

过海大桥钻桩工程的施工

黄乃康

(广东地矿局 756 地质大队·惠东县)

广东省惠东县平海湾港口镇建造一座过海大桥,桥长 290m,桥高 6m(以涨潮最高水位为基点)。海港中间由 9 根桥墩共 23 根桥桩组成。中间主桥墩相距 40m,其余桥墩相距 30m,主桥墩 8 根桩孔口径 1.5m,其余桥桩孔口径为 1.2m 和 1m。桩孔深 35~45m,总钻桩量达 937m³。海水深 4m,涨大潮时可达 5.6m,全部桥桩均在水上施工,受潮汐影响,所遇地层中有厚涌砂砾石层,曾有一个施工单位因无法通过流砂层而被迫停工。另一个施工单位成功地使用了高浓度的海水泥浆,顺利地通过了流砂层,从 1991 年 9 月至 1992 年 6 月,完成了全部钻桩工程并灌注混凝土,通过了有关部门的验收。

地层情况

海底钻遇第四系沉积层和燕山期花岗岩。其沉积层为淤泥质粉、细砂、粗砂、亚粘土,砾岩交替分布,孔深 20.29m 处有 3~11m 厚的砾砂,砾石直径为 10~25mm,稍不注意护壁,即可发生涌砂。钻穿沉积岩后,见花岗岩中风化层即可终孔灌注混凝土。沉积层岩石软,硬度只有 3~5 级。

填海筑岛建平台

按常规水深 3m 以下可筑岛建平台,当地海水深均在 4m 以上,涨潮时可达 5.6m,能否填海筑岛,施工证明是可行的。具体做法是:当海水退潮期间,采用人工打桩把直径 120mm 左右的圆木(松木或杂木)打入

海底,围成一圈 15×17m² 长方形木桩外环,桩距 1m,桩间用横木加固,然后填入 100kg 重的塑料砂袋,围成砂袋墙,中间填入细砂并在填砂的同时埋好护筒。钻进中发现砂岛有沉陷移动现象,钻机水平位置常常失调,需垫木重新找平。为加固砂岛,在安装井架的四个塔腿位置上增加 12 根木桩,作为承压桩。围砂袋前,又在岛底投入 200kg 重的大麻袋粗砂包压底。改进后的砂岛,再未发现沉陷现象。平均一个平台 1.5 万元。

设备及泥浆循环方式

钻机:SPC—300 型水井钻机;水泵:BW—850 型 1 台,3PN 型 2 台;井架:SPC—300 钻机配套的 A 型井架;动力:120kW 柴油发电机组;钻杆:φ89 外丝钻杆;钻头:带式合金钻头。

因为人工砂岛不能造得过大,否则成本倍增,为此我们采用在前一个成桩的岛上修泥浆池和循环槽,尽管增加了一些设备和动力,但钻桩时间短,筑岛面积大为减少,经济上合理。

由于独特的环境,泥浆循环方式是:孔内泥浆流出孔口进入小池后,用 3PN 泵输入前一个人工岛的循环槽,清除砂子后进入泥浆池,然后再用泵输入长高压胶管,进入水龙头,送进孔内。

海水泥浆的配制和应用

施工现场淡水缺乏,故选择海水泥浆。

本文 1992 年 7 月收到,王梅编辑。

用海水直接制造泥浆，含盐量较高， Na^+ 过多，产生压缩双电层作用，使泥浆分散性差。但是粘土颗粒在海水中仍然可以分散。

如果粘土浓度达到一定值后（远超过岩心钻探泥浆常规值），也可形成细分散泥浆，只是比重大，粘度高（表1）。

表1 不同浓度海水泥浆的分散性

泥浆总量 (ml)	粘土加量 (g)	泥浆浓度 (%)	泥浆性能			
			漏斗粘度 (s)	比重 (g/cm^3)	胶体率 (%)	pH值
1000	100	9.1	15.5	1.09	水土分离	
1000	200	17.0	16.8	1.16	水土分离	8
1000	300	23.1	19.2	1.21	60	8
1000	400	28.6	24.0	1.25	90	8
1000	500	33.3	32.5	1.31	96	8

对基桩工程而言，孔浅，岩石硬度小，口径大，纯钻进时间占整个成桩工程时间较小，因泥浆高浓度，大比重而降低钻进效率的矛盾便不突出。对于本工程，护孔为主要矛盾。被迫停止施工的单位就是解决不了护孔而退出的。采用高浓度细分散海水泥浆，有效地抑制了流砂的涌出，保证了钻桩工程的顺利完成。

具体做法是：先使用26.6%浓度的泥浆作为原浆钻进，由于孔内有亚粘土及细砂的

分散作用，泥浆比重不断提高，一般控制其比重在 $1.3\sim 1.4\text{g}/\text{cm}^3$ 之间。比重过低时，孔壁稳定性差，有发生涌砂的危险；过高时，水泵工作困难。这时，可先放掉部分旧泥浆，如果钻进造浆地层，可直接加入海水和适量烧碱，使其比重下降至控制值内；若不在造浆地层，渗入海水的同时，加入适量的粘土粉和烧碱。实践证明，只要控制好泥浆的比重，就能顺利钻穿砾砂层。表2为钻进主桥桩孔时的海水泥浆性能。

表2 钻进主桥桩现场取样的海水泥浆性能

钻进地层	水泵类型	泥浆性能					泥浆处理剂	钻进速度 (m/h)
		漏斗粘度 (s)	比重 (g/cm^3)	含砂量 (%)	胶体率 (%)	pH值		
一般地层	3PN	60	1.40	15	98	9	微量 CMC, NaOH	1.1~1.5
砾石层	3PN	滴流	1.55	27	98	9	微量 CMC, NaOH	1.5~1.8
风化花岗岩	BW-850	滴流	1.35	23	97	9	微量 CMC, NaOH	0.2~0.5

海水泥浆既能护孔，成本又低。然而，对灌注混凝土会不会有影响？由于泥浆在长期的钻进过程中，形成了 $20\sim 30\text{mm}$ 厚的泥壁，终孔后，下好钢筋笼和灌注混凝土的导管时，通过导管，边循环泥浆边渗入海水，循环时间大约 $3\sim 5\text{h}$ ，逐渐使比重降至 $1.2\text{g}/\text{cm}^3$ 左右，达到清孔目的后，立即灌注混凝土，泥壁能维持一段时间，实践证明，能达到施工要求。

钻进参数

转速：一般地层 $52\text{r}/\text{min}$ ，粘土层

$78\text{r}/\text{min}$ 。

钻压：钻具自重加压， $10\sim 20\text{kN}$ ，风化花岗岩采取减压钻进， $5\sim 10\text{kN}$ 。

排量：孔深 30m 以内使用3PN泵，排量为 $108\text{m}^3/\text{h}$ ；孔深 30m 后使用BW-850泵，排量 $850\text{l}/\text{min}$ 。

泵压： $0.1\sim 0.5\text{MPa}$ 。

护筒的安装：由于填海较深，一般只下 2m 的护筒，开孔时必须使用高比重泥浆，通常能顺利通过人工填的砂层。

本工程使用设备欠佳，宜改用大口径工程钻机。