

济青公路(惠民段)桥梁桩钻孔施工简介

中国航空工业勘察设计研究院 王德元 朱志远

【提要】 本文以济青公路惠民段的大口径桥梁钻孔灌注桩成孔施工为例,介绍了喷射或反循环钻进和冲抓钻进的成功经验。

【Abstract】 The successful experience of the ejecting reverse-circulation drilling and percussion and grabbing drilling is introduced based on the case of the construction of the bridge drilled cast-in-place pile with large diameter in the Huiming area of the highway from Jinan to Qingdao in this paper.

1991年我院承接了济青公路(惠民段)桥梁钻孔灌注桩的施工任务。共计7座桥、240根桩,桩径1.2m,平均桩长24.6m,最长34m,钻孔总进尺5905m,混凝土浇注量约8500m³,这是我院承接的一项较大工程。

由于该工程是国家重点项目,施工质量要求严格、工期紧、而且地层复杂(见表

1),特别是占钻孔灌注桩施工量近1/3的岱溪河桥区,工程难度大。因此施工前作了充分的技术准备工作,施工过程中,根据地层变化情况,及时采取了有效技术措施,较好地完成了这项任务。现将钻孔施工简介如下:

一、地层情况

表 1

序号	桥名	地质时代	底板埋深(m)	厚度(m)	岩性简 述	地下静水位(m)
1	钟家庄	Q	30.00	30.00	粉质粘土	3.00(12月份)
2	马四千	Q	32.00	32.00	粉质粘土、粘土	8.00(3月份)
3	济山铺	Q	5.00	5.00	淤泥质粉质粘土,灰黑色,稳定性差,系湖相沉积。	1.00 (9月份)
			13.00	8.00	粉质粘土	
			29.70	16.70	粘土,硬塑状态,含少量碎石,大者直径超过30mm。	
4	白大沟	Q	3.00	3.00	表层粉质粘土	8.50 (5月份)
			9.70	6.70	粉质粘土,淤泥质,灰色。	
			15.20	5.50	粉土,主要含水层。	
			29.40	14.20	粉质粘土、粘土夹砂卵石,22m以后,砂卵石含量增多,超过60%,含漂石。	
5	岱溪河大桥	Q	1.60	1.60	回填粉质粘土夹砂卵石。	1.50 (雨季) 2.40 (旱季)
			4.00	2.40	砂砾石层,系河床冲积卵砾石,漂石,粒径20mm,占61.5%,中间粒径 $d_{50}=26\text{mm}$,接近一级阶地边缘	
			6.00	2.00	残存河床,原级配砂卵石,20mm粒径占44.5%,中间粒径 $d_{50}=17\text{mm}$ 。	
			9.30	3.30	粉质粘土夹粗砂卵砾石层,4.8m以上,卵砾石含量较高,以下稍低,占10%~30%,粒径2~4cm,有的粒径大于13cm。	
			10.40	1.10	淤泥质粉质粘土及含少量砾石的粉细砂。	
			20.00	9.60	粗砂卵砾石层,粒径一般为2~6mm。	
			23.80	3.80	粘土,黄色。 漂石层,直径大者超过30cm,最大达50cm,系山前冲积破碎石,浑圆度差,含量超过70%~80%,砂卵石充填。	

续表

序号	桥名	地质时代	底板埋深(m)	厚度(m)	岩 性 简 述	地下静水位(m)
6	黄山立交桥	Q	8.50	8.50	粉质粘土, 3—5m粉质粘土呈灰色, 硬塑状态, 韧性大。	24.0
			25.00	16.50	粉质粘土, 粉土, 砂卵石混合层, 60%~70%为砂卵石层, 漂石直径个别达30cm, 11m左右有约1m砂层。	(4月份)
			29.00	4.00	粘土, 黄色, 基本不含砂。	
7	潜龙河	Q	7.00	7.00	粉质粘土, 硬塑状态, 坚硬, 遇水易软化。	23.50
			20.00	13.00	粉土, 13m以下含有少量礞结石, 地层出现倾斜, 软硬不均, 而造成孔斜。	(11月份)
			27.50	7.50	粉土及粘土, 呈土黄色, 稳定性差, 遇水易坍塌; 20—22m为粉土; 23.50m以下为主要含水层。	

二、成孔主要机具

成 孔 主 要 机 具

序号	名 称	规 格 型 号	数 量	主 要 性 能 参 数	备 注
1	钻 机	GPS-15	1台	大钩负荷18t, 塔高8m, 转盘通孔 ϕ 650, 动力37kW电机。	
2	钻 机	GJC-40H	1台	大钩负荷18t, 塔高11m, 转盘通孔 ϕ 600, 动力99.3kW柴油机。	汽车动力
3	冲抓锥	8JZ115	3台	单绳提升力3t, 动力22kW电机, 锥头直径1.15m, 成孔直径1.20m。	
4	砂石泵组		1台	离心泵排量108m ³ /h, 砂石泵排量180m ³ /h, 动力37kW机。	
5	射流泵	6 SPS	3台	正循环最大排量180m ³ /h, 最大泵压0.6MPa。反循环最大排量225—100m ³ /h, 真空度9.5m水柱, 动力40kW。	
6	钻 杆	ϕ 168	80m	内径150mm。	短钻杆: 2m 长钻杆: 3m
7	钻 头	ϕ 1.155m	4个	四翼耙齿刮刀钻头, 加配重块500kg	配套钻具总重量 25—30kN

三、桩孔施工

根据地层和地下水位情况, 采用冲抓锥施工干孔桩、含卵漂石地层和较浅(20m左右)的桥台桩; 采用喷射反循环回转钻进施工地下水位埋深较浅的砂卵石地层、粉质粘土和粘土地层的桥墩桩。

(一) 喷射反循环钻进。是目前较先进的成孔方法, 效率比正循环高的多。在黄山桥施工中取得良好效果, 砂卵石地层进尺很快, 粘土层钻进切削下来的土, 似羊肉片状, 轮廓很清晰, 不经重复破碎即返出地表, 并且清孔彻底干净。

正、反循环钻进效率对比:

地 层	砂、砂卵石层		粉质粘土、粉土		粘 土	
	正循环	反循环	正	反	正	反
钻进方法						
平均进尺(m/h)	4	6	3	5~6	1.5~2	2.5~3
最高进尺(m/h)	5~6	8~9	4	7~8	2.5~3	4

在本工程采用喷射反循环钻进时, 我们实施了以下主要技术措施并获得成功。

1. 尽量降低射流泵的安装高度, 泵轴中心水平面不得高于泥浆池液面50cm。
2. 使用正循环开孔, 待孔内满足2m水

头高度,即用反循环钻进。

3.钻进不同地层,采用的钻进参数如下:

地 层	粘 土	粉质粘土、粉土	砂、砂卵石
钻压(kN)	大于20	10~20	10~15
转速	高转速控制进尺	中转速控制进尺	低转速控制进尺
泵量(m ³ /h)	180~225	180~225	180~225

(1)开孔钻进,一般为杂填土或粉质粘土层,采用小泵量、正循环慢转速,将孔开正。

(2)钻进粘土、粉质粘土层,随孔加深,钻压逐渐加大,钻速逐渐提高,这类地层,采用大泵量,自由进尺。

(3)钻进砂、砂砾石及粉质粘土层,要减压,同时采用高粘度、大密度、小失水量泥浆,要注意防止塌孔,适当控制进尺,防止堵钻卡钻。

(4)钻进卵漂石层,要减压,慢转速,控制进尺、防止扭断钻具。

4.钻进过程中,要随时注意泵量、泵压和真空度的变化,其变化关系如下:

	泵压(MPa)	真空度(MPa)	泵量变化	故障原因
参 数 变 化 关 系	0.4~0.45	0.05~0.08	满管、冲劲大	正常
	0.4~0.45	逐渐增大至0.095不变	下降呈波动状至不出水	钻杆堵塞
	0.4~0.45	突然变0	水量下降无钻渣排出	喉管受堵
	小于0.4	小于0.04	半管或无水	吸水管漏气
	0.4~0.45	小于0.04	水量下降呈波动状	管路漏气或钻头受堵

(1)发现泵排量下降,并呈波动状时,要放慢进尺,或停止进尺,待正常后,方可正式钻进。但随孔深增加,泵排量会逐渐减少一些,属正常现象。一般15m以内,泵真空度在0.04~0.06MPa之间,排渣效果还不太明显,孔深20~30m,真空度在0.05

~0.08MPa之间,泵排渣量大,上返最大卵石直径达12cm并有15cm×10cm×12cm的长条状卵石排出。

(2)发生堵卡后,要立即停止进尺,并稍提钻具,改变为正循环,将闸阀逐渐关闭,但注意不要憋泵,用正循环冲开堵塞;如正循环冲不开,可再转反循环,反复几次,松动管内堵卡物;如还不能解卡,可卸下主动钻杆,放入投堵器于钻杆内,上下串动,至投通;严重堵塞时,只能提钻排除。

5.提钻前,先将钻头提离孔底20~30cm,继续返浆,待孔底及管路无钻渣时,再提升钻具;下钻时,钻头应距孔底20~30cm,先用正循环将钻杆内空气排净,管路畅通,充满浆后,再启动反循环,且慢转放至孔底,防止堵塞吸渣口。

6.钻进过程中,由正循环变反循环时,要注意孔底沉渣多少,尤其砂卵石层,沉渣多时,要将钻头提离孔底,开泵缓慢下放。

(二)冲抓锥钻进。

对于干孔和复杂的卵漂石地层,使用此技术方法取得良好效果。

因为冲抓锥设备简单,便于操作和维修,占用场地面积小,干孔施工,场地整洁,水下施工时能有效地钻进卵石漂石地层,是一种大口径钻进的好方法之一。

在本工程采用冲抓锥钻进时,我们实施了以下主要技术措施,并获得成功。

1.孔口处理:在孔口必须设置护筒或做砼护壁,钢制护筒壁厚8~10mm为宜,护筒应坐入稳定地层,外围填粘土捣实,防止护筒内外串水,造成孔口坍塌。砼护壁厚不得小于10cm。上下两节护壁重合度不小于10cm。无论护筒还是护壁最小内径应大于孔径10cm,与孔位轴心线偏移不得大于3cm。

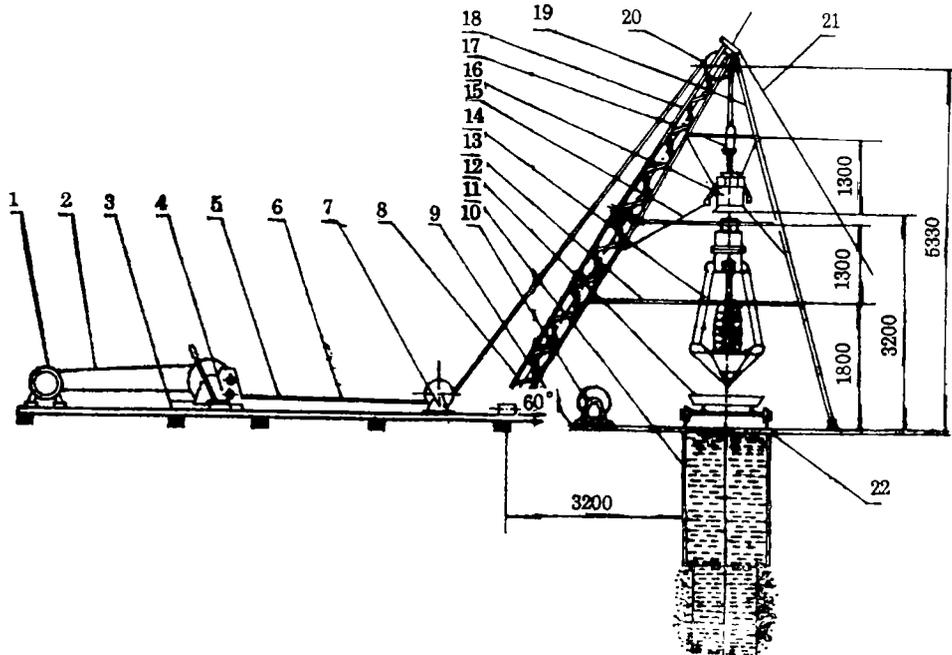
2.确保开孔的垂直度,钻进时,冲击高度不宜过大,以2~3m为宜,干孔中,可适当提高冲击高度,一般3~4m。

3.操作冲抓锥时，下锥要慢、要稳，不可猛放，更不可在猛放中突然刹车，以避免机具人身事故。要使锥头正常工作，严禁锥头晃动，应在锥头距孔底2~3m处稳定一下，再行冲击。

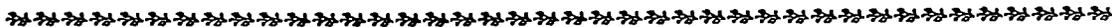
4.采用自动挂卸锥头装置，挂卸锥头必

须平稳，操作幅度要小，不可将锥头提得过高，更不应猛放。

5.水下施工地层不稳定时，必须保持孔内液面在护筒内，且高于地下水位2m以上。使用高粘度（25~30s）、大密度 $12\sim 13\text{kN/m}^3$ ，低失水量（小于15ml）泥浆。



冲抓锥钻机主要结构示意图



（上接第30页）

较为可靠。黄土状粉质粘土③层标贯试验锤击数平均值 $\mu = 6.2$ ，标准差 $\sigma = 1.58$ ，统计个数 $n = 52$ ，按规范（公式1）修正后查表得 $f_s = 117.0\text{kPa}$ ，比探井土指标确定的 157.1kPa 小 40.1kPa ，反映出其承载力标准值明显偏于保守。按公式2修正后查表得 $f_s = 157.2\text{kPa}$ 与探井土指标确定的承载力值接近。究其原因：认为用公式1对标贯击数进行修正取值概率偏高（95%以上），使锤击数折减过多。使用公式2修正较为合理，其取值概率为60%。笔者认为：由于地基土层属非均质体及试验手段的误差，对一般工

程来讲，使用95%以上的概率取值偏于保守。这样既不利于合理使用地基土层，也不能充分挖掘地基潜力。

3. 结语

在黄土状土地区使用规范中规定的标贯击数修正公式确定地基土层承载力标准值时，其结果与探井取土土工试验指标确定值相比明显偏低，而用公式2修正则较为接近实际。笔者建议对一般工程宜采用不小于60%的概率取值对其标贯成果进行修正。因文中仅引用了黄土状土地区某一工程实例，是否具有普遍意义有待于进一步检验。

参考文献（略）