

浅谈在海洋潮汐影响下筑岛法短护筒桩基施工泥浆指标的确定和优化

吴胜超

中交一公局第六工程有限公司 天津 300000

DOI号: 10.18686/bd.v1i4.338

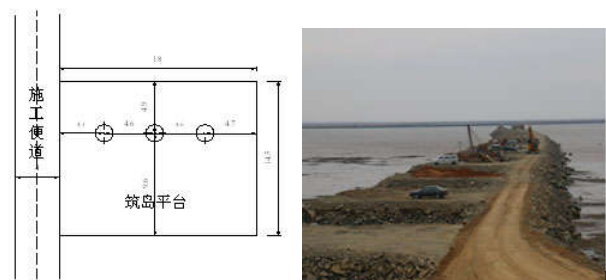
[摘要] 在钻孔灌注桩中, 泥浆起到的主要作用为护壁, 防止塌孔。为确保钻孔桩的成桩质量, 必须严格控制泥浆的比重、含砂率等性能指标。通过在人工岛连接线工程桥梁桩基施工时泥浆性能对成桩质量的研究, 针对该工程特有的地质情况, 提出了符合该环境下桩基施工的泥浆性能指标。

[关键词] 钻孔桩; 泥浆; 比重; 含砂率

1、工程概况

锦州市人工岛连接线桥梁工程共设1座特大桥、1座大桥。桥梁上部结构采用30m简支转连续预应力混凝土T梁。下部结构桥墩采用柱式墩, 钻孔灌注桩基础。本标段合计共有桩基共213根。

本工程两座桥梁均跨越海滩, 与海中人工岛相连。根据现场实际地质, 桥梁桩基均位于浅海海滩中, 桩位所处地质为强风化—中风化花岗岩, 石质坚硬, 钻孔难度大, 旋挖钻及正反循环钻均无法正常施工, 项目采用冲击钻孔方式进行本工程桩基的钻孔施工。由于本工程总造价低, 且地表覆盖岩石, 打设钢管桩难度大, 经过方案比选和经济性分析, 项目采用填土筑岛作为桩基施工平台。筑岛平台与填土便道相连, 充分考虑钻机及吊车、罐车等尺寸, 平台设计为长18m, 宽14.5m, 平台标高2.5m以下采用石料填筑, 2.5m至2.8m之间采用山皮土回填。



2、桩基施工特点

由于本工程桩顶高程在+1~-2.5m之间, 而平台顶高程为3m, 考虑桩头超灌高度, 桩顶距平台顶之间距离平均尚有2.5m, 此2.5m为块石筑岛层, 孔隙较大, 且处在筑岛内、外侧潮汐水位变化区域, 水压变化较大。若采用全护筒进行桩基施工, 护筒长度可达5m, 吊装运输困难; 埋设护筒时, 由于筑岛材料为块石结构, 无法通过冲击下沉的方法进行护筒的埋设, 只能采用挖坑埋设的方法, 为保证开挖的稳定, 需按1:1进行放坡。若按原设计平台尺寸18×14.5m, 则远远不够放坡的尺寸, 需要进行扩大, 增加了平台的土方填量及海洋用地面积, 进而增加了项目成本及用海手续的审批难度。

经比选决定,采用2.5m长度短护筒进行桩基的施工。为此需首要解决的为护筒底至桩顶间筑岛层的孔壁护壁问题,而解决该问题的关键即为配制合适的泥浆指标。

3、泥浆作用理论分析

3.1 泥浆的护壁作用

在桩基钻孔施工中,泥浆主要起到保护孔壁,增强孔壁稳定性的作用同时,还起到悬浮钻渣的作用,使进尺正常进行。

在本工程中,因原地表以下为裂隙不发育的花岗岩,强度高,结构稳定,不易塌孔,因此泥浆主要针对筑岛层间块石起到护壁作用,主要通过以下三方面来实现:

3.1.1 渗入石缝进行粘结:

筑岛层采用块石填筑,块石间缝隙较大,泥浆液通过孔壁渗入到块石间隙当中,起到一定程度的粘结作用,增强了筑岛层孔壁的稳固性;

3.1.2 形成泥皮粘结于孔壁:

泥浆渗入到块石间隙一定程度不再渗入后,便依附粘结于筑岛层孔壁形成泥皮保护圈,有效防止了孔壁外侧海水的侵入,在一定程度上阻止了筑岛层松散土质的坍塌,增强了孔壁的稳定性;

3.1.3 对孔壁的压力

泥浆比重大于海水的比重,因此在桩孔内同样高的水头,其静水压力比海水大。在静水压力的作用下,可有效阻隔因潮汐变化影响导致孔外水压力变化引起的海水渗流;同时,泥浆比重越大,压力越大,可有效挡住筑岛层岩石塌入孔内,确保了孔壁的完整性。

3.2 泥浆的排渣作用

泥浆排出钻渣的能力主要由以下几点因素确定:

3.2.1 泥浆比重

泥浆比重越大,其所携带的岩渣重量越多,排渣能力越强;

3.2.2 吸附性

泥浆的吸附性随泥浆比重的增加更有利于将岩渣中的小颗粒吸附于周围;

3.2.3 胶结力

泥浆采用粘性土与水混合,具有良好的胶结力,其胶结性随泥浆比重的增加而增大,能胶结中颗粒岩渣。

3.2.4 循环推力

一般而言,岩渣颗粒密度远远高于泥浆比重,在静止状态时,泥浆无法携带沉渣,导致沉渣逐渐下沉、积淀。因此必须使泥浆始终处在一个循环的外力作用下方可使岩渣顺利排出。

本工程实际施工中,考虑到施工成本,以运距30km的粘土(粉质粘土)作为原材制浆,经现场检测,粘土中含细砂,对泥浆的吸附性以及胶结力存在一定影响。同时,由于工程条件相对变化较小,因此泥浆的循环外推力条件基本一致,因此,针对本工程施工环境,泥浆的检测指标主要为泥浆比重及含沙率,施工中主要进行此两项指标的确定和

优化。

4. 钻孔过程泥浆指标的确定

2015年10月20日,项目以1号桥6#-1桩基进行了首件施工,施工时钻孔泥浆比重按1.5控制,钻孔完毕后采用泥浆池循环法进行清孔,清孔后泥浆比重1.3,含砂率6%,施工过程中派专人观察潮汐变化及孔内水头变化,确保孔内水头高度,钻孔及灌注过程无异常现象。

随后,项目开始对后续桩基展开施工,在钻孔施工过程中,部分桩基陆续发生水头骤降、塌孔现象,均发生在筑岛层冲孔阶段。针对此类问题,项目对前期施工的桩基泥浆比重及含沙率进行了检测,结果如下:

表 4.1 桩基钻孔中泥浆比重检测数据

序号	桩位号	开孔日期	异常现象	钻孔泥浆比重	含砂率(%)
1	6#-1	2015年10月20日	无	1.50	122
2	11#-1	2015年10月28日	无	1.55	140
3	8#-1	2015年10月29日	无	1.53	120
4	10#-1	2015年10月29日	无	1.60	142
5	13#-1	2015年11月6日	无	1.54	125
6	16#-1	2015年11月6日	无	1.53	131
7	18#-1	2015年11月8日	无	1.51	120
8	19#-1	2015年11月9日	无	1.55	127
9	6#-2	2015年10月29日	塌孔	1.40	100
10	18#-3	2015年11月15日	无	1.52	128
11	19#-3	2015年11月17日	无	1.50	135
12	13#-3	2015年11月15日	无	1.57	130
13	16#-3	2015年11月15日	无	1.52	133
14	3#-1	2015年11月25日	无	1.52	132
15	8#-2	2015年11月24日	无	1.49	121
16	10#-2	2015年11月24日	无	1.48	125
17	19#-2	2015年11月26日	无	1.51	130
18	20#-1	2015年11月23日	无	1.54	135
19	11#-3	2015年11月21日	塌孔	1.44	122
20	18#-2	2015年11月27日	无	1.53	130
21	13#-2	2015年11月28日	塌孔	1.42	128
22	29#-1	2015年11月30日	无	1.51	131
23	6#-3	2015年12月1日	无	1.52	128
24	14#-1	2015年12月1日	无	1.49	120
25	24#-1	2015年12月1日	无	1.56	133
26	27#-1	2015年12月1日	无	1.50	122
27	8#-3	2015年12月3日	无	1.52	130
28	20#-3	2015年12月3日	无	1.57	142
29	22#-1	2015年12月1日	无	1.51	130
30	10#-3	2015年12月5日	无	1.50	129
31	3#-2	2015年12月4日	无	1.47	118
32	26#-1	2015年11月30日	水头骤降	1.41	103
33	11#-2	2015年12月9日	无	1.55	129
34	24#-2	2015年12月10日	无	1.52	127
35	21#-1	2015年12月10日	无	1.51	125
36	22#-3	2015年12月7日	无	1.59	136
37	15#-1	2015年12月7日	塌孔	1.45	108

由上表可以看出,当钻孔过程中泥浆比重在1.5以上时,泥浆静压力能够抵抗孔壁外潮汐变化以及冲击锤振动的影响,维持孔壁的稳定;泥浆比重在1.5以下时,部分桩孔出现水位骤降、塌孔等现象,且塌孔部分均为筑岛层,表明该泥浆比重下,泥浆不能对筑岛层石块间隙起到足够的胶结作用,以抵抗振动及孔壁内外的压力差。

当钻孔过程中泥浆比重过大时,粘土用量增加,经项目测算,当泥浆比重在1.6时,每米钻孔桩需消耗粘土3.3m³,极大的增加了施工成本;同时,泥浆比重过大,影响清孔时的速度和质量。经过对比分析,最终确定钻孔过程中泥浆比重控制在1.5左右,其护壁效果及经济性最优。

5、清孔泥浆指标的控制与优化

清孔的最终目的是排出孔内沉渣,项目对部分桩基的清孔泥浆指标进行了对比检测,结果如下:

表 5.1 清孔时泥浆比重与含砂率关系表

桩号	检测次数	泥浆比重	含砂率(%)	备注
8#-2	1	1.49	12.1	
	2	1.40	8.2	
	3	1.34	7.1	
10#-2	1	1.48	12.5	
	2	1.39	8.5	
	3	1.35	7.2	
20#-1	1	1.54	13.2	
	2	1.44	10.1	
	3	1.32	6.8	
29#-2	1	1.50	13.1	
	2	1.42	9.8	
	3	1.31	6.1	
	4	1.22	4.3	塌孔

由表中数据可以看出,含砂率随泥浆比重改变而改变,泥浆比重减小时,其泥浆浮力减小,吸附及粘结力相应减弱,导致含砂率降低。

按照《公路桥涵施工技术规范》要求,清孔后泥浆指标:冲击钻泥浆比重为 1.03 ~ 1.10,不宜超过 1.15,含砂率 < 2%。但是不考虑工程地质特点,一味的降低泥浆比重,追求规范要求的含砂率指标是不适宜的。本工程钻孔桩筑岛层厚度为 3.0m ~ 5.0m,其填筑材料为松散块石,其孔壁极不

稳固,且受内外潮汐影响,存在着很大的压力变化,为满足规范要求的泥浆指标,项目以 29#-2 桩基进行了试验,当泥浆比重降低至 1.22,含砂率为 4.3%时,尚未达到指标,就造成了塌孔。

上述试验说明针对本工程的桩基施工存在着一个临界泥浆比重和临界砂率,当泥浆指标低于该临界值时,孔壁塌孔的概率就大大增加。经过多次施工现场检测,确定本工程临界泥浆比重为 1.30,即清孔后泥浆比重应 ≤ 1.35,且不宜低于 1.3,含砂率 ≤ 7.5%。

6、灌桩控制要点

需要注意的是,由于清孔后孔内泥浆比重仍然较大,会出现混凝土灌注相对困难情况,此时将导管上下适度串动(确保导管的下口在混凝土层内的埋深)可有助于混凝土的灌注。同时为防止泥浆沉淀较厚影响桩头质量,可加大超灌高度。

7、结论

项目委托第三方对全部 213 根桩基进行了超声波无损检测,检测一次性合格率 100%,证明优化后的泥浆指标不仅符合本工程地质及特点,同时使桩基质量得到了保障,对类似环境的桩基施工具有一定的参考意义。

参考文献

- [1]《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T F50-2011)
- [2]《钻孔灌注桩的泥浆比重和含沙量指标合理性探讨》林良光