

## 顶进桥涵基底静力压桩施工技术研究

中铁十五局集团第七工程公司 刘中欣

【摘要】结合工程实例,对在软弱地基条件下顶进桥涵采用静力压桩进行地基处理施工的原理和基本操作方法进行了介绍,并对实施效果进行了分析。

【关键词】顶进桥涵 地基处理 静力压桩

在软弱地基条件下,为了保证框架桥涵基底承载力满足要求,可以在桥涵基底设置钢筋混凝土预制桩,以提高地基承载力,防止因地基不均匀沉降而造成框架桥涵破坏。一般情况下,可以采用打桩机或静力压桩机进行沉桩。当框架桥涵采用顶进法施工时,大型的沉桩设备因受到框架高度的限制而不能使用。在山东省聊(城)夏(津)高速公路下穿邯济铁路顶进框架桥涵施工中,我们采用了自制的压桩架进行静力压桩处理软弱地基,确保了工程质量。

## 1 工程概况

邯(郸)济(南)铁路K153+533聊夏路立交桥,为聊夏路下穿邯济铁路而设的2m~14.82m钢筋混凝土斜框架立交桥,框架外轮廓宽34.72m、高6.9m,长25.83m,采用分节顶进法施工。根据地质勘探,桥下地质情况为:第一层为淤泥质粘土,厚1.5m,基本承载力100kPa;第二层为粉土,厚4m,基本承载力130kPa;第三层为粉砂,厚10m,基本承载力160kPa。因地基承载力达不到设计承载力要求(设计要求地基承载力200kPa),在框架桥涵基底设置钢筋混凝土预制桩加固地基。

预制桩采用0.25m×0.25m×7.5m的钢筋混凝土方桩,按照间距1.22m、排距1.08m布设于框架底板以下0.5m,桩顶与框架底板之间填充中粗砂。

经多方案比选,顶进桥涵基底预制桩加固的施工方案为:在框架桥涵底板上设压桩孔,随着顶进施工的进程,当框架桥涵底板上预设的压桩孔到达设计桩位时,使用框架桥涵内的压桩设备,从压桩孔将钢筋混凝土预制桩分节压到框架底板以下地基中。

## 2 压桩设备

在框架桥涵内进行压桩,由于施工空间的限制,大型的静力压桩机不能使用。压桩设备需满足以下三个要求:第一,要满足压桩阻力的要求;第二,不影响顶进开挖作业;第三,便

于操作,有压力量测装置。根据本工程特点,我们采用液压千斤顶通过自制的压桩架进行静力压桩。

### 2.1 静压力的确定

按照以下公式计算压桩阻力。

$$P=U\sum h_i f_{iv}+R_y F'_2$$

其中U为桩的周长;h为各土层的厚度; $f_{iv}$ 为各土层对桩身侧面单位面积上的极限摩擦力; $F'_2$ 为桩尖投影面积; $R_y$ 为桩尖单位面积的极限阻力;

经计算,压桩阻力为147.5kN。

根据《建筑地基处理技术规范》,静力压桩时的压桩阻力达到1.5倍的承载力标准值,经过一段时间的休止,桩承载力的安全系数可达到2.0以上,则 $P=1.5R$ 。因设计单桩承载力为100kN,压桩阻力为150kN。

根据以上两条规定,确定压桩阻力为150kN。

为确保压桩设备的静压力满足压桩阻力的要求,压桩设备的静压力按压桩阻力的两倍考虑,则压桩设备的静压力为300kN。

### 2.2 压桩设备的布置

压桩设备包括高压油泵、液压千斤顶和静力压桩架,其布置如图1所示。

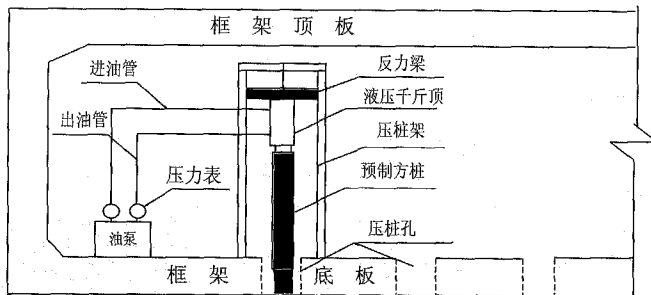
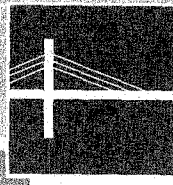


图1 压桩设备布置图

液压千斤顶为施压设备,采用50T~100T的液压千斤顶,通



过电动葫芦吊装在压桩架上。高压油泵为千斤顶的驱动设备,其进、回油管路与千斤顶连通,千斤顶的压力可通过安装在高压油泵上的压力表进行观测。压桩架为反力装置,其上安装反力梁,下面设滚轴使其在框架内可横向移动。

## 2.3 压桩设备的工作原理

压桩设备的工作原理如图2所示。

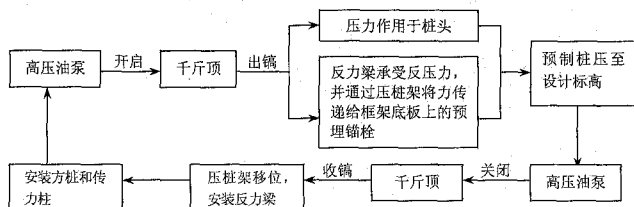


图2 压桩设备的工作原理

## 2.4 静力压桩架

现场制作的压桩架为单桩压桩架,采用钢轨焊接而成,外轮廓宽100cm,长120cm,高432.4cm,由承力系统、提升系统和走行系统三个部分组成。压桩架的结构如图3所示。

其承力系统包括主体框架、反力梁和与框架底板锚栓联结的销钉,主体框架立柱为4根60kg/m钢轨,横向每间隔50cm焊接2道50kg/m钢轨横撑,顶部纵向焊接2道50kg/m钢轨横撑,底部纵向焊接2道60kg/m钢轨支撑,并通过销钉和箱桥底板预埋锚栓连接。采用2根100cm长的60kg/m钢轨作为反力梁,将其设于两侧横撑之间,随压桩进尺上下调整。

压桩架的提升系统包括电动葫芦、滑轮和滑道,通过安装在压桩架的顶部的电动葫芦和焊接在压桩架内侧的滑道,可上下移动千斤顶,保证千斤顶的稳固和移动方便。安装在压桩架上的滑轮用于提升预制桩,便于预制桩安装就位。

压桩架的走行系统包括压桩架底板滚轴和倒链,将倒链安装在底板预埋锚栓和压桩架之间,人工拖动压桩架平移。

## 3 顶进桥涵静压桩施工工艺

### 3.1 顶进桥涵的施工工艺

- (1) 开挖工作坑,修筑顶进后背和滑板,预制箱体。在箱体前端预留一排 $0.3 \times 0.3\text{m}$ 的压桩孔,桩孔中心间距1.22m。
- (2) 分三节预制钢筋混凝土方桩,每节桩长2.5m。下节桩桩头设桩靴,上节桩桩底密布钢筋网片。桩节连接部位预埋钢板。
- (3) 制作压桩架。
- (4) 进行线路架空加固。
- (5) 开挖土方,进行桥涵顶进。
- (6) 量测顶进距离,用全站仪复核箱体位置,压桩孔到达设计桩位后,停止顶进,安装压桩架,进行压桩施工。

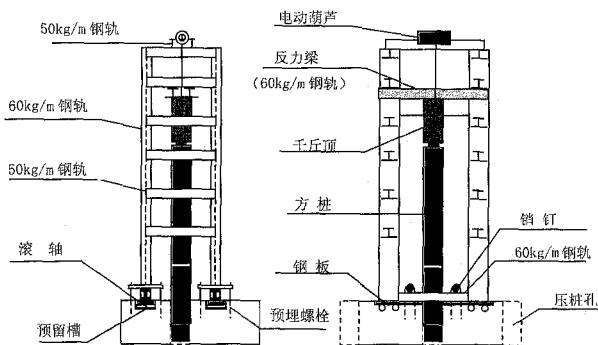


图3 压桩架结构图

(7) 压完一排后,将压桩架移动到靠近中墙一侧,留下足够的空间进行机械挖土作业,桩孔用枕木封盖,防止桩孔被土堵塞。

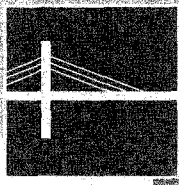
(8) 开挖土方,继续顶进至下一排桩位置,复核桩孔位置符合设计后进行压桩。

(9) 开挖、顶进、压桩循环进行,至顶进到位后,压最后一排桩。

(10) 最后一排桩压桩完成后,将底板压桩孔周围凿毛,用同标号混凝土进行封孔。

### 3.2 静压桩的施工工艺

- (1) 压桩架对位,在其底脚钢轨与框架底板预埋锚栓间穿入销钉。
- (2) 采用专用小车运桩、滑轮起吊喂桩,将下节桩放入压桩孔内,保持桩身垂直。
- (3) 将千斤顶下落到桩顶,在千斤顶和压桩架横撑间安装反力梁。
- (4) 开启高压油泵,千斤顶出镐,在静力作用下使桩位下移。千斤顶满镐后,关闭油泵,千斤顶回油、收镐,调整千斤顶和反力梁的位置,继续压桩。分三至四镐将下节桩压到底板以上0.3m位置,提升千斤顶,安放中节桩,并进行接桩。
- (5) 接桩采用焊接方式,用角钢将桩间预埋钢板焊接,联结成整体。
- (6) 继续将中节桩压至底板以上0.3m位置,提升千斤顶,安放上节桩,并进行接桩。
- (7) 将上节桩压至框架底板水平位置,安装传力柱,继续压上节桩至框架底板以下0.5m。
- (8) 提升千斤顶,取出传力柱,在桩孔内填砂,并将砂压实。
- (9) 取出销钉,压桩架移位至下一个桩孔对位,进行下一根桩压桩。
- (10) 压桩时,由技术人员观测每一镐的下压深度、千斤顶压力和压桩时间,并认真做好记录。



#### 4 质量控制措施

##### 4.1 顶进质量的控制

在软弱地基条件下进行桥涵顶进作业,最容易出现的情况是桥涵下沉。保证框架桥顶进质量的措施主要有以下几个方面:

- (1) 对工作坑进行换填处理,确保箱体预制时地基稳固。
- (2) 顶进滑板采用钢筋混凝土结构,并设置较长的船头坡。
- (3) 顶进施工过程中进行井点降水,将地下水位控制在框架底板1.5m以下。

(4) 箱体设顶刃脚和侧刃脚,增加抬头力矩。

(5) 桩顶压砂一定要压实,保证箱体重心在顶进过程中始终位于已加固处理的地基上。

(6) 顶进过程中及时观测箱体前后标高,一旦出现“扎头”现象,立即采用适当的措施进行调整,防止“扎头”趋势更加严重。处理的方法可以采用换填三七灰土、枕木、快硬混凝土等。

##### 4.2 桩位的控制

因为压桩孔设置于框架底板上,桩孔间距与设计桩距相同,施工中控制箱体中线与设计相同,就保证了桩的横向间距正确。桩的纵向位置的控制通过在顶进过程中量测顶进距离,复核压桩孔位置与设计桩位相一致来实现。具体的方法是在预制箱体位置左、中、右各设置一个观测点,在顶进过程中及时量测顶程。当箱体发生偏斜时,通过控制侧墙开挖宽度及时进行纠偏。

##### 4.3 压桩质量的控制

静力压桩是一种安全可靠的施工方法,控制压桩质量的关键在于控制桩的垂直度和接桩的质量。预制桩在压桩架安放就位时,应保持桩身垂直,并用钢管进行固定,从而保证压桩的垂直度。接桩时要认真检查焊缝的长度和饱满度,从而保证桩的联结质量。

#### 5 结论

经过近一个月的施工,聊夏路立交桥顶进距离21.04m,压桩14排,计308根,其框架中线、标高均在规范允许偏差范围内。抽样试验表明,单桩承载力满足设计要求,静力压桩施工方法得到了建设单位和设计单位的肯定,该施工方法可为类似工程提供技术参考。■

## 高速公路沥青路面



**【摘要】** 本研究以河北省已建成的高速公路为工程依托,提出适合高速公路的路面使用性能评价标准,并根据河北省高速公路的实际情况,确定高速公路沥青路面标准养护处治对策等。根据评价标准和养护对策集,建立了高速公路沥青路面养护对策选择表和养护决策树模型。

**【关键词】** 沥青路面 养护对策 决策树

#### 1 概述

路面养护管理系统是集系统工程、工程经济、预测理论、公路养护及计算机辅助为一体的决策系统,它包括项目级和网级两个层次,不同的层次对决策有不同的要求。对于网级路面管理系统,决策就是在给定限制条件下,进行资金分配方案的分析,选择最经济有效的方案,合理地分配和使用有限的资金资源,最大限度地满足系统的要求。对于项目级管理系统,决策是在当前年度计划内,利用网级系统运行结果,对养护项目进一步的详细分析,最终选定年度内的工程项目。当前全国各省高速公路正处于基础建设期,高速公路网还没有完全形成,路况资料相对一般等级公路较少,也没有相应的网级管理系统。因此一般通过路面使用性能的评价指标决