

钻孔灌注桩在卵石层中的应用

Application of Bored Pile to Conditions of Cobble Stratum

□ 申海亮

(首钢矿业公司 河北迁安 064404)

【摘要】以首钢搬迁项目配套的水源工程跨滦河管线桥桩基施工为例,介绍钻孔灌注桩在卵石层中的施工工艺、方法。实践证明:在卵石地层中,采用冲击成孔、保证泥浆密度,控制混凝土的技术参数和浇筑方法,完全可以避免塌孔、夹渣、缩颈、断桩现象,保证成桩质量。

【关键词】卵石地层 钻孔灌注桩 成孔 泥浆护壁 钢筋笼 混凝土浇筑

【中图分类号】TU753.3

【文献标识码】B

【文章编号】1004-1001(2007)11-0844-03

0 前言

为满足首钢搬迁项目配套的二期水源管线跨滦河需要,在迁安境内的滦河上新建两座管道桥,管桥主体为多跨简支钢拱架结构,1#桥总长559 m,单孔跨度40 m,2#桥总长108 m,单孔跨度36 m。基础采用钻孔灌注桩,1#桥桩径为1.5 m,2#桥桩径1.2 m,桩长均为20 m,桩端进入第⑤层卵石层,单桩竖向承载力特征值为3 000 KN。迁钢配套二期水源工程要求2006年5月10日实现通航,施工工期只有60 d,因此能否实现按期通航,管桥的桩基施工成为整个项目的关键环节,本文结合施工场地的地质条件,重点对钻孔灌注桩在卵石地层的施工工艺进行探讨。

1 工程地质特征及水文特征

地质特征:两座桥基础位于河北迁安境内跨越滦河主河道,场地地貌单元属于河床和河漫滩,根据北京爱地地质勘察基础工程公司提供的地质勘察资料,第四纪地层厚度大于等于50 m。按照沉积年代、成因类型可分为人工堆积层、第四纪沉积层两大类,按照地层岩性及工程特性进一步划分为5个大层,从上向下依次为:①人工堆积层,以粉细砂为主,含少量圆砾,厚度0.3~2.4 m;②第四纪沉积圆砾层,圆砾含量60%左右,粒径2~20 mm,含有10%的卵石,粒径30~50 mm,最大100 mm,该层厚度0.9~6.2 m;③中粗砂层,含少量砾石,厚度0.5~2.2 m;④卵石层,卵石含量50%~60%,粒径20~60 mm,最大100 mm,偶见漂石,层厚1.9~7.2 m;⑤卵石层,卵石含量60%左右,粒径20~60 mm,最大

100 mm,该层未穿透。

水文特征:场地勘察范围内有1层地下水,类型为潜水,水位埋深0.3~5.4 m,含水层为砂层、卵石和圆砾层,连续分布。

2 工程难点

根据地质资料可知,钻孔灌注桩要穿过砂层、卵石层,④、⑤层卵石含量达60%,粒径达到100 mm。钻孔过程中极易出现塌孔、漏浆、流砂、卡钻等现象。

3 冲击钻进成孔工艺及方法

3.1 钻机的选择

采用冲击钻机成孔的特点:设备构造简单,操作方便,所成孔壁较坚实、稳定、塌孔少,不受施工场地限制。冲击成孔适用于黄土、粘土或粉质粘土,特别适用于有孤石的卵石层、漂石层、坚硬土层、岩石层,对砂层亦可克服。

该工程桩径分别为1.5 m、1.2 m,属于大直径桩基范畴,而且全部贯穿卵、砾石层,通过分析勘察资料提供的地质情况及钻机的性能特点,我们采用了冲击钻机钻进+泥浆护壁成孔的施工工艺(本工程选用了WKS-30型钻机,空心钻锤直径分别为1.5 m、1.2 m)。

冲击成孔灌注桩工艺流程:场地平整—桩位放线、开挖浆池、浆沟—护桶埋设—钻机就位、孔位校正—冲击造孔、泥浆循环、清除废浆废渣—清孔换浆—终孔验收—下钢筋笼和导管—灌注水下混凝土—成桩养护。

3.2 埋设护筒

成桩位置经检测无误后,先在孔口设6~8 mm圆形钢板护筒,主要作用是保护孔口、定位导向、围护泥浆面、防止塌方。护筒内径比钻头直径大200 mm,深度为2 m~2.5 m,

【作者简介】申海亮(1980-),男,本科,助工。联系地址:河北省迁安市首钢矿业公司技术改造工程处(064404)。

【收稿日期】2007-10-24

如果上部松土层较厚,护筒应穿过松土层,且上部高出地面 0.3~0.5 m,护筒中心位置与桩心偏差要小于 20 mm;护筒埋设时应保持垂直度,同时测出护筒顶标高,作为控制桩深度的依据。

3.3 泥浆配制

泥浆的作用机理:由于泥浆具有一定的密度,当钻孔内泥浆液面高于地下水位一定高度,泥浆就会对孔壁产生一定的静水压力,该压力可以抵抗作用在孔内壁上的侧向土压力和地下水压力,并在孔壁上形成一层透水性很低的泥皮,使泥浆的静水压力有效的作用在孔壁上,防止孔壁的坍塌和剥离,并防止地下水的渗入(图 1)。

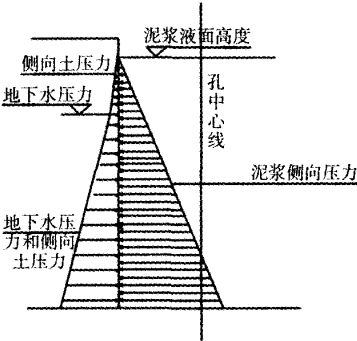


图 1 泥浆护壁原理图

本工程泥浆用粘土制成,在开钻前向护筒内加入一定数量的粘土和清水(加入少量膨润土或碱面,保持泥浆的碱性,防止泥浆被分解),先用小冲程(1 m 左右)、高频率(10~15 次/min)的冲击方式进行钻进,将粘土和水造成泥浆进行护壁。根据卵石层地质情况,泥浆密度控制在 1.3~1.5 之间,泥浆的作用既可以防止孔壁坍塌,还可以悬浮钻渣,在成孔钻进中每 2 h 左右测一次泥浆密度(泥浆的性能指标见表 1)。

表 1 泥浆的性能指标

钻孔方法	地层	相对密度 g/cm ³	粘度 Pa·S	静切力 Pa	含砂率 %	胶体率 %	失水率 ml/30min	酸碱度 PH
冲击	卵石	1.3~1.5	19~28	3~5	<8~4	>95	<15	8~10

3.4 冲击钻进

(1) 冲击钻孔是利用冲击钻锤向下反复冲击,将钻孔中的土土劈裂、破碎或挤入孔壁中,或被泥浆悬浮,使钻锤能经常冲击到新的土层,通过此循环而成孔。

(2) 开钻前,检查钻机平台的稳定性和平整度。刚开始钻进时,采用低锤密击(小冲程),锤高 0.4~0.6 m,并及时向孔内投放粘土,使孔壁挤压密实。当钻头达到护筒以下 3~4 m 时,方可加大钻进速度和落距,此时可将钻锤提高到 0.8~1.0 m,冲击频率为 40~45 次/min。如果遇到坚硬大漂石,应先投入粘土块和碎石,将表面填平后冲击钻进,宜采用中、大冲程,但是最大冲程不宜超过 2.0 m。

(3) 冲孔时随时测定和控制泥浆密度,并在每钻进 1~

2 m 排渣一次,以免残渣太多出现埋钻现象。本工程采用排渣筒法进行清渣,在清渣过程中,及时向钻孔内补水,保证孔内水位的稳定;在清渣完成后,向孔内补充适量粘土进行造浆,保证泥浆密度处于 1.3~1.5 之间,防止泥浆密度过小造成孔壁坍塌。

3.5 清孔

(1) 当孔深达到设计标高,对孔深和孔径检查合格后,即可准备清孔。清孔的目的主要是减少孔底沉渣厚度,使孔底标高符合设计要求。清孔采用排渣筒反复掏渣,孔底淤泥和沉渣清除干净,端承桩孔底沉渣厚度根据规范要求不大于 100 mm。清孔应抓紧时间进行,如果时间过长,泥浆沉淀会使清渣困难,而且还会出现塌孔的可能,清孔后应在最短的时间内浇筑混凝土。

(2) 在清孔后、放置钢筋笼前,应再次对钻孔进行检查,除检查孔内泥浆指标和孔底沉渣外,还应该用孔规对钻孔进行检查,其方法是采用 $\phi 16$ mm 或 $\phi 18$ mm 钢筋焊成直径 1.2 m、长 5 m 左右的钢筋笼,垂直放入孔中,检查产生斜孔、弯孔、和缩颈现象,同时用测绳测量孔深度。

4 钢筋笼的制作、吊装

4.1 钢筋笼的制作

(1) 钢筋笼的设计长度为 20 m,为便于起吊,分两段制作成型和吊放(每段 10 m)。当第一节放入孔中后,第二节在其上侧现场焊接完成,在同一截面内钢筋接头不能超过钢筋总量的 50%,接头间距不大于 600 mm。

(2) 钢筋笼骨架还要设置导向钢筋,主要起到定位钢筋笼和控制混凝土保护层的作用。导向钢筋采用 $\phi 20$ mm 钢筋焊接在钢筋笼纵向主筋上,每隔 3~4 m 沿圆周均匀设置 4 根(具体形状见图 2)。

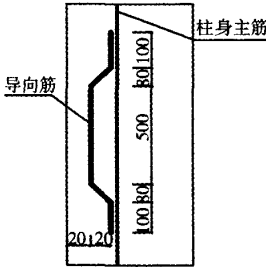


图 2 导向筋示意图

4.2 钢筋笼的吊装

(1) 钢筋笼采用一台 8 t 汽车吊吊装就位,首先将第一节钢筋笼(10 m)放入孔中并用钢管将其端部固定在孔口,再吊上第二节钢筋笼与第一节钢筋笼焊接,接头采用搭接焊接,焊缝长度 $\geq 5d$ (d 为搭接钢筋的直径)。

(2) 钢筋笼入孔时要对准成孔中心线垂直放入,放入时要稳、慢、准,严禁钢筋笼发生弯曲、扭曲变形及碰撞孔内壁。

若放入困难,可以将钢筋笼正反旋转、慢提、慢放,反复数次后逐步下放。在放入钢筋笼过程中,要严密注意孔中水位的变化,若出现异常情况,立即停止,并查明原因。

(3) 钢筋笼达到设计标高后,将其固定在钻机架上,防止浇筑混凝土时钢筋笼的上浮或下沉。

5 混凝土的浇筑

5.1 安放导管

混凝土的施工为水下浇筑,故采用导管灌注法,即混凝土通过导管灌入孔底并自行摊开,然后利用后灌混凝土的压力作用顶托初灌混凝土及其上面的泥浆不断上升,逐渐将泥浆排出孔外。同时,导管也随着混凝土的浇筑不断提升,直至混凝土面达到设计标高,然后将导管全部拔出。

本工程采用的导管直径为 $\phi 30$ mm 钢管,考虑到拔管、拆管的方便,每节长度 2 m,中间用法兰盘加密封垫圈连接。连接后,必须进行水密、承压、接头抗压试验,保证连接处的密封。导管沿着孔中心线垂直缓慢下放,防止卡、挂钢筋,达到孔底后,提离孔底 400 mm 左右。

5.2 水下浇筑混凝土

(1) 混凝土的技术参数要求:粗骨料宜选用卵石,石子含泥量小于 2%,以提高混凝土的流动性,防止堵管;混凝土的初凝时间不小于 16 h,坍落度应控制在 180 ± 20 mm;混凝土灌注距桩顶约 5 m 处时,坍落度控制在 160~170 mm,以确保桩顶浮浆不过高。

(2) 在浇筑前,将混凝土进行水封,方法是将隔水球放置在导管口,首批混凝土将导管内的水排出实现水封。首批混凝土浇筑量应使导管埋入混凝土的深度不小于 1 m。经过计算,初灌混凝土体积为 3.7 m^3 ,混凝土料斗体积为 2 m^3 ,所以适当将料斗临时加高,正常浇筑时将加高部分拆除。在正常浇筑过程中,导管埋在混凝土中的长度保持在 2~6 m,保证浇筑要连续进行,不得中途停止。

(3) 在浇筑中要随时测量混凝土面是否对称平衡上升,如果断面高差大于 0.5 m 时,应停止浇筑,并提落导管震动混凝土,使混凝土面大致相平;同时应该注意混凝土的浇筑量和孔内水位情况及混凝土的高度,以便准确计算导管埋设深度、提升高度和拆除长度等。

(4) 为保证灌注桩的质量,浇筑的混凝土要超出设计标高 0.5~0.8 m,然后将桩顶浮渣、浮浆和软弱层凿除。

(5) 每根桩的灌注时间、混凝土用量、混凝土面高度、导管埋深、导管拆除、发生的异常情况都要由专业人员做好记录,负责人签字备案。

(6) 每根桩留置混凝土试块 3 组。

6 成桩质量检测

本工程的桩基检测委托了秦皇岛静雅永基工程质量检测有限公司,按照《建筑基桩检测技术规范》(JGJ106-2003)

桩身的检测采用了反射波法,对单桩垂直承载力的检测采用了高应变 CASE 法。检测结果:低应变动力检测桩 17 根,其中 I 类桩 16 根,占检测总数的 94.1%,桩基工程质量良好;高应变动力检测结果表明,单桩承载力满足 3 000 kN 的设计要求。

7 结语

实践证明,在卵砾石地层中采用冲击型钻机成孔是成功的,当遇到较大的漂石时,适当加大冲程,即将漂石击碎,顺利成孔,在成孔过程中,只要控制好泥浆的密度,一般不会塌孔。在放置钢筋笼以前,对孔内沉渣的清理至关重要,特别是端承桩,要保证底部沉渣不超过 100 mm。在浇筑混凝土过程中,严格控制混凝土的各项技术参数、浇筑的连续不间断、导管的提升高度和速度,一般不会出现断桩、夹渣、缩颈现象。

(上接第 838 页)

整个爆区的最大单响药量不超过 2 kg,在距边坡 5 m 以内单响最大药量不超过 0.2 kg,并在边坡内侧根据地质情况适当预留 2~3 m 岩石保护层最后采用静态破碎法处理,以保护边坡围护体的安全。

2.4 基坑排水与基底清渣

2.4.1 基坑排水

本基坑工程采用截水与集水明排的方式处理孔隙潜水和基岩裂隙水。由于基坑周边上部已经采用桩锚围护体系,对砂土层的潜水进行了有效阻截,基坑内的水主要来自边坡渗水、基岩裂隙渗水及大气降水,经现场实测,基坑开挖完毕后大气降水以外的边坡及基岩裂隙渗水量不足 $10 \text{ m}^3/\text{h}$,此部分水量通过集中后及时排出基坑外。

2.4.2 基底清渣

由于工程坐落于中风化天然岩石上,爆破造成的岩石松动部分及细碎石均需清除,结合实际基底情况,基底局部超深部分均清理至清晰的未扰动的原岩面上,并分区分块及时进行垫层浇注,避免基底长时间裸露在大气中。

3 体会

(1) 针对本工程地质条件、周边环境及狭小的场地条件,采用上部桩锚下部锚喷的深基坑围护及无放坡开挖技术,可以充分的利用有限的空间,锚板墙的设计可以有效地解决岩土结合面部位长螺旋灌注支护桩桩脚的嵌固问题。

(2) 结合本工程的地质条件通过爆破试爆得出准确的爆破参数并落实实施,有利于在正式爆破施工过程中保障无放坡开挖时边坡围护体系的安全稳定,从而保证基坑以外周边环境的安全。