

# 广深珠高速公路钻孔灌注桩施工 及质量控制

电子工业部综合勘察研究院 白小卫

**【摘要】** 本文介绍了钻机成孔, 泥浆配制和砼浇注等施工工艺。从技术角度对如何控制施工质量作了较为细致的分析, 并提出了相应的技术措施。

**【Abstract】** The construction technology of drilling borehole, mud preparing and concrete grouting are introduced in this paper. Analysed in detail about how to control the construction quality from technique opinion and corresponding technical measurements are proposed in this paper.

## 一、工程概述

广深珠高速公路东莞北段CN<sub>10</sub>、CN<sub>11</sub>合约段工程, 系钻(挖)孔桩基工程, 两段全长3696.25m, 墩位110个。此段路桥隐蔽, 由英国RBA OVERSEAS设计。桩径 $\phi 1500$ mm,  $\phi 1350$ mm, 桩长25m左右。 $\phi 1500$ mm墩位横向设计为4条桩基,  $\phi 1350$ mm墩位横向并排设计为8条桩基, 承台设计为2m厚的工字形, 墩向跨径为32.5m。我公司在此段承担钻孔桩施工, 共完成了钻孔灌注桩140根, 其中施工鱼塘上钻孔桩32根, 河上钻孔桩8根, 灌注砼方量4200m<sup>3</sup>。经取岩芯、超声波、PIT检测, 质量完全符合设计要求。

### 1. 地质条件:

地质钻探资料表明, 地质情况较为复杂。地表上为低洼的稻田和鱼塘, 其中有一

墩位在河上。地表以下主要为耕土、软塑状淤泥、淤泥质亚粘土、粉砂、中砂且部分夹有砂砾石。基岩为钙质泥页岩, 其硬度为4~5级。地下水位丰富。综合地质柱状图见图1。

### 2. 设备配置:

#### ① 钻机

GQ-12型正反循环钻机2台, SPJ-300 3台, SPC-300车装迴转钻机1台。

120kW发电机2台, 80kW发电机1台, 50kW发电机2台。

#### ② 砂石泵组:

3PNL泥浆泵8台, 6BS型砂石泵2台。

#### ③ 汽车设备:

武陵12t吊车一辆, 黄河8t吊车一辆, 解放、东风车各一辆。

### 3. 技术要求:

该场地夯实水泥土桩复合地基载荷试验实测值与公式计算值如表1所示。表中 $\alpha$ 取1,  $\beta$ 取0.8。

从上表中可以看出, 实测值与理论计算值是很接近的, 因此, 我们可以认为承载力计算公式是可行的。

## 六、结语

复合地基充分利用了原天然土的承载力, 其工程造价和施工工期仅为钻孔灌注桩

基的1/2~2/3。因此, 在地基处理工程中得到了广泛的应用。特别是近年出现的半刚性桩复合地基, 其承载力提高幅度大, 可调性强, 变形量小, 适用性广。它不仅适用于多层建筑的地基处理, 而且适用于高层建筑的地基处理。具有较高的推广价值。本文对半刚性桩复合地基承载力计算的初步探讨, 对从事复合地基设计及施工的人员有参考价值。

层厚	层底标高	柱状图	地层描述
1.10	1.40	〰〰〰〰〰	耕土
1.89	-0.49	▨▨▨▨▨	淤泥质亚粘土
5.29	-5.78	·f+x	粉细砂
2.51	-8.29	·x	细砂
2.50	-10.79	▨▨▨▨▨	亚粘土
6.5	-17.29	~ ~ ~ ~ ~	淤泥
3.4	-20.69	·X ·Z ·C	细砂,中、粗砂
2.15	-22.84	≡羊≡	强风化泥质页岩
1.36	-24.20	≡羊≡	中风化泥质页岩
3.54	-27.74	≡羊≡	微风化泥质页岩

单位: m

图 1 N9C-D地质柱状图

①此工程属端承桩基, 嵌岩深度必须进入中微风化页岩3m以上, 砼设计标号为C<sub>30</sub>, 强度为30MPa。

②孔底沉渣不得大于50mm, 首批砼灌注量必须埋导管1.0~1.2m, 孔径、孔斜度、泥浆性能及钢筋笼制作等均按《广深珠高速公路施工技术规范》要求施工验收。

**二、施工工艺及质量控制**

**1. 桩位偏差与钢护筒埋设:**

按技术规范规定, 灌注桩桩位偏差允许偏心1/6和1/4的桩径。对大直径桩基而言, 允许误差是很大的。因为上部结构荷载作用在基础承台的位置是不变的, 桩基偏位后, 桩的实际受力状态发生变化, 要达到原设计受力状态非常困难, 即使采用加大基础底梁或承台等补救措施, 也难以达到设计要求, 造成桩的可靠性降低, 工程造价增加, 工期延长等后果。为了减少桩位偏差, 将桩的中心用线引

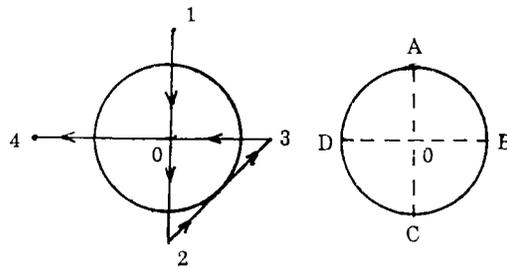


图 2

至四个木桩上(见图2), 然后埋设钢护筒, 护筒中心与桩中心重合。护筒用6mm厚钢板卷制, 其内径比钻孔直径大100~150mm, 长度为2m, 护筒周围用粘土夯实, 护筒上口高出地面200~300mm, 以防杂物落入孔内。然后将四个木桩点引至护筒并作出标记, 量出四个标记至中心点的距离, 用此方法, 在钻机就位中为保证钻头中心与桩位中心重合起着关键性作用。

**2. 钻头的选择及给进控制:**

钻头的类型直接影响着钻进速度。钻头按碎岩方式分为牙轮式和刮刀式两种。我国的钻挖基础在非岩石类土层中大都采用刮刀式钻头。正循环应采用开式结构, 反循环则以封闭式结构为宜。因为在正循环钻进中, 钻碴经钻头上返, 钻头上口开阔便于钻碴和泥浆混合体穿过钻头返溢出钻孔; 而反循环在钻杆内抽吸→排碴, 钻头周围的钻碴在泵抽吸力的作用下汇至钻头吸水口处。在施工中, 由于各种原因, 钻机采用了正循环迴转钻进, 粘土造浆法施工, 钻头选用自制四翼腰带灯笼式刮刀合金钻头, 有时在钻至较硬基岩时, 钻头因磨损严重, 必须更换钻头, 焊补合金。

在钻进过程中钻头给进多采用恒压钻进, 实践表明在第四系松散层钻进, 压力宜用8-20kN, 在基岩中钻进宜用20-30kN, 因此在给进控制中, 一方面以恒压为主, 一方面应根据上层地质变化和钻进速度调整钻

压。因为如果进尺太快,泥皮可能来不及形成而导致塌孔。根据我们经验,在粉细砂中5m长的钻杆用25~30min钻完是比较合理的。这样既保证了钻孔质量,又保证了孔壁安全,同时也能适应排浆的要求。

地 层	转数(r/min)	钻 压(kN)
回填淤泥层	21	5~10
砂、砾石层	21~40	5~1
页岩层	21~40	10~20

### 3. 泥浆配制及净化

根据地质条件,上部为粘土及淤泥质粘土层。采取了保持水头压力,自然造浆,在周围挖大面积泥浆池、曲线循环槽,设置沉淀池,始终保持孔内泥浆与泥浆池水面平衡。泥浆比重控制在1.15~1.20,粘度22s左右。有人认为,泥浆比重越大,护壁效果越好,那是不对的。由于泥浆比重过大,含土量较高,沉渣混入泥浆后单靠重力沉淀不能彻底排除,使含砂量逐步增加不易净化,容易产生泥包钻头,钢筋的握裹力降低,给钻孔工作带来许多困难。

维持一定的PH值(8~10)对保持泥浆稳定性非常重要。主要使泥浆粘土颗粒进行分散,增加泥浆中的胶体颗粒,当比重上升时,加入纯碱加强颗粒表面水化,使其稳定性、胶体率上升,失水量减小。泥浆净化除重力沉淀法外,还要坚持人工清渣,正常钻进中,每班安排1~2人清除循环系统中的沉渣,降低泥浆含砂量。

### 4. 扩孔率:

可根据砼的充盈量换算。为了保证扩孔系数,节约砼,在条件允许时可采用两种钻头,上部为第四纪松散层时,钻头直径可比设计孔径小20~30mm,钻基岩时,钻头直径不小于设计桩径。另外避免钻斜孔,泥浆配制是否合理等因素,也是减少扩孔率、提

高灌注桩经济效益的技术措施。控制砼充盈系数在 $1.0 \leq k \leq 1.15$ 之间是不难解决的。在施工 $n_0-C_2$ 桩时,由于泥浆指标没有达到要求而强行钻进,致使孔内砂层地段塌孔,使浇注此孔的砼充盈系数达2.0以上,造成了不必要的损失。

### 5. 清孔质量:

对于端承桩《规范》规定,沉渣必须小于50mm。而甲方在验收时,对孔底沉渣要求十分苛刻,除各项指标合格外,还必须测量锤有碰到孔底岩面的手感。这使得清孔工作更加仔细认真,清孔时,把钻头提离孔底50~100mm,正循环,慢转速,钻进30min,加大泵量,使孔底沉渣排出孔外。在换浆合格后应尽快进行钻杆拆卸,钻机移位。终孔验收,钢筋笼和导管下设等工作,力求在最短的时间内开盘浇注砼,避免孔内泥浆静置时间过长,孔底产生过多的沉渣。在正常情况下,换浆完毕至砼开盘浇注需1~2小时,如果某些原因造成停滞时间过长,孔底沉渣过多,就必须再一次清孔。此时因钻机已移位,孔内又有钢筋笼和导管,不能用原钻机清孔,此时采用 $\phi 300$ mm导管,顶端制作连接帽子配制法兰盘与3PNL泵相连接,进行二次清孔,经验收可满足对沉渣厚度的要求。

### 三、钢筋笼制作与吊装

钢筋笼的制作必须按施工图制作,焊接要牢固可靠,成笼必须圆而直。在吊装,运输和下设过程中应采取措施,防止钢筋笼变形。本次施工,根据孔深钢筋笼分为2~3节,上笼为12m长,主筋为 $36\phi 25$ ,箍筋 $\phi 12@300$ ,加强筋 $\phi 16@3000$ ,中下笼主笼为 $13\phi 25$ ,为了保证钢筋笼的中心与钻孔中心重合,保证钢筋砼保护层厚度,沿钢筋笼纵向每间隔2~3m设置一组垫块(板),每组垫块(板)至少2~3个。在下钢筋笼时,为了减少对接和焊接钢筋笼所需时间,采用三用U型钢扣件将两节钢筋主筋绑扎扣接,其搭接长度为900

mm。钢扣件用6mm,厚钢板及 $\phi 16$ 钢筋制作,扣接钢筋经做拉力实验,单根钢筋可承受2t左右的拉力,完全符合设计要求。

吊装钢筋笼用12t吊车吊装,当钢筋笼下放到设计标高处时,采用特制的笼将钢筋笼固定在浇注井板上,防止钢筋笼掉入孔内。

#### 四、砼的灌注与控制

砼浇注是桩基工程中最后一道工序,如果管理不善,将会导致砼的离析、断桩等事故。

##### 1. 砼的质量:

水下砼除满足设计要求的强度外,必须具有良好的和易性,使砼在孔内易于流动扩散,形成密实的桩身。本次施工采用2台山东探矿厂生产的QJ500型连动式搅拌机,砼装入漏斗汽车运输,然后再由吊车将砼拉入孔内,砼的质量除严把水泥,砂子、石子的质量关外,坍落度要求17~22cm,严禁过稠和离析的砼浇注孔内,以免造成浇注事故。

##### 2. 砼的灌注:

清孔验收合格后,根据实际终孔深度配制导管,导管直径用 $\phi 300$ mm,长度为0.5m,1.0m,2.0m三种,并详细记录每节导管的长度和顺序,检查每节导管间的密封性能。为了防止灌注时砼与管内泥浆混合,在导管内应设置隔水塞,使砼与泥浆隔开。在施工中隔水塞用水泥、砂子按比例搅匀装入化纤袋,用铁丝捆绑,放入导管内,使其在砼重力作用下,推动隔水塞,将泥浆从导管下口排出。为了便于隔水塞顺利排出,增加砼埋导管的深度,导管下口应距孔底200~300mm为宜。开盘后,必须连续灌注,不得中断,以免导管下口未被埋入砼内而造成砼开盘的失败。在首批砼的灌注中,要求首批砼必须埋住导管1m,施工中将两盘砼装入储料斗中,首灌砼量达 $3.08\text{m}^3$ ,导管理深都在

1m以上满足了要求。

##### 3. 导管理深控制:

为了保证砼桩与质量,在砼浇注过程中,要严格控制导管理深,保证桩身的连续性,不得将导管的下口拔出砼外,造成断桩事故。导管理深以1~6m为宜。在开灌后,砼埋入导管3~4m时,应慢慢上下提升导管,拆除一根导管,避免钢筋笼上浮。如在灌注 $N_{22}-A_1$ 桩时,砼埋导管6.5m,在灌注第七斗砼料时,由于拉料过猛,以致出现 $\phi 1250$ mm钢筋笼上浮1.2m的事故。

导管理深过大,从导管排出的砼受上部已灌砼压力较大,砼水平方向流动扩散力和顶托力减弱,在主筋外侧,将出现砼绕过主筋汇合的死角区,一部分泥浆和混有泥浆的砼充填在死角区内,造成钢筋握裹力不足,且在桩周出现带状的骨料离折和空洞,造成桩的质量降低。

为了保证导管的埋深控制在允许范围内,应经常用测锤测量砼面的上升高度,做好砼灌注记录,确定拆卸导管的节数。当在浇注过程中,砼停待时间超过30min,要经常上下串动导管,防止砼凝结,造成砼堵管,钢筋笼上浮等事故,当砼灌注到桩顶标高时,为了保证桩顶标高以下的砼质量,砼灌注高度要加灌0.5~0.8m,有效合理的控制砼加灌量。

#### 五、效果评价

本桩基工程检测采用钻岩芯,超声波、PIT等方法检验。采芯率为20%,经广深珠高速公路监理部对我院完成的桩基工程验收全部合格,对我院施工速度快、质量好给予了高度评价,并在合约段受到赞扬。

#### 参 考 文 献

- 1 公路施工手册,桥涵上册
- 2 广深珠高速公路施工及验收规范