夏交通建设股份有限公司 宁夏 银川 750000

**摘要:**我国存在着广袤的黄土地区,其中大部分地域存在湿陷性黄土。湿陷性黄土地基承载力较差,浸水后土体结构会受到破坏并且发生明显变形。通过大量的文献调查以及实践经验总结,采用水泥石挤密桩处理湿陷性黄土地基是目前比较有效且经济的方法。本文结合现场施工经验,通过采用不同夯实机回填组合,记录数据,找到最优成桩方法,能够为类似地区道路工程项目提供一些借鉴与参考。

**关键词:**挤密桩;施工应用;湿陷性黄土

## 1 引言

目前针对湿陷性黄土地基的处理方法非常多,主要包括水泥浆体注入、复合式地基、化学注浆等方法,但这些方法大多没有普适性,运用条件相对来说比较单一。通过大量的文献调查以及实践经验总结,采用水泥石挤密桩处理湿陷性黄土地基是目前比较有效且经济的方法。本文经过结合现场施工经验及施工数据,找到最优成挤密桩成桩方法,能够为类似地区道路工程项目提供一些借鉴与参考。

## 2 施工特点

利用起重机将钢沉管竖直提高到距离地面一定的高度,然后管头对准桩点卸掉约束,采用履带式柴油打桩机使得桩头冲破天然地基进入土体挤压成孔,该过程中桩位原有土体被侧向挤压,土颗粒间的孔隙减小因而密实度得到提高,土的湿陷性降低,承载力得到提高。成孔到设计孔深后拔出沉管,然后利用回填夯实装置将桩体填料(水泥石)回填并且夯成成桩,此时上部荷载由桩体和桩间土共同承担,承载能力进一步提高。

施工时通过不同夯实机的回填组合,现场记录数据,处理后的试验检测数据,确定水泥石挤密桩黄土地基处理施工各项控制指标、水泥、土料的实际用量、夯实后的孔径变化、成孔及回填速度,从而分析水泥石挤密桩黄土地基处理的效果,同时检验现场人员、机械设备的组合、配合情况,确定施工进度,为后续大面积水泥石挤密桩施工提供控制指标及试验检测数据,并指导后续施工。<sup>[1]</sup>

## 3 适用范围

水泥石挤密桩运用范围非常广泛,广泛运用于地下水位以上,天然含水率较高(12%—23%)的湿陷性土质区域。同时相比较于灰土挤密桩而言,对环境的影响较小。

## 4 施工工艺原理

湿陷性黄土的很多特性与一般土相比存在着明显差异。其表观为颜色发黄的细小颗粒,一半含量以上为细颗粒粉土,一般具有较大孔隙与垂直节理。土颗粒间存在着胶凝物质,在自重或外部荷载作用下受水侵蚀,土体结构迅速发生破坏,并产生明显沉降,对工程危害性较大。土层厚度越大,湿陷性可能越严重,由此产生的危害也越大。

挤密桩桩头冲破天然地基进入土体挤压成孔,该过程中桩位原有土体被侧向挤压,土颗粒间的孔隙减小因而密实度得到提高,同时由于地基土体积减小,含水量降低,地层变得更为密实,土体的承载力得到了提高。拔出沉管后,通过向孔内添加水泥石胶凝材料,将原有软土替换为刚度较大、竖向承载能力强的材料,进一步提高了地基的承载能力与弹性模量。同时,水泥石相较于灰土具有更好的粘结性,能够跟桩周土进行有效结合,增强地基的整体性。

## 5 施工工艺流程及操作要点

### 5.1 施工流程

施工准备→清表及场地平整→测量放样→布置桩位→桩机就位(拌合水泥石)→沉管成孔→成孔检测→投料、夯实→桩体检测→整平→碾压→成桩。

### 5.2 施工准备

5.2.1 施工前对原材料进行检测,合格后方可用于工程施工。施工用水泥标号一般采用P·O42.5(缓凝)普通硅酸盐水泥,初凝时间不少于4h,终凝时间不少于6h并不大于10h。水泥进场后储存罐必须采取防雨措施,防止淋雨或受潮。

5.2.2 施工前应对沿线原状土进行各种土工试验,每段分层取原状土检测天然含水率、塑性指数、土的比重、击实标准、湿陷系数等指标。监理见证取样,送中

心试验室进行验证试验。

### 5.3 清表及场地平整

施工前应做好路基两侧排水设施，防止施工现场积水。在水泥土挤密桩处理范围内人工配合机械清除杂草及表土30cm，然后挖至水泥桩设计顶标高，并用平地机整平并洒水碾压。

### 5.4 测量放样与桩位布设

5.4.1 根据设计文件确定路基边桩、路堤坡脚桩、中桩、四分之一断面桩的具体位置（每10m为一个断面，每断面测5点），并在距路线中心一定距离且易于保护的位置处设置路线控制桩。

5.4.2 按照设计图纸要求进行布桩。依据设计图纸，沿路线走向为纵轴、路基横断面方向为横轴，在CAD中按设计详细编号绘制桩位布置图，采用RTK现场放样出水泥土桩点，挤密桩桩径按设计要求布置，一般呈等边三角形布置，布桩误差须小于2cm，桩径不得小于设计值。布桩时可使用白灰做标记，并对桩位按规律编号。水泥土挤密桩施工顺序从四周开始向中心进行，相邻两根桩跳跃间打。

### 5.5 沉管成孔

采用2.5T以上的履带式水泥打桩机反复冲击土层成孔，桩管顶设桩帽，下端作成60°角锥形活动桩尖，施工前在桩架或钢管上标出控制深度标记，以便施工过程中进行钢管深度观测。当桩尖开始入土时，先低锤轻击（或低提重打），待沉入土中1-2m各方面正常后，再用预定的速度、落距锤击沉管至设计深度。夯击沉管时，当桩的倾斜度超过1%，应拔管填孔重打，若出现桩孔斜移，桩靴损坏等情况，应及时回填挤密重打，每次成孔拔管后应及时检查桩尖。<sup>[2]</sup>

水泥土挤密桩施工时应控制拔管速度，在拔管前宜停顿10秒左右。孔深须达到设计孔深；水泥桩施工顺序为先内排后外排，同排内间距1~2孔进行，以免因振动挤压造成相邻孔缩孔或塌孔。成孔后清底夯实、夯平，成孔后进行孔位偏差、垂直度、桩径、桩长检查，合格后进行下道工序施工或用盖板盖住孔口防止杂物落入。



图5-1 沉管成孔

### 5.6 成孔检测

桩孔完成后，立即检查孔位、孔径和桩长，孔位偏

差小于0.25D（D为孔径），孔径、桩长大于设计值，桩孔垂直度偏差小于1%H（H为桩长）。



图5-2 成孔检测

### 5.7 水泥土的拌制与运输

水泥土利用路基挖方段土方作为料源，采用专用的水泥土拌和机集中拌和。拌合楼的计量设备通过有关部门标定合格，且配备计算机系统。土过筛后粒径不大于15mm，各种材料计量准确，配合比符合设计要求，桩孔填料采用9%水泥土，水泥土混合料外观颜色均一，采用运输车覆盖运输。夏季高温季节水泥土混合料要采取覆盖措施，减少水分蒸发。水泥土拌制根据回填要求随拌随用，已拌成水泥土不得超过6小时或隔夜使用，被雨水淋湿、浸泡水泥土严禁使用，按作废处理，下雨期间不进行水泥土拌制。

### 5.8 水泥土回填夯实

根据工程经验，挤密桩单点夯击能应不小于20KN·m，分层填料厚度不大于30cm。根据试验段仪器夹杆锤重量230kg，提锤高度按最小高度0.8m考虑，可以计算出单锤夯击能为： $E = mgh = 230 \times 9.8 \times 0.8 = 1803.2 \text{ N} \cdot \text{m}$ ，所以单点夯击次数为 $20000 \div 1803.2 = 11.09$ 次，综上，挤密桩单点夯实次数应不小于12次，桩孔填料前应先夯击孔底夯实，然后用水泥土在最佳含水量状态下分层回填夯实，每层回填厚度不超过30cm，采用带有自动计数装置的重锤式夯实机分层夯实，距桩顶2m范围内适当增加夯实次数，桩头30cm范围内采用压路机碾压密实。施工完成后测量桩体压实度及桩间土压实度，并对水泥剂量进行滴定试验，以确定最终施工工艺参数。<sup>[3]</sup>



图5-3 装载机上料



图5-4 夯填机回填夯实



图5-5 压实度检测



图5-6 挤密桩成桩效果

### 5.9 整平、碾压

成桩完成后对桩头范围用平地机整平至桩顶标高后,用振动压路机碾压密实。

### 6 效益分析

在6—15m深同等地质条件下,采用挤密桩法,地基加固效果更好。常用的挤密桩分为砂桩、碎石桩、灰土桩、水泥土桩、素土桩。根据《公路预算定额》(2018)及宁公价管[2016]34号“关于各类挤密桩预算补充定额试行的通知”

- (1) 素土桩194.41元/m<sup>3</sup>,最低
- (2) 灰土桩253.9元/m<sup>3</sup>,居中
- (3) 水泥土桩238.79元/m<sup>3</sup>,比灰土桩略低
- (4) 碎石桩最高

地基加固效果以碎石桩最好,灰土桩与水泥土桩加固效果基本相当,素土桩加固效果最弱。因此,根据实际需求,在地基加固效果基本相当的情况下,选择水泥

土桩成本更低,总体效益更好。

### 7 结束语

在当前社会背景下,如何优化施工工艺,引进新材料、新设备,可以保证施工质量,施工进度、安全的需要,起到降本增效的效果。本文在结合现场施工经验的基础上,通过采用不同夯实机回填组合,记录数据,找到最优成桩方法,能够为类似地区道路工程项目提供一些借鉴与参考。

### 参考文献:

- [1] 《基础工程施工手册》编写者 基础工程施工手册 北京 中国计划出版社 2002年
- [2] 吕志强.旋挖钻机在铁路桥梁桩基施工中的应用[J].山西建筑.2013(26)
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部,《湿陷性黄土地区建筑标准》GB50025-2018 [S].北京:中国建筑工业出版社,2018