



撤出水域，能有效降低水上作业安全风险，为航道正常通航提供保障；不需要泥浆护壁，减少了泥浆排放，利于环境保护；成孔速度快；船机配置少，降低了作业风险。经比较，采用沉管灌注桩法施工较合适。

### 3 施工步骤

#### 3.1 测量放样

沉管为内径 0.8m、长 10.5m、壁厚 10mm 的钢管，采用螺旋钢板一次加工而成。沉管前，根据施工图纸提供的桩位坐标表，对沉管埋设的平面位置进行放样。首先采用全站仪，对沉管中心在护岸上的投影进行放样，用喷漆做好标记；然后在图上测出投影到沉管中心的平面距离。

#### 3.2 沉管就位

利用吊机船，起吊沉管。把沉管吊放到施工图纸所示的位置。根据距离，沉管时，对沉管的位置进行定位，沉管过程中要反复多次测量，确保位置准确。

#### 3.3 射水沉管

沉管用的水流由高压水泵提供，高压水泵安装在吊机船上，水泵使用的电源由船上柴油发电机提供，不需接岸电。

(1) 按计算长度配好射水管，将各接头连接牢固，装上弯管，并与输水胶管接通，进行通水试验。

(2) 射水管装上导向环，插入即将起吊的沉管。

(3) 吊插沉管，插正立稳后，压上桩帽及桩锤，吊装钢丝绳暂不解下，即开启水阀，开始射水。高压水枪开始冲泥，利用高压水流的动力，来切割和绞松水下土层的泥层，粉碎土体，使之湿化、崩解，形成泥浆，泥浆在重力作用下向泥浆泵入口流动，通过离心式泥浆泵的作用产生一定的真空把泥浆经吸泥管吸出，再通过输泥管线排到泥浆沉淀船上。高压水枪冲刷桩尖下的土层，桩靠自重下沉。

(4) 沉管初期应控制下沉速度，不能下沉太快，防止阻塞水嘴，随时控制和校正沉管桩的方向。

(5) 沉管桩下沉渐趋缓慢时，为加快沉桩速度，可适当振动沉桩。

(6) 沉管下沉一定深度，管身稳定后，可解下吊沉管的钢丝绳，并逐步加大射水量，加大沉管速度。

(7) 接管停水时，应防止停水导致泥砂涌入桩内堵塞或卡住射水嘴。

(8) 沉管下沉至设计标高约 1m 时，即停止射水，拔出射水管，用振动沉桩法使沉管下沉到设计标高。

冲挖过程中，要准备吊绳一套，在冲挖过程中，经常用吊绳检测深度，确保最终孔深符合要求。

#### 3.4 清孔

当冲孔达到设计要求的深度时，用高压水枪冲洗

沉管内壁，再用泥浆泵将孔内泥水吸掉，反复几次，完成清孔。

#### 3.5 钢筋笼制作及安装

##### 3.5.1 钢筋笼的制作

###### 3.5.1.1 钢筋的验收及管理

钢筋应具有出厂质量证明书。进场后按有关规定、批量、规格进行抽样检查。对于需要焊接的材料还应有焊接试验报告。确认该批材料满足设计、施工要求后，物资部门将该材料入库、登记、造册，不合格的材料清运出施工现场。

钢筋进库后须按不同钢种、等级、牌号、规格批号及生产厂家分别堆存，不得混杂，且应挂牌以资识别。钢筋在运输、储存过程中，应避免锈蚀和污染。

###### 3.5.1.2 主筋下料及钢筋笼成型

钢筋下料应用切断机，下料钢筋下料前检查钢筋的端部是否有弯曲现象，如有应先用调直机调直，严禁使用气割和其它热加工的方法切断钢筋。

钢筋笼制作时应注意：

钢筋笼加工尺寸应严格按设计图纸及规范要求，钢筋笼的主筋采用焊接接头，不设弯钩，主筋与箍筋焊成钢筋笼骨架，双面焊长度  $> 5d$ ，单面焊长度  $> 10d$ ；主筋接头间距  $> 1000\text{mm}$ ，并在同一连接区段上接头少于总数 50%。施工中按照以下规定加工钢筋笼：

(1) 先制作钢筋笼的加强箍，加强箍先根据设计长度下料并在特制的平台上弯制而成。加强箍制作完成后，在加强箍上准确地放样出钢筋笼每一根主筋的确切位置，并用红油漆做出标记。

(2) 主筋分段长度，将所需钢筋用切断机成批切好备用，并按规格挂牌分类堆放整齐。

(3) 钢筋笼加工在特制加工平台上进行，加工前先检查平台的平直度，确保钢筋笼的主筋顺直。加工时先将主筋点焊于加强箍的外侧所标示的主筋位置，确保主筋位置正确，间距一致。钢筋笼箍筋施工前，先在主筋上分出箍筋间距，然后将箍筋缠绕于钢筋笼骨架上并将箍筋与主筋 50% 交错点焊。加工成形的钢筋笼，要稳定放置在坚实平整的地面上，防止变形。

(4) 每幅成品钢筋笼须经监理工程师验收，合格后方可使用，每节钢筋笼均要挂牌标识，标明节号、桩号和检验状态。

(5) 钢筋笼从上至下每 2.0m 的间距设一组定位钢筋。

###### 3.5.1.3 钢筋笼保护层

钢筋笼的纵筋保护层厚度为 50mm，为保证有足够的保护层厚度，在钢筋笼的纵筋外侧绑扎混凝土垫块，钢筋笼吊入沉管内时，不得碰撞管壁，要采取有效措施保证筋笼的设计标高、垂直位置等的准确。

### 3.5.2 钢筋笼安装

钢筋笼安装前应清除粘附的泥土和油渍,保证钢筋与混凝土紧密黏结。

(1) 现场钢筋笼的起吊,采用 25t 吊机船。

(2) 钢筋笼起吊时要保持平稳,避免钢筋笼在起吊过程中变形。

(3) 下笼时由人工辅助对准孔位,保持钢筋笼垂直,下放过程中若遇阻碍立即停止,严禁强行冲放。

### 3.6 下放导管

(1) 钢导管内壁光滑、圆顺,内径一致,接口严密。导管直径为 30cm,壁厚为 10mm,导管管节长度 3m。

(2) 导管使用前必须进行试拼和试压,按自下而上顺序编号和标示尺度。导管组装后轴线偏差,不能超过钻孔深度的 0.5% 且不得大于 10cm。浇筑首盘混凝土时,导管底部至孔底距离控制在 30 ~ 40cm。

(3) 每次安装导管时要检查连接处有无杂物,并检查橡皮圈有无破损,发现有破损的要及时更换。

(4) 导管安装采用挖机船配合安装。

### 3.7 灌注水下混凝土

根据现场条件,本工程混凝土采用商品混凝土,混凝土由搅拌车运至施工点附近,用固定溜槽卸入混凝土运输船内,混凝土灌注采用挖泥船配合导管进行。首批封底混凝土:首批灌注混凝土量必须使导管在混凝土中埋深不小于 1.0m。

第一次灌注混凝土前用圆钢板作为混凝土挡板,根据首灌混凝土方量,将料斗卸料口用挡板盖住,放入混凝土后,迅速开启卸料口,首灌混凝土一次迅速卸放到孔底,不得中断。然后测量混凝土面深度,确保导管在混凝土中埋深不小于 2.0m,每次拆管前测量混凝土面深度,计算导管埋深确定拆除节数,导管的埋深控制在 1m ~ 3m,灌注开始后混凝土要连续进行,并尽量缩短灌注时间,争取在初凝前浇筑完毕,过程中指定专人负责填写水下混凝土灌注记录。全部混凝土灌注完成后,待混凝土初凝后,稍微提高钢护筒,使钢护筒与混凝土之间存在间隙以便钢护筒的拔出。

灌注水下混凝土应注意:

(1) 水下混凝土坍落度控制在 180mm ~ 220mm。

(2) 灌注混凝土前和过程中,按规定时间检测混凝土的坍落度,并做好记录。

(3) 水下混凝土必须连续浇筑,中途不宜停顿,并尽量缩短拆除导管的间断时间,灌注间隔时间不能超过 30min,保证在配合比设定的初凝时间内浇筑完成。

(4) 在浇筑过程中,应特别注意混凝土面到达钢筋笼底标高位置时的操作,当混凝土面接近钢筋笼底

时应保持较大的导管理深,放慢浇筑速度,以减少混凝土向上的冲击力,当混凝土面超过钢筋笼底 2m 左右,减少导管的埋深,使导管口处于钢筋笼底标高附近,并加快浇注速度,以增加钢筋笼的埋深。当混凝土面高于钢筋笼底 2 ~ 4m 后即可正常浇筑。

(5) 在浇筑混凝土过程中,采用测绳测量孔内混凝土顶面位置,保持导管理深不小于 1m,不大于 6m。当混凝土浇筑面接近设计高程时,缓慢提升导管。

(6) 灌注桩施工过程中,要做试块,试块要用红油漆或毛笔写上日期、桩号、混凝土标号和试块编号。

(7) 在灌注将近结束时,在拔除最后一节长导管时,拔管速度要慢,以防止桩顶沉淀的泥浆挤入导管下形成泥心。

(8) 混凝土灌注到接近设计标高时,现场施工人员要计算还需要的混凝土量,避免造成浪费。

### 3.8 成桩质量检查

混凝土浇筑后养护 28 天,进行桩基检测,检测采用低应变动测法检测桩身完整性,所有桩基均要进行完整性检测。当根据低应变动测法检测桩身完整性为 III 或 IV 类时,应进行钻芯法进行验证。所有沉管灌注桩验收合格后进行靠船墩承台部分施工。

## 4 结束语

采用沉管法,跟搭排架钻孔灌注桩施工相比,增加了钢护筒的长度,经济上投入不大,减少了搭设排架支架和钻机使用的费用,施工时作业人员较少,施工质量提高了,施工方法也较简单,解决钻孔桩施工中塌孔及泥浆制备、排放难题,施工噪声小,是一种较环保的施工方法,加上船闸的引航道一般可供施工的水域有限,施工时又不能影响船闸的正常运行,作业面较小,水冲沉管灌注桩能解决这一难题。

参考文献:

[1] 刘培玉.水冲法沉桩工艺在黄骅港综合港区通用泊位中的应用[J].港工技术,2014,51(4):66-68.